

**Jahrbuch der
Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf
2005/2006**

**Jahrbuch der
Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf
2005/2006**

**Herausgegeben vom Rektor
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch**

**Konzeption und Redaktion:
em. Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth**

© Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006
Einbandgestaltung: Wiedemeier & Martin, Düsseldorf
Titelbild: Schloss Mickeln, Tagungszentrum der Universität
Redaktionsassistentz: Georg Stüttgen
Beratung: Friedrich-K. Unterweg
Satz: Friedhelm Sowa, L^AT_EX
Herstellung: WAZ-Druck GmbH & Co. KG, Duisburg
Gesetzt aus der Adobe Times
ISBN 3-9808514-4-3

Inhalt

Vorwort des Rektors	11
Gedenken	15
Rektorat	17
ALFONS LABISCH (Rektor) Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist eine Forschungsuniversität ..	19
HILDEGARD HAMMER Der Bologna-Prozess – Chancen und Schwächen einer erzwungenen Studienreform	29
CHRISTOPH AUF DER HORST Das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität zwischen „akademeia“ und „universitas“	41
40 Jahre Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf	
HERMANN LÜBBE Universitätsjubiläen oder die Selbsthistorisierung der Wissenschaften	53
Medizinische Fakultät	
<i>Dekanat</i>	65
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i>	69
WOLFGANG H. M. RAAB (Dekan) und SIBYLLE SOBOLL Forschung und Lehre in der Medizinischen Fakultät	73
JÜRGEN SCHRADER Systembiologie – Neue Perspektiven für die Medizin?	79
ORTWIN ADAMS und HARTMUT HENGEL Husten, Schnupfen, Heiserkeit – Über alte und neue Respirationstraktviren	85
WILFRIED BUDACH und EDWIN BÖLKE Strahlende Zukunft – Radioonkologie 2010	103
HILDEGARD GRASS und STEFANIE RITZ-TIMME Frauen- und Geschlechterforschung, Gewaltopfer und Rechtsmedizin	107
GESINE KÖGLER und PETER WERNET Die José Carreras Stammzellbank Düsseldorf – Entwicklung, klinische Ergebnisse und Perspektiven	119

NIKOLAS HENDRIK STOECKLEIN und WOLFRAM TRUDO KNOEFEL Disseminierte Tumorzellen bei gastrointestinalen Karzinomen – Molekular- genetische Analyse der relevanten Tumorzellen zum Aufsuchen therapeu- tischer Zielstrukturen für effektive adjuvante Therapien	137
---	-----

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

<i>Dekanat</i>	151
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i>	153
PETER WESTHOFF (Dekan) Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät – Der Weg im Jahr 2005	159
JÖRG BREITKREUTZ Arzneizubereitungen für Kinder	161
STEFAN U. EGELHAAF Weiche Materie – Treffpunkt von Physik, Chemie und Biologie	173
THOMAS HEINZEL Nanoelektronik und mesoskopischer Transport	185
MICHAEL LEUSCHEL und JENS BENDISPOSTO Das ProB-Werkzeug zur Validierung formaler Softwaremodelle	199
CHRISTINE R. ROSE Doppelt hält besser – Elektrische und chemische Signalgebung in Gehirnzellen	209

Philosophische Fakultät

<i>Dekanat</i>	227
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i>	229
BERND WITTE (Dekan) Die Philosophische Fakultät auf dem Weg in die entgrenzte Wissensgesellschaft	231
ANDREA VON HÜLSEN-ESCH, WILHELM G. BUSSE und CHRISTOPH KANN Das Forschungsinstitut für Mittelalter und Renaissance	237
SABINE KROPP Institutionenbildung in postsowjetischen Ländern – Entwurf eines Analysekonzepts	245
KARL-HEINZ REUBAND Teilhabe der Bürger an der „Hochkultur“ – Die Nutzung kultureller Infrastruktur und ihre sozialen Determinanten	263

SHINGO SHIMADA Wozu „Modernes Japan“? Zur Konzeptualisierung des Lehrstuhls „Modernes Japan II mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt“	285
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät	
<i>Dekanat</i>	293
CHRISTOPH J. BÖRNER (Dekan) Bachelor und Master in der Betriebswirtschaftslehre – Der Düsseldorfer Ansatz	295
HEINZ-DIETER SMEETS und H. JÖRG THIEME Demographische Entwicklung und Globalisierung – Ökonomische Konsequenzen	311
HORST DEGEN und PETER LORSCHIED „Euro = Teuro“ – Lässt sich diese Gleichung statistisch belegen?	329
BERND GÜNTER und LUDGER ROLFES Wenn Kunden lästig werden – Kundenbewertung und Umgang mit unprofitablen Kundenbeziehungen durch Unternehmen	345
BERND GÜNTER Über den Tellerrand hinaus – „Studium laterale“	359
Juristische Fakultät	
<i>Dekanat</i>	367
HORST SCHLEHOFER (Dekan) Das Bachelor-Master-System – Ein Modell für die Juristenausbildung?	369
ANDREAS FEUERBORN Der integrierte deutsch-französische Studiengang der Juristischen Fakultäten der Université de Cergy-Pontoise und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf	379
ULF PALLME KÖNIG Die rechtliche Einordnung der Kooperationsvereinbarung zwischen Uni- versität und Universitätsklinikum nach nordrhein-westfälischem Recht	387
Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.	
GERT KAISER Die Freundesgesellschaft der Heinrich-Heine-Universität	401
OTHMAR KALTHOFF Jahresbericht 2005	405

Sonderforschungsbereiche der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

CHRISTEL M. MARIAN und WILHELM STAHL Der Sonderforschungsbereich 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“	409
--	-----

Forscherguppen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

VICTORIA KOLB-BACHOFEN, MIRIAM CORTESE, JÖRG LIEBMANN, SABINE KOCH und NICOLE FITZNER Regulation der Entzündungsreaktion – Eine wichtige Rolle für Stickstoffmonoxid	421
DIRK SCHUBERT und JOCHEN F. STAIGER Die Analyse von „Was“ und „Wo“ in neuronalen Netzen des primären somatosensorischen Kortex	433

Graduiertenkollegs der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

OSWALD WILLI Das Graduiertenkolleg 1203 „Dynamik heißer Plasmen“	453
AXEL GÖDECKE Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen – Das Graduiertenkolleg 1089 auf dem Weg in das postgenomische Zeitalter	459

Zentrale wissenschaftliche Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Humanwissenschaftlich-Medizinisches Forschungszentrum

DIETER BIRNBACHER Das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf	475
DIETER BIRNBACHER und LEONORE KOTTJE-BIRNBACHER Ethische Fragen bei der Behandlung von Patienten mit Persönlichkeitsstörungen	477

Biotechnologie – Ein gemeinsamer Forschungsschwerpunkt der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und des Forschungszentrums Jülich

KARL-ERICH JAEGER Das Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie	491
---	-----

CHRISTIAN LEGGEWIE, THOMAS DREPPER, THORSTEN EGGERT, WERNER HUMMEL, MARTINA POHL, FRANK ROSENAU und KARL-ERICH JAEGER Molekulare Enzymtechnologie – Vom Gen zum industriellen Biokatalysator	501
--	-----

JÖRG PIETRUSZKA, ANJA C. M. RIECHE, NIKLAS SCHÖNE und THORSTEN WILHELM Naturstoffchemie – Ein herausforderndes Puzzlespiel	519
--	-----

Institute an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Institut für umweltmedizinische Forschung

JEAN KRUTMANN Das Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH	535
--	-----

Institute in Zusammenarbeit mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Düsseldorfer Institut für Dienstleistungs-Management

WINFRIED HAMEL Das Düsseldorfer Institut für Dienstleistungs-Management – Eine virtuelle Forschungseinrichtung	561
--	-----

Institut für Internationale Kommunikation

CHRISTINE SCHWARZER und MATTHIAS JUNG Universitätsnah wirtschaften – Das Institut für Internationale Kommunikation in Zusammenarbeit mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.	573
---	-----

Zentrale Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Universitäts- und Landesbibliothek

IRMGARD SIEBERT und CAROLA SPIES Aufbruch in die Zukunft – Der 94. Deutsche Bibliothekartag in Düsseldorf	589
---	-----

Universitätsrechenzentrum

STEPHAN OLBRICH, NILS JENSEN und GABRIEL GAUS EVITA – Effiziente Methoden zur Visualisierung in tele-immersiven Anwendungen	607
---	-----

Universitätssprachenzentrum

ELMAR SCHAFROTH, PETER HACHENBERG und CHIARA DE MANZINI-HIMMICH Kompetent Sprachen lehren und lernen – Das Universitätssprachenzentrum stellt sich vor	625
---	-----

Sammlungen in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

SILVIA BOOCHS Die Faksimile-Sammlung Urselmann in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf	635
UTE OLLIGES-WIECZOREK Ein „wahres Arkadien“ – Die Thomas-Mann-Sammlung Dr. Hans-Otto Mayer (Schenkung Rudolf Groth) in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf	655

Geschichte der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

MAX PLASSMANN Die Jubiläumsfeiern der Medizinischen Akademie Düsseldorf: 1932 – 1948 – 1973	669
THORSTEN HALLING und JÖRG VÖGELE Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin. Ernst Derra und der Neubau der Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren	679

Chronik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

ROLF WILLHARDT Chronik 2005/2006	697
---	-----

Autorinnen und Autoren	719
-------------------------------------	------------

Vorwort des Rektors

Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist an der Jahreswende 2005/2006 40 Jahre alt geworden. Seinerzeit hatte der Kultusminister, Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Paul Mikat, der unserer Universität nach wie vor eng verbunden ist, unter dem Betreff „Umbenennung der Medizinischen Akademie in Düsseldorf in Universität Düsseldorf“ Folgendes mitzuteilen: „Auf Grund der mir durch die Landesregierung erteilten Ermächtigung erhält die Medizinische Akademie in Düsseldorf mit Wirkung vom 16. November 1965 den Namen ‚Universität Düsseldorf‘.,,

Bei genauem Hinsehen zeigt sich: Dieser Brief steht unter dem Datum des 29. Dezember 1965 und ist vermutlich erst 1966 hier eingegangen. Offensichtlich wurde die Universitätsgründung um sechs Wochen rückdatiert. Dieser Brief ist, so darf wohl gesagt werden, ein administratives Monstrum. Stellt die Umbenennung überhaupt einen Gründungsakt dar? Diese Frage dürfte in juristischen Seminaren trefflich diskutiert werden können.

Eines jedenfalls steht für immer und alle Zeiten fest: Mit diesem Datum ist die Universität Düsseldorf die letzte als Universität gegründete Hochschule des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Heinrich-Heine-Universität ist und bleibt damit die jüngste Universitätsgründung in diesem Lande – es sei denn, eine Landesregierung würde in späteren Zeiten weitere Universitäten gründen. Und noch etwas ist festzuhalten: Es gibt uns! Die Universität hat sich zu einer zwar kleinen, aber konkurrenzfähigen Forschungsuniversität entwickelt.

Wie auch immer die Juristen also den Gründungsakt bewerten mögen: Das Datum des 16. November 1965 ist 40 Jahre später ausführlich und gebührend in einem Akademischen Festakt gefeiert worden. Die Festrede von Herrn em. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Hermann Lübke vor großem Publikum aus Landesregierung, Stadt, Wirtschaft und Mitgliedern der Universität ist diesem Jahrbuch 2005/2006 beigegeben. Auch der Jahrestag des historischen Festaktes zur Gründung der Universität am 14. Februar 1966 wurde gefeiert – und zwar in der Tonhalle der Stadt. Und für Interessierte: In unserer Reihe *Uni-Mosaik* wird der gesamte Festakt – mit historischen Bildern – dokumentiert.

Warum ist das Alter einer Universität wichtig? Dazu eine Anekdote – sei sie nun wahr oder nicht. Ausgangs des 19. Jahrhunderts fragte in den USA ein Wirtschaftsmagnat einen Universitätspräsidenten, wie man es anstellen müsse, eine Eliteuniversität zu schaffen. Der Präsident antwortete: „Man braucht 50 Millionen Dollar und 200 Jahre Zeit.“ Allgemein können wir sagen: Eine gute Universität braucht viel Geld und viel Zeit.

Wir in der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf haben dieses Geld nicht. Dafür schaffen wir es aber auch früher. Die Heinrich-Heine-Universität ist mit derzeit sieben Sonderforschungsbereichen mit Blick auf die eingesetzten Landesmittel, auf die Zahl der Pro-

fessoren und schließlich auch auf die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter die effizienteste Forschungsuniversität des Landes Nordrhein-Westfalen. Diese kühne Behauptung ist durch ein Schreiben des jetzigen Wissenschaftsministers, Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart, so beschieden worden:

„Würde man das Verhältnis Anzahl der Sonderforschungsbereiche zur Zahl der Professoren als Maßstab anlegen, so würde die RWTH Aachen am besten abschneiden und die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wäre beste nicht-technische Hochschule.“

Die RWTH Aachen besteht voller Stolz darauf, keine Universität, sondern eine Hochschule zu sein. In Düsseldorf sind wir ebenso stolz darauf, die Heinrich-Heine-Universität zu sein. Die Aussage, dass wir zumindest mit Blick auf Verbundprojekte die forschungstärkste Universität des Landes Nordrhein-Westfalen sind, ist also von höchster Stelle bestätigt worden. Den Grundsatz „Die Heinrich-Heine-Universität ist eine Forschungsuniversität“ habe ich in einem kleinen Beitrag, basierend auf den Eckpunkten der aktuellen Hochschulpolitik, herausgearbeitet. Er steht diesem Jahrbuch voran.

Gerne gehe ich noch einmal auf den Faktor „Zeit“ ein, die notwendig ist, um eine Eliteuniversität zu werden. Mit Blick auf das Alter anderer Universitäten in der Nachbarschaft ist die Heinrich-Heine-Universität noch nicht einmal den Kinderschuhen entwachsen. Anders ausgedrückt: Wir sind immer noch im Aufbau begriffen – und dies, obschon es wegen Mikats Konzept einer „schleichenden“ Gründung¹ niemals einen verbindlichen Ausbauplan für die Universität gegeben hat. Wie vielfältig und innovativ die Universität ist, zeigen die Aufsätze über die Sonderforschungsbereiche, die Forschergruppen und die Graduiertenkollegs in den Jahrbüchern 2001 bis 2005/2006.

In diesem Jahrbuchstellen die Professores Christel M. Marian und Wilhelm Stahl den neuen Sonderforschungsbereich 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“ vor. Aus der erst kürzlich bewilligten neuen infektiologischen Forschergruppe der Deutschen Forschungsgemeinschaft berichten Prof. Dr. Victoria Kolb-Bachofen und andere zum Thema „Regulation der Entzündungsreaktion“. Die Physik hat zusätzlich zum Transregio-Sonderforschungsbereich 18 „Relativistische Laser-Plasma-Dynamik“ das Graduiertenkolleg 1203 „Dynamik heißer Plasmen“ begonnen, das von Univ.-Prof. Dr. Oswald Willi präsentiert wird. Univ.-Prof. Dr. Axel Gödecke baut, ergänzend zum kardiophysiologischen Sonderforschungsbereich 612, das Graduiertenkolleg 1089 „Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen“ auf.

Wie jung die Universität ist, können die vielen Beispiele belegen, die das Attribut „erstmalig“ oder „neu“ verdienen. Neu gegründet wurde Ende November 2005 das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum. Die Aufgabe dieses Zentrums ist, die humanwissenschaftlich-medizinischen Aktivitäten aller Fakultäten zu einem dauernden inter fakultären und interdisziplinären Diskurs zusammenzuführen. Univ.-Prof. Dr. Dieter Birnbacher stellt „Das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“ vor und berichtet gleich anschließend über „Ethische Fragen bei der Behandlung von Patienten mit Persönlichkeitsstörungen“.

Ein weiteres Novum auf dem Campus ist der 2006 erstmals durchgeführte „Tag der Studierenden“, der mit dem 2005 eingeführten „Tag des jungen Wissenschaftlers“ im jähr-

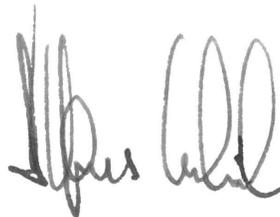
¹ Vgl. Max Plassmann und Karoline Riener. „Die ersten Jahre der Universität Düsseldorf (1965-1970) – Von der ‚schleichenden‘ Gründung bis zum Namensstreit“, in: Gert Kaiser (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2002*. Düsseldorf 2003, 503-512.

lichen Wechsel stattfinden soll. Neuerungen finden sich auch in der Zusammenarbeit von Universität und Stadt Düsseldorf. So wurde im März 2005 eine erste so genannte Stadtprofessur vertraglich unterzeichnet. Dieser Stadtprofessur „Gartenkunst“ sollen weitere in anderen Bereichen folgen. Auch die Kinder-Ringvorlesung ist für die Heinrich-Heine-Universität eine Neueinrichtung mit sehr großer Resonanz aus den örtlichen Schulen.

Einen besonderen Schwerpunkt stellt im Jahrbuch 2005/2006 die Biotechnologie dar. Die Lebenswissenschaften mit den Anwendungsgebieten der Medizin und der Biologie/Biotechnologie bilden die international herausragenden Forschungsschwerpunkte der Universität. Seine darüber hinausweisende Bedeutung gewinnt dieser Schwerpunkt deswegen, weil er in enger Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich durchgeführt wird. Das Forschungszentrum Jülich ist als eine der großen Forschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft der Partner, der der Heinrich-Heine-Universität den Anschluss an die internationale Spitzenforschung und Spitzentechnologie eröffnet. Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger stellt „Das Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie“ vor, das zwar auf dem Campus des Forschungszentrums Jülich liegt, aber zur Heinrich-Heine-Universität gehört. Vorge stellt wird ebenfalls die „Molekulare Enzymtechnologie: vom Gen zum industriellen Biokatalysator“. Univ.-Prof. Dr. Jörg Pietruszka gibt mit dem Beitrag „Naturstoffchemie – ein herausforderndes Puzzlespiel“ einen Blick auf sein Forschungsgebiet.

Das Jahrbuch informiert kontinuierlich über die Dynamik und das sich wandelnde Profil der Fakultäten unserer Universität. Um es aktueller gestalten zu können, wurde mit diesem Band die Jahreszählung so geändert, das von einem Jahrbuch jeweils zwei Jahre erfasst werden. Dieses Jahrbuch wird also erstmals die Jahre 2005 und 2006 erfassen, das nächste dann die Jahre 2006 und 2007. Dass das Jahrbuch zu einer solch gewichtigen Publikation gereift ist, ist dem intensiven Engagement seines Redakteurs, unseres geschätzten Kollegen Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth, zu verdanken. Professor Süßmuth und seinen Mitarbeitern sei hier daher namens der Universität und seiner Mitglieder ein herzlicher Dank ausgesprochen.

Düsseldorf, im November 2006

A handwritten signature in black ink, consisting of two distinct parts. The first part is a stylized, cursive signature that appears to be 'Hans Süßmuth'. The second part is a more formal, blocky signature that appears to be 'Hans Süßmuth'.

Gedenken

Univ.-Prof. i. R. Dr. Ilse Rechenberger

(Medizinische Fakultät, Psychosomatik in der Frauenheilkunde)

† 11. Januar 2005

em. Univ.-Prof. Dr. Joachim Walter Schultze

(Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Lehrstuhl II)

† 14. März 2005

em. Univ.-Prof. Dr. Eberhard Schmidt

(Medizinische Fakultät, Allgemeine Pädiatrie)

† 23. Juli 2005

Willi Röckrath

(Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Experimentalphysik)

† 5. Oktober 2005

Ehrenszenator Peter Müller

† 8. Oktober 2005

Univ.-Prof. i. R. Dr. Reinhard Häußler

(Philosophische Fakultät, Klassische Philologie)

† 25. Dezember 2005

Univ.-Prof. i. R. Dr. Karl-Egon Lönne

(Philosophische Fakultät, Neuere Geschichte)

† 20. August 2006

Rektorat



Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch
Rektor



Prof. Ulf Pallme König
Kanzler



Univ.-Prof. Dr. Raimund Schirmeister
Prorektor für Planung und Finanzen



Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader
Prorektor für Forschung, Forschungstransfer
und wissenschaftlichen Nachwuchs



Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò
Prorektorin für Internationale
Angelegenheiten



Dr. Hildegard Hammer
Prorektorin für Lehre, Studium
und Studienreform

ALFONS LABISCH (Rektor)

Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist eine Forschungsuniversität

Die hochschulpolitische Landschaft in Deutschland
im Herbst 2006 und die Entwicklungsperspektiven
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf¹

Eckdaten zur hochschulpolitischen Landschaft in Deutschland

Die hochschulpolitische Landschaft in Deutschland wird im Herbst 2006 durch zwei Eckdaten geprägt: einmal durch die zunehmende Autonomie der Hochschulen und zum zweiten durch den so genannten Exzellenzwettbewerb.

Den Universitäten mehr Autonomie einzuräumen, ist seit vielen Jahren ein bundesweiter Trend der Hochschulgesetzgebung. Aus der Vielzahl der Gesetze im Lande Nordrhein-Westfalen seien lediglich erwähnt:

- das Hochschulreformgesetz und die W-Besoldung, beide gültig seit dem 1. Januar 2005;
- die Einführung des Globalhaushalts, gültig seit dem 1. Januar 2006;
- das Finanzierungsgerechtigkeitsgesetz, gültig seit dem 1. April 2006 und schließlich
- das Hochschulfreiheitsgesetz, das ab dem 1. Januar 2007 gelten wird.

Mit dieser Kaskade von Gesetzen werden die Universitäten in Nordrhein-Westfalen eine Autonomie erreichen, wie sie in keinem anderen Land der Bundesrepublik gegeben ist. Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat diese Entwicklung von jeher eingefordert und dies an vielen Stellen – so etwa bei Anhörungen im Landtag – immer auch öffentlich vertreten.

Das andere Eckdatum zur hochschulpolitischen Landschaft in Deutschland ist die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Mit diesem Wettbewerb ist der Gedanke einer homogenen Hochschullandschaft in Deutschland verabschiedet worden. Ziel der Exzellenzinitiative ist vielmehr, durch einen bundesweiten Wettbewerb der Universitäten die Hochschullandschaft in Deutschland nach Qualitäts Gesichtspunkten zu differenzieren. Qualitätsmerkmale sind:

- die Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses,
- die Forschung in international herausragenden Bereichen und
- ein Zukunftskonzept für die gesamte Universität.

¹ Dieser Beitrag folgt dem traditionellen Bericht des Rektors über die aktuelle Situation der Heinrich-Heine-Universität anlässlich der Jahresveranstaltung der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. am Donnerstag, dem 26. Oktober 2006 im Industrie-Club Düsseldorf.

Damit findet auch der Gedanke der „Volluniversität“ ein Ende – denn ausgezeichnet wird nicht eine Universität insgesamt, sondern lediglich deren exzellente Bereiche.

Folgerungen für die Heinrich-Heine-Universität

Was ergibt sich aus diesen beiden Eckdaten für die Hochschulen nicht nur des Landes Nordrhein-Westfalen?

Eines kann vorneweg gesagt werden: Diejenigen Universitäten, die aus dieser Entwicklung keine Konsequenzen ziehen, fallen im Wettbewerb um Dritt- und Viertmittel, um Spitzenpersonal und um hochbegabte Studierende zurück und enden als regionale Ausbildungshochschulen. Und noch etwas hat sich entscheidend geändert: Die notwendigen Entscheidungen werden nicht mehr von außen, also etwa von einem Ministerium, an die Universität herangetragen, sondern müssen innen und damit selbst getroffen und auch selbst umgesetzt werden.

Die Heinrich-Heine-Universität ist damit – ebenso wie alle anderen Universitäten – vor die Existenzfrage gestellt. Wie kann sich eine so junge – das 40-jährige Jubiläum wurde zum Jahreswechsel 2005/2006 gefeiert – und mit ca. 320 Professoren und 17.000 Studierenden kleine Universität in dem nun ausbrechenden Wettbewerb behaupten? Kann die Universität in der Champions-League der „Eliteuniversitäten“ mitspielen? Möchte die Universität eine – zumindest auf ihren Gebieten – international und national bedeutende Forschungsuniversität bleiben? Oder möchte die Universität gänzlich auf die Lehre setzen? Dann muss sie aber auch die Frage beantworten, wie eine national oder international attraktive Lehre ohne ein entsprechendes Renommee in der Forschung erreicht werden kann. Oder möchte die Universität eine regionale Ausbildungsstätte sein?

Bevor die hier aufgeworfenen Fragen im Einzelnen abgehandelt werden, ist vorweg ein fundamentales Bekenntnis abzugeben:

Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wird nur dann überleben, wenn sie ihre Stärken in der Forschung erkennt, stärkt und mit einem spezifischen Profil in den Wettbewerb der Gruppe der Forschungsuniversitäten eintritt – und in diesem Zuge auch ihr spezielles Profil in der Lehre weiter entwickelt.

Die Heinrich-Heine-Universität in der deutschen Forschungslandschaft

Die Leistungen der deutschen Universitäten in Forschung und Lehre lassen sich derzeit an zwei aktuellen Rankings ablesen: am Drittmittelreport der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Jahre 2002 bis 2004 und an einer Begleitauswertung des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE).

Derartige Rankings stellen bei jeder Analyse von Stärken und Schwächen den Maßstab. Darüber hinaus wird hier an ausgewählten Beispielen aufgezeigt, dass die Heinrich-Heine-Universität über Forschungsexzellenzen auch außerhalb des Forschungsrankings verfügt.

Im Drittmittelreport der DFG steht die Heinrich-Heine-Universität in absoluten Zahlen auf Platz 29, in Fördermitteln pro Professor auf Platz 25. Bei insgesamt 84 erfassten Hochschulen agiert die Heinrich-Heine-Universität damit im oberen Drittel – dies übrigens seit

vielen Jahren. In der Medizin steht die Heinrich-Heine-Universität auf Platz 16, in der Biologie auf Platz 11, in der Psychologie zählt die Heinrich-Heine-Universität zu den ersten fünf Fächern in Deutschland. 62 Prozent der DFG-Mittel der Heinrich-Heine-Universität wirbt die Medizinische Fakultät ein. Die Lebenswissenschaften insgesamt stehen je Professor gerechnet auf Platz 15 in Deutschland, kumuliert für „Gesundheit und Medizin“ auf Platz 9. Das CHE-Ranking weist die Heinrich-Heine-Universität als „Spitzenuni in Biologie“ aus.

Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität ist kürzlich durch eine Expertenkommission bewertet worden. In diesem Bericht – datierend vom Oktober 2006 – wird auf die über lange Zeit hin beachtlichen Forschungsleistungen der Fakultät verwiesen. Die Fakultät verfügt – so die so genannte Dichgans-Kommission – über viele herausragende Forscher. Nur ein Beispiel aus jüngster Zeit sei genannt: Univ.-Prof. Dr. Helmut Sies, Institut für Biochemie und Molekularbiologie I, wurde im September 2006 vom Institute for Scientific Information (ISI), dem internationalen Referenzinstitut für die Lebens- und Naturwissenschaften, erneut für die Fächer „Biologie und Biochemie“ als „Highly Cited Researcher“ (Top 0,5 Prozent weltweit) ausgezeichnet. Forschungsschwerpunkte der Fakultät sind die Molekulare und Klinische Hepatologie, die Umweltmedizin/Alternforschung, die Kardiovaskuläre Forschung, die molekularen und klinischen Neurowissenschaften sowie der Förderbereich Infektionsmedizin.

Selbst diese ausgewiesenen Kernkompetenzen der Heinrich-Heine-Universität in der Forschung können nur dann auf nationalem und internationalem Niveau weiter entwickelt werden, wenn es gelingt, starke Partner zu finden. Die Heinrich-Heine-Universität wird deshalb ihre langjährigen Verbindungen zum Forschungszentrum Jülich ausbauen. Dafür gibt es durch die jahrzehntelange Kooperation zwischen Jülich und Düsseldorf in der Medizin (Institut für Medizin) und in der Biotechnologie (Institut für Biotechnologie) die besten Voraussetzungen. Nur in einer strategischen Allianz mit einem starken Partner wird es der Heinrich-Heine-Universität möglich sein, die Grundlagenwissenschaften und die Technologieplattformen auf internationalem Niveau auszubauen und gleichzeitig Anschluss an die besonderen Möglichkeiten des Forschungszentrums, etwa im Bereich des Hochleistungsrechnens, zu finden.

Als ein Beispiel für diese international gegebene Forschungsexellenz auch außerhalb des Forschungsrankings ist auf eine Tatsache zu verweisen, die im Sommerloch 2006 verschwunden ist: Univ.-Prof. Dr. Cornelis P. Hollenberg und Dr. Zbigniew Janowicz wurden im Mai dieses Jahres in Brüssel als „Europäische Erfinder des Jahres“ geehrt – und zwar für ein Verfahren zur Erzeugung von Proteinen in Hansenula-Hefe, einer wichtigen Komponente bei der Herstellung eines erschwinglichen Impfstoffes gegen Hepatitis B. Ausgangsbasis für diesen erstmals verliehenen Preis der EU-Kommission waren 380.000 Patente, die das Europäische Patentamt zwischen 1991 und 2000 erteilt hatte.

Wenn die Heinrich-Heine-Universität also mit einem einzigen Satz zu kennzeichnen wäre, müsste dieser lauten:

Die Heinrich-Heine-Universität steht für Spitzenforschung in den Lebenswissenschaften mit den Anwendungsbereichen Medizin und Biologie/Biotechnologie.

Diese wenigen Hinweise auf die Forschungsleistungen der Universität sind unvollständig. Herausragend sind Spitzenleistungen ganzer Fächergruppen – an erster Stelle die Psychologie – oder Verbundprojekte – mit jeweils zwei Transregios und Graduiertenkollegs in der Physik, mit einem Sonderforschungsbereich in der Chemie und einer Forschergruppe in der Linguistik – und eine reiche Tätigkeit in der Forschung in Einzelprojekten. Wie erfolgreich auch Geisteswissenschaften in diesem Bereich sein können, zeigt sich etwa an der Medizingeschichte, deren Forschungsportfolio – so das Ergebnis der Dichtgans-Kommission – den Bundesdurchschnitt um das Dreifache übersteigt. Jenseits von Drittmittelrankings der DFG ist etwa das Institut für Parteienrecht und Parteienforschung besonders zu erwähnen – national gleichermaßen bedeutsam für die Forschung wie für die Lehre. Und dass international ausgezeichnete Forschungsleistungen gänzlich ohne Drittmittel möglich sind, hat kürzlich der Historiker Falk Wiesemann gezeigt, als sein Buch *Sepulcra judaica* international rezipiert und mit dem Bibliography Award 2005 der Association of Judaica Libraries ausgezeichnet wurde.

Abschließend ist ein unverzichtbares Element jeder universitären Forschung hervorzuheben. Großprojekte, besonders offiziell geförderte, neigen dazu, zu erstarren. Es fehlt gleichsam die Hefe der Kritik und des anderen Denkens. Dies kann einmal durch die Ausbildung akademischen Nachwuchses gesichert werden. Dies ist – neben dem primären Auftrag, junge Menschen in die akademische Karriere zu führen – ein elementarer Nebeneffekt des forschenden Lehrens. Dies kann insbesondere aber auch dadurch geschehen, dass der interdisziplinäre Dialog systematisch intensiviert wird und auf diesem Weg auch neue Ideen und neue Nachwuchskräfte gefördert werden.

Die Heinrich-Heine-Universität in der deutschen Lehrlandschaft

Die europäische Universität konstituiert sich als Gemeinschaft von Lehrenden und Lernenden. Im deutschen Universitätsgedanken sind die Lehrenden diejenigen, die forschen und damit neues Wissen produzieren. Im Sinne Wilhelm von Humboldts schauen die Lernenden den Lehrenden über die Schulter: Im unmittelbaren Austausch mit ihren Lehrern trinken sie an der Quelle des Wissens – und eben nicht aus dem Teich des bereits Gewussten. Im Gegenzug lernen die Professores durch die kritischen Fragen der Studierenden. Forschen und Lehren – Lernen und Forschen: Das sind die beiden Säulen der deutschen Universität. Analog zur Forschung muss daher auch die Frage lauten: Welche internationalen, welche nationalen, welche regionalen Exzellenzen weist die Heinrich-Heine-Universität in der Lehre auf?

National eindeutig ausgewiesen sind der Bachelor- und der Masterstudiengang „Sozialwissenschaften“ der Philosophischen Fakultät. Dieser Studiengang wurde durch den Stifterverband für die deutsche Wissenschaft 2003 ausgezeichnet. Der nationale Rang der Lehre in der Soziologie und in der Politikwissenschaft an der Heinrich-Heine-Universität zeigt sich auch im Hochschulranking, das die Wochenzeitung *Die Zeit* zusammen mit dem CHE herausgibt. Ähnlich gut schneiden in diesem Ranking die Medien- und Kommunikationswissenschaft der Philosophischen Fakultät und die Psychologie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät ab.

Einen exzellenten Ruf in der Lehre genießt die Juristische Fakultät. Dies ist auch aus dem CHE-Ranking zu ersehen. Die Betriebswirtschaft genießt unter den Studierenden vor

Ort ebenfalls einen guten Ruf. Allerdings gilt es in diesem Fach, im CHE-Ranking verlorenes Terrain wieder gutzumachen. Beide Fakultäten beeindrucken durch zweierlei. Zunächst einmal werden relativ wenige Studierende aufgenommen: pro Studienjahr ca. 190 in den Wirtschaftswissenschaften und ca. 200 in den Rechtswissenschaften. Damit ist im Vergleich zu anderen Fakultäten in Nordrhein-Westfalen und in Deutschland ein außergewöhnlich gutes Betreuungsverhältnis gegeben, das sich auch im Alltag des Studierens wiederfindet. Die Juristische Fakultät ist durch ihr neues Gebäude und ihre Bibliothek in hervorragender Weise ausgestattet. Beide Fakultäten unterhalten enge Verbindungen zum Wirtschafts- und Rechtsleben von Stadt und Region: Die Lehrbeauftragten dieser Fakultäten sind hochrangige Persönlichkeiten aus führenden Unternehmen und bundesweit bedeutenden Anwaltskanzleien und Gerichten.

Wären zwei Sätze gegeben, um die Heinrich-Heine-Universität vorzustellen, müsste der zweite Satz daher lauten:

Die Heinrich-Heine-Universität steht für Elitestudien in den Fächern Sozial-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften.

Auch dieser Satz wäre unvollständig, wenn nicht etwa auf die Anstrengungen der Medizin verwiesen würde, ihre Lehre gründlich zu verbessern. Viele Jahre lang auf die letzten Plätze der Republik verwiesen, hat es die Medizinische Fakultät in den Physikumsprüfungen seit 2004 geschafft, sich unter den ersten zehn Fakultäten Deutschlands zu etablieren. Dieser Erfolg soll nun in die klinische Ausbildung getragen werden. Einen nationalen Rang in der Lehre hat auch der Studiengang „Wirtschaftschemie“, der von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät gemeinsam betrieben wird. Dieser Studiengang ist nicht konsekutiv, sondern integrativ aufgebaut und damit der einzige dieser Art in Deutschland. Er zieht daher auch aus ganz Deutschland Studierende an.

Was für die Forschung gilt, gilt auch für die Lehre. Weil die Heinrich-Heine-Universität nicht mehr an staatlich vorgegebene Bedingungen wie bei der Lehrerbildung gebunden ist, kann sie neue Studiengänge entwickeln. Ein Beispiel ist der Ergänzungsstudiengang „Antike Kulturen“, der gleich im ersten Durchgang eine hohe Zahl von Studierenden verzeichnen konnte. Die Heinrich-Heine-Universität wird auch in der Lehre ein ständiges Innovationspotenzial entwickeln, um begabte Studierende an die Universität zu ziehen.

Die Heinrich-Heine-Universität in der Zukunftsregion Düsseldorf

Stadt und Region Düsseldorf zählten bereits in der Industrialisierung zu den Zukunftsregionen Deutschlands. Als industriereichster Regierungsbezirk Preußens wies Düsseldorf um 1900 ein Verhältnis von Industrieproduktion und Dienstleistungen aus, wie es die Bundesrepublik erst in den 1960er Jahren erreichen sollte.

Heute lässt sich eine Zukunftsregion durch folgende Indikatoren bestimmen:

- Bruttoinlandsprodukt (BIP), Wettbewerb und Innovation;
- Arbeitsmarkt;
- Wohlstand, soziale Lage und Kaufkraft;

- Demographie und Wanderungsbilanz;
- kommunale Gestaltungskraft und Haushalt;
- Sicherheit;
- Kultur.

Nach diesem Raster – hier nach einer Analyse von PROGNOSE 2004 aufgestellt – nimmt die Stadt Düsseldorf stets einen Platz unter den ersten fünf Regionen Deutschlands ein: Düsseldorf ist stark in den Leit- und Wachstumsindustrien, z. B. Energie, Kommunikation, Biotechnologie, Pharmazie, Handel, Medien und Messen. Düsseldorf weist in Arbeitsmarkt, Wohlstand, sozialer Lage und Kaufkraft eine positive Bilanz aus. Düsseldorf hat eine relativ ausgeglichene Demographie bei positiver Wanderungsbilanz. Die Stadt hat nicht nur einen ausgeglichenen Haushalt, sondern ist *de facto* schuldenfrei, kann also investieren.

Mit den wissenschaftlichen Schwerpunkten Lebenswissenschaften samt den Anwendungsgebieten Medizin und Biotechnologie sowie mit ihrer Lehrexzellenz in den Bereichen Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften passt die Heinrich-Heine-Universität in die Zukunftsperspektiven von Stadt und Region. Nach einer Analyse von PROGNOSE aus dem Jahre 2006 lautet die allgemeine Aufgabe für eine Zukunftsregion, Grundlagenforschung und angewandte wissenschaftliche Dienstleistungen, Produktion und Logistik geographisch zu konzentrieren. Für die Heinrich-Heine-Universität sind Stadt und Region Düsseldorf unersetzliche Standortfaktoren. Ebenso ist die Heinrich-Heine-Universität für Stadt und Region ein unerlässlicher Standortfaktor. Eine Zukunftsregion ohne die Produktionsfaktoren hochqualifizierten Personals und neuen Wissens ist undenkbar. Dies gilt gleichermaßen für den Bereich der harten Standortfaktoren – etwa in der Produktion und in den Dienstleistungen – wie in den so genannten „weichen“ Standortfaktoren – etwa in der Kultur. Denn diese Standortfaktoren werden dann „hart“, wenn alle anderen Voraussetzungen, ein Unternehmen anzusiedeln, gegeben sind.

Der dritte Satz, mit dem die Heinrich-Heine-Universität zu kennzeichnen ist, lautet demnach:

In Forschung und Lehre weltweit ausgerichtet, ist die Heinrich-Heine-Universität in die Zukunftsregion Düsseldorf eingebunden.

Die Universität hat diese Orientierung im September 2006 durch einen Kooperationsvertrag mit der Industrie- und Handelskammer Düsseldorf untermauert. In der konkreten Arbeit soll hier im kommenden Jahr ein „Career-Service-Center“ errichtet werden, das die praktische Ausbildung von Studierenden der Heinrich-Heine-Universität mit der Möglichkeit eines unmittelbaren Einstiegs in das Berufsleben nach dem Ende des Studiums organisieren soll. Die zweite praktische Aufgabe für 2007 lautet, die Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft in der Biotechnologie zu intensivieren.

Diese Aktivitäten bauen auf dem etablierten Forschungstransfer in Stadt und Region auf: Das Life Science Center Düsseldorf sowie die Initiative „BioRiverScience“ sind Beispiele. Ebenso zu nennen sind die bundesweit attraktiven Studiengänge „Gewerblicher Rechtsschutz“ oder die Kompetenz im Patent- oder Kartellrecht. Als eigenständiger Faktor

im Wirtschaftsleben der Stadt hat sich die Düsseldorf Business School etabliert, die inzwischen mit der Maastricht Business School auch einen internationalen Master anbietet. Die Juristische Fakultät gründet derzeit eine Law School, um im Rechtsleben der Stadt eine ähnliche Wirkung zu entfalten. Den Faktor Kulturtransfer in Stadt und Region repräsentiert beispielsweise die Stadtprofessur für Gartenkunst.

Die Heinrich-Heine-Universität in der Verantwortung gegenüber ihrem Namenspatron Heinrich Heine

Bei aller zukunftsgerichteten Aktivität muss eines festgehalten werden: Eine Universität ist kein Unternehmen. Eine Universität ist ein Möglichkeitsraum für neue Talente, eine Universität ist ein Möglichkeitsraum für neue Ideen. Dazu benötigt eine Universität – je nach Fakultät – unterschiedliche Ressourcen: Geräte, Räume, „Köpfe“, Geld, Informationen, Zeit und Konkurrenz. Der Innovationsraum für Ideen und Talente ist für eine Universität ebenso wichtig wie drittmittelstarke Großprojekte oder national nachgefragte Lehrangebote. Der Umkehrschluss ist sogar noch richtiger: Wenn eine Universität nicht mehr den humosen Boden, die Gärkammer für Talente und Ideen bietet, geht sie auf längere Sicht unter.

Eines muss also in jedem Fall geschützt bleiben, wenn die Universität als Universität überleben will: ein Freiraum des Denkens und Experimentierens für die Lehrenden wie für die Lernenden. An dieser Stelle setzen die interdisziplinär ausgerichtete Forschungsförderung der Universität, das Biologisch-Medizinische Forschungszentrum, das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum oder das geplante Zentrum für Biomathematik an. An dieser Stelle können auch die integrierten Lehr- und Forschungsprojekte ansetzen, die derzeit geplant werden.

Für die Universität generell muss daher folgender allgemeiner Grundsatz gelten:

Die Heinrich-Heine-Universität ist ein Möglichkeitsraum für Ideen und Talente. Durch Kooperation und Kompetition werden die anerkannten Lehr-, Wissenschafts- und Forschungsfelder der Universität ständig erneuert und profiliert.

Der humose Boden, auf dem jene neuen Triebe gedeihen können, muss sorgsam gedüngt werden. Hier setzt das ConceptCampusCultur der Heinrich-Heine-Universität ein.

Der Gedanke der *universitas* ist grundlegend für dieses Konzept. Geradezu notwendig wird das ConceptCampusCultur wegen des säkularen Zivilisationssprungs, in dem wir uns befinden: Die Welt, Deutschland, alle Angehörigen der Universität befinden sich auf dem Weg in eine globale, auf Wissen gründende Informationsgesellschaft. Um ihren Aufgaben gerecht zu werden, müssen Lernende wie Lehrende Fähigkeiten entwickeln, die über das reine Fachwissen hinausgehen. Deshalb setzt die Heinrich-Heine-Universität auf eine umfassende Bildung. Bildung kann gelingen, wenn neben das Fachwissen andere Wissensgebiete, besonders aber die Begegnung mit sich selbst und den anderen in den Künsten und im Sport gelingt. Die universitäre Gemeinschaft begründet eine bedeutende Erfahrung, die über die Hochschulausbildung hinaus wirkt. Das Studium ist eine Phase des Lebens, die Halt für das künftige Leben gibt. Pate steht an dieser Stelle niemand anderer als Hein-

rich Heine, der Namenspatron der Universität. Wenn es ein Ziel gab, dem Heinrich Heine sein ganzes Leben lang treu blieb, dann war es das eines aufgeklärten und eben deshalb selbstverantwortlichen Bürgers.

Neben der Fachausbildung bietet die Heinrich-Heine-Universität deshalb ein Studium Universale an. Veranstaltungen des Studium Universale sind obligatorische Bestandteile nahezu aller Studiengänge. Universitäre Bildung ist zunächst eine intellektuelle Herausforderung. Darüber hinaus schließt der Gedanke der *universitas* die musische und die leibliche Kultur ein: Musik, Kunst und Sport sind integrale Bestandteile der CampusCultur der Heinrich-Heine-Universität. Darüber hinaus nimmt die Universität an den vielfältigen Aktivitäten Düsseldorfs als „Stadt der Künste“ teil. Der Campus der Universität wird durch das Universitätsorchester, durch den „Kunstpfad“, durch das studentische Filmfestival, hoffentlich bald auch durch ein Theater Teil des Kulturlebens von Stadt und Region.

Würde es also – neben dem eigens zu erwähnenden Innovationspotenzial der Universität – einen weiteren Satz geben, mit dem die Universität vorgestellt werden könnte, würde dieser lauten:

Die Universität bekennt sich zu ihrem Namenspatron Heinrich Heine. Die Angehörigen und Mitglieder der Universität fühlen sich einer umfassenden Bildung verpflichtet und leben diesen Gedanken gemeinschaftlich in ihrem Umfeld.

Das Studium Universale kann durch eine großzügige Spende des Düsseldorfer Ehrenbürgers Udo van Meeteren nunmehr aufgebaut werden. Nachdem die finanzielle Grundausstattung sichergestellt war, hat der Senat der Heinrich-Heine-Universität im Sommer 2006 beschlossen, ein „Zentrum für Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität“ aufzubauen.²

Die Heinrich-Heine-Universität ist eine Forschungsuniversität – eine Zusammenfassung

Externe wie interne Faktoren zwingen alle Universitäten in Deutschland, sich zu besinnen, wer sie sind, wofür sie stehen und welche Ziele sie auf welchen Wegen verfolgen wollen. Die Heinrich-Heine-Universität ist eine junge Universität mittlerer Größe mit internationaler Forschungsexzellenz und nationaler Lehrexzellenz in ausgewählten Bereichen. Ausgewählte Strukturfächer und Persönlichkeiten schärfen das Profil der Universität. Diese Konkurrenzvorteile in Forschung und Lehre erkennt die Universität aufgrund klarer Leistungsdaten und entwickelt sie systematisch weiter. Dies ist nur dadurch möglich, dass die Universität andere Gebiete, die diesem Profil nicht entsprechen, entweder integriert oder abbaut. Über die unmittelbaren Leistungen in Forschung und Lehre hinaus gibt es zwei wesentliche, nicht austauschbare Konkurrenzvorteile der Heinrich-Heine-Universität: zum Ersten die Zukunftsregion und Zukunftsstadt Düsseldorf, die zugleich Landeshauptstadt Nordrhein-Westfalens ist, und zum Zweiten den Namenspatron Heinrich Heine, der diese Universität in einzigartiger Weise verpflichtet.

² Vgl. hierzu den Beitrag von Christoph auf der Horst in diesem Band: auf der Horst (2006).

Unter diesen Vorgaben ist das Profil der Heinrich-Heine-Universität in wenigen Sätzen zu umschreiben:

Die Heinrich-Heine-Universität ist eine Forschungsuniversität mit internationaler Exzellenz in den Lebenswissenschaften mit den Anwendungsgebieten Medizin und Biotechnologie. Sozial-, wirtschafts- und rechtswissenschaftliche Elitestudien und Expertisen schärfen das Profil der Universität national und international. Bei internationaler Orientierung in Lehre, Wissenschaft und Forschung ist die Heinrich-Heine-Universität in die weltweit agierende Zukunftsregion Düsseldorf eingebunden. Die Heinrich-Heine-Universität ist ein Möglichkeitsraum für Ideen und Talente. Durch Kooperation und Kooperation werden die anerkannten Lehr-, Wissenschafts- und Forschungsfelder ständig erneuert und profiliert. Die Universität bekennt sich zu ihrem Namenspatron Heinrich Heine. Brillanter Intellekt, weltoffener Geist und weites Herz kennzeichnen die Heinrich-Heine-Universität.

Literatur

AUF DER HORST, Christoph. „Das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität zwischen ‚akademia‘ und ‚universitas‘“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2005/2006*. Düsseldorf 2006, 41-50.

HILDEGARD HAMMER

Der Bologna-Prozess – Chancen und Schwächen einer erzwungenen Studienreform

Einleitung

Im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004* stellt Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò, Prorektorin für Internationale Angelegenheiten der Heinrich-Heine-Universität, den Bologna-Prozess unter dem Aspekt der „Internationalisierung als Aufgabe der Universität“¹ vor. Hier soll der Blick mehr auf die aufgrund des Bologna-Prozesses erzwungene Studienreform und deren Chancen und Schwächen gelenkt werden.

Die Umsetzung der Studienreform im Rahmen des Bologna-Prozesses hat viele Emotionen hervorgerufen, angefangen vom erzwungenen Abschied von den traditionellen deutschen – sehr wohl aber angeblich weltweit bekannten – Studienabschlüssen „Diplom“ oder „Magister“ hin zu den Bezeichnungen „Bachelor“ und „Master“ bis zum ersten berufsqualifizierenden Abschluss nach drei Jahren Regelstudienzeit – obwohl erst Bachelor plus Master zeitlich der bisherigen Studiendauer von etwa fünf Jahren entspricht. Genau betrachtet sind diese Fakten aber in der Bologna-Deklaration so nicht festgeschrieben; sie sind vielmehr bundes- oder gar nur landesweite Vorgaben. Zu den Letzteren gehört unter anderem, dass die – bis auf wenige Ausnahmen – komplette Umstellung der Studiengänge auf das gestufte System und die damit gekoppelte komplette Einstellung der traditionellen Studiengänge in Nordrhein-Westfalen nicht erst 2010, sondern bereits mit dem Wintersemester 2007/2008 abgeschlossen sein soll.

Die Heinrich-Heine-Universität ist auf einem guten Weg, diese Vorgabe erfüllen zu können, sind doch nur noch drei Diplomstudiengänge im Prozess der Umwandlung in der Vorbereitung zur Akkreditierung, die vor der Aufnahme des Studiengangs erfolgreich abgeschlossen sein muss, wie es die Vorgaben – wieder auf NRW-Ebene – erfordern. Vor die Präsentation des Reformprozesses innerhalb der Heinrich-Heine-Universität soll ein kurzer Abriss unter dem Aspekt der „Zwangsvorgaben“ gestellt werden.

Zwangsvorgaben

Der folgende Versuch einer Verzahnung der internationalen Vereinbarungen mit den nationalen bzw. nordrhein-westfälischen Vorgaben wird zeigen, dass die Regelungsdichte für die Bachelor- und Masterstudiengänge von Jahr zu Jahr sprunghaft zunahm und dass sich die mit der Einführung der neuen Studiengänge Beschäftigten im Laufe der Vorbereitung der Studiengänge immer neuen Zwangsvorgaben gegenübersehen.

Einen ausführlichen Überblick über „Internationale Vereinbarungen zum Bologna-Prozess“ findet man im von der Hochschulrektorenkonferenz herausgegebenen „Bologna-

¹ Vgl. Borsò (2004).

Reader“.² Das darin enthaltene Schaubild zeigt die Zeitschiene zur Umsetzung des Bologna-Prozesses auf europäischer Ebene.

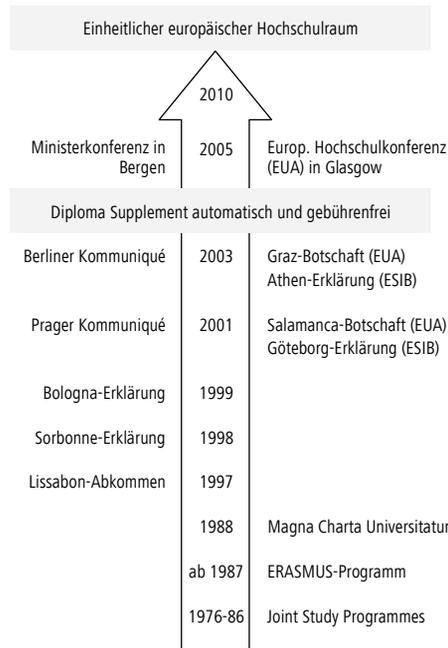


Abb. 1: Zeitachse des Bologna-Prozesses (Quelle: Hochschulrektorenkonferenz 2004: 245)

In der Bologna-Erklärung werden recht allgemein sechs Punkte für die Errichtung eines Europäischen Hochschulraums bis 2010 vorgegeben, die an den Anfang gestellt werden sollen – in der Originalsprache, um zu zeigen, was wirklich vorgegeben ist:

While affirming our support to the general principles laid down in the Sorbonne declaration, we engage in co-ordinating our policies to reach in the short term, and in any case within the first decade of the third millennium, the following objectives, which we consider to be of primary relevance in order to establish the European area of higher education and to promote the European system of higher education world-wide:

Adoption of a system of **easily readable and comparable degrees**, also through the implementation of the Diploma Supplement, in order to promote European citizens employability and the international competitiveness of the European higher education system

Adoption of a system essentially based on **two main cycles**, undergraduate and graduate. Access to the second cycle shall require successful completion of first cycle studies, lasting a minimum of three years. The degree awarded after the first cycle shall also be relevant to the European labour market as an appropriate level of qualification. The second cycle should lead to the master and/or doctorate degree as in many European countries.

² Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 243-304).

Establishment of a **system of credits** – such as in the ECTS system – as a proper means of promoting the most widespread student mobility. Credits could also be acquired in non-higher education contexts, including lifelong learning, provided they are recognised by receiving Universities concerned.

Promotion of **mobility** by overcoming obstacles to the effective exercise of free movement with particular attention to:

- for students, access to study and training opportunities and to related services
- for teachers, researchers and administrative staff, recognition and valorisation of periods spent in a European context researching, teaching and training, without prejudicing their statutory rights.

Promotion of **European co-operation in quality assurance** with a view to developing comparable criteria and methodologies.

Promotion of the **necessary European dimensions in higher education**, particularly with regards to curricular development, interinstitutional co-operation, mobility schemes and integrated programmes of study, training and research.

We hereby undertake to attain these objectives – within the framework of our institutional competences and taking full respect of the diversity of cultures, languages, national education systems and of University autonomy – to consolidate the European area of higher education. To that end, we will pursue the ways of intergovernmental co-operation, together with those of non governmental European organisations with competence on higher education. We expect Universities again to respond promptly and positively and to contribute actively to the success of our endeavour.³

Die erste gesetzliche Regelung für Bachelor- und Masterstudiengänge in Deutschland findet sich im Hochschulrahmenrecht, das im Jahr 1999⁴ novelliert wurde, in einer Erprobungsklausel in § 19 „Bachelor- und Masterstudiengänge“:

Zur Erprobung können Studiengänge eingerichtet werden, die zu einem Bachelor- oder Bakkalaureusgrad und zu einem Master- oder Magistergrad führen.

Auf Grund von Prüfungen, mit denen ein erster berufsqualifizierender Abschluß erworben wird, kann die Hochschule einen Bachelor- oder Bakkalaureusgrad verleihen. Die Regelstudienzeit beträgt mindestens drei und höchstens vier Jahre.

Auf Grund von Prüfungen, mit denen ein weiterer berufsqualifizierender Abschluß erworben wird, kann die Hochschule einen Master- oder Magistergrad verleihen. Die Regelstudienzeit beträgt mindestens ein Jahr und höchstens zwei Jahre.

Bei konsekutiven Studiengängen, die zu Graden nach den Absätzen 2 und 3 führen, beträgt die Gesamtregelstudienzeit höchstens fünf Jahre.

§ 11 Satz 2 gilt entsprechend.

Den Urkunden über die Verleihung der akademischen Grade fügen die Hochschulen auf Antrag eine englischsprachige Übersetzung bei.

Die Vorgaben für die jeweilige Dauer der konsekutiven Studiengänge stimmt mit der Bologna-Erklärung vom 19. Juni 1999⁵ überein, eine Bezeichnung der Studiengänge fehlt jedoch in der Bologna-Erklärung für den ersten Teil. Es ist der so genannte „erste Zyklus (undergraduate)“, wohingegen der so genannte „zweite Zyklus“ mit dem „Master und/oder der Promotion“ abschließen soll.

³ http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna_declaration.pdf (06.10.2006), 3f.

⁴ Bundesgesetzblatt (1999), Teil 1 Nr. 3 vom 27. Januar 1999.

⁵ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 277-282).

In Nordrhein-Westfalen erfolgte die konkrete Aufnahme der Bachelor- und Masterstudiengänge ins Landeshochschulgesetz in der Fassung vom 14. März 2000.⁶ Eine Konkretisierung erfolgte durch den Erlass „Leistungspunktsysteme und Modularisierung von Studiengängen an Universitäten und Fachhochschulen – Eckwerte für die Genehmigung von Bachelor- und Masterstudiengängen an den Hochschulen Nordrhein-Westfalens“ vom 15. Februar 2001,⁷ die Eckdatenverordnung blieb für die neuen Studiengänge weiter außer Kraft. In diesem Erlass wird explizit auf die „Rahmenvorgaben für die Einführung von Leistungspunktsystemen und die Modularisierung von Studiengängen“ hingewiesen, die die Kultusministerkonferenz am 15. September 2000 beschlossen hatte.⁸

Aber schon vorher wurde die Möglichkeit zur Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge wegen der Aufhebung der §§ 3, 7 und 8 der in Nordrhein-Westfalen damals geltenden „Eckdatenverordnung für Studium und Prüfungen in Universitätsstudiengängen bzw. Fachhochschulstudiengängen (Prüfungselemente, Prüfungsablauf und Wiederholung)“, wenigstens während einer Erprobungsphase, in der Heinrich-Heine-Universität erfreut aufgenommen. Es lockte die große Freiheit bei der Konzeption der neuen Studiengänge. In der Philosophischen Fakultät wurden die ersten Bachelorstudiengänge erarbeitet, in Senatssitzungen vorgestellt und dort heiß diskutiert. Dazu gehörten „Philosophie“, „Geschichte“, „Kunstgeschichte“, „Romanistik“, „Modernes Japan“ und der erste integrierte Studiengang „Sozialwissenschaften“. In der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät wurde zunächst nur der Bachelorstudiengang „Mathematik“ erarbeitet.

Zurück zu den „Zwangsvorgaben“: Seit der Verabschiedung und Unterzeichnung der Bologna-Erklärung am 19. Juni 1999 durch die Wissenschaftsminister der jeweiligen Länder treffen sich diese alle zwei Jahre zu einer gemeinsamen Tagung, die stets mit einer Erklärung endet. Darin wird jeweils der *Status quo* bezüglich der sechs Punkte der Bologna-Erklärung festgehalten, es werden aber auch immer neue Ziele und Vorschriften definiert.

Im Prager Kommuniqué vom 19. Mai 2001 werden zwei neue Punkte hervorgehoben: das lebensbegleitende bzw. lebenslange Lernen und die Beteiligung der Hochschuleinrichtungen und der Studierenden. Besonders hervorzuheben ist:

Die Ministerinnen und Minister bestätigen, dass die Studierenden an der Organisation und am Inhalt der Ausbildung an Universitäten und Hochschuleinrichtungen teilnehmen und sie beeinflussen sollten. Die Ministerinnen und Minister bestätigten auch die von den Studierenden erneut vorgebrachte Notwendigkeit, die soziale Dimension des Bologna-Prozesses zu berücksichtigen.⁹

Im Berliner Kommuniqué vom 19. September 2003 werden neue Vorgaben für die nationalen Qualitätssicherungssysteme formuliert, die bis 2005 erfüllt sein sollen:

- Eine Festlegung der Zuständigkeiten der beteiligten Instanzen und Institutionen.
- Eine Evaluierung von Programmen oder Institutionen, einschließlich interner Bewertung, externer Beurteilung, Beteiligung der Studierenden und Veröffentlichung der Ergebnisse.
- Ein System der Akkreditierung, der Zertifizierung oder ähnlicher Verfahren.
- Internationale Beteiligung, Kooperation und Vernetzung.¹⁰

⁶ Vgl. HG-NRW vom 14. März 2000. GV. NRW S. 190.

⁷ Vgl. Erlass vom 15. Februar 2001, Az.: 212 - 6001.4 - 433.

⁸ Vgl. Kultusministerkonferenz (2000).

⁹ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 283-290).

¹⁰ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 291-304).

Im Kommuniké der Konferenz in Bergen vom 19. und 20. Mai 2005 wird die Verknüpfung des Studiums mit der Forschung in den Vordergrund gerückt mit Blick auf gemeinsame Abschlüsse und Promotionen.¹¹

Im Rahmen der Vorbereitung der Konferenz in Berlin verabschiedete die Kultusministerkonferenz am 12. Juni 2003 „10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur in Deutschland“¹² und im Rahmen der Vorbereitung der Konferenz in Bergen am 21. April 2005 einen „Qualitätsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse“.¹³

In der Realität der Akkreditierungsverfahren können all diese bis hier aufgeführten internationalen Vorgaben kaum wiedererkannt werden. Diese werden nämlich durch Bestimmungen der Landesministerien und durch die Akkreditierungsagenturen unterschiedlich stark eingeengt.¹⁴ Dabei scheint das Ministerium des Landes Nordrhein-Westfalen ungeachtet der politischen Couleur und die hier beheimatete Akkreditierungsagentur AQRAS mit den formalen Vorgaben besonders streng bzw. eng umzugehen. Hier nur einige Beispiele, die in anderen Bundesländern so nicht gelten:

- In Nordrhein-Westfalen wurde die Regelstudierendauer für das Bachelorstudium auf drei und für das Masterstudium auf zwei Jahre festgelegt – mit sehr wenigen Ausnahmeregelungen, die unter Umständen auch noch rückgängig gemacht werden sollen.
- In Nordrhein-Westfalen soll die Umwandlung aller Magister- und Diplomstudiengänge bis zum Wintersemester 2007/2008 abgeschlossen sein. Ab dann werden diese Studiengänge nicht mehr begonnen werden können. Das europäische Ziel zur Errichtung eines Europäischen Hochschulraums ist das Jahr 2010.
- In Nordrhein-Westfalen gilt derzeit strikt, dass Bachelor- und Masterstudiengänge erst begonnen werden können, wenn das Akkreditierungsverfahren abgeschlossen ist. Im neuen Landeshochschulgesetz ist sogar gefordert, dass vor Aufnahme des Studienbetriebs auch alle Auflagen der Akkreditierungsagentur erfüllt sein müssen. In anderen Bundesländern genügt es hingegen, wenn das Akkreditierungsverfahren läuft und die Aussicht besteht, dass es erfolgreich abgeschlossen werden wird. Hier ist die Heinrich-Heine-Universität gegenüber manch anderer Hochschule des Landes Nordrhein-Westfalen in der glücklichen Lage, dass sie mit der Umwandlung der Studiengänge bereits sehr weit ist, so dass nur zwei Studiengänge – „Psychologie“ und „Wirtschaftschemie“ – um einen reibungslosen Übergang im nächsten Jahr bangen müssen, da sich bei den Agenturen die Akkreditierungsanträge derzeit häufen.
- In Nordrhein-Westfalen werden in den Zielvereinbarungen der dritten Generation die Studienplätze in den Bachelor- und Masterstudiengängen auf Jahre hinaus festgeschrieben. Bedingung für die Zahlen ist, dass das vorhandene Lehrdeputat vorrangig für die Bachelorstudiengänge eingesetzt werden muss. Diese Forderung wird aus der grundgesetzlich zugesicherten freien Berufswahl für alle hergeleitet, da danach allen ein erster berufsqualifizierender Abschluss zusteht. Hier sieht sich die Heinrich-Heine-Universität in einer misslichen Lage: Wegen der Auflagen der Akkreditierungsagenturen zur Studierbarkeit der Studiengänge und der damit verbundenen – durchaus sinn-

¹¹ http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050520_Bergen_Communique.pdf (20.11.2006).

¹² Vgl. Kultusministerkonferenz (2003).

¹³ Vgl. Kultusministerkonferenz (2005).

¹⁴ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 171-175).

vollen – Begrenzung auf 30 Personen pro Seminar sind einige Bachelorstudiengänge nun folgerichtig studienplatzbegrenzt (Orts-NC). Wie viel Lehrdeputat dann für die Masterstudiengänge eingesetzt werden darf, wird sich erst zeigen. Allerdings gibt es bisher bei fast allen Studiengängen noch keine Erfahrung, wie viele Studierende nach dem Bachelorabschluss noch einen Master oder eine Promotion anstreben werden. Werden das zu wenige sein, wird es um den wissenschaftlichen Nachwuchs schlecht bestellt sein.

Bei den Akkreditierungsagenturen gibt es deutliche Unterschiede in den Anforderungen an die vorgelegten Akkreditierungsanträge, bei der Begehung und Begutachtung, bei der Konzeption der Module und bei den Modulbeschreibungen, bei der Gewichtung des Wahlbereichs und der so genannten *Soft Skills* usw. Hier hat man wegen der (im Prinzip) freien Wahlmöglichkeit unter den Akkreditierungsagenturen jedoch eine gewisse Einflussmöglichkeit. Da die Agenturen stets auf die Bestimmungen aus dem politischen Bereich reagieren müssen, sind deren Vorgaben sehr dynamisch und ändern sich häufig während der Erarbeitungsphase. Die bundesweit angestoßene Diskussion über zukünftige Akkreditierungsverfahren als Prozess- oder als Programmakkreditierung wird die Heinrich-Heine-Universität bei Erstakkreditierungen nicht mehr wirklich treffen, wohl aber bei der Reakkreditierung.

Auch bezüglich der Zeugnisunterlagen gibt es strenge Vorschriften, die allerdings deutschlandweit einheitlich sind: Die deutschen und englischen Texte im Diploma Supplement sind durch die Servicestelle Bologna bei der Hochschulrektorenkonferenz vorgegeben. Seitens der Fächer können nur die Angaben zu den Studiengängen vorgegeben werden, vom Prüfungsamt die personenbezogenen Daten.

Erreichtes Etappenziel – die Studiengänge an der Heinrich-Heine-Universität

Für die Heinrich-Heine-Universität fiel die mögliche Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge zeitlich mit dem Kampf um den Erhalt der Lehramtsstudiengänge zusammen. Die Philosophische und die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät erarbeiteten auf breiter Front ein Konzept für die Bachelor-Master-Studienstruktur für Lehramtsstudiengänge, das seitens des Landesministeriums als Wettbewerb für Projekthochschulen ausgeschrieben war. Darüber hinaus erwartete das Ministerium dasselbe auch für die Ablösung der Magister- und Diplomstudiengänge, wenn das Hochschulkonzept irgendwelche Erfolgsaussichten haben sollte. Vor allem die naturwissenschaftlichen Fächer wollten sich von den Diplomstudiengängen noch nicht verabschieden, beugten sich aber der Auflage zur Erhaltung der Lehramtsstudiengänge.

Es begann in allen Fächern ein hartes Ringen bei der Konzeption der Studiengänge: Wie sollen die Inhalte der bisherigen Magister- und Diplomstudiengänge auf die gestufte Studienstruktur abgebildet werden? Ein einfaches Bündeln von Lehrveranstaltungen und Versehen mit dem Etikett „Modul“ sollte es ja nicht sein. Aber wie dann? Für viele war auch die Vorstellung, jemand verlasse mit dem Bachelorabschluss die Universität und sei „berufsqualifiziert“, unmöglich. Es waren ja auch keine entsprechenden Berufsfelder bekannt. Und dann kam die Nachricht, dass die Heinrich-Heine-Universität trotz aller Bemühungen die Lehramtsausbildung nicht hatte erhalten können. Das empfanden die

meisten als Niederlage und waren in ihrem Eifer bezüglich der Ablösung der Magister- und Diplomstudiengänge zunächst gebremst – bis dann der Ruck kam nach dem Motto: „Jetzt erst recht“.

Neben diesen, auf einzelne Fächer konzentrierten Aktivitäten wurden die ersten so genannten *integrierten* oder *integrativen* Bachelor- und Masterstudiengänge konzipiert. Weit über Düsseldorf hinaus bekannt wurden die Studiengänge (Bachelor und Master) „Sozialwissenschaften“, nachdem sie im Jahr 2003 vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft¹⁵ – neben bundesweit lediglich drei weiteren Studiengängen – mit dem Förderpreis für die besten Reformstudiengänge in Deutschland ausgezeichnet worden waren. Im Jahr 2005 kam der Masterstudiengang „Politische Kommunikation“ dazu, der die Integration der Fächer Soziologie, Politikwissenschaft und Medienwissenschaft zu den genannten Studiengängen abrundet. Eine etwa 90-prozentige Abschlussquote im Bachelorstudiengang belegt die

„Preis-Würdigkeit“ dieses Studiengangs.

Zum Wintersemester 2005/2006 beschloss die Philosophische Fakultät, nur noch Bachelorstudierende ins erste Fachsemester aufzunehmen. In der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät wurden die Diplomstudiengänge teilweise noch parallel zu den Bachelorstudiengängen weitergeführt.

In den Tabellen 1 bis 3 finden sich die Studiengänge, für die sich zukünftig Studierende zum Studienstart einschreiben können. Als Staatsexamensfächer sind Medizin, Zahnmedizin, Pharmazie und Jura zurzeit noch vom Bologna-Prozess ausgenommen. Als einziger Diplomstudiengang ist „Literaturübersetzen“ noch nicht bearbeitet. Als Weiterbildungsmasterstudiengänge sind bereits akkreditiert bzw. zur Akkreditierung vorbereitet:

- „Master of Business Administration“ (Düsseldorf Business School; 5. März 2004, AQAS)
- „Master Informationsrecht“ (Juristische Fakultät; 21. September 2004, ACQIN)

In Vorbereitung sind in der Juristischen Fakultät „International Law and Diplomacy“ und „Medizinrecht“.

Akkreditierung	Studiengang	Bachelor (B.Sc.)	Master (M.Sc.)	Agentur
Urkunde fehlt noch	Betriebswirtschaftslehre	X	X	AQAS
in Vorbereitung	Wirtschaftschemie	X	X	

Tabelle 1: Überblick über die bereits akkreditierten Bachelor- und Masterstudiengänge in der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät

¹⁵ <http://www.stifterverband.de/> (13.11.2006).

Akkreditierung	Studiengang	Bachelor (B.A.)			Master (M.A.)	
		Kernfach	Ergänzungsfach	integriert		i
31.10.2003	Sozialwissenschaften			X		X
09.11.2005	Politische Kommunikation					X
30.10.2003	Medien- und Kulturwissenschaft			X		.
12.12.2005	Medienkulturanalyse					X
30.08.2004	Linguistik		X	X		X
30.08.2004	Informationswissenschaft und Sprachtechnologie			X		X
30.08.2004	Informationswissenschaft		X			
30.08.2004	Kommunikations- und Medienwissenschaft		X			
30.08.2004	Politikwissenschaft		X			
30.08.2004	Soziologie		X			
30.08.2004	Englisch	X	X			X
30.08.2004	Germanistik	X	X			X
30.08.2004	Romanistik	X	X			X
30.08.2004	Geschichte	X	X			X
30.08.2004	Kunstgeschichte	X	X			X
30.08.2004	Philosophie	X	X			X
12.12.2005	Modernes Japan	X	X			X
09.11.2005	Jüdische Studien	X	X			X
09.11.2005	Jiddische Kultur, Sprache und Literatur		X			X
28.06.2005	Antike Kultur		X			
28.06.2005	Musikwissenschaft		X			
angemeldet	The Americas – Las Américas – Les Amériques					X
angemeldet	Europa: kulturhistorisch					X

Tabelle 2: Überblick über die bereits akkreditierten und die in Vorbereitung befindlichen Bachelor- und Masterstudiengänge in der Philosophischen Fakultät (Agentur: AQAS)

Akkreditierung	Studiengang	Bachelor (B.Sc.)	Master (M.Sc.)	Agentur
04.09.2003	Mathematik und ihre Anwendungsgebiete	X	X	AQAS
04.09.2003	Informatik	X	X	AQAS
18.05.2004	Biologie	X	X	AQAS
05.07.2004	Physik	X	X	ASIIN
angemeldet	Medizinische Physik	X	X	ASIIN
24.09.2003/23.06.2005	Biochemie	X	X	ASIIN
14.07.2005	Chemie	X	X	ASIIN
in Vorbereitung	Wirtschaftschemie	X	X	
in Vorbereitung	Psychologie	X	X	

Tabelle 3: Überblick über die bereits akkreditierten Bachelor- und Masterstudiengänge in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

Etappenziel „Umstellung des Lehrangebots“ erreicht – Jetzt geht die Arbeit richtig los

Wie die Tabellen 1 bis 3 zeigen, ist das bisherige Lehrangebot der Heinrich-Heine-Universität nahezu vollständig in die neue gestufte Studienstruktur überführt, und die Studiengänge sind überwiegend bereits akkreditiert und gestartet. Es gibt auch einige zusätzliche Studiengänge, sozusagen die Kür, in denen die Möglichkeiten der Modularisierung genutzt und durch neue Kombinationen von vorhandenen Modulen weitere Studiengänge geschaffen werden.

Betrachten wir nun nach Art der Bologna-Konferenzen das Erreichte unter dem Aspekt der sechs Punkte der Bologna-Erklärung,¹⁶ so können wir einige noch nicht ganz fertige Bereiche ausmachen:

Die Einführung des Systems „leicht verständlicher und vergleichbarer Abschlüsse“ (erster Punkt) wurde uns abgenommen. Auch das Diploma Supplement ist als Schema vorgegeben. Für die Heinrich-Heine-Universität wurde aus diesem Schema ein für alle Studiengänge zu verwendendes Diploma Supplement auf Deutsch und auf Englisch erstellt. An zwei Stellen sind die Fächer gefragt: einmal, um das Qualifikationsprofil der Absolventinnen und Absolventen ihres Studiengangs zu beschreiben und zum zweiten, um den Studiengang selbst zu charakterisieren. Da bisher das Qualifikationsprofil der Absolventinnen und Absolventen in der Regel nicht erfragt wurde, ist sicherlich noch die eine oder andere Verbesserung der derzeit vorliegenden Formulierungen möglich.

Die Bachelor-Master-Struktur (zweiter Punkt) ist regelgerecht erfüllt worden. Aufgrund der strikten Vorgaben auf Landesebene wären andere Strukturen als drei Jahre plus zwei Jahre nicht genehmigt worden. Die Möglichkeit der Promotion direkt nach dem Bachelorabschluss ist inzwischen in die Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät eingearbeitet. Die erwartete Erleichterung der Mobilität der Studierenden durch eine vereinheitlichte Studienstruktur scheint derzeit jedoch noch nicht vorzu-

¹⁶ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 277-282).

liegen. Die sehr früh auf europäischer, nationaler und Landesebene angestoßenen „Tuning-Prozesse“ zur Vereinheitlichung der Inhalte der Studiengänge wurden zwar akademisch betrieben, aber in den wenigsten Fällen herangezogen.¹⁷ Hier sind noch Nachjustierungen möglich bzw. nötig.

Die Einführung eines Leistungspunktesystems – ähnlich dem ECTS – (Punkt 3) ist zwar in allen Studiengängen erfolgt, hier ist allerdings ebenfalls noch viel nachzujustieren. Selbst in der Heinrich-Heine-Universität gibt es kein einheitliches Vergabeverfahren. Und für all die Leistungspunkte, die die Studierenden heute noch ohne Prüfungsleistungen erhalten, müssen akzeptable Lösungen gefunden werden – akzeptabel auch unter dem Aspekt der Prüfungsbelastung der Lehrenden: Wegen der studienbegleitenden Modulprüfungen ist die Zahl der Einzelprüfungen nahezu explodiert und zur Belastung für Lehrende und Studierende geworden. Hier müssen wohl alle Prüfungsordnungen aufgrund der Erfahrungen der ersten Studienjahre noch einmal durchdacht werden.

Die Förderung der Mobilität, wie sie in Punkt 4 der Bologna-Erklärung sehr umfassend gefordert wird, ist zurzeit noch gar nicht berücksichtigt – und für die nächste Zeit auch noch nicht ins Auge gefasst.

Im fünften Punkt wird die Qualitätssicherung erwähnt, für die ja vor allem von der Bergen-Konferenz Genaueres vorgegeben wurde und mehr oder weniger den Akkreditierungsprozess abdeckt. Über die Erfahrungen im Verlauf der einzelnen Akkreditierungsverfahren allein ließe sich ein Buch schreiben. Nachdem in der Heinrich-Heine-Universität die Akkreditierungen nun so gut wie abgeschlossen sind, richtet sich unser Blick bereits auf die nach fünf oder sieben Jahren (je nach Agentur) nach der Erstakkreditierung anstehenden Reakkreditierungen. Unabhängig davon, nach welchem Modus, der auf nationaler Ebene noch nicht festgelegt ist, eine Reakkreditierung ablaufen wird, müssen die Studiengangverantwortlichen im Interesse der Beteiligten die Evaluation der Lehrveranstaltungen, der Module und vor allem der Studiengänge durch die Studierenden sorgfältig durchführen. Die in Kürze hinzukommende Befragung der Absolventinnen und Absolventen wird ergänzende Informationen liefern. Die Abschlussquoten und Studienverlaufsstatistiken müssen ergänzend berücksichtigt werden.

Der sechste und letzte Punkt der Bologna-Erklärung fordert die Förderung der „europäischen Dimensionen im Hochschulbereich, insbesondere in Bezug auf Curriculum-Entwicklung, Zusammenarbeit zwischen Hochschulen, Mobilitätsprojekte und integrierte Studien-, Ausbildungs- und Forschungsprogramme.“¹⁸ Zu diesen Punkten sei wieder auf den Beitrag der Prorektorin für Internationale Angelegenheiten im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004* hingewiesen.¹⁹

Betrachten wir nun nach Art der Bologna-Konferenzen das bisher Geleistete und das noch zu Leistende, hier jedoch unter besonderer Beachtung der Chancen und Schwächen einer erzwungenen Studienreform:

- Schwächen dieser erzwungenen Studienreform liegen eindeutig im Weg und nicht im Ziel. So gab es laufend neue Vorschriften von außen, die die Arbeit an den Konzepten störte, da sie als neue Randbedingungen berücksichtigt werden mussten. Dies war vor

¹⁷ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 95-122).

¹⁸ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz (2004: 277-282).

¹⁹ Vgl. Borsò (2004).

allem durch die eigentlich unnötige Hetze, die in Nordrhein-Westfalen besonders groß ist, bedingt. Eine so radikale Studienreform muss intensiv überlegt und von denen, die die neuen Studiengänge konzipieren, immer wieder ins Kollegium transportiert werden.

- Die einzelnen Fächer mussten von unterschiedlichen Stadien aus starten, als das Ende der Überführungsfrist in Nordrhein-Westfalen festgeschrieben wurde. Gut hatten es die, die sich am Wettbewerb um den Erhalt der Lehramtsausbildung beteiligt hatten. In manchen Fächern gab es sogar schon Bachelorstudiengänge, die nun „nur noch“ an die Zwangsvorgaben angepasst werden mussten, um dann akkreditiert zu werden. Diese unterschiedlichen Startbedingungen sind vor allem in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät zu erkennen: Jeder Studiengang wurde ein Individuum, da jedes Fach *das* Konzept für die Bachelor- und Masterstudiengänge favorisierte, das der Herangehensweise an die Spezifika des jeweiligen Fachs am besten entsprach. Diese fachspezifischen Unterschiede erweisen sich jetzt als Schwäche, nachdem nun auch in dieser Fakultät über weitere „integrative“ Studiengänge, eine der Chancen dieser Studienreform, nachgedacht wird.²⁰ Man stolpert über die Individualität der Modulstrukturen der akkreditierten Studiengänge: blockweise oder kontinuierlich, ein- oder zweisemestrig usw.
- Bei der Konzeption integrierter Studiengänge ist es wichtig, darauf zu achten, dass die Module einzelner Studiengänge so verzahnt werden, dass ein neuer Studiengang entsteht, ohne dass unbedingt mehr Lehrkapazität erforderlich wird. Dass solche Studiengänge mehr organisatorischen Einsatz erfordern als „Ein-Fach“-Studiengänge, ist zu erwarten. Zu hoffen ist jedoch, dass auf diese Weise mehr Studierende an die Heinrich-Heine-Universität gezogen werden können. Es sollte auch nicht ganz vergessen werden, dass mit geeigneten Bachelorabschlüssen der Heinrich-Heine-Universität anschließend ein Studiengang mit dem Abschluss „Master of Education“ an anderen Landesuniversitäten absolviert werden kann. So können Studierende, die ihr eigentliches Berufsziel noch nicht kennen, an der Heinrich-Heine-Universität auf jeden Fall ihr Bachelorstudium absolvieren. Es ist ja gerade der Vorteil eines Studiengangs mit dem Abschluss „Master of Education“, dass dieser auf ein allgemeines Fachstudium aufbaut, das außer der Fachdisziplin noch gar nicht auf ein Lehramtsstudium ausgerichtet sein muss.
- Die große Chance der neuen Studiengänge inklusive mancher „Zwangsvorgaben“ ist für die Studierenden zu sehen. Die Forderung, dass der Bachelorabschluss wirklich ein berufsqualifizierender sein muss, hat vor allem in der Philosophischen Fakultät eine Reihe von Praktikumsbörsen speziell für verschiedene Studiengänge und das Projekt „KUBUS“ ins Leben gerufen. Die Lehrenden, insbesondere diejenigen, die mit der Konzeption der Studiengänge konkret befasst waren und es genau genommen immer noch sind, nahmen diese Forderung ernst und entwickelten ein geeignetes Curriculum mit der nötigen Praxisorientierung. Auch wenn alle Betroffenen erst selbst lernen müssen, dass in Zukunft mehr nach den Qualifikationen der Absolventinnen und Absolventen als nach deren Fach- bzw. Sachwissen gefragt wird, erscheinen die neuen

²⁰ Vergleichbar zu den Sozialwissenschaften waren in dieser Fakultät der Bachelor- und der Masterstudiengang „Biochemie“ neu und über Fächergrenzen hinweg konzipiert worden.

Studiengänge im Großen und Ganzen als sehr gut. Sie wurden allerdings „am grünen Tisch“ konzipiert. Wie gut sie studierbar sind, wird sich erst zeigen. Eines ist sicher: Alle Lehrenden sind daran interessiert, dass die neuen Studiengänge deutlich höhere Abschlussquoten haben werden als die bisherigen. Dafür werden Tutorien und Mentoring-Programme angeboten und die Studienberatung intensiviert. Es ist zu hoffen, dass diese Angebote genutzt werden und dass die Studierenden nicht nur in vertretbarer Zeit einen erfolgreichen Abschluss erreichen, sondern anschließend auch in eine zufriedenstellende Berufstätigkeit finden werden. Daran müssen alle gemeinsam weiterarbeiten. Diese Studienreform ist mit der erzwungenen Umstellung der Studiengänge nicht abgeschlossen; vielmehr ist sie ein andauernder Prozess. Verbesserungen sind immer möglich.

Literatur

- BORSÒ, Vittoria. „Internationalisierung als Aufgabe der Universität“, in: Alfons Labisch (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004*. Düsseldorf 2005, 33–49.
- HOCHSCHULREKTORENKONFERENZ (Hrsg.). „Bologna-Reader. Texte und Hilfestellungen zur Umsetzung der Ziele des Bologna-Prozesses an deutschen Hochschulen“, *Beiträge zur Hochschulpolitik* 8 (2004). http://www.hrk.de/bologna/de/Bologna_Reader_gesamt.pdf (09.10.2006).
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. „Rahmenvorgaben für die Einführung von Leistungspunktsystemen und die Modularisierung von Studiengängen“, 15. September 2000. <http://www.kmk.org/doc/beschl/leistungspunktsysteme.pdf> (13.11.2006).
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. „10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur in Deutschland“, 12. Juni 2003. <http://www.kmk.org/doc/beschl/BMThesen.pdf> (13.11.2006).
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. „Qualitätsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse“, 21. April 2005. http://www.kmk.org/doc/beschl/BS_050421_Qualifikationsrahmen_AS_Ka.pdf (13.11.2006).

CHRISTOPH AUF DER HORST

Das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität zwischen „akademeia“ und „universitas“

Einführung

Am 11. Juli 2006 hat der Senat der Heinrich-Heine-Universität das „Zentrum für Studium Universale“ nach § 29 Hochschulgesetz eingerichtet. Möglich wurde dies durch eine großzügige Spende des Düsseldorfer Ehrenbürgers Udo van Meeteren. Damit kommt eine Arbeit zu einem Zwischenergebnis, die ihren Anfang im Oktober 2003 genommen hatte. In seiner Antrittsvorlesung „Die ‚Idee der Universität‘ in unserer Zeit“ vom 28. Oktober 2003 hatte der neue Rektor Alfons Labisch, explizit von dem „Auftrag, an der Heinrich-Heine-Universität ein zeitgerechtes Studium universale aufzubauen“, gesprochen.¹

Dieser Auftrag sieht sich zunächst vor einen verwirrenden Sprachgebrauch gestellt. Es imponiert die Vielfalt der Begriffe. Denn „studium universale“ wird offensichtlich synonym zu „studium generale“, „studium fundamentale“, „studium integrale“, „studium liberale“ oder „studium initiale“ verwandt. Diese Begriffsvielfalt wird zusätzlich unklar, wenn das Studium generale häufig mit einem Studium der „artes liberales“ oder einem Studium an der „Artistenfakultät“ – einer Vorläuferin des Humanistischen Gymnasiums – gleichgesetzt wird. Darüber hinaus lassen die jüngsten Diskussionen um die *soft skills* in der universitären Lehre erkennen, dass das Studium universale auch nur als eine Variante von Schlüsselqualifikation verstanden wird.

Dieser Bericht über die Konzeption und die Einführung des Studium Universale an der Heinrich-Heine-Universität² will in einem ersten Abschnitt die Begriffe klären und der Sache nach darlegen, wie zu unterschiedlichen Zeiten „Universität“ und „Studium generale“ definiert wurden. Dieser historische Rückblick ist Vorbedingung für das Ziel dieses Aufsatzes, vergangene Formen und in Vergessenheit geratene Optionen des Studium generale für die Konzeption des Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität fruchtbar zu machen. In einem zweiten Abschnitt soll dann das spezifische Profil des Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität vorgestellt werden.

„universitas“ und „studium generale“

Mythen und Legenden verlegen den Ursprung der Universität in die Antike oder in den Islam. Gesichert ist nur die Herkunft der Universität im Sinne einer Bildungseinrichtung im christlichen Westen im Übergang vom 12. auf das 13. Jahrhundert. Damit wird nicht bestritten, dass alle Kulturen ihre Eliten besonders ausgebildet haben – ob das der Islam,

¹ Vgl. Labisch (2004).

² Für das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität hat sich die Schreibweise mit zwei Großbuchstaben eingebürgert.

das Römische Reich oder Byzanz war.³ Auch die frühesten Universitäten des 13. Jahrhunderts sind nicht ohne ihre Vorläufer des oströmisch-byzantinischen Bildungswesens zu verstehen.

Als Urbild aller Akademien gilt bis heute die unter Plato (427-347 v. Chr.) um 387/386 gegründete Schule, die den Namen „akademeia“ wegen ihrer Nähe zum Hain des athensischen Heros Akademos erhalten hatte.⁴ Die Akademie Platos ist nicht ohne jeden Einfluss auf die christlichen Universitäten des Abendlandes geblieben. Der oströmische Kaiser Theodosius II. hatte die Neuorganisation der Hochschule von Konstantinopel von 425 explizit als eine Tochter- und zugleich als Gegengründung zu der platonischen Akademie verstanden.⁵

Was aber wurde im Mittelalter unter einer Universität verstanden? In seiner lateinischen Form bezeichnete „universitas“ ursprünglich das Ganze oder das Universum – so bei Cicero oder Plato. Mit dieser Bedeutung war aber nicht die Bildungseinrichtung „Universität“ gemeint. Denn die Ursprünge dieses Begriffs gehen nicht – wie häufig gedacht wird – auf den Begriff der „universitas litterarum“ – die Gesamtheit der Wissenschaften – zurück. Der Begriff „universitas“ stammt vielmehr aus der juristischen Literatur der Antike und meint dort die rechtlich handelnde, institutionelle Einheit eines Verbandes, wie Stadtkommunen, Handelsgenossenschaften oder kirchliche Körperschaften.⁶ „Universität“ bezeichnet demnach einen Verbund von Lehrenden und Lernenden, die „universitas magistrorum et scolarium“.

Neben diesen Begriff „universitas“ tritt im 13. Jahrhundert die Bezeichnung „studium generale“. Auch dieser Begriff „studium generale“ besitzt Synonyme wie das ältere aber seltenere „studium universale“ oder das „studium commune“. Wie bereits „universitas“ bezeichnet auch „studium generale“ weniger die „universitas litterarum“. Das Adjektiv „generale“ bezieht sich vielmehr auf den räumlich-geographischen Sachverhalt, dass die Universität „eine päpstlich oder kaiserlich privilegierte und damit qua Universalgewalt ‚international‘ anerkannte und besuchte („generale“) Studieneinrichtung („studium“) ist.“⁷

Mit „universitas“ oder „studium generale“ wurde also eine Hochschule bezeichnet, die von einer universalen Autorität – dem Papst oder dem Kaiser – gegründet oder bestätigt worden war und deren Mitglieder – Lehrer und Studierende – universale, d. h. über alle lokalen und regionale Grenzen hinweg geltende Rechte besaßen, auch wenn die ersten Universitäten nach moderner Auffassung nur einzelne Fakultäten oder Schulen waren, wie die Rechtsschule in Bologna oder die Medizinische Schule von Salerno. Die an den Universitäten erworbenen Titel wurden ebenso universal anerkannt.

Mustergültig wurde nachmalig der *modus Parisiensis*, das Pariser Modell. Universitäten besaßen danach vier Fakultäten: Eine Theologische Fakultät, die Juristische Fakultät, die Medizinische Fakultät und die Artistische Fakultät, an der die propädeutischen *artes liberales* oder „freien Künste“ gelehrt wurden. Dieses Attribut „frei“ erhielt das Studium an der Artistenfakultät einmal, weil dort Fähigkeiten vermittelt wurden, die den freien Mann auszeichneten. Zweitens orientierte sich das Studium an dieser Fakultät nicht an einem

³ Vgl. Rüegg (1993: 27).

⁴ Vgl. *New Pauly Online* (2002: 41-46).

⁵ Vgl. Gregorovius (1882: 116f.) und Pieper (1952: 11-16).

⁶ Vgl. Ritter und Gründer (2001: 212f.).

⁷ Ritter und Gründer (1998: 350).

Beruf, wie das Studium der Juristen, der Theologen oder der Mediziner. Geforscht wurde an diesen Universitäten des abendländischen Mittelalters in Europa nicht im Sinne einer modernen zielgerichteten und methodischen Wissensvermehrung. Vielmehr wurden durch Auswendiglernen autoritative Texte (Heilige Schriften in der Theologischen Fakultät, *Corpus Juris Civilis* in der Juristischen Fakultät und Galen in der Medizinischen Fakultät oder Aristoteles in der Artistenfakultät) tradiert. Diese scholastische Unterrichtsform wurde mit der Karriere des aufgeklärten Wissenschaftsverständnisses aufgegeben. Das äußere Zeichen dieses Prozesses war im 17. Jahrhundert die Ablösung der Theologischen als erste Fakultät durch die Juristische Fakultät, ein Rang der ihr dann Ende dieses Jahrhunderts durch die Philosophische Fakultät streitig gemacht wurde. Bekanntlich versucht Immanuel Kant, das traditionelle Verhältnis, in dem die Philosophische Fakultät die „Magd“ der oberen Fakultäten sei („[...] wobei doch noch immer die Frage bleibt: ob diese ihrer gnädigen Frau die Fackel vorträgt oder die Schleppe nachträgt“) umzukehren. Sein Argument ist, dass sich an der Philosophischen Fakultät die beiden Formen der historischen Erkenntnis und der reinen Vernunftkenntnis auf „alle Teile des menschlichen Wissens“ erstrecken und dieses Wissen deshalb – wenn auch nicht inhaltlich – zum „Gegenstande ihrer Prüfung und Kritik in Absicht auf den Vorteil der Wissenschaften“ gemacht werden könne.⁸

Durch die Reformuniversitäten Göttingen und Halle bereits vorbereitet, fand die zentrale Reform des Hochschulwesens durch von Humboldts Neugründung der Universität zu Beginn des 19. Jahrhunderts statt. Die Bedeutung der Lehre für die Forschung und komplementär dazu die Ausrichtung des Seminars auf forschendes Lernen setzten sich in der Folge an den deutschen und den internationalen Universitäten durch.⁹ Neben dieser engen Verbindung von Forschung und Lehre legte Wilhelm von Humboldt großen Wert auf die Ausübung freier Wissenschaft, die „als solche zu suchen“ sei,¹⁰ und auf die Persönlichkeitsformung des Studierenden:

Sie muss nur auf harmonische Ausbildung aller Fähigkeiten in ihren Zöglingen sinnen; nur seine Kraft in einer möglichst geringen Anzahl von Gegenständen an, so viel möglich, allen Seiten üben, und alle Kenntnisse dem Gemüth nur so einpflanzen, dass das Verstehen, Wissen und geistige Schaffen nicht durch äußere Umstände, sondern durch seine innere Präcision, Harmonie und Schönheit Reiz gewinnt. [...] Ein so vorbereitetes Gemüt nun ergreift die Wissenschaft von selbst [...].¹¹

Von Humboldt verlegte die Aufgaben der Artistenfakultät in das Gymnasium, während anstelle der Artistenfakultät die Philosophische Fakultät neu geschaffen wurde. Nach der Reform von Humboldts fand also das fächerübergreifende Studium vor dem berufsqualifizierenden Studium im Gymnasium statt. Das Fachstudium erfolgte erst danach an einer Universität.¹² Ein universitäres Studium generale gab es nach von Humboldt nicht mehr. Der Forderung von Humboldts, den Schüler in der Schule „physisch, sittlich und intellectuall“ so auf die Freiheit und die Selbständigkeit vorzubereiten, dass er „eine Sehnsucht

⁸ Kant (1973: 338).

⁹ Vgl. Charle (2004: 55).

¹⁰ v. Humboldt (1903: 254).

¹¹ v. Humboldt (1903: 256).

¹² Vgl. Wagemann (1995: 106).

in sich tragen wird, sich zur Wissenschaft zu erheben“, musste auf dem Gymnasium nachgekommen werden.¹³

In der Neuorganisation des deutschen Hochschulwesens in der Bundesrepublik nach 1945 sind zwei Richtungen zu unterscheiden, die zu unterschiedlichen Studium generale-Konzeptionen geführt haben. In der ersten Nachkriegsdekade verlangten die Besatzungsmächte eine Beteiligung der Hochschulen an der Erziehung des „neuen Menschens“ und forderten die Neuordnung des Hochschulwesens unter dem Primat der „reeducation“ oder „rééducation“ bzw. der staatsbürgerlich-politischen Bildung und Erziehung zu demokratischem Denken.¹⁴ Was geschah in Bezug auf das „Studium generale“? Der britische Militärgouverneur berief einen „Studienausschuß für Hochschulreform“, der nach getaner Arbeit das nach der Farbe seines Einbands benannte „Blaue Gutachten“ herausgab. Der im „Blauen Gutachten“ verwandte Begriff des „Studium generale“ geht in seiner Bedeutung auf die latinisierte Übersetzung des englischen „general education“ zurück. Die Einführung des deutschen Begriffs „Allgemeinbildung“ wurde aus politischen Gründen abgelehnt.¹⁵ Inhaltlich meinte diese Form des Studium generale eine dreifache Überschreitung des Fachstudiums zur beruflichen Praxis,¹⁶ zu anderen Fächern¹⁷ und zum gemeinsamen studieren und leben.¹⁸ Dieses gemeinsame Wohnen und Studieren wurde nicht nur in der britischen, sondern auch in der französischen Besatzungszone – so am „Collegium Academicum“ der Universität Heidelberg und im „Leibniz-Kolleg“ der Universität Tübingen praktiziert.

Im Sinne von propädeutischen und studienbegleitenden Lehrveranstaltungen wurden auch an den Universitäten Mainz und Freiburg *Studia generalia* angeboten.

Die zweite neben dem „Blauen Gutachten“ entwickelte Studium generale-Konzeption geht auf den Heidelberger Kreis um Karl Jaspers bzw. auf die *Studium generale* genannte Zeitschrift zurück. Diese von 1947/1948 bis 1971 in 24 Jahrgängen herausgegebene *Zeitschrift für die Einheit der Wissenschaften im Zusammenhang ihrer Begriffsbildung und Forschungsmethoden* führte zu einem Studium generale-Konzept, das sich gegen die „totale Spezialisierung des Wissens“ und den „Verlust des Ganzheits- und Zusammenhangbewußtseins“ wandte und für ein „teilnehmendes Interesse an der Gesamtheit des Wissens“ warb.¹⁹ Diese Studium generale-Konzeption mit dem ambitionierten Vorhaben, die Universalität der an den Hochschulen vertretenen Wissenschaften wieder zu beleben, konnte sich allerdings im Nachkriegs-Deutschland nicht gegen die curricular geprägte Konzeption des „Blauen Gutachtens“ durchsetzen.²⁰

¹³ v. Humboldt (1903: 255f.).

¹⁴ Aus der französischen Besatzungszeit datiert die Verankerung des Studium generale der Universität Mainz in der Landesverfassung Rheinland Pfalz.

¹⁵ Vgl. Papenkort (1993: 77f.).

¹⁶ „Wir glauben, daß [...] erst die Kenntnis der Praxis das angemessene Verständnis des theoretischen Lehrstoffes erschließen kann.“ Vgl. das „Blaue Gutachten“ Nr. 757, zitiert nach Papenkort (1993: 78f.).

¹⁷ „Innerhalb des theoretischen Studiums muß der Blick über die Fachgrenzen hinaus gefördert und in gewissem Umfang erzwungen werden.“ Vgl. das „Blaue Gutachten“ Nr. 757, zitiert nach Papenkort (1993: 78f.).

¹⁸ „Schließlich ist auf die Einübung freiheitlicher Formen praktischen Zusammenlebens der Studenten [...] der größte Wert zu legen.“ Vgl. das „Blaue Gutachten“ Nr. 757, zitiert nach Papenkort (1993: 79).

¹⁹ *Studium generale* (1948: 1f.).

²⁰ Vgl. Papenkort (1993: 76).

Nach diesem anfänglichen Nachkriegselan verlor das Studium generale in den Folgejahren immer mehr an hochschulpolitischer Aufmerksamkeit. Ein Preisausschreiben der Westdeutschen Rektorenkonferenz und des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft konstatiert nüchtern das Scheitern. Der Gewinner des 1. Preises, Richard Lobner, schreibt 1957 in der Monografie *Bemühung um ein Studium Universale*:

Alles in allem ist die Arbeit [„Bemühungen um ein Studium Universale“, Anm. d. Verf.] auch das geblieben, was sie ursprünglich sein wollte: [...] ein Beitrag, wie das Gespräch um das Studium Generale weitergeführt werden könne, nachdem es so arg ins Stocken geraten ist, daß die Bemühungen als gescheitert erscheinen.²¹

Das bedeutet nicht, dass es nicht von den 1960er Jahren bis heute eine Vielfalt von *Studia generalia* gegeben hätte und geben würde. Gegenteilig gilt hier in freier Übersetzung *quot capita – tot sensus*: Es gibt heute so viele unterschiedliche *Studia generalia*, wie es Hochschulen gibt.

Bis in die Gegenwart werden den Studierenden aller Fakultäten und Fächer eine Fülle von Lehrveranstaltungen angeboten, die auf Allgemeinbildung zielen. Im Unterschied zu den Ansätzen der 1950er Jahre ist heute aber nicht mehr von politischer Bildung die Rede.²² In einer Bestandsaufnahme von 1987 bis 1990 listet Papenkort 60 Universitäten im engeren Sinn – also keine Technischen Hochschulen oder Gesamthochschulen – aus der alten Bundesrepublik auf, von denen fast jede zweite ein Studium generale anbietet.²³ Zu diesen *Studia generalia* kommen noch die Lehrveranstaltungsformen wie „Vorlesungen für Hörer aller Fakultäten“ hinzu. In jüngster Zeit wird wegen der berufsfokussierten Ausbildung der Bachelorstudiengänge die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen curricular stärker berücksichtigt. Das Hochschulfreiheitsgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen fordert in § 58 ausdrücklich, dass den Studierenden die dem Studiengang entsprechenden Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden unter Berücksichtigung auch der fachübergreifenden Bezüge vermittelt werden.

Das Studium Universale an der Heinrich-Heine-Universität

Wie ist angesichts dieser historischen Formen von „universitas“ und „studium generale“ an der Heinrich-Heine-Universität ein Studium universale zu entwickeln, das auch auf die Erfordernisse einer wissensbasierten und globalisierten Welt reagiert?²⁴

Ein wichtiger Ausgangspunkt für die Überlegungen einer Arbeitsgruppe mit Vertretern aller Fakultäten unter der Leitung des Rektors war, dass gerade die auf den Beruf bezogenen Curricula der Bachelorstudiengänge durch ergänzende Lehrveranstaltungen erweitert werden sollten. Für eine erste Phase der Einrichtung des Studium Universale wurde deshalb beginnend mit dem Wintersemester 2004/2005 der Besuch von allgemein gehaltenen

²¹ Lobner (1960: 1).

²² Vgl. Papenkort (1993: 23f.).

²³ Vgl. Papenkort (1993: 98f.).

²⁴ Über die Arbeit der curricularen Integration und Sicherstellung eines Studium Universale-Lehrveranstaltungsangebot hinaus umfasst die Arbeit des „Zentrums für Studium Universale“ unter anderem die Organisation eines Angebots zur Vermittlung von Schlüsselqualifikationen, den Aufbau eines Weiterbildungsangebots für Dozenten im Hinblick auf Schlüsselqualifikationen, die Organisation der Veranstaltungen an den Schnittstellen Schule-Hochschule bzw. Hochschule-Stadt Düsseldorf (Kinder-Ringvorlesung, Begabtenförderung, „Universität in der Stadt“, Erstsemesterbegrüßung usw.).

Einführungsveranstaltungen empfohlen, die einen Einblick in die anderen Fächerkulturen gewähren sollten. Technisch wird dies durch eine Online-Einschreibung ermöglicht, die dem Studierenden nach seiner Authentifizierung jeweils nur das Lehrveranstaltungsangebot der Fakultäten anbietet, an denen er nicht eingeschrieben ist. Damit die Seminare oder Vorlesungen nicht durch Studium Universale-Studierende überlaufen werden, können die Lehrveranstalter im HIS-LSF (eine Web-Anwendung für Lehre, Studium und Forschung der Hochschul-Informations-System GmbH) eine Teilnehmer-Höchstgrenze angeben, die im Online-Einschreibesystem berücksichtigt werden. Alle Studierenden, die sich nach Erreichen dieser Höchstgrenze einschreiben, werden auf eine Warteliste gesetzt und rücken nach dem Freiwerden von Plätzen automatisch nach.²⁵ Das Angebot dieser Studium Universale-Lehrveranstaltungen ist über die Homepage des Studium Universale einsehbar und wird in Form der Studium Universale-Broschüre „Sapere aude!“ den Fachschaften, den Zentralen Einrichtungen, dem Studierendensekretariat und der Studienberatung bekannt gemacht. In der Philosophischen Fakultät ist das Studium Universale in der Rahmenprüfungsordnung der Bachelorstudiengänge verankert und sieht für die Studiengänge im Wahlpflichtbereich einen Erwerb von mindestens vier Creditpunkten vor. Das Studium Universale ist auch in ausgewählten Prüfungsordnungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät verankert und wird vergleichbar creditiert. Der Besuch der Studium Universale-Lehrveranstaltung oder das Bestehen der darin vorgesehenen Prüfungen wird durch einen eigenen Studium Universale-Schein bestätigt. Eine Evaluation (Befragung der Studierenden und Lehrenden) wird einmal jährlich zu Ende des Wintersemesters durchgeführt. Die Beteiligung von Lehrveranstaltern und auch die Akzeptanz der Studierenden ist in dieser ersten Umsetzungsphase des Studium Universale sehr gut.²⁶

Von vornherein sollte das Studium Universale auch für die Bürger der Stadt Düsseldorf geöffnet werden. An dieses Zielpublikum gerichtet wurde erstmalig im Sommersemester 2006 eine von externen und hochschuleigenen Referenten gestaltete Ringvorlesung „Studium Universale“ zu dem Rahmenthema „Kulturelle Variationen und Chancen des Alter(n)s“ angeboten. Diese Ringvorlesung wurde unter anderem von einer universitären Projektgruppe organisiert und soll in künftigen Semestern fortgeführt werden.

Die Einführungslehrveranstaltungen für die Studierenden des Studium Universale zu öffnen, heißt zwar, den Studierenden einen „Blick über den Tellerrand“ zu ermöglichen – aber genügt dies schon? Wenn dieser Wissenserwerb nicht nur additiv sein soll, muss er in konkrete Zusammenhänge des Faches oder des späteren Berufes gestellt werden. Denn auch Studium universale-Lehrveranstaltungen orientieren sich am so genannten „learning-outcome“ des Studierenden. Auch für das Studium universale gilt nicht länger der konventionelle Ansatz, „welche Lehrinhalte sollen vermittelt werden“. Vielmehr muss die Ausrichtung maßgeblich werden: „Welche Kompetenzen sollen das Ergebnis von Lern-

²⁵ Das Online-Einschreibesystem ist dankenswerter Weise von Michael Gutmann (Multimediazentrum) programmiert worden. Dass die Broschüre automatisch aus dem Online-Einschreibesystem generiert werden kann, ist Friedhelm Sowa (Universitätsrechenzentrum) zu verdanken.

²⁶ Von 34 Einschreibungen im Sommersemester 2005 ist die Anzahl der Studierenden über das Wintersemester 2005/2006 mit 139, mit 163 im Sommersemester 2006 auf 513 Einschreibungen im Wintersemester 2006/2007 angestiegen. Durchschnittlich werden seit dem Wintersemester 2004/2005 in jedem Semester 163 Lehrveranstaltungen für das Studium Universale geöffnet.

und Bildungsprozessen sein?“ Die universitäre Arbeitsgruppe plante deshalb folgerichtig, in einer zweiten Umsetzungsphase das Lehrveranstaltungsangebot zu modularisieren. Ein solches speziell für das Studium Universale entwickeltes interdisziplinäres oder auch interfakultäres Modul könnte – am Beispiel der „Bio-Ethik“ – biologisch-grundlagenwissenschaftliche, medizinisch-fallbezogene, ethische und rechtliche Lehrinhalte in ihren diskursiven Beziehungen zueinander darstellen und vermitteln. Ein erstes in zwei Semestern aufeinander aufbauendes Studium Universale-Modul „Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin“ wird seit dem Wintersemester 2006/2007 angeboten.

Die Studium universale-Lehrveranstaltungen zu modularisieren ist ein wichtiger Versuch, die erworbenen Kenntnisse in die umfassenderen disziplinären und gesellschaftlichen Kontexte einzuordnen. Aber ermöglichen solche Studium universale-Module auch einen Einblick in die besondere Bedeutung der zugrunde liegenden Fachdisziplin, ihre speziellen Methoden und ihr besonderes Ethos? Können die Defizite des Fachstudiums, das auf die Berufstauglichkeit zielt, alleine durch fachstudienintegrierte Studium universale-Lehrveranstaltungsformen – so schlüsselqualifizierend sie auch sein mögen – rekompensiert werden? Wenn heute im Rahmen der Bachelorisierung ein Studium universale eingefordert wird, dann vernünftigerweise auch in der Absicht, dass der „akademische“ Charakter des Universitätsstudiums wiedergewonnen oder gestärkt werden soll. Dass sich die Akademie Platos bis heute als Urbild aller Akademien lebendig im Gedächtnis erhalten hat, zeigt, dass dem akademischen oder theoretischen Charakter des Universitätsstudiums auch heute noch ein besonderer Wert zuerkannt wird. Dieser Wert besteht darin, Wissenschaft, Forschung und Lehre nicht nur in der verengenden Zwecksetzung auf Praxistauglichkeit der Absolventen, oder auf Technologietransfer in Industrie und Wirtschaft zu betreiben. Die Akademie Platos soll nicht zur Blaupause modernen Hochschulwesens hochstilisiert werden. Aber es muss überlegt werden, wie das Düsseldorfer Hochschulstudium in vernünftigem Umfang fachstudienvertiefend eine „akademische“ Prägung erhalten soll. Diese Neuausrichtung soll dem Theoretischen neben dem Praktischen einen angemessenen Stellenwert zuerkennen. Im Bilde gesprochen sollte die thrakische Magd auf dem Düsseldorfer Campus wieder etwas zu lachen haben!²⁷

Ein solcher *academical turn* will das Bachelorstudium nicht nur im Hinblick auf die zugrunde liegende Disziplin vertiefen, sondern auch das Ziel verfolgen, die Zersplitterung der Wissenschaften in immer speziellere Einzeldisziplinen aufzufangen. Das gilt nicht nur für die Einzeldisziplinen – das Fach Biologie hat an der Heinrich-Heine-Universität 24 Institute und Abteilungen –, das gilt auch für die Bachelorstudiengänge, die nicht mehr in jedem Fall erkennen lassen, welche Fachdisziplin zugrunde liegt, wie z. B. der Bachelorstudiengang „Populäre Musik und Medien“ der Universität Paderborn.²⁸ Das Ziel der Zeitschrift *Studium generale* ist für das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität offensichtlich nach wie vor aktuell und relevant, „das teilnehmende Interesse an der

²⁷ Vgl. Plato (2001: 101).

²⁸ Dieser Studiengang wird vom Fach Musik der Universität Paderborn, dem Musikwissenschaftlichen Seminar Detmold/Paderborn, den Fächern Wirtschafts- und Medienwissenschaften der Universität Paderborn sowie dem Erich-Thienhaus-Institut für Tonmeister an der Hochschule für Musik Detmold (Universität Paderborn) betreut.

Gesamtheit des Wissens wach zu halten und als Organ solchen Interesses diese Teilnahme zu ermöglichen.“²⁹

Mit Blick auf das Attribut „universale“ hätte das „Zentrum für Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität“ also folgende Aufgaben. Der curricularen Interpretation des „Studium generale“ wird hier der Vorzug vor der räumlich-geographischen gegeben:

- Ein (Bachelor-)Studierender soll im Verlauf seines Studiums einen fachstudienbegleitenden „Blick über den Tellerrand“ werfen können (horizontale Erweiterung).
- Die Inhalte anderer Fächer sollen auch (in Teilen) in eigens entwickelten Modulen und damit fachstudienintegriert vermittelt werden.
- Es sind Lehrveranstaltungen anzubieten, die den akademischen Charakter des Hochschulstudiums einholen und in die Bedeutung, die Methoden und das Ethos des jeweiligen Faches einführen (vertikale Erweiterung).
- Zu dieser „vertikalen Erweiterung“ muss auch gehören, den Studierenden ein Verständnis für den Zusammenhang zu vermitteln, in dem das jeweilige Fach oder die jeweilige Disziplin in der Gesamtheit der Wissenschaften steht.

Ein derart ambitioniertes Studium Universale muss von vornherein Einschränkungen erfahren. Denn weder sollen die Bachelorstudiengänge ihren primär berufsqualifizierenden Charakter verlieren, noch dürfen Lehrveranstalter und Lernende durch die Anforderungen des Studium Universale überfordert werden. Eine angemessene curriculare Verankerung im Wahlpflichtbereich oder Wahlbereich und eine angemessene Creditierung sind hierfür eine wichtige Voraussetzung – schon im Hinblick auf die Akkreditierbarkeit von Studiengängen. Aus dem gleichen Grund scheint es sinnvoll, die fachstudienvertiefenden Studium Universale-Lehrveranstaltungen für die Master- und Promotions- bzw. PhD-Studiengänge zu reservieren. Vielleicht sind für diese Studiengänge auch neue, innovative Formen von inter fakultären und interdisziplinären Seminaren, Gesprächen oder Veranstaltungen in Forschung und Lehre zu entwickeln. Wo die Lehrkapazitäten nicht ausreichen sollten, ist das Lehrangebot vom „Zentrum für Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität“ über externe Lehraufträge sicherzustellen.

Ein Studium universale hat nicht nur die Dimension des „universale“. Das Studium Universale der Heinrich-Heine-Universität muss ebenso die „universitas magistrorum et scholarium“ in den Blick nehmen. Auch die äußere Form eines Studium universale, das die Gemeinschaft der Lehrenden und Lernenden ermöglicht, fruchtbringend gestaltet und vertieft, muss für die Heinrich-Heine-Universität möglicherweise neu durchdacht werden. Viele Modelle scheiden von vornherein aus. So sinnvoll und hochgelobt die *residential colleges* der International University of Bremen – hier wohnen Professores mit Studierenden zusammen – auch sein mögen. Für die Heinrich-Heine-Universität sind sie nicht finanzierbar und vielleicht deshalb nicht mehr als eine schöne Idee. Andererseits ist ebenso klar, dass nicht das gesamte Spektrum aller möglichen Lehrveranstaltungsformen im Lehralltag ausgeschöpft wird.

Vor dem Hintergrund der „universitas“ ist auch das vom Rektor entwickelte Konzept der CampusCultur zu verstehen. In einem engen topographischen Zusammenhang befinden

²⁹ *Studium generale* (1948: 1).

sich auf dem Campus der Heinrich-Heine-Universität die Universität, das Universitätsklinikum Düsseldorf, die Universitäts- und Landesbibliothek, das Universitätsrechenzentrum mit einer Vielzahl von frei zugänglichen PCs, die Sportstätten und der Botanische Garten mit seinen großen freien Rasenflächen. Diese offenen Räume und auch die Gebäude sollen nicht nur den akademischen Pflichten wie Studium und Lehre dienen, sondern sollen Orte lebendigen und persönlichen Austausches aller Studierenden und Dozierenden sein. CampusCultur bedeutet dann, dass Lehren und Lernen, Forschen und klinisch tätig sein, Studieren und Sport, Konzentration und Entspannung, höchste Leistung und Musik auf überschaubarem Raum stattfinden. Es soll ein Milieu von intellektueller Neugier und freier Kreativität geschaffen werden, das viele persönliche Bekanntschaften und Aktivitäten einschließt. Und diese Aktivitäten sind zahlreich: Die Heinrich-Heine-Universität verfügt über ein Universitätsorchester, einen UniChor,³⁰ über Theater- und Tanzgruppen, über einen Debattierclub, sie bzw. Studierende organisieren ein eigenes Filmfestival und sie verfügt über einen Hochschulsport mit breitem Angebot. Dieser weiträumige und doch überschaubar gebliebene Campus – der zwar größer als der Vatikanstaat, aber kleiner als Monaco ist – wird zunehmend durch Leihgaben von öffentlicher und privater Hand ästhetisch aufgewertet und verschönert. Gleichwohl bliebe hier noch vieles zu tun: Zu denken wäre an ein Kommunikationszentrum, oder ein „Heineanum“, das nicht nur Platz und Übungsräumlichkeiten für die oben angeführten kulturellen Tätigkeiten bietet, denn Studierende weichen bislang in leerstehende Seminarräume aus. In einem solchen Zentrum könnten diese kulturellen Tätigkeiten erstmalig angemessen vor Publikum präsentiert werden.

Literatur

- „Academy“, in: *New Pauly Online. Encyclopaedia of the Ancient World*. Leiden 2002, 41-46.
- CHARLE, Christophe. „Grundlagen“, in: Walter RÜEGG (Hrsg.). *Geschichte der Universität in Europa. Band III: Vom 19. Jahrhundert zum Zweiten Weltkrieg (1800-1945)*. München 2004, 43-82.
- GREGOROVIVS, Ferdinand. *Athenais. Geschichte einer byzantinischen Kaiserin*. Leipzig 1882.
- VON HUMBOLDT, Wilhelm. „Über die innere und äußere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin“, in: Bruno GEBHARDT (Hrsg.). *Wilhelm von Humboldts Politische Denkschriften*. Berlin 1903, 250-260.
- KANT, Immanuel. *Der Streit der Fakultäten*. Berlin 1916.
- LABISCH, Alfons. „Die ‚Idee der Universität‘ in unserer Zeit“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2003*. Düsseldorf 2004, 23-38.
- LOBNER, Richard. *Bemühung um eine Studium Universale*. Essen 1960.
- PAPENKORT, Ulrich. ‚*Studium generale*‘ *Geschichte und Gegenwart eines hochschul-pädagogischen Schlagwortes*. Weinheim 1993.
- DI PIAZZA, Bianca, Rüdiger E. SCHARF und Jonas ULRICH. „Universitätsorchester und UniChor“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2002*. Düsseldorf 2003, 497-502.
- PIEPER, Josef. *Was heißt akademisch? Oder der Funktionär und der Sophist*. München 1952.
- PLATO. „Theaitetos“, in: Gunther Eigler (Hrsg.). *Platon. Werke in acht Bänden. Griechisch und Deutsch*. Darmstadt 2001, 1-217.

³⁰ Vgl. di Piazza et al. (2003).

- RÜEGG, Walter. „Themen, Probleme, Erkenntnisse“, in: Walter RÜEGG (Hrsg.). *Geschichte der Universität in Europa*. Bd I: *Mittelalter*. München 1993, 24-48.
- Studium generale*. „Zum Geleit“, 1 (1947), 1f.
- „Studium generale“, in: Joachim RITTER und Karlfried GRÜNDER (Hrsg.). *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Darmstadt 1998, 350-352.
- „Universität“, in: Joachim RITTER und Karlfried GRÜNDER (Hrsg.). *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Darmstadt 2001, 212-218.
- WAGEMANN, Carl-Hellmut. „Zur Geschichte des Studium generale“, in: Ulrich PAPENKORT (Hrsg.). *Idee und Wirklichkeit des Studium generale. Fachübergreifende Hochschulbildung*. Regensburg 1995, 103-113.

**40 Jahre Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf**

HERMANN LÜBBE

Universitätsjubiläen oder die Selbsthistorisierung der Wissenschaften

Gastvortrag

Die historisch singuläre Evolutionsdynamik der modernen Zivilisation ist wohlvermessen. Die Halbwertszeit wissenschaftlicher Literatur sinkt ab. Die Menge technischer Innovationen pro Zeiteinheit wächst und die Produktivitätsraten ihrer ökonomischen Nutzung gleichfalls. Die Zeitdauer novellierungsfreier Geltung der Gesetze schrumpft. Komplementär zum künstlerischen Avantgardismus legt sich über den Fortschritt von heute bereits morgen der Anhauch der Gestrigkeit.

Die Reihe solcher Indikatoren moderner Zivilisationsdynamik ließe sich beliebig verlängern. Ein weiterer sei noch erwähnt, nämlich die abnehmende Zahl der Jahre zwischen zwei Universitätsjubiläen. Während sich die berühmteste deutsche Universität des 19. Jahrhunderts, die Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, die heutige Humboldt-Universität also, nach ihrer Gründung im Jahre 1810 bis zur Ausrichtung ihrer ersten und mit allem Pomp des neuen Kaiserreichs ausgestatteten Geburtstagsfeier einhundert Jahre Zeit ließ, genügten den jungen Universitäten, die in unserem Lande vor einem halben Jahrhundert gegründet wurden, zehn Jahre bis zur Erstausrichtung einer Jubiläumsfeier – so in Bochum und so auch in Bielefeld. Es wäre befremdlich, wenn insoweit die Universität Düsseldorf eine Ausnahme machte. Dazu passt die Selbstverständlichkeit, mit der sie heute, statt noch zehn Jahre bis zum bevorstehenden Großereignis ihres fünfzigsten Geburtstags zu warten, bereits den Eintritt ins fünfte Jahrzehnt ihrer Existenz für jubiläumspflichtig hält.

Jubiläen sind ritualisierte Anlässe der Vergangenheitsvergegenwärtigung, und ersichtlich nimmt die Fälligkeit solcher Vergangenheitsvergegenwärtigungen bei abnehmender Konstanz unserer Lebensverhältnisse zu. Wer zukunftsträchtige Entwicklungen vor sich hat, vergegenwärtigt sich die herausfordernden Veränderungen seiner Lebensumstände über Rückblicke – so, zum Beispiel, vor zwanzig Jahren Peter Hüttenberger mit seinem Festvortrag „Die Gründung der Universität Düsseldorf“, oder auch, noch vor fünf Jahren, Günter Gattermann in seiner historisierenden Laudatio „Paul Mikat, Gründervater der Universität Düsseldorf“ bei Gelegenheit der Feier, die die Heinrich-Heine-Universität ihrem politischen Initiator aus Anlass seines 75. Geburtstags ausrichtete.

Es wäre unpassend, wenn ich daran mit meiner kleinen Festrede anknüpfen wollte. Zwar fand ich in meinem Archiv auch eine Handakte mit der Aufschrift „Universität Düsseldorf“. Aber Quellencharakter hat dieses Dossier nicht. Bei der Durchsicht bot es aber allerlei Gelegenheiten zu signifikanten Erinnerungen – zum Beispiel die, dass ich mich in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre, als es der zweiten deutschen studentischen Jugendbe-

wegung, von der Restglut alter Ideologien erleuchtet, gefiel, Revolutionsspiele zu machen, immer wieder einmal in administrativer Zuständigkeit für die Universitäten des Landes zu Kriseneinsätzen auf den Weg zu machen hatte, nach Münster oder Köln oder auch Bonn oder Bielefeld, nur eben zur Düsseldorfer Universität nicht. Hier herrschte durchweg Ruhe gemäß der Routine des Studienbetriebs. Als Erklärung bietet sich der Rekurs auf das Faktum an, dass damals noch die Mediziner dominant das Studierendenmilieu prägten, die ja in ihrem Verhalten durch die Erwartung der harten Könnerschaftsproben ihrer künftigen beruflichen Praxis normalisiert zu sein pflegen – im Kontrast zu den Ausbrüchen intellektueller Protuberanzen, die sich damals in Düsseldorf immer wieder einmal an der Kunsthochschule ereigneten.

Aber ich möchte hier nicht anekdotisch werden, vielmehr in gehöriger Knappheit die Frage zu beantworten suchen, wie sich erklären lässt, dass – wie geschildert – modernisierungsabhängig die Intensität unserer Vergangenheitsvergegenwärtigungsinteressen zunimmt und die temporale Distanz zwischen zwei Jubiläen abnimmt. Es handelt sich dabei, die historischen Kulturwissenschaften begünstigend, um eine Konsequenz der schon erwähnten kulturevolutionären Innovationsdynamik. Diese Dynamik lässt die Gegenwart schrumpfen. Das hört sich sonderbar an, ist aber nichtsdestoweniger seit langem ein vertrauter Bestand unserer Alltagserfahrung, nämlich die progressive Abnahme der Zahl der Jahre, über die zurückzublicken bedeutet, einer Vergangenheit ansichtig zu werden, in der wir unsere gegenwärtige Lebenswelt nur noch partiell wiederzuerkennen vermögen. Komplementär dazu verändert diese Gegenwartsschrumpfung auch unser Verhältnis zur Zukunft. Die Zahl der Jahre nimmt ab, über die hinweg wir mit einiger Konstanz unserer gegenwärtigen Lebensverhältnisse rechnen können. „Erfahrungsraum“ und „Erwartungshorizont“ treten auseinander – so hat der Historiker Reinhart Koselleck die Zeiterfahrungskonsequenzen dynamisierter kultureller Evolution beschrieben, und Koselleck hat zugleich wie kein anderer die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts als denjenigen Zeitraum plausibel gemacht, in dem die Dynamik der zivilisatorischen Evolution einen Grad erreichte, der sie aufdringlich werden ließ und anwachsende Anteile des Alten als veraltet wahrnehmbar machte. Jeder Bibliotheksbenutzer kennt doch diese Konsequenz der schon erwähnten absinkenden Halbwertszeit wissenschaftlicher Literatur. Nie zuvor waren die Speicher unserer informationellen Überlieferung zu solchen Anteilen wie heute mit bereits veraltetem Informationsgut gefüllt. Im kulturhistorischen Rückblick bedeutet das: Die berühmte, in ptolemäischer Zeit errichtete und dann noch zu Lebzeiten Caesars abgebrannte Bibliothek von Alexandrien war in Relation zu den damaligen Lebensverhältnissen ungleich aktueller, als es irgendeine moderne Bibliothek heute sein kann.

Generalisiert heißt das: Die kulturelle Evolution ist durch temporale Innovationsverdichtung mitgeprägt. Man stößt sogar auf die gut belegte Vermutung, dass die Beschleunigung im Anwachsen der Innovationsrate bis in die Ur- und Frühgeschichte hinein eine Konstante ist. Die Menge der Evolutionsrelikte wächst entsprechend exponentiell, und die Frage stellt sich, wieso wir diese Relikte, statt sie wegzuworfen, in der ihrerseits dramatisch wachsenden Zahl unserer Museen konservieren, als Denkmäler restaurieren oder als Quellen unseres Vergangenheitswissens organisatorisch und finanziell höchst aufwändig konservieren.

Ich stelle die Beantwortung dieser Frage zunächst noch zurück zugunsten eines kleinen Beitrags zur Beantwortung der Frage nach den Ursachen der progressiven Dynamik

der kulturellen Evolution. Ich beschränke mich dabei auf den wissenschaftskulturellen Aspekt der Sache und riskiere die Behauptung, dass die Evidenz der Nützlichkeit unseres Wissens wie kein anderer Faktor auf unsere kulturelle Evolution dynamisierend wirkt. Akademische Feiertagsreden sind freilich zumeist auf einen anderen Ton gestimmt. Nicht zuletzt in der jüngeren deutschen wissenschaftskulturgeschichtlichen Tradition dominieren bei Jubiläen die Verächter der nutzenorientierten Wissenschaft unter den Gebildeten – das aber doch im auffälligen Kontrast gegen die Selbstverständlichkeit, mit der in den Haushaltsdebatten unserer Parlamente die wissenschaftspolitischen Aufwendungen nahezu ausnahmslos pragmatisch begründet werden. In akademischen Sonntagsreden pflegt man sich in Deutschland auf Francis Bacon nicht zu berufen. Nichtsdestoweniger ist er wissenschaftspraktisch längst zum ungenannten Klassiker vom Alltagsdienst geworden.

Es ist ja wahr: Unter den beiden Legitimationsprinzipien, die in unserer kulturellen und politischen Tradition die Wissenschaftspraxis öffentlich anerkannt sein lassen, hat die *Curiositas*, also das Recht der freien humanen Betätigung theoretischer Neugier, gegenüber der *Relevanz*, also der Nützlichkeit wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritte, den ungleich vornehmeren Status. Nichtsdestoweniger trifft es kulturgeschichtlich keineswegs zu, dass der Rekurs auf die Nützlichkeit der Wissenschaft, gar deren Ökonomisierung, eine neuzeitliche kulturelle Dekadenz wäre, gegen die man, feiernd, den humanen Selbstzweckcharakter theoretischer Betätigung zu erinnern und zu verteidigen hätte. Das Bedingungsverhältnis von *Curiositas* einerseits und *Relevanz* andererseits versteht man besser, wenn man vom Primat der *Relevanz* ausgeht. Theoretische Betätigung, auf Dauer gestellt, gar zur Lebenspraxis gemacht, ist doch zunächst einmal, neuzeitlich gesprochen, sehr commonsensefern. Genau das ist die Quintessenz der Anekdote, die die antike Biographik über den europäischen Protowissenschaftler, über Thales nämlich, zu erzählen wusste, der in die Grube fiel, weil er seinen Blick, statt auf den Weg, in theoretischer Absicht auf die Sterne gerichtet hatte. Das Gelächter der thrakischen Magd bekräftigte in dieser Erzählung die insoweit durchaus begründete Meinung von der Torheit der Philosophen. Das hat selbstverständlich auch heute noch seine Geltung, und schon im Kindergarten sind wir damit bekannt gemacht worden, nämlich über die Geschichte vom Hans-guck-in-die-Luft, die im „Struwelpeter“ erzählt wird. Thales seinerseits antwortete dann auf das Gelächter der Magd auch nicht mit einer Beschwörung der *Curiositas*, sondern mit dem Erweis eines Nutzens der Theorie, den versäumt, wer die Philosophie, die Wissenschaft also, lachhaft findet. Gemäß einer zweiten Thales-Anekdote wusste nämlich der Philosoph seine meteorologischen Kenntnisse für die Voraussicht einer sehr guten Ölfruchternte zu nutzen, kaufte billig die Nutzungsrechte aller verfügbaren Ölfruchtpressen auf und schlug sie zu Hochkonjunkturpreisen los, als beim tatsächlich eingetretenen überraschenden Erntesegegn jeder nach ihnen verlangte. Soweit die *Relevanz* im archaischen Anfang der europäischen Wissenschaft, und in der Vergegenwärtigung dieses Anfangs erkennt man, dass der Geltungsvorrang der *Curiositas* vor der *Relevanz* keineswegs eine Selbstverständlichkeit heiler Anfänge ist, sondern das Resultat einer schließlich erfolgreichen kulturellen Anstrengung, das Recht der Theorie gegen den Pragmatismus des Alltags oder auch gegen den Verdacht großer Theologen, curiositätsmotiviert liefen wir Gefahr, die großen Wahrheiten des Heils zu verfehlen, zu behaupten und zu verteidigen.

Und wäre denn nun, wenn wir uns an die Nutzenerwartung der Parlamentarier in den Wissenschafts- und Haushaltsausschüssen erinnern, diese die europäische Wissenschafts-

kultugeschichte tatsächlich prägende Verteidigung der *Curiositas* gegenüber der *Relevanz* zusammengebrochen? Wäre das akademische Erbe Wilhelm von Humboldts vertan, auf das wir uns doch bis heute in Deutschland regelmäßig für die Inanspruchnahme des Rechts freier Forschung zu berufen pflegen? Auch was Wilhelm von Humboldt anbelangt, so sind die Bedingungsverhältnisse von *Curiositas* einerseits und *Relevanz* andererseits, wie schon bei Thales, etwas komplizierter. Schließlich war Wilhelm von Humboldt kein Professor, sondern ein Staatsmann, wie uns spontan ein Blick auf das berühmte Bild von Isabey erkennen lässt, das uns Wilhelm von Humboldt als rechte Hand des preußischen Staatskanzlers Hardenberg inmitten der europäischen Diplomatenrunde des Wiener Kongresses zeigt. Ein Mann dieser politischen Rangklasse hätte kaum ohne pragmatischen Hintersinn die universitäre Dominanz des *Curiositas*prinzips ausrufen können. Entsprechend lesen wir dann auch bei von Humboldt, dass die Wissenschaften „immer in enger Beziehung auf das praktische Leben und die Bedürfnisse des Staates“ stünden und sich „praktischen Geschäften“ für ihn zu unterziehen hätten. Wie passt das zum Festredensstereotyp der Rolle Wilhelm von Humboldts als des Klassikers der Lehre vom höheren Rang der nützlichkeitsdesinteressierten reinen Wissenschaft? Die Antwort auf diese Frage lässt sich der Antrittsrede von Humboldts in der Berliner Akademie der Wissenschaft vom 19. Januar 1809 entnehmen, wo es heißt, dass die Wissenschaft „dann ihren wohlthätigsten Segen“ ausgieße, wenn sie ihren Nutzen „gewissermaßen zu vergessen“ scheine. Gemäß dieser Einsicht bilden *Curiositas* und *Relevanz* in ihrem Verhältnis zueinander nicht eine Alternative. Vielmehr stehen sie in einem Bedingungsverhältnis. Die kognitiven Innovationen, die motivational erst durch die unmittelbar nützlichkeitsdesinteressierte *Curiositas* freigesetzt werden, machen wie nie zuvor die Wissenschaft nutzbar. Wir sollten Wilhelm von Humboldt als Entdecker der *Relevanz* der *Curiositas* feiern.

Wie von Humboldt die Einsicht in dieses Bedingungsverhältnis von *Relevanz* und *Curiositas* universitätsorganisatorisch umgesetzt hat, bleibe hier unausgeführt. So oder so: Im fraglichen Bedingungsverhältnis von *Relevanz* und *Curiositas* bleibt die *Relevanz* die Führungsgröße. Das fügt sich schön zu einer wenig beachteten Tendenz der modernen Wissenschaftskultugeschichte, die ich folgendermaßen kennzeichnen möchte: Komplementär zur wachsenden Abhängigkeit unserer individuellen und kollektiven Lebenspraxis von den Wissenschaften und von der verwissenschaftlichten Technik nimmt die kulturelle Bedeutung so genannter wissenschaftlicher Weltbilder, also des Integrals des jeweiligen Standes unseres wissenschaftlichen Wissens, ständig ab. Die Plausibilisierung dieser These ist anspruchsvoll. Ich muss mich hier damit begnügen, den gemeinten Bestand ultrakurz durch einen kulturhistorischen Vergleich wissenschaftspolitischer Szenen anschaulich zu machen. Also: Im Februar des Jahres 1883 stand im preußischen Abgeordnetenhaus die Beschlussfassung über den Universitätshaushalt auf der Tagesordnung. Debattiert wurde aber, und zwar zwei volle Tage lang, statt über Ungewichte in den Haushaltsansätzen über das unerhörte Vorkommnis, dass just die damals herausragende Gestalt der Wissenschaften in Preußen, der Rektor nämlich der Friedrich-Wilhelms-Universität und Sekretar der Wissenschaftsakademie zu Berlin, Direktor überdies des weltberühmten Physiologischen Instituts daselbst, Emil Du Bois-Reymond also, sich in einem rühmenden Nachruf auf Darwin öffentlich als Anhänger der Darwin'schen evolutionstheoretischen Hypothesen bekannt hatte. „Während das hl. Offizium des Kopernikus Anhänger mit Feuer und Kerker verfolgte, ruht Charles Darwin in Westminster Abbey“, so sprach er. Das tadelte Ludwig

Windthorst als blanke Ketzerei und verlangte für den katholischen Volksteil eine „freie“, nämlich nicht mehr in staatlicher Trägerschaft befindliche Universität, auf der dann natürlich biblisch korrekt über den Schöpfungsverlauf berichtet werden würde. Adolf Stoecker, dem evangelischen Konservativen christlich-sozialer Prägung, gefiel das gar nicht – weder das Freiheitsverständnis Windthorsts noch der Darwinismus Du Bois-Reymonds, so dass er, verlegen, sein Plädoyer für die Freiheit der Wissenschaft mit der Mahnung an den berühmten Professor verband, er möge doch, was er an weltanschaulichen Ungemeinheiten zu sagen frei sei, bitte aus Gründen der Ärgernisvermeidung weniger laut sagen. Zukunftsfähig hingegen äußerte sich Rudolf Virchow. Die vermeintlich weltanschauliche Unverträglichkeit von Schöpfungsglauben und Deszendenztheorie sei doch ein schlichtes Missverständnis. Wieso solle es denn ausgeschlossen sein, dass innerhalb derjenigen Welt, die Gott nach christlicher Lehre geschaffen hat, diejenigen Evolutionen tatsächlich abgelaufen sind, die nun im Lichte der Darwin'schen Hypothesen erkennbar und beschreibbar werden? Damit nahm Virchow die Lesart der Sache vorweg, die sechzig Jahre später auch der amtierende Papst, als er noch deutscher Professor war, wählte, um jene glaubenspraktische Irrelevanz kognitiver wissenschaftlicher Innovationen darzutun, die wenige Jahre später, nämlich 1980, Johannes Paul II. im Dom zu Köln in einer kirchengeschichtlich herausragenden Rede sozusagen abschließend bekräftigte.

Selbstverständlich müsste man hier differenzieren. Aber die kleine Skizze der preußischen Parlamentsdebatte vom Februar 1883 genügt schon, um im historischen Vergleich mit unserer wissenschaftskulturellen und wissenschaftspolitischen Gegenwart evident zu machen, dass heute Parlamentsdebatten um die Weltbildkonsequenzen kognitiver Innovationen, die wir der Forschung zu verdanken haben, schwerlich denkbar wären. Wissenschaftsdebatten, selbstverständlich, finden heute in allen Parlamenten der freien Welt sogar ungleich häufiger als im 19. Jahrhundert statt, und die aufdringlich gewordene *Relevanz* des wissenschaftlichen Fortschritts erzwingt das. Wie nie zuvor sind entsprechend die Kosten der Forschung ein Thema, ihr erhoffter Nutzen und befürchtete Schädlichkeitsnebenfolgen ihrer Inanspruchnahme desgleichen, der moralische und juristische Normierungsbedarf, der mit der naturalen und sozialen Eingriffstiefe unseres technisch instrumentierten Handelns anwächst. Gerade in der Erörterung normativer Konsequenzen der Fortschritte der Wissenschaften bringen sich auch wieder die existenziellen und weltanschaulichen Optionen zur Geltung, von denen unsere Urteile über Nutzen und Nachteil wissenschaftlicher Entwicklungen abhängig sind. Aber über die puren kognitiven Gehalte der Forschungserträge ereifert sich kaum einer noch – weder im Parlament noch am Stammtisch, und, nach dem Zusammenbruch der ideologisch rechtgläubigen totalitären Parteien, in den politischen Akademien und in den Redaktionen der Massenmedien auch niemand mehr. Ultrakurz kann man, was sich insoweit wissenschaftskulturgehichtlich ereignet hat, auch wie folgt beschreiben: Je tiefer sich die Wissenschaften in die Dimensionen des sehr Großen, des sehr Kleinen und des sehr Komplizierten hineinarbeiten, umso schwieriger wird es, die kognitiven Gehalte ihrer Auskünfte über die Welt, in der wir leben, auf unsere lebensweltlichen Erfahrungen zurückzubeziehen. Überdies gilt, dass in eins mit dem Tempo fälliger Änderungen im forschungsabhängig entworfenen Bild der Welt, in der wir leben, die lebensführungspraktische *Relevanz* dieses Bildes abnehmen muss. So lassen wir uns heute Nachrichten aus dem Wissenschaftsfeuilleton über den Übergang von einem älteren zu einem jüngeren Quark-Modell zur Aufklärung über subatomare Gegebenheiten

ungerührt gefallen. Spitzenmeldungsfähig wird dergleichen erst dann, wenn uns kraft der Nutzbarkeitsaspekte der Sache ihre *Relevanz* zu beschäftigen hat.

Die so genannten Creationisten gibt es natürlich auch noch, und es wäre falsch zu meinen, bei deren unverdrossenem Widerstand wider die Erkenntniszumutungen moderner Wissenschaft handle es sich um ein wissenschaftskulturevolutionäres Relikt kurz vor seinem Verschwinden kraft der Bemühungen schulischer Aufklärung und sonstiger intellektueller Emanzipationsbeihilfen. Ganz im Gegenteil darf man damit rechnen, dass dergleichen Unbereitschaft, sich die Erkenntnisfortschritte der Wissenschaften gefallen zu lassen und sich im Übrigen zu ihnen über *Relevanzurteile* in eine kulturelle und politische Beziehung zu bringen, sich marginal sogar noch ausbreiten wird. Das widerspricht der These vom skizzierten abnehmenden kulturellen Orientierungswert wissenschaftlicher Weltbilder keineswegs; es fügt sich vielmehr zum Faktum modernitätsabhängig fortschreitender Pluralisierung individueller, auch gruppenspezifisch manifester weltanschaulicher Präferenzen. In hochentwickelten wissenschaftlich-technischen Zivilisationen setzt die kulturelle und politische Geltung der Wissenschaften die gemeine Orientierung an einem aufgeklärten gemeinen Weltbild gar nicht voraus. Sie basiert vielmehr auf dem Faktum ihrer irreversiblen Zugehörigkeit zu den massenhaft aufdringlich erfahrenen Bedingungen unserer physischen und kulturellen Existenz – von der medizinischen Versorgung bis zur Gewährleistung der Abhängigkeit unserer alltäglichen Kommunikationen von funktionsfähigen technischen Netzen. Wie darüber die kulturelle Bedeutung wissenschaftlicher Weltbilder absinkt, spiegelt sich eindrucksvoll in der Entwicklungsgeschichte populärwissenschaftlicher Literatur. Haeckels *Welträtsel*, die gelösten nämlich, wurde in einer Epoche ungleich niedrigerer durchschnittlicher Bildungsstände, nämlich im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts, in der Größenordnung von einer Million abgesetzt. Demgegenüber ist, bei freilich größerer Titelmenge, der Absatzerfolg populärwissenschaftlicher Werke heute ungleich geringer, und wenn er sich doch einmal, wie bei Stephen W. Hawking's *A Brief History of Time*, in den Dimensionen der Hunderttausende bewegt, so sind es keineswegs die Berichte über die Schwarzen Löcher, die das Publikum weltanschaulich anrühren, vielmehr der existenzielle Bestand, dass ein Mensch selbst noch im Zustand äußerster Hinfälligkeit den Gestirnen zugewandt bleibt.

Im Resümee heißt das: Ohne den anthropologisch universellen Antrieb der *Curiositas* fände auch heute die Wissenschaft nicht statt. Aber sie fände ebenfalls nicht statt, wenn sie sich in ihren modernen personellen, materiellen und organisatorischen Dimensionen nicht in politisch bezwingender Weise als relevant erwiese, und einzig diese *Relevanz*, die Evidenz unserer lebenspraktischen Angewiesenheit auf sie, erklärt auch die Evolutionsdynamik der wissenschaftlich-technischen Zivilisation. Beschreibt man die Zusammenhänge so, dann versteht man zugleich die auffällige Verzagtheit der deutschkulturell so genannten Geisteswissenschaftler. Auf die Zitation von Stimmen aus dem mächtigen Chor, der gegenwärtig die Krise der Geisteswissenschaften beklagt, darf ich hier verzichten, weil jeder Medienkonsument diese Stimmen im Ohr hat. Die fraglichen Klagen sind bei genauerem Hinhören erstaunlich, weil sie in wohlbestimmter und entscheidender Hinsicht gegenstandslos sind. Die moderne Zivilisation begünstigt kraft unserer Angewiesenheit auf sie nicht nur die nutzbaren Wissenschaften, sondern in gleichem Maße die Praxis der Vergangenheitsvergegenwärtigung, der sich unsere historischen Kulturwissenschaften widmen.

Also noch einmal: Nie zuvor waren die Vergangenheitsvergegenwärtigungsinteressen, die sich einzig in der Nutzung der Leistungen der Geisteswissenschaft bedienen lassen, intensiver als heute. Jede frühere Gegenwart, auf die wir inzwischen zurückblicken können, hat ungleich geringere Anstrengungen auf sich genommen, Vergangenes gegenwärtig zu halten. Diese Behauptungen sind keine rhetorischen Hyperbeln. Es handelt sich vielmehr um einen harten, kultursoziologisch längst vermessenen Bestand, und der Anschaulichkeit der Zahlen wegen sei als einziges Datum aus der Museumsstatistik die Auskunft zitiert, dass die Zahl der jährlichen Museumsbesucher in den hochentwickelten europäischen Ländern die Zahl der Einwohner dieser Länder erreicht. In Deutschland bewegt sich die Zahl der Museumsbesucher im Jahr sogar auf einhundert Millionen zu. Das ist weit mehr, als sich auf Schalke und in allen anderen deutschen Fußballarenen zusammengenommen Zuschauer live einfinden. Die vor den Bildschirmen versammelte Fußballgemeinde ist allerdings noch beträchtlich größer. So oder so: Das Museum bewegt die Massen.

Massennachfrage treibt inzwischen auch die Denkmalschutzbewegung voran, und allein schon die budgetären Aufwendungen unserer hochentwickelten Kunst, Altes neu alt zu machen, bewegen sich in der Europäischen Union in Milliarden Dimensionen. Die von mir gelegentlich kolportierte Behauptung, von der bis 1950 erstellten Baumasse stünden fast 17 Prozent unter Denkmalschutz, stieß bei Gelegenheit des jüngsten großen österreichischen Denkmalpflegejubiläums auf Widerspruch der Experten. Nachkalkulationen ergaben dann Schätzungen zwischen zehn und zwölf Prozent einschlägiger Gebäude im Denkmalsrang aller öffentlichen und privaten Schutzklassen. So oder so: Die Anstrengungen denkmalpflegerischer Vergangenheitsvergegenwärtigung sind im harten historischen Vergleich singulär und machen zugleich evident, dass Friedrich Nietzsches Diagnose, in ihrem ausgeprägten Historismus mache sich unsere Kultur zukunftscheu, eine eklatante Fehldiagnose war.

Auch unsere Archive sind über ihre traditionellen Serviceleistungen für die historische Forschung hinaus zu Stätten eigenständiger geisteswissenschaftlicher Arbeit geworden, und überdies nimmt heute die geschichtspolitische Bedeutung der Archive ständig zu. In Paris war es bei Gelegenheit des 11. Internationalen Kongresses der Archive der damalige Staatspräsident François Mitterrand, der mit seiner Anwesenheit bekundete, was die Gegenwart archivarisch und bibliothekarisch gesicherter Vergangenheit für die Zukunft bedeutet, und er benutzte zugleich diese Gelegenheit, seine Rolle als Fortbildner der stadtbildprägenden Architektur von Paris als Veranlasser der großen Archiv- und Bibliotheksneubauten daselbst herauszustellen.

Die exemplarisch erwähnte Vergangenheitsvergegenwärtigungspraxis von der Musealisierung über die Denkmalpflege bis zur Archivgutbildung mit ihrem Zweck, diejenige Vergangenheit, die unsere Gegenwart zukünftig geworden sein wird, dokumentationsfähig zu halten, ist zugleich eine Antwort auf die Frage, wieso sogar der Anteil der Arbeitslosen unter den Absolventen geisteswissenschaftlicher Studiengänge eher geringer als in anderen Fachbereichen zu sein pflegt.

Das Faktum der kulturellen Massenzustimmung zu den Vergangenheitsvergegenwärtigungsleistungen, die ohne die Tätigkeit der historischen Kulturwissenschaftler nicht erbracht werden könnten, ist schlechterdings nicht zu bestreiten, und die zivilisationsevolutäre Voraussetzung dieses Faktums, nämlich die Alterungswirkungen des Fortschritts, hatte ich bereits eingangs erwähnt. Offen ist noch die Antwort auf die Frage, wieso wir die

irreversiblen Vergangenheiten, die doch nichts anderes als die Kehrseite des Fortschritts sind, erinnerungspraktisch gegenwärtig zu halten suchen, also musealisieren, konservieren und archivieren, anstatt sie nicht nur dinglich, sondern auch mental sich selbst und damit ihrem definitiven Untergang zu überlassen. Nun: Mit der zivilisationsevolutiönär anwachsenden Menge von Innovationen und systemstrukturverändernden Ereignissen pro Zeiteinheit, so hatten wir uns ja eingangs schon klar gemacht, nimmt die Erfahrung der Fremdheit, ja schließlich der Unverständlichkeit der Vergangenheit zu, und damit wächst zugleich der Bedarf an historischen Erklärungen, ohne die unsere Vergangenheiten gar nicht mehr aneignungs- und zuschreibungsfähig wären. Es ist die modernitätsspezifische Funktion unseres methodisch und institutionell verselbständigten kulturellen Historismus, die Vergegenwärtigungsfähigkeit unserer Vergangenheiten zu sichern, die wir verstehen, indem wir sie historisch erklären. Darauf wissen wir uns angewiesen, weil einzig – um es mit einem inzwischen traditionsreichen Topos zu sagen – die Geschichte uns sagen kann, wer wir sind, individuell und kollektiv einschließlich unserer institutionellen und sonstigen Zugehörigkeitsverhältnisse. „Je suis mon passé“ – das ist eine quintessenzielle Zusammenfassung des Zusammenhangs von Identität und Geschichte, die wir bei Jean Paul Sartre finden können. In ihrer letztinstanzlichen humanen Bedeutung wird damit die historische Kultur zugleich zum Medium der Erfahrung der Kontingenz unserer Identität. Niemand kann sich als Resultat seines tätigen und darin zugleich erfolgreichen Willens zur Hervorbringung dieses Resultats verständlich machen, und wiederum gilt das individuell und kollektiv; und selbst für unsere institutionell verfassten Zugehörigkeitsverhältnisse gilt es jeweils über längere Fristen hinaus auch noch.

Das hat selbstverständlich auch eine politische Bedeutung – nicht, weil die Vergangenheit eine Schatzkammer voll von Lösungen unserer aktuellen Probleme wäre, sondern aus einem gänzlich anderen Grund, den ich mit einem Rekurs auf den Sinn unserer Archive erläutern möchte. Mit unüberbietbarer Prägnanz hat ein prominenter Literat uns mit dem Sinn der Archive bekannt gemacht, und ich beziehe mich darauf aus Abkürzungsgründen. In seinem Schreckensroman *1984* gibt uns George Orwell ein sattes Bild der Lebenswelt im System totalitär perfektionierter Herrschaft – von der informationstechnisch gewährleisteten Omnipräsenz des Großen Bruders über die Alltagsmisere zentralistischer Mangelverwaltungswirtschaft bis hin zur permanent gewordenen Ausnahmesituation kämpferischer Endsiegsorientierung. Dabei beschreibt Orwell den Totalitarismus selbstverständlich rechts-links-indifferent. Hauptfigur des Romans ist Winston Smith – verblüffenderweise ein Archivar. Der Beruf des Archivars hat doch für uns überwiegend eine freundliche, politisch eher unverfängliche, um nicht zu sagen harmlose Anmutungsqualität, und entsprechend ist zu fragen, was denn just einen Archivar geeignet machen könnte, die Quintessenz totalitärer Herrschaft literarisch zu symbolisieren. Nun: Winston Smith hat die Funktion, im Wahrheitsministerium den Altaktenniederschlag des Handelns der politischen und administrativen, auch wirtschaftlichen Instanzen von jeweils gestern oder vorgestern fortlaufend so umzuschreiben, dass dieser Niederschlag sich zu den neuen, veränderten Erfordernissen von heute fügt und damit der Legitimierung der jeweils aktuellen Politik dienlich wird.

Das bedeutet: Die Vergangenheit wird politisch disponibel gemacht. Dass totalitäre Regime über unsere individuellen und kollektiven Biographien unter Zukunftsaspekten entscheiden – das ist uns historisch aus der politischen Geschichte des 20. Jahrhunderts

vertraut. George Orwell führt uns eine Überbietung, ja die Vollendung der totalitären Dispositionsgewalt über unsere Lebensgeschichten vor, indem er diese Gewalt über die Zukunft hinaus sich auch noch auf unsere Vergangenheiten erstrecken lässt. Bringt man das mit dem Sartre-Satz „Je suis mon passé“ in Verbindung, so heißt das: Der Totalitarismus vollendet sich als Dispositionsgewalt über unsere Identität. Wer wir sind, das sagt uns nun nicht mehr unsere Geschichte, sondern der politische Geschichtsdisponent, und der Archivar amtiert als Vollstrecker seiner Dispositionen. Ob wir dieser sind oder ein anderer waren, ja im Extremfall überhaupt nicht gewesen sind – das wird zum Inhalt von Identitätsverfügungen, deren Urkunden ihrerseits, statt in Archiven gesichert zu sein, der Archivarspraxis permanenter Vergangenheitsadjustierung überantwortet bleiben.

Komplementär zur Orwell'schen Vision, wie sich in der Archivartätigkeit der permanenten Vergangenheitsumschrift die totalitäre Herrschaft als Herrschaft über unsere vergangenheitsabhängige Identität vollendet, erfüllt somit in freien Gesellschaften der Archivar die elementare politische Funktion, die Quellen unseres identitätsverbürgenden Herkunftswissens politisch indisponibel zu halten.

Gewichtiger ließe sich die Antwort auf die Frage nach dem Sinn der historischen Kulturwissenschaften schwerlich machen, und mit einigen wenigen Sätzen zum Abschluss möchte ich nun noch versuchen zu zeigen, dass über die Diagnose hinaus, die Geisteswissenschaften befänden sich in einer Krise, auch die Klage im Kern der Sache gegenstandslos ist, die historischen Kulturwissenschaften einerseits und die theoriehaltigen und eben deswegen zu wachsenden Anteilen technisch umsetzbaren und ökonomisch nutzbaren Naturwissenschaften andererseits entfernten sich immer mehr voneinander und entfalteten sich zu zwei Kulturen, die in ihrem Verhältnis zueinander fortschreitend sprachloser werden und insofern unter den Dächern unserer Universitäten nur noch zufällig, nämlich aus historischen Gründen koexistieren. Diese Sicht der Dinge, die wir heute gern mit dem Namen des britischen Publizisten Charles Percy Snow verbinden, übersieht, dass die erläuterte Selbsthistorisierungstendenz, die für die moderne Zivilisation charakteristisch ist, in genau angebbarer Hinsicht Naturwissenschaften einerseits und Geisteswissenschaften andererseits, statt sie immer weiter auseinander zu treiben, in eine fortdauernd enge Beziehung zueinander gebracht hat. Man vergegenwärtige sich wissenschaftshistorisch, dass die Historizität der Kultur ungefähr gleichzeitig mit der Historizität der Natur entdeckt worden ist. Disziplinengeschichtlich heißt das: Mit der rasch wachsenden Menge junger kulturhistorischer Disziplinen etablieren sich im 19. Jahrhundert alsbald auch die Geologie und die Paläontologie – in Preußen etwas später als in Frankreich oder auch als in Bayern und Österreich. Dem entspricht das kulturgeschichtliche und bildungsgeschichtliche Faktum, dass auch die Musealisierung der Natur einerseits und der Kultur andererseits über die ganze Dauer des 19. Jahrhunderts hin gleichzeitig erfolgt, und das sogar in unübersehbarer städtebaulicher Komplementarität – so an der Wiener Ringstraße mit den herausragenden Kuppelbauten des Kulturhistorischen Museums einerseits und des Naturhistorischen Museums andererseits. Gelegentlich finden sich musealisierte Natur wie musealisierte Kultur sogar unter demselben Dach – so in Darmstadt. Auch noch das Faktum, dass vor dem Portal der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin beiden Brüdern von Humboldt das ihnen gebührende Denkmal gesetzt worden ist, will dazu passen. Wissenschaftstheoretisch entspricht dem die analytische Einsicht in die strukturelle Identität dessen, was wir in der Kultur wie in der Natur wohldefinierbar eine „Geschichte“ nennen.

Sich mit den Kontingenzen der naturalen und kulturellen Evolutionen zu befassen, die unsere humanen Identitäten prägen, heißt nun allerdings nicht nur, Vergangenes gegenwärtig zu machen, das schlechthin vergangen ist und nie wiederkehrt. Evolutionen sind, natural wie kulturell, nicht laminare Prozesse, die in allen Realitätsschichten dieselbe Temporalstruktur hätten. Indem wir Geschichten vergegenwärtigen, heben sich komplementär zu dem, was jeweils rasch vergangen ist, zugleich auch Strukturen von langer Dauer heraus. Kulturgeschichtlich formuliert heißt das: Es gibt das Klassische, mit dessen Vergegenwärtigung wir zugleich seiner größeren Alterungsresistenz innwerden. Gänzlich neue Tugenden zum Beispiel werden selten benötigt und entsprechend erfunden, und eben deswegen lässt sich die fortdauernd nötige Vergegenwärtigung alter Tugenden als Klassikerlektüre betreiben. Auch hier wirkt der Historismus nicht zersetzend, sondern intensiviert die kulturelle Erfahrung, dass das so ist. Klassisch ist, was den Fortschritt und damit auch seine Historisierung aushält – so lesen wir sinngemäß beim Klassischen Philologen Karl Reinhardt.

In ihrer Temporalität strukturell analoge Phänomene verbinden uns selbstverständlich auch mit der naturalen Evolution – allein schon für die Fülle der Homologien gilt das, die wir mit unseren Mitgeschöpfen gemeinsam haben. Häufiger als Geisteswissenschaftler sind es freilich Naturwissenschaftler, die sich kraft ihrer fachlichen Einsicht in diese Zusammenhänge „als Brückenbauer zwischen den so genannten exakten Wissenschaften und den Geisteswissenschaften“ betätigen – so nach den Worten Ernst Mayrs. In letzter Instanz beruht die Einheit der Wissenschaften auf der Geschichtlichkeit ihres Gegenstandes: Die Welt, in der wir leben, ist ein historisches Datum.

Medizinische Fakultät

Dekanat

2005/2006



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang H. M. Raab
Dekan (bis 28. August 2006)



Univ.-Prof. Dr. Dr. Bernd Nürnberg
Prodekan (vom 20. Oktober 2005
bis 28. August 2006)



Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann
Prodekan (bis 2. März 2006)



Univ.-Prof. Dr. Ulrich Mödder
Prodekan (bis 20. Oktober 2005)



Prof. Dr. Sibylle Soboll
Studiendekanin



Prof. Dr. Alfons Hugger
stellvertretender Studiendekan
(seit 13. Mai 2005)

Dekanat

2006



Univ.-Prof. Dr. Dr. Bernd Nürnberg
Dekan (seit 28. August 2006)



Univ.-Prof. Dr. Ertan Mayatepek
Prodekan (seit 2. März 2006)



Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer
Prodekan (seit 28. August 2006)



Prof. Dr. Sibylle Soboll
Studiendekanin



Prof. Dr. Alfons Hugger
stellvertretender Studiendekan

Neu berufene Professorinnen und Professoren

Univ.-Prof. Dr. Stephan E. Baldus

Stephan Ernst Baldus wurde 1966 in Köln geboren und studierte von 1985 bis 1992 Medizin an der dortigen Universität. Seine Dissertation über die Bedeutung der Immunreaktivität normaler und tumorassoziierter Muzin-epitope mit kohlenhydratspezifischen monoklonalen Antikörpern fertigte er unter Anleitung von Univ.-Prof. Dr. G. Uhlenbruck am Institut für Immunbiologie an. Seit 1993 arbeitete er zunächst als Arzt im Praktikum, später als wissenschaftlicher Mitarbeiter und ab 1998 als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Pathologie der Universität zu Köln. Diese Tätigkeit wurde unterbrochen durch Weiterbildungszeiten in der Inneren Medizin (Klinik I für Innere Medizin der Universität zu Köln) sowie in der Frauenheilkunde und Geburtshilfe (Geburtshilflich-gynäkologische Abteilung, Evangelisches Krankenhaus Köln). 2000/2001 erfolgte ein sechsmonatiger Forschungsaufenthalt am Van Andel Research Institute, Grand Rapids (Michigan, USA), im Jahre 2002 die Anerkennung als Facharzt für Pathologie. 2003 habilitierte er sich für das Fach Allgemeine und Spezielle Pathologie zum Thema *Muzinassozierte Antigene und gastrointestinale Karzinogenese: Molekulare und biochemische Grundlagen sowie klinisch-pathologische Bedeutung*. 2004 wurde er zum Oberarzt ernannt.



Im Jahre 2005 erhielt er einen Ruf auf die W2-Professur für Pathologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Schwerpunkte seiner wissenschaftlichen Arbeit sind die Erforschung der Struktur und tumorbiologischen Bedeutung der Muzine, die molekulare Kanzerogenese im Gastrointestinaltrakt und die Charakterisierung von molekularen Prognosefaktoren gastrointestinaler Karzinome. Daneben wurden Untersuchungen zu speziellen Fragen der Biologie hämatopoetischer Neoplasien sowie der Karzinome der Mamma und *Cervix uteri* durchgeführt. Seine Forschungsarbeiten wurden im Wesentlichen von der Deutschen Krebshilfe und Köln Fortune gefördert.

Univ.-Prof. Dr. Dr. Ulrich Meyer

Ulrich Meyer wurde im Juli 2005 auf eine W2-Professur auf Lebenszeit für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf berufen. Geboren am 28. Januar 1964 in Minden (Westfalen), studierte Ulrich Meyer von 1984 bis 1994 Zahn- und Humanmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, bevor er an der dortigen Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie seine Facharztzeit absolvierte und die Zusatzbezeichnung „Plastische Operationen“ erwarb.

Nach Promotionen in Zahnmedizin und Humanmedizin habilitierte sich Ulrich Meyer während dieser Zeit mit dem Thema Distractionsosteogenese und wurde 2001 nach mehrjähriger Oberarztstätigkeit zum Leitenden Oberarzt der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie in Münster ernannt. Im Juli 2005 erfolgte dann die Berufung an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Ulrich Meyer ist seitdem Stellvertretender Direktor der Klinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie an der Westdeutschen Kieferklinik.

Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt ist neben grundlagenorientierten Zellkulturstudien und klinischen Studien zur Distractionsosteogenese und Traumatologie insbesondere das Knochen- und Knorpelengineering. Ulrich Meyer ist zudem Editor in Chief des Open-Access-Journals *Head and Face Medicine*.



Univ.-Prof. Dr. Joachim Windolf

Joachim Windolf studierte von 1979 bis 1985 Medizin in Frankfurt am Main. Seine 1986 abgeschlossene Dissertation mit dem Titel *Effektivität und Effizienz der konventionellen Röntgendiagnostik in der Traumatologie* war 1990 Ausgangspunkt einer von ihm geleiteten Multicenterstudie zur Röntgendiagnostik des Schädels am Unfalltag, die national und international Anerkennung fand. Ab 1986 arbeitete er als Assistenzarzt am Universitätsklinikum Frankfurt, wo er sich ein breites operatives Spektrum sowohl im gesamten Gebiet der Unfallchirurgie als auch in der Handchirurgie aneignete. Der Anerkennung zum Facharzt für Chirurgie 1993 sowie zum Facharzt für Unfallchirurgie 1995 folgte 1997 die Zusatzbezeichnung „Handchirurgie“.



Von 1995 bis 2001 war Joachim Windolf als Oberarzt und während des zweijährigen Interregnums nach der Emeritierung des Lehrstuhlinhabers als Geschäftsführender Oberarzt der unfallchirurgischen Universitätsklinik tätig. Als junger Wissenschaftler arbeitete er zunächst in einer tierexperimentellen Arbeitsgruppe zur Erforschung von Knochenersatzmitteln und fokussierte sein Interesse in den folgenden Jahren auf die Pathophysiologie der posttraumatischen Schockfolgereaktionen. 1996 erfolgte die Habilitation für das Fach Chirurgie. Seine Habilitationsschrift trägt den Titel *Prädiktive Faktoren des Multiorganversagens*. 2001 wechselte Joachim Windolf als C3-Professor und Stellvertretender Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie an das Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, wo er vor allem in der Becken- und Wirbelsäulenchirurgie arbeitete. Ein besonderes Anliegen war und ist Joachim Windolf die studentische Ausbildung. Sowohl in Frankfurt als auch in Hamburg etablierte er verschiedene praxisorientierte Unterrichtsveranstaltungen, unter anderem einen Operationskurs an Leichenpräparaten, der von den Studierenden begeistert aufgenommen wurde.

Im Jahr 2004 erhielt er den Ruf nach Düsseldorf als Direktor der neu gegründeten Klinik für Unfall- und Handchirurgie der Heinrich-Heine-Universität, den er im März 2005 annahm. Ziel seiner klinischen Arbeit ist der Aufbau eines überregionalen Traumazentrums sowie die Etablierung der Handchirurgie am Universitätsklinikum Düsseldorf. Joachim Windolf ist Leiter der Sektion Handchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, die er als Präsidiumsmitglied auch als Beauftragter der DRG vertritt. Seine wissenschaftliche Arbeit findet aktuell in der Implementierung eines Leukozyteninhibitionsmoduls zur therapeutischen Beeinflussung der systemischen Inflammation beim Polytrauma ihre Fortsetzung. Als Herausforderung für die Zukunft sieht Joachim Windolf vor allem die Alterstraumatologie. Einen weiteren Schwerpunkt seiner experimentellen Forschungsarbeit setzt er daher auf die Entwicklung neuer Implantate und Knochenersatzmaterialien zur Versorgung osteoporoseassoziiierter Frakturen.

WOLFGANG H. M. RAAB (Dekan) und SIBYLLE SOBOLL

Forschung und Lehre in der Medizinischen Fakultät

Vorbemerkung

Im Jahr 1907 wurde die Medizinische Akademie Düsseldorf gegründet. Durch das Wirken zahlreicher renommierter Arzt- und Forscherpersönlichkeiten – es seien exemplarisch nur die Namen Franz Grosse-Brockhoff, Ernst Derra, Franz Loogen und Gustav-Adolf von Harnack genannt – erwarb die ursprünglich Städtische Krankenanstalt nicht nur regionale, sondern auch hohe internationale Reputation. Erst im Jahr 1965 erfolgte nach Etablierung weiterer Fakultäten die Universitätsgründung, die in der Medizinischen Fakultät ihr Herzstück hat. Im Jahr 2001 wurde auf der Basis neu geschaffener Gesetzesgrundlagen das Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) als Anstalt des öffentlichen Rechts ausgegliedert. Medizinische Fakultät und UKD sind seither durch einen Kooperationsvertrag verbunden. Entsprechend dem Kooperationsvertrag ist die Verwaltung nicht nur als Klinikumsverwaltung, sondern auch als Dienstleister der Fakultät zu verstehen.

Eine wesentliche Voraussetzung für das konstruktive Miteinander von Fakultät und UKD wird die gemeinsame Erarbeitung der Richtlinien für die so genannte Trennungs- oder Transparenzrechnung sein. Es ist auch eine wesentliche Voraussetzung für den zweckgerechten Einsatz des Zuführungsbetrags des Landes für Forschung und Lehre. Nur auf dieser Basis können die Prinzipien einer leistungsorientierten Mittelvergabe (LOM) realisiert werden. Die Medizinische Fakultät hat ein klares Bekenntnis zur Leistungsorientierung und der entsprechenden Ressourcenverwendung abgelegt und dies in vielen Bereichen bereits umgesetzt.

Parallel wird eine enge Vernetzung der Medizinischen Fakultät mit den anderen Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität, vor allem mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, als ein wesentliches Element zur synergistischen Bildung international sichtbarer Schwerpunkte in Forschung und Lehre umgesetzt.

Lehre

Die Medizinische Fakultät bietet den Studierenden sowohl eine attraktive wissenschaftliche als auch eine praxisorientierte Ausbildung auf höchstem Niveau. Schwerpunkte in der Lehre sind der Ausbau des an Themen bzw. Fällen orientierten Lernens in Vorklinik und Klinik sowie die verstärkte Implementierung von E-Learning in Praktika und Seminaren. Hier ist unter anderem die Digitalisierung von klinischen und radiologischen Befunden, Gewebepreparaten und Zellschnitten sowie die Einführung von virtuellen Fällen und ausgewählten Experimenten in vorklinischen und klinischen Lehrveranstaltungen zu nennen.

Ferner ermöglicht das medizinische Curriculum schon in den vorklinischen Studienjahren den Erwerb der Fähigkeit zu wissenschaftlichem Denken und Arbeiten im Rahmen des „Doktorandencurriculums“. Hier können frühzeitig zukünftige Forscher im medizinischen

Bereich ausgewählt und entsprechender Weiterbildung in den Graduiertenkollegs (GKs) und dem geplanten MD/PhD-Programm, zusammen mit Studierenden der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, zugeführt werden.

Den Anforderungen an die medizinische Ausbildung kann eine nicht professionalisierte Dozentenschaft auf die Dauer nicht mehr gerecht werden. Daher hat die Medizinische Fakultät ein umfangreiches Medizindidaktikprogramm aufgelegt (siehe Tabelle 1). In der Habilitationsordnung wurde die Verpflichtung der Habilitanden zur Teilnahme an mindestens einem medizindidaktischen Kurs festgeschrieben. Ferner müssen die Habilitanden vor Eröffnung des Habilitationsverfahrens eine positiv begutachtete Lehrveranstaltung sowie einen begutachteten wissenschaftlichen Vortrag vorweisen.

Zur Schulung der Dozenten und Einführung neuer Strukturen im medizinischen Curriculum hat die Fakultät außerdem zwei Dozenten die Ausbildung zum „Master of Medical Education“ finanziert. Der Stifterverband des Deutschen Volkes und die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e. V. beteiligten sich jeweils zur Hälfte an den Kosten.

Die Professionalisierung der Lehre wird auf lange Sicht das Bewusstsein der Dozenten für die Verpflichtung zur Lehre stärken und das Engagement in der Lehre verbessern.

Die angestrebte schrittweise Autonomisierung der Hochschulen bis hin zum Hochschulwahlverfahren und der Erhebung von Studiengebühren wird dazu führen, dass die Hochschulen um die guten Studienbewerber konkurrieren müssen. So soll eine frühzeitige Beratung durch das Dekanat und Mitglieder der Fachschaft die Abiturienten über Möglichkeiten in der Ausbildung der Ärzte in Düsseldorf ausführlich informieren. Ferner wird der Einstieg ins vorklinische Studium durch so genannte „Brückenkurse“ in den naturwissenschaftlichen Fächern kurz vor Beginn des Studiums erleichtert.

Ein weiterer Anreiz für gute Studienbewerber ist ein attraktives Angebot an medizinischen Aufbaustudiengängen. Hier sind neben dem schon existierenden Aufbaustudiengang „Gesundheitswissenschaften“ auch die Aufbaustudiengänge „Molekulare Medizin“ und Aufbaustudiengang „Medizinische Physik“ in Planung, die ebenfalls in Kooperation mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät aufgelegt werden.

Ab dem Wintersemester 2007/2008 werden 60 Prozent der Studienbewerber, nach Vorauswahl durch Abiturdurchschnittsnote und Ortspräferenz, an einem zentralen Eingangstest für Mediziner und Zahnmediziner, durchgeführt vom Institut für Test- und Begabungsforschung, teilnehmen und ihren Leistungen entsprechend zugelassen werden.

Die leistungsbezogene Mittelvergabe zwingt die Fakultäten, durch gezielte Maßnahmen die Prüfungsleistungen zu verbessern. Gute Leistungen von Düsseldorfer Studierenden in den Staatsprüfungen werden gute Schulabgänger anziehen.

Ferner ermöglicht ein guter, professioneller Service z. B. eine intensive Beratung und Betreuung der Studierenden und Lehrenden bei der Gestaltung des Studienplans und ein effizienteres Medizinstudium mit kürzeren Studienzeiten. Grundlage dafür ist die Online-Verwaltung von Lehre und Studierenden, die in Düsseldorf derzeit im Aufbau ist. Die Online-Verwaltung schließt die Verwaltung der Prüfungsergebnisse mit ein. Dies ist bei dem fächerübergreifenden Unterricht, wie er in Düsseldorf jetzt praktiziert wird, unabdingbar.

Trainingseinheiten	
Workshop: schriftliche Prüfungen nach § 27 Approbationsordnung für Ärzte (ÄAppO) <ul style="list-style-type: none"> • neue Rechtslage nach § 27 ÄAppO • Übersicht Fragetypen (MC, <i>key feature</i>, ...) • Qualitäts- und Gestaltungskriterien • Online-Prüfungen • praktisches Fragendesign 	Training: POL-Tutorenttraining <ul style="list-style-type: none"> • Ablauf typischer POL-Sitzungen • Rollenverteilung in POL-Gruppen • Aufgaben des Tutors je nach POL-Phase • Interventions- und Feedbacktechniken
Workshop: Planung von Lehrveranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsanalyse • Bestimmung von Lernzielen • Auswahl geeigneter Lehrmethoden • Implementierung der Lehrveranstaltungen • Evaluation und Feedback an die Lehrenden 	Workshop: Plenardidaktik <ul style="list-style-type: none"> • Zielgruppenanalyse • Interaktionsmethoden • Lernzielkommunikation • effektives Foliendesign • kommunikative Kompetenz
Workshop: Clinical Teaching <ul style="list-style-type: none"> • Lernklima und Kontrolle • effektive Zielkommunikation • Förderung von Verstehen und Behalten • Evaluation und Feedback • Förderung von Verstehen und Behalten • Förderung selbstbestimmten Lernens 	Workshop: Kleingruppendidaktik <ul style="list-style-type: none"> • Steuerung des Lernklimas • Interaktionstechniken • aktives Involvierender TN • Skills-Training nach R. Peyton • typische Rollenverteilung und Gruppendynamik • effektive Feedbacktechniken
Workshop: effektiver Medieneinsatz Sonographie-Seminarleiter	
<ul style="list-style-type: none"> • effektives Foliendesign • Integration von Bildausschnitten und Filmen • Videoprojektionstechniken • Overhead, Flipchart, Tafeln: Tipps und Fallen • Mobi-TED • Interaktionstechniken 	<ul style="list-style-type: none"> • effektiver Medieneinsatz • lerngerechte Kurskonzeption • OSCE-Prüfungen für Sonographiekurse • Skills-Training nach R. Payton • Supervision von Koausbildern

Tabelle 1: Didaktiktraining für Dozenten 2006 an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Forschungsschwerpunkte

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen der Medizinischen Fakultät, dem UKD, dem Forschungszentrum Jülich, den An-Instituten und vor allem der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät unserer Universität haben sich die aktuellen Forschungsschwerpunkte und Förderbereiche unserer Fakultät entwickelt und etabliert.¹

Forschungsschwerpunkt „Molekulare und Klinische Hepatologie“

Dieser Forschungsschwerpunkt wird zentral getragen durch den im Jahr 2001 neu eingerichteten Sonderforschungsbereich (SFB) 575 „Experimentelle Hepatologie“. Dazu zählt

¹ Zu den Sonderforschungsbereichen der Medizinischen Fakultät vgl. Häussinger (2002).

zudem der Schwerpunkt „Zelluläre Kommunikation“ des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums (BMFZ). Es erfolgt eine Beteiligung an Kompetenznetzwerken des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sowie am EU-Exzellenzprogramm „VIRGIL“ und am SFB 542 „Molekulare Mechanismen zytokingesteuerter Entzündungsprozesse: Signaltransduktion und pathophysiologische Konsequenzen“ in Aachen.

Ziel ist die Antragstellung bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zur Bewilligung einer neuen Förderperiode des SFB 575 ab dem 1. Januar 2008.

Forschungsschwerpunkt „Kardiovaskuläre Forschung“

Dieser Forschungsschwerpunkt wird zentral getragen durch den im Jahr 2002 neu eingerichteten SFB 612 „Molekulare Analyse kardiovaskulärer Funktionen und Funktionsstörungen“ sowie das DFG-GK 1089 „Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen“ (seit 2005). Es erfolgt zudem eine Beteiligung am Schwerpunkt „Zelluläre Kommunikation“ des BMFZ. Die vaskuläre Forschung soll zukünftig entsprechend neuer Ansätze der Systembiologie auch andere Organe, beispielsweise die Niere, einbeziehen. Dies soll durch die Neubesetzung einer W3-Proessur für Nephrologie erfolgen. Ziel ist die Antragstellung bei der DFG zur Bewilligung einer neuen Förderperiode des SFB 612 ab dem 1. Januar 2009.

Forschungsschwerpunkt „Umweltmedizin/Altersforschung“

In diesem Forschungsschwerpunkt ist die Forschungskompetenz aus dem zum 31. Dezember 2006 auslaufenden SFB 503 „Molekulare und zelluläre Mediatoren exogener Noxen“ und dem DFG-GK 1033 „Molekulare Ziele von Alterungsprozessen und Ansatzpunkte der Altersprävention“ akkumuliert. Die Zusammenarbeit mit dem Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH (IUF) bildet dabei eine wichtige Achse (Perspektive: Aufnahme des IUF in die WGL, an deren Realisierbarkeit und Zeitrahmen jedoch außeruniversitäre Faktoren maßgeblich sind). Ziel ist die Antragstellung bei der DFG auf Einrichtung eines neuen SFB zum Thema „Umweltinduzierte Alterungsprozesse“.

Förderbereich „Infektionsmedizin“

Dieser Förderbereich hat wesentlichen Anteil an den Aktivitäten des GK 1045 „Modulation von Wirtszellfunktionen zur Behandlung viraler und bakterieller Infektionen“, das an den Medizinischen Fakultäten der Universitäten Essen, Düsseldorf und Bochum angesiedelt ist. Die Infektionsbiologie ist auch ein Themenschwerpunkt des BMFZ. Eine enge Kooperation mit dem Schwerpunkt „Infektionsbiologie“ der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät ist etabliert, unter anderem durch die Beteiligung am SFB 590 „Inhärente und adaptive Differenzierungsprozesse“. Außerdem beteiligt sich die Medizinische Fakultät an der vom BMBF geförderten „RESINA-Studie“ und wirkt am „HIV-NET“ mit. Ziel ist die Antragstellung zur Einrichtung einer neuen DFG-Forscherguppe mit dem Titel „Anti-infektiöse Effektorprogramme: Signale und Mediatoren“.

Förderbereich „Molekulare und Klinische Neurowissenschaften“

Dieser Förderbereich, der sich in einer Phase der Restrukturierung befindet, baut auf dem erfolgreichen SFB 194 „Strukturveränderung und Dysfunktion im Nervensystem“ auf und ist durch die jüngste Berufungspolitik entsprechend verstärkt worden. Weiterhin umfasst er den Schwerpunkt „Neurobiologie“ des BMFZ. Das GK 320 „Pathologische Prozesse des Nervensystems: Vom Gen zum Verhalten“ läuft im Januar 2007 aus. Es gibt mehrere Beteiligungen an Kompetenznetzwerken und an Verbundprojekten des BMBF bzw. der EU und es ist eine sehr gute Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich etabliert. Ziel ist die Antragstellung bei der DFG auf Einrichtung eines neuen SFB zum Thema „Pathomechanismen zentralnervöser Erkrankungen und Interventionsstrategien“.

Die Forschungsschwerpunkte und Förderbereiche unterliegen einer eigenen Entwicklungsdynamik – kreative Forschung kann nicht angeordnet oder gar befohlen werden! Beispielhaft dafür hat sich aus den Arbeitsgruppen verschiedener Kliniken und Institute unserer Fakultät eine Gruppe „Stammzellforschung“ konstituiert. Dieser Forschungsverbund wird durch Einrichtung einer DFG-Forschergruppe mit dem Titel „Unrestricted somatic stem cells from umbilical cord blood (USSC)“ weiter entwickelt.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Medizinischer und Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Fakultät spiegelt sich auch in der Beteiligung der Medizinischen Fakultät an den SFBs der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät wider, so unter anderem am SFB 590 „Inhärente und adaptive Differenzierungsprozesse“ (seit 2001) und am SFB 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“ (seit Juli 2005). Ziel ist die erfolgreiche Mitwirkung der Medizinischen Fakultät an der Fortführung und Weiterentwicklung der SFBs 590 und 663.

Internationalisierung

Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf unterhält derzeit Kooperationen mit 30 europäischen und vier außereuropäischen Partneruniversitäten mit dem Ziel des Austausches von Studierenden, Dozenten und Wissenschaftlern sowie der bilateralen wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Diese Tätigkeiten werden durch die Auslandsbeauftragte, Univ.-Prof. Dr. Sibylle Soboll, koordiniert. Ziele für die Zukunft sind eine jährliche durchschnittliche Anzahl von mindestens 25 Gaststudierenden an unserer Fakultät zu gewährleisten, die Mobilität der deutschen Studierenden nach Zentral- und Osteuropa zu steigern und den Anteil von international ausgewiesenen Gastwissenschaftlern in Kliniken und Instituten weiter zu erhöhen.

Literatur

HÄUSSINGER, Dieter. „Die Sonderforschungsbereiche der Medizinischen Fakultät“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002, 38-46.

JÜRGEN SCHRADER

Systembiologie – Neue Perspektiven für die Medizin?

Wissenschaft ist der Versuch, durch systematisches Vorgehen unsere komplexe Umwelt besser zu verstehen, sie zumindest in Teilen begreifbar zu machen. Dabei hat sich bewährt, große, übergeordnete Fragen in kleine und kleinste Teilprobleme aufzuteilen, um damit den Grad der Komplexität des Gegenstandes zu reduzieren. Es findet dabei die bekannte gegenläufige Bewegung statt: Durch Reduktion gewinnt man zunächst größere Übersichtlichkeit im Einzelnen und damit einen höheren Freiheitsgrad; den Gesamtgegenstand verliert man jedoch zunehmend aus dem Blick und damit die Rolle, die der Einzelgegenstand darin spielt. Die Rückübersetzung der Erkenntnisse aus Subsystemen auf die Gesamtsituation ist eine immerwährende Aufgabe der Wissenschaften. Sie stellt sich heute in besonderer Weise und Dringlichkeit in der Biologie und der Medizin.

Seitdem das humane Genom, das „Buch des Lebens“, im Jahr 2001 vollständig entschlüsselt wurde, wissen wir, dass ca. 30.000 Gene die vielfältigen Funktionen unseres Körpers steuern. Dies ist eine erstaunlich geringe Zahl, bedenkt man, dass allein für ein Großraumflugzeug wie den Airbus ca. 150.000 verschiedene Einzelteile notwendig sind. Wie wird also das hohe Maß an Komplexität erreicht, das für die vielfältigen Leistungen unseres Organismus charakteristisch ist?

Wir bemühen häufig die Analogie von Genen und Schrift und sprechen vom „Buch des Lebens“, das es nun zu entschlüsseln gilt. Dieser Vergleich ist in vielfacher Hinsicht zutreffend und kann sogar in unserem Verständnis biologischer Komplexität weiterhelfen. Das deutsche Alphabet besteht bekanntlich aus 27 Buchstaben (inklusive des „scharfen S“), aus denen wir Wörter bilden. Diese in eine bestimmte Reihenfolge gebracht ergeben einen Satz. Die Hintereinanderreihung von Sätzen ergibt einen Text, der dann im besten Fall einen komplexen Tatbestand präzise beschreiben kann. Mit der Sprache können wir damit sogar Teile unserer Wirklichkeit abbilden. Daraus ergeben sich verschiedene Ebenen zunehmender Komplexität: Buchstaben → Wort → Satz → Text. Die Beziehung von Buchstaben zu Wörtern ist dabei definitorisch bestimmt, die Beziehung von Wörtern zu Sätzen und von Sätzen zu Texten durch Kombinatorik, die bestimmten Regeln folgt.

Bei der genetischen Informationsübermittlung ist es ähnlich. Unser genetisches Alphabet besteht lediglich aus vier Buchstaben, die in eine bestimmte Reihenfolge gebracht die genetische Information definieren. Das biologische System hat hierbei die Besonderheit, dass die genetische Information zunächst in Proteine übersetzt wird, die in Analogie zu den Wörtern die eigentlichen Träger von Einzelfunktionen sind. Das geordnete Zusammenwirken von verschiedenen Proteinen ist dann für das Zustandekommen von Einzelfunktionen unseres Körpers verantwortlich. Einem Wortschatz z. B. in der deutschen Sprache von ca.

500.000 Wörtern stehen im biologischen System wahrscheinlich mehr als 300.000 Proteine gegenüber. Ähnlich wie bei Sätzen ergibt das Zusammenwirken verschiedener Proteine eine neue Funktionalität. Proteine interagieren – wie erst jüngst eindrucksvoll an Hefen, den kleinsten eukariotischen Organismen, gezeigt – in hohem Maße miteinander, sie bilden Komplexe und größere Netzwerke. Durch die Interaktion von Proteinen entstehen neue Funktionalitäten, und mit Hilfe kleiner Moleküle werden z. B. die Signalübertragung an einer Zelle oder Stoffwechselnetzwerke erst ermöglicht.

Biologische Information lässt sich hierbei unterteilen in die digitale Information der Gene und die der Einflüsse, die von außerhalb des Genoms aus der Umwelt stammen. Integration beider Informationszweige führt dann zur dynamischen Antwort der in den Genen vorhandenen Instruktionen z. B. bei der Entwicklung eines Organismus und bei der normalen Antwort auf Umwelteinflüsse im ausdifferenzierten Zustand. In Analogie zur Sprache erfolgt die Umsetzung von den vier Basen in Gene und Proteine definitorisch, die Interaktion von Proteinen untereinander auf Organ- und Systemebene kombinatorisch. Aus dem Gesagten wird ganz klar: Wie die Linguistik sind auch Biologie und Medizin in ihrem Kern Informationswissenschaften.

Wir sind heute in der besonderen Situation, dass wir die Gesamtheit der digitalen Information in unseren Genen kennen und damit deren entscheidende materielle Basis. Wie aus der vergleichsweise geringen Zahl unserer Gene und Proteine die ungeheure Komplexität unseres Gesamtorganismus oder auch nur eines Organs entsteht, beginnen wir hingegen erst ansatzweise zu verstehen.

Der Wissenschaftszweig, der alle molekularen Elemente eines Systems (Gene, Proteine und kleine Moleküle) quantifizieren möchte, nennt sich „Systembiologie“. Hierbei ist es das Ziel, die Interaktion zwischen den Elementen zu erforschen, um sie dann in ein grafisch darstellbares Netzwerk einzuordnen, aus dem sich neue nachprüfbar Hypothesen zu deren potenzieller Funktionalität ergeben.

Ein systembiologischer Ansatz, der die globale Regulation der Genexpression im Gesunden und insbesondere bei Erkrankungen verstehen möchte, ist notwendigerweise multidisziplinär. Er beinhaltet Anstrengungen verschiedener Gebiete wie Biologie und Medizin, Chemie, Informatik und Statistik. Die Systembiologie ist ein unmittelbares Kind des humanen Genomprojekts und nutzt als Modellsysteme die Fliege (*Drosophila*), den Zebrafisch und die Maus.

Am Modellsystem der Maus wurden Ende 1980 stammzellbasierte genetische Methoden entwickelt, mit denen heute jedes der ca. 30.000 Gene ausgeschaltet oder überexprimiert werden kann. Die Methoden sind inzwischen so verfeinert, dass die Expression gewebespezifisch und konditional, d. h. zu jedem beliebigen Zeitpunkt von außen gesteuert werden kann. Daran knüpft sich die Hoffnung, die Funktion eines Gens bzw. Proteins im lebenden Organismus herauszufinden insbesondere bei der Entstehung von Krankheiten. Die Überlegung hinter solchen Versuchen ist dabei sehr direkt: Die Wegnahme eines Gens resultiert in krankheitstypischen Veränderungen (Phänotyp), aus der sich die Genfunktion unmittelbar ablesen lässt – ganz im Sinne einer einfachen mathematischen Gleichung mit einer Unbekannten.

Inzwischen mehren sich jedoch die Befunde, dass dieser Interpretationsansatz zu naiv ist und der komplexen Situation am lebenden Tier nicht gerecht wird. Es gibt immer mehr so genannte Knockout-Modelle (Verlust eines Gens), die überhaupt keinen Phänotyp oder

nur minimale Funktionsdefekte aufweisen. Wahrscheinlich verfügt der Gesamtorganismus über eine Fülle von Strategien, mit denen ein Genverlust durch Aktivierung alternativer Gene kompensiert werden kann.

Die Herstellung und Züchtung einer genetisch veränderten Maus ist technisch aufwändig und man benötigt ungefähr ein bis zwei Jahre, bevor mit der eigentlichen Phänotypanalyse begonnen werden kann. Aufgrund des schnelleren Vermehrungszyklus der Fliege und des Zebrafisches, aber auch aufgrund besserer Möglichkeiten zur genetischen Manipulation werden diese Organismen zunehmend ebenfalls als Modellsysteme herangezogen. Mit Hilfe miniaturisierter Verfahren kann an Fliege und Zebrafisch z. B. die Herzfunktion inzwischen sogar am lebenden Tier sehr gut verfolgt werden. So können Herzfrequenz und Pumpleistung vergleichsweise einfach erfasst und mit den genetischen Veränderungen in Beziehung gesetzt werden.

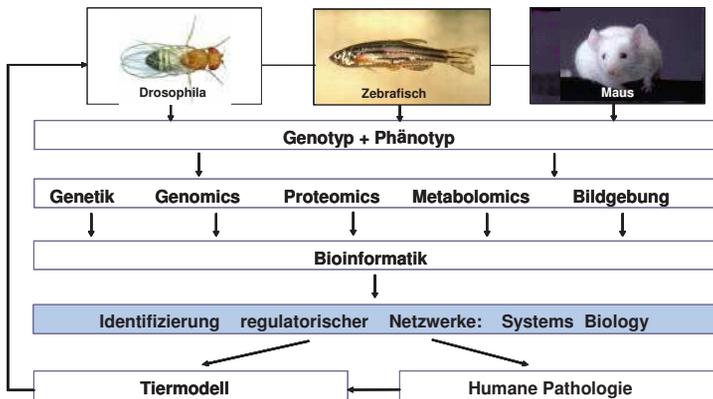


Abb. 1: Systembiologischer Forschungsansatz

Die Systembiologie ruht auf folgenden wesentlichen Säulen (siehe Abb. 1):

1. Mit hohem Durchsatz können Veränderungen in der Expression von Genen mit einer inzwischen ausgereiften Chip-Technologie nachgewiesen werden. Die damit zusammenhängenden Verfahren werden unter *Genomics* zusammengefasst.
2. Veränderungen der Proteinzusammensetzung können mit neuen massenspektrometrischen Verfahren ebenfalls erfasst werden und werden unter dem Sammelbegriff *Proteomics* zusammengefasst.
3. Durch die Proteine werden Stoffwechselreaktionen katalysiert. Die vollständige Analyse der meist kleinmolekularen Moleküle des Stoffwechsels wird unter *Metabolomics* subsumiert.
4. Bei den oben genannten Techniken fällt eine fast unübersehbare Zahl von Daten an, die für sich selbst genommen häufig intuitiv keinen Sinn mehr ergeben. Für die Interpretation dieser Daten ist der Wissenschaftszweig der *Bioinformatik* von zentraler Bedeutung.

Ziel eines systembiologischen Forschungsansatzes ist die Identifizierung regulatorischer Netzwerke sowohl auf Gen- als auch auf Proteinebene. Die Hypothesen stammen dabei entweder aus genetischen Informationen von pathologischen Veränderungen am Menschen selbst oder unmittelbar aus dem Tierversuch in einem der Modellsysteme. Durch den iterativen Prozess von Hypothese und Versuch können die Hypothesen laufend verfeinert werden und gestatten letztlich, krank machende genetische Prozesse am Menschen zu identifizieren. Ein systembiologischer Forschungsansatz versucht also, die vorhandenen Informationen über Gene und Proteine zu integrieren, um so zu einem tieferen Verständnis von Lebensprozessen zu gelangen. Das Verständnis des Normalen ist hierbei die Grundlage, um krankhafte Prozesse besser zu verstehen und schließlich auch neue Therapieansätze zu entwickeln. Schon heute ist es möglich, durch Genomanalysen z. B. die Ansprechbarkeit von Tumoren auf eine Therapie zu optimieren. Ähnliches gilt für die unterschiedliche Wirksamkeit von Medikamenten im einzelnen Krankheitsfall; hier werden Genomanalysen zu einer weiteren Individualisierung der Therapie in der Medizin führen.

Wir sind heute – wie keine Generation vorher – in der besonderen Lage, diesen Weg vom Molekül zum Gesamtsystem zu gehen. Genau diese Aufgabe schwebte den Gründungsvätern der experimentellen Medizin und den biologischen Wissenschaften vor. Damals vor 150 Jahren hieß das Fach – sozusagen stellvertretend für alle biologischen Wissenschaften – „Physiologie“, und ein wichtiger Gründungsvater war Carl Ludwig in Leipzig. In seinem berühmten Lehrbuch der Physiologie – dort geht es im ersten Band 1858 um die Physiologie der Atome, der Aggregatzustände, der Nerven und der Muskeln – beschreibt Ludwig die zukünftigen Aufgaben wie folgt: „Die wissenschaftliche Physiologie hat die Aufgabe die Leistungen des Thierleibes festzustellen und sie aus den elementaren Bedingungen desselben mit Nothwendigkeit herzuleiten“.¹ In der Sprache unserer Zeit heißt das: Neben einer detaillierten Phänotypanalyse brauchen wir tragfähige mechanistische Vorstellungen, die auf den elementaren Bedingungen – den Genen, Proteinen und Molekülen – aufbauen. Alle biologischen Prozesse, alle Krankheiten, müssen folglich mit den nun bekannten Genen und Proteinen erklärt werden. Der zu erkundende Forschungsraum ist riesig, aber höchstwahrscheinlich endlich.

Die institutionelle Verankerung der Systembiologie schreitet immer weiter fort. In den USA wurde in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Instituten mit dieser Zielsetzung gegründet. In der Schweiz schlossen sich im Jahr 2005 die Universität Basel, die Universität Zürich und die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich) zu einem Konsortium „Systems-X“ zusammen, das allein die ETH mit 10 Millionen Schweizer Franken pro Jahr unterstützt. Ähnliches gilt für die Niederlande: Dort wurde an der Universität Leiden das nationale Referenzzentrum für Systembiologie gegründet. Ein vergleichbares Institut – wenn auch jetzt noch mit geringer Strahlkraft – wurde im Jahr 2005 an der Universität Freiburg gegründet. Ebenso soll in Dortmund ein neues Max-Planck-Zentrum für Systembiologie entstehen, das das Land Nordrhein-Westfalen mit 37 Millionen € unterstützen wird. Es fehlt jedoch bedauerlicherweise (bisher) der Wille, die Systembiologie auf europäischer oder nationaler Ebene durch Gründung eines international sichtbaren Forschungszentrums fest zu etablieren.

¹ Ludwig (1858).

Zum Schluss: Bei aller Euphorie über das Potenzial unserer zukünftigen Möglichkeiten möchte ich mit dem Satz von Goethe enden, der in seiner Zeit viel über die Komplexität der Natur nachgedacht hat: „Der Mensch muß bei dem Glauben verharren, daß das Unbegreifliche begreiflich sei; er würde sonst nicht forschen“.

Danksagung

Univ.-Prof. Dr. Rudi Keller danke ich für wertvolle Hinweise zur Analogie von genetischer Information und Sprache. Ein großer Teil der hier vorgetragenen Gedanken entsprang der immer guten und sachbezogenen Diskussion mit Univ.-Prof. Dr. Elisabeth Knust und Univ.-Prof. Dr. Axel Gödecke im Rahmen der Exzellenzinitiative. Dafür meinen herzlichen Dank.

Literatur

LUDWIG, C. *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Leipzig und Wien ²1858.

ORTWIN ADAMS und HARTMUT HENGEL

Husten, Schnupfen, Heiserkeit – Über alte und neue Respirationstraktviren

Einleitung

Der erste Teil des Titels „Husten, Schnupfen, Heiserkeit“ ist dem Volksmund entnommen und spiegelt den weit verbreiteten Eindruck wider, dass Infekte der oberen Luftwege scheinbar genauso zum Leben gehören wie das gelegentliche Durchleben von Schlechtwetterperioden. Wenn im zweiten Teil der Überschrift von „neuen“ Respirationstraktviren die Rede ist, wird man im Rückblick auf die letzten Jahre schnell daran erinnert, dass es neben den harmloseren Verursachern dieses Symptomenkomplexes auch Vertreter wie das SARS-Virus oder die aviären Influenzaviren („Vogelgrippe“) gibt, die eine tödliche Gefährdung für das Individuum, darüber hinaus aber auch eine globale Bedrohung darstellen. Respirationstraktviren erscheinen durch die Wahl ihres Eintrittsortes besonders heimtückisch, denn sie nutzen hierfür den Atemtrakt, der in elementarer Weise zum Leben gehört. Der Respirationstrakt bildet mit mehr als 200 m² die größte Körperoberfläche des Menschen, über die ein permanenter Kontakt mit der Außenwelt besteht. Der nachfolgende Artikel soll eine Übersicht über das Erregerspektrum und deren Besonderheiten liefern. Er macht deutlich, wie sehr molekulare Techniken die Virusdiagnostik in relativ kurzer Zeit verbessert haben. Abschließend werden Entwicklungen der antiviralen Therapie sowie der Prophylaxe angesprochen.

Epidemiologie und Pathogenese der viralen respiratorischen Infekte

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzte im Jahr 2002, dass von 18,3 Millionen Menschen, die im Laufe eines Jahres an einer Infektionskrankheit sterben, fast vier Millionen Infektionen des Respirationstraktes erliegen,¹ wozu noch einmal 1,5 Millionen an Tuberkulose Verstorbene kommen. Die größte Gefährdung geht dabei von Infekten unterhalb der Stimmlippen aus, die man als „Infekte der unteren Luftwege“ bezeichnet (*lower respiratory tract infections*, LRTI). Im Erwachsenenalter spielt dabei neben den bakteriellen Pneumonieerregern die Influenza eine wichtige Rolle. Anders dagegen im Kleinkindesalter, in dem in den Industrienationen 70 Prozent der Bronchiolitiden, die zur Hospitalisierung führen, durch das *respiratory syncytial virus* (RSV) verursacht werden.² In den USA führt dieses Virus zu ca. 91.000 Hospitalisierungen pro Jahr mit geschätzten Kosten von 300 Millionen Dollar. In Europa ist das RSV für 42 bis 45 Prozent der LRTI bei Kindern bis zum zweiten Lebensjahr verantwortlich, mit der höchsten Komplikationsrate im ersten Lebenshalbjahr.³ Das größte tödliche Potenzial geht jedoch von

¹ Vgl. World Health Organization (2004).

² Vgl. Henrickson *et al.* (2004).

³ Vgl. Simoes und Carbonell-Estrany (2003).

den Influenzaviren aus, die in den Jahren 1918, 1957 und 1968 drei Pandemien verursacht haben, von denen die von 1918 („Spanische Grippe“) allein geschätzte 20 bis 50 Millionen Todesopfer weltweit forderte. Die Tatsache, dass seit nunmehr knapp vier Jahrzehnten keine Influenzapandemie zu verzeichnen war, andererseits seit 1997 eine aviäre Influenza (H5N1) mit Speziesübertritten auch auf den Menschen zu beobachten ist, lässt die Besorgnis aufkommen, dass eine neue Seuche geradezu überfällig sein könnte.

Betrachtet man neben den schweren respiratorischen Infekten und der dadurch verursachten Hospitalisierungsrate die Häufigkeit der „leichteren“ respiratorischen Infekte, die aber zu einem ambulanten Arztkontakt führen, ergeben sich medizinisch wie volkswirtschaftlich relevante Zahlen: Studien aus den USA zwischen 1980 und 1996 ergaben, dass 19 Prozent der Arztbesuche infektiöse Erkrankungen als Ursache haben, wobei Infekte der oberen Luftwege (*upper respiratory tract infections*, URTI) mit 38 Prozent führen, gefolgt von den Mittelohrentzündungen (15,1 Prozent) als deren häufige Komplikation sowie den Infekten der unteren Luftwege (14,1 Prozent).⁴ Die Respirationstraktviren haben ihr Replikationsoptimum bei 28 bis 33 °C und sind damit den Gegebenheiten im oberen Respirationstrakt angepasst. Bevorzugt beim Husten oder Niesen werden sie als Tröpfcheninfektion effizient vom Infizierten auf den Nichtinfizierten übertragen. Die „Erkältungssaison“ beginnt meist zwischen Spätsommer und Herbst und hält sich dann bis zum Frühjahr auf erhöhtem Niveau. Studien aus den USA zeigen dabei typische Anstiege der Rhinovirusinfektionen im frühen Herbst sowie im Frühjahr,⁵ während die Koronaviren im Winter am deutlichsten hervortreten.⁶ Die jährliche Influenzasaison beginnt oft zur Jahreswende, in manchen Jahren auch erst zwei bis drei Monate später. Ähnliche Schwankungen sieht man bei den RSV-Infektionen, was auch bei den in unserem Institut nachgewiesenen RSV-Infektionen bei pädiatrischen Patienten zu erkennen ist (Abb. 1): Während im Winter 2004/2005 die höchste Inzidenz im Dezember zu verzeichnen war, verschob sich diese im Winter 2005/2006 auf den März. Der deutsche Begriff „Erkältung“ wie auch das im Angelsächsischen verwendete *common cold* suggerieren einen Zusammenhang zwischen der Unterkühlung des Körpers und der Empfänglichkeit für respiratorische Infekte. Dies hat teilweise übertriebene Vorsichtsmaßnahmen in der Kindererziehung und dem Eigenverhalten bezüglich Kleidung und Aktivitäten im Freien während der kalten Jahreszeit zur Folge, die einer ernsthaften wissenschaftlicher Überprüfung nicht standhalten. So wurde schon in Studien aus den 1960er Jahren ein Zusammenhang zwischen Unterkühlung und der Empfänglichkeit für Rhinoviren widerlegt.⁷ Vielmehr scheint dafür das zur kalten Jahreszeit übliche geänderte Sozialverhalten, das von Aktivitäten in geschlossenen Räumen geprägt ist, verantwortlich zu sein. Ebenso bewirken Änderungen der relativen Luftfeuchtigkeit eine gesteigerte Stabilität der Viren und eine erhöhte Übertragbarkeit.⁸

Die Gründe dafür, dass ein Erwachsener durchschnittlich zwei- bis viermal pro Jahr, ein Kind sogar sechs- bis achtmal einen respiratorischen Infekt erleidet,⁹ liegen in der antigenen Vielfalt der entsprechenden Virusgruppen sowie in der nicht vollständigen Immunität,

⁴ Vgl. Armstrong und Pinner (1999).

⁵ Vgl. Gwaltney *et al.* (1966).

⁶ Vgl. Monto (⁴1997).

⁷ Vgl. Douglas *et al.* (1967).

⁸ Vgl. Gwaltney (1984).

⁹ Vgl. Dingle *et al.* (1964) sowie Gwaltney *et al.* (1966).

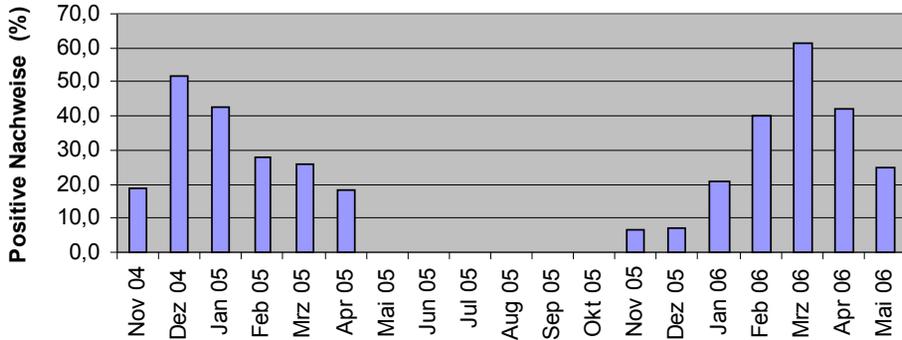


Abb. 1: Positive RSV-Nachweise im Institut für Virologie (UKD) bei pädiatrischen Patienten (Nov 2004 – Mai 2006) bezogen auf die Gesamtzahl der Verdachtsfälle

die diese als letztendlich lokale Infektionen zu bezeichnenden Erkrankungen hinterlassen. Bis auf die Adenoviren sind alle anderen viralen Erreger von Atemwegsinfektionen RNA¹⁰-Viren. Für diese gilt generell, dass sie gegenüber DNA-Viren einer erhöhten Mutationsrate unterliegen, da zufällige Fehler bei ihrer Replikation aufgrund des Fehlens eines *proof-reading* für RNA in der Zelle nicht korrigiert werden. Allein die Rhinoviren als Hauptverursacher des „banalen“ Schnupfens teilen sich in weit mehr als 100 verschiedene Typen, die jeder für sich nach Erstinfektion bestenfalls eine typenspezifische Immunität hinterlassen. Influzaviren unterliegen einem „antigenen Drift“, der zu ständig neuen antigenen Determinanten in den beiden Glykoproteinen Hämagglutinin und Neuraminidase führt. Dies hat zur Folge, dass die verwendeten Impfstoffe jährlich aktualisiert werden müssen und darüber hinaus getrennte Impfstoffempfehlungen für die Länder der nördlichen und die der südlichen Hemisphäre existieren. Ein Alleinstellungsmerkmal der Influzaviren unter den respiratorischen Viren ist das Phänomen des „antigenen Shifts“, der die Ursache für die bereits zuvor erwähnten Pandemien ist. Dabei bewirkt der Austausch ganzer Gensegmente zwischen verschiedenen Influzaviren massive Änderungen der antigenen Eigenschaften, aber auch des Wirts- und Zelltropismus und der Replikationseffizienz.

Ein weiterer Grund für die häufigen Infekte mit respiratorischen Viren scheint die recht komplexe und noch längst nicht komplett verstandene Interaktion der Viren mit dem Immunsystem zu sein. Bei Koronaviren sind Reinfektionen mit dem identischen Typ häufig; bis zu 80 Prozent der Patienten, die sich mit Koronavirus OC43 infizieren, weisen zuvor neutralisierende Antikörper auf.¹¹ Gemeinhin wird neutralisierenden Antikörpern, die mit Oberflächenantigenen des Virus reagieren und somit dessen Adsorption an die Zielzelle verhindern, eine hohe Schutzwirkung vor Infektionen zugeschrieben. Viele Unklarheiten bestehen auch bei der Pathogenese der RSV-Infektion bezüglich der Tatsache, dass die schwersten klinischen Infektionen im ersten Lebenshalbjahr beobachtet werden, wenn

¹⁰ *ribonucleic acid* (Ribonukleinsäure)

¹¹ Vgl. Monto (⁴1997).

beim Kind noch RSV-spezifische Antikörper der Mutter vorhanden sind.¹² Bereits Monate nach der Erstinfektion sowie im gesamten weiteren Verlauf des Lebens kann es zu Reinfektionen mit demselben Subtyp kommen. Im höheren Alter¹³ sowie bei kardiopulmonalen Grunderkrankungen¹⁴ beobachtet man schwer verlaufende RSV-Infekte. Einer der Gründe für schwere Krankheitsverläufe im Kindesalter könnte sein, dass bei manchen Patienten während der Immunantwort eine Imbalance in der Ausprägung der T-Zell-Antwort zugunsten einer Th2-Reaktion und mangelhaften Th1-Reaktion erfolgt.¹⁵ Dies führt zu einer Eosinophilie und Atemwegsverengung, wobei dem RSV-G-Protein die Rolle eines Superantigens zugeschrieben wird. Ein weiterer Mechanismus zum Unterlaufen der Immunantwort ist beim RSV wie bei anderen Paramyxovirus- sowie Influenzaviren in der Funktion der Nichtstrukturproteine NS1 und NS2 vorhanden. Diese Virusproteine sind in der Lage, eine speziesspezifische Resistenz gegenüber *alpha/beta*-Interferonen über eine Inhibition des interferonregulatorischen Faktors 3 (IRF3) auszuüben.¹⁶

Die „klassischen“ Erreger der Infektionen des Respirationstraktes

Erreger des oberen Respirationstraktes („Erkältungen“)

Die häufigsten viralen Erreger bei Infekten der oberen Luftwege sowie ihre geschätzten Häufigkeiten sind in Tabelle 1 aufgelistet. Neben den Rhino- und Koronaviren ist dabei zu beachten, dass die Influenzaviren neben der klassischen „echten Grippe“ auch häufig für leichtere Infekte in Sinne einer Erkältung verantwortlich sein können, wenn sie nämlich auf einen teilimmunen Wirt treffen. Das Hauptreservoir für respiratorische Viren sind die oberen Luftwege von Kindern und Kleinkindern. Entsprechend nehmen die meisten Infektionsketten von Kindergärten und Schulen ihren Ausgang und werden von da aus in die Familien getragen. Die höchsten infektiösen Titer an Rhinoviren sind im Nasensekret zu messen. Neben den Tröpfcheninfektionen ist schon früh den direkten Hautkontakten, z. B. Hand-zu-Hand-Übertragungen, eine Bedeutung zugemessen worden, was durch den Nachweis von infektiösen Viren an den Händen der Infizierten gestützt wird.¹⁷ Entsprechend konnte in einer Studie gezeigt werden, dass Mütter sich bei Erkrankungen von Familienmitgliedern zu 60 Prozent seltener mit Rhinoviren infizierten, wenn sie sich regelmäßig die Hände mit viruziden Desinfektionsmitteln behandelten.¹⁸

Die Inkubationszeiten für Rhinovirusinfektionen variieren zwischen zwölf und 72 Stunden; Hauptsymptome sind Nasenlaufen, Nasenverstopfung, Niesen, Kratzen im Hals, Husten und leicht erhöhte Temperaturen. Der Krankheitsverlauf beträgt meist ca. eine Woche, in einem Viertel der Fälle bis zu zwei Wochen; vor allem bei Rauchern ist prolongierter Husten häufig. Generell sind die Symptome der Erkältungen bei Kindern und bei Erwachsenen ähnlich, beim Vorliegen einer Infektion mit dem RSV oder mit Parainfluenzaviren jedoch sind beim Kind Komplikationen wie Pneumonien, Krupp oder Bronchiolitis ver-

¹² Vgl. Openshaw und Tregoning (2005).

¹³ Vgl. Falsey und Walsh (2005).

¹⁴ Vgl. Walsh *et al.* (1999).

¹⁵ Vgl. Varga *et al.* (2001).

¹⁶ Vgl. Armstrong und Pinner (1999).

¹⁷ Vgl. Gwaltney *et al.* (1978).

¹⁸ Vgl. Hendley und Gwaltney (1988).

Virusgruppe	antigene Typen	Anteil der Fälle (in %)
Rhinoviren	mehr als 100 Typen	30-40
Koronaviren	3 oder mehr Typen	10-15
Parainfluenzaviren	4 Typen	5
<i>respiratory syncytial virus</i>	2 Typen	5
Influenzaviren	3 Typen	25-30
Adenoviren	47 Typen	5-10
andere (HMPV, Enteroviren u.a.)		?
Gruppe-A-hämolisierende Streptokokken*		?

* klinisch oft nicht von viraler Pharyngitis zu unterscheiden

Tabelle 1: Erreger, die mit dem Krankheitsbild „Erkältung“ assoziiert sind (übernommen aus Mandell *et al.* 2005: 747)

mutlich aufgrund der engeren anatomischen Verhältnisse häufiger, während diese Infektionen beim Erwachsenen in aller Regel mit milden Symptomen einhergehen.

Erreger des unteren Respirationstraktes

Betrachtet man den Weg vom oberen in den unteren Respirationstrakt mit den entsprechenden Manifestationsorten von Infekten, also Rachen, Kehlkopf, Bronchien und Lunge, so sind als zugehörige Krankheitsbilder dort die Pharyngitis, Laryngitis, Laryngotracheobronchitis, Bronchitis und schließlich die Pneumonie zu unterscheiden. Als virale Erreger sind dabei die bereits in Tabelle 1 genannten Erreger der Infekte der oberen Luftwege zu nennen, jedoch mit einer deutlichen Verschiebung in ihrer Bedeutung: Während Rhinoviren beim Erwachsenen in den tieferen Bronchien selten zu finden sind, häufen sich dort Infekte mit Influenza- und Adenoviren, bei Kleinkindern auch das RSV und die Parainfluenzaviren. Tabelle 2 fasst die wichtigsten Erreger und ihre Bedeutung bei der Tracheobronchitis zusammen. Publikationen der neueren Zeit, die auf molekularen Nachweisen beruhen, lassen vermuten, dass auch Rhinoviren bei Kindern wie bei alten Menschen eine Ursache von Pneumonien sein könnten.¹⁹ Unbestritten ist, dass die Influenzaviren vor allem in Zeiten von Pandemien in allen Altersklassen zu schwer verlaufenden Pneumonien mit hoher Letalität führen können, was als Haupttodesursache der „Spanischen Grippe“ von 1918 gilt. Abschließend sei noch erwähnt, dass mit absteigender Lokalisation im Atemtrakt die bakteriellen Erreger an Bedeutung gewinnen. Hierzu gehören *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae*, Bordetellen, Pneumokokken und *Hämophilus influenzae* sowie bei Risikopatienten eine Reihe gramnegativer Erreger. Die genannten Bakterien sind eigenständige Verursacher von Pneumonien, treten aber häufig auch als Superinfektion bei schon vorher bestehenden viralen Infekten auf.

¹⁹ Vgl. Papadopoulos (2004) sowie Hicks *et al.* (2006).

Erreger	Schwere der Erkrankung
Adenoviren	+ bis +++
Rhinoviren	+ bis ++
Coxsackieviren B	+
andere Enteroviren	+
Influenza A, B, C	+ bis ++++
Parainfluenza 1, 2, 3	++
<i>respiratory syncytial virus</i>	+ bis +++
<i>Mykoplasma pneumoniae</i>	+ bis +++
<i>Chlamydia pneumoniae</i>	++

Tabelle 2: Häufige Erreger der akuten Tracheobronchitis (übernommen aus: Marre *et al.* 2000: 296)

Neu entdeckte und wirklich neue Respirationstraktviren

Das humane Metapneumovirus: ein neu *entdeckter* Erreger

Das humane Metapneumovirus (HMPV) wurde 2001 erstmals von einer Arbeitsgruppe aus den Niederlanden identifiziert.²⁰ Das Virus zeigt elektronenmikroskopisch eine paramyxovirusähnliche Morphologie; genetische Analysen zeigten, dass es zur Familie der *Pneumovirinae* zählt, zu deren prominentesten humanen Vertretern das RSV gehört. In der niederländischen Studie wurde das Virus in Nasopharynxaspiraten von 28 niederländischen Kindern nachgewiesen, die über einen Zeitraum von 20 Jahren gesammelt worden waren. Weitere serologische Untersuchungen zeigten, dass das HMPV seit mindestens 50 Jahren beim Menschen weltweit zirkuliert und damit keineswegs ein neues, sondern ein neu entdecktes Virus ist. Gründe für die recht späte Entdeckung des Virus sind seine schwere Anzuchtbarkeit und das stark verzögerte Auftreten eines zytopathischen Effektes in der Zellkultur. Genetisch unterscheidet es sich vom RSV vor allem dadurch, dass ihm die Nichtstrukturproteine NS1 und NS2 fehlen, denen beim RSV interferonantagonistische Wirkungen zugesprochen werden. Mit den in den nachfolgenden Abschnitten besprochenen SARS- und Influenza-H5N1-Viren hat es gemeinsam, dass es verwandte Viren in der Vogelwelt besitzt. Ein HMPV-verwandtes Virus aus dem Genus der Metapneumoviren ist das aviäre Pneumovirus (APV), auch bekannt als *turkey rhinotracheitis virus*, das in den späten 70er Jahren des 20. Jahrhunderts in Südafrika als Erreger von respiratorischen Infekten in Truthähnen beschrieben wurde. Die größten Ähnlichkeiten des HMPV zu den aviären Verwandten bestehen zum APV-C, einem aviären Virus, das bevorzugt in den USA vorkommt.²¹

Im Alter von zwei Jahren sind ca. 50 Prozent der Kinder seropositiv für das HMPV, im Alter von fünf Jahren nahezu 100 Prozent. Reinfektionen scheint es während des gesamten Lebens häufiger zu geben. In den gemäßigten klimatischen Zonen zirkuliert das Virus überwiegend in den Wintermonaten und überlappt daher mit dem Auftreten von Influenza und RSV. Die meisten Kinder mit HMPV-Infektionen weisen als Symptome Fieber, Husten und Schnupfen auf, aber auch Infekte der unteren Luftwege in Form von Bronchiolitis und Pneumonie werden beobachtet. Koinfektionen mit anderen Viren wurden beschrie-

²⁰ Vgl. van den Hoogen *et al.* (2001).

²¹ Vgl. Alvarez *et al.* (2003).

ben, insbesondere mit dem RSV. Diese führen zu einer erhöhten Komplikationsrate, so dass dem HMPV möglicherweise eine wichtige Rolle als Kofaktor bei respiratorischen Infekten zufällt.²² Es ist noch nicht abschließend zu sagen, welche klinische Bedeutung dem HMPV außerhalb seiner Rolle als Erreger im Kindesalter zuzumessen ist.

Das SARS-Koronavirus: ein neuer Erreger – bereits besiegt?

Das Schwere Akute Atemwegssyndrom (*severe acute respiratory syndrome*, SARS) wurde erstmals im November 2002 in der chinesischen Provinz Guangdong nachgewiesen. Es trat bei Patienten mit einer respiratorischen Symptomatik auf, die man klinisch als „atypische Pneumonie“ bezeichnet. Dieser Begriff umfasst Pneumonien, die nicht durch die typischen bakteriellen Erreger wie z. B. *Streptokokkus pneumoniae* oder *Hämophilus influenzae* hervorgerufen werden, sondern durch schwer anzüchtbare, teilweise sich intrazellulär vermehrende Erreger wie Chlamydien, Mykoplasmen oder Legionellen. Viren sind *per definitionem* intrazellulär replizierende Erreger und führen zu klinisch davon kaum unterscheidbaren Pneumonien; ebenso der SARS-Erreger, ein bis dahin unbekanntes Koronavirus, das man mittlerweile als SARS-assoziiertes Koronavirus (SARS-CoV) bezeichnet.²³

Das natürliche Reservoir des SARS-CoV ist nicht zweifelsfrei bekannt, jedoch wurden in einer Reihe von wild lebenden Tieren Koronaviren gefunden, die mit dem menschlichen SARS-Erreger sehr nahe verwandt erscheinen, so vor allem in der aus dem Himalaya stammenden Zibetkatze (*Paguma larvata*), aber auch im chinesischen Sonnendachs (*Melogale moschata*) sowie im Marderhund (*Nyctereutes procyonoides*). Das SARS-CoV zeigt im Vergleich zu den bekannten menschlichen Koronaviren die größten Homologien zur Gruppe 2, den OC-43-ähnlichen Koronaviren.²⁴ Die hohe Bevölkerungsdichte und das in dieser Region traditionell enge Zusammenleben mit Tieren sowie deren Handel und Verzehr begünstigten das „Überspringen“ des SARS-Virus auf den Menschen und seine Verbreitung.

Nach dem ersten Auftreten in China wurden im Februar 2003 Fälle in Vietnam, ab März 2003 in Indonesien, Singapur und Thailand gemeldet, bis schließlich ca. 200 Fälle auch in Kanada auftraten.²⁵ In Deutschland wurden insgesamt zehn Fälle registriert. Insgesamt wurden 8.098 Personen in 26 verschiedenen Ländern weltweit infiziert, vor allem in asiatischen Ländern, von denen nach Angaben der WHO 774 Patienten starben.²⁶ Auch der Erstbeschreiber, der italienische Arzt Carlo Urbani, starb am 29. März 2003 an einer SARS-Infektion. Der Schwerpunkt der Epidemie lag dabei eindeutig in China und Hongkong, wo mehr als 80 Prozent der Fälle auftraten. Der Aufbau von Meldesystemen durch die WHO und konsequente Isolierungsmaßnahmen sowie offizielle Reisewarnungen für die betroffenen Länder führten dazu, dass die letzte Infektionskette im Juli 2003 beobachtet wurde. Vereinzelt gab es im Zusammenhang mit Laborinfektionen in Singapur, Taipeh und Peking sowie einem nochmaligen „natürlichen“ Ausbruch (d. h. keine Laborinfektion) in Guangdong über einen Zeitraum von sechs Wochen. Seitdem sind

²² Vgl. König *et al.* (2004) sowie Semple *et al.* (2005).

²³ Vgl. Kuiken *et al.* (2003) sowie Peiris *et al.* (2003).

²⁴ Vgl. St Jean *et al.* (2004).

²⁵ Vgl. Poutanen *et al.* (2003).

²⁶ Vgl. World Health Organization (2004).

keine Fälle mehr beobachtet worden; epidemiologisch gesehen befinden wir uns damit in der so genannten interepidemischen Phase. Im Zusammenhang mit der Analyse der SARS-Epidemie sowie vorangegangener Epidemien mit anderen Erregern wurde beschrieben, dass es bei Epidemien oftmals zu asymmetrischen Ausbreitungsmustern kommt, bei denen die Mehrzahl der Infizierten keine weiteren Personen ansteckt. Diese Infizierten sind infektionsbiologisch betrachtet Sackgassen, in denen die Erreger ihren Endpunkt finden. Dies wird kompensiert durch eine kleine Gruppe von *superspreaders* („Superinfizierern“), die äußerst effektiv die Infektion auf zehn bis 20 weitere Personen übertragen.²⁷ Mehrere *superspreaders* konnten bei der SARS-Epidemie ausgemacht werden. Im Hinblick auf zukünftige Epidemien stimmt jedoch zuversichtlich, dass es gelungen ist, die SARS-Epidemie relativ schnell wieder einzudämmen und die Zirkulation beim Menschen vollständig zu unterbinden.

Influenza H5N1: der zukünftige Erreger einer humanen Influenzapandemie?

Im Mai 1997 wurde bei einem dreijährigen Jungen aus Hongkong, der an einer schweren Pneumonie gestorben war, erstmals ein Influenzavirus des Subtyps H5N1 isoliert.²⁸ Dem waren in dieser Region drei Ausbrüche der aviären Influenza in Hühnerfarmen mit dem Subtyp H5N1 vorangegangen. Bis zum Ende des Jahres wurden 17 weitere Fälle menschlicher Infektionen – davon fünf mit tödlichem Ausgang – beschrieben. Massenschlachtungen infizierter Hühner zur Eindämmung der Seuche sowie eine strenge Überwachung konnten nicht verhindern, dass es in den Jahren 2001 und 2002 zu weiteren Ausbrüchen der aviären Influenza kam; erneute menschliche Infektionen gab es dann im Februar 2003.²⁹ Nachdem die Tierseuche im Dezember 2003 Korea erreicht hatte, folgte recht schnell eine Reihe weiterer asiatischer Länder, begleitet von menschlichen Infektionen mit hoher Letalität. Von 2005 bis zum Frühjahr 2006 schließlich breitete sich die aviäre Influenza nach Europa und damit auch nach Deutschland aus. Ende Mai 2006 waren bei der WHO 224 humane H5N1-Infektionen mit 127 tödlichen Ausgängen (57 Prozent) registriert. Die Seuche zeigt einige Charakteristika: Im Gegensatz zu früheren Episoden aviärer Influenza findet bei H5N1-Viren ein stetiges Hin- und Herspringen zwischen Hausgeflügel und Wildvögeln statt. Die H5N1-Infektionen bei Vögeln haben endemische Ausmaße angenommen, d. h., ein regelmäßiges Auftreten von Seuchenfällen als Zeichen der kontinuierlichen Zirkulation des Erregers ist vorhanden. Es existiert bei H5N1 ein buntes Mischbild von Tierespezies, die empfänglich sind, die leicht oder schwer erkranken und die den Erreger weitergeben. Schließlich ist auch der Mensch direkt infizierbar, bisher allerdings kein effizienter Weiterüberträger des Virus. Die frühere Vorstellung, dass zur Infektion eines Menschen mit einem Vogelgrippevirus grundsätzlich ein weiteres Tier als „Mischgefäß“ vonnöten sei – typischerweise wird dem Schwein eine solche Rolle zugesprochen – ist damit überholt und muss um die Erkenntnis ergänzt werden, dass auch der Mensch selbst als ein solches Mischgefäß fungieren kann.³⁰

²⁷ Vgl. Bauch *et al.* (2005).

²⁸ Vgl. Subbarao *et al.* (1998).

²⁹ Vgl. Peiris *et al.* (2004).

³⁰ Vgl. Claas *et al.* (1998).

Wie alle Influenzaviren unterliegt H5N1 einem stetigen Wandel, bedingt durch Punktmutationen in seinen beiden Glykoproteinen, die als „antigenetischer Drift“ bezeichnet werden. So zeigten H5N1-Isolate von 2002 eine deutlich höhere Pathogenität in Enten als die früheren Isolate aus den 1990er Jahren.³¹ Bei vorangegangenen aviären Influenzaseuchen waren die Enten typischerweise symptomlose Überträger. Die H5N1-Isolate zeigten über die Jahre eine immer stärkere Tendenz zur Ausbreitung auf neue Spezies, gleichzeitig nahm die Pathogenität für experimentell infizierte Mäuse zu.³² Aktuelle Befürchtungen gehen dahin, dass dem Virus durch weitere Mutationen Mensch-zu-Mensch-Übertragungen ermöglicht werden, die der Ausgangspunkt für eine Pandemie sein könnten. Die These, dass sukzessive Mutationen eines Influenzastammes eine Anpassung an einen neuen Wirt und damit eine Pandemie auslösen können, erweitert inzwischen die früheren Vorstellungen, dass solche Ereignisse stets durch Reassortanten verschiedener Influenzасubtypen in einem „Mischgefäß“ (siehe oben) entstehen, bei denen es zu einem massiven Austausch von genetischem Material kommt. Gestützt wird diese neue Auffassung durch die in den letzten Jahren gelungene molekulare Rekonstruktion der Influenzaviren, die die „Spanische Grippe“ von 1918 ausgelöst haben. Dies führte zu Hinweisen darauf, dass das damalige Pandemievirus vermutlich ohne Reassortment-Ereignis durch direkte Anpassung eines aviären Influenzavirus an den Menschen entstanden ist.³³ Weitere Analysen der Isolate von 1918 hinsichtlich bekannter Influenza-Pathogenitätsfaktoren wie der Beschaffenheit der Hämagglutinin-Spaltstelle, der Rezeptorbindungsstelle oder der immunmodulatorischen Eigenschaften des NS1-Proteins haben verschiedene plausible Anhaltspunkte, aber bisher keine abschließenden Erklärungen bezüglich der extremen Letalität der „Spanischen Grippe“ geliefert. Besorgnis erregend sind jedoch Publikationen der jüngsten Zeit, in denen Röntgen-Kristallstruktur-Analysen dahingehend interpretiert werden, dass das H5-Hämagglutinin aus dem Jahr 2006 mehr Ähnlichkeiten mit dem rekonstruierten H1 von 1918 als mit dem H5 aus dem Jahr 1997 aufweist.³⁴ Diese molekularen Befunde sollten uns Warnung sein, dass wir die Vorzeichen einer neuen Pandemie erleben.

Diagnose viraler Atemwegsinfektionen

Klassische Nachweise und molekulare Methoden

Generell gibt es in der virologischen Diagnostik die Möglichkeit, eine Infektion über die Antikörper-Immunantwort des Wirtes – die so genannte serologische Diagnostik – oder über die direkte Erregerisolierung nachzuweisen. Da Atemwegsinfektionen als lokale oder organbegrenzte Infektionen zu sehen sind, ist die Antikörperantwort oft nur schwach und/oder verzögert ausgeprägt und erschwert damit die serologische Diagnostik. Als klassischer direkter Virusnachweis gilt die Anzucht mittels Zellkulturen. Sie verlangt recht unterschiedliche Bedingungen bezüglich des jeweils geeigneten Zelltyps, so dass man ein ganzes Arsenal an Zelllinien bereithalten muss, um das breite Spektrum dieser Erregergruppe zu identifizieren. Die ersten erfolgreichen Anzuchten von Influenzaviren gelangen in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts nicht in Zellkulturen heutigen Typs, sondern

³¹ Vgl. Guan *et al.* (2004).

³² Vgl. Chen *et al.* (2004).

³³ Vgl. Reid *et al.* (1999).

³⁴ Vgl. Stevens *et al.* (2006).

in der Allantoishöhle embryonierter Hühnereier.³⁵ Dieses Modell ist bis heute Mittel der Wahl für die Herstellung von Influenzaimpfstoffen, da sich in diesem Kompartiment die meisten humanen wie auch aviären Influenzatyphen replizieren. Darüber hinaus sind auch *Madin-Darby canine kidney*-Zellen (MDCK-Zellen) geeignet zur Anzucht von Influenzaviren. Alle weiteren respiratorischen Viren sind prinzipiell in Zellkulturen anzüchtbar: Rhinoviren in humanen embryonalen Lungenzellen, Parainfluenzaviren in primären Nierenzellen des Rhesusaffen, RSVs in humanen Hep2-Zellen und Koronaviren in Verozellen (Affennieren) – jedoch gelingt dies in der Praxis nicht immer mit Erfolg. Mit Hilfe von spezifischen Antisera und/oder monoklonalen Antikörpern ist es möglich, die aufwändige, zeitintensive und oft schwierige Virusanzucht zu umgehen und stattdessen virale Antigene in Respirationstraktzellen des Patienten nachzuweisen. Als Untersuchungsmaterial verwendet man dabei unter anderem Nasopharynxaspirat oder Rachenspülwasser. Dies gelingt am besten bei Erstinfektionen mit dem RSV,³⁶ da in diesen Fällen das Virus in hoher Konzentration im Untersuchungsmaterial vorliegt. Die Sensitivität dieser Methode ist bei niedrigeren Virustitern deutlich geringer, wie sie im Falle von Reinfektionen im späteren Kindes- und Erwachsenenalter vorliegen.

Die oben geschilderten technischen Einschränkungen haben dazu geführt, dass die ursprünglichen Kenntnisse über die Epidemiologie von respiratorischen Virusinfektionen im Wesentlichen auf wenigen Untersuchungen beruhten. Aktuelle Studien profitieren dagegen von der Verfügbarkeit äußerst empfindlicher molekularer Techniken wie der Polymerasekettenreaktion (PCR)³⁷ in einer größeren Zahl von Laboren. Mit dieser Methode ist es möglich, mit sehr hoher Sensitivität das Virusgenom nachzuweisen. Eine bedeutende Weiterentwicklung dieser Technologie stellte in den letzten Jahren die Etablierung der *real-time*-PCR³⁸ dar, bei der unter Verwendung fluoreszenzmarkierter Sonden neben der Erhöhung der Spezifität die Untersuchungszeit drastisch verkürzt und darüber hinaus die Möglichkeit der Quantifizierung des im Untersuchungsmaterial vorhandenen Erregers möglich ist. Während bei der klassischen Virusisolierung die Koinfektionen mit mehreren Erregern aufgrund des Phänomens der viralen Interferenz oft nicht erkennbar sind, ist dieser Störfaktor bei der molekularen Diagnostik nicht von Bedeutung, so dass bei der in den nächsten Jahren zu erwartenden breiteren Anwendung dieser Technik mit detaillierteren Erkenntnissen bezüglich der Epidemiologie unter anderem von Mehrfachinfektionen zu rechnen ist. Protokolle, mit deren Hilfe man in Form von Multiplex-PCRs in wenigen Ansätzen mehrere Respirationstraktviren simultan nachweisen kann, sind mittlerweile publiziert³⁹ und in weiterer Erprobung.

Praktische Umsetzung in einem Universitätsklinikum

Die mit der speziellen Virusdiagnostik beauftragten Einrichtungen sind in Deutschland traditionellerweise in den virologischen Universitätsinstituten angesiedelt. Die damit gegebene direkte Verbindung mit der Virusforschung hat der Entwicklung der virologischen

³⁵ Vgl. Burnet (1936).

³⁶ Vgl. Kisch *et al.* (1962).

³⁷ Vgl. Saiki *et al.* (1986).

³⁸ Vgl. Livak *et al.* (1995).

³⁹ Vgl. Gunson *et al.* (2005).

Diagnostik in Deutschland zu besonderer Innovation verholfen. Dazu gehört, eine Diagnostik für ein breites und wachsendes Spektrum von Erregern zu etablieren, um den in einem Universitätsklinikum vorhandenen besonderen Patientengruppen (z. B. Immunsupprimierte, Transplantationspatienten, AIDS-Patienten, Kinder mit kongenitalen Immundefekten) gerecht zu werden. Darüber hinaus haben die Erfahrungen mit SARS und der Vogelgrippe gezeigt, dass es in Zukunft wichtig sein wird, diese Erreger schnell zu erkennen und eine umfassende Differenzialdiagnose zur Hand zu haben, um eine unnötige Unruhe bei Patienten wie medizinischem Personal sowie aufwändige Präventionsmaßnahmen zu vermeiden. Abbildung 3 zeigt schematisch den Proben- und Untersuchungsfluss für die Differenzialdiagnose der respiratorischen Infekte, wie er zurzeit im Institut für Virologie des Universitätsklinikums Düsseldorf (UKD) etabliert ist. Mit Hilfe von Automatisierungen und vorbereiteten *ready to use*-Reaktionsansätzen ist es möglich, in dringenden Fällen innerhalb weniger Stunden eine umfangreiche Differenzialdiagnose viraler respiratorischer Erreger zu erreichen. In Kooperation mit dem Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene umfasst dieses Spektrum außerdem wichtige bakterielle Erreger wie Mykoplasmen, Chlamydien und Bordetella, die sich der traditionellen bakteriologischen Diagnostik weitgehend entziehen und deren Identifikation deshalb ebenfalls zunehmend molekular erfolgt. Die im selben Zentrum „Medizinische Mikrobiologie und Virologie“ des UKD integrierte Krankenhaushygiene kann somit zeitnah informiert werden und entsprechend der nachgewiesenen Erreger die nötigen Maßnahmen für das Patientenmanagement veranlassen. Eine erste Testphase dieser Diagnostik seit Dezember 2005 – noch ohne den Nachweis bakterieller Erreger – umfasste pädiatrische Patienten, die mit Zeichen eines respiratorischen Infektes stationär aufgenommen worden waren (Abb. 2). Es zeigte sich, dass neben der stark dominierenden Rolle des RSV in dieser Altersgruppe vor allem das HMPV, die Rhinoviren sowie die Coronaviren als häufige Erreger zu finden sind.

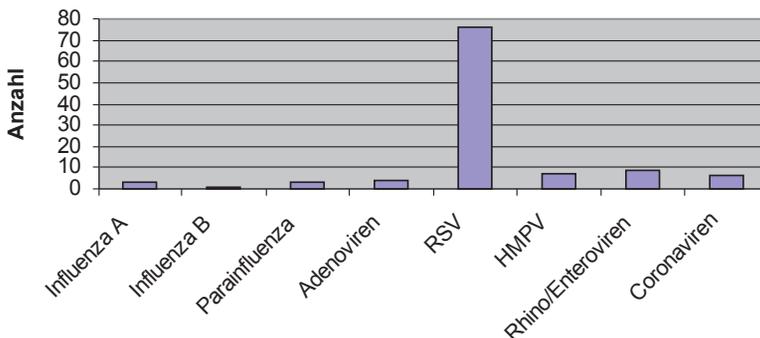


Abb. 2: Nachweise respiratorischer Viren im Institut für Virologie (UKD) bei pädiatrischen Patienten (Jan-April 2006)

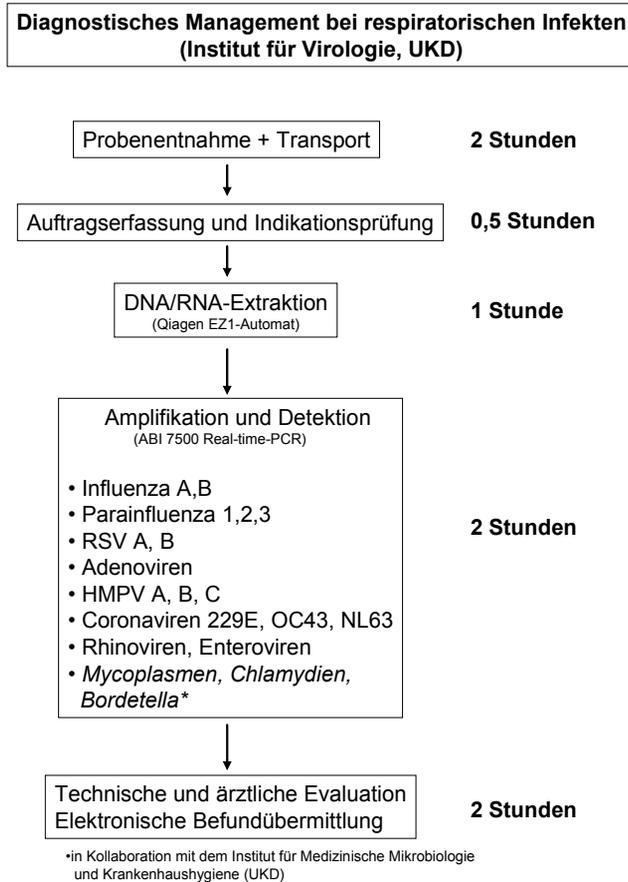


Abb. 3: Fließschema der molekularen Diagnostik respiratorischer Infekte am Institut für Virologie (Universitätsklinikum Düsseldorf)

Therapie und Prophylaxe

Spezifische antivirale Therapeutika

Der banale Schnupfen, meist durch Rhinoviren hervorgerufen, wird typischerweise symptomatisch behandelt: Neben Antihistaminika kommen oft nicht-steroidale antiinflammatorische Medikamente wie Indomethacin⁴⁰ oder Naproxen zum Einsatz. Therapievorsuche mit intranasaler Applikation von rekombinantem Interferon-alpha-2b zeigten einen nur minimalen Effekt auf den Verlauf der Erkrankung und waren mit lokalen Nebenwirkungen wie Trockenheit und Ulzera assoziiert. Einen neuen Ansatz bieten die in den letzten Jahren entwickelten „Uncoating-Inhibitoren“ wie das Pleconaril, die in die hydrophoben Taschen

⁴⁰ Vgl. Fogari *et al.* (1992).

der Kapsidoberfläche binden und damit die Bindung des Virus an den Zellrezeptor sowie die RNA-Freisetzung hemmen.⁴¹ Eine leichte Verkürzung der Erkrankungsdauer kann bei Behandlung von Rhinovirusinfekten mit Pleconaril beobachtet werden, allerdings assoziiert mit Nebenwirkungen wie Erbrechen und Übelkeit. Dieser insgesamt mäßige Erfolg hat dazu geführt, dass die US Food and Drug Administration (FDA) keine Empfehlung für das Medikament zur Behandlung des Schnupfens ausgibt.

Neuere und erfolgreiche Ansätze gibt es bei der Behandlung der RSV-Infektionen im Kindesalter. Palivizumab ist ein humanisierter monoklonaler Antikörper gegen ein hochkonserviertes, neutralisierendes Epitop im RSV-F-Protein, der bei Frühgeborenen sowie Kindern mit Lungen- oder Herzerkrankungen prophylaktisch gegen RSV-Infektionen eingesetzt wird und dessen medizinischer wie auch kosteneffektiver Nutzen in einer Reihe von Studien gezeigt wurde.⁴² Weiterentwicklungen dieses Antikörpers mit einer 70fach erhöhten Bindungsaffinität sind bereits in klinischen Studien.⁴³

Nahezu populär wurde in den letzten Monaten das Oseltamivir (Tamiflu®) für die Therapie der Influenza, das wie das Zanamivir zur Gruppe der Neuraminidasehemmer gehört, jedoch als entscheidenden Vorteil die orale Applikation ermöglicht. Die Neuraminidasehemmer zeigen gegenüber dem früher entwickelten M2-Hemmer Amantadin auch eine Wirkung gegen die Influenza-B-Infektion. Sie scheinen gegenüber allen Influenza-A-Subtypen wirksam zu sein und werden deshalb im Zusammenhang mit der aviären Influenza als potenziell wirksamstes Mittel in der Frühphase einer Pandemie gesehen, wenn noch kein spezifischer Impfstoff zur Verfügung steht. Wie bei allen antiviralen Substanzen muss auch beim Einsatz von Oseltamivir mit der Entwicklung von Resistenzen während der Therapie gerechnet werden. Entscheidend für die Weitergabe und damit für die langfristige Verbreitung resistenter Mutanten ist deren Replikationsfähigkeit (*viral fitness*), die glücklicherweise bei Resistenzmutanten oftmals sehr niedrig ist. Bezüglich der Resistenzentwicklung des Influenzavirus gegenüber Neuraminidasehemmern liegen noch keine einheitlichen Erkenntnisse vor.⁴⁴

Impfungen

Die Tatsache, dass der Mensch lebenslang und mehrfach im Jahr Erkältungskrankheiten erleidet, lässt darauf schließen, dass diese Infektionen nur eine Teilimmunität hinterlassen. Dies und die Vielzahl und Diversität der Erreger lassen eine erfolgreiche Impfstoffentwicklung, z. B. gegen Rhinoviren, unwahrscheinlich erscheinen. Bezüglich der vor allem im Kleinkindesalter auftretenden RSV-Infektionen hat es Bemühungen gegeben, gegen diesen Erreger eine Vakzine zu entwickeln. Studien mit formalinaktivierten RSVs aus den Jahren 1966 und 1967 an Kindern mussten abgebrochen werden: Eine Schutzfunktion gegenüber einer späteren Exposition war nicht vorhanden; geimpfte Kinder mussten nach der Exposition mit dem Wildvirus sogar häufiger hospitalisiert werden, und zwei dieser Kinder verstarben.⁴⁵ Alle späteren Versuche, einen Impfstoff gegen das RSV zu entwickeln, waren bisher erfolglos.

⁴¹ Vgl. Zhang *et al.* (2004).

⁴² Vgl. Reeve *et al.* (2006).

⁴³ Vgl. Mejias *et al.* (2005).

⁴⁴ Vgl. Yen *et al.* (2005).

⁴⁵ Vgl. Kim *et al.* (1969).

Überraschend mag deshalb erscheinen, dass gerade gegen das hochvariable Influenzavirus erfolgreich geimpft werden kann. Der Grund dafür liegt darin, dass trotz des *antigenic drift* in jeder Saison nur wenige Subtypen gleichzeitig zirkulieren: Zurzeit sind es zwei Influenza-A-Typen (H1N1 und H3N2) sowie ein Influenza-B-Typ. Der Impfstoff besteht aus einer Spaltvakzine, die das Influenza-Hämagglutinin und die Neuraminidase enthält und jährlich auf ihre Wirksamkeit getestet bzw. erneuert werden muss. Jedes Jahr gibt die WHO Ende Februar ihre Empfehlungen hinsichtlich der Impfstämme der nächsten Saison für die nördliche Erdhalbkugel und im September für die südliche Erdhalbkugel aus,⁴⁶ die dann noch von den nationalen Behörden bestätigt werden müssen. In Deutschland werden jährlich rund 14 Millionen Impfdosen appliziert, überwiegend älteren Patienten und Menschen, die an kardiopulmonalen Erkrankungen leiden. Die Erkenntnis, dass zu Beginn der Influenzaepidemien zum großen Teil die Kleinkinder betroffen sind, die als sehr effektive Weiterüberträger fungieren, hat in den USA zu Impfeempfehlungen für diese Altersgruppe geführt. Diese Empfehlungen wurden außerdem auf Schwangere nach dem ersten Trimenon, d. h. nach den ersten drei Schwangerschaftsmonaten, erweitert.

Zusammenfassung

Respiratorische Viren verursachen eine große Bandbreite respiratorischer Erkrankungen – vom harmlosen Schnupfen bis zu letalen Infektionen wie SARS oder der Influenzapneumonie. Im Vergleich zu vielen anderen bedrohlichen Virusinfektionen wie AIDS oder Hepatitis sind Expositionsvermeidungen im Alltag schwer möglich. In den letzten Jahren hat es mehrere Anzeichen dafür gegeben, dass aus der Gruppe der respiratorischen Viren ernsthaft neue Bedrohungen für den Menschen erwachsen könnten. Im Unterschied zu Pandemien der Vergangenheit steht uns mittlerweile eine effektive und schnelle Diagnostik zur Verfügung, die zusammen mit seuchenhygienischen und spezifischen therapeutischen Maßnahmen wesentlicher Bestandteil einer wirksamen Seuchenbekämpfung sein wird. Der Entwicklung von neuen Impfstoffen und besseren Impfstrategien kommt hierbei eine wichtige Rolle zu. Darüber hinaus sind weitere Forschungen auf Seiten der Erreger und der antiviralen Immunantwort nötig, um Komplikationen bei Infektionen wie z. B. mit dem RSV im Kleinkindesalter verstehen und vermeiden zu können.

Literatur

- ALVAREZ, R., H. M. LWAMBA, D. R. KAPCZYNSKI, M. K. NJENGA und B. S. SEAL. „Nucleotide and predicted amino acid sequence-based analysis of the avian metapneumovirus type C cell attachment glycoprotein gene: phylogenetic analysis and molecular epidemiology of U.S. pneumoviruses“, *Journal of Clinical Microbiology* 41 (2003), 1730-1735.
- ARMSTRONG, G. L. und R. W. PINNER. „Outpatient visits for infectious diseases in the United States, 1980 through 1996“, *Archives of Internal Medicine* 159 (1999), 2531-2536.
- BAUCH, C. T., J. O. LLOYD-SMITH, M. P. COFFEE und A. P. GALVANI. „Dynamically modeling SARS and other newly emerging respiratory illnesses: past, present, and future“, *Epidemiology* 16 (2005), 791-801.

⁴⁶ Vgl. Pfliegerer (2005).

- BURNET, F. M. „Influenza virus on the developing egg. I. Changes associated with the development of an egg-passage strain of virus“, *British Journal of Experimental Pathology* 17 (1936), 282-293.
- CHEN, H., G. DENG, Z. LI, G. TIAN, Y. LI, P. JIAO, L. ZHANG, Z. LIU, R. G. WEBSTER und K. YU. „The evolution of H5N1 influenza viruses in ducks in southern China“, *The Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 101 (2004), 10452-10457.
- CLAAS, E. C., A. D. OSTERHAUS, R. VAN BEEK, J. C. DE JONG, G. F. RIMMELZWAAN, D. A. SENNE, S. KRAUSS, K. F. SHORTRIDGE und R. G. WEBSTER. „Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus“, *Lancet* 351 (1998), 472-477.
- DINGLE J. H., G. F. BADGER und W. S. JORDAN JR. „Illness in the home: Study of 25,000 illnesses in a group of Cleveland families. Cleveland“, *The Press of Western Reserve University* (1964), 1.
- DOUGLAS JR., R. C., R. B. COUCH und K. M. LINDGREN. „Cold doesn't affect the 'common cold' in study of rhinovirus infections“, *Journal of the American Medical Association* 199 (1967), 2930.
- FALSEY, A. R. und E. E. WALSH. „Respiratory syncytial virus infection in elderly adults“, *Drugs Aging* 22 (2005), 577-587.
- FOGARI, R., A. ZOPPI, F. TETTAMANTI, G. D. MALAMANI, C. TINELLI und A. SALVETTI. „Effects of nifedipine and indomethacin on cough induced by angiotensin-converting enzyme inhibitors: a double-blind, randomized, cross-over study“, *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 19 (1992), 670-673.
- GUAN, Y., L. L. POON, C. Y. CHEUNG, T. M. ELLIS, W. LIM, A. S. LIPATOV, K. H. CHAN, K. M. STURM-RAMIREZ, C. L. CHEUNG, Y. H. LEUNG, K. Y. YUEN, R. G. WEBSTER und J. S. PEIRIS. „H5N1 influenza: a protean pandemic threat“, *The Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 101 (2004), 8156-8161.
- GUNSON, R. N., T. C. COLLINS und W. F. CARMAN. „Real-time RT-PCR detection of 12 respiratory viral infections in four triplex reactions“, *Journal of Clinical Virology* 33 (2005), 341-344.
- GWALTNEY JR., J. M., J. O. HENDLEY, G. SIMON und W. S. JORDAN JR. „Rhinovirus infections in an industrial population. I. The occurrence of illness“, *The New England Journal of Medicine* 275 (1966), 1261-1268.
- GWALTNEY JR., J. M., P. B. MOSKALSKI und J. O. HENDLEY. „Hand-to-hand transmission of rhinovirus colds“, *Annals of Internal Medicine* 88 (1978), 463-467.
- GWALTNEY JR., J. M. „The Jeremiah Metzger lecture. Climatology and the common cold“, *Transaction of the American Clinical and Climatological Association* 96 (1984), 159-175.
- HENDLEY, J. O. und J. M. GWALTNEY JR. „Mechanisms of transmission of rhinovirus infections“, *Epidemiologic Reviews* 10 (1988), 243-258.
- HENRICKSON, K. J., S. HOOVER, K. S. KEHL und W. HUA. „National disease burden of respiratory viruses detected in children by polymerase chain reaction“, *Pediatric Infectious Disease Journal* 23 (2004), S11-S18.
- HICKS, L. A., C. W. SHEPARD, P. H. BRITZ, D. D. ERDMAN, M. FISCHER, B. L. FLANNERY, A. J. PECK, X. LU, W. L. THACKER, R. F. BENSON, M. L. TONDELLA, M. E. MOLL, C. G. WHITNEY, L. J. ANDERSON und D. R. FEIKIN. „Two outbreaks of severe respiratory disease in nursing homes associated with rhinovirus“, *Journal of the American Geriatrics Society* 54 (2006), 284-289.
- KIM, H. W., J. G. CANCHOLA, C. D. BRANDT, G. PYLES, R. M. CHANOCK, K. JENSEN und R. H. PARROTT. „Respiratory syncytial virus disease in infants despite prior administration of antigenic inactivated vaccine“, *American Journal of Epidemiology* 89 (1969), 422-434.

- KISCH, A. L., K. M. JOHNSON und R. M. CHANOCK. „Immunofluorescence with respiratory syncytial virus“, *Virology* 16 (1962), 177-189.
- KONIG, B., W. KONIG, R. ARNOLD, H. WERCHAU, G. IHORST und J. FORSTER. „Prospective study of human metapneumovirus infection in children less than 3 years of age“, *Journal of Clinical Microbiology* 42 (2004), 4632-4635.
- KUIKEN, T., R. A. FOUCHIER, M. SCHUTTEN, G. F. RIMMELZWAAN, G. VAN AMERONGEN, D. VAN RIEL, J. D. LAMAN, T. DE JONG, G. VAN DOORNUM, W. LIM, A. E. LING, P. K. CHAN, J. S. TAM, M. C. ZAMBON, R. GOPAL, C. DROSTEN, S. VAN DER WERF, N. ESCRIOU, J. C. MANUGUERRA, K. STOHR, J. S. PEIRIS und A. D. OSTERHAUS. „Newly discovered coronavirus as the primary cause of severe acute respiratory syndrome“, *Lancet* 362 (2003), 263-270.
- LIVAK, K. J., S. J. FLOOD, J. MARMARO, W. GIUSTI und K. DEETZ. „Oligonucleotides with fluorescent dyes at opposite ends provide a quenched probe system useful for detecting PCR product and nucleic acid hybridization“, *PCR Methods Application* 4 (1995), 357-362.
- MANDELL, G. L., J. E. BENNETT und R. DOLIN. *Principles and Practice of Infectious Diseases*. Philadelphia ⁶2005.
- MARRE, R., T. MERTENS und M. Trautmann. *Klinische Infektiologie*. München und Jena 2000.
- MEJIAS, A., S. CHAVEZ-BUENO, A. M. RIOS, M. F. ATEN, B. RAYNOR, E. PEROMINGO, P. SONI, K. D. OLSEN, P. A. KIENER, A. M. GOMEZ, H. S. JAFRI und O. RAMILO. „Comparative effects of two neutralizing anti-respiratory syncytial virus (RSV) monoclonal antibodies in the RSV murine model: time versus potency“, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 49 (2005), 4700-4707.
- MONTO, A. S. „Coronaviruses“, in: A. S. EVANS (Hrsg.). *Viral infections of Humans: Epidemiology and control*. New York ⁴1997, 211-227.
- OPENSHAW, P. J. und J. S. TREGONING. „Immune responses and disease enhancement during respiratory syncytial virus infection“, *Clinical Microbiological Reviews* 18 (2005), 541-555.
- PAPADOPOULOS, N. G. „Do rhinoviruses cause pneumonia in children?“, *Paediatric Respiratory Reviews* 5 Supplement A (2004), S191-S195.
- PEIRIS, J. S., S. T. LAI, L. L. POON, Y. GUAN, L. Y. YAM, W. LIM, J. NICHOLLS, W. K. YEE, W. W. YAN, M. T. CHEUNG, V. C. CHENG, K. H. CHAN, D. N. TSANG, R. W. YUNG, T. K. NG und K. Y. YUEN. „Coronavirus as a possible cause of severe acute respiratory syndrome“, *Lancet* 361 (2003), 1319-1325.
- PEIRIS, J. S., W. C. YU, C. W. LEUNG, C. Y. CHEUNG, W. F. NG, J. M. NICHOLLS, T. K. NG, K. H. CHAN, S. T. LAI, W. L. LIM, K. Y. YUEN und Y. GUAN. „Re-emergence of fatal human influenza A subtype H5N1 disease“, *Lancet* 363 (2004), 617-619.
- PFLEIDERER, M. „Die Zulassung von Influenzaimpfstoffen – vom saisonal aktualisierten Impfstoff zum Pandemiefall“, *ImpfDialog* 4 (2005), 175-182.
- POUTANEN, S. M., D. E. LOW, B. HENRY, S. FINKELSTEIN, D. ROSE, K. GREEN, R. TELLIER, R. DRAKER, D. ADACHI, M. AYERS, A. K. CHAN, D. M. SKOWRONSKI, I. SALIT, A. E. SIMOR, A. S. SLUTSKY, P. W. DOYLE, M. KRAJEN, M. PETRIC, R. C. BRUNHAM und A. J. MCGEER. „Identification of severe acute respiratory syndrome in Canada“, *The New England Journal of Medicine* 348 (2003), 1995-2005.
- REEVE, C. A., J. S. WHITEHALL, P. G. BUETTNER, R. NORTON, D. M. REEVE und F. FRANCIS. „Cost-effectiveness of respiratory syncytial virus prophylaxis with palivizumab“, *Journal of Paediatrics and Child Health* 42 (2006), 253-258.

- REID, A. H., T. G. FANNING, J. V. HULTIN und J. K. TAUBENBERGER. „Origin and evolution of the 1918 ‚Spanish‘ influenza virus hemagglutinin gene“, *The Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 96 (1999), 1651-1656.
- SAIKI, R. K., T. L. BUGAWAN, G. T. HORN, K. B. MULLIS und H. A. ERLICH. „Analysis of enzymatically amplified beta-globin and HLA-DQ alpha DNA with allele-specific oligonucleotide probes“, *Nature* 324 (1986), 163-166.
- SEMPLÉ, M. G., A. COWELL, W. DOVE, J. GREENSILL, P. S. MCNAMARA, C. HALFHIDE, P. SHEARS, R. L. SMYTH und C. A. HART. „Dual infection of infants by human metapneumovirus and human respiratory syncytial virus is strongly associated with severe bronchiolitis“, *Journal of Infectious Diseases* 191 (2005), 382-386.
- SIMÕES, E. A. und X. CARBONELL-ESTRANY. „Impact of severe disease caused by respiratory syncytial virus in children living in developed countries“, *Journal of Paediatrics and Child Health* 22 (2003), S13-S18.
- ST JEAN, J. R., H. JACOMY, M. DESFORGES, A. VABRET, F. FREYMUTH und P. J. TALBOT. „Human respiratory coronavirus OC43: genetic stability and neuroinvasion“, *Journal of Virology* 78 (2004), 8824-8834.
- STEVENS, J., O. BLIXT, T. M. TUMPEY, J. K. TAUBENBERGER, J. C. PAULSON und I. A. WILSON. „Structure and receptor specificity of the hemagglutinin from an H5N1 influenza virus“, *Science* 312 (2006), 404-410.
- SUBBARAO, K., A. KLIMOV, J. KATZ, H. REGNERY, W. LIM, H. HALL, M. PERDUE, D. SWAYNE, C. BENDER, J. HUANG, M. HEMPHILL, T. ROWE, M. SHAW, X. XU, K. FUKUDA und N. COX. „Characterization of an avian influenza A (H5N1) virus isolated from a child with a fatal respiratory illness“, *Science* 279 (1998), 393-396.
- VAN DEN HOOGEN, B. G., J. C. DE JONG, J. GROEN, T. KUIKEN, R. DE GROOT, R. A. FOUCHIER und A. D. OSTERHAUS. „A newly discovered human pneumovirus isolated from young children with respiratory tract disease“, *Nature Medicine* 7 (2001), 719-724.
- VARGA, S. M., X. WANG, R. M. WELSH und T. J. BRACIALE. „Immunopathology in RSV infection is mediated by a discrete oligoclonal subset of antigen-specific CD4(+) T cells“, *Immunity* 15 (2001), 637-646.
- WALSH, E. E., A. R. FALSEY und P. A. HENNESSEY. „Respiratory syncytial and other virus infections in persons with chronic cardiopulmonary disease“, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 160 (1999), 791-795.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *The world health report 2004 – changing history*. Genf 2004.
- YEN, H. L., L. M. HERLOCHER, E. HOFFMANN, M. N. MATROSOVICH, A. S. MONTO, R. G. WEBSTER und E. A. GOVORKOVA. „Neuraminidase inhibitor-resistant influenza viruses may differ substantially in fitness and transmissibility“, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 49 (2005), 4075-4084.
- ZHANG, Y., A. A. SIMPSON, R. M. LEDFORD, C. M. BATOR, S. CHAKRAVARTY, G. A. SKOCHKO, T. M. DEMENCZUK, A. WATANYAR, D. C. PEVEAR und M. G. ROSSMANN. „Structural and virological studies of the stages of virus replication that are affected by antirhinovirus compounds“, *Journal of Virology* 78 (2004), 11061-11069.

WILFRIED BUDACH und EDWIN BÖLKE

Strahlende Zukunft – Radioonkologie 2010

Röntgenstrahlen, benannt nach ihrem Entdecker Wilhelm Konrad Röntgen, sind derzeit in der Diagnostik von Krankheiten sowie in der Therapie von malignen Erkrankungen nicht mehr wegzudenken. Ziel der Radiotherapie ist es, bösartige Tumoren zu zerstören – bei möglichst geringer Schädigung des den Tumor umgebenden gesunden Gewebes. Die Bestrahlung wirkt vor allem auf die im Zellkern befindliche Desoxyribonukleinsäure (DNA). Die DNA ist die Trägerin der Erbinformation. Bei jeder Teilung der Zelle wird diese Information an die Tochterzellen weitergegeben. Durch die Bestrahlung kommt es zu Schädigungen an der DNA. Ein großer Teil dieser Schädigungen kann durch Enzyme, die in der Zelle sind, repariert werden. Trotzdem kommt es vor, dass manche Schädigungen nicht oder nur falsch repariert werden. Dadurch kann die Zelle ihre Fähigkeit, sich zu teilen, verlieren und stirbt nach einiger Zeit, in der Regel beim Versuch der nächsten Zellteilung, ab. Die entstehenden Zellbruchstücke baut der Körper ab. Ein zweiter Mechanismus des Zelltodes besteht in der durch die Bestrahlung ausgelösten Apoptose. Unter Apoptose versteht man einen von der Zelle selbst bereits wenige Stunden nach der Bestrahlung ausgelösten Zelltod mit anschließender Auflösung der Zelle.

Ziel der Strahlentherapie ist es, alle in der Bestrahlungsregion vorhandenen Tumorzellen abzutöten, d. h. eine lokale oder lokoregionäre Tumorkontrolle zu erreichen. Einflussfaktoren auf die lokale Tumorkontrolle sind die Tumorgroße, die histologische Art des Tumors sowie dessen Wachstumsgeschwindigkeit. Bestrahlt man Tumoren mit ansteigenden Dosen, so werden bis zu einer vom Tumor abhängigen Schwellendosis keine lokalen Tumorkontrollen beobachtet, wohingegen es oberhalb dieser Schwellendosis zu einem raschen Anstieg der lokalen Tumorkontrolle kommt, bis erst oberhalb von ca. 90 Prozent wieder ein flacherer Anstieg zu verzeichnen ist. D. h., es ergeben sich sigmoide Dosis-Wirkungsbeziehungen (Abb. 1). Sehr ähnliche, häufig aber noch steilere Dosis-Wirkungsbeziehungen werden auch für die Wahrscheinlichkeit schwerer Nebenwirkungen an den Normalgeweben beobachtet, in der Regel allerdings erst knapp oberhalb der für die lokale Tumorkontrolle notwendigen Dosen. Dadurch entsteht ein therapeutisches Fenster, das die lokale Tumorkontrolle ohne schwerwiegende Komplikationen ermöglicht. Bei vielen Tumorarten ist dieses Fenster so klein, dass nur ein geringer Teil der Patienten mit der alleinigen Radiotherapie komplikationsfrei geheilt werden kann. Es kommt also darauf an, Wege zu finden, entweder die Dosis-Wirkungsgrube für den Tumor in Richtung niedriger Dosen oder die Dosis-Wirkungsbeziehungen für das Normalgewebe in Richtung höherer Dosen zu verschieben. Die effektivste Maßnahme, die Dosis-Wirkungsbeziehung für den Tumor nach links in Richtung einer niedrigen Dosis zu verschieben, stellt weiterhin für die meis-

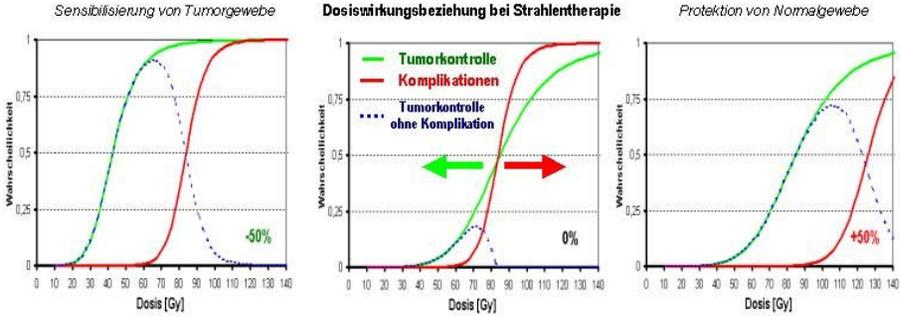
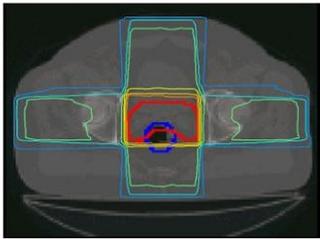


Abb. 1: Sigmoide Dosis-Wirkungsbeziehungen während der Radiotherapie von malignen Tumoren. Auf der Abszisse ist die Größe der Strahlendosis in Gray (Gy) angegeben. Die Ordinate gibt die Wahrscheinlichkeit, dass alle Tumorzellen vernichtet worden sind, in Prozent an. Die grüne Kurve präsentiert die Tumorkontrolle. Die rote Kurve zeigt die Komplikationen und die blaue gestrichelte Kurve stellt die Tumorkontrolle ohne Komplikationen dar. Durch Abtötung von Tumorzellen durch andere Therapieverfahren oder durch eine Sensibilisierung der Tumorzellen mittels Chemotherapie oder molekular zielgerichteter Therapien lässt sich die Dosis-Wirkungskurve des Tumors weiter nach links verschieben (grüner Pfeil), wodurch das therapeutische Fenster (linke Grafik, blaue Linie) größer wird. Verbesserte Bestrahlungstechniken ermöglichen andererseits, die Dosis-Wirkungsbeziehung für schwerwiegende Komplikationen nach rechts zu verschieben (roter Pfeil), wodurch sich das therapeutische Fenster (rechte Grafik, blaue Linie) ebenfalls erweitern lässt.

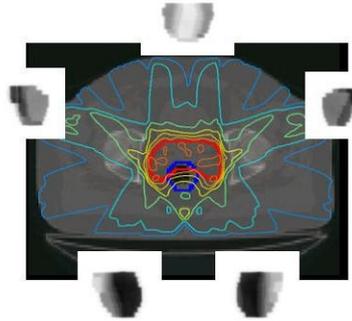
ten Krebserkrankungen die chirurgische Entfernung des Tumors dar, wodurch die Anzahl der verbliebenen Tumorzellen um mehrere Zehnerpotenzen reduziert werden kann. Aber auch durch die Kombination der Radio- mit einer Chemotherapie oder mit neuerdings verfügbaren molekular zielgerichteten Therapien ist eine Linksverschiebung erreichbar, was für den Patienten häufig gleichbedeutend ist mit mehr Heilungen. Eine Verschiebung der Dosis-Wirkungsbeziehung für die Normalgewebskomplikation nach rechts in Richtung einer höheren Dosis ist mit chirurgischen Maßnahmen gar nicht und mit medikamentösen Eingriffen bisher nur im Tiermodell erfolgreich. Die Tatsache, dass die Wahrscheinlichkeit strahlentherapeutischer Komplikationen auch im Wesentlichen vom Volumen des mit hoher Dosis bestrahlten Normalgewebes abhängt, eröffnet die Möglichkeit, eine Rechtsverschiebung der Dosis-Wirkungsbeziehung für die Normalgewebe mittels verbesserter Bestrahlungstechnologien zu erreichen. Die moderne Bildgebung mit Computer-, Kernspin- und Positronen-Emissionstomographie ermöglicht eine viel genauere Bestimmung der Tumorausdehnung, als dies früher möglich war. Neue Technologien in der Strahlentherapie erlauben die zielgenaue Erfassung der so definierten Tumorausdehnung, wodurch das Volumen des unnötig hoch dosiert bestrahlten Normalgewebes drastisch sinkt und die angestrebte Rechtsverschiebung der Dosis-Wirkungsbeziehung gelingt, d. h. das therapeutische Fenster vergrößert wird. Moderne Linearbeschleuniger mit laserunterstützter Patientenpositionierung und rechneroptimierter Bestrahlungsplanung waren die Voraussetzung für diese Fortschritte. Mit Hilfe von Hochleistungsrechnern gelingt es derzeit, eine

3D („konventionelle RT“)



4 Felder Box

IMRT



Felder IMRT 5

Abb. 2: Konventionelle Bestrahlung und IMRT bei einem bösartigen Tumor im Beckenbereich. Gezeigt werden die Bestrahlungsfelder bei einer herkömmlichen 3-D geplanten 4-Felder-Box-Technik (links) und durch IMRT (rechts). Die inhomogenen Dosisintensitäten, die über fünf Einstrahlrichtungen bei der IMRT verabreicht werden, sind deutlich erkennbar. Am Rektum lässt sich mit der IMRT ein konkaver Verlauf der hohen Isodosen (gelbe Linien) erreichen, wodurch weniger Nebenwirkungen zu erwarten sind.

weitere Verfeinerung der Strahlentherapie, die so genannte „Intensitätsmodulierte Radiotherapie“ (IMRT), in die Routinebehandlung von Krebspatienten einzuführen, wodurch sich das therapeutische Fenster noch weiter öffnen lässt. Bei der IMRT werden bis zu 200 unterschiedlich geformte Bestrahlungsfelder aus verschiedenen Richtungen in rascher Reihenfolge appliziert, wodurch auch sehr irregulär geformte Tumoren präzise und mit verbesserter Schonung der Normalgewebe bestrahlt werden können (Abb. 2). Erste klinische Erfahrungen mit der IMRT haben gezeigt, dass die Konzeption aufgeht. So konnte beim Prostatakarzinom durch eine Eskalation der Bestrahlungsdosis von 70 auf 78 Gy (Gray) ein Überlebensvorteil nachgewiesen werden, ohne dass vermehrte Nebenwirkungen in Kauf genommen werden mussten. Bei Kopf- und Halstumoren konnte bei unveränderter Gesamtdosis eine deutliche Verringerung der Nebenwirkungen, insbesondere der Mundtrockenheit, durch bessere Schonung der Speicheldrüsen gezeigt werden. Ähnliche Verbesserungen sind noch für viele andere Tumorarten zu erwarten. Entsprechende klinische Studien werden derzeit durchgeführt oder sind in Vorbereitung. Die Technik steht auch am Universitätsklinikum Düsseldorf seit kurzem zur Verfügung.

Weitere Fortschritte in der technischen Entwicklung der Strahlentherapie sind durch die Anwendung von Protonen oder Schwerionen anstelle von Photonen (Röntgenstrahlen) zu erwarten. Protonen und Schwerionen haben im Vergleich zu Photonen außerordentliche Eigenschaften. Sie geben ihre maximale Dosis, die ein hohes Potenzial zur Zerstörung der Tumorzellen hat, am Ende ihrer Bahn ab, d. h. dort, wo sie am stärksten abgebremst werden (so genannter *Bragg Peak*). Die Geschwindigkeit (Energie) wird so gewählt, dass die Protonen oder Schwerionen genau am vorausberechneten Ort Tumorgewebe abbremsen. Hinter dem Tumor, im gesunden Gewebe, wird praktisch keine Dosis mehr abgege-

Vergleich IMRT mit Protonenbestrahlung

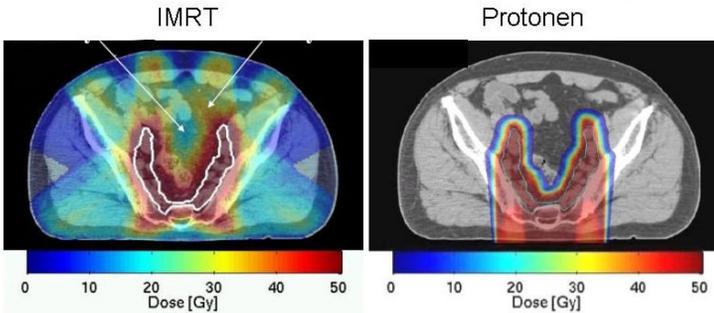


Abb. 3: Vergleich von IMRT und Protonenbestrahlung bei einem Tumor im Beckenbereich. Im linken Bild sind die bestrahlten Felder mit Dosis durch IMRT dargestellt. Rechts sieht man die entsprechenden Felder bei einer Protonentherapie. Während im Hochdosisbereich kaum Unterschiede erkennbar sind (rote Bereiche), ist deutlich, dass im niedrigen Dosisbereich (blau/grün) weniger Strahlenbelastung bei der Anwendung von Protonen entsteht.

ben. Auch vor dem Tumor ist die Dosis kleiner als bei Photonen (Abb. 3). Aus diesem Grund wird das gesunde Gewebe bei der Strahlentherapie mit Protonen oder Schwerionen besser geschont. Potenzielle Vorteile sind weniger Nebenwirkungen und die Chance, im Tumolvolumen deutlich höhere Strahlendosen zu erreichen, wodurch mehr Tumorheilungen zu erwarten sind. Damit lässt sich das therapeutische Fenster, zumindest theoretisch, noch weiter öffnen als mit einer optimierten Photonentechnik. Erste klinische Erfahrungen, vorwiegend an Schädelbasis- und Augentumoren, weisen darauf hin, dass tatsächlich bessere Ergebnisse erreichbar sind. Darüber hinaus hat die Strahlentherapie mit Protonen und anderen Schwerionen den Vorteil, dass das mit geringer Dosis bestrahlte Normalgewebsvolumen deutlich kleiner ist als beim Einsatz von Photonen. Da strahleninduzierte Zweittumoren, die zehn Jahre nach Strahlentherapie in bis zu einem Prozent der Fälle beobachtet werden, vorwiegend im Niedrigdosisbereich entstehen, kann durch den Einsatz von Protonen oder Schwerionen eine Reduktion der strahleninduzierten Zweitmalignome erwartet werden. Deshalb ist der Einsatz von Protonen- oder Schwerionentherapien insbesondere bei Kindern zu überlegen, die aufgrund ihrer sehr langen Lebenserwartung ein besonders hohes Risiko haben, an Zweittumoren zu erkranken. Der hohe finanzielle Aufwand einer Protonen- oder Schwerionentherapie hat ihren flächendeckenden Einsatz bisher verhindert. Es gibt aber auch in Deutschland eine Reihe von Bestrebungen, diese Therapieform für genügend Patienten zur Verfügung zu stellen, um in großen klinischen Studien ihren wirklichen Nutzen untersuchen zu können.

Insgesamt findet sich das Fach „Radioonkologie und Strahlentherapie“ derzeit im rasanten Umbruch und eröffnet neue Chancen in der immer komplexer werdenden interdisziplinären Therapie von Krebserkrankungen. Mehrheilungen mit weniger Nebenwirkungen erscheinen realistisch.

HILDEGARD GRASS und STEFANIE RITZ-TIMME

Frauen- und Geschlechterforschung, Gewaltopfer und Rechtsmedizin

Wenn man gar nicht einmal die Geschlechter an den Kleidungen erkennen könnte, sondern auch noch sogar das Geschlecht erraten müsste, so würde eine neue Welt von Liebe entstehen. Dieses verdiente in einem Roman mit Weisheit und Kenntnis der Welt behandelt zu werden.

Georg Christoph Lichtenberg (1764-1771)

In der Ausschreibung der Professur „Rechtsmedizin“ in der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurde eingefordert, „dass sich die Bewerberin/der Bewerber mit einem Schwerpunkt am Netzwerk für Frauen- und Geschlechterforschung beteiligt“. Die Professur ist seit Dezember 2004 besetzt, seitdem ist sie auch Netzwerkprofessur.

Doch welche Inhalte des Faches „Rechtsmedizin“ sind für Frauen- und Geschlechterforschung interessant? Kann Frauen- und Geschlechterforschung in die Rechtsmedizin integriert werden, oder ist sie als ein „Fremdkörper“ im Fach zu betrachten?

Die Klärung dieser Fragen setzt die Beantwortung einer weiteren, alles andere als banalen Frage voraus: Was ist eigentlich „Geschlecht“ in der „Geschlechterforschung“?

Exkurs: Was ist eigentlich „Geschlecht“ in der „Geschlechterforschung“?

Die meisten Mediziner meinen das *biologische Geschlecht*, wenn sie vom Geschlecht einer Person sprechen. Sie gehen davon aus, dass dieses genetisch determiniert ist, und dass die Geschlechtschromosomen XY das männliche, das Geschlechtschromosomenpaar XX das weibliche Geschlecht kennzeichnen.

Doch schon das vermeintlich so klar definierte *biologische Geschlecht* ist nicht immer eindeutig.¹ So gibt es endokrine Störungen, die einen weiblichen Phänotyp bei männlichem Genotyp bedingen können, wie beispielsweise die Androgen-Insensitivität (AIS). Im Extremfall heißt das, dass Individuen mit der (eigentlich doch „männlichen“) Geschlechtschromosomenkombination XY als Mädchen aufwachsen und sich später als Frau fühlen und erleben. Bei fünf Olympischen Spielen, bei denen eine Überprüfung des Geschlechts der als Sportlerinnen angetretenen Individuen erfolgte, zeigte sich eine Inzidenz eines solchen männlichen Pseudhermaphroditismus von 1:421, meist bedingt durch ein AIS.² Das heißt, dass einem von 421 Individuen, die als Frauen aufgewachsen waren und bis dahin

¹ Vgl. von Wurmb-Schwark *et al.* (im Druck).

² Vgl. Simpson *et al.* (2000).

als Frauen lebten, mitgeteilt wurde, dass sie wegen ihres männlichen (?) Geschlechts auszuschließen seien. Ein Opfer dieser Praxis war 1985 die spanische Hürdenläuferin Maria José Martínez Patino, der die „Diagnose Mann (XY)“ ihre weitere Karriere zerstörte.

Spätestens bei Kenntnis solcher Fälle muss das Bild der klaren, „naturgegebenen“ Geschlechtsdefinition ins Wanken geraten. Sind Menschen wie Maria José Martínez Patino Frauen oder Männer? Genetisch gesehen sind sie durch das Geschlechtschromosomenpaar als männlich charakterisiert. Ihr weiblicher Phänotyp führt allerdings oft zu einer Selbstidentifikation als Frau und zur Annahme eines weiblichen *psychozialen Geschlechts*.

Das *psychoziale Geschlecht* resultiert aus der individuellen und gesellschaftlichen Gestaltung der biologischen Unterschiede. Selten fallen biologisches und psychoziales Geschlecht so extrem auseinander wie bei Maria José Martínez Patino. Dennoch gibt es zunehmend mehr Menschen, die zumindest in Teilbereichen des Lebens eine andere Geschlechterrolle annehmen, als es den an das biologische Geschlecht gekoppelten Erwartungen entspricht. Beispiele sind die Frau, die beruflich „ihren Mann steht“, oder der Haus„mann“, der die klassische Haus„frau“-enrolle übernommen hat.

Mehr oder weniger unabhängig davon können wiederum zahlreiche andere Kategorien des Geschlechts sein, es seien hier nur das *psychosexuelle* oder das *verhaltensbiologische* Geschlecht genannt.

Was also bedeutet „Geschlecht“ in der „Geschlechterforschung“? Wegen der zahlreichen beschriebenen Kategorien von Geschlecht lässt sich diese Frage nicht mit einer einfachen Geschlechtsdefinition beantworten. Anne Fausto-Sterling, eine renommierte Geschlechterforscherin, hat als „einfache Lösung“ gefordert, die Kategorie „Geschlecht“ aus allen Personaldokumenten zu streichen.³ Dieser Forderung ist sicher nicht nur aus rechtsmedizinischer Sicht zu widersprechen; dennoch macht sie in ihrer provokanten Formulierung deutlich, dass ein sehr differenzierter Umgang mit dem Begriff „Geschlecht“ notwendig ist.

„Geschlecht“ im Alltag der Rechtsmedizin

Der Alltag der Rechtsmedizinerinnen und Rechtsmediziner ist stark geprägt durch die Dokumentation und die Interpretation der Folgen von Gewalt bei verstorbenen, aber auch bei lebenden Gewaltopfern. Damit sind Rechtsmedizinerinnen und Rechtsmediziner tagtäglich mit zwischenmenschlicher Gewalt konfrontiert. Und hier spielt das Geschlecht ohne jeden Zweifel eine große Rolle. Dies wird schon evident, wenn unter Vernachlässigung aller anderen denkbaren Kategorien von Geschlecht „konservativ“ mit dem in den Personaldokumenten genannten *standesamtlichen Geschlecht* (das in aller Regel dem *biologischen Geschlecht* entspricht) gearbeitet wird.

Frauen und Männer als Opfer von Gewalt

In der *Polizeilichen Kriminalstatistik* tauchen Frauen weitaus häufiger als Opfer von Gewaltstraftaten auf denn als Täterinnen; so waren im Jahr 2004 bei 51,1 Prozent der Mordfälle Frauen Opfer, nur in 12,8 Prozent aller Mordfälle wurden Frauen als Tatverdächtige erfasst. Die *Polizeiliche Kriminalstatistik* weist aber nicht nur aus, dass bei Gewaltstraf-

³ Vgl. Fausto-Sterling (2000).

taten das typische Tätergeschlecht männlich ist, sondern auch, dass Männer insgesamt häufiger Opfer solcher Straftaten werden als Frauen. Männer sind also in der *Polizeilichen Kriminalstatistik* sowohl als Täter als auch als Opfer von Gewaltstraftaten deutlich überrepräsentiert.⁴

Wenn diese Zahlen auch interessant sein mögen, so sind sie unter anderem deshalb nur beschränkt aussagefähig, weil in der *Polizeilichen Kriminalstatistik* nur polizeilich bekannte, angezeigte Straftaten erfasst werden. Hier ist nur die „Spitze eines Eisberges“ dokumentiert.⁵ Insbesondere Gewalttaten im sozialen Nahfeld („häusliche Gewalt“) werden sehr häufig nicht angezeigt (Dunkelfeld), so dass Frauen (und Männer?) viel häufiger Opfer von Gewalt werden, als das die *Polizeiliche Kriminalstatistik* auch nur erahnen lässt.

Bis zum Jahr 2003 lagen lediglich – zumeist auf Gewalt gegen Frauen fokussierte – Prävalenzdaten aus dem Ausland vor, die nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse in Deutschland übertragbar waren.⁶ Im Jahr 2003 wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend erstmals systematische Erhebungen zur geschlechtsspezifischen Gewaltbetroffenheit bei Erwachsenen in der Bundesrepublik durchgeführt. Die Ergebnisse der Studie zu „Lebenssituation, Sicherheit und Gesundheit von Frauen in Deutschland“ (im Folgenden als „Frauenstudie“ bezeichnet) sowie einer parallel laufenden Pilotstudie zum Thema „Gewalt gegen Männer“ (im Folgenden als „Männerstudie“ bezeichnet) wurden 2004 vorgestellt.⁷ Die Ergebnisse dieser Studien sind von unmittelbarer Relevanz für das deutsche Gesundheitswesen.

Im Rahmen der „Frauenstudie“ wurden auf der Basis einer repräsentativen Gemeindestichprobe über 10.000 Frauen im Alter zwischen 16 und 85 Jahren in ganz Deutschland umfassend zu ihren Gewalterfahrungen, zu ihrem Sicherheitsgefühl und zu ihrer psychosozialen und gesundheitlichen Situation befragt. Die an dieser Stelle wesentlichen Ergebnisse seien kurz zusammengefasst:

- 40 Prozent der Frauen gaben an, körperliche oder sexuelle Gewalt oder beides erfahren zu haben.
- 37 Prozent der Frauen schilderten körperliche Übergriffe.
- 20 Prozent der Frauen berichteten über (körperliche und/oder sexuelle) Gewalt durch ihren Partner.
- 58 Prozent der Frauen hatten unterschiedliche Formen der sexuellen Belästigung erlebt.
- 13 Prozent der Frauen beschrieben sich als Opfer strafrechtlich relevanter sexueller Gewalt.
- 42 Prozent der Frauen berichteten über psychische Gewalt.
- 55 Prozent der Frauen, die körperliche Gewalt erlitten hatten, sowie 44 Prozent der Frauen, die sexuelle Gewalt erlebt hatten, trugen körperliche Verletzungen davon; bei

⁴ Vgl. Bundeskriminalamt (2005).

⁵ Vgl. Gracia (2004).

⁶ Vgl. Übersichten bei Hagemann-White (2001) sowie Hagemann-White und Bohne (2003).

⁷ Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004a), Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004b), Schröttle und Müller (2004) sowie Jungnitz und Walter (2004).

etwa einem Drittel der Fälle waren die Verletzungen so schwer, dass medizinische Hilfe in Anspruch genommen wurde.

- Das Risiko, körperliche Verletzungen aus den Gewaltsituationen davonzutragen, war dann am höchsten, wenn es sich um Gewalt durch (Ex-)Partner handelte.
- Alle erfassten Formen von Gewalt gingen in hohem Maße mit psychischen Folgebeschwerden einher.
- Es fanden sich deutliche Hinweise auf erhöhte gesundheitliche Beeinträchtigungen sowie auf negative Einflüsse hinsichtlich des Suchtverhaltens der Frauen, die körperliche oder sexuelle Gewalt erlebt hatten.
- Alle Formen von Gewalt waren in hohem Maße mit negativen psychosozialen Folgen für die Frauen verbunden.

Die Ergebnisse der „Frauenstudie“ belegen, dass Gewalt gegen Frauen nicht nur einzelne Individuen betrifft, sondern eine Vielzahl von Frauen aus unterschiedlichen Bevölkerungsschichten und damit in der weiblichen Bevölkerung alles andere als ein „Minderheitenproblem“ darstellt.

Wie aber ist die Situation bei den Männern? Wie häufig werden sie Opfer von Gewalt? Dieser Frage ging die genannte „Männerstudie“ nach.⁸ Eines der Ziele dieser Studie war die Prüfung der Frage, „ob und wie es gelingen kann, Männer zu Erlebnissen zu befragen, welche mit Gefühlen verbunden sind, die im Widerspruch zur vorherrschenden Männerrolle stehen und über die zu sprechen sie möglicherweise nicht gewohnt sind“⁹. Es wurde festgestellt, dass bestimmte Gewaltformen „so normal im Männerleben“ sind, dass sie nicht als Gewalt wahrgenommen und dadurch auch nur begrenzt erinnert werden. Weiter wurden Gewaltformen identifiziert, die so tabuisiert und schambesetzt sind sowie als „unmännlich“ gelten, dass sie den betroffenen Männern entweder nicht erinnerbar sind oder diese (aus Scham) nicht über sie berichten. Die Untersucher konstatierten, dass viele Männer Opfererleben bagatellisieren und verleugnen, sich aus Scham bedeckt halten und fürchten, „durch andere Männer gedemütigt zu werden, wenn sie sich verletzbar zeigen“. Ein weiteres Ziel der „Männerstudie“ war, relevante Gewaltbereiche zu identifizieren und Hinweise auf das jeweilige Ausmaß der Gewalt zu geben. Wenn die Pilotstudie auch nicht repräsentativ war, so ergaben sich doch deutliche Hinweise dafür, dass auch Gewalt gegen Männer häufig im Dunkelfeld bleibt, also auch hier mit deutlich höheren Prävalenzen zu rechnen ist, als es die *Polizeiliche Kriminalstatistik* erschließen lässt. Bemerkenswert waren die in der „Männerstudie“ erhobenen Daten zur Gewalt gegen Männer durch die weibliche Partnerin. Im Hinblick auf den Einsatz körperlicher Gewalt wurde festgestellt, „dass hier jede Form der Gewalt gegen Männer vorkommt bis hin zu systematischen Misshandlungsbeziehungen“¹⁰. 23 Prozent der 190 befragten Männer berichteten über die Erfahrung körperlicher und sexualisierter Gewalt in der Partnerschaft, etwa fünf Prozent auch über Verletzungen in diesem Zusammenhang. Kein einziger der betroffenen Männer habe die Polizei gerufen. Die „Männerstudie“ identifizierte „dringenden Handlungsbedarf“; die

⁸ Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004b), Jungnitz und Walter (2004) sowie Lenz (2005).

⁹ Jungnitz und Walter (2004).

¹⁰ Jungnitz und Walter (2004).

Untersucher kritisierten, dass angemessene Unterstützungsangebote für Männer und Jungen „schlichtweg fehlen“. Gewalt gegen Männer sei bislang ein Thema, das „noch keinen Platz auf der politischen Agenda“ habe.

Die Ergebnisse der „Männerstudie“ scheinen Daten anderer Gruppen zu bestätigen, die dafür sprechen, dass auch bei Gewalt im sozialen Nahraum Männer durchaus betroffen sein können, das heißt Opfer von Gewalt durch ihre Partnerin werden.¹¹ Allerdings existieren im Vergleich zu der Vielzahl von Untersuchungen zu weiblichen Opfern und männlichen Tätern¹² bislang nur wenige Studien zu Männern als Opfer von Gewalt – wohl deshalb, weil gemeinhin davon ausgegangen wurde, dass insbesondere im Bereich der häuslichen Gewalt auf der Opferseite das weibliche Geschlecht eindeutig dominiert.

Wie auch immer die geschlechtsspezifische Gewaltbelastung insbesondere im sozialen Nahfeld tatsächlich aussieht – die referierten Daten belegen eindrucksvoll, dass in Deutschland mit einer hohen Prävalenz von Gewalt und damit mit einer Vielzahl von (behandlungs- und hilfsbedürftigen) Gewaltopfern zu rechnen ist. Diese stellt das Gesundheitswesen vor Herausforderungen, denen es bislang noch nicht optimal gewachsen ist.

Die Versorgung weiblicher und männlicher Gewaltopfer im Gesundheitswesen: Anspruch und Probleme

Gewalt macht krank – und zwar männliche und weibliche Opfer.¹³ Das Erleben von Gewalt hat vielfältige Auswirkungen auf die Gesundheit der Opfer. Opfer von Gewalt leiden nicht nur unter den Folgen akuter körperlicher oder psychischer Traumatisierungen, sie entwickeln häufig auch chronische, organisch manifestierte oder seelische Erkrankungen.¹⁴ Das Erleben von Krankheit führt in der Regel dazu, dass Opfer von Gewalt Kontakt zu Versorgungsstrukturen des Gesundheitswesens aufnehmen. Ärztinnen und Ärzte sind zudem „neutrale“, zur Verschwiegenheit verpflichtete Vertrauenspersonen. In der oben genannten „Frauenstudie“ wurden von den Betroffenen Ärztinnen und Ärzte als wichtigste und oft erste und einzige Ansprechpartner benannt.¹⁵

Das Gesundheitswesen ist in der Verantwortung, für die Versorgung dieser Patienten ein optimales Management vorzuhalten, das folgende Aufgaben umfassen muss:

- akutmedizinische Versorgung,
- Erkennen und Interpretieren der Folgen von Gewalt,
- „gerichts feste“ Dokumentation der Gewaltfolgen und Beweissicherung sowie
- sachgerechtes Reagieren.

Erkennen und Interpretieren der Folgen von Gewalt

Nicht selten stellen sich Gewaltopfer in der ärztlichen Praxis vor und verschweigen die zugrunde liegende Gewalttat in der Anamnese. Gerade bei intrafamiliärer Gewalt ist ein

¹¹ Vgl. Übersichten bei Archer (2000) und George (1994).

¹² Vgl. Übersicht bei Hagemann-White und Bohne (2003).

¹³ Vgl. Coker *et al.* (2002).

¹⁴ Vgl. Übersicht bei Hagemann-White und Bohne (2003).

¹⁵ Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004).

solches Verhalten sehr häufig – Hintergrund können unter anderem Scham, Hilflosigkeit oder die (selbstverständlich unbegründete) Angst sein, dass die Polizei eingeschaltet und die Familie durch einen Polizeieinsatz „zerstört“ würde. Kinder und alte Menschen können (aufgrund ihres Alters, krankheitsbedingt oder aufgrund ihrer Abhängigkeit von den Tätern) oft nicht berichten, was ihnen angetan wurde.

Vielen Kolleginnen und Kollegen ist nicht bekannt, dass Gewalterleben oft verschwiegen wird. Auch die richtige Deutung physischer Verletzungen ist häufig schwierig und nur mit einschlägiger Erfahrung oder unter Nutzung von Netzwerken (z. B. rechtsmedizinisches Konsil) möglich. Wird die Einwirkung von Gewalt dann nicht erkannt, bleibt den Gewaltopfern die dringend benötigte Hilfe versagt; im ungünstigsten Fall gehen sie nach dem Arztbesuch in das gewaltbereite Umfeld zurück und werden weiter misshandelt. Dieses Risiko ist sehr konkret und darf nicht unterschätzt werden.

Beispiel:

Durch einen Zufall wird eine über die ersten sechs Lebensjahre eines Jungen hinweg fortgesetzte, massive Misshandlung des Kindes durch den eigenen Vater aufgedeckt. Die polizeilichen Ermittlungen ergeben, dass über die Jahre hinweg vier verschiedene Kinderärzte das Kind mit (aus rechtsmedizinischer Sicht eindeutigen) Verletzungen sahen, aber nicht reagierten. So sah Kinderarzt A. das Kind im Alter von vier Jahren. Der Vater hatte das Kind „zur Abklärung von Sturzverletzungen“ vorgestellt. Der Arzt stellte multiple, unterschiedlich alte Hämatome im Gesicht, am Hals und in den Achseln beidseits fest. Er verweigerte das gewünschte Attest, war irritiert und besorgt, ergriff aber keine weiteren Maßnahmen. In der Hauptverhandlung gibt er an, „mit der Situation überfordert“ gewesen zu sein; er sei sich „nicht absolut sicher gewesen“ und habe „nicht gewusst, ob er die Schweigepflicht brechen dürfe“. Bis zur Beendigung des Leidensweges des Kindes vergehen noch weitere zwei Jahre.

„Gerichtsfeste“ Dokumentation der Gewaltfolgen und Beweissicherung

Die Praxis zeigt, dass gerade die „gerichtsfeste“ Dokumentation problematisch ist.¹⁶ Es müssen hier auch klinisch völlig „irrelevante“, nicht behandlungsbedürftige Verletzungen wie Kratzer oder Rötungen im Detail unter Berücksichtigung der einschlägigen juristischen Fragestellungen (die der Ärztin bzw. dem Arzt bekannt sein müssen) beschrieben und möglichst auch photographisch dokumentiert werden – gilt es doch, auf der Grundlage einer solchen Befunddokumentation die Fragen zum Zeitpunkt der Gewalteinwirkung, zur Art und Intensität der Gewalt und unter Umständen auch zur Rekonstruktion des Gewaltgeschehens zu beantworten. Dies gelingt nur, wenn die Befundbeschreibung die genaue Position am Körper, die Form, Farbe und Art des Befundes exakt wiedergibt.

Auch hier kommt dem Gesundheitswesen eine besondere Verantwortung zu. Ein Opfer, das erleben muss, dass der Täter wegen des Fehlens einer beweiskräftigen Dokumentation, aussagefähiger Spurenuntersuchungen oder aufgrund einer falschen Interpretation von Verletzungen freigesprochen werden muss, erleidet eine erhebliche sekundäre Traumatisierung.

Beispiel:

Eine Frau wird über Jahre hinweg von ihrem Ehemann massiv körperlich und seelisch misshandelt. Weil sie zunächst keine Trennung will („Familie erhalten ...“), verzichtet sie auf eine

¹⁶ Vgl. Hagemann-White (2001).

Anzeige. Sie vertraut sich aber ihrem Hausarzt an und erscheint dort einige Male mit der Bitte, Verletzungen zu dokumentieren ... Schließlich kommt es doch zur Anzeige, und die „Be-funddokumentationen“ werden den Ermittlungsbehörden vorgelegt. Ein Beispiel dieser „Doku-mentationen“: „O. g. befindet sich in meiner ambulanten hausärztlichen Behandlung. Diagnosen: Prellmarken nach häuslicher Gewaltreaktion durch den Ehemann.“ In der Hauptverhandlung wird durch den Verteidiger des Ehemannes ausgeführt, man könne zugunsten seines Mandanten nicht ausschließen, dass die mangels Beschreibung nicht näher zuzuordnenden „Prellmarken“ andere Ursachen hätten. Der Ehemann wird freigesprochen.

Sachgerechtes Reagieren

Wird die erlebte Gewalt verschwiegen, muss das Problem bei entsprechendem Verdacht angesprochen werden. Dies erfordert Einfühlungsvermögen und eine situationsadäquate Gesprächsführung. Nach der akutmedizinischen Versorgung müssen Ärztinnen und Ärzte gegebenenfalls eine weitere, insbesondere psychotherapeutische/psychosoziale Betreuung veranlassen. Dazu sollten sie die Möglichkeiten des jeweils lokalen Hilfsnetzwerkes für Gewaltopfer kennen. Bei nicht entscheidungsfähigem Opfer (z. B. Kinder, alte Menschen) muss eine verantwortliche Entscheidung in Bezug auf die Frage der Einschaltung von Behörden oder der Polizei getroffen werden.

Auch an dieser Stelle hat das Gesundheitswesen eine Schlüsselfunktion. Werden jetzt falsche Entscheidungen getroffen, resultiert daraus eine weitere Gefährdung des bzw. der Betroffenen. Unterbleibt seitens der Ärztin bzw. des Arztes die Organisation von Betreuung und Beratung durch qualifizierte Einrichtungen, wird dem Gewaltopfer die Chance vorenthalten, die Geschehnisse aufzuarbeiten und seine Lebenssituation zu verbessern.

Gewaltopfer werden häufig nicht optimal durch das Gesundheitswesen versorgt

Leider muss festgestellt werden, dass die der akutmedizinischen Versorgung nachgelagerten Aufgaben häufig nicht oder nicht optimal erfüllt werden.¹⁷ Trotz unterschiedlicher Initiativen zu Information, Schulung und Weiterbildung der Ärzteschaft¹⁸ hat sich an dieser Situation wenig geändert.

Probleme beim Erkennen von Gewaltfolgen treten sehr häufig dann auf, wenn das Gewaltopfer keine Angaben zum Gewalterleben macht bzw. machen kann. Die Dokumentation der Gewaltfolgen ist häufig unvollständig. Viele Ärztinnen und Ärzte sind mit der Gesprächsführung (Ansprechen von Gewalt!) überfordert und weder über juristische Fragen noch über das lokale Hilfsnetzwerk für Gewaltopfer ausreichend informiert.

Wesentliche Ursachen für die Mängel in der Versorgung von Gewaltopfern liegen in folgenden Punkten:

- Die Aus- und Weiterbildung von Ärztinnen und Ärzten sowie weiterer Berufsgruppen im Gesundheitswesen ist noch nicht ausreichend.

¹⁷ Vgl. Hagemann-White (2001).

¹⁸ Beispielhaft für Nordrhein-Westfalen sei der Leitfaden „Häusliche Gewalt“ der Ärztekammern Nordrhein und Westfalen-Lippe genannt, an dessen Erstellung Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Institutes für Rechtsmedizin beteiligt waren.

- Die für eine optimale Versorgung wichtigen Institutionen sind zumeist nicht optimal vernetzt und arbeiten nicht ausreichend gut zusammen.
- Es ist zu wenig über die (geschlechtsspezifischen) Bedürfnisse von Gewaltopfern bekannt.

Diese Situation kann nachhaltig nur durch Optimierung der Aus- und Weiterbildung sowie der Versorgungsstruktur und durch Initiierung einschlägiger Forschungsprojekte verbessert werden.

Verbesserung der Aus- und Weiterbildung zum Thema „Versorgung von Gewaltopfern“

Die entsprechende Sensibilisierung und Ausbildung angehender Ärztinnen und Ärzte kann nur durch besondere Unterrichtsmodule erreicht werden.¹⁹ Das Institut für Rechtsmedizin im Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) hat das rechtsmedizinische Curriculum für Studierende der Humanmedizin um Module zur Versorgung von Gewaltopfern erweitert. An konkreten Fällen wird in kleinen Gruppen nicht nur das Erkennen von Gewaltfolgen und deren Dokumentation gelehrt, sondern auch das sachgerechte Reagieren unter Berücksichtigung aller Besonderheiten des Einzelfalles. Mit Hilfe externer Referentinnen und Referenten aus dem lokalen Netzwerk für Gewaltopfer werden den Studierenden die Einrichtungen des Netzwerkes vorgestellt. Im angebotenen Wahlpflichtfach werden neben anderen Aspekten zum Themenbereich der klinischen Rechtsmedizin zudem Möglichkeiten der Gesprächsführung über Rollenspiele vermittelt und erprobt. Entsprechende Inhalte sind auch Gegenstand von Weiterbildungsveranstaltungen, die für approbierte Ärztinnen und Ärzte angeboten werden.

Das Einbringen von „Gender-Aspekten“ in das rechtsmedizinische Curriculum ist von den Studierenden mit großem Interesse aufgenommen worden. Darüber hinaus wurde der Wunsch nach einer umfassenden, interdisziplinären Veranstaltung zum Thema „Gender in Medicine“ geäußert.

Optimierung der Versorgung von Gewaltopfern im Universitätsklinikum Düsseldorf durch Etablierung eines interdisziplinären Netzwerkes

Am Standort Düsseldorf bietet das UKD beste Voraussetzungen für eine optimale Versorgung von Gewaltopfern. Sämtliche der dafür relevanten Disziplinen stehen (über Ruf- und Bereitschaftsdienste zumeist rund um die Uhr) zur Verfügung. Bei optimaler Vernetzung und Hinterlegung eines qualitätsgesicherten Gesamtkonzeptes kann hier ohne große Investitionen ein „Zentrum für Gewaltopfer“ entstehen. An diesem Ziel arbeitet derzeit eine fachübergreifende Arbeitsgruppe aus Vertretern unterschiedlicher Disziplinen im UKD. Das bislang erarbeitete Konzept steht kurz vor der Umsetzung (Stand Mai 2006) und sieht Folgendes vor:

Unabhängig davon, ob Anzeige erstattet worden ist, soll eine leichte und eindeutige Zugänglichkeit für Gewaltopfer über eine zentrale, möglichst über 24 Stunden erreichbare

¹⁹ Vgl. Hoffstetter *et al.* (2005).

Rufnummer etabliert werden. Von hier aus werden die Gewaltopfer qualifiziert an die zuständigen Disziplinen vermittelt. Durch optimale Vernetzung und Qualifikation der Mitarbeiter wird eine interdisziplinäre, professionelle und effiziente Versorgung gewährleistet, die eine zuverlässige Diagnostik, eine adäquate Therapie einschließlich psychotherapeutischer Betreuung, eine „gerichts feste“ Befunddokumentation und Beweissicherung sowie die Weitervermittlung in psychosoziale Hilfen umfasst. Dabei werden die Abläufe für die Betroffenen transparent und so wenig belastend wie möglich gestaltet.

Beispiel:

Eine Patientin mit oberflächlichen Schnittwunden, die ihr durch den Ehemann „zur Warnung“ zugefügt worden sind, meldet sich und bittet um Hilfe. Die Betroffene muss zunächst chirurgisch versorgt werden, wird also in die chirurgische Ambulanz einbestellt. Psychiater bzw. Psychotherapeut (bei Bedarf) und Rechtsmediziner (Befunddokumentation, Beweissicherung) begeben sich in die chirurgische Ambulanz; die Patientin wird nicht „weitergeschickt“, sondern an einer Stelle interdisziplinär betreut. Im Anschluss an die medizinische Versorgung wird die Patientin mit Informationen zum Hilfsnetzwerk versorgt, gegebenenfalls werden Kontakte (z. B. zur Frauenberatungsstelle) hergestellt.

Die Standards der Versorgung werden in verbindlichen *Standard Operating Procedures* (SOPs) respektive Leitlinien zur Betreuung von Gewaltopfern im Sinne von Selbstverpflichtungen aller Klinikmitarbeiterinnen und -mitarbeiter festgelegt. Sämtliche beteiligten Mitarbeiterinnen und -mitarbeiter werden regelmäßig fortgebildet. Die Funktionalität des Netzwerkes und der Abläufe soll durch regelmäßige Audits geprüft werden.

Die Vernetzung nach extern erfolgt auf der übergeordneten Ebene z. B. über die Gesundheitskonferenz und den Kriminalpräventiven Rat der Stadt Düsseldorf. Die Kontakte zu den verschiedenen Institutionen im breit gefächerten lokalen Hilfsnetzwerk für Gewaltopfer werden durch das Institut für Rechtsmedizin über Mitwirkung in zahlreichen Fachgruppen und Arbeitskreisen sowie durch individuellen Austausch mit den verschiedenen Institutionen gepflegt.

Nach Abschluss dieser Vorarbeiten muss die Öffentlichkeit möglichst breitflächig über das neue Angebot des UKD informiert werden; die zentrale Telefonnummer muss „breit gestreut“ werden.

Das Projekt soll wissenschaftlich begleitet werden. Derzeit erfolgt eine Ist-Stand-Erhebung zur Qualität der Versorgung von Gewaltopfern im UKD in den Bereichen Chirurgie, Pädiatrie, Gynäkologie, Psychiatrie, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik sowie Rechtsmedizin vor Implementierung des neuen Netzwerkes. Die Ergebnisse dieser Erhebung werden eine wichtige Datenbasis für die weitere wissenschaftliche Begleitung des neuen Versorgungskonzeptes für Gewaltopfer darstellen.

Die Etablierung eines solchen, den Bedürfnissen der Gewaltopfer entgegenkommenden interdisziplinären und niedrigschwelligen Versorgungsangebots wird einen wesentlichen Beitrag zur Erhellung des auch in Düsseldorf sicher großen Dunkelfeldes häuslicher Gewalt leisten können. Dass ein solches Konzept die Gewaltopfer im Dunkelfeld tatsächlich erreicht, belegen publizierte Daten eines ähnlichen Modells in Hamburg: Die Zahl der im dortigen Institut für Rechtsmedizin untersuchten und weitervermittelten Gewaltopfer stieg von 46 im Jahr der Implementierung des Modells (1999) auf 1.071 im Jahr 2003.²⁰

²⁰ Vgl. Seifert *et al.* (2004).

Was kann Frauen- und Geschlechterforschung zur Verbesserung der Versorgung von Gewaltopfern beitragen?

In die Interaktion zwischen Gewaltopfer und Gesundheitswesen fließen (bislang wenig bekannte) Einflüsse ein, die in (un)mittelbarem Zusammenhang mit dem Geschlecht der Beteiligten stehen:

- Der „kleine“ Unterschied zwischen Frauen und Männern im Problemfeld „Gewalt“ ist groß, und zwar nicht nur im Hinblick auf die Genese der Gewalt. Auch das Erleben von Gewalt und die Reaktionen darauf sind bei Frauen und Männern unterschiedlich – dies bestätigen die Ergebnisse der genannten aktuellen, durch das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend beauftragten „Frauenstudie“ und „Männerstudie“ erneut.²¹ Daraus ergibt sich, dass die Beschwerden und die Symptomatik, aber auch die Bedürfnisse und Erwartungen, mit denen weibliche und männliche Opfer an das Gesundheitswesen herantreten, unterschiedlich sind. Eine Optimierung der Versorgung setzt die Berücksichtigung dieser geschlechtsspezifischen Besonderheiten voraus, über die derzeit aber wenig bekannt ist.
- Auch Ärztinnen und Ärzte sind Frauen und Männer und damit nicht frei von möglicherweise geschlechtsabhängigen Einstellungen und Reaktionen, die ihre Wahrnehmung von und ihren Umgang mit Gewaltopfern beeinflussen können – gerade wenn es um häusliche, also in der Regel zwischengeschlechtliche Gewalt geht.²² Schon bei der wissenschaftlichen Diskussion der Problematik hat sich dies gezeigt, deshalb konstatierten Hagemann-White und Bohne (2003: 40): „Offensichtlich belastet allein schon die Benennung des Zusammenhanges von Gewalt und Geschlecht [...] das kollegiale und wissenschaftliche Verhältnis der Geschlechter in der Fachwelt und erschwert eine sachliche Diskussion, die dem Leiden der Betroffenen gerecht würde.“

Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass bei der Versorgung von Gewaltopfern im Gesundheitswesen geschlechtsspezifische Faktoren berücksichtigt werden müssen. Konkret stellt sich die Frage, ob das Geschlecht des Arztes auf der einen Seite sowie des Gewaltopfers auf der anderen eine (unbewusste) Rolle für die erbrachte bzw. erwartete Qualität der Versorgung spielt.

Vor diesem Hintergrund wurde ein wissenschaftliches Projekt mit dem Arbeitstitel „Wahrnehmung und Versorgung von Gewaltopfern im Gesundheitswesen – eine geschlechterdifferente Untersuchung“ initiiert. Auf der Grundlage einer Befragung von Ärztinnen und Ärzten soll beschrieben werden, wie (und ob überhaupt) Gewaltopfer im ambulanten und stationären Bereichen der medizinischen Versorgung wahrgenommen und betreut werden. Parallel dazu soll die Sicht der Gewaltopfer (der Patienten) in gleicher Weise mittels einer Befragung Betroffener erhoben werden. Ein besonderes Augenmerk des Projektes liegt in der geschlechterdifferenzierten Auswertung der Befragungsergebnisse auf der Ebene der Ärzteschaft sowie der der Patienten. Die so gewonnenen Erkenntnisse dienen der Evaluation der Versorgungsangebote sowie der Versorgungsbedürfnisse und so der Optimierung des Versorgungsangebots für Gewaltopfer. Sie werden unmittelbar in Lehre und Weiterbildung einfließen. Das Projekt wird durch das Institut für Rechtsme-

²¹ Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004).

²² Vgl. Gracia und Herrero (2006).

dizin in Kooperation mit dem Institut für Medizinische Soziologie durchgeführt und durch ministerielle Mittel aus dem HWP²³-Fond gefördert.

Frauen- und Geschlechterforschung – Rechtsmedizin: Die Verbindung ist gelungen

Über die ausgeführten Ansätze ist die ursprünglich von extern gewünschte Integration von Frauen- und Geschlechterforschung in die Rechtsmedizin nicht nur gelungen, sondern sie wird auch einen wesentlichen Beitrag zur (dringend notwendigen) Verbesserung der Versorgung von Gewaltopfern im Gesundheitswesen und auch zur Integration des „Gender“-Aspektes in medizinische Lehre und Praxis leisten können.

Literatur

- ARCHER, John. „Sex differences in aggression between heterosexual partners: A meta-analytic review“, *Psychological Bulletin* 126 (2000), 651-680.
- BUNDESKRIMINALAMT (Hrsg.). *Polizeiliche Kriminalstatistik 2004 – 52. Ausgabe*. Wiesbaden 2005. http://www.bka.de/pks/pks2004/download/pks-jb_2004_bka.pdf (14.06.2006).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FAMILIE, SENIOREN, FRAUEN UND JUGEND (Hrsg.). „Lebenssituation, Sicherheit und Gesundheit von Frauen in Deutschland. Eine repräsentative Untersuchung zu Gewalt gegen Frauen in Deutschland“, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004a). <http://www.bmfsfj.de/Kategorien/Publikationen/publikationsliste,suchtext=,suchvon=,suchbereich=gleichstellung,suchsprache=,page=1.html>, (04.05.2006).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FAMILIE, SENIOREN, FRAUEN UND JUGEND (Hrsg.). „Gewalt gegen Männer. Personale Gewaltwiderfahrnisse von Männern in Deutschland – Ergebnisse der Pilotstudie“, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2004b). <http://www.bmfsfj.de/Kategorien/Publikationen/publikationsliste,suchtext=,suchvon=,suchbereich=gleichstellung,suchsprache=,page=2.html>, (04.05.2006).
- COKER, Ann L., Keith E. DAVIS, Ileana ARIAS, Sujata DESAI, Maureen SANDERSON, Heather M. BRANDT und Paige H. SMITH. „Physical and mental health effects of intimate partner violence for men and women“, *American Journal of Preventive Medicine* 24 (2002), 260-268.
- FAUSTO-STERLING, Anne. „The five sexes, revisited“, *The Sciences* (July-August 2000), 19-23.
- GEORGE, Malcolm J. „Riding the donkey backwards: men as the unacceptable victims of marital violence“, *Journal of men's studies* 3 (1994), 137-159.
- GRACIA, Enrique. „Unreported cases of domestic violence against women: towards an epidemiology of social silence, tolerance, and inhibition“, *Journal of epidemiology and community health* 58 (2004), 536-537.
- GRACIA, Enrique und Juan HERRERO. „Acceptability of domestic violence against women in the European Union: a multilevel analysis“, *Journal of epidemiology and community health* 60 (2006), 123-129.
- HAGEMANN-WHITE, Carol. „European research on the prevalence of violence against women“, *Violence against women* 7 (2001), 732-759.

²³ HWP = Hochschul- und Wissenschaftsprogramm

- HAGEMANN-WHITE, Carol und Sabine BOHNE. „Versorgungsbedarf und Anforderungen an Professionelle im Gesundheitswesen im Problembereich Gewalt gegen Frauen“, Expertise für die Enquetekommission „Zukunft einer Frauengerechten Gesundheitsversorgung in Nordrhein-Westfalen“ (2003). http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/GB_/I/1.1/EKALT/13_EK2/Gewalt_Expertise_Endfassung2.pdf (04.05.2006).
- HOFFSTETTER, Susan E., Robert J. BLASKIEWICZ, Gail E. FURMAN und Jennifer A. MCCABE. „Medical student identification of domestic violence as measured on an objective, standardized clinical examination“, *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 193 (2005), 1852-1855.
- JUNGNITZ, Ludger und Willi WALTER. „3.2 Gewalt gegen Männer. Personale Gewaltwiderfahrnisse von Männern in Deutschland – Ergebnisse der Pilotstudie“, in: BUNDESMINISTERIUM FÜR FAMILIE, SENIOREN, FRAUEN UND JUGEND (Hrsg.). *Kongressbericht Gewalt im Leben von Frauen und Männern – Forschungszugänge, Prävalenz, Folgen, Intervention*. Europäischer Kongress, 23. September 2004 in Osnabrück. <http://www.bmfsfj.de/RedaktionBMFSFJ/Abteilung4/Pdf-Anlagen/kongressbericht-gewalt-im-leben-von-maennern-und-frauen.property=pdf,bereich=,rwb=true.pdf> (09.05.2006), 38-51.
- LENZ, Hans-Joachim. „Die verdrängte Seite der Männergesundheit: Gewalt gegen Männer – Ergebnisse der deutschen Pilotstudie“, *Blickpunkt Der Mann* 3 (2005), 37-42.
- SEIFERT, Donata, Sven ANDERS, Judith SCHRÖER, Axel GEHL, Axel HEINEMANN und Klaus PÜSCHEL. „Modellprojekt zur Implementierung eines medizinischen Kompetenzzentrums für Gewaltopfer in Hamburg“, *Rechtsmedizin* 14 (2004), 182-187.
- SCHRÖTTLE, Monika und Ursula MÜLLER. „3.1 ‚Lebenssituation, Sicherheit und Gesundheit von Frauen in Deutschland.‘ Ergebnisse der ersten bundesweiten Prävalenzstudie zu Gewalt gegen Frauen“, in: BUNDESMINISTERIUM FÜR FAMILIE, SENIOREN, FRAUEN UND JUGEND (Hrsg.). *Kongressbericht Gewalt im Leben von Frauen und Männern – Forschungszugänge, Prävalenz, Folgen, Intervention*. Europäischer Kongress, 23. September 2004 in Osnabrück. <http://www.bmfsfj.de/RedaktionBMFSFJ/Abteilung4/Pdf-Anlagen/kongressbericht-gewalt-im-leben-von-maennern-und-frauen.property=pdf,bereich=,rwb=true.pdf> (09.05.2006), 21-37.
- SIMPSON, Joe Leigh, Arne LJUNGQVIST, Malcolm A. FERGUSON-SMITH, Albert DE LA CHAPELLE, Louis J. ELSAS, A. A. EHRHARDT, Myron GENEL, Elizabeth FERRIS und Alison CARLSON. „Gender verification in the Olympics“, *Journal of the American Medical Association* 284 (2000), 1568-1569.
- VON WURMB-SCHWARK, Nicole, Hartmut BOSINSKI und Stefanie RITZ-TIMME. „What do the X and Y chromosomes tell us about sex and gender in forensic case analysis?“, *Journal of Clinical Forensic Medicine* (im Druck).

**Die José Carreras Stammzellbank Düsseldorf –
Entwicklung, klinische Ergebnisse und Perspektiven**

Einleitung

Die unverwandte Nabelschnurbluttransplantation (CBT) hat die Verfügbarkeit allogener hämatopoietischer Stammzelltransplantate für Patienten möglich gemacht, für die kein anderes allogenes Transplantat zur Verfügung stand. Seit der ersten erfolgreichen CBT 1989 bei einem Kind mit Fanconianämie¹ nahm die Anzahl allogener Transplantationen mit Geschwistern bzw. vor allem unverwandten Nabelschnurblutspendern dramatisch zu, und allein in Netcord² wurden mehr als 4.500, weltweit mehr als 5.000 Transplantationen registriert.³ Eine kürzlich durchgeführte Analyse des Zentrums für Internationale Blut- und Knochenmarktransplantationsforschung (Center for International Blood & Marrow Transplant Research, CIBMTR) ergab, dass seit 1998 20 Prozent der allogenen Stammzelltransplantate bei jungen Patienten unter 20 Jahren Nabelschnurbluttransplantate waren. In Japan wird schon heute über die Hälfte aller unverwandten allogenen Stammzelltransplantationen mit Nabelschnurblut durchgeführt.⁴

Im Vergleich zu anderen Ressourcen allogener hämatopoietischer Stammzellen (HSC) hat Nabelschnurblut signifikante logistische und klinische Vorteile, wie unter anderem (1) eine schnelle Verfügbarkeit: Patienten können kryokonserviertes, in Banken gelagertes Nabelschnurblut im Median 25 bis 36 Tage eher erhalten als ein Knochenmarktransplantat.⁵ (2) Vor allem konnte der weltweite HSC-Spenderpool erweitert werden, indem zellreiche Nabelschnurblutpräparate, die trotz 1- oder 2-HLA-A, -B oder -DR HLA-Antigen-Differenzen zwischen Spender und Empfänger gewebeverträglich sind und eine gute hämatologische und immunologische Rekonstitution bewirken, jetzt zur Verfügung stehen. (3) Außerdem ist die aGvHD⁶ auch bei solchen HLA-Mismatches sehr gering; (4) ebenso ist das Infektionsrisiko aufgrund des Fehlens von latenten Viren wie EBV und CMV zu vernachlässigen. (5) Es können gezielt Spenden ethnischer Minoritäten ausgewählt und kryokonserviert werden.⁷ Der Nachteil von Nabelschnurblut ist die geringere Anzahl hämatopoietischer Vorläuferzellen im Vergleich zu Knochenmark oder mobilisierten peripheren Stammzellen. Dieser Nachteil kann das Risiko einer Transplantatabstoßung erhöhen oder zu einer verzögerten hämatopoietischen Blutbildung führen.

¹ Vgl. Gluckman *et al.* (1989).

² <http://www.netcord.org> (11.09.2006).

³ Vgl. Kögler *et al.* (2005a) sowie Kögler *et al.* (2005b).

⁴ Tsuneo Takahashi, Medizinischer Direktor, Stammzellbank Tokio, Japan.

⁵ Vgl. Barker *et al.* (2002) sowie Dalle *et al.* (2004).

⁶ akute Graft-versus-Host-Erkrankung

⁷ Vgl. Davey *et al.* (2004).

Die José Carreras Stammzellbank Düsseldorf im NETCORD/EUROCORDER-Verbund

Entscheidend für den zunehmenden Erfolg der unverwandten allogenen Stammzelltransplantation mit Nabelschnurblut war die Etablierung von Stammzellbanken. Die Gewinnung und Charakterisierung von Nabelschnurblut unter GMP⁸-Bedingungen mit anschließender CBT sind in Düsseldorf seit 1992 für die indizierte, gerichtete Spende – sowohl verwandt (Geschwisterkinder) als auch unverwandt – ein etabliertes Verfahren.⁹ Diese Bemühungen wurden 1993 in das europäische EUROCORDER-Projekt eingebunden. Durch die Unterstützung der Deutschen José Carreras Leukämie-Stiftung e. V. konnte sich die Düsseldorfer Stammzellbank seit 1996 zur derzeit größten Stammzellbank Europas entwickeln. Zum Zwecke der Standardisierung und Qualitätssicherung wurden internationale Methoden zur Gewinnung des Nabelschnurblutes, zur molekulargenetischen HLA-Klasse-I- und -II-Typisierung, zum Nachweis von Vorläufer- und Stammzellen sowie für die Kryokonservierung des Nabelschnurblutes etabliert und als verbindliche Standardarbeitsanweisungen (SOP) festgeschrieben. Um einen überall in der Welt gleich hohen Qualitätsstandard zu garantieren, wurde 1998 die internationale NETCORD-Foundation gegründet, die große allogene Stammzellbanken in den USA, Europa, Japan und Australien vereinigt und derzeit über ein gemeinsames Inventar von 115.272 Transplantaten¹⁰ (Tabelle 1) verfügt. Jede Stammzellbank im NETCORD-Verbund muss die internationale FACT¹¹-NETCORD-Akkreditierung erwerben, um die höchstmögliche Qualität der Transplantate zu gewährleisten. Alle bei NETCORD registrierten Stammzelltransplantate, die für einen Patienten kompatibel sind, werden in einem speziell dafür entwickelten EDV-Programm mit den Ergebnissen der generischen Typisierung für HLA-A, -B und -DR und der Anzahl kernhaltiger Zellen des Transplantats per Internet („Virtual Office“) an das anfragende Transplantationszentrum gemeldet. Diese wichtige Informatikzentrale wurde mit Mitteln der Europäischen Union gefördert und ist im Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika Düsseldorf angesiedelt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass für jeden transplantationsbedürftigen Patienten weltweit das jeweils beste Nabelschnurbluttransplantat innerhalb von Minuten identifiziert wird und verfügbar ist. Bisher wurden auf diese Weise weltweit 4.519 Patienten (2.653 Kinder und 1.855 Erwachsene) aus dem bislang verfügbaren Inventar transplantiert. Wie Abbildung 1 zeigt, wurden von der Düsseldorfer Stammzellbank bisher insgesamt 321 Nabelschnurblutpräparate (307 unverwandte und 14 verwandte; Stand: Mai 2006), davon 188 Transplantate für Kinder und 130 zum Teil Doppeltransplantate für Erwachsene, zur Verfügung gestellt.

⁸ *Good Manufacturing Practice*

⁹ Vgl. Kögler *et al.* (2005a).

¹⁰ Stand: Mai 2006; <http://www.netcord.org>.

¹¹ *Foundation for the Accreditation of Cellular Therapy*

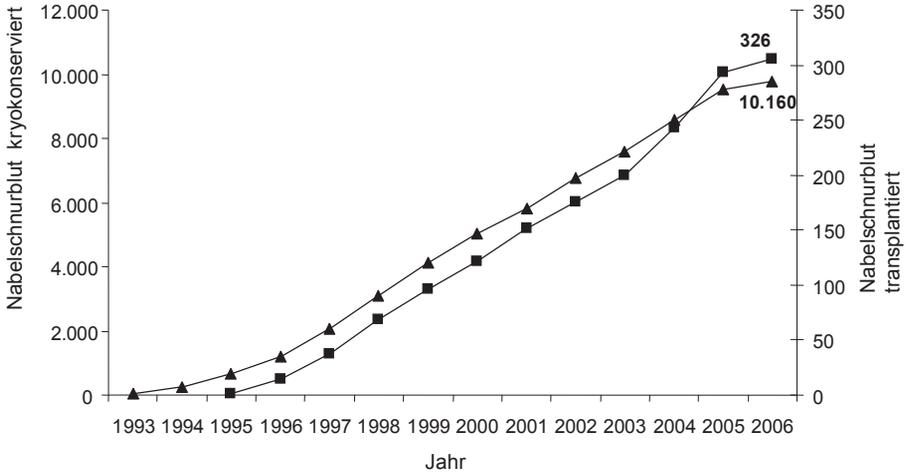


Abb. 1: Anzahl der kryokonservierten und transplantierten Nabelschnurblutpräparate.

In der José Carreras Stammzellbank sind bisher 10.089 Nabelschnurpräparate kryokonserviert (Stand: Mai 2006) und eingelagert worden, von denen bisher 321 zur Transplantation abgegeben wurden.

CB-Bank	Inventar	transplantiert	Kinder	Erwachsene
AusCord	15626	196	133	55
Barcelona	6651	262	133	129
Düsseldorf	10089	321	188	123
France Cord	5341	395	176	219
Helsinki	2562	9	5	4
Jerusalem	723	12	12	0
Leiden	3332	38	20	18
Löwen	6891	59	43	16
Lüttich	4779	125	56	69
London	7814	126	87	39
Mexico-CNTS	603	21	18	9
Mailand (Grace)	11317	449	249	200
New York	28066	2024	1361	663
Prag	2138	9	5	4
Santiago de Compostela	4102	19	13	6
Tel Hashomer	1320	4	4	1
Tokio	3918	450	150	300
TOTAL	115272	4519	2653	1855

Tabelle 1: Inventar und Verwendung von Nabelschnurblutpräparaten verschiedener CB-Banken (Stand: Mai 2006; Quelle: <http://www.netcord.org>)

Aachen Luisehospital Dr. D. Crommelinck	Düsseldorf Krankenhaus Benrath PD Dr. B. Karbowski	Hagen Evangelisches Krankenhaus Hagen-Haspe Dr. H.-J. Jaeger, J. Kociszewski	Mönchengladbach Elisabeth-Krankenhaus Rheydt Dr. H. Lehnen
Aachen Marienhospital Prof. Dr. M. Kusche	Düsseldorf Kaiserswerther Diakonie Prof. Dr. O. Bellmann	Hagen Allgemeines Krankenhaus Dr. E. Schneller	Mönchengladbach Krankenhaus Neuwerk Maria von den Aposteln Dr. U. D. Rosseck
Arnsberg Marienhospital Dr. N. Peters	Düsseldorf Krankenhaus Gerresheim Prof. Dr. W. Jäger	Hamm Evangelisches Krankenhaus Dr. G. Meyer, Dr. S. Fix	Mülheim an der Ruhr Evangelisches Kranken- und Versorgungshaus Prof. Dr. H. von Matthiessen
Augsburg Josefinum Dr. H. Streng	Düsseldorf Marien-Hospital Prof. Dr. H.-P. Diemer	Kleve St. Antonius-Hospital Kleve gGmbH Dr. B. von Tongelen	Neuss Johanna-Etienne- Krankenhaus Dr. L. Gleumes
Bottrop Marienhospital gGmbH Dr. H. C. Kolberg	Duisburg Johanniter-Krankenhaus Rheinhausen Dr. R. Partzsch	Köln Klinikum der Universität Prof. Dr. P. Mallmann	Neuss Lukaskrankenhaus Prof. Dr. H.-G. Schnürch
Coesfeld St.-Vincenz-Hospital Dr. K. D. Jaspers	Klinikum Duisburg Wedau-Kliniken PD Dr. M. Korell	Köln Krankenhaus Holweide Prof. Dr. F. Wolff	Oberhausen Evangelisches Krankenhaus Prof. Dr. S. Böhmer
Dormagen Kreiskrankenhaus Dr. K. G. Noé	Emmerich St. Willibrord-Spital in Emmerich-Rees GmbH A. Wallner	Köln St. Elisabeth Köln-Hohenlind Prof. Dr. M. Possover	Schwerte Marienkrankenhaus Dr. G. Homann
Dortmund Klinikzentrum Mitte Prof. Dr. T. Schwenger	Essen Alfried Krupp Krankenhaus PD Dr. H.-J. Strittmatter	Köln Krankenhaus Porz am Rhein PD Dr. A. Faridi	Unna Katharinen-Hospital Unna gGmbH Dr. K. Latos
Dortmund Knappschaftskrankenhaus Dr. F. Schmolling	Essen Elisabeth-Krankenhaus Prof. Dr. S. Niesert	Krefeld St. Josefhospital Uerdingen Prof. Dr. W. Neuhaus	Viersen Allgemeines Krankenhaus Dr. W. Lütje
Dortmund St. Johannes-Hospital PD Dr. G. Kunz	Essen Knappschafts- Krankenhaus Essen-Mitte Dr. M. Schütte	Leverkusen Klinikum Prof. Dr. B. Lampe	Witten Marien-Hospital gGmbH Prof. Dr. W. Hatzmann
Dortmund St. Josefs-Hospital gGmbH Dr. B. Großstück	Essen Kliniken Essen Süd St. Josef Krankenhaus Dr. H. Rotthaus	Marl Paracelsus-Klinik Marl Dr. J. Herbst	Wuppertal Kliniken St. Antonius Vogelsangstraße Dr. J. Falbrede
Düsseldorf Universitätsklinikum Univ.-Prof. Dr. H.-G. Bender	Goch Wilhelm-Anton-Hospital gGmbH Dr. H. Schoelen	Menden St. Vincenz Dr. H. Luig, Dr. R. Rausch	Ratingen St. Marien-Krankenhaus Dr. S. Kniesburges
Düsseldorf Ev. Krankenhaus Prof. Dr. W. Meier	Grevenbroich Kreiskrankenhaus St. Elisabeth Dr. E. Harms	Mettmann Evangelisches Krankenhaus Dr. G. Bürkle	Hilden St. Josefs-Krankenhaus Dr. F. Spickhoff

Tabelle 2: Mit der Düsseldorfer José Carreras Stammzellbank kooperierende Frauenkliniken

Nabelschnurblut als allogenes, unverwandtes Zelltransplantat erfordert in Deutschland durch die Vorgaben des Arzneimittelgesetzes (AMG) vom Hersteller nicht nur die Beantragung einer Herstellungserlaubnis, sondern darüber hinaus auch die Zulassung als Fertigarzneimittel. Die Düsseldorfer Stammzellbank hat für die Herstellung und klinische Anwendung sowie für die Zulassung der Stammzelltransplantate als Fertigarzneimittel durch das Paul-Ehrlich-Institut eine Herstellungserlaubnis der lokalen Bezirksregierung sowie als besonderes Alleinstellungsmerkmal in Deutschland die internationale FACT/NETCORD-Akkreditierung erlangt.

Qualität der allogenen Nabelschnurbluttransplantate in Düsseldorf

Die Gewinnung des Nabelschnurrestblutes erfolgt in den mit der Düsseldorfer Stammzellbank kooperierenden 55 geburtshilflichen Kliniken (Tabelle 2). Dort werden die Mütter vor der Geburt über die freiwillige Spende aufgeklärt; es erfolgt die Berücksichtigung aller Ausschlusskriterien und das schriftliche Einverständnis der Mutter. Die Gewinnung des Nabelschnurrestblutes aus der Nabelschnurvene nach Abnabelung des Kindes (Abb. 2) wird von examinieren und ausführlich geschulten Mitarbeitern dieser Kliniken vorgenommen. Für die Gewinnung wird ein steriles Entnahmesystem der Firma Macopharma verwendet (Abb. 2). Innerhalb von 48 Stunden vor oder nach der Entbindung erfolgt auch die Abnahme einer mütterlichen Blutprobe, die für immungenetische, mikrobiologische und virologische Untersuchungen verwendet wird. Geringe Mengen Nabelschnurblut werden für Zellzahlbestimmungen, molekulargenetische HLA-Klasse-I- und -II-Typisierung, Blutgruppenbestimmung, Bestimmung des Anteils an CD34⁺-Zellen und Sterilitätsuntersuchungen (aerobe und anaerobe Bakterienkultur) verwendet. Des Weiteren erfolgt die Bestimmung der Infektionsmarker Lues, Hepatitis B und C, HIV-1-2, CMV und HTLV-1/2. Bei CMV-IgG- oder -IgM-positiven Müttern wird zusätzlich das Nabelschnurblut mit einer PCR auf CMV getestet. Grundsätzlich erfolgt vor jeder Transplantation eine PCR-Testung auf HCV, Parvo B19, HIV und Hepatitis B.

Von den bisher in Düsseldorf kryokonservierten Präparaten ($n = 10.089$; Stand: Mai 2006; Abb. 1) wurden 1.940 Nabelschnurblutpräparate unsepariert in einer Endkonzentration von zehn Prozent Dimethylsulfoxid in einer automatischen Einfrieranlage eingefroren und danach sofort in Flüssigstickstoff gelagert. Alle weiteren Präparate ($n = 8.149$) wurden mittels Hespan volumenreduziert (Abb. 2). Die Langzeitlagerung erfolgt ebenfalls in der Flüssigphase des Stickstoffs in Langzeitlagertanks (Abb. 2).

Entscheidendes Qualitätskriterium eines Präparates ist jedoch die Anzahl der kernhaltigen Zellen (NC), die darin enthalten ist. Viele Veröffentlichungen, insbesondere die Daten des EUROCORD-Registers in Paris, zeigen, dass die Mortalität nach einer Transplantation eindeutig mit der Anzahl der transplantierten NC pro Kilogramm Körpergewicht assoziiert ist. Dies ist der Grund, dass die Düsseldorfer Stammzellbank aktuell nur noch Präparate mit einer hohen Eingangszellzahl von mindestens 1×10^9 oder ca. 100 ml Nabelschnurblut zu Transplantaten aufarbeitet. Diese relativ hohe Zahl zu wählen war erforderlich wegen der Korrelation mit dem Körpergewicht des Patienten und der davon abhängigen höheren Wahrscheinlichkeit des Angehens (*take*) und klinischen Erholens, so dass Transplantationszentren primär nur Transplantate mit hoher Zellzahl anfordern (durchschnittliche Anzahl kernhaltiger Zellen in den letzten abgegebenen Transplantaten: $1,8 \times 10^9$;



Abb. 2: Entnahme und Aufarbeitung des Nabelschnurblutes.

- A: Nach der Geburt des Kindes wird die Nabelschnur an zwei Stellen abgeklemmt, das Kind abgenabelt und die Nabelschnurvene punktiert.
- B: Abnahmebeutel mit Nabelschnurblut: Optimal können 100 ml oder mehr Nabelschnurblut gewonnen werden.
- C: Zusätzlich zum Nabelschnurblut werden zwei Röhrchen mütterliches Blut (je 10 ml) zur Bestimmung der Infektionsmarker sowie zur Gewebetypisierung gewonnen.
- D: Durch Volumenreduktion über Hydroxyethylstärke (Hespan) erfolgt die Anreicherung der hämatopoietischen Zellen bei gleichzeitiger Depletion der Erythrozyten, die nicht benötigt werden.
- E: Kryokonservierung des Nabelschnurblutes
- F: Langzeitlagerung des Nabelschnurblutes im flüssigen Stickstoff bei -196 °C .

Abb. 3). Dies bedeutet jedoch für die Stammzellbank Düsseldorf, dass derzeit 73 Prozent aller Präparate hauptsächlich aufgrund einer zu niedrigen Zellzahl für die direkte Aufarbeitung zum Transplantat nicht mehr in Frage kommen, um dem hohen Qualitätsstandard der Transplantationszentren gerecht zu werden. Diese Präparate dienen aber entscheidend der Prozessweiterentwicklung für Aufarbeitung, Qualitätskontrollen sowie der Abklärung weiterer Fragen zur Definition des biologischen Potenzials des Nabelschnurblutes.¹²

¹² Vgl. Kögler *et al.* (2005a).

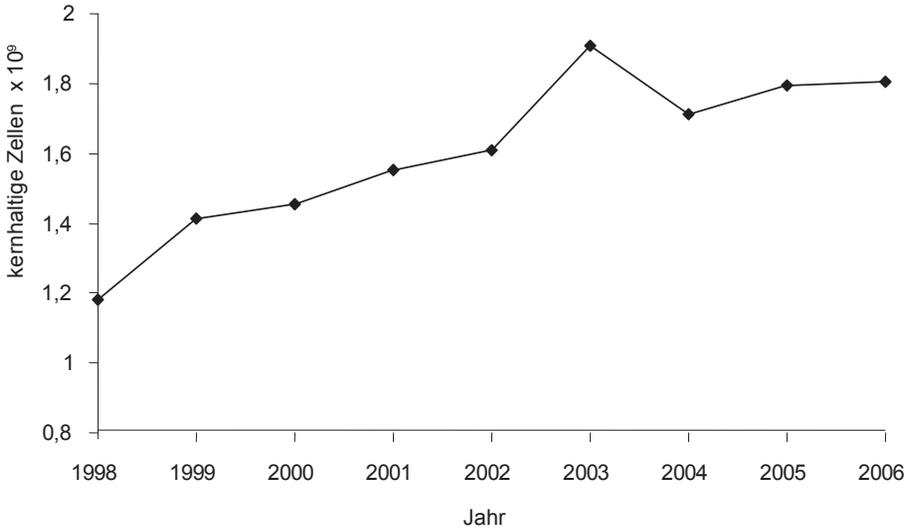


Abb. 3: Durchschnittliche Anzahl kernhaltiger Zellen von kryokonservierten Nabelschnurblutpräparaten in der Stammzellbank Düsseldorf, die pro Jahr an Transplantationszentren abgegeben wurden. Der Durchschnitt der letzten Jahre liegt bei $1,8 \times 10^9$ kernhaltigen Zellen pro Transplantat.

Klinische Erfahrungen mit der allogenen Nabelschnurbluttransplantation bei Kindern

Sowohl multizentrische,¹³ Einzelzentrumsstudien¹⁴ und Studien bestimmter Konsortien¹⁵ haben gezeigt, dass unverwandte Nabelschnurblutspenden bei Kindern geeignet waren, die Hämatopoiese zu rekonstituieren und eine dauerhafte hämatologische Rekonstitution zu erreichen. Dies war assoziiert mit einer niedrigen Inzidenz der GvHD und resultierte nicht in einem höheren Rezidivrisiko. Alle Studien unverwandter Nabelschnurbluttransplantationen haben die Bedeutung der Zelldosis – gemessen als *total nucleated cell count* –, die Anzahl der koloniebildenden Zellen und der CD34⁺-Zellen auf das Engraftment, das Auftreten transplantationsassoziierter Ereignisse und das Überleben gezeigt. Obwohl der prognostische Faktor der HLA-Unterschiede in früheren Veröffentlichungen nicht konkret erkannt wurde, wurde er jedoch in jüngsten Analysen offensichtlicher.¹⁶

Vor kurzem wurden Ergebnisse der unverwandten Nabelschnurbluttransplantation bei Kindern mit bestimmten Erkrankungen wie AML¹⁷, Hurler-Syndrom¹⁸ oder Krabbe-Er-

¹³ Vgl. Gluckman *et al.* (1997), Rocha *et al.* (2000a), Michel *et al.* (2003) sowie Rubinstein *et al.* (1998).

¹⁴ Vgl. Wagner *et al.* (2002) sowie Styczynski *et al.* (2004).

¹⁵ Vgl. Staba *et al.* (2004) sowie Escolar *et al.* (2005).

¹⁶ Vgl. Rubinstein *et al.* (1998), Wagner *et al.* (2002) sowie Gluckman *et al.* (2004).

¹⁷ Vgl. Michel *et al.* (2003).

¹⁸ Vgl. Staba *et al.* (2004).

krankung¹⁹ veröffentlicht. Die EUROCORD-Gruppe hat zwei Studien über die unverwandte CBT bei Kindern mit Akuter Lymphatischer Leukämie (ALL) und mit primärer Immundefizienz durchgeführt.²⁰ 323 Kinder mit ALL, einem mittleren Alter von 6,5 Jahren, einer mittleren Zellzahl von $4,1 \times 10^7$ pro Kilogramm Körpergewicht und einer mittleren *Follow-up*-Zeit von 22 Monaten (drei bis 96 Monate) wurden analysiert. Das leukämiefreie Überleben über einen Zeitraum von zwei Jahren lag bei $36 \pm$ drei Prozent. Patienten in CR1 oder CR2 zeigten in der multivarianten Analyse ein Zweijahresüberleben von 42 Prozent. Zusätzlich wurden die Ergebnisse von 82 unverwandten Transplantationen bei Kindern mit schwerem primären Immundefekt analysiert. Das mittlere Alter lag hier bei 0,9 Jahren (null bis 26 Jahre), die mittlere Zellzahl bei $8,3 \times 10^7$ pro Kilogramm Körpergewicht. Das Gesamtüberleben lag in dieser Gruppe bei $70 \pm$ sechs Prozent. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sich Nabelschnurblut als allogene Stammzellquelle für die Transplantation von Kindern mit genetischen bzw. metabolischen und malignen Erkrankungen, denen ein HLA-identischer Geschwisterspender fehlt, immer mehr bewährt hat.

Unverwandte Nabelschnurbluttransplantation im Vergleich zur unverwandten Knochenmarktransplantation bei Kindern

Der Vergleich der klinischen Ergebnisse zwischen unverwandter Nabelschnurbluttransplantation (CBT) und unverwandter Knochenmarktransplantation (KMT) bei Kindern ist klinisch sehr relevant, da der Suchprozess für viele Patienten sowohl geeignete Nabelschnurbluttransplantate als auch Knochenmarkspender identifizieren wird. Bisher gibt es jedoch keine randomisierten klinischen Studien, da Nabelschnurblut häufig als „letzte“ Stammzellquelle identifiziert wurde, wenn kein anderer unverwandter Stammzellspender zur Verfügung stand. Bisher gibt es generell nur drei – relativ alte – veröffentlichte Studien: zwei *Single-center*-Studien und die Analyse des EUROCORD-Registers.²¹ Die Daten des EUROCORD-Registers zeigten, dass das Überleben nach CBT dem nach KMT vergleichbar ist, obwohl in der CBT-Gruppe deutlich mehr HLA-Mismatches vorhanden waren. Diese Daten dokumentierten, dass Nabelschnurblut eine akzeptierte Alternative zu HLA-identischem Knochenmark ist, so dass parallel nach einem KM- bzw. Nabelschnurbluttransplantat gesucht werden sollte. Die endgültige Auswahl sollte auf der Basis der klinischen Notwendigkeit der Transplantation und der Charakteristika (HLA und Zellzahl der Nabelschnurbluttransplantate) erfolgen.

Klinische Erfahrungen mit der allogenen Stammzelltransplantation bei Erwachsenen

Nach Angaben des NETCORD-Registers²² wurden 1.855 CBT bei Erwachsenen durchgeführt. Bisher gibt es sechs Veröffentlichungen, die allerdings hinsichtlich der Patienten

¹⁹ Vgl. Escolar *et al.* (2005).

²⁰ Vgl. Rocha und Gluckman (2006).

²¹ Vgl. Dalle *et al.* (2004), Rocha *et al.* (2001) sowie Barker *et al.* (2001).

²² Stand: Mai 2006; <http://www.netcord.org>.

bzw. der Erkrankungen oder des Erkrankungsstatus [ok?] sehr heterogen sind.²³ *Single-center*-Studien eines einheitlicheren Patientenkollektivs wurden insbesondere von japanischen Arbeitsgruppen²⁴ und der Gruppe von Sanz²⁵ veröffentlicht. In vier von sechs der veröffentlichten Studien lag die Zellzahl bei weniger als 2×10^7 pro Kilogramm Körpergewicht. Die Rekonstitution der Granulozyten lag zwischen 80 und 100 Prozent und die Wahrscheinlichkeit der Thrombozytenrekonstitution bei 65 bis 90 Prozent am Tag 180. Der Median der neutrophilen Granulozytenrekonstitution von mehr als $0,5 \times 10^9$ pro Liter variierte zwischen 22 und 32 Tagen. Sowohl die transplantationsassoziierte Mortalität (TRM) als auch das erkrankungsfreie Überleben (zwischen 15 und 76 Prozent) variierten.

Unverwandte Nabelschnurbluttransplantation im Vergleich zur unverwandten Knochenmarktransplantation bei Erwachsenen

Bisher wurden nur drei retrospektive Studien veröffentlicht, die Ergebnisse der CBT und KMT bei Erwachsenen vergleichen.²⁶ Takahashi *et al.* analysierten 113 Erwachsene, die entweder unverwandtes Knochenmark ($n = 45$) oder unverwandtes Nabelschnurblut ($n = 68$) erhalten hatten. In dieser *Single-center*-Analyse war die Zeitspanne von der Suche bis zur Transplantation signifikant kürzer bei Einsatz von Nabelschnurblut (Median: zwei Monate *versus* elf Monate). Die Rekonstitution der neutrophilen Granulozyten und Thrombozyten war zwar verzögert, aber kein Patient, der ein Nabelschnurbluttransplantat erhalten hatte, verstarb an einer aGvHD, obwohl viele HLA-Mismatches vorlagen. Die transplantationsassoziierte Mortalität nach CBT war verringert und das erkrankungsfreie Überleben dem nach KMT überlegen. Bis auf vier Patienten erhielten alle eine Zelldosis von mehr als 2×10^7 pro Kilogramm Körpergewicht. In einer weiteren Analyse fanden Laughlin *et al.* ein ähnliches Ergebnis, wenn Nabelschnurbluttransplantate mit einem KM-Transplantat mit Antigenmismatch verglichen wurden. Diese Ergebnisse, auch wenn bisher an einem sehr heterogenen Patientenkollektiv gewonnen, zeigen, dass allogenes Nabelschnurblut eine Option bei Erwachsenen ist, wenn kein HLA-identischer Knochenmarkspender zur Verfügung steht.

Alternative Strategien, um das Überleben nach einer Nabelschnurbluttransplantation zu verbessern

Beschleunigung der hämatopoietischen Rekonstitution durch Erhöhung der Zelldosis und des *homings* der Nabelschnurbluttransplantate

Eine der wesentlichen Voraussetzungen zur Erhöhung der Zellzahl ist die Etablierung von großen Stammzellbanken mit qualitativ zellreichen Stammzelltransplantaten sowie die Erweiterung des Spenderpools in Richtung seltener Gewebemerkmale und ethnischer Minderheiten.

²³ Vgl. Laughlin *et al.* (2001), Sanz *et al.* (2001), Ooi *et al.* (2003), Ooi *et al.* (2004), Long *et al.* (2003) sowie Rocha *et al.* (2000b).

²⁴ Vgl. Ooi *et al.* (2003) sowie Ooi *et al.* (2004).

²⁵ Vgl. Sanz *et al.* (2001), Sanz (2004) sowie Sanz (2005).

²⁶ Vgl. Takahashi *et al.* (2004), Rocha *et al.* (2004b) sowie Laughlin *et al.* (2004).

Eine weitere, bereits begonnene Entwicklung ist die Transplantation von mehr als einem Nabelschnurblut²⁷ bzw. die Kotransplantation von Nabelschnurblut und hoch aufgereinigten CD34⁺-Zellen haploidentischer Familienspender.²⁸

Auswahl des besten Nabelschnurbluttransplantats

Es wird derzeit angenommen, dass sowohl die Zelldosis als auch die Anzahl der HLA-Mismatches entscheidenden Einfluss auf das Engraftment und das Überleben nach einer Transplantation haben. Eine höhere Zellzahl kann offensichtlich partiell den negativen Effekt von HLA-Antigenen auf jedem Level der HLA-Unterschiede kompensieren. Auf der Basis aller bis jetzt verfügbaren Daten sollte ein Nabelschnurbluttransplantat, wenn möglich, eine Mindestzellzahl von $2,5 \times 10^7$ pro Kilogramm Körpergewicht zum Zeitpunkt der Kryokonservierung aufweisen und nicht mehr als zwei von sechs HLA-Differenzen bei Transplantation zeigen. In einer kooperativen Analyse zwischen EUROCORD und der Düsseldorfer Stammzellbank konnte gezeigt werden, dass in der HLA-Subtypisierung bis zu acht von zehn Mismatches vorhanden waren, ohne dass das Überleben nach CBT beeinflusst wurde.²⁹

Klinische Ergebnisse der Transplantationen mit Nabelschnurblutpräparaten aus der José Carreras Stammzellbank Düsseldorf

Bis Mai 2006 wurden 321 Nabelschnurblutpräparate der Düsseldorfer Stammzellbank weltweit an Patienten mit malignen Bluterkrankungen ($n = 244$, unter anderem 72 Prozent Akute Leukämien, neun Prozent Chronisch Myeloische Leukämien, acht Prozent Myelodysplastische Syndrome, acht Prozent Non-Hodgkin-Lymphome und drei Prozent sonstige Tumoren), Hämoglobinopathien (Aplastische Anämien, Fanconi-Anämie, β -Thalassämie) sowie genetischen und Stoffwechselerkrankungen ($n = 67$; unter anderem schwere kombinierte Immundefekte, Omenn-Syndrom, Hurler-Syndrom, metachromatische Leukodystrophie) abgegeben. Von diesen wurden 14 innerhalb der Familie (HLA-identische Geschwister nach gerichteter Indikation) sowie 307 unverwandte Präparate abgegeben. Es wurden insgesamt 259 nicht-manipulierte, d. h. nicht-expandierte oder Doppeltransplantationen durchgeführt. Zusätzlich wurden Transplantate ($n = 39$) für Doppeltransplantationen, *Ex-vivo*-Expansionen oder die Kombination aus einer Nabelschnurblut-Einheit und einem aufgereinigten CD34⁺-haploidentischen Transplantat eingesetzt.

188 der Patienten waren Kinder (jünger als 15 Jahre) und 123 Erwachsene (älter als 15 Jahre), wobei zehn erwachsene Patienten jeweils zwei Transplantate aus unserer Stammzellbank erhielten und weitere 29 ein Nabelschnurbluttransplantat aus unserer Stammzellbank kombiniert mit einem anderen Nabelschnurbluttransplantat oder anderweitigen supportiven Zellen. Das mittlere Alter der Patienten lag bei acht Jahren (drei Monate bis 69 Jahre), das mittlere Gewicht bei 31,2 kg (drei bis 132 kg). Die Patienten erhielten eine mittlere Zellzahl von $4,4 \times 10^7$ pro Kilogramm Körpergewicht infundiert. Die mittlere Zeit zum Erreichen von 500 Granulozyten pro Mikroliter (μ l) an drei aufeinander folgenden Tagen lag im Median bei 24 Tagen (neun bis 45 Tagen), die kumulative Inzidenz

²⁷ Vgl. Barker *et al.* (2005).

²⁸ Vgl. Fernandez *et al.* (2005).

²⁹ Vgl. Kögler *et al.* (2005b).

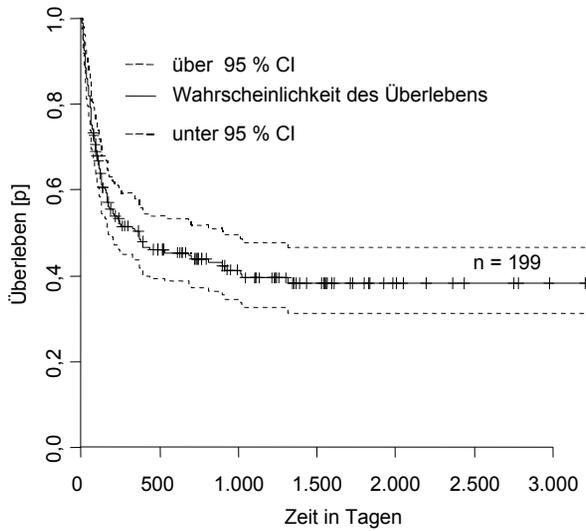


Abb. 4: Transplantierte Patienten (Kinder und Erwachsene): Wahrscheinlichkeit des Überlebens nach Kaplan-Meier mit 95-prozentigem Konfidenzintervall. Nach einjähriger Beobachtungszeit lag das Überleben bei 50, nach zweijähriger Beobachtungszeit bei 43 Prozent.

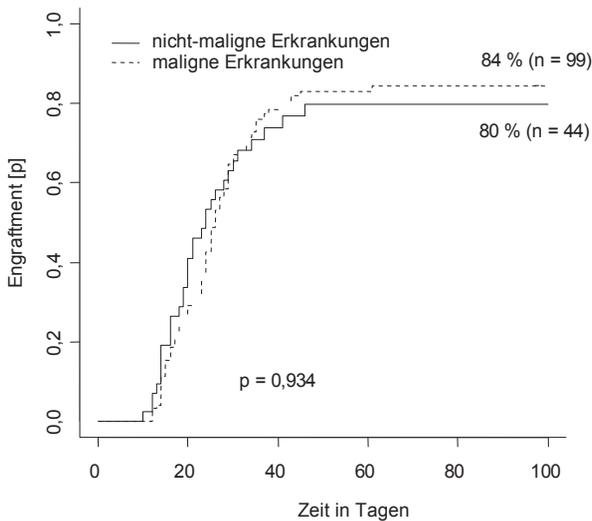


Abb. 5: Mit Nabelschnurblut der Düsseldorfer Stammzellbank transplantierte Kinder: kumulative Inzidenz des Engraftments (hämatoipoetische Rekonstitution der neutrophilen Granulozyten) für nicht-maligne und maligne Erkrankungen

des neutrophilen Engraftments bei 82 Prozent. Insgesamt liegt das zweijährige Überleben für alle Patienten, die mit Nabelschnurblut der Düsseldorfer Stammzellbank transplantiert worden sind, bei bisher 43 Prozent, das Einjahresüberleben bei 50 Prozent (Abb. 4.). Auf der Basis der generischen Typisierung für HLA-A und HLA-B sowie der hochauflösenden Subtypisierung für HLA-DRB1 erhielten nur 17 Prozent der Patienten ein Transplantat mit sechs von sechs Übereinstimmungen; fünf von sechs Übereinstimmungen lagen bei 42 Prozent, vier von sechs Übereinstimmungen bei 35 Prozent und drei bzw. zwei von sechs Übereinstimmungen bei sechs Prozent der Transplantationen vor.

Obwohl die Mehrzahl der Patienten ein nicht-HLA-identisches Transplantat erhielt, entwickelten 48 Prozent keine aGvHD, 17,5 Prozent eine aGvHD Grad I, elf Prozent eine aGvHD Grad II, ebenfalls elf Prozent eine aGvHD Grad III und nur acht Prozent eine aGvHD Grad IV. Eine chronische GvHD trat nur bei zehn Prozent aller Patienten auf.

Für die klinische Dokumentation im Rahmen der Zulassung lag die kumulative Inzidenz des neutrophilen Engraftments bei nicht-malignen und malignen Erkrankungen bei Kindern bei 80 bzw. 84 Prozent am Tag 60 nach der Transplantation (Abb. 5) und das respektive Einjahresüberleben bei über 60 bzw. über 50 Prozent (Abb. 6).

Für Erwachsene liegt die kumulative Inzidenz des neutrophilen Engraftments bei 82 Prozent (Abb. 7). Die Gesamtüberlebensrate für die erwachsenen Patienten liegt nach einem Jahr bei 45 und nach zwei Jahren bei 38 Prozent (Abb. 8).

Zusammenfassung und Ausblicke

Allogenes Nabelschnurblut ist mittlerweile die offensichtliche Alternative hämatopoietischer Stammzellen für eine Blut-Stammzell-Transplantation. Obwohl viele Fakten derzeit noch unklar sind, kann davon ausgegangen werden, dass Nabelschnurblut eine akzeptable Option vor allem für Kinder ist, die keinen komplett HLA-identischen Knochenmarkspender haben. Eine verkürzte Zeit bis zur Transplantation ist ein evidenter Vorteil des Nabelschnurbluts, insbesondere für solche Patienten, die die Transplantation rasch benötigen. Die Nabelschnurbluttransplantation kann in Zukunft durch einen größeren Pool von allogenen, zellreichen Transplantaten verbessert werden, um jedem Patienten ein optimales, zellreiches Transplantat zur Verfügung zu stellen.

Derzeitige Ansätze mit überzeugenden klinischen Daten zeigen, dass es möglich ist, zwei Nabelschnurblutpräparate, die maximal zwei HLA-Mismatches zum Patienten aufweisen, simultan bei erwachsenen Patienten zu transplantieren. Die Düsseldorfer Stammzellbank hat für zehn erwachsene Patienten Doppeltransplantate und für 29 jeweils ein Transplantat für eine Doppeltransplantation bzw. in Kombination mit alternativen Methoden (unter anderem Expansion und CD34⁺-haploidentischer supportiver Zellersatz) zur Verfügung gestellt. Die bislang vorliegenden klinischen Daten dokumentieren aber, dass allogen unverwandtes Nabelschnurblut nicht nur bei Kindern, sondern bei sorgfältiger Auswahl der Transplantate auch für den Erwachsenen eine Option darstellt.

Danksagung

Wir möchten uns besonders bei den in Tabelle 2 aufgeführten Frauenkliniken und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bedanken, die seit Jahren mit uns kooperieren. Beson-

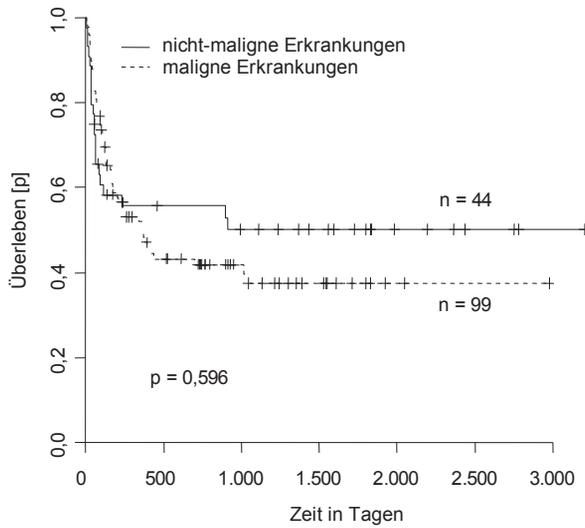


Abb. 6: Mit Nabelschnurblut der Düsseldorfer Stammzellbank transplantierte Kinder: Wahrscheinlichkeit des Überlebens nach Kaplan-Meier für nicht-maligne und maligne Erkrankungen

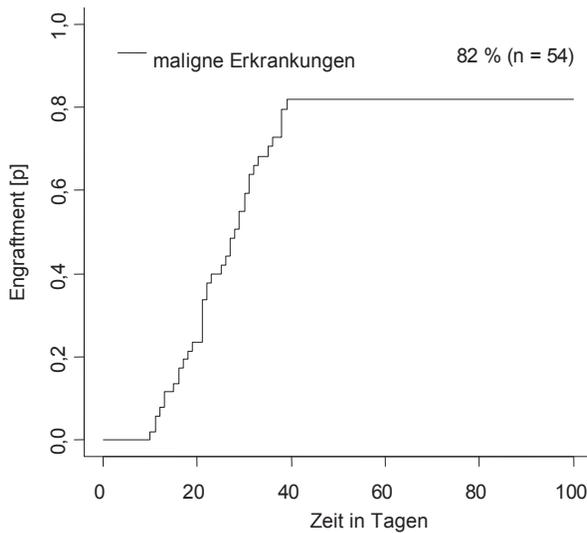


Abb. 7: Mit Nabelschnurblut der Düsseldorfer Stammzellbank transplantierte Erwachsene: kumulative Inzidenz des Engraftments (hämatopoietische Rekonstitution der neutrophilen Granulozyten) für maligne Erkrankungen

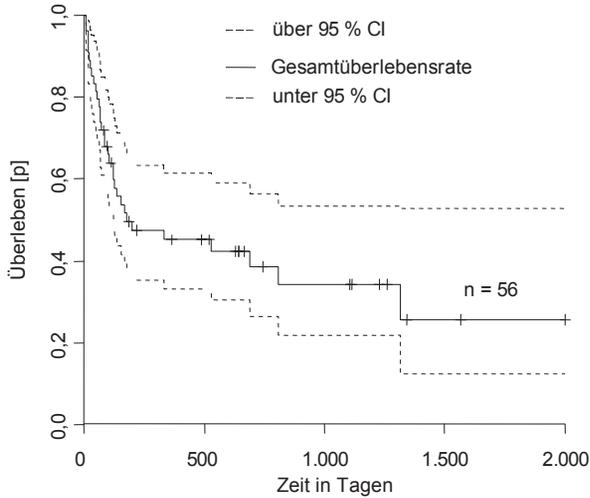


Abb. 8: Mit Nabelschnurblut der Düsseldorfer Stammzellbank transplantierte Erwachsene: Wahrscheinlichkeit des Überlebens nach Kaplan-Meier für maligne Erkrankungen

ders gilt unser Dank den Mitarbeitern der José Carreras Stammzellbank³⁰ A. Meyer, C. Heyer, M. Maleki, A. Lefort, S. Toebben, A. Düppers, K. Mattheisen sowie den Dipl.-Biol. L. Körschgen und M. Aktas, Dr. A. Platz, Dr. J. Fischer, Dr. J. Enczmann, PD Dr. R. Sorg, H. Gressmann (NETCORD-Office) und P. Enilio Verde (Koordinierungszentrum für Klinische Studien) für die statistische Auswertung der klinischen Daten im Rahmen der Zulassung.

Die enge Kooperation mit dem EUROCORD Transplant Register (Prof. Dr. E. Gluckman, Dr. V. Rocha, Dr. F. Garnier) hat die Entwicklung in Düsseldorf stark unterstützt.

Dank gilt aber insbesondere der Deutschen José Carreras-Stiftung e. V., ohne deren finanzielle Unterstützung die Etablierung der Stammzellbank in diesem Umfang nicht realisierbar gewesen wäre.

Literatur

BARKER, J. N., S. M. DAVIES, T. DEFOR, N. K. RAMSAY, D. J. WEISDORF und J. E. WAGNER. „Survival after transplantation of unrelated donor umbilical cord blood is comparable to that of human leukocyte antigen-matched unrelated donor bone marrow: results of a matched-pair analysis“, *Blood* 97 (2001), 2957-2961.

BARKER, J. N., T. P. KREPSKI, T. DEFOR, S. M. DAVIES, J. E. WAGNER und D. J. WEISDORF. „Searching for unrelated donor hematopoietic stem cell grafts: availability and speed of umbilical cord blood versus bone marrow“, *Biology of Blood and Marrow Transplantation* 8 (2002), 257-260.

³⁰ Vgl. <http://www.stammzellbank.de/> (11.09.2006).

- BARKER, J. N., D. J. WEISDORF, T. E. DEFOR, B. R. BLAZER, P. B. MC GLAVE, J. S. MILLER, C. M. VERFAILLIE und J. E. WAGNER. „Transplantation of 2 partially HLA-matched umbilical cord blood units to enhance engraftment in adults with hematologic malignancy“, *Blood* 105 (2005), 1343-1347.
- DALLE, J. H., M. DUVAL, A. MOGHRABI, E. WAGNER, M. F. VACHON, S. BARRETTE, M. BERNSTEIN, J. CHAMPAGNE, M. DAVID, J. DEMERS, P. ROUSSEAU, R. WINIKOFF und M. A. CHAMPAGNE. „Results of an unrelated transplant search strategy using partially HLA-mismatched cord blood as an immediate alternative to HLA-matched bone marrow“, *Bone Marrow Transplantation* 33 (2004), 605-611.
- DAVEY, S., S. ARMITAGE, V. ROCHA, F. GARIER, J. BROWN, C. J. BROWN, R. WARWICK, D. FEHILY, S. WATT, E. GLUCKMAN, A. VORA, M. CONTRERAS und C. V. NAVARRETE. „The London Cord Blood Bank: analysis of banking and transplantation outcome“, *British Journal of Haematology* 125 (2004), 358-365.
- ESCOLAR, M. L., M. POE, J. M. PROVENZALE, K. C. RICHARDS, J. ALLISON, S. WOOD, D. A. WENGER, D. PIETRYGA, D. WALL, M. CHAMPAGNE, R. MORSE, W. KRIVIT und J. KURTZBERG. „Transplantation of umbilical-cord blood in babies with infantile Krabbe's disease“, *The New England Journal of Medicine* 352 (2005), 2069-2081.
- GLUCKMAN, E., H. E. BROXMEYER, A. D. AUERBACH, H. S. FRIEDMAN, G. W. DOUGLAS, A. DEVERGIE, H. ESPEROU, D. THIERRY, G. SOCIE und P. LEHN. „Hematopoietic reconstitution in a patient with Fanconi's anemia by means of umbilical-cord blood from an HLA-identical sibling“, *The New England Journal of Medicine* 321 (1989), 1174-1178.
- GLUCKMAN, E., V. ROCHA, A. BOYER-CHAMMARD, F. LOCATELLI, W. ARCESE, R. PASQUINI, J. ORTEGA, G. SOUILLET, E. FERREIRA, J. P. LAPORTE, M. FERNANDEZ und C. CHASTANG. „Outcome of cord blood transplantation from related and unrelated donors. Eurocord Transplant Group and the European Blood and Marrow Transplantation Group“, *The New England Journal of Medicine* 337 (1997), 373-381.
- GLUCKMAN, E., V. ROCHA, W. ARCESE, G. MICHEL, G. SANZ, W. K. W. CHAN, T. A. TAKAHASHI, J. ORTEGA, A. FILIPOVICH, F. LOCATELLI, S. ASANO, F. FAGIOLI, M. VOWELS, A. SIRVENT, J. P. LAPORTE, K. TIEDEMANN, S. AMADORI, M. ABECASSIS, P. BORDIGONI, B. DIEZ, P. J. SHAW, A. VORA, M. CANIGLIA, F. GARNIER, I. IONESCU, J. GARCIA, G. KOEGLER, P. REBULLA und S. CHEVRET. „Factors associated with outcomes of unrelated cord blood transplant: guidelines for donor choice“, *Experimental Hematology* 32 (2004), 397-407.
- KÖGLER, G., B. TUTSCHEK, L. KÖRSCHGEN, A. PLATZ, H. G. BENDER und P. WERNET. „Die José Carreras Stammzellbank Düsseldorf im NETCORD/EUROCORD-Verbund“, *Gynäkologie* 38 (2005a), 835-846.
- KÖGLER, G., J. ENZMANN, V. ROCHA, E. GLUCKMAN und P. WERNET. „High-resolution HLA-typing by sequencing for HLA-A,-B,-C,-DR,-DQ in 122 unrelated cord blood/patient pair transplants hardly improves long-term clinical outcome“, *Bone Marrow Transplantation* 36 (2005b), 1033-1041.
- LAUGHLIN, M. J., J. BARKER, B. BAMBACH, O. N. KOC, D. A. RIZZIERI, J. G. WAGNER, S. L. GERSON, H. M. LAZARUS, M. CAITO, C. E. STEVENS, P. RUBINSTEIN und J. KURTZBERG. „Hematopoietic engraftment and survival in adult recipients of umbilical-cord blood from unrelated donors“, *The New England Journal of Medicine* 344 (2001), 1815-1822.
- LAUGHLIN, M. J., M. EAPEN, P. RUBINSTEIN, J. E. WAGNER, M. J. ZHANG, R. E. CHAMPLIN, C. STEVENS, J. N. BARKER, R. P. GALE, H. M. ÖAZARUS, D. MARKS, J. J. VAN ROOD, A. SCARADAVOU und M. M. HOROWITZ. „Outcomes after transplantation of cord blood or bone

- marrow from unrelated donors in adults with leukemia“, *The New England Journal of Medicine* 351 (2004), 2265-2275.
- LONG, G. D., M. LAUGHLIN, B. MADAN, J. KURTZBERG, C. GASPARETTO, A. MORRIS, D. RIZZIERI, C. SMITH, J. VREDENBURGH, E. C. HALPERIN, G. BROADWATER, D. NIEDZWIECKI und N. J. CHAO. „Unrelated umbilical cord blood transplantation in adult patients“, *Biology of Blood and Marrow Transplantation* 9 (2003), 772-780.
- MICHEL, G., V. ROCHA, S. CHEVRET, W. ARCESE, K. W. CHAN, A. FILIPOVICH, T. A. TAKAHASHI, M. VOWELS, J. ORTEGA, P. BORDIGONI, P. J. SHAW, I. VANIV, A. MACHADO, P. PIMENTEL, F. FAGIOLI, A. VERDEGUER, J. P. JOUET, B. DIEZ, E. FERREIRA, R. PASQUINI, J. ROSENTHAL, E. SIEVERS, C. MEDDINA, A. P. ISORI, F. GARNIER, I. IONESCU, F. LOCATELLI und E. GLUCKMAN. „Unrelated cord blood transplantation for childhood acute myeloid leukemia: a Eurocord Group analysis“, *Blood* 102 (2003), 4290-4297.
- OOI, J., T. ISEKI, S. TAKAHASHI, A. TOMONARI, K. ISHII, K. TAKASUGI, Q. SHIMOHAKAMADA, N. OHNO, K. UCHIMARU, F. NAGAMURO, A. TOJO und S. ASANO. „Unrelated cord blood transplantation for adult patients with advanced myelodysplastic syndrome“, *Blood* 101 (2003), 4711-4713.
- OOI, J., T. ISEKI, S. TAKAHASHI, A. TOMONARI, K. TAKASUGI, Y. SHIMOHAKAMADA, T. YAMADA, K. ISHII, N. OHNO, F. NAGAMURA, K. UCHIMARU, A. TOJO und S. ASANO. „Unrelated cord blood transplantation for adult patients with de novo acute myeloid leukemia“, *Blood* 103 (2004), 489-491.
- ROCHA, V., J. E. WAGNER, K. A. SOBOCINSKI, J. P. KLEIN, M. J. ZHANG, M. M. HOROWITZ und E. GLUCKMAN. „Graft-versus-host disease in children who have received a cord blood or bone marrow transplant from an HLA-identical sibling“, *The New England Journal of Medicine* 342 (2000a), 1846-1854.
- ROCHA, V., W. ARCESE und G. SANZ. „Prognostic factors of outcome after unrelated cord blood transplant in adults with hematologic malignancies [abstract]“, *Blood* 96 (2000b), 587a.
- ROCHA, V., J. CORNISH, E. SIEVERS, A. FILIPOVICH, F. LOCATELLI, C. PETERS, M. REMBERGER, G. MICHEL, W. ARCESE, S. DALLORSO, K. TIEDEMANN, A. BUSCA, K. W. CHAN, S. KATO, J. ORTEGA, M. VOWELS, A. ZANDER, G. SOUILLET, A. OAKILL, A. WOOLFREY, A. L. PAY, A. GREEN, F. GARNIER, I. IONESCU, P. WERNET, G. SIRCHIA, P. RUBINSTEIN, S. CHEVRET und E. GLUCKMAN. „Comparison of outcomes of unrelated bone marrow and umbilical cord blood transplants in children with acute leukemia“, *Blood* 97 (2001), 2962-2971.
- ROCHA, V., G. SANZ und E. GLUCKMAN. „Umbilical cord blood transplantation“, *Current Opinion In Hematology* 11 (2004a), 375-385.
- ROCHA, V., M. LABOPIN, G. SANZ, W. ARCESE, R. SCHWERTFEGER, A. BOSI, N. JOCOBSEN, T. RUUTU, M. DE LIMA, J. FINKE und F. FRASSONI. „Transplants of umbilical-cord blood or bone marrow from unrelated donors in adults with acute leukemia“, *The New England Journal of Medicine* 351 (2004b), 2276-2285.
- ROCHA, V. und E. GLUCKMAN. „Clinical use of umbilical cord blood hematopoietic stem cells“, *Biology of Blood and Marrow Transplantation* 12 (2006), 34-41.
- RUBINSTEIN, P., C. CARRIER, A. SCARADAVOU, J. KURTZBERG, J. ADAMSON, A. R. MIGLIACCIO, R. L. BERKOWITZ, M. CABBAD, N. L. DOBRILA, P. E. TAYLOR, R. E. ROSENFIELD, C. E. STEVENS. „Outcomes among 562 recipients of placental-blood transplants from unrelated donors“, *The New England Journal of Medicine* 339 (1998), 1565-1577.
- SANZ, G. F., S. SAAVEDRA, D. PLANELLES, L. SENENT, J. CERVERA, E. BARRAGAN, C. JIMENEZ, L. LARREA, G. MARTIN, J. MARTINEZ, I. JARQUE, F. MOSCARDO, G. PLUME, R. ANDREU, A. I. REGADERA, I. GARCIA, S. MOLLA, P. SOLVES, J. DE LA RUBIA, P.

- BOLUFER, L. BENLLOCH, M. A. SOLER, M. L. MARTY und M. A. SANZ. „Standardized, unrelated donor cord blood transplantation in adults with hematological malignancies“, *Blood* 98 (2001), 2332-2338.
- SANZ, M. A. „Cord-blood transplantation in patients with leukemia – a real alternative for adults“, *The New England Journal of Medicine* 351 (2004), 2328-2330.
- SANZ, G. F. „Unrelated donor umbilical cord blood transplantation in adults with hematologic malignancies“, *Pathologie Biologie (Paris)* 53 (2005), 53-165.
- STABA, E. L., M. L. ESCOLAR, M. POE, Y. KIM, P. L. MARTIN, P. SZABOLCS, J. ALLISON-THANCER, S. WOOD, D. A. WENGER, P. RUBINSTEIN, J. J. HOPWOOD, W. KRIVIT und J. KURTZBERG. „Cord-blood transplants from unrelated donors in patients with Hurler’s syndrome“, *The New England Journal of Medicine* 350 (2004), 1960-1969.
- STYCZYNSKI, J., Y. K. CHEUNG, J. GARVIN, D. G. SAVAGE, G. B. BILLOTE, L. HARRISON, D. SKERRETT, K. WOLOWNIK, C. WISCHHOVER, R. HAWKS, M. B. BRADLEY, G. DEL TORO, D. GEORGE, D. YAMASHIRO, C. VAN DE VEN und M. S. CAIRO. „Outcomes of unrelated cord blood transplantation in pediatric recipients“, *Bone Marrow Transplantation* 34 (2004), 129-136.
- TAKAHASHI, S., T. ISEKI, J. OOI, A. TOMONARI, K. TAKASUGI, Y. SHIMOHAKAMADA, T. YAMADA, K. UCHIMARU, A. TOFO, N. SHIRAFUJI, H. KODO, K. TANI, T. TAKAHASHI, T. YAMAGUCHI und S. ASANO. „Single-institute comparative analysis of unrelated bone marrow transplantation and cord blood transplantation for adult patients with hematological malignancies“, *Blood* 104 (2004), 3813-3820.
- WAGNER, J. E., J. N. BARKER, T. E. DEFOR, K. S. BAKER, B. R. BLAZAR, C. EIDE, A. COLDMAN, J. KERSEY, W. KRIVIT, M. L. MACMILLAN, P. J. ORCHARD, C. PETERS, D. J. WEISDORF, N. K. RAMSAY und S. M. DAVIES. „Transplantation of unrelated donor umbilical cord blood in 102 patients with malignant and nonmalignant diseases: influence of CD34 cell dose and HLA disparity on treatment-related mortality and survival“, *Blood* 100 (2002), 1611-1618.

NIKOLAS HENDRIK STOECKLEIN und WOLFRAM TRUDO KNOEFEL

Disseminierte Tumorzellen bei gastrointestinalen Karzinomen – Molekulargenetische Analyse der relevanten Tumorzellen zum Aufsuchen therapeutischer Zielstrukturen für effektive adjuvante Therapien

Einer der wichtigsten Behandlungsschwerpunkte am Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) ist die operative Therapie bösartiger Tumore des Verdauungstraktes. Krebsarten des Verdauungstraktes gehören zu den häufigsten und zu den aggressivsten Tumoren überhaupt. So können beispielsweise weniger als 50 Prozent der Patienten mit Ösophagus- oder Pankreaskarzinom einer chirurgischen Therapie mit heilender Absicht zugeführt werden, da der Tumor in den anderen Fällen zu weit fortgeschritten ist. Bei diesen aggressiven Tumoren versterben, trotz moderner Operationsverfahren, 70 bis 80 Prozent der Patienten tumorbedingt innerhalb von fünf Jahren nach der operativen Therapie.¹ Insgesamt ist das heutige Hauptproblem bei der Behandlung der gastrointestinalen Karzinome weniger die lokale operative Entfernung des Primärtumors als vielmehr die Entwicklung von letztlich unheilbaren Fernmetastasen, was den systemischen Charakter der Krebserkrankung widerspiegelt.² Kann der Patient dagegen in einem sehr frühen Tumorstadium operiert werden, ist eine Heilung möglich.³ Leider sind derzeit für nur sehr wenige solide maligne Tumore effektive systemische Therapien verfügbar, um das metastatische Auswachsen von disseminierten Tumorzellen zu unterdrücken. Eine Heilung durch systemische Therapien allein ist bei gastrointestinalen Karzinomen nicht möglich.

Der Schlüssel zu erfolgreicherer adjuvanten Therapien könnte die umfassende Analyse von disseminierten Tumorzellen sein, da diese das eigentliche Ziel solcher systemischen operationsbegleitenden Therapien darstellen. Disseminierte Tumorzellen repräsentieren die potenziellen Vorläuferzellen der späteren letalen Metastasen, sind aber mit derzeitigen diagnostischen Standardverfahren nicht zu erfassen. Mit Hilfe von antiepitheleialen Antikörpern gelingt es jedoch, diese Zellen in mesenchymalen Organen nachzuweisen, was in klinischen Studien mit einer schlechten Prognose verbunden ist.⁴ Obwohl disseminierte

¹ Vgl. Alexakis *et al.* (2004), Chu *et al.* (2003), Hosch *et al.* (2003), Korn (2004), Lerut *et al.* (2005), Malthaner *et al.* (2004b) sowie Wray *et al.* (2005).

² Vgl. Klein (2003) sowie Riethmüller und Klein (2001).

³ Vgl. Chessin und Guillem (2004), Hosch *et al.* (2003), Korn (2004) sowie Sato *et al.* (2005).

⁴ Vgl. Klein (2003), Pantel und Brakenhoff (2004) sowie Pantel und Riethmüller (1996).

Tumorzellen einen starken prognostischen Einfluss haben, gehören sie zu den seltensten Zellen überhaupt. Man findet sie in einer Frequenz von 10^{-5} bis 10^{-6} normaler Knochenmarkszellen bei 30 bis 40 Prozent der Krebspatienten mit lokal begrenzter Erkrankung.⁵ Diese Seltenheit erschwert deren weitergehende Analyse, weshalb bislang wenig über die Biologie dieser für die Krebsprogression wichtigen Zellpopulation bekannt ist.

In diesem Zusammenhang stellte die Entwicklung einer robusten Einzelzell-PCR⁶ (SCOMP) einen signifikanten Fortschritt dar.⁷ Mit Hilfe dieser Methode gelingt es, das gesamte Genom einer einzelnen Zelle global und repräsentativ zu vervielfältigen. Das global amplifizierte Einzelzellgenom kann anschließend umfassenden molekulargenetischen und zytogenetischen Analysen zugeführt werden. Erste Ergebnisse mit diesem Verfahren bei Krebspatienten ohne manifeste Metastasen offenbarten eine starke genetische Heterogenität der nach Tumoroperation im Körper verbliebenen disseminierten Tumorzellpopulation. Im Gegensatz dazu waren die genomischen Veränderungen disseminierter Tumorzellen bei Patienten mit klinisch manifesten Metastasen untereinander ähnlich und zeigten die Zeichen klonaler Expansion und Selektion.⁸ Ein weiterer wichtiger Befund war die Verschiedenheit der genetischen Veränderungen zwischen den disseminierten Tumorzellen und ihren autologen Primärtumoren.⁹ Insgesamt weisen die bisherigen experimentellen Ergebnisse darauf hin, dass die Tumorzellen bereits sehr früh in der Tumorprogression disseminieren können und dass die Metastasenentstehung aus diesen Tumorzellen unabhängig von der Entwicklung des Primärtumors ablaufen kann. Es ist daher nicht möglich, *a priori* von den genetischen Veränderungen des Primärtumors direkt auf die Aberrationen der disseminierten Tumorzellpopulation zu schließen. Angesichts dieser Erkenntnisse erscheint es für die zukünftige Entwicklung und Validierung von effektiven adjuvanten Therapien unabdingbar, die Population der disseminierten Tumorzellen im Hinblick auf geeignete Zielstrukturen zu untersuchen.

Dass dieses Vorgehen einen vielversprechenden Ansatz darstellt, möchten wir anhand des Ösophaguskarzinoms illustrieren. Dieser maligne Speiseröhrentumor gehört weltweit zu den zehn häufigsten Krebsarten und gilt als besonders aggressiv. Bis zu 70 Prozent der in heilender Absicht operierten Patienten versterben, trotz Verbesserungen der operativen Techniken und des perioperativen Managements, innerhalb von fünf Jahren an einem metastatischen Rezidiv.¹⁰ Die verfügbaren systemischen neoadjuvanten und adjuvanten Therapien konnten die Überlebensraten nur wenig verbessern, so dass deren Nutzen kontrovers diskutiert wird.¹¹ Eine dringend erforderliche effektive und standardisierte begleitende Therapie ist für operable Ösophaguskarzinompatienten derzeit nicht verfügbar.

Genomische Charakterisierung disseminierter Tumorzellen

Um bei Ösophaguskarzinomen wesentliche Mechanismen der Disseminierung und Metastasierung aufzudecken und damit Hinweise auf geeignete therapeutische Zielstrukturen

⁵ Vgl. Klein (2003).

⁶ Polymerase-Kettenreaktion

⁷ Vgl. Klein *et al.* (1999).

⁸ Vgl. Klein *et al.* (2002) sowie Schmidt-Kittler *et al.* (2003).

⁹ Vgl. Schmidt-Kittler *et al.* (2003).

¹⁰ Vgl. Enzinger und Mayer (2003) sowie Hosch *et al.* (2003).

¹¹ Vgl. Malthaner *et al.* (2004a) sowie Malthaner *et al.* (2004b).

zu bekommen, haben wir im Rahmen des DFG-Projektes STO 464/1-1 von über 100 untersuchten Ösophaguskarzinompatienten insgesamt 60 disseminierte einzelne Tumorzellen mit SCOMP und komparativer genomischer Analyse (CGH) umfassend genomisch analysiert. Bei dieser relativ großen Probenanzahl zeigte sich nun ein deutlicher Unterschied bei den genomischen Veränderungen zwischen den Zellen, die von Patienten mit Plattenepithelkarzinomen und solchen mit Adenokarzinomen isoliert wurden (Abb. 1).

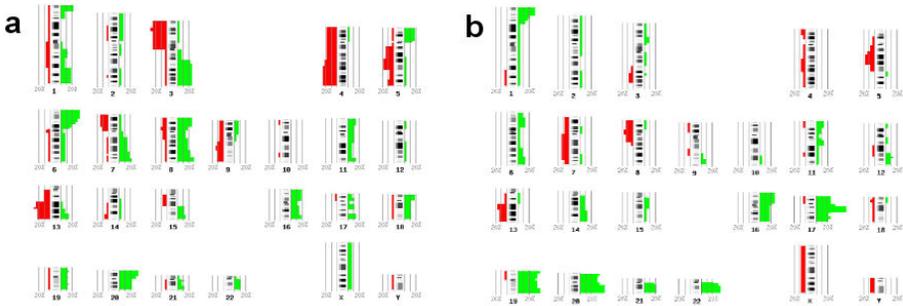


Abb. 1: Histogramme der DNA-Gewinne und -Verluste bei disseminierten Tumorzellen von Plattenepithelkarzinomen (a) und Adenokarzinomen (b)

Neben den Aberrationen an den Chromosomen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 19 und 20 war in der umschriebenen chromosomalen Region 17q12-21 der stärkste Unterschied sichtbar. Dieser Bereich war bei 58 Prozent der Zellen von Adenokarzinomen amplifiziert, jedoch nur bei elf Prozent der disseminierten Tumorzellen von Plattenepithelkarzinomen. Grundsätzlich wiesen die Tumoreinzellen entsprechend des jeweiligen histologischen Typs tumortypische Veränderungen auf. Die Amplifikation bei 17q12-21 war insgesamt die am häufigsten beobachtete chromosomale Veränderung.

Disseminierte Tumorzellen ösophagealer Adenokarzinome im Kontext der Metaplasie-Dysplasie-Karzinomsequenz des Barrett-Ösophagus

Die Inzidenz des ösophagealen Adenokarzinoms ist in den letzten Jahren aus bislang ungeklärter Ursache signifikant angestiegen und ist daher aus klinischer und tumorbiologischer Sicht von besonderer Bedeutung – insbesondere auch deshalb, weil sich das ösophageale Adenokarzinom sequenziell über definierte morphologische Tumorstufen (Barrett-Metaplasie → *Low-grade*-Dysplasie → *High-grade*-Dysplasie) bis hin zum invasiven und metastasierenden Karzinom (Abb. 2) entwickeln kann.¹² Es war daher von außerordentlichem Interesse, die genomischen Alterationen der disseminierten Tumorzellen von Adenokarzinompatienten in den Kontext dieser sequenziellen Tumorprogression einzuordnen. Da die Dysplasien der Barrett-Schleimhaut aus wenigen, in Normalgewebe eingebetteten, morphologisch definierten Zellgruppen bestehen, ist eine Mikrodissektion zur Isolation dieser Zellen unumgänglich – insbesondere dann, wenn vergleichende genomische Methoden wie CGH oder *loss of heterozygosity*-Analyse (LOH-Analyse) angewendet werden. Um

¹² Vgl. Enzinger und Mayer (2003), Spechler (2002) sowie Vieth und Seitz (2001).

die Vergleichbarkeit der Methoden zu gewährleisten, wurde im Rahmen des Projektes STO 464/1-1 ein SCOMP-basiertes Protokoll zur Amplifikation von wenigen, lasermikrodissektierten Zellen aus formalinfixiertem Gewebe etabliert. Diese Methode war den bislang angewendeten Amplifikationsverfahren deutlich überlegen.¹³

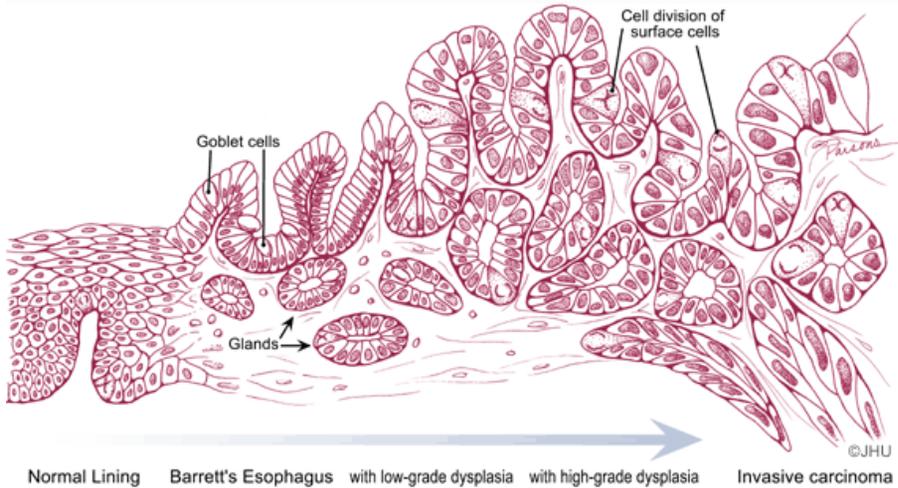


Abb. 2: Barrett-Ösophagus; Quelle: <http://pathology2.jhu.edu/beweb/Definition.cfm> (06.07.2006)

Darüber hinaus konnte mit subchromsomen Untersuchungen experimentell belegt werden, dass sich bis zu drei Monate lang archiviertes, in Paraffin eingebettetes und formalinfixiertes Gewebe grundsätzlich für hochauflösende Matrix-CGH-Analysen eignet.

Insgesamt wurden nach dem publizierten Protokoll vier Metaplasien, acht *Low-grade*-Dysplasien, 19 *High-grade*-Dysplasien sowie 13 Adenokarzinome mit SCOMP und CGH untersucht. Dabei wurde die Lasermikrodissektion von den kooperierenden Pathologen Univ.-Prof. Dr. Stephan Baldus (Universität zu Köln, jetzt Institut für Pathologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf) und PD Dr. Andreas Erbersobler (Universität Hamburg) durchgeführt, um eine korrekte morphologische Zuordnung zu gewährleisten.

Wie erwartet, zeigten die Metaplasien keine Veränderungen in der CGH-Analyse, jedoch stieg mit zunehmender Malignität der Läsionen die mittlere Aberrationszahl an und war am höchsten bei den lymphatisch disseminierten Tumorzellen (Abb. 3).

Überraschenderweise waren die ins Knochenmark disseminierten Tumorzellen, im Vergleich zu Zellen aus Lymphknoten, durch signifikant weniger Veränderungen charakterisiert ($p = 0.001$, Mann-Whitney-U-Test) und wiesen sogar im Mittel weniger Veränderungen als die Primärtumore auf. Dass sich die hämatogen disseminierten Zellen von den Tumorzellen aus den Lymphknoten, vor allem aber auch von den Primärläsionen unterscheiden, machte die hierarchische Clusteranalyse deutlich.

¹³ Vgl. Stoecklein *et al.* (2002).

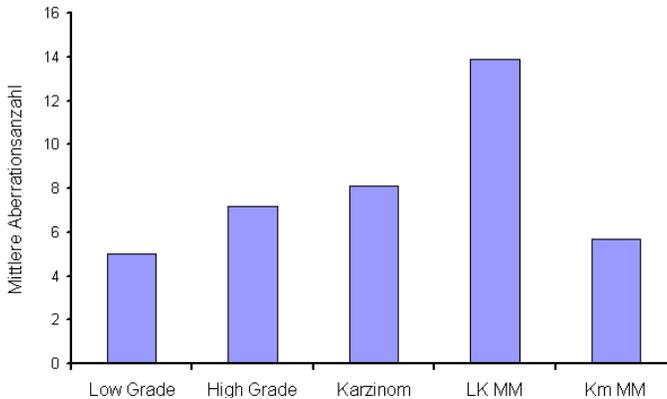


Abb. 3: Mittlere Aberrationshäufigkeiten bei der Dysplasie-Karzinomsequenz (Low Grade = *Low-grade*-Dysplasie, High Grade = *High-grade*-Dysplasie, LK MM = disseminierte Tumorzellen aus Lymphknoten, Km MM = disseminierte Tumorzellen aus Knochenmark)

Hierbei werden die Zellen hinsichtlich der Ähnlichkeiten ihrer genomischen Veränderungen zugeordnet. Wie in Abbildung 4 sichtbar, ergab sich eine Gruppe, die überwiegend aus hämatogen disseminierten Tumorzellen besteht (Gruppenvergleich: $p = 0,022$, *Fisher's Exact Test*). Offensichtlich liegt bei Tumorzellen, die entweder hämatogen oder lymphogen metastasieren, eine unterschiedliche Biologie zu Grunde, die sich im chromosomalen Aberrationsmuster widerspiegelt. Dass hämatogen disseminierte Tumorzellen deutlich weniger genomische Veränderungen aufweisen, könnte ein Hinweis auf eine in der Tumorprogression besonders frühe Disseminierung sein, woraufhin diese Tumorzellen möglicherweise in einem Zustand der *tumor dormancy* arretiert wurden.

Ein weiterer interessanter Befund zeigte sich beim Vergleich der Inzidenz der bei den disseminierten Tumorzellen diesen histologischen Typs sehr häufigen 17q12-21-Amplifikationen in der Dysplasie-Karzinomsequenz, denn offenkundig wird diese Amplifikation bei der Tumorzelldisseminierung selektiert (Abb. 5).

Das häufige Auftreten der 17q12-21-Amplifikation, insbesondere im Unterschied zu den primären Läsionen, macht eine Bedeutung der Gene dieses Bereichs für die Tumorzelldisseminierung wahrscheinlich.

Da in dieser Region das HER2-Onkogen lokalisiert ist, ein prognostischer Marker bei verschiedenen malignen Tumoren und zugleich Zielstruktur für molekulare Therapien, wurde die Projektarbeit auf die Validierung dieser attraktiven therapeutischen Zielstruktur fokussiert.

HER2 als adjuvante therapeutische Zielstruktur bei einer Subgruppe von ösophagealen Adenokarzinomen

Das HER2-Gen kodiert für die Tyrosinkinase p185, die die Übertragung von Wachstumssignalen für ein kontrolliertes Zellwachstum mit geregelter Teilungsrage regelt. Bei 20 bis 30

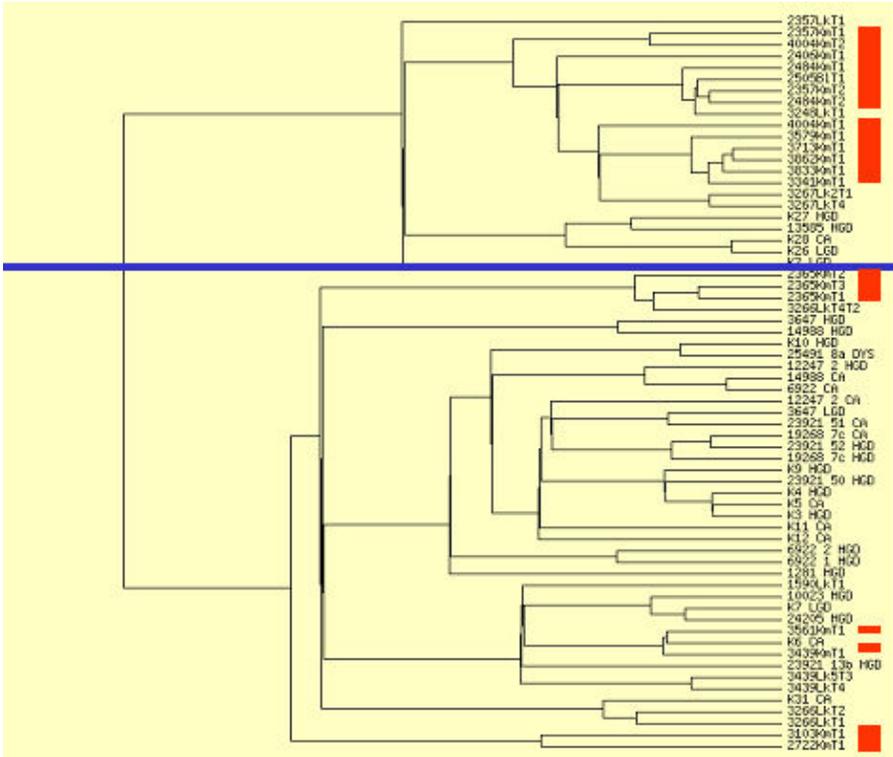


Abb. 4: Hierarchische Clusteranalyse. Die blaue Linie zeigt die Trennlinie der beiden Hauptclustergruppen an. Die roten Balken markieren die hämatogen disseminierten Tumorzellen.

Prozent besonders aggressiver Mammakarzinome ist HER2 amplifiziert, wobei es zu einer Überexpression des HER2-Proteins p185 und dessen dauerhafter Aktivierung kommt.¹⁴ Dies führt zu unkontrolliertem Zellwachstum, gesteigerter Proliferation und erhöhtem metastatischem Potenzial der Tumorzellen. HER2 ist vor allem aber auch das Angriffsziel für den therapeutischen Antikörper Trastuzumab, der bei Mammakarzinompatientinnen mit HER2-Amplifikation bereits mit Erfolg eingesetzt wird.¹⁵ Im Hinblick auf die häufige Amplifikation im Bereich des HER2-Gens bei den disseminierten Tumorzellen ergaben sich zwei wesentliche Fragen:

1. Hat HER2 eine Bedeutung bei der Disseminierung und Metastasierung von ösophagealen Adenokarzinomzellen?
2. Könnte HER2 als sinnvolle Zielstruktur für eine adjuvante Therapie disseminierter ösophagealer Adenokarzinome dienen?

¹⁴ Vgl. Hynes und Lane (2005) sowie Medinger und Dreves (2005).

¹⁵ Vgl. Pegram *et al.* (2004), Slamon *et al.* (2001), Vogel *et al.* (2001) sowie Vogel *et al.* (2002).

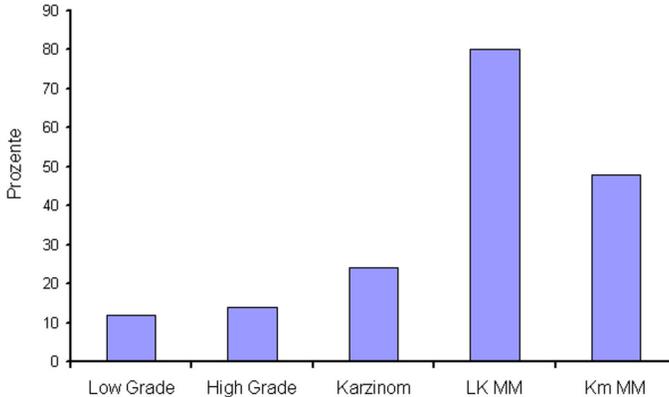


Abb. 5: 17q12-21-Amplifikation in der Dysplasie-Karzinomsequenz (Low Grade = *Low-grade*-Dysplasie, High Grade = *High-grade*-Dysplasie, LK MM = disseminierte Tumorzellen aus Lymphknoten, Km MM = disseminierte Tumorzellen aus Knochenmark)

Um diese Fragen beantworten zu können, haben wir zunächst überprüft, ob es sich bei der häufigen 17q12-21-Amplifikation der disseminierten Tumorzellen tatsächlich um eine HER2-Amplifikation handelt. Hierzu wurde eine quantitative Real-Time-PCR (qPCR) entwickelt, die es ermöglicht, die relative HER2-Genkopienzahl im Vergleich zu normalen diploiden Zellen zu messen. Diese Analyse ergab, dass in 48 Prozent der mit CGH gemessenen DNA-Gewinne bei 17q12-21 HER2 amplifiziert war. Zusätzlich wurden HER2-Amplifikationen in Zellen gefunden, die in der CGH in dieser Region keine Amplifikation aufwiesen, so dass sich insgesamt eine patientenbezogene HER2-Amplifikationsrate von 39 Prozent bei den disseminierten Tumorzellen ergab. Um diese Daten mit Primärtumordaten vergleichen zu können, untersuchten wir ein Set von über 140 primären Ösophaguskarzinomen bezüglich des HER2-Status mittels Fluoreszenz-*in-situ*-Hybridisierung (FISH) und Immunhistochemie. Eine HER2-Amplifikation und -Überexpression war signifikant häufiger bei Adeno- als bei Plattenepithelkarzinomen. Bei den Adenokarzinomen war eine Amplifikation von HER2 in 18 Prozent und eine Überexpression des HER2-Proteins p185 in 50 Prozent der Fälle nachzuweisen, wobei die HER2-Amplifikation in fast allen Fällen eine starke Überexpression des Genprodukts p185 induzierte. In Bezug auf den genetischen Defekt fand sich also bei den Primärtumoren ein deutlich geringerer Wert (18 Prozent) im Vergleich zu den disseminierten Tumorzellen (39 Prozent). Wir führten anschließend eine Subgruppenanalyse zum Vergleich des HER2-Status der disseminierten Tumorzellen mit dem der autologen Primärtumore durch und stellten dabei fest, dass der HER2-Status der disseminierten Tumorzellen unabhängig von dem des Primärtumors ist.

Interessanterweise zeigte sich bei der Korrelation mit dem Gesamtüberleben, dass die Amplifikation des HER2-Gens bei disseminierten Tumorzellen ein unabhängiger prognostischer Faktor war, nicht aber bei den Primärtumoren. Diese Ergebnisse weisen auf ein erhöhtes metastatisches Potenzial der ösophagealen Adenokarzinomzellen mit HER2-Amplifikation hin und lassen eine Abhängigkeit der Zellen von der HER2-Amplifikation ver-

muten – eine wichtige Voraussetzung für eine zielgerichtete molekulare Therapie. Folgerichtig sollte für eine effektive adjuvante Anti-HER2-Therapie beim Ösophaguskarzinom die Behandlungsentscheidung anhand der direkten Analyse disseminierter Tumorzellen erfolgen und kann nicht allein vom Primärtumorstatus abhängig gemacht werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ergab sich aus dem Vergleich der qPCR-Ergebnisse disseminierter Tumorzellen von ösophagealen Adenokarzinomen und Mammakarzinomen, der klassischen Indikation für derzeitige Anti-HER2-Therapien. Hierbei fanden sich HER2-Amplifikationen bei den disseminierten Ösophaguskarzinomen signifikant häufiger als bei Mammakarzinomen. Im Vergleich würden mehr Ösophaguskarzinompatienten als Mammakarzinompatientinnen von einer adjuvanten Anti-HER2-Therapie profitieren.

Um schließlich zu überprüfen, ob Ösophaguskarzinomzellen auf eine Therapie mit Trastuzumab ansprechen könnten, haben wir bei Zelllinien ösophagealer Adenokarzinome (PT1590 und LN1590), die eine HER2-Amplifikation und p185-Überexpression aufweisen, einen der wichtigsten Wirkmechanismen des therapeutischen Antikörpers überprüft, die antigenabhängige Zytotoxizität (ADCC).

Die Ergebnisse zeigten nicht nur eine sehr gute Bindung des Antikörpers an die Zielzellen, sondern auch deren effektive Lyse (Abb. 6). Eine prospektive Studie zur Überprüfung, ob eine Anti-HER2-Therapie in der adjuvanten Situation effektiv ist, ist in Planung.

Ausblick

Die häufigste Veränderung, die wir bei den disseminierten Tumorzellen von Ösophaguskarzinompatienten beobachteten, war die Amplifikation bei Chromosom 17q12-21. Wie bereits oben berichtet, war in 52 Prozent der amplifizierten Zellen HER2 nicht betroffen, so dass in diesem etwa 16 Megabasenpaare (Mbp) umfassenden Bereich noch weitere, für die Tumorzell disseminierung wichtige Gene angenommen werden müssen. Es ist das Ziel des DFG-Projektes STO 464/2-1, das im März 2006 startete, mit Hilfe von höher auflösenden Methoden relevante Gene in dieser Region zu identifizieren.

Die Analyse der potenziellen metastatischen Vorläuferzellen wird einen Schwerpunkt der chirurgischen Forschung der Chirurgischen Klinik A des UKD bilden und zukünftig auch andere Karzinomentitäten einschließen. Da Hauptzielorgan für Metastasen gastrointestinaler Karzinome die Leber ist, werden wir unsere Arbeit auch auf die Identifikation und Isolation von hepatisch disseminierten Tumorzellen aus dem Lebergewebe konzentrieren. Die erfolgreiche Einbettung dieser, für die chirurgische Onkologie grundlegenden Projekte in den klinischen Alltag wird in den nächsten Jahren eine Herausforderung für unsere Abteilung sein.

Eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung unserer „translationellen“ Forschungsprojekte ist die Etablierung einer standardisierten Tumor- und Gewebebank. Mit Unterstützung der Vodafone Stiftung seit April 2006 und mit Hilfe unserer Tumordokumentation sowie der EDV-Abteilung des UKD ist dieses essenzielle Vorhaben für unsere Klinik nun realisierbar geworden.

Danksagung

Für die erfolgreiche Zusammenarbeit möchten wir insbesondere Herrn PD Dr. Christoph Klein (Institut für Immunologie der Ludwig-Maximilians-Universität München) danken

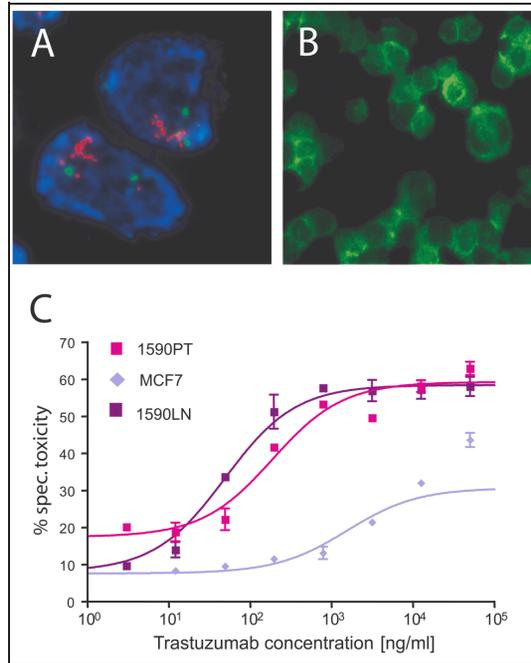


Abb. 6: Die FISH-Analyse von PT1590 zeigt die HER2-Genamplifikation (rot) (A); in der Immunfluoreszenz ist die starke p185-Überexpression sichtbar (B). (C) Standard-ADCC-Assay, bei dem die Zielzellen über vier Stunden mit Trastuzumab inkubiert werden. Es ist die Standardabweichung der Ergebnisse von drei Experimentdurchführungen angegeben. Die Mammakarzinom-Zelllinie MCF-7 exprimiert p185 in äußerst geringen Konzentrationen und diente als Negativkontrolle.

sowie Frau Claudia Hartmann (Institut für Immunologie der Ludwig-Maximilians-Universität München), Herrn Pablo Emilio Verde (Koordinierungszentrum für Klinische Studien Düsseldorf), Herrn Univ.-Prof. Dr. Stephan Baldus (Institut für Pathologie des UKD), Herrn PD Dr. Andreas Erbersdobler (Institut für Pathologie der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf) und Herrn Dr. Roger Grau (Roche, Basel). Aus unserer Klinik danken wir insbesondere Herrn Prof. Dr. Stefan Hosch, Herrn Dr. Peter Scheunemann, Herrn Dr. Alexander Rehders sowie Frau Franziska Stern und Frau Annika Siegmund.

Schließlich möchten wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die fortgesetzte, großzügige Unterstützung dieses Projektes danken.

Literatur

ALEXAKIS, N., C. HALLORAN, M. RARATY, P. GHANEH, R. SUTTON und J. P. NEOPTOLEMOS. „Current standards of surgery for pancreatic cancer“, *British Journal of Surgery* 91 (2004), 1410-1427.

- CHESSIN, D. B. und J. G. GUILLEM. „Surgical issues in rectal cancer: a 2004 update“, *Clinical Colorectal Cancer* 4 (2004), 233-240.
- CHU, Q. D., N. KHUSHALANI, M. M. JAVLE, H. O. DOUGLASS JR. und J. F. GIBBS. „Should adjuvant therapy remain the standard of care for patients with resected adenocarcinoma of the pancreas?“, *Annals of Surgical Oncology* 10 (2003), 539-545.
- ENZINGER, P. C. und R. J. MAYER. „Esophageal cancer“, *New England Journal of Medicine* 349 (2003), 2241-2252.
- HOSCH, S. B., N. H. STOECKLEIN und J. R. IZBICKI. „Molecular markers and staging of early esophageal cancer“, *Langenbecks Archives of Surgery* 388 (2003), 77-82.
- HYNES, N. E. und H. A. LANE. „ERBB receptors and cancer: the complexity of targeted inhibitors“, *Nature Reviews of Cancer* 5 (2005), 341-354.
- KLEIN, C. A., O. SCHMIDT-KITTLER, J. A. SCHARDT, K. PANTEL, M. R. SPEICHER und G. RIETHMÜLLER. „Comparative genomic hybridization, loss of heterozygosity, and DNA sequence analysis of single cells“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 96 (1999), 4494-4499.
- KLEIN, C. A., T. J. BLANKENSTEIN, O. SCHMIDT-KITTLER, M. PETRONIO, B. POLZER, N. H. STOECKLEIN und G. RIETHMÜLLER. „Genetic heterogeneity of single disseminated tumour cells in minimal residual cancer“, *The Lancet* 360 (2002), 683-689.
- KLEIN, C. A. „The systemic progression of human cancer: a focus on the individual disseminated cancer cell – the unit of selection“, *Advances of Cancer Research* 89 (2003), 35-67.
- KORN, W. M. „Prevention and management of early esophageal cancer“, *Current Treatment Options in Oncology* 5 (2004), 405-416.
- LERUT, T., P. NAFTEUX, J. MOONS, W. COOSEMANS, G. DECKER, P. DELEYN und D. VAN RAEMDONCK. „Quality in the surgical treatment of cancer of the esophagus and gastroesophageal junction“, *European Journal of Surgical Oncology* 31 (2005), 587-594.
- MALTHANER, R. A., R. K. WONG, R. B. RUMBLE und L. ZURAW. „Neoadjuvant or adjuvant therapy for resectable esophageal cancer: a clinical practice guideline“, *BMC Cancer* 4 (2004a), 67.
- MALTHANER, R. A., R. K. WONG, R. B. RUMBLE und L. ZURAW. „Neoadjuvant or adjuvant therapy for resectable esophageal cancer: a systematic review and meta-analysis“, *BMC Medicine* 2 (2004b), 35.
- MEDINGER, M. und J. DREVS. „Receptor tyrosine kinases and anticancer therapy“, *Current Pharmaceutical Design* 11 (2005), 1139-1149.
- PANTEL, K. und G. RIETHMÜLLER. „Micrometastasis detection and treatment with monoclonal antibodies“, *Current Topics in Microbiology and Immunology* 213 (Pt 3) (1996), 1-18.
- PANTEL, K. und R. H. BRAKENHOFF. „Dissecting the metastatic cascade“, *Nature Reviews Cancer* 4 (2004), 448-456.
- PEGRAM, M. D., G. E. KONECNY, C. O'CALLAGHAN, M. BERYT, R. PIETRAS und D. J. SLAMON. „Rational combinations of trastuzumab with chemotherapeutic drugs used in the treatment of breast cancer“, *Journal of the National Cancer Institute* 96 (2004), 739-749.
- RIETHMÜLLER, G. und C. A. KLEIN. „Early cancer cell dissemination and late metastatic relapse: clinical reflections and biological approaches to the dormancy problem in patients“, *Seminars in Cancer Biology* 11 (2001), 307-311.
- SATO, T., M. PEIPER, A. FRITSCHER-RAVENS, A. GOCHT, N. SOEHENDRA und W. T. KNOEFEL. „Strategy of treatment of submucosal gastric tumors“, *European Journal of Medical Research* 10 (2005), 292-295.

- SCHMIDT-KITTLER, O., T. RAGG, A. DASKALAKIS, M. GRANZOW, A. AHR, T. J. BLANKENSTEIN, M. KAUFMANN, J. DIEBOLD, H. ARNHOLDT, P. MÜLLER, J. BISCHOFF, D. HARICH, G. SCHLIMOK, G. RIETHMÜLLER, R. EILS und C. A. KLEIN. „From latent disseminated cells to overt metastasis: genetic analysis of systemic breast cancer progression“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 100 (2003), 7737-7742.
- SLAMON, D. J., B. LEYLAND-JONES, S. SHAK, H. FUCHS, V. PATON, A. BAJAMONDE, T. FLEMING, W. EIERMANN, J. WOLTER, M. PEGRAM, J. BASELGA und L. NORTON. „Use of chemotherapy plus a monoclonal antibody against HER2 for metastatic breast cancer that overexpresses HER2“, *New England Journal of Medicine* 344 (2001), 783-792.
- SPECHLER, S. J. „Clinical practice. Barrett’s Esophagus“, *New England Journal of Medicine* 346 (2002), 836-842.
- STOECKLEIN, N. H., A. ERBERSDOBLER, O. SCHMIDT-KITTLER, J. DIEBOLD, J. A. SCHARDT, J. R. IZBICKI und C. A. KLEIN. „SCOMP is superior to degenerated oligonucleotide primed-polymerase chain reaction for global amplification of minute amounts of DNA from microdissected archival tissue samples“, *American Journal of Pathology* 161 (2002), 43-51.
- VIETH, M. und G. SEITZ. „50 years of Barrett esophagus. Current diagnostic possibilities in pathology“, *Der Pathologe* 22 (2001), 62-71.
- VOGEL, C. L., M. A. COBLEIGH, D. TRIPATHY, J. C. GUTHEIL, L. N. HARRIS, L. FEHRENBACHER, D. J. SLAMON, M. MURPHY, W. F. NOVOTNY, M. BURCHMORE, S. SHAK und S. J. STEWART. „First-line Herceptin monotherapy in metastatic breast cancer“, *Oncology* 61 Supplement 2 (2001), 37-42.
- VOGEL, C. L., M. A. COBLEIGH, D. TRIPATHY, J. C. GUTHEIL, L. N. HARRIS, L. FEHRENBACHER, D. J. SLAMON, M. MURPHY, W. F. NOVOTNY, M. BURCHMORE, S. SHAK, S. J. STEWART und M. PRESS. „Efficacy and safety of trastuzumab as a single agent in first-line treatment of HER2-overexpressing metastatic breast cancer“, *Journal of Clinical Oncology* 20 (2002), 719-726.
- WRAY, C. J., S. A. AHMAD, J. B. MATTHEWS und A. M. LOWY. „Surgery for pancreatic cancer: recent controversies and current practice“, *Gastroenterology* 128 (2005), 1626-1641.

**Mathematisch-Naturwissenschaftliche
Fakultät**

Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Peter Westhoff
Dekan



Univ.-Prof. Dr. Helmut Ritter
Prodekan



Univ.-Prof. Dr. Reinhard Pietrowsky
Studiendekan

Neu berufene Professorinnen und Professoren

Univ.-Prof. Dr. Martin Beye

Martin Beye studierte an der Universität Kaiserslautern und erhielt dort 1992 sein Diplom in Genetik bei Univ.-Prof. Dr. John Anthony Cullum. Seine Diplomarbeit fertigte er auf dem Gebiet der Pilzgenetik an.

1995 wurde er an der Technischen Universität Berlin bei Univ.-Prof. Dr. Robin Moritz mit Arbeiten zur Genetik der Honigbiene promoviert. Nach weiteren Jahren als Postdoktorand an der TU Berlin wechselte er auf eine Assistentenstelle an die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg an das dortige Institut für Molekulare Ökologie. 1999 erhielt er ein Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung, das ihm einen einjährigen Aufenthalt an der University of California, Davis, bei Prof. Dr. Robert E. Page ermöglichte.



2004 habilitierte er sich im Fach Zoologie. Die Arbeiten der Habilitationsschrift beschäftigten sich mit der genetischen Grundlage von Entscheidungsprozessen in der Entwicklung. Genetische Komponenten entscheiden nicht nur über männliche oder weibliche Differenzierungsprozesse. Sie können auch Entscheidungen über Verhaltensweisen im Erwachsenenalter fällen.

2005 erhielt Martin Beye ein Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft und wurde auf die Professur für Evolutionsgenetik an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf berufen. Seine gegenwärtigen Forschungsschwerpunkte sind die genetische Geschlechtsbestimmung, die Veränderung von Genen und Eigenschaften in der Evolution sowie die genetische Basis von Verhalten.

Martin Beye ist verheiratet und hat zwei Kinder.

Univ.-Prof. Dr. Georg Groth

Georg Groth, geboren 1965 in Bottrop, studierte von 1985 bis 1990 Biochemie an der Universität Hannover. Nach der Diplomprüfung wurde er 1994 mit Auszeichnung am Institut für Biophysik der Universität Osnabrück bei Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Junge über das Thema *Protolytische Teilreaktionen der F-ATPase aus höheren Pflanzen: Eine relaxationskinetische Studie* promoviert. Für seine Dissertation und seine Publikationstätigkeit erhielt er 1994 den Felix-Schoeller-Preis für Chemie. An die Promotion schloss sich ein einjähriger Forschungsaufenthalt in der Arbeitsgruppe des Nobelpreisträgers John E. Walker am Medical Research Council in Cambridge (England) an, der durch ein Stipendium der Europäischen Union gefördert wurde.



Ende 1995 kehrte Georg Groth nach Deutschland zurück, um als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Biochemie der Pflanzen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Univ.-Prof. Dr. Heinrich Strotmann) an der Kristallisation und Strukturbestimmung des molekularen Motorproteins ATP-Synthase zu arbeiten. Sein besonderes Interesse gilt den strukturellen Grundlagen der Regulationsprozesse in der pflanzlichen ATP-Synthase und den molekularen Mechanismen, über die die Konformationsänderungen im Protein an die katalytische Reaktion der ATP-Synthase gekoppelt werden. Im März 1999 wurden seine wissenschaftlichen Arbeiten mit dem Bennigsen-Foerder-Preis des Landes Nordrhein-Westfalen ausgezeichnet. Im Jahr 2000 habilitierte Georg Groth sich mit dem Thema *Studien zur Strukturbestimmung der ATP-Synthase*. Nach seiner Habilitation erhielt er 2003 ein Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und übernahm im Wintersemester 2003/2004 eine Professurvertretung am Institut für Biochemie der Pflanzen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

Seit Oktober 2005 ist er Universitätsprofessor für Biochemische Pflanzenphysiologie am Institut für Biochemie der Pflanzen der Heinrich-Heine-Universität und leitet einen Arbeitskreis, der sich mit der Struktur- und Funktionsanalyse pflanzlicher Membranproteine befasst. Seine bisherigen Forschungstätigkeiten wurden von der DFG, dem Land Nordrhein-Westfalen und der Europäischen Union unterstützt.

Georg Groth ist verheiratet und hat zwei Kinder.

Univ.-Prof. Dr. Jochen Musch

Jochen Musch, geboren 1969 in Karlsruhe, wurde zum 1. Oktober 2005 auf die Professur für Diagnostik und Differentielle Psychologie am Institut für Experimentelle Psychologie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf berufen.

Nach dem Studium der Psychologie, Informatik und Physik an den Universitäten Heidelberg, Mannheim und Karlsruhe arbeitete Jochen Musch von 1996 bis 2002 als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Sozialpsychologie und Differentielle Psychologie am Psychologischen Institut der Universität Bonn. Daneben nahm er Lehraufträge in Statistik an der Universität Koblenz-Landau wahr. Im Jahr 2000 wurde er mit einer Arbeit über emotionale Einflüsse auf die Informationsverarbeitung promoviert. Von 2002 bis 2005 war er Mitarbeiter am Lehrstuhl für Allgemeine und Differentielle Psychologie an der Universität Mannheim, wo er für seine Arbeiten über Methoden zur Kontrolle von Antwortverzerrungen bei Selbstauskünften die *Venia legendi* für das Fach Psychologie verliehen bekam.

Ein Forschungsschwerpunkt von Jochen Musch liegt im Bereich der experimentellen Umfrageforschung, insbesondere der Messung sensibler und sozial unerwünschter Verhaltensweisen. Im Rahmen des DFG-Projekts „Ehrliche Antworten auf peinliche Fragen“ untersucht er Möglichkeiten der multinomialen Modellierung zufallsverschlüsselter Umfragen im Rahmen der *Randomized Response*-Technik. Weitere Schwerpunkte seiner Arbeit liegen in der Untersuchung des Zusammenspiels kognitiver, motivationaler und emotionaler Prozesse sowie der Erfassung individueller Unterschiede in diesen Bereichen. Außerdem beschäftigt er sich mit Fragen der Wissens- und Eignungsdiagnostik sowie der kulturvergleichenden Psychologie.

Jochen Musch ist Mitherausgeber der Zeitschrift *Experimental Psychology*.



Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich

Stephan Olbrich, 1961 in Braunschweig geboren, studierte von 1980 bis 1987 an der Universität Hannover Elektrotechnik mit Vertiefungsrichtung Nachrichtenverarbeitung. Nach dem Abschluss als Dipl.-Ing. war er bei der Firma *altec electronic GmbH* als Hardware- und Software-Entwicklungsingenieur tätig. 1989 wurde er dann zunächst wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe „Visualisierung“ im Regionalen Rechenzentrum für Niedersachsen (RRZN) an der Universität Hannover, ab 1993 erweiterte er sein Tätigkeitsfeld auf das Lehrgebiet „Rechnernetze und Verteilte Systeme“ (RVS). 1998 übernahm er die Leitung des Multimedialabors am RRZN/RVS. 1999 erhielt er den Multimedia-Innovationspreis der Hannover-Region zum Thema „Leistungsfähige Integration komplexer virtueller 3D-Szenen in Informationssystemen“. Im Jahr 2000 beendete er seine Promotion zum Dr.-Ing. mit dem Thema „Ein leistungsfähiges System zur Online-Präsentation von Sequenzen komplexer virtueller 3D-Szenen am RRZN/RVS unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Helmut Pralle. Er wurde im Jahr 2002 zum Akademischen Rat, 2003 zum Akademischen Oberrat ernannt.



2005 folgte Stephan Olbrich dem Ruf der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf die W3-Professur „IT-Management“ im Beamtenverhältnis auf Lebenszeit, die mit der Leitung des Universitätsrechenzentrums verbunden ist. Die Ernennung erfolgte am 1. Dezember 2005.

Seine fachlichen Interessen beziehen sich auf das wissenschaftliche Hochleistungsrechnen und -visualisieren sowie auf Technologien für E-Science- und E-Learning-Anwendungen. Unter seiner Federführung wurden Projekte zur Entwicklung und Erprobung innovativer netzverteilter Anwendungen durchgeführt, die aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, des Deutschen Forschungsnetzes und der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie aus Landesmitteln finanziert wurden. Es handelte sich dabei vorwiegend um multimediale Szenarien bis hin zur Kopplung von aufwändigen Simulationsrechnungen auf Supercomputern mit Virtual-Reality-Infrastrukturen zur räumlichen Präsentation von komplexen, zeitlich veränderlichen Ergebnisdaten als interaktiv navigierbaren 3D-Film.

Stephan Olbrich ist assoziiertes Mitglied des Forschungszentrums L3S, Gründungsmitglied der Fachgruppe „Virtuelle Realität und Augmented Reality“ (VR&AR) der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) sowie Sprecher des Lenkungsremiums der GI-Regionalgruppe Düsseldorf.

Univ.-Prof. Dr. Bettina M. Pause

Bettina Pause ist seit Oktober 2005 Universitätsprofessorin für Biologische Psychologie an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Ihre Forschungsschwerpunkte umfassen emotionales Erleben und dessen Abweichungen sowie soziale Wahrnehmung und Kommunikation. Zur Aufklärung beider Themenbereiche bedient sie sich geruchlicher und psychophysiologischer Methoden. So konnte sie nachweisen, dass Störungen des emotionalen Erlebens und Verhaltens mit spezifischen Geruchswahrnehmungsstörungen einhergehen. Im Bereich der sozialen Kommunikation untersucht Bettina Pause den Einfluss impliziter chemosensorischer Wahrnehmung.



Die Lehre umfasst neben der Biologischen auch die Sozialpsychologie. Diese Fächerkombination gewinnt zurzeit, auch international, zunehmend an Bedeutung. Damit wird den Studierenden die Möglichkeit eröffnet, in dem hochaktuellen und zukunftsweisenden Gebiet der Biopsychologie des Sozialverhaltens zu studieren und zu forschen.

Bettina Pause studierte von 1983 bis 1990 Psychologie in Kiel und wurde an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät mit einer Arbeit zur zentralnervösen Geruchsverarbeitung beim Menschen promoviert. Sie arbeitete von 1992 bis 1999 an der Kieler Universität als wissenschaftliche Angestellte und anschließend bis 2005 als wissenschaftliche Assistentin und Oberassistentin. Diese Zeit wurde durch Forschungsaufenthalte im Ausland unterbrochen: 1997 an der Washington and Lee University in Lexington, Virginia, USA, und in den Jahren 2000 und 2002 an der McGill University in Montreal, Kanada. 2004 erhielt Bettina Pause die *Venia legendi* für das Fach Psychologie. Ihre Habilitationsschrift trägt den Titel *Über den Zusammenhang von Geruch und Emotion und deren Bedeutung für klinisch-psychologische Störungen des Affektes*.

Bettina Pause hat weit über 100 wissenschaftliche Arbeiten publiziert, darunter 34 Zeitschriftenartikel, die vor ihrer Veröffentlichung von Kollegen aus dem In- und Ausland begutachtet wurden. Sie hat selbst für mehr als 20 wissenschaftliche Zeitschriften als Gutachterin zur Verfügung gestanden. Bettina Pause hat verschiedene nationale und internationale Symposien zu den Themen Emotionen und/oder Geruch organisiert und unterrichtet an internationalen *Summer Schools* graduierte Kollegen im Bereich „Human olfaction“.

Univ.-Prof. Dr. Christine Rose

Christine Rose, 1965 in Saarbrücken geboren, studierte von 1984 bis 1990 Biologie an der Universität Konstanz. Ihre Dissertation fertigte sie bei Univ.-Prof. Dr. Joachim Deitmer in der Abteilung für Allgemeine Zoologie der Universität Kaiserslautern an. Für die 1993 abgeschlossene Doktorarbeit mit dem Titel *Reizinduzierte extra- und intrazelluläre pH-Veränderungen im Zentralnervensystem des Blutegels *Hirudo medicinalis** erhielt sie den Förderpreis des Freundeskreises der Universität Kaiserslautern. Danach arbeitete sie ein weiteres Jahr bei Univ.-Prof. Dr. Deitmer in Kaiserslautern im Sonderforschungsbereich (SFB) 530 „Räumlich-zeitliche Interaktionen zellulärer Signalmoleküle“. Anschließend erhielt sie ein Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und ging für drei Jahre als Postdoctoral Fellow in die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Bruce Ransom an das Department of Neurology der Yale University School of Medicine in New Haven, USA. Während dieses Aufenthalts begann sie ihre Untersuchungen über die Regulation des intrazellulären Natriumionenhaushalts von Gehirnzellen. Im Jahr 1997 kehrte sie nach Deutschland in die Gruppe von Univ.-Prof. Dr. Arthur Konnerth an den Fachbereich Theoretische Medizin der Universität des Saarlandes zurück. 1999 siedelte sie mit dieser Gruppe nach München über, zunächst an die Medizinische Fakultät der Technischen Universität, später an die Ludwig-Maximilians-Universität. Dort habilitierte sie sich 2002 im Fach Physiologie über *Natrium-Regulation und aktivitätsinduzierte Natriumveränderungen im zentralen Nervensystem*. Im Juli 2002 wurde sie zur Privatdozentin der Ludwig-Maximilians-Universität München ernannt. Von 2002 bis 2004 war sie Projektleiterin des SFB 391 „Mechanismen der schnellen Zellaktivierung“ der Technischen Universität München (Thema: „Schnelle Gliazellaktivierung durch Neurotrophine“). 2003 erhielt sie ein Heisenberg-Stipendium der DFG und wurde Leiterin einer Arbeitsgruppe im Physiologischen Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München.



Im Oktober 2004 erhielt Christine Rose einen Ruf auf eine W3-Professur für Neurobiologie an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, die Ernennung erfolgte zum 1. Oktober 2005. Die Arbeitsgruppe von Christine Rose beschäftigt sich mit der Untersuchung des Ionenhaushalts und der Analyse von aktivitätsinduzierten Ionenveränderungen in Nerven- und Gliazellen des Gehirns. Diese Untersuchungen werden mit elektrophysiologischen Methoden und mit Hilfe moderner Fluoreszenzmikroskopie, die eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung der Signale ermöglicht, durchgeführt.

PETER WESTHOFF (Dekan)

Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät – Der Weg im Jahr 2005

Der Prozess der Neuorientierung der Forschungs- und Lehraktivitäten der Fakultät wurde fortgesetzt. Die ersten Berufungsverfahren nach der Einführung der neuen Professorenbeholdung haben dabei bereits gezeigt, welche Schwierigkeiten bei der neuen Finanzierung von Professorenstellen auftreten können. Die Weiterentwicklung der Informatik wurde vorangetrieben durch die Aufnahme der Berufungsverfahren für die beiden letzten Professorenstellen, die aus dem Fach Geographie für die Informatik bereitgestellt werden. Ein kleiner Rückschritt für den Ausbau der Bioinformatik war die Tatsache, dass Univ.-Prof. Dr. Arndt von Haeseler trotz intensiver Bemühungen von Fakultät und Universität den ehrenvollen Ruf nach Wien annahm.

Das Forschungsprofil der Fakultät

Die Liste der erfolgreich eingeworbenen Forschungsvorhaben konnte um einen bedeutenden Baustein erweitert werden. Dem Fach Chemie ist es gelungen, aus der SFB-Initiative 2020 den Sonderforschungsbereich (SFB) 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“ zu etablieren. Die Sprecherin des neuen SFB ist Univ.-Prof. Dr. Christel M. Marian aus dem Institut für Theoretische Chemie und Computerchemie.

An diesem SFB beteiligt sind die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf mit den Fächern Chemie, Biologie und Theoretische Medizin, die Max-Planck-Institute für Kohlenforschung und für Bioorganische Chemie in Mülheim sowie das Forschungszentrum Jülich.

Im Zentrum des neuen SFB stehen

[p]hotoinduzierte Prozesse in komplexen Systemen, die nach Lichteinwirkung zwischen Molekülen stattfinden. Vorrangiges Ziel ist es, die durch die Einwirkung von Photonen auftretenden Wechselwirkungen verständlich zu machen, und dabei vor allem die elektronischen Zwischenstände und Reaktionswege beteiligter Teilchen zu identifizieren: zum weit reichenden Nutzen von Entwicklungen in Biochemie, Materialwissenschaft und Medizin, etwa bei der Entwicklung photostabiler Farbstoffe oder beim endogenen Sonnenschutz.

In der Physik kann im Transregio-Sonderforschungsbereich (TR) 6 „Physik kolloidaler Dispersionen in äußeren Feldern“ die erfolgreich angelaufene Forschung weiter vorangetrieben werden. Der Bewilligungsausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat die Fortführung des TR 6 um weitere drei Jahre bis 2009 beschlossen. Weiterhin ist die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf Sprecherhochschule; Sprecher ist Univ.-Prof. Dr. Hartmut Löwen, Institut für Theoretische Physik.

Durch die Berufungen von Univ.-Prof. Dr. Stefan U. Egelhaaf (Institut für Physik der kondensierten Materie) und Univ.-Prof. Christos N. Likos, Ph. D., (Institut für Theoretische Physik) konnte die Düsseldorfer Beteiligung an diesem SFB im Vergleich zur ersten Bewilligungsperiode deutlich ausgebaut werden.

Damit gibt es nunmehr in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

- zwei ortsansässige SFBs:
SFB 590 „Inhärente und adaptive Differenzierung“ und
SFB 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“,
- zwei TR-SFBs mit Düsseldorf als Sprecherhochschule:
TR 6 „Physik kolloidaler Dispersionen in äußeren Feldern“ und
TR 18 „Relativistische Laserplasmadynamik“ und
- zwei TR-SFBs mit Düsseldorfer Beteiligung:
TR 1 „Endosymbiose – von Prokaryonten zum enkaryotischen Organell“ und
TR 12 „Symmetrien und Universalität in mesoskopischen Systemen“.

Diese Entwicklung zeigt deutlich, dass die Fakultät über die Lebenswissenschaften hinaus, die auch weiterhin eine Schlüsselstellung im Forschungsprofil der Fakultät einnehmen, eine erfolgreiche Forschung betreibt.

Die Lehre

Die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge in Biochemie, Informatik und Mathematik zeigt mit gestiegenen Absolventenzahlen erfreuliche Erfolge. Die Umstellung auf diese Studiengänge in den Fächern Biologie und Physik konnte wegen der Kürze der Zeit noch nicht zu Absolventen führen. In diesem Jahr wurden auch im Fach Chemie der Bachelor- und der Masterstudiengang eingeführt.

Diese Studiengänge werden ergänzt durch die zunächst noch weitergeführten Diplomstudiengänge in Biologie, Chemie, Wirtschaftskemie und Psychologie, wobei sich die Psychologie aber auch bereits Gedanken über die Einführung des Bachelor- und des Masterstudiengangs macht. Dazu kommt noch die Ausbildung in Pharmazie mit dem Staatsexamensabschluss.

Auch in der Zukunft wird die sich an einer guten Forschung orientierende Lehre eine bedeutende Komponente in der Entwicklung der Fakultät sein.

Die weiteren Herausforderungen

Der bevorstehende Globalhaushalt im Jahr 2006 führte bereits in diesem Jahr zu einschneidenden Sparmaßnahmen, da zu erwarten ist, dass der Personalhaushalt nicht zu 100 Prozent durch das Finanzministerium ausfinanziert wird. Dieses Vorgehen bedeutet für die weitere Entwicklung der Fakultät, dass über den Personalbestand nachgedacht werden muss und jede Stellenneubesetzung genau überlegt sein will.

Dieser Prozess des Umdenkens wird an Dynamik gewinnen durch den Exzellenzwettbewerb des Bundes und der Länder, der einer breiten Öffentlichkeit unter dem Begriff „Eliteuniversität“ bekannt wurde. Dieser Wettbewerb soll die Kräfte bündeln helfen, denn nur die national und international „guten“ Universitäten und Fächer werden Unterstützung erfahren. Es gilt, mutige Entscheidungen zu fällen, um für die weitere Zukunft gerüstet zu sein.

Um auf das chinesische Sprichwort am Ende des letztjährigen Beitrags zurückzukommen: Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät wird auch weiterhin Windmühlen bevorzugen.

JÖRG BREITKREUTZ

Arzneizubereitungen für Kinder

Einleitung

Kindgerechte Arzneizubereitungen sind eine Voraussetzung für die effektive Therapie von Krankheiten im Kindesalter. Ein Arzneimittel enthält üblicherweise neben der arzneilich wirksamen Substanz verschiedene Hilfsstoffe, die es in seinen Eigenschaften verbessern und es für den Patienten besser anwendbar machen. Ziel der pharmazeutischen Technologie ist es, durch geeignete Hilfsstoffe den Arzneistoff optimal bioverfügbar zu machen, eine einfache und bequeme Handhabung zu ermöglichen und die Stabilität des Arzneimittels während der Lager- und Aufbrauchszeit sicherzustellen. Jüngste Analysen zu verschriebenen Kinderarzneimitteln in Krankenhäusern und in pädiatrischen Arztpraxen haben allerdings gezeigt, dass viele Arzneimittel für Kinder und Jugendliche den speziellen Bedürfnissen von Kindern verschiedener Entwicklungsstufen bislang nicht gerecht werden. Für einige Arzneistoffe stehen bisher für die Pädiatrie überhaupt keine geeigneten Fertigarzneimittel zur Verfügung, so dass die behandelnden Ärzte zugelassene Arzneimittel außerhalb der behördlich vorgeschriebenen Anwendungsbedingungen anwenden (*off-label use*) oder in den Apotheken herzustellende Rezepturarzneimittel verordnen (*unlicensed use*). In beiden Fällen liegen in der Regel keine klinischen Studien zur Wirksamkeit und Unbedenklichkeit der Arzneizubereitungen bei Kindern und Jugendlichen vor. Der Pädiater steht vor dem Dilemma, entweder dem Patienten das Arzneimittel trotz schlechter Studienlage zu verschreiben oder es dem Kind trotz wahrscheinlicher, aber eben nicht bewiesener Wirksamkeit und Unbedenklichkeit zu verweigern. Es gilt die Faustregel: Je jünger das Kind ist und je ernsthafter es erkrankt ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es ein nicht zugelassenes Arzneimittel erhält. Obwohl Harry Shirkey bereits im Jahr 1968 in einem viel beachteten Artikel auf die Lücke der Arzneimittelversorgung bei Kindern hinwies¹ („Kinder sind therapeutische Waisen“), hat sich die Situation seither nicht wesentlich verändert.

Ausgehend von verschiedenen politischen, akademischen und privaten Initiativen haben jedoch in jüngster Zeit mehrere pharmazeutische Unternehmen begonnen, sich intensiver mit pädiatrischen Arzneimitteln zu beschäftigen und gezielt neue, kindgerechte Produkte zu entwickeln.² Dem Europäischen Parlament liegt derzeit ein Gesetzesvorschlag vor, der durch verschiedene Förderinstrumente die Entwicklung und Prüfung kindgerechter Arzneimittel unterstützen soll. Arzneimittel mit neuen Arzneistoffen, die bisher durch ein Patent geschützt sind, sollen bei der Vorlage einer kindgerechten Arzneiformulierung und den damit erzielten Ergebnissen klinischer Prüfungen eine Verlängerung der Marktexklusivität von bis zu sechs Monaten erhalten. Das pharmazeutische Unternehmen kann somit auf höhere Gewinne hoffen, die den Aufwand für die zuvor durchgeführten klinischen

¹ Vgl. Shirkey (1968).

² Vgl. Breitkreutz *et al.* (1999) sowie Nahata (1999).

Studien mit Kindern ausgleichen. Wenn das Arzneimittel für eine seltene Erkrankung (*orphan drug*) im Kindesalter vorgesehen ist, soll der Exklusivitätszeitraum sogar zwei Jahre betragen.

Hersteller von Arzneimitteln mit älteren Wirkstoffen sollen mit Hilfe der Exklusivitätsregelung *Paediatric use marketing authorization* (PUMA) bewegt werden, auch für nicht patentgeschützte, generische Wirkstoffe kindgerechte Arzneiformen zu entwickeln und klinische Untersuchungen bei Kindern vorzunehmen. Der pharmazeutische Unternehmer, der als erster die Ergebnisse einer solchen Untersuchung bei der europäischen Arzneimittelzulassungsbehörde EMA vorlegt, soll europaweit ein Exklusivitätsrecht für zehn Jahre erhalten. Ein konkurrierendes Unternehmen darf sich dann zehn Jahre lang nicht auf die klinischen Daten des zuerst angemeldeten Produktes beziehen und kann somit kein konkurrierendes Arzneimittel mit demselben Arzneistoff (Generikum) für die pädiatrische Verwendung in den Markt einführen. Weitere Fördermaßnahmen zielen auf die von der Industrie unabhängige klinische Forschung mit Kinderarzneimitteln. Die Verabschiedung der neuen Regulierungen wird für Ende 2006 erwartet. Erfahrungen aus den Vereinigten Staaten von Amerika zeigen, dass derartige Fördermaßnahmen einen regelrechten „Boom“ im Bereich der Kinderarzneimittel auslösen können. Die kindgerechte Arzneiform ist stets die Voraussetzung für ein geeignetes Produkt, so dass sich ein großer Forschungsbereich eröffnet.³ Durch die jüngsten Fortschritte der pharmazeutischen Technologie können mittlerweile Arzneiformen hergestellt werden, die den speziellen Bedürfnissen von Kindern in praktisch jeder Entwicklungsstufe gerecht werden. Neuartige Applikationshilfen versprechen für die Zukunft eine erleichterte Verabreichung von Arzneizubereitungen für Kinder und die Verbesserung der Arzneimittelsicherheit.⁴

Merkmale kindgerechter Arzneizubereitungen

Nach heutiger Auffassung können Arzneizubereitungen nur dann als „kindgerecht“ bezeichnet werden, wenn folgende Kriterien vollständig erfüllt sind:

- vollständige Bioverfügbarkeit und Wirksamkeit des Arzneistoffs;
- toxikologische Unbedenklichkeit der Bestandteile des Arzneimittels;
- geeignete Arzneistoffdosen;
- kindgerechte Verabreichung des Arzneimittels;
- Vermeidung einer Stigmatisierung durch die Verabreichung;
- einfache Handhabung und sichere Anwendung durch die Eltern.

Bioverfügbarkeit und Wirksamkeit

Kindgerechte Arzneizubereitungen stellen den Arzneistoff nach Möglichkeit vollständig am Wirkort zur Verfügung. Prinzipiell können bei Kindern die gleichen Applikationswege genutzt werden wie bei Erwachsenen. Verschiedene anatomische und physiologische

³ Vgl. Breitreutz (2005), Nunn und Williams (2005) sowie Standing und Tuleau (2005).

⁴ Vgl. Breitreutz (2004).

Besonderheiten des Kindes,⁵ besonders bei Früh- und Neugeborenen sowie bei Kleinkindern, schränken jedoch die zur Verfügung stehenden Arzneiformen im Vergleich zu den Erwachsenen erheblich ein.⁶

In Abhängigkeit vom Alter und Gesundheitszustand eines Kindes liegt zum Beispiel die Haut in unterschiedlichen Hydrationsgraden vor. Die Verwendung von transdermalen Zubereitungen bei Neugeborenen und Kleinkindern führt daher häufig zu wesentlich höheren Arzneistoffspiegeln als bei Erwachsenen, wobei die Arzneistoffkonzentration im Plasma nicht nur mit dem Lebensalter, sondern auch mit der Stoffwechsellage des Kindes korreliert werden muss. Anabole und katabole Stoffwechsellagen können bei Kindern durch Infektionskrankheiten und die jeweilige Nahrungszufuhr jedoch sehr schnell abwechseln und den Hydrationsstatus der Haut beeinflussen. Bei der Applikation von Zubereitungen zur Anwendung auf der Haut ist bei Kindern trotz der beabsichtigten lokalen Wirksamkeit daher prinzipiell mit der Bioverfügbarkeit und mit systemischen Wirkungen und Nebenwirkungen von Arzneistoffen zu rechnen.

Bei der peroralen Verabreichung von Arzneizubereitungen an Neugeborene und Kleinkinder ist zu beachten, dass sich die pH-Werte in der Mundhöhle und im Magen gegenüber denen eines Erwachsenen erheblich unterscheiden. Bei der Geburt und in der anschließenden Stillphase liegt der pH-Wert der Magenflüssigkeit im neutralen und nicht im sauren Bereich wie bei Schulkindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Arzneizubereitungen mit einem magensaftresistenten Filmüberzug, der unter anderem für den Schutz der Magenschleimhaut vor reizenden Arzneistoffen eingesetzt wird, verfehlen bei diesen Kindern ihr Ziel. Während der überwiegenden Ernährung durch Mutter- oder Säuglingsmilch ist der pH-Wert auch im Mundraum signifikant erhöht, so dass säurelabile Arzneistoffe sich schneller zersetzen können und speichelresistente Zubereitungen vorzeitig ihren Arzneistoff freisetzen.

Die Zeit der Passage des Gastrointestinaltraktes ist bei Kleinkindern im Durchschnitt erheblich reduziert. Manchmal kann der Zeitraum der kompletten Magen-Darm-Passage mehr als eine Woche betragen. Das Anfluten von Arzneistoffen in den Blutkreislauf kann in diesem Fall mit einer Verzögerung erfolgen und die maximalen Arzneistoffkonzentrationen im Blut können geringer ausfallen. Bei Arzneistoffen mit einem begrenzten Absorptionsbereich im Gastrointestinaltrakt können dagegen erhöhte Blutspiegel auftreten. Umgekehrt kommt es gelegentlich aber gerade in den ersten Lebensmonaten des Menschen auch zu ungewöhnlich schnellen Magen-Darm-Passagen, zum Beispiel bei hohem Milchkonsum und bei Diarrhöen.

Aus den dargestellten Gründen ist es häufig erforderlich, für die pädiatrische Population verschiedene Arzneizubereitungen zu entwickeln. In einer Vorschrift der internationalen Harmonisierungskonferenz (ICH) wurden für die klinische Prüfung von Arzneimitteln bei Kindern folgende Altersgruppen festgelegt:⁷

- Frühgeborene (*preterm newborn infants*): Geburt vor dem berechneten Termin
- Neugeborene (*term newborn infants*): null bis 27 Tage
- Kleinkinder (*infants and toddlers*): 28 Tage bis 23 Monate

⁵ Vgl. Kearns *et al.* (2003).

⁶ Vgl. Bretkreutz *et al.* (2002).

⁷ Vgl. European Medicines Agency (1999).

- Kinder (*children*): zwei bis elf Jahre
- Jugendliche (*adolescents*): zwölf bis 18 Jahre

Im Konzeptpapier „Formulations of choice for the paediatric population“ der Europäischen Behörde für Arzneimittelzulassungen (EMA)⁸ wird die Gruppe der Kinder zwischen zwei und elf Jahren außerdem in Subpopulationen von Vorschulkindern (zwei bis fünf Jahre) und Schulkindern (sechs bis elf Jahre) unterteilt. Diese zusätzliche Unterscheidung ist aus pharmazeutisch-technologischer Sicht sehr zu begrüßen, weil Kinder etwa im Alter von sechs Jahren in der Lage sind, größere feste Arzneiformen wie Tabletten oder Kapseln mit einer ausreichenden Menge Flüssigkeit peroral einzunehmen.⁹ Jüngeren Kindern können dagegen feinpartikuläre Arzneiformen wie Pellets oder Granulate bereits früher verabreicht werden. Eigene Untersuchungen mit speichelresistenten Pellets mit dem Wirkstoff Natriumbenzoat haben gezeigt, dass feinpartikuläre Arzneizubereitungen bereits Kindern im Alter von sechs Monaten problemlos verabreicht werden können.

Eine besondere wirtschaftliche Herausforderung für die pharmazeutische Industrie sind die Entwicklung, die Herstellung und der Vertrieb verschiedener Arzneizubereitungen für Kinder mit demselben Arzneistoff. Häufig wird durch das für die Pädiatrie erforderliche Anforderungsprofil das pharmazeutische Produkt unwirtschaftlich. Neue pharmazeutisch-technologische Entwicklungen wie multipartikuläre Tabletten oder Minitabletten in Kapseln können dazu beitragen, das Spektrum von potenziellen Anwendern zu erweitern und damit die Wirtschaftlichkeit des Produktes zu verbessern. Die in Aussicht gestellten Fördermaßnahmen der Europäischen Union können zukünftig ebenfalls ein Anreiz zur Entwicklung verschiedener kindgerechter Zubereitungen eines einzigen Arzneistoffs sein. Ein einziges Arzneimittel für alle Patienten der pädiatrischen Population („*one fits all*“) wird jedoch in den meisten Fällen ein Wunschtraum bleiben.

Toxikologische Unbedenklichkeit

Die Unbedenklichkeit des Arzneistoffs kann nur durch umfangreiche präklinische Modelluntersuchungen im Rahmen der Arzneimittelentwicklung abgeschätzt und später durch klinische Studien belegt werden. Sowohl in der pharmazeutischen Entwicklung als auch in der Apothekenpraxis stellt sich aber die Frage, welche Hilfsstoffe in Arzneizubereitungen für Kinder in den verschiedenen Altersstufen ein toxikologisches Risiko darstellen könnten.

Die beiden Hilfsstoffe mit der höchsten bekannten akuten Toxizität für Kinder beim Einsatz üblicher Mengen sind Benzylalkohol und Propylenglykol. Beide Substanzen können in den ersten Lebensmonaten, bis etwa zum neunten Monat nach dem berechneten Geburtstermin, nicht ausreichend schnell metabolisiert werden, weil die erforderlichen Enzymsysteme noch nicht die Kapazität erreicht haben, die der eines Erwachsenen entspricht. Da diese beiden Hilfsstoffe und die daraus entstehenden Aldehyde die Blut-Hirn-Schranke überwinden, kann es zu akuten neurologischen Befunden wie zum Beispiel Krampfanfällen und im schlimmsten Fall sogar zum Tod des Kindes kommen. Die klinisch höchst relevante Toxizität von Benzylalkohol nach peroraler Gabe wird als „*Gaspingsyndrom*“ bezeichnet.

⁸ Vgl. Committee for Medicinal Products for Human Use (2005).

⁹ Vgl. Schirm *et al.* (2003).

Polyethylenglykol und Ethanol sind weitere Hilfsstoffe, die in Arzneimitteln für Früh- und Neugeborene sowie für Kleinkinder nach Möglichkeit vermieden werden sollten. Bei einigen erblich bedingten Stoffwechselerkrankungen, wie zum Beispiel Laktose- und Fruktoseintoleranz sowie Phenylketonurie, ist der Konsum der Noxen möglichst zu begrenzen. Dies betrifft auch die pharmazeutischen Hilfsstoffe Aspartam (Phenylketonurie) sowie Glukose, Saccharose und Sorbitol (hereditäre Fruktoseintoleranz), die als Quellen von Phenylalanin bzw. Fruktose fungieren.

Pharmazeutische Hilfsstoffe, die als potenzielle Allergene einzustufen sind, sollten vor allem bei Neugeborenen und Kleinkindern vermieden werden. Zu diesen Substanzen gehören z. B. die Parahydroxybenzoesäureester (Parabene), die in Arzneimitteln, kosmetischen Produkten und industriell hergestellten Nahrungsmitteln als Konservierungsmittel eingesetzt werden. Es gibt nach derzeitigem Wissensstand mehrere Hinweise darauf, dass das Risiko einer Allergieentwicklung umso mehr steigt, je früher im Leben der Erstkontakt mit diesen Konservierungsstoffen erfolgt. Es besteht derzeit noch erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich der Frage, durch welche für Kinder unbedenklichen Zusätze und in welchen Substanzmengen die mikrobiologische Stabilität von Arzneizubereitungen gewährleistet werden kann.

Pädiatrische Arzneistoffdosen

Kindgerechte Arzneimittel enthalten entweder einzeldosiert eine adäquate Arzneistoffdosis oder ermöglichen die bequeme und sichere Entnahme einer Einzeldosis aus einem Mehrdosenbehältnis. Das manuelle Teilen herkömmlicher Tabletten zur Erzielung einer kindgerechten Einzeldosis und die teils noch übliche Verwendung häuslicher Tee- oder Esslöffel in unterschiedlichster Ausgestaltung ermöglichen in der Regel keine hinreichende Dosiergenauigkeit. In einer Untersuchung von handelsüblichen Amoxicillin-Suspensionen, die von der Heinrich-Heine-Universität zusammen mit dem Zentrallaboratorium der deutschen Apotheker (ZL) im Jahr 2005 durchgeführt wurde und großes Erstaunen in der Fachwelt auslöste, konnte erstmalig gezeigt werden, dass auch die der Packung beiliegenden Messlöffel häufig keine ausreichende Dosiergenauigkeit garantieren.¹⁰ Die hohe Oberflächenspannung der Suspensionen verführt den Anwender, in diesem Fall üblicherweise die Eltern der erkrankten Kinder, bis zum optischen Verschwinden der Graduierung des Messlöffels zu dosieren. Bei halb gefüllten Messlöffeln wird dadurch eine Überdosierung von durchschnittlich 33 Prozent, bei nur zu einem Viertel gefüllten Messlöffeln sogar von im Mittel 50 Prozent bewirkt. Nach den publizierten Ergebnissen haben viele Unternehmen begonnen, die als Medizinprodukte zertifizierten Messlöffel gegen Dosierspritzen auszutauschen. Dosierspritzen ermöglichen eine bessere Ablesung des erforderlichen Volumens und eine vereinfachte Verabreichung durch direktes Einspritzen in die Mundhöhle des Kindes. Eine weitere innovative Entwicklung ist die so genannte Dosiertube, die zur Verbesserung der Dosiergenauigkeit von Arzneistofflösungen entwickelt wurde. Durch ihren raffinierten Aufbau ist es möglich, durch manuellen Druck einen Tropfen mit stets exakt gleichem Volumen, unabhängig von einer vertikalen oder waagerechten Handhabung der Tube, zu entnehmen. Interessante Alternativen sind Kapseln mit Pellets oder Mikrotabletten. Diese Kapseln können vor der Anwendung geöffnet werden. Bei diesen

¹⁰ Vgl. Griessmann *et al.* (2005).

Arzneizubereitungen kann ein Erwachsener die gesamte Arzneiform und der pädiatrische Patient eine exakt messbare Teilmenge, zum Beispiel durch Abzählen der Minitabletten, einnehmen.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeitsgruppe ist die Konzeption und Entwicklung von neuartigen Dosierspendern für feste Arzneiformen, die zur Verbesserung der Arzneimittelsicherheit dienen können. In einem zum Patent angemeldeten Dosierspender kann eine beliebige Menge von Pellets oder Minitabletten mit einem einzigen Handgriff aus einem Mehrdosenbehältnis abgemessen und entnommen werden. Mittels eines neuartigen Dosierstiftes kann die kindgerechte Dosis abgemessen und mit Hilfe einer scharfen Schneidevorrichtung vom arzneistoffhaltigen Zylinder abgeschnitten werden. Das entstehende Bruchstück ähnelt einer flachen Tablette. Die Zusammensetzung des Stiftes kann so gewählt werden, dass die Matrix als Brause Mischung sofort eine arzneistoffhaltige Lösung ergibt oder der Arzneistoff aus einer Hydrokolloidmatrix im Sinne eines Retard-Arzneimittels verlangsamt freigesetzt wird.

Kindgerechte Verabreichung

Die Eigenschaften von kindgerechten Arzneizubereitungen dürfen keinen nennenswerten Widerstand der Kinder gegen die Einnahme des Medikamentes verursachen. Die ausreichende Mitarbeit (*Compliance*) des Kindes ist eine Voraussetzung für eine sichere Arzneimitteltherapie. Wenn Kinder eine flüssige Arzneizubereitung verabscheuen, lassen sie unbekannte Mengen aus den Mundwinkeln laufen oder speien das Arzneimittel wieder aus. Tabletten können von Kindern minutenlang in den Bockentaschen aufbewahrt werden und erst später, häufig von den Eltern unbemerkt, ausgespuckt werden.

Perorale Arzneizubereitungen müssen nicht unbedingt unangenehm bitter oder salzig schmecken, wie an verschiedenen Beispielen unserer Forschungsarbeiten gezeigt werden kann. Altbekannte und neuere Methoden zur Geschmacksmaskierung ermöglichen die Herstellung von Arzneimitteln, die auf den kindlichen Geschmack, der sich durchaus von den Vorlieben der Erwachsenen unterscheiden kann, abgestimmt sind. Es gelang beispielsweise durch die systematische Erforschung der geschmacksmaskierenden Eigenschaften bestimmter, in Arznei- und Lebensmitteln zugelassener Süßstoffe, den salzigen Geschmack von Arzneistofflösungen komplett zu überdecken. Besondere Bedeutung hat dieser Befund für Glukose-/Elektrolytlösungen, die für die orale Rehydratationstherapie bei Durchfällen von Kindern eine wichtige Rolle einnehmen. Besonders in afrikanischen und südamerikanischen Ländern gilt diese Therapie oftmals als wichtigste Maßnahme zur Rettung des Lebens der betroffenen Kinder. Durch ein exakt einzuhaltendes Verhältnis aus Glukose, Natriumchlorid und Kaliumchlorid gelangt Wasser aus dem Darmlumen in das Körperinnere und wirkt damit der vom Durchfall ausgelösten Dehydratation entgegen. Der Geschmack der benötigten Salze führt jedoch bei vielen Kindern zu einer schlechten *Compliance* und zum Teil zur vollständigen Verweigerung der Einnahme. In unserer innovativen Formulierung, die seit dem Jahr 2005 als Fertigarzneimittel in Deutschland erhältlich ist, wird der salzige Geschmack der Elektrolyte nicht mehr wahrgenommen. Die *Compliance* der Kinder kann damit deutlich verbessert werden.

Ist jedoch zusätzlich eine bittere Geschmackskomponente in einer flüssigen Arzneizubereitung enthalten, reicht der Zusatz von Süßstoffen zur Geschmacksverbesserung nicht

aus. Besonders jüngere Kinder nehmen bittere Substanzen sehr leicht wahr und verweigern die Einnahme. Dieses Verhalten ist in der Evolution ein großer Selektionsvorteil gewesen, da viele bitter schmeckende Pflanzeninhaltsstoffe, zum Beispiel aus der Gruppe der Alkaloide, ein hohes toxikologisches Potenzial für Kinder besitzen.

Der bittere Geschmack eines Arzneistoffs kann durch das Überziehen von festen Arzneiformen mit funktionellen Polymerfilmen maskiert werden. Dabei besitzen multipartikuläre Arzneizubereitungen für die Anwendung bei Kindern Vorteile gegenüber den großvolumigen monolithischen Arzneiformen wie Tabletten oder Kapseln. Durch eine in unserer Arbeitsgruppe entwickelte speichelresistente Pelletformulierung von Natriumbenzoat,¹¹ das in Dosen von bis zu 10 g täglich zur Behandlung von Stoffwechselerkrankungen eingesetzt wird. Patienten mit der Erkrankung nonketotische Hyperglycinämie (NKH) können wegen einer genetischen Mutation die ubiquitäre Aminosäure Glycin nicht abbauen und sie daher nicht aus dem Organismus eliminieren. Es kommt zu einer Kumulation von Glycin in praktisch allen Kompartimenten des Körpers, darunter auch im Zentralen Nervensystem. Die Patienten leiden unter erheblicher körperlicher und geistiger Retardierung mit häufig auftretenden, schwer kontrollierbaren Krampfanfällen. Nach der intestinalen Resorption von Natriumbenzoat kann das Anion Benzoat im Blut an überschüssiges Glycin binden. Dabei entsteht Hippursäure, die über die Niere ausgeschieden werden kann. Durch die Reduktion der Glycinkonzentration im Blut wird auch in anderen Körperkompartimenten der Glycinspiegel reduziert. Bei Hyperammonämien, die durch eine erhöhte Ammoniakkonzentration im Blut charakterisiert sind, kann das Natriumbenzoat als Ergänzung der bisherigen Therapie verwendet werden, da es wie beschrieben die Aminosäure Glycin aus dem Organismus entfernt. Hierdurch sinkt die Gesamtbelastung mit Ammonium, dem Salz des Ammoniaks, das in zu großen Mengen eine toxische Verbindung für den Organismus darstellt. Die NKH und die Hyperammonämien können in verschiedene Subtypen unterteilt werden. In der Mehrzahl der Fälle sind die Patienten schon ab der Geburt von der Erkrankung betroffen und müssen ein Leben lang ihre Arzneimittel einnehmen. Die kontinuierliche Anwendung von Natriumbenzoat wird für viele Kinder zur Qual: Natriumbenzoat schmeckt wegen des Natrium-Kations salzig und wegen des Benzoat-Anions ausgesprochen bitter. In Testreihen zur Geschmacksprüfung mussten sich einige Erwachsene bei der Verabreichung einer pädiatrischen Dosis übergeben. Die früher üblichen Natriumbenzoatlösungen mussten vier bis sechs Mal pro Tag von den Eltern, nicht selten unter Gewaltanwendung, den erkrankten Kindern verabreicht werden. Das Zumischen von Natriumbenzoat in Nahrungsmittel führte bei einigen Kindern zur vollständigen Nahrungsverweigerung, die dann im Krankenhaus parenteral ernährt werden mussten. In der von uns entwickelten Rezeptur wird das Natriumbenzoat zusammen mit einem Triglycerid in einem Extrusionsprozess mit nachfolgender Sphäronisation zu Pellets verarbeitet, die anschließend in einem Wirbelschichtverfahren mit einem speichelresistenten Polymerüberzug versehen werden. Das resultierende Produkt besteht aus kleinen Partikeln von weniger als 2 mm Durchmesser, die zusammen mit etwas Brei oder Pudding vermischt auf einem Teelöffel eingenommen werden. Der Arzneistoff Natriumbenzoat wird damit nicht in der Mundhöhle, aber schnell und quantitativ in der Magenflüssigkeit freigesetzt. Nach der Magenpassage wird das Natriumbenzoat schnell und vollständig im Dünndarm

¹¹ Vgl. Breitreutz *et al.* (2003).

resorbiert. Die betroffenen Eltern schildern eine wesentlich bessere *Compliance* und eine als Befreiung empfundene Umstellung der Medikation, da ihre Kinder jetzt das Natriumbenzoat freiwillig einnehmen. Die Anwendung des Arzneimittels ist keine körperliche und seelische Belastung mehr. Für die neu entwickelte Pelletformulierung wurde der mit finanzieller Förderung verbundene *Orphan Drug*-Status der Europäischen Union gewährt.

Eine weitere zukunftsweisende Arzneiform ist die Tablette mit geschmacksmaskierten Partikeln zur Aufschlammung, die bei Flüssigkeitskontakt eine wohlschmeckende Suspension ergibt. Während der Lagerung im festen Zustand dringt der bittere Arzneistoff, zum Beispiel das Antibiotikum Roxithromycin, nicht durch den ihn umgebenden polymeren Film. Bei der Zugabe von etwas Wasser auf einen Teelöffel direkt vor der Einnahme wird nicht genügend Arzneistoff freigesetzt, um eine bittere Geschmackswahrnehmung zu erzeugen. Die Einnahme des Arzneimittels wird damit deutlich angenehmer.

Ein großes Potenzial besitzt auch die *Dose Sipping*-Technologie, bei der Kunststoffröhren verwendet werden, die klein dimensionierte Pellets mit einem Filmüberzug beinhalten. Die gesamte Arzneiform ähnelt einem Strohhalme. Ein solcher Strohhalme enthält die Einzeldosis eines Arzneistoffs in den Pellets mit einem Durchmesser von weniger als 1 mm und einen so genannten *Controller* aus porösem Polymermaterial. Nach Eintauchen des Strohhalms in eine Flüssigkeit, die vom Kind frei gewählt werden darf, wird schon mit dem ersten Zug die gesamte Pelletmenge durch den *Controller* nach oben bewegt und in den Mundraum transportiert. Das erste Produkt mit dieser innovativen Technologie soll noch im Jahr 2006 in Deutschland eingeführt werden. Erste Anwendungsstudien aus Mexiko, wo das Produkt bereits seit einigen Monaten zu erwerben ist, zeigen eine außerordentlich gute *Compliance* von Kindern jeglicher Altersgruppe bei der Anwendung. Der sehr bittere Geschmack des Wirkstoffs Clarithromycin wird nicht mehr wahrgenommen. In ähnlicher Weise sollen zukünftig weitere Entwicklungen für andere Arzneistoffe vorgenommen werden.

Vermeidung einer Stigmatisierung

Kindgerechte Arzneimittel dürfen nicht zu einer soziokulturellen Stigmatisierung der Kinder und der Eltern führen, da sonst die soziale Integration und die *Compliance* gefährdet sind. Das beste Beispiel für neue Entwicklungen mit dieser Zielvorgabe sind Arzneizubereitungen von Methylphenidat mit modifizierter Arzneistofffreisetzung. Methylphenidat wird bei Aufmerksamkeitsdefizitstörungen (ADHS) von Kindern eingesetzt. In der älteren Literatur wurden diese Kinder als „Zappelphilipp“ charakterisiert. Bei einem innovativen Arzneimittel wird erstmalig ein orales osmotisches therapeutisches System (OROS) bei Kindern eingesetzt. Der Arzneistoff ist teilweise in der umgebenden semipermeablen (halbdurchlässigen) Hülle der festen Arzneiform enthalten. Der überwiegende Teil des Methylphenidats befindet sich in einem Reservoir im Inneren der Arzneiform. Nach der Einnahme des Arzneimittels dringt Wasser durch die semipermeable Membran und erzeugt einen Anstieg des osmotischen Drucks im Inneren. Durch eine winzige, mit einem Laser eingebrannte Öffnung gelangt der Arzneistoff nun in gleichen Anteilen pro Zeiteinheit nach außen. Mit diesem System soll den Kindern die peinliche Verabreichung des Arzneimittels im Schulalltag, zum Beispiel durch das Lehrpersonal, erspart werden. Bedingt durch die kurze Verweilzeit des Methylphenidats im Organismus war es bei den

klassischen Arzneizubereitungen bisher erforderlich, nach der morgendlichen Dosis während der Schulzeit eine weitere Medikamenteneinnahme vorzunehmen. Neben der Stigmatisierung der betroffenen Kinder, die von ihren Schulkameraden nicht selten als „Junkies“ tituliert wurden, ergab sich die rechtliche Problematik, dass die Lehrerinnen und Lehrer die Verabreichung des Betäubungsmittels Methylphenidat an die Ihnen schutzbefohlenen Kinder vornehmen sollten. Leider werden durch die verlängerte Arzneistofffreisetzung aus dem OROS-Arzneimittel jedoch noch erhebliche Arzneistoffspiegel in den Abendstunden erzeugt, die dann unerwünschte Wirkungen wie Appetit- und Schlaflosigkeit verursachen. In einem weiteren innovativen Produkt wurde deshalb die Freisetzung von Methylphenidat mit einem pharmazeutisch-technologischen Kniff vollständig an den Tagesablauf von Schulkindern angepasst. In einer Hartkapsel liegen magensaftresistent überzogene und nicht überzogene Pellets zu gleichen Teilen vor. Nach der Einnahme steigt die Konzentration des Methylphenidats im Blut nach etwa zwei Stunden rasch an. Erst nach erfolgter Magenpassage setzt die magensaftresistent überzogene Pelletfraktion den Arzneistoff frei und erzeugt ein zweites Maximum im Blutspiegel nach durchschnittlich etwa sechs Stunden. Damit wird der zeitliche Verlauf der Blutkonzentration von Methylphenidat nach Gabe zweier Tabletten, die einzeln im Abstand von etwa vier Stunden gegeben werden, imitiert. Während der Schulzeit muss nun keine weitere Dosierung mehr vorgenommen werden, so dass für die Kindern die stigmatisierende Verabreichung des Arzneimittels durch den Lehrer entfallen kann. In den Abendstunden sinkt der Methylphenidatspiegel im Blut unter die minimal effektive Konzentration ab, so dass die unerwünschten Arzneimittelwirkungen im Wesentlichen ausbleiben.

Handhabung und Anwendung durch die Eltern

Kindgerechte Arzneimittel müssen hinsichtlich der Handhabung und gegebenenfalls hinsichtlich der Zubereitung auch elterngerecht sein, da zumeist die Eltern das Arzneimittel zur Applikation vorbereiten und anschließend bei den Kindern zur Anwendung bringen. Handelsübliche Trockensäfte beispielsweise bereiten sowohl bei der Zubereitung als auch bei der Abmessung der korrekten Dosis Eltern und sogar Fachleuten erhebliche Schwierigkeiten. Von besonderer Bedeutung sind daher auch leicht verständliche und eindeutige Anweisungen in den Informationstexten der Arzneimittel, zum Beispiel in den Fach- und Gebrauchsinformationen sowie auf den Faltschachteln.

Besondere Schwierigkeiten treten bei Arzneimitteln mit hochgiftigen Arzneistoffen auf, wie zum Beispiel bei Zytostatika, die in der Behandlung von Krebserkrankungen eingesetzt werden. In einer Studie, die gemeinsam mit der Experimentellen Pädiatrischen Onkologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster durchgeführt wurde, konnten wir zeigen, dass beispielsweise bei der Teilung von handelsüblichen Tabletten mit 6-Mercaptopurin, einem Arzneistoff, der zur Behandlung der akuten lymphoblastischen Leukämie (ALL) eingesetzt wird, erhebliche Mengen des gefährlichen Arzneistoffs in die häusliche Umgebung gelangen.¹² Die Eltern müssen die Tabletten in einer zweijährigen ambulanten Therapie der Kinder teilen, weil bisher kein Arzneimittel mit einer kindgerechten Dosis von 6-Mercaptopurin zur Verfügung steht. Unsere Untersuchungen zeigten, dass die erzeugten Bruchstücke keine Homogenität aufwiesen und damit erheblich schwankende

¹² Vgl. Wessel *et al.* (2001).

Arzneistoffmengen zur Anwendung kamen. Der pharmazeutische Unternehmer gibt an, aus wirtschaftlichen Gründen kein kindgerechtes Arzneimittel zur Verfügung stellen zu können. Dabei ist die ALL die häufigste Krebserkrankung im Kindesalter, die mit optimaler medikamentöser Therapie in den meisten Fällen geheilt werden kann. In Zusammenarbeit mit zwei pharmazeutischen Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen konnte eine spezielle Tablette mit 6-Mercaptopurin entwickelt werden, die nur ein Fünftel der Dosis enthält und somit Kindern direkt verabreicht werden kann. In Großbritannien ist diese kindgerechte Form bereits erhältlich. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Arzneimittelzulassung bei der Bundesoberbehörde beantragt.

Applikationshilfen dienen der besseren, bequemeren oder sichereren Verabreichung von Arzneiformen. Ihnen kommt im pädiatrischen Bereich eine besondere Bedeutung zu, da sich die Verabreichung von Arzneimitteln bei diesen Patienten häufig besonders schwierig gestaltet. Die Ausführungsformen von Applikationshilfen sind bei Kinderarzneimitteln besonders vielfältig. Für einige Produkte sind Dosiertropfer, Dosierspritzen und bei einem Produkt sogar ein Schnuller erhältlich, in den die arzneistoffhaltige Suspension eingefüllt werden kann. In der Vergangenheit wurden sogar Applikationshilfen für Arzneimittel in der Form von Spielzeugen entwickelt. Bei einem System in der Form eines Elefanten wird der arzneistoffhaltige Saft in der Menge einer Einzeldosis in ein Vorratsgefäß gegeben, das sich unter der Kopfoberfläche des Spielzeugtiers befindet. Nach dem Verschrauben kann das Kind die Arzneistoffdosis aus dem Rüssel des Elefanten aufsaugen. Unterstützt wird dieses Konzept durch audiovisuelle Medien, die Geschichten eines kranken Elefanten erzählen, der durch die Arzneimittelgabe wieder gesund wird. Trotz des positiven Ansatzes lässt die Stabilität dieses ungewöhnlichen Applikationshilfsmittels zu wünschen übrig, wie Studien in unserer Arbeitsgruppe zeigten. Außerdem ergibt sich das Problem der wechselseitigen Verunreinigung (*cross contamination*), wenn mehrere Arzneistoffe über dasselbe Hilfsmittel verabreicht werden. Einige Arzneistoffe können in das Kunststoffmaterial migrieren und bei der nächsten Anwendung wieder in eine andere Zubereitung hineinwandern. Von der Verwendung eines Applikationshilfsmittels für verschiedene Arzneimittel und erst recht für mehrere Kinder ist deshalb abzuraten.

Fazit und Ausblick

Aus dem komplexen Anforderungsprofil für kindgerechte Arzneizubereitungen ergibt sich die Problematik, dass ein einziges Arzneimittel häufig nicht alle gewünschten Kriterien erfüllen kann. Konventionelle Arzneiformen wie Tabletten oder Kapseln sind für Neugeborene und Kleinkinder nicht geeignet, da solche Arzneizubereitungen von diesem Patientenkollektiv nicht geschluckt werden können. Jugendlichen dagegen kann die Anwendung eines größeren Volumens einer Saftzubereitung für Säuglinge kaum zugemutet werden. In vielen Fällen werden deshalb auch in der Zukunft mehrere Zubereitungen eines Arzneistoffs für die verschiedenen Entwicklungsstufen der Kinder entwickelt, hergestellt, vertrieben und vorrätig gehalten werden. Damit sinkt die Gewinnspanne der pharmazeutischen Unternehmen erheblich. Bei einigen wenigen Arzneistoffen lohnt es sich wegen der Häufigkeit von Verordnungen durchaus, neue Produkte zu entwickeln und in den pädiatrischen Markt einzuführen. Bei der allgemein üblichen seltenen Verschreibung eines Arzneistoffs für die Pädiatrie sind neue innovative Konzepte erforderlich, die ein Arzneimittel für ein

möglichst breites Patientenkollektiv anwendbar machen. Daneben wird jedoch in den Nischenmärkten der Pädiatrie auch zukünftig die Herstellung von Rezepturarzneimitteln in der öffentlichen Apotheke erforderlich sein. Die Pharmazeutinnen und Pharmazeuten besitzen in diesem Bereich eine Kompetenz, die ihnen von keiner Berufsgruppe streitig gemacht werden kann und die an der Universität auch in der Zukunft auf einem hohen Niveau erworben werden muss.

Die Politik plant derzeit parteiübergreifend auf europäischer Ebene, die Entwicklung von innovativen Kinderarzneimitteln mit hoher Qualität und Wirksamkeit durch verschiedene Fördermaßnahmen zu unterstützen. Forschende Wissenschaftler in der pharmazeutischen Industrie und an den Universitäten sind aufgerufen, die neuen Gestaltungsspielräume jetzt zu nutzen und die Entwicklungsbemühungen im Bereich der Kinderarzneimittel zu intensivieren. Es ist zu wünschen, dass diese Forschungsvorhaben in die Tat umgesetzt werden können und dass sie erfolgreich zur dringend notwendigen Verbesserung der Arzneimittelversorgung bei Kindern und Jugendlichen beitragen werden.

Literatur

- BREITKREUTZ, Jörg, Torsten WESSEL und Joachim BOOS. „Dosage forms for peroral drug administration to children“, *Paediatric and Perinatal Drug Therapy* 3 (1999), 25-33.
- BREITKREUTZ, Jörg, Joachim BOOS und Peter KLEINEBUDE. „Kindgerechte Darreichungsformen – Arzneimitteltherapie für alle“, *Pharmazeutische Zeitung* 147 (2002), 3210-3218.
- BREITKREUTZ, Jörg, Firas EL-SALEH, Christian KIERA, Peter KLEINEBUDE und Wolfgang WIEDEY. „Pediatric drug formulations of sodium benzoate: II. Coated granules with a lipophilic binder“, *European Journal on Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 46 (2003), 255-260.
- BREITKREUTZ, Jörg. *Kindgerechte Arzneizubereitungen zur peroralen Anwendung*. Münster 2004.
- BREITKREUTZ, Jörg. „Kindgerechte Arzneiformen – Neue Produkte und Entwicklungsprojekte“, *Monatsschrift für Kinderheilkunde* 153 (2005), 726-734.
- COMMITTEE FOR MEDICINAL PRODUCTS FOR HUMAN USE (CHMP) at the European Medicines Agency. „Reflection paper: formulations of choice for the paediatric population“, 2005. <http://www.emea.eu.int/pdfs/human/peg/19481005en.pdf> (26.06.2006).
- EUROPEAN MEDICINES AGENCY (EMA). „ICH Topic E 11. Clinical Investigation of Medicinal Products in the Paediatric Population“, 1999. <http://www.emea.eu.int/pdfs/human/ich/271199en.pdf> (26.06.2006).
- GRIESSMANN, Kornelia, Jörg BREITKREUTZ, Petra SCHOETTLER, Manfred SCHUBERT-ZSILAVECZ und Mona ABDEL-TAWAB. „Amoxicillin-Trockensäfte – Handhabung und sichere Anwendung“, *Monatsschrift für Kinderheilkunde* 153 (2005), 726-734.
- KEARNS, Gregory L., Susan M. ABDEL-RAHMAN, Sarah W. ALANDER, Douglas L. BLOWEY, J. Steven LEEDER und Ralph E. KAUFFMAN. „Developmental pharmacology-drug disposition, action, and therapy in infants and children“, *New England Journal of Medicine* 349 (2003), 1157-1167.
- NAHATA, Milap C. „Lack of pediatric drug formulations“, *Pediatrics* 104 Supplement (1999), 607-609.
- NUNN, Tony und Julie WILLIAMS. „Formulations of medicines for children“, *British Journal of Clinical Pharmacology* 59 (2005), 674-676.

- SCHIRM, Eric, Hilde TOBI, Tjalling W. DE VRIES, Imti CHOONARA und Lolkje T.W. DE JONG-VAN DEN BERG. „Lack of appropriate formulations of medicines for children in the community“, *Acta Paediatrica* 92 (2003), 1486-1489.
- SHIRKEY, Harry. „Therapeutic orphans“, *The Journal of Pediatrics* 72 (1968), 119-120.
- STANDING, Joseph F. und Catherine TULEAU. „Paediatric formulations – Getting to the heart of the problem“, *International Journal of Pharmaceutics* 300 (2005), 56-66.
- WESSEL, Torsten, Jörg BREITKREUTZ, Elvira AHLKE, Georg HEMPEL und Joachim BOOS. „Probleme in der Dauertherapie mit Mercaptopurin-Tabletten“, *Krankenhauspharmazie* 22 (2001), 325-329.

STEFAN U. EGELHAAF

Weiche Materie – Treffpunkt von Physik, Chemie und Biologie

Was ist „weiche Materie“?

Die Physik hat in den letzten etwa 100 Jahren durch die Entwicklung der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie beeindruckende Fortschritte erzielt. Dadurch hat sich unser Verständnis sowohl der kleinsten Bausteine der Materie als auch unseres Universums enorm erweitert. Im Gegensatz zu diesen extrem kleinen bzw. großen Dimensionen ist die typische Längenskala von weicher Materie fast „alltäglich“. Sie liegt im Bereich von Nanometern: Etwa 1 nm bis 1.000 nm, dies ist ein Millionstel bis ein Tausendstel eines Millimeters.

Was ist dann das Besondere an weicher Materie? Systeme, die der weichen Materie zugerechnet werden, bestehen aus sehr vielen Teilchen oder Strukturen. Deren Anzahl liegt typischerweise in der Größenordnung der Avogadro-Zahl, also etwa 10^{23} Teilchen. Durch die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen und die damit verbundene gegenseitige Beeinflussung ergeben sich völlig neue Eigenschaften. Ein klassisches Beispiel sind Aggregatzustände. Diese können für ein einzelnes Teilchen (bzw. Atom oder Molekül) nicht definiert werden, sondern ergeben sich erst aus dem Wechselspiel und der relativen Anordnung vieler Teilchen. Weiche Materie geht dabei über die klassischen Aggregatzustände – gasförmig, flüssig und fest – hinaus. Diese Systeme bestehen oft aus einer Mischung verschiedener Aggregatzustände, typischerweise einer unstrukturierten (gewöhnlich flüssigen) und einer strukturierten (festen) Komponente. Die Größe der einzelnen Komponenten, zum Beispiel die Größe fester Teilchen suspendiert in einer Flüssigkeit, liegt im Bereich von Nanometern, der oben erwähnten typischen Längenskala weicher Materie.

Das Wechselspiel zwischen den Teilchen und deren Ordnung wird durch die Wechselwirkung zwischen den Teilchen vorgegeben. Die Größe der Wechselwirkungsenergie und ihre Abhängigkeit vom Teilchenabstand sind daher für die Eigenschaften weicher Materie entscheidend. Die Wechselwirkungsenergie liegt typischerweise im Bereich der thermischen Energie kT , also der den einzelnen Teilchen nach dem Gleichverteilungssatz zur Verfügung stehenden Energie. Die „physikalischen Bindungen“ zwischen den einzelnen Teilchen können daher relativ einfach gebrochen und wieder geknüpft werden. Im Gegensatz dazu involviert das Brechen oder Knüpfen von chemischen Bindungen die etwa 100-fache Energie und spielt deshalb in der Untersuchung von weicher Materie keine Rolle. Daraus ergibt sich eine schwache Verbindung der einzelnen Teilchen. Dies begründet die Bedeutung der Entropie in Systemen der weichen Materie. Die Dominanz der thermischen Energie erfordert letztendlich die oben erwähnte Längenskala: Die Teilchen oder Strukturen müssen so klein sein, dass ihre thermische Energie größer als ihre potenzielle Energie ist. Diese Anforderung wird normalerweise von Teilchen mit einer Größe von unter etwa

1.000 nm erfüllt. Um eine Kontinuumsbeschreibung zu ermöglichen, sollten die Teilchen andererseits deutlich größer sein als einzelne Atome oder Moleküle, d. h. mindestens 1 nm.

Warum ist weiche Materie weich? „Weichheit“ kann durch den Schermodul G beschrieben werden. Der Schermodul G quantifiziert die zu einer Deformation benötigte Kraft pro Fläche oder – gleichbedeutend – die Energie pro Volumeneinheit. Die charakteristische Energie ist für Festkörper wie auch für weiche Materie die thermische Energie kT . Allerdings ist die typische Volumeneinheit bei Festkörpern das Volumen eines Atoms oder Moleküls, also etwa $(1 \text{ nm})^3$, während sie bei Strukturen der weichen Materie bis etwa $(1.000 \text{ nm})^3$ reicht. Die wesentlich größeren Volumeneinheiten führen zu deutlich kleineren Schermoduln für weiche Materie im Vergleich zu Festkörpern und begründen die Weichheit der weichen Materie.

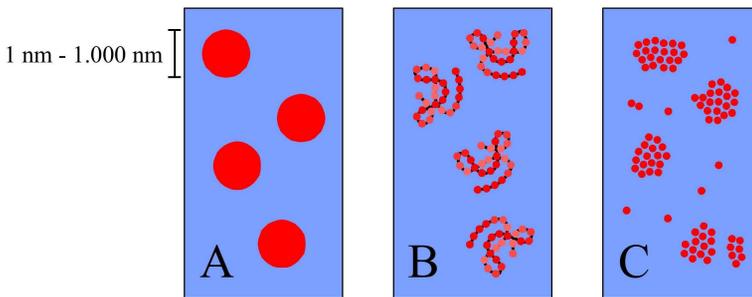


Abb. 1: Weiche Materie kann in drei Klassen eingeteilt werden: (A) Kolloide, (B) Polymere und (C) Tensidsysteme.

Es wurde bereits erwähnt, dass Systeme, die der weichen Materie zugerechnet werden, meistens Mischungen aus mindestens zwei Komponenten sind, wobei eine der Komponenten die für weiche Materie typische Längenskala im Bereich von Nanometern besitzt. Oft handelt es sich um Teilchen oder Strukturen, die in einer Flüssigkeit suspendiert sind. Diese Teilchen können sehr unterschiedliche Eigenschaften besitzen. Trotzdem können sie in drei Klassen eingeteilt werden (Abb. 1): Kolloide, Polymere und Tensidsysteme. Kolloide können viele verschiedene Formen besitzen; sie können zum Beispiel als Kugeln, Scheiben oder Stäbchen auftreten. Unabhängig von der speziellen Form sollte jedoch unter Einwirkung einer Energie, die maximal in der Größenordnung der thermischen Energie liegt, weder eine deutliche Verformung noch eine Veränderung der inneren Struktur auftreten. Dies ist bei Polymeren anders. Polymere sind lange lineare oder verzweigte Ketten aus kleineren Einheiten, den Monomeren. Diese Ketten verformen sich unter dem Einfluss der thermischen Energie ständig. Trotzdem bleiben die chemischen Bindungen, die die Monomere zusammenhalten, und damit die Ketten, intakt. Hier liegt der Unterschied zu Tensidaggregaten. Diese bestehen auch aus kleineren Einheiten, den Tensidmolekülen. Die einzelnen Tensidmoleküle werden aber nicht durch chemische Bindungen zusammengehalten, sondern durch wesentlich schwächere „physikalische Bindungen“, deren Bindungsenergie nur im Bereich der thermischen Energie liegt. Tensidaggregate unterliegen

deshalb einem dauernden Austausch von Tensidmolekülen und befinden sich somit in einem kontinuierlichen Auf-, Ab- und Umbauprozess.

Die Messmethoden, die zur Untersuchung der Struktur und Dynamik von weicher Materie verwendet werden können, werden durch die Längenskala der weichen Materie bestimmt. Dabei fallen die üblichen Techniken in zwei große Klassen: direkte, abbildende Methoden und indirekte Streumethoden. Relativ große Strukturen liegen in der Größenordnung des sichtbaren Lichts und können daher mit optischer Mikroskopie abgebildet werden, wobei die konfokale Mikroskopie speziell für quantitative Untersuchungen zusehends an Bedeutung gewinnt. Die Auflösung der optischen Mikroskopie reicht allerdings nicht aus, um kleinere Strukturen (unter ein paar Hundert Nanometern) zu beobachten. Dies ist die Domäne der Elektronen- und in Zukunft vermutlich auch der Röntgenmikroskopie. Die Situation bei den Streumethoden ist entsprechend: Für größere Strukturen kann Lichtstreuung benutzt werden, während für kleinere Strukturen aufwändigere Neutronen- oder Röntgenstreuung eingesetzt werden muss. Für eine makroskopische Charakterisierung von weicher Materie, beispielsweise deren mechanischer, optischer, elektrischer oder grenzflächenaktiver Eigenschaften, werden zahlreiche weitere Methoden angewendet.

Im Folgenden sollen die obigen Ausführungen durch eine – notwendigerweise subjektive – Auswahl an Beispielen illustriert werden.

Kolloide als „Modellatome“

In welchem Aggregatzustand ein Stoff vorliegt, wird einerseits durch die thermodynamischen Größen Temperatur, Druck und Konzentration, aber auch durch die Wechselwirkungen zwischen den Atomen oder Molekülen bestimmt. Die Wechselwirkungen hängen von der Art der Atome oder Moleküle ab und lassen sich daher nicht völlig frei wählen. Im Gegensatz dazu können die Wechselwirkungen zwischen Kolloiden praktisch beliebig eingestellt werden (Abb. 2). Betrachtet man Kolloide als große „Modellatome“ und behandelt man die suspendierende Flüssigkeit als unstrukturiertes Medium, so stellen kolloidale Suspensionen ein ideales Modellsystem dar, um Fragen der statistischen Physik experimentell zu untersuchen.

Mit verschiedenen Herstellungsverfahren lässt sich fast die gesamte Bandbreite zwischen harten und weichen Kugeln abdecken. Während eine Überlappung zweier Teilchen immer ausgeschlossen ist, ist dies bei harten Kugeln die einzige gegenseitige Beeinflussung (Abb. 2, rote Linie), wohingegen bei weichen Kugeln die gegenseitige Abstoßung bereits vor dem eigentlichen Kontakt ansteigt. Diese Wechselwirkung ist im Wesentlichen durch die Chemie der Teilchen festgelegt. Sie kann jedoch zusätzlich modifiziert werden. Beispielsweise kann eine anziehende Wechselwirkung durch Zugabe von nicht-adsorbierenden Polymeren hervorgerufen werden (Abb. 2, orange Linie): Dies wird dadurch verursacht, dass die Polymere nicht zwischen zwei Teilchen gelangen können, die sich näher gekommen sind als die Größe der Polymere (Abb. 2, grünes Gebiet). Dadurch stoßen die Polymere nur noch von den jeweils abgewandten Seiten auf die beiden benachbarten Teilchen. Dies führt zu einer Gesamtkraft in Richtung auf das jeweils benachbarte Teilchen und damit zu einer effektiven Anziehung zwischen den Teilchen. Die Reichweite und Stärke dieser anziehenden Wechselwirkung lässt sich durch die Größe und Konzentration des Polymers kontrollieren. Außerdem können Ladungen auf den Teilchen zu ei-

ner Abstoßung führen, deren Reichweite durch Zusatz von Salz kontrolliert werden kann (Abb. 2, blaue Linie). Dies sind nur zwei Beispiele, wie anziehende und abstoßende Wechselwirkungen induziert werden können. Es gibt zahlreiche weitere Möglichkeiten, um die Wechselwirkungen zu beeinflussen.

Außer der Möglichkeit, die Wechselwirkungen fast beliebig zu kontrollieren, haben kolloidale Teilchen durch ihre Größe weitere Vorteile: Sie sind relativ einfach zu beobachten und ihre Dynamik läuft langsamer ab und ist damit Untersuchungen besser zugänglich.

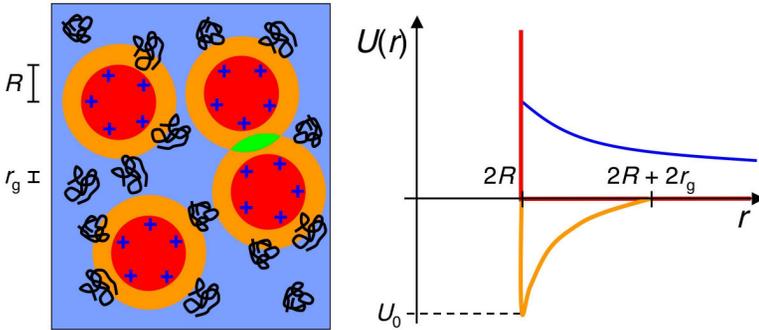


Abb. 2: Das einfache Wechselwirkungspotenzial $U(r)$ harter Kugeln (rote Linie) kann durch Zugabe von nicht-adsorbierenden Polymeren (orange Linie) oder Aufbringen von Ladungen (blaue Linie) modifiziert werden.

Wie erwähnt, werden kolloidale Teilchen als „Modellatome“ benutzt, um das Phasenverhalten in Abhängigkeit von den Wechselwirkungen zu untersuchen (Abb. 3). Betrachten wir zunächst das einfachste System: harte Kugeln. Hier ist die einzige freie Variable die Volumensfraktion Φ der Teilchen (Abb. 3, Volumensfraktionsachse). Für Volumensfraktionen unter 0,494 liegt eine kolloidale Flüssigkeit vor, d. h., die Teilchen sind ungeordnet. Dagegen werden für Volumensfraktionen über 0,545 kolloidale Kristalle mit einer regelmäßigen Anordnung der Teilchen beobachtet.¹ Obwohl es mehr Möglichkeiten gibt, Teilchen ungeordnet als geordnet vorzufinden, ist die Entropie einer kristallinen Ordnung höher, da die einzelnen Teilchen dann ein größeres freies Volumen zur Verfügung haben. Hier handelt es sich also um einen Ordnungsübergang, der durch Entropie verursacht wird. Wird jetzt durch die Zugabe von nicht-adsorbierendem Polymer eine anziehende Wechselwirkung induziert, so kann – unter geeigneten Bedingungen – zusätzlich eine Koexistenz von verdünnten, ungeordneten kolloidalen Gasen mit konzentrierteren, aber ebenfalls auf größeren Längenskalen ungeordneten, kolloidalen Flüssigkeiten beobachtet werden. Kolloidale Systeme – im Gegensatz zu atomaren oder molekularen Systemen – erlauben nun, die Bildung dieser beiden Phasen in Abhängigkeit von den Wechselwirkungen detailliert und quantitativ zu studieren. Studien² zeigten, dass Gas und Flüssigkeit nur gemeinsam existieren können, falls die anziehende Wechselwirkung eine Reichweite von mindestens etwa einem Drittel der Teilchengröße besitzt.

¹ Für Volumensfraktionen zwischen 0,494 und 0,545 findet man eine Koexistenz von Flüssigkeit und Kristall.

² Vgl. beispielsweise Ilett *et al.* (1995).

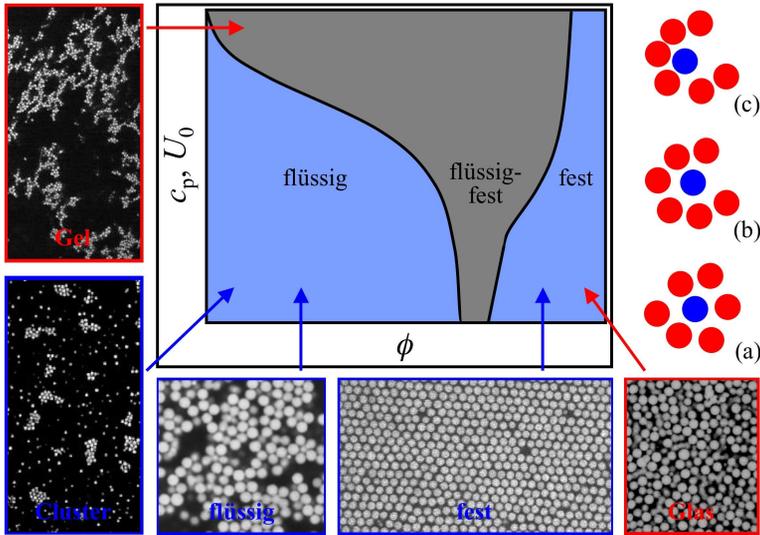


Abb. 3: In Abhängigkeit von der Volumensfraktion Φ und der Stärke der Anziehung U_o bilden sich verschiedene Gleichgewichtsphasen, wie Flüssigkeit, Festkörper und Cluster (blauer Rand), und Nichtgleichgewichtszustände, wie Gläser und Gele (roter Rand). Konfokale Mikroskopieaufnahmen zeigen Beispiele für die Struktur der entsprechenden Proben. Die Stärke der Anziehung U_o wird durch die Konzentration des Polymers c_p kontrolliert, wobei es sich hier um ein relativ kleines Polymer und daher um eine kurzreichweitige Wechselwirkung handelt. Die Sequenz von Strukturen, wie sie bei der Zugabe von Polymer bei hohen Volumensfraktionen beobachtet wird, ist rechts schematisch dargestellt (a-c) mit „abstoßendem Glas“ (a) und „attraktivem Glas“ (c).

Neben diesem Gleichgewichtsverhalten richtet sich das Interesse vermehrt auf Nichtgleichgewichtszustände. Für harte Kugeln stellen ab einer Volumensfraktion von 0,545 bis zur dichtesten Kugelpackung bei einer Volumensfraktion von 0,74 kolloidale Kristalle den thermodynamisch günstigsten Zustand dar. Für Volumensfraktionen über 0,58 wird jedoch eine ungeordnete, flüssigkeitsähnliche Struktur beobachtet (Abb. 3). Die einzelnen Teilchen sind in einem Käfig aus Nachbarpartikeln gefangen (Abb. 3a) und behindern sich dadurch gegenseitig in ihrer Bewegungsfreiheit. Deshalb können sie ihre Gitterplätze nicht erreichen und verharren stattdessen in einem thermodynamisch ungünstigeren, ungeordneten Zustand. Dieser Zustand wird als Glas bezeichnet. Was passiert, wenn nun zusätzlich eine anziehende Wechselwirkung durch Zugabe von nicht-adsorbierendem Polymer induziert wird? Man könnte erwarten, dass die Teilchen noch stärker an ihre Käfige gebunden werden, sich damit ihre Beweglichkeit weiter reduziert und sich die Situation „verschlechtert“. Dies ist jedoch interessanterweise nicht der Fall. Durch die anziehende Wechselwirkung rücken die Nachbarn, die den Käfig bilden, näher zueinander. Dadurch entstehen im Käfig Lücken, durch die gefangene Teilchen entkommen und ihre Gitterplätze aufsu-

chen können (Abb. 3b). Ein kolloidaler Kristall kann gebildet werden. Was beobachten wir bei einer weiteren Erhöhung der Polymerkonzentration und damit einer Verstärkung der anziehenden Wechselwirkung? Die Lücken werden weiter vergrößert. Jetzt entweicht das gefangene Teilchen jedoch nicht, sondern bleibt durch die verstärkte Anziehung in der Nähe seiner Nachbarn und damit im Käfig (Abb. 3c). Insgesamt finden wir daher für hohe Volumensfraktionen Φ , dass mit stärker werdender Anziehung (d. h., wir bewegen uns in Abb. 3 entlang dem rechten Rand nach oben) zunächst ein so genanntes „abstoßendes Glas“, dann ein kolloidaler Kristall und schließlich ein „attraktives Glas“ gebildet wird. Diesen Glas-Glas-Übergang konnten wir erstmals vor wenigen Jahren beobachten.³

Nichtgleichgewichtszustände können jedoch nicht nur bei hohen, sondern auch bei kleinen Volumensfraktionen auftreten. Sind die anziehenden Wechselwirkungen stark und kurzreichweitig (also bei hohen Konzentrationen relativ kleiner Polymere), so können bei geringen Volumensfraktionen fraktale Netzwerke aus kolloidalen Teilchen beobachtet werden, die die ganze Probe durchspannen (Abb. 3). Diese kolloidalen Gele bilden sich anstelle der thermodynamisch günstigeren Koexistenz von Kristall und Flüssigkeit. Sie können jedoch durch geeignete äußere Einwirkungen, wie leichte Scherung, in kolloidale Kristalle überführt werden.

Bei kolloidalen Gelen erstrecken sich die Netzwerke aus Teilchen über die gesamte Probe. Dies ändert sich, wenn die kurzreichweitige Anziehung, die zu den Gelen führt, mit einer langreichweitigen Abstoßung kombiniert wird, was durch das Aufbringen von Ladungen realisiert werden kann. Diese Abstoßung verhindert, dass die aus den Teilchen gebildeten Aggregate beliebig groß werden können. Es bilden sich deshalb einzelne Aggregate, so genannte Cluster (Abb. 3).⁴ Im Gegensatz zu kolloidalen Gelen befinden sich Cluster im Gleichgewicht.

Diese Beispiele sollen illustrieren, dass Kolloide ein relativ einfach zu handhabendes und in einem weiten Bereich kontrollierbares Modellsystem für „große Atome“ sind. Die Analogie zwischen Atomen und kolloidalen Teilchen hat bereits zu sehr interessanten, fundamentalen Entdeckungen geführt und unser Verständnis von komplexen Systemen deutlich erweitert. Dies beruht auch auf einem sehr fruchtbaren Zusammenspiel zwischen Experiment, Theorie und Computersimulation.

Nichtgleichgewichtsverhalten von Tensiden

Tenside sind Moleküle, die aus einem Wasser liebenden (hydrophilen) und einem Öl liebenden (lipophilen) Teil bestehen, die durch eine chemische Bindung miteinander verknüpft sind. Diese Bindung verhindert eine makroskopische Separation der beiden Teile, wie es bei der Mischung zweier getrennter Moleküle – beispielsweise Wasser und Fett beim Aufrahmen von Milch – der Fall wäre. Werden mehrere Tensidmoleküle in eine Flüssigkeit, zum Beispiel Wasser, gegeben, dann lagern sie sich zu einem Tensidaggregat zusammen. In diesen Aggregaten bilden die Öl liebenden Teile einen „Öltropfen“, der durch die Wasser liebenden Teile umgeben und damit vom Wasser abgeschirmt wird. Damit befinden sich beide Teile in einer für sie günstigen Umgebung. Diese „physikalische Bindung“ ist wesentlich schwächer als typische chemische Bindungen und kann deshalb

³ Vgl. Pham *et al.* (2002).

⁴ Vgl. Stradner *et al.* (2004).

leicht gebrochen, geknüpft oder umgelagert werden. Bei Tensidaggregaten handelt es sich daher um supramolekulare Strukturen mit einer enormen Dynamik. Außerdem werden ihre Größe und Form nicht nur von der chemischen Zusammensetzung der Tensidmoleküle bestimmt, sondern hängen auch von Parametern wie der Temperatur, der Konzentration, dem pH-Wert, der Ionenstärke oder der Gegenwart und Konzentration von Kotensiden ab. Dies erfordert einerseits eine genaue Kontrolle dieser Bedingungen, erlaubt aber andererseits eine gezielte Beeinflussung der Größe, Form und Dynamik von Tensidaggregaten. Ihre Form ist sehr vielfältig und schließt kleinere kugelförmige, scheibenförmige und mehr oder weniger flexible, polymerähnliche zylindrische Aggregate, so genannte Mizellen, genauso ein wie große, flache Doppelmembranen. Bei höheren Konzentrationen können diese Aggregate komplexere Strukturen, beispielsweise ein hexagonales Gitter zylindrischer Aggregate oder riesige Stapel von Doppelmembranen, bilden. Außerdem können Tensidaggregate teilweise enorme Mengen an Fetten, Ölen oder anderen wasserunlöslichen Stoffen aufnehmen und je nach Bedingung stabile Mikroemulsionen oder langlebige, aber instabile Emulsionen bilden. Daraus ergibt sich ihre Verwendung als Reinigungsmittel. Weitere, sehr interessante, zum Beispiel mechanische, optische oder grenzflächenaktive Eigenschaften begründen ihre allgemeine technologische Bedeutung.

Das Verständnis von Tensidaggregaten unter Gleichgewichtsbedingungen – wie oben beschrieben – hat sehr große Fortschritte gemacht. Hingegen sind wir bei der Untersuchung von strukturellen Umwandlungen zwischen verschiedenen Aggregatformen und den Möglichkeiten ihrer Kontrolle erst am Anfang. Zwei aktuelle Projekte sollen dies veranschaulichen.

Tenside sind aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Wir benutzen sie täglich, insbesondere zu Reinigungszwecken, in der Form von Waschmittel, Spülmittel, Shampoo, Seife, Bodenreiniger usw. Dabei benutzen wir in der Regel konzentrierte Produkte, die kurz vor oder während des Gebrauchs mit Wasser verdünnt werden. Dies stellt einen Nichtgleichgewichtsvorgang dar, der – trotz seiner enormen industriellen Bedeutung – noch erstaunlich schlecht verstanden ist. Wir interessieren uns besonders für die Vorgänge, die nach dem Kontakt von Doppelmembranenstapeln, so genannter lamellarer Phase, mit Wasser ablaufen.⁵ Dabei können an der Grenzfläche erstaunlich komplexe und faszinierende Strukturen, so genannte Myeline, auftreten (Abb. 4A). Myeline sind zylinderförmig mit einem äußeren Durchmesser von einigen hundertstel Millimetern und einer lauchähnlichen Struktur mit zahlreichen konzentrischen Doppelmembranen. Weder der Grund für ihre Bildung noch die Ursachen für ihre teilweise außergewöhnlichen Formen sind bekannt. Wir versuchen zum besseren Verständnis sowohl der Myeline als auch der Auflösung von Tensidaggregaten im Allgemeinen beizutragen. Wir haben inzwischen Hinweise auf die Parameter, die das Wachstum der Myeline und anderer Strukturen bestimmen. Damit können wir beginnen, das anfängliche Wachstum von „Tensidtropfen“ quantitativ zu verstehen und auch vorauszusagen.

Während das obige Projekt der Auflösung von Stapeln von Doppelmembranen gewidmet ist, untersuchen wir auch die Bildung von Doppelmembranen. Zellmembranen stellen natürliche Beispiele für Doppelmembranen dar und sind mit für das große internationale Interesse an Doppelmembranen verantwortlich. Sie müssen vielfältige Aufgaben erfüllen,

⁵ Vgl. Buchanan *et al.* (2000).

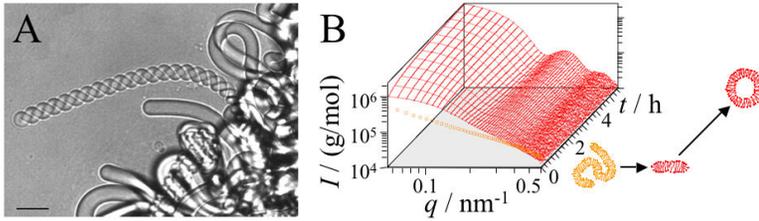


Abb. 4: (A) Nach dem Kontakt von lamellarer Phase (rechts) mit Wasser (links) können Instabilitäten an der Grenzfläche, so genannte Myeline, beobachtet werden. Der Balken entspricht 20 μm . (B) Der Übergang von zylindrischen Mizellen zu Vesikeln kann mit zeitaufgelöster Kleinwinkelneutronenstreuung verfolgt werden. Die Entwicklung der Streuintensität $I(q)$ als Funktion des Streuvektors q mit der Zeit t erlaubt Rückschlüsse auf die Sequenz intermediärer Strukturen.

darunter die Signalweitergabe, die Aufnahme von Nährstoffen oder die Verhinderung von Viren- oder Toxininkorporation. Diese Aufgaben erfordern unterschiedliche strukturelle Umwandlungen der Zellmembran und damit Nichtgleichgewichtsvorgänge. Wir untersuchen einfache Modelle für Zellmembranen, so genannte Vesikel. Vesikel sind geschlossene Doppelmembranen, d. h. Kugelschalen, in deren Innerem sich Lösungsmittel befindet. Wir interessieren uns besonders für die Bildung von Vesikeln – und damit Doppelmembranen – aus kleinen kugelförmigen oder zylindrischen Mizellen. Die Kleinwinkelneutronenstreuung ist eine sehr leistungsfähige Messmethode, um diese Aggregate zu untersuchen. Durch technische Weiterentwicklungen konnte die Zeitauflösung von Neutronenstreuexperimenten so weit verbessert werden, dass wir den Übergang von Mizellen zu Vesikeln mit zeitaufgelöster Neutronenstreuung verfolgen konnten (Abb. 4B).⁶ Inzwischen konnten wir diese experimentellen Ergebnisse durch ein theoretisches Modell erklären, das diesen Übergang quantitativ beschreibt.⁷ Während diese Vesikel nur ein einziges Lipid enthalten, bestehen Zellmembranen aus zahlreichen verschiedenen Lipiden. Gemischte Doppelmembranen, insbesondere die Anordnung und Dynamik der verschiedenen Lipide innerhalb der Doppelmembran, versprechen noch zahlreiche, interessante physikalische Überraschungen bereitzuhalten, denen wir uns vermehrt widmen.

Biomoleküle

Wichtige Biomoleküle, wie Proteine, DNA⁸ und Lipide, fallen aus Sicht der Physik in den Bereich der weichen Materie. Warum gelingt es, biologische Systeme trotz ihrer Komplexität mit den relativ einfachen Konzepten der weichen Materie erfolgreich zu beschreiben? Wenn wir die Eigenschaften von Kolloiden oder Tensiden beschreiben, berücksichtigen wir – wie oben ausgeführt – deren chemische Zusammensetzung nicht oder nur sehr eingeschränkt. Trotz oder gerade wegen dieser starken Einschränkung oder „Vergrößerung“ gelingt es, die wesentlichen Eigenschaften dieser teilweise enorm komplexen Systeme

⁶ Vgl. Egelhaaf und Schurtenberger (1999).

⁷ Vgl. Leng *et al.* (2003).

⁸ Desoxyribonukleinsäure

erfolgreich zu erfassen. Diese grundlegenden physikalischen Konzepte lassen sich dann auf ganze Klassen von Systemen anwenden. Ähnlich ist das Vorgehen bei Biomolekülen, wenn Proteine als Kolloide, DNA als Polymer und komplexe Mischungen aus Lipiden als Tensidsysteme behandelt werden. Inzwischen wird bereits versucht, Eigenschaften von ganzen Zellen oder Bakterien so zu beschreiben. Diese Vergrößerung liefert nicht nur wichtige Information über die wesentlichen Charakteristika von biologischen Systemen, sondern kann auch Hinweise auf deren Besonderheiten geben, wenn die Vergrößerung nicht gelingt.

Das Wechselspiel zwischen den Lebenswissenschaften und der Physik der weichen Materie findet auf verschiedenen Ebenen statt, deren Grenzen allerdings oft verschwimmen. Einerseits können in der Physik entwickelte Messtechniken und Konzepte auf Fragestellungen der Lebenswissenschaften angewendet werden, um mit Hilfe der Physik zu deren Lösung beizutragen. Zwei Beispiele werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt. Andererseits können biologische Systeme als gut definierte Modellsysteme zur Beantwortung physikalischer Fragestellungen benutzt werden. Dies ist beispielsweise bei den oben erwähnten Vesikeln der Fall. Außerdem haben wir Untersuchungen zum oben beschriebenen Phasenverhalten nicht nur mit den erwähnten synthetischen Kolloiden durchgeführt, sondern auch mit Proteinlösungen, die im Gegensatz zu synthetischen Kolloiden aus vollständig identischen Teilchen bestehen. Dabei profitiert die Physik von einem idealen Modellsystem, das von der Biologie bereitgestellt wird. Gleichzeitig fördern diese Studien unser Wissen über das Phasenverhalten von Proteinlösungen, insbesondere über die Bedingungen für Proteinkristallisation.⁹ Biologische Fragestellungen können auch zu interessanter „biologieinspirierter Physik“ führen, die nicht mehr unbedingt von direkter Relevanz für die Lebenswissenschaften ist. Die oben vorgestellten Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Vesikeln, insbesondere solche an Modellsystemen, die aus Lipidmischungen bestehen, werden maßgeblich durch biologische Systeme inspiriert, können aber auch innerhalb der Physik als völlig eigenständige, faszinierende Fragestellungen bestehen.

Das *Proliferating Cell Nuclear Antigen* (PCNA) ist ein Protein, das als Trimer DNA umschließen kann und dann als „bewegliche Plattform“ für andere Proteine dient. Es wurde angenommen, dass PCNA in Lösung als Monomer vorliegt und erst in der Gegenwart von DNA Trimere gebildet werden, die dann diese DNA umschließen. Dies wäre ein einfacher Mechanismus, um Positionen innerhalb einer üblicherweise sehr langen DNA zu erreichen. Wir haben diesen Mechanismus mit Hilfe der Kleinwinkelneutronenstreuung an Lösungen von humanem PCNA überprüft.¹⁰ Aber selbst bei Abwesenheit von DNA konnten wir nur Trimere finden. Deren Streuintensität wurde als Funktion des Streuwinkels genau bestimmt (Abb. 5A), um Informationen über die Struktur des Trimers in Lösung zu erhalten. Basierend auf der bekannten Kristallstruktur von Hefe-PCNA haben wir die erwartete Streukurve errechnet (Abb. 5A, blaue Kurve), die zwar im Wesentlichen mit der gemessenen Streukurve übereinstimmt, aber dennoch signifikante Abweichungen zeigt. Diese Abweichungen können entweder auf Unterschieden zwischen Hefe- und humanem PCNA oder zwischen Kristall- und Lösungsstruktur beruhen. Eine eindeutige Zuordnung der Abweichungen ist durch die Komplexität der Proteinstruktur mit ihren etwa 10.000

⁹ Vgl. Tanaka *et al.* (2004).

¹⁰ Vgl. Schurtenberger *et al.* (1998).

Atomen jedoch sehr schwierig. Hier kann die beschriebene Methode der Vergrößerung weiterhelfen. Jedes PCNA-Molekül besteht aus zwei sehr ähnlich gefalteten Domänen, so dass für das Trimer eine sechsfache Symmetrie erwartet wird. Das einfachste Modell, das die für das Trimer charakteristische Eigenschaft der sechsfachen Symmetrie beinhaltet, ist ein Hexamer-Modell. Die Streukurve für das Hexamer-Modell zeigt, von einer kleinen Abweichung abgesehen, eine verblüffende Übereinstimmung mit den Neutronenstreudaten (Abb. 5A, grüne Kurve). Die Abweichung bei $q \sim 3 \text{ nm}^{-1}$ lässt sich auf die angenommenen Kontaktpunkte – anstelle von realistischeren Kontaktflächen – zwischen den Kugeln des Hexamer-Modells zurückführen. Die erfolgreiche Untersuchung der Lösungsstruktur eines Proteins wurde hier durch die Anwendung einer physikalischen Messtechnik und der entsprechenden Auswertungsmethode ermöglicht.

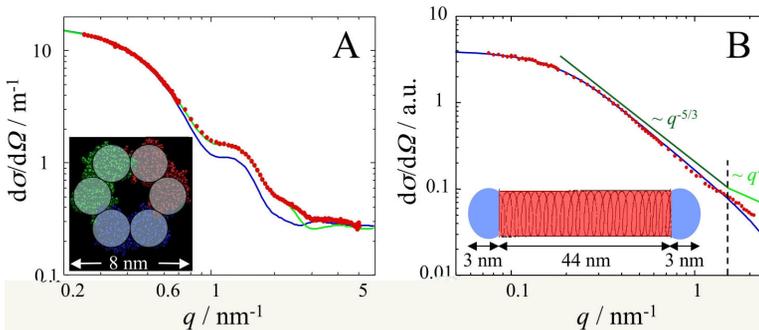


Abb. 5: Die Kleinwinkelneutronenstreuung erlaubt die Bestimmung der Lösungsstruktur von Biomolekülen. Die Abbildungen zeigen die normalisierte Streuintensität $d\sigma/d\Omega$ als Funktion des Streuvektors q . (A) Die Streudaten von humanem PCNA (rote Punkte) wurden mit den Daten verglichen, die aufgrund der Kristallstruktur von Hefe-PCNA (blaue Linie) bzw. einem einfachen Hexamer-Modell (grüne Linie) berechnet worden waren. (B) Die Streudaten des Mittelteils von Gluten wurden mit Hilfe von Konzepten, die in der Polymerphysik entwickelt wurden, ausgewertet. Für ein flexibles Polymer mit ausgeschlossenen Volumen fällt die Intensität proportional zu $q^{-5/3}$ ab, während für einen steifen Zylinder oder – wie hier – für ein Polymer auf Längenskalen unter der Persistenzlänge die Intensität proportional zu q^{-1} abfällt.

Das Protein Gluten ist einer der Hauptbestandteile von Brot. Es besteht aus einem zylindrischen Mittelteil, der von zwei globulären Domänen flankiert wird. Die globulären Enden verschiedener Proteine sind durch Disulfidbrücken miteinander verbunden und bilden so ein elastisches Netzwerk. Es wurde davon ausgegangen, dass der etwa 50 nm lange, zylindrische Mittelteil steif sei. Wir untersuchten diese Annahme mit Hilfe der Kleinwinkelneutronenstreuung detailliert¹¹ und stellten fest, dass das Gegenteil der Falls ist: Der zylindrische Mittelteil ist sehr flexibel. Eine genaue Auswertung unserer Streudaten (Abb. 5B) mit Hilfe moderner Methoden der Polymerphysik erlaubte es uns, die Flexibilität, den Durchmesser und die Konturlänge des Mittelteils quantitativ zu bestimmen. Basierend auf diesen Werten und Theorien der Elastizität von Polymernetzwerken können

¹¹ Vgl. Egelhaaf *et al.* (2003).

wir nun versuchen, die mechanischen Eigenschaften von Glutennetzwerken quantitativ zu verstehen. Hier werden daher nicht nur Messmethoden aus der Physik für ein biotechnologisches Problem benutzt, sondern auch Theorien und Konzepte, die in der Physik der weichen Materie entwickelt wurden, in enger Zusammenarbeit mit Lebenswissenschaftlern angewendet.

Zusammenfassung

Die Physik der weichen Materie ist ein relativ junges Gebiet der Physik, in dem versucht wird, komplexe Systeme mit Strukturen in der Größenordnung von Nanometern besser zu verstehen. Dabei richtet sich das internationale Interesse vermehrt auf komplizierte Systeme, beispielsweise Mischungen aus verschiedenartigen Teilchen, oder komplizierte Bedingungen, insbesondere Nichtgleichgewichtsbedingungen.¹² Letztere schließen den Einfluss äußerer Kräfte ebenso ein wie Übergänge zwischen verschiedenen Gleichgewichtszuständen, wobei die Übergänge – wie bei den oben erwähnten Gläsern – nicht zwingend vollständig ablaufen müssen, sondern auch zu instabilen, aber sehr langlebigen Zuständen führen können.

Außer synthetischen Systemen werden auch verschiedene Biomoleküle, wie Proteine, DNA oder Zellmembranen, mit den Messtechniken und Konzepten, die in der Physik der weichen Materie entwickelt wurden, studiert. Insbesondere das zunehmende Interesse an immer komplexeren Systemen sowie Nichtgleichgewichtsbedingungen erhöht die Relevanz für Fragestellungen der Lebenswissenschaften. Sowohl die Lebenswissenschaften als auch die Physik können von diesen Wechselwirkungen profitieren.

Durch die „alltägliche“ Größenordnung von Systemen, die der weichen Materie zugeordnet werden, schließen diese auch zahlreiche Produkte, besonders Nahrungsmittel, Reinigungsmittel, Kunststoffe und andere moderne Werkstoffe, ein. Dies begründet die technologische Bedeutung der weichen Materie. Auch dabei sind oft Nichtgleichgewichtsbedingungen besonders interessant, da diese in industriellen Prozessen und zahlreichen Produkten angetroffen werden.

Das Gebiet der weichen Materie lebt von diesem interdisziplinären Wechselspiel, das sich von der Physik bis zur Chemie und Biologie, aber auch zur Medizin und Pharmazie erstreckt. Außerdem reicht es von sehr grundlegenden Fragestellungen bis zu vielfältigen technologischen Anwendungen. Es ist nicht zuletzt diese sich gegenseitig ergänzende Vielfalt, die den Bereich der weichen Materie zu einem faszinierenden interdisziplinären Forschungsgebiet macht, das sich im Moment sehr dynamisch entwickelt.

Literatur

- BUCHANAN, Mark, Stefan U. EGELHAAF und Michael E. CATES. „Dynamics of interface instabilities in nonionic lamellar phases“, *Langmuir* 16 (2000), 3718-3726.
- EGELHAAF, Stefan U. und Peter SCHURTENBERGER. „Micelle-to-vesicle transition: a time-resolved structural study“, *Physical Review Letters* 82 (1999), 2804-2807.

¹² Vgl. Löwen (2001).

- EGELHAAF, Stefan U., Eric VAN SWIETEN, Tjibbe BOSMA, Esther DE BOEF, Alard A. VAN DIJK und George T. ROBILLARD. „Size and shape of the repetitive domain of high molecular weight wheat gluten proteins. I. Small-angle neutron scattering“, *Biopolymers* 69 (2003), 311-324.
- ILETT, Steve M., Alison ORROCK, Wilson C. K. POON und Peter N. PUSEY. „Phase behaviour of a model colloid-polymer mixture“, *Physical Review E* 51 (1995), 1344-1352.
- LENG, Jacques, Stefan U. EGELHAAF und Michael E. CATES. „Kinetics of the micelle-to-vesicle transition: aqueous lecithin-bile salt mixtures“, *Biophysical Journal* 85 (2003), 1624-1646.
- LÖWEN, Hartmut. „Colloidal soft matter under external control“, *Journal of Physics: Condensed Matter* 13 (2001), R415-R432.
- PHAM, Khoa N., Antonio M. PUERTAS, Johan BERGENHOLTZ, Stefan U. EGELHAAF, Abdellatif MOUSSAID, Peter N. PUSEY, Andrew B. SCHOFIELD, Michael E. CATES, Matthias FUCHS und Wilson C. K. POON. „Multiple glassy states in a simple model system“, *Science* 296 (2002), 104-106.
- SCHURTENBERGER, Peter, Stefan U. EGELHAAF, Robert HINDGES, Giovanni MAGA, Zophonías O. JÓNSSON, Roland P. MAY, Otto GLATTER und Ulrich HÜBSCHER. „The solution structure of functionally active human proliferating cell nuclear antigen determined by small-angle neutron scattering“, *Journal of Molecular Biology* 275 (1998), 123-132.
- STRADNER, Anna, Helen SEDGWICK, Frédéric CARDINAUX, Wilson C. K. POON, Stefan U. EGELHAAF und Peter SCHURTENBERGER. „Equilibrium cluster formation in concentrated protein solutions and colloids“, *Nature* 432 (2004), 492-495.
- TANAKA, Shinpei, Stefan U. EGELHAAF und Wilson C. K. POON. „Crystallization of a globular protein in lipid cubic phase“, *Physical Review Letters* 92 (2004), 128102-1-128102-4.

THOMAS HEINZEL

Nanoelektronik und mesoskopischer Transport

Die Miniaturisierung der Elektronik

Die rasant voranschreitende Entwicklung der Elektronik hat in den letzten 40 Jahren unseren Alltag massiv verändert, vielleicht mehr als jede andere Technologie. Die Älteren unter uns erinnern sich sicherlich noch gut an ihre erste Begegnung mit einem Taschenrechner zu Beginn der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts. Hunderte von Euro kosteten sie und beherrschten die vier Grundrechenarten. Von Mobiltelefonen, PCs, globalen Positioniersystemen und Internet war noch keine Rede. Auch heutzutage bietet die Halbleiterindustrie keine „ausgereiften“ Produkte an in dem Sinne, dass auch in zehn Jahren ihre Funktionalität noch interessiert, wie dies beispielsweise bei Waschmaschinen oder Kühlschränken der Fall ist. Die Fortschritte in der Mikroelektronik sind im Wesentlichen auf eine dramatische Verkleinerung ihres Grundbausteins, des Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistors (MOSFET)¹, zurückzuführen. Gordon Moore, einer der Mitbegründer der Firma Intel, formulierte 1965 das Moore'sche Gesetz, demzufolge sich die Dichte der Transistoren in Mikrochips alle 18 Monate verdoppelt.² Diese Faustregel hat erstaunlicherweise bis heute ihre Gültigkeit, auch wenn in den letzten Jahren eine leichte Verlangsamung der Miniaturisierung zu beobachten war. So liegt die Frage nahe, wie lange dieser Prozess wohl noch vonstatten gehen wird. Betrachten wir hierzu ein elementar, ja banal anmutendes Beispiel, das jedoch sehr weit reicht: einen leitenden Draht. MOSFETs sind durch Drähte untereinander verkabelt; darüber hinaus kann ihr aktiver Kanal als Draht mit abstimmbarer Leitfähigkeit betrachtet werden. Wie sich die elektronischen Eigenschaften eines Drahtes verändern, wenn dessen Länge und/oder Querschnitt reduziert wird, ist somit von elementarer Bedeutung.

Mesoskopische Drähte

In einem herkömmlichen Draht gehorcht der elektrische Strom dem Ohm'schen Gesetz, $\text{Spannung} = \text{Widerstand} \times \text{Strom}$ ($U = R \times I$). Wie dünn darf ein Draht sein, bevor dieses Gesetz seine Gültigkeit verliert?

Man kann das Ohm'sche Gesetz mit Hilfe des Boltzmann-Modells herleiten, das auf einer ganzen Reihe von Annahmen beruht. Die Elektronen können herbei als inkohärente, untereinander nicht wechselwirkende Teilchen aufgefasst werden, die der Fermi-Dirac-Statistik genügen und an einem Ensemble von Kristallimperfectionen im Festkörper gestreut werden. Wesentliche Eigenschaften der Elektronen, wie ihr Spin, ihre Wechselwirkung untereinander oder die Tatsache, dass es sich um Wellenpakete mit der Fähigkeit zur Interferenz handelt, gehen in das Modell nicht, oder nur auf indirekte Weise, ein. Trifft

¹ Vgl. Sze (1985).

² Vgl. Moore (1965).

zumindes eine der Annahmen nicht mehr zu, so verlässt man den Gültigkeitsbereich des Boltzmann-Modells und betritt das mesoskopische Regime, das durch die im Folgenden diskutierten charakteristische Längen- und Energieskalen charakterisiert wird (siehe Abb. 1). Die Problematik für die konventionelle Elektronik wird jeweils skizziert, woran sich eine Diskussion der sich ergebenden Möglichkeiten anschließt.

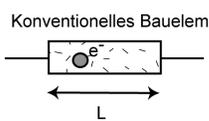
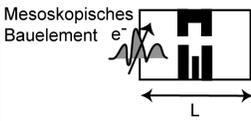
 <p>Konventionelles Bauelement</p>	 <p>Mesoskopisches Bauelement</p>
$L \gg l_e$ diffusiv	$L \lesssim l_e$ ballistisch
$L \gg l_\phi$ inkohärent	$L \lesssim l_\phi$ kohärent
$L \gg \lambda_F$ kontinuierliches Spektrum	$L \lesssim \lambda_F$ Grössenquantisierung
$e^2/C < k_B \Theta$ keine Einzel-Elektron Effekte	$e^2/C \gtrsim k_B \Theta$ Einzel-Elektron Ladeeffekte
$L \gg l_s$ Spin irrelevant	$L \lesssim l_s$ Spineffekte

Abb. 1: Längen- und Energieskalen des konventionellen Regimes (links) im Vergleich mit dem mesoskopischen Regime (rechts). Hierbei bezeichnet l_e die mittlere freie Weglänge, l_ϕ die Kohärenzlänge, λ_F die Fermi-Wellenlänge und l_s die Spinstreulänge der Elektronen (der Spin ist durch den Pfeil angedeutet). C ist die Kapazität des Bauelements und Θ bezeichnet dessen Temperatur.

Ballistischer Quantentransport

Die mittlere freie Weglänge l_e der Elektronen legt den Widerstand fest. Solange die räumliche Abmessung des Drahtes L groß gegenüber l_e ist, hat das Boltzmann-Modell in aller Regel seine Gültigkeit. Die elementare Festkörperphysik sagt uns, dass Elektronen in einem perfekt periodischen Potenzial nicht gestreut werden. Vielmehr sind Kristallimperfectionen, worunter auch die intrinsischen Gitterschwingungen zu verstehen sind, für den Widerstand verantwortlich. Da l_e bei Raumtemperatur in Metallen und Halbleitern typisch wenige Nanometer (nm) beträgt, lassen sich auch die derzeit aktuellen Transistoren mit ihren Kanallängen von mehr als 150 nm noch gut durch das Boltzmann-Modell beschreiben. Was geschieht, wenn die Abmessungen des Drahtes in den Bereich von l_e kommen?

Da man nur sehr schwer Drähte mit Durchmessern und Längen von weniger als 10 nm herstellen kann, präpariert man häufig Strukturen mit Abmessungen im Bereich von 100 nm und führt die Experimente bei tiefen Temperaturen von 4 K (Kelvin) oder darunter durch. Durch das Abkühlen werden die Gitterschwingungen „eingefroren“, wodurch sich l_e dramatisch erhöht. Auch die Längenskalen l_ϕ und l_s wachsen mit sinkender Temperatur stark an. Es sei jedoch betont, dass die typischen mesoskopischen Effekte nicht prinzipiell nur bei tiefen Temperaturen auftreten, wie dies beispielsweise bei der Supraleitung der Fall ist.

Betrachten wir nun ein Extrembeispiel eines mesoskopischen Drahtes, den man *ballistischen Quantendraht* nennt. Länge und Durchmesser eines solchen Drahtes sind bei tiefen Temperaturen wesentlich geringer als l_e , so dass es keine Streuung gibt. Der Durchmesser ist außerdem mit der De-Broglie-Wellenlänge der Elektronen an der Fermi-Kante (Fermi-Wellenlänge) vergleichbar, so dass der Draht einen quasi-eindimensionalen Wellenleiter für Elektronen darstellt. Derartige Strukturen lassen sich besonders gut in so genannten Ga[Al]As-Heterostrukturen³ (Abb. 2) herstellen, die seit langem ein „Arbeitspferd“ der mesoskopischen Physik sind.

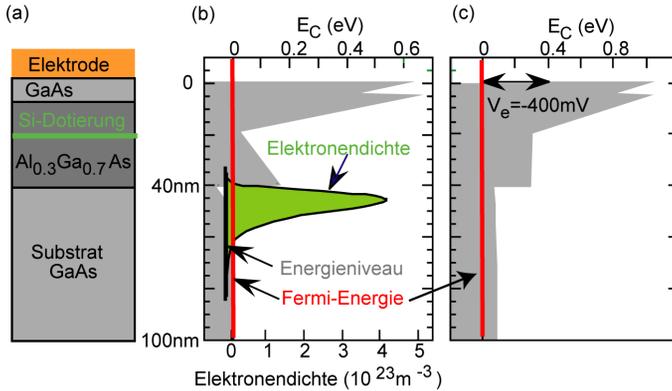


Abb. 2: Aufbau (a) und Leitungsband-Potenziallandschaft (b) einer Ga[Al]As-Heterostruktur. Elektronen, die von der Si-Dotierschicht abgegeben werden, sammeln sich an der GaAs-Al_{0,3}Ga_{0,7}As-Grenzfläche und bilden dort ein zweidimensionales Elektronengas. Durch Anlegen einer negativen Spannung an einer auf der Oberfläche definierten Elektrode kann die Dichte des Elektronengases angestimmt bzw. zum Verschwinden gebracht werden (c).

In diesen geschichteten Halbleitern lassen sich zweidimensionale Elektronengase definieren, die nicht nur eine im Vergleich zu konventionellen Metallen deutlich geringere Elektronendichte und damit eine größere Fermi-Wellenlänge besitzen, sondern auch extrem hohe freie Weglängen von bis zu 100 μ m (Mikrometer) aufweisen. Darüber hinaus lassen sich diese Elektronengase mittels Elektrodengeometrien an der Oberfläche sowohl strukturieren als auch parametrisch abstimmen.

Es kann mit Leichtigkeit eine Struktur in Ga[Al]As hergestellt werden, die sich bei tiefen Temperaturen als Quantendraht in oben genanntem Sinne verhält (siehe Abb. 3).

Entgegen der naiven Erwartung eines unendlich hohen Leitwertes beobachtet man einen endlichen Wert, der ein ganzzahliges Vielfaches von $2\frac{e^2}{h} = \frac{1}{12908} \Omega$ (Ohm) beträgt, und dies mit einer Genauigkeit von ca. einem Prozent.⁴

Um diese Beobachtung zu interpretieren, benötigt man zunächst ein Modell, das auf ein System ohne Streuzentren anwendbar ist. Ein entsprechender Formalismus wurde von

³ Vgl. Pfeiffer *et al.* (1989).

⁴ Vgl. van Wees *et al.* (1988).

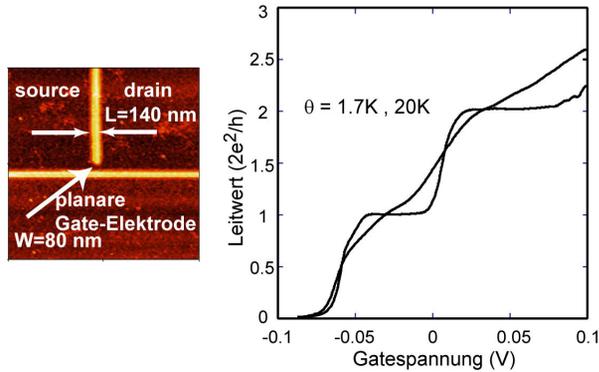


Abb. 3: Links: Rastersondenmikroskopaufnahme der Oberflächentopographie eines abstimmbaren ballistischen Quantendrahtes, der in einer Ga[Al]As-Heterostruktur definiert ist. Das zweidimensionale Elektronengas befindet sich 40 nm unterhalb der Oberfläche. Die hellen Oxidlinien bilden isolatorische Bereiche, so dass die *Source*- und *Drain*-Kontakte über einen ca. 80 nm breiten und ca. 40 nm langen Kanal miteinander verbunden sind. Die Drahtbreite kann durch Anlegen einer Spannung an der planaren Gateelektrode abgestimmt werden. Rechts: der Leitwert des Quantendrahtes weist bei tiefen Temperaturen Plateaus auf, die in Einheiten von $2\frac{e^2}{h}$ quantisiert sind und bei ca. 20 K verschwinden (vgl. Heinzel 2003).

Rolf Landauer⁵ und Markus Büttiker⁶ entwickelt und berechnet den Leitwert quasi-eindimensionaler Leiter aus quantenmechanischen Transmissionsamplituden.

In seiner einfachsten Form ergibt sich aus diesem Modell der Zusammenhang zwischen Strom I und angelegter Spannung V (Landauer-Büttiker-Formel) zu

$$I = \frac{e^2}{h} NTV, \quad (1)$$

wobei T die Transmissionswahrscheinlichkeit einer Mode und N die Zahl der besetzten Moden bezeichnet. In unserem Fall ist $T = 1$, so dass sich ein Leitwert von $G = \frac{e^2}{h}$ für jede besetzte Mode ergibt. Interpretiert wird dieser Effekt wie folgt: Der Gesamtwidestand zwischen *Source* und *Drain* besteht aus einer Hintereinanderschaltung des eigentlichen Drahtwidestands, der verschwinden sollte, und einem quantisierten Einkoppelwidestand, der dadurch entsteht, dass die Elektronen aus den Kontakten in die Moden des Drahtes eingefädelt werden müssen. Hierbei kann man die Moden als unabhängig voneinander und parallel zueinander geschaltet betrachten. Der um den Faktor 2 erhöhte gemessene Leitwert hat seinen Ursprung in der Spinartung der Moden. Tatsächlich hat man vor kurzem diese Interpretation durch Vierpunktmessungen experimentell untermauert, in denen man demonstrieren konnte, dass Widerstand im Inneren eines ballistischen Quantendrahtes tatsächlich verschwindet.⁷

⁵ Vgl. Landauer (1957).

⁶ Vgl. Büttiker (1988).

⁷ Vgl. de Picciotto *et al.* (2001).

Drähte mit geringem Widerstand im Bereich von wenigen Ohm besitzen daher viele, d. h. Hunderte von besetzten Moden. Ihr Durchmesser ist groß gegenüber l_e . Sollten zukünftige Bauelemente aus derartigen Quantendrähten bestehen oder durch sie miteinander verbunden sein, so steht eine niederohmige Verbindung *prinzipiell* im Widerspruch zu geringen Abmessungen.

Interessanterweise gibt es bereits eine äußerst wichtige Anwendung von Quantendrähten, nämlich unseren Widerstandsstandard. Seit 1990 wird der Widerstand weltweit durch den *Quanten-Hall-Effekt* definiert.⁸ Dieser Effekt, eine der spektakulärsten Entdeckungen der letzten 30 Jahre in der Festkörperphysik,⁹ ist in Abbildung 4 skizziert. Zunächst sei kurz an den klassischen Hall-Effekt erinnert, der eine Standardmethode zur Bestimmung von Elektronendichten in Metallen ist. Der transversale (Hall-)Widerstand R_{xy} eines Metallstreifens ergibt sich zu

$$R_{xy} = -\frac{B}{ne}, \quad (2)$$

wobei B das angelegte Magnetfeld ist und n die Elektronendichte bezeichnet.

Führt man dieses Experiment an zweidimensionalen Elektronengasen durch, so stellt man fest, dass der Hall-Widerstand gemäß

$$R_{xy} = -\frac{1}{j} \frac{h}{e^2}, \quad (3)$$

quantisiert, wobei j eine ganze Zahl ist, die vom Magnetfeld abhängt.

Die Ähnlichkeit zwischen den Gleichungen (3) und (1) lässt vermuten, dass die Erklärung des Quanten-Hall-Effekts etwas mit Quantendrähten zu tun hat. In der Tat kann man ein zweidimensionales Elektronengas in einem hohen Magnetfeld als ein Netzwerk aus Quantendrähten verstehen. Weit von den Rändern entfernt bewegen sich die Elektronen auf lokalisierten Zyklotronbahnen, so dass sie keinen Strom tragen können. Am Rand der Probe hingegen führt die Kreisbewegung der Elektronen zu häufigen Stößen mit der Wand (Abb. 4 rechts), wodurch sie sich von Kontakt zu Kontakt entlang von Randkanälen bewegen können (Einsatz in Abb. 4 links). Dieser Transport ist eindimensional und widerstandslos, da Streuzentren einfach umfahren werden. Die Landauer-Büttiker-Formel verallgemeinert sich für das Quantendrahtnetzwerk aus Abbildung 4 zu

$$I_p = \frac{e^2}{h} \sum_q (T_{qp} V_p - T_{pq} V_q).^{10} \quad (4)$$

Hierbei ist I_p der von Kontakt p emittierte Gesamtstrom, V_q das Potenzial von Kontakt q und T_{qp} die Transmission von Kontakt p in Kontakt q . Löst man das resultierende Gleichungssystem, so findet man

$$R_{xy} = \frac{V_y}{I_x} = -\frac{1}{j} \frac{h}{e^2} \quad ; \quad R_{xx} = \frac{V_x}{I_x} = 0, \quad (5)$$

⁸ Vgl. Gruber (2004).

⁹ Vgl. v. Klitzing *et al.* (1980).

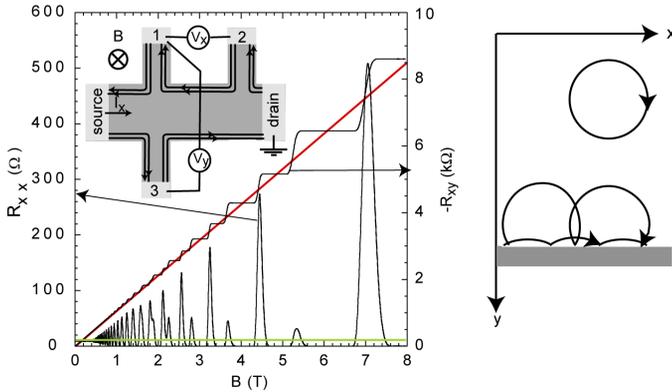


Abb. 4: Links: Eine Messung des Hall-Widerstands $R_{xy} = \frac{V_y}{I_x}$ bei konventionellen Metallen ergibt eine Gerade mit der Steigung $-\frac{1}{ne}$. In zweidimensionalen Elektronengasen hingegen beobachtet man quantisierte Hall-Widerstände. Damit einher geht eine ausgeprägte Oszillation des longitudinalen Widerstands R_{xx} mit verschwindendem Widerstand zwischen den Maxima. Semiklassisch hingegen ist R_{xx} unabhängig von B . Rechts: Im Quanten-Hall-Bereich fließt der Strom über eindimensionale Zustände entlang des Randes (grauer Bereich).

womit die Quantisierung des Hall-Widerstands als Kontaktwiderstand in obigem Sinne interpretiert werden kann. Die ganze Zahl j gibt die Anzahl der bevölkerten Randkanäle an. Bei hinreichend hohen Magnetfeldern wird die Spinartung aufgehoben. Beim Übergang zwischen den Plateaus hingegen werden die Zyklotronradien in den Randkanälen so groß, dass Streuung an die gegenüberliegende Wand möglich wird, wodurch die Koeffizienten T_{qp} modifiziert werden.

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig beispielsweise gibt die Genauigkeit ihres Quanten-Hall-Widerstandsstandards mit einem Milliardstel an.¹¹ Die Genauigkeit der Quantisierung dieser Quanten-Hall-Plateaus ist somit wesentlich höher als diejenige, die in dem in Abbildung 3 gezeigten Quantendraht auftritt. Der Grund ist leicht ersichtlich. In dem in Abbildung 4 dargestellten System sind die von links nach rechts laufenden Zustände räumlich von den entgegengesetzt laufenden Zuständen getrennt: Das Elektronensystem ist chiral. Dadurch wird eine Rückstreuung der Elektronen sehr stark unterdrückt.

Es sei noch angemerkt, dass die Messung des Widerstandsquants $\frac{h}{e^2}$ auch eine genaue Messung der in der Physik extrem wichtigen Feinstrukturkonstante ist, da die Lichtgeschwindigkeit per Definition festgelegt ist.

Spintransport

Quasi-eindimensionale Quantendrähte spielen auch eine sehr wichtige Rolle auf dem Gebiet der Spinelektronik, was anhand eines Beispiels verdeutlicht werden soll. Die kon-

¹¹ Vgl. Gruber (2004).

ventionelle Elektronik nutzt fast ausschließlich die Ladung der Elektronen und ignoriert deren Spin. Ausnahmen sind die Leseköpfe von Festplatten, die seit einigen Jahren den *giant magnetoresistance*-Effekt (GMR-Effekt),¹² einen spinabhängigen Widerstand, ausnutzen, sowie die seit kurzer Zeit am Markt existierenden Speicherzellen, die auf dem *tunneling magnetoresistance*-Effekt (TMR-Effekt)¹³ beruhen, der mit dem GMR-Effekt eng verwandt ist. Die Spinelektronik befasst sich allgemein mit Auswirkungen des Elektronenspins auf den Widerstand. Ein fundamentales Konzept dieses Feldes ist der Datta-Das-Spin-Feldeffekttransistor (SFET), der bereits 1990 vorgeschlagen wurde,¹⁴ aber bis heute nicht experimentell realisiert ist. Ein Quantendraht spielt eine wichtige Rolle in diesem Bauelement (siehe Abb. 5).

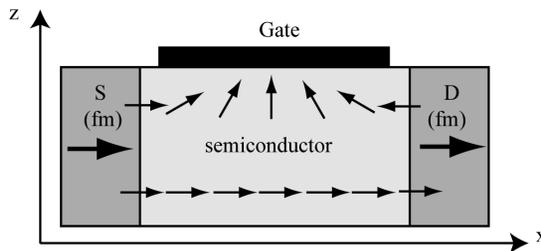


Abb. 5: Konzept des SFETs. Die Gateelektrode stimmt nicht die Elektronendichte im Kanal ab, sondern vielmehr die Orientierung der Elektronenspins (Pfeile). Beim oberen Pfad wird der Spin um 180 Grad gedreht, beim unteren Pfad, der einer anderen Gatespannung entspricht, bleibt er unverändert.

Ein spinpolarisierter Strom, wie er beispielsweise in einem Ferromagneten vorliegt, wird in einen Halbleiter aus dem *Source*-Kontakt injiziert. Dort wird mittels einer Gatespannung das elektrische Feld kontrolliert. Dieses wiederum bestimmt über die Spinbahn-Wechselwirkung die Präzession des Spins und somit die Richtung, mit der er am Ausgang (*Drain*) ankommt. Besteht dieser Kontakt ebenfalls aus einem Ferromagneten, so hängt der Auskoppelwiderstand von der Spinrichtung ab. Somit ließe sich durch Verändern der Gatespannung der Strom zwischen *Source* und *Drain* „an“ und „aus“ schalten. Auf diese Weise bildet der SFET ein elektronisches Analogon zur wohlbekannten Pockels-Zelle, einer optischen Standardkomponente. Eine genauere Analyse zeigt, dass dieser Effekt nur dann signifikant sein kann, wenn der Halbleiter in Form eines quasi-eindimensionalen Quantendrahtes vorliegt, da die Präzession der Elektronenspins von deren Flugrichtung abhängt. Derzeit verhindern vermutlich vor allem Probleme mit den Ferromagnet-Halbleiter-Kontakten sowie die relativ schwache Spinbahn-Kopplung in herkömmlichen Halbleitern die experimentelle Realisierung eines SFETs.

¹² Vgl. Grünberg *et al.* (1986) und Baibich *et al.* (1988).

¹³ Vgl. Jullière (1975).

¹⁴ Vgl. Datta *et al.* (1990).

Elektronische Kohärenz und Interferenz

Anhand eines mesoskopischen Drahtes lassen sich des Weiteren die Auswirkungen von Kohärenz und Interferenz der Elektronenwellen verdeutlichen. Die Quantenmechanik lehrt uns, dass die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen durch ein Wellenpaket beschrieben wird, das die Fähigkeit zur Interferenz hat. Eine wichtige Konsequenz ist die Tatsache, dass der Widerstand eine nicht-lokale Größe wird. Was in diesem Zusammenhang darunter zu verstehen ist, verdeutlicht sehr eindrucklich das Experiment von Webb *et al.* (1988), die Widerstandsmessungen an einem dünnen, nicht-ballistischen Golddraht als Funktion eines externen Magnetfeldes durchführten. Sie beobachteten einen etwa um 0,2 Prozent reproduzierbar fluktuierenden Widerstand (siehe Abb. 6 links).

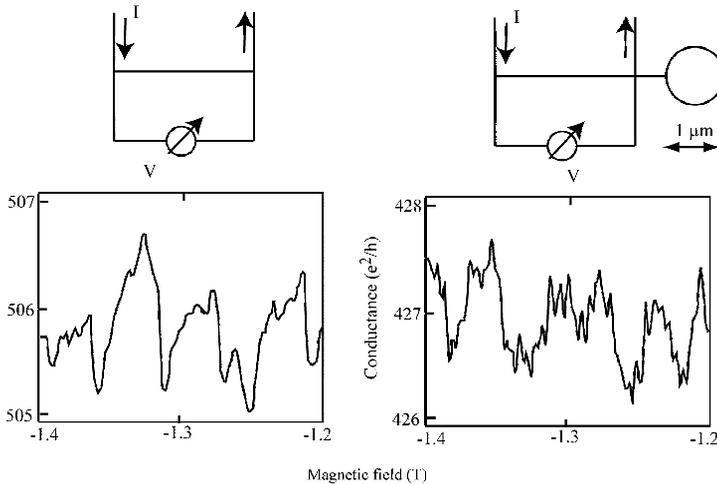


Abb. 6: In einem kohärenten System beeinflusst der Ring (rechts oben) außerhalb des Bereichs, in dem der Spannungsabfall über einen Draht gemessen wird, dessen Widerstand (rechts unten); nach Webb *et al.* (1988).

Diese Fluktuationen sind als „Fingerabdruck“ der Streuzentren im Draht zu verstehen. Die Elektronenwelle wird an ihnen reflektiert und es bilden sich Resonanzen aus, die durch die Art und Position der Streupotenziale bestimmt sind.¹⁵ Dieser Effekt soll hier nicht weiter interessieren. In einem Vergleichsexperiment schlossen die Autoren einen Draht an den Leiter an, der sich *außerhalb* der Messstrecke des Spannungsabfalls befand. Es ist bekannt, dass der Widerstand eines leitenden Ringes, der von einem Magnetfeld durchdrungen wird, als Funktion des Magnetfeldes mit der Periode $\Delta B = \frac{h}{eA}$ oszilliert, wobei A die vom Ring eingeschlossene Fläche ist.¹⁶ Eine Oszillation wird nun im Spannungsabfall über den Draht, also auf einer Strecke, die den Ring nicht enthält, beobachtet (Abb. 6 rechts). Dies bedeutet, dass die Eigenschaft des Ringes eine Fernwirkung hat; genauer gesagt ist sie im gesamten Kohärenzvolumen des Elektronengases zu beobachten.

¹⁵ Vgl. Beenakker *et al.* (1991).

¹⁶ Vgl. Webb (1985).

Dies hat zur Folge, dass man Komponenten, die kleiner als das Kohärenzvolumen sind, keinen Widerstand mehr zuordnen kann. Vielmehr wird dieser von allen anderen Komponenten innerhalb des Kohärenzvolumens mitbestimmt, was eine unabhängige Kontrolle und Steuerung der einzelnen Bauelemente unmöglich macht.

Kohärenz ist allerdings eine wesentliche Voraussetzung für alle Konzepte zur Quanteninformationsverarbeitung.¹⁷ Derzeit werden sehr eindrucksvolle Fortschritte bei der Implementierung von Quantenalgorithmen mit Ionenfallen und photonischen Systemen erzielt. Nichtsdestotrotz ist es von großem Interesse, diese Konzepte in einen Festkörper zu übertragen, da andere Formen der kommerziellen Informationsverarbeitung nur schwer vorstellbar sind. Hierbei müssen Verschränkungen der Zustände innerhalb des Kohärenzvolumens stattfinden und die Quantenoperation innerhalb der Dekohärenzzeit abgeschlossen sein. Auch hier bieten Ga[Al]As-Heterostrukturen hervorragende Voraussetzungen.¹⁸ So hat man beispielsweise nachgewiesen, dass der Spin eines einzelnen, lokalisierten Elektrons in GaAs Dekohärenzzeiten von bis zu 0,85 ms aufweisen kann,¹⁹ was viele Größenordnungen über der typischen Dauer einer Rechenoperation mit einem Quantengate liegt.

Elektron-Elektron-Wechselwirkungen

Elektronen haben eine quantisierte Ladung $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Cb (Coulomb) und stoßen sich gegenseitig ab. Diese Tatsache ist im Boltzmann-Modell von nur untergeordneter Bedeutung, da die Elektronen gleichzeitig die Coulomb-Abstoßung abschirmen. In mesoskopischen Bauelementen hingegen können diese Eigenschaften zu dramatischen Effekten führen, die man mit den Begriffen „Einzel-Elektron-Tunneln“ und „Coulomb-Bockade“ beschreibt.²⁰ Man betrachte hierzu eine Tunnelbarriere in einem dünnen Draht (wie sie beispielsweise in einer Tunneldiode vorliegt), über die eine Spannung angelegt wird. Das Ersatzschaltbild für kleine Spannungen ist eine Parallelschaltung eines Widerstands mit einem Kondensator, wie in Abbildung 7 wiedergegeben.

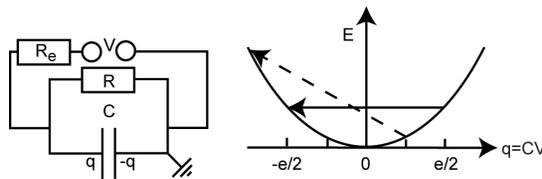


Abb. 7: Ersatzschaltbild und Ladeenergie einer Tunnelbarriere. Der Widerstand R_e repräsentiert den Serienwiderstand.

Die Spannung V lädt den Kondensator mit der Ladung $q = CV$. Diese Ladung ist nicht quantisiert, da sie durch Polarisierung des Elektronengases gegenüber den ortsfesten Rumpfionen entsteht. Durch die Barriere hingegen tunneln einzelne Elektronen, wodurch sich für ein wechselwirkungsfreies Elektronengas ein Ohm'scher Strom $I = \frac{V}{R}$ er-

¹⁷ Vgl. Nielsen und Chuang (2000).

¹⁸ Vgl. Taylor *et al.* (2005).

¹⁹ Vgl. Elzerman *et al.* (2004).

²⁰ Vgl. Likharev (1988).

gibt. Dieser Zusammenhang wird jedoch durch die Coulomb-Abstoßung der Elektronen untereinander stark modifiziert. Ist beispielsweise auf dem Kondensator die Ladung $q = \frac{e}{4}$ gespeichert (Abb. 7 rechts) und ein Elektron tunnelt, so beträgt die Kondensatorladung unmittelbar nach dem Tunnelprozess $-\frac{3}{4}e$. Die auf dem Kondensator gespeicherte Energie $U = \frac{q^2}{2}C$ würde durch den Tunnelprozess um den Faktor 9 ansteigen, so dass Tunneln nicht stattfindet. Diese elementare Überlegung nennt man Coulomb-Blockade. Erst für $q \geq \frac{e}{2}$ ist sie aufgehoben. Infolge der großen Kapazität in konventionellen Tunnelbarrieren wird dieser Effekt allerdings normalerweise nicht beobachtet. Für eine typische kleine Kapazität von $C = 1\text{ fF}$ ist $\frac{e^2}{2}C$ viel geringer als die thermische Energie bei Raumtemperatur. Dies ändert sich jedoch bei Drähten mit Durchmessern im Bereich weniger Nanometer. In derartigen Drähten können Streuzentren Tunnelbarrieren bilden, die den Draht in Elektronenpfützen zerfallen lassen, zwischen denen der Ladungstransport durch die Coulomb-Blockade stark unterdrückt ist.

Die Coulomb-Blockade eröffnet andererseits Perspektiven für Komponenten einer Elektronik der Zukunft. Ein Beispiel ist der Einzel-Elektron-Transistor. Er besteht aus zwei Tunnelbarrieren in Serie, die eine kleine metallische Insel einschließen, die rein kapazitiv an eine Steuerelektrode gekoppelt ist.

Mit Hilfe der Gatespannung kann die Coulomb-Blockade kontrolliert aufgehoben werden, da sie das Potenzial der Insel und somit die Spannungsabfälle über die beiden Barrieren abstimmt. In Abbildung 8 rechts ist zu erkennen, dass die Strom-Spannungs-Kennlinie der Insel periodisch als Funktion der Gatespannung variiert. Hierbei wird in jeder Periode die Anzahl der Elektronen auf der Insel um eins verändert. Wie man dieses System als Transistor betreiben kann, ist in Abbildung 8 unten) demonstriert: Unter Vorwärtsspannungen, die klein gegenüber $\frac{e}{C}$ sind, ist der Strom eine stark oszillierende Funktion der Gatespannung (so genannte Coulomb-Oszillationen). Nun definiert man einen Arbeitspunkt durch eine feste Gatespannung, die derart gewählt wird, dass das System in der Flanke einer Coulomb-Blockaderesonanz sitzt. Gibt man nun, wie bei Transistorverstärkern üblich, das Signal zusätzlich auf die Gateelektrode, so reagiert der Strom hierauf sehr sensitiv. Da der Abstand benachbarter Coulomb-Blockaderesonanzen einer Elementarladung entspricht, können mit Hilfe dieses Transistors kleine Bruchteile einer Elementarladung registriert werden. Tatsächlich ist der Einzel-Elektron-Transistor der empfindlichste existierende Ladungsdetektor; eine Nachweisempfindlichkeit von 0,0001 Elementarladungen wurde experimentell realisiert.²¹

Ausblick

Wie also wird die Elektronik der nächsten Generation aussehen? Eine Antwort auf diese Frage kann zum jetzigen Zeitpunkt (noch) nicht gegeben werden; stattdessen sei an den letzten Paradigmenwechsel in der Elektronik erinnert, der sich in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts anbahnte. So wurde beispielsweise 1946 der Großrechner ENIAC in Philadelphia in Betrieb genommen.²² Es handelte sich um einen digitalen Rechner, dessen Operationen durch 3.000 Vakuumröhrentrioden ausgeführt wurden. Das Gerät wog 2,5

²¹ Vgl. Zimmerli *et al.* (1992).

²² Vgl. Website des ENIAC-Museums: <http://www.seas.upenn.edu/~museum/> (22.03.2006).

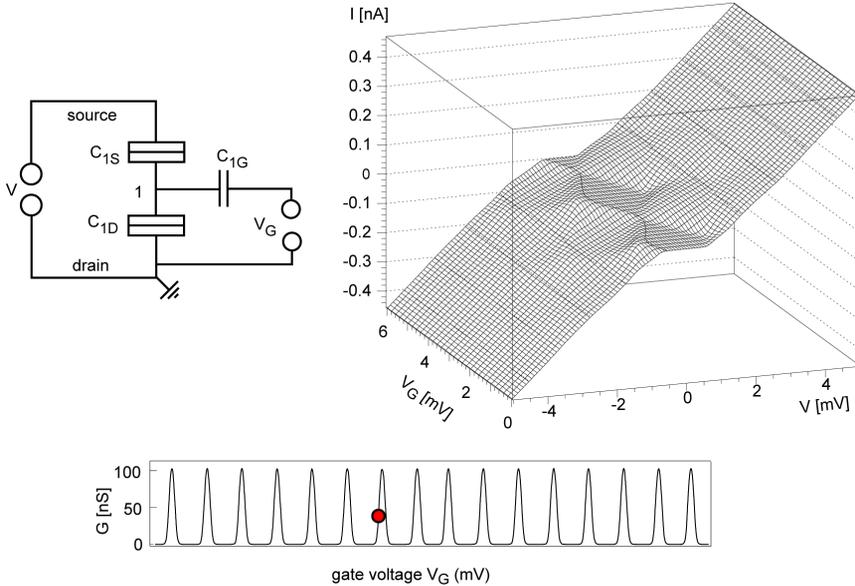


Abb. 8: Schaltbild eines Einzel-Elektron-Transistors (links): Eine metallische Insel (1) ist über Tunnelbarrieren an die Reservoirs *source* und *drain* gekoppelt. Das Potenzial der Insel kann mit einer rein kapazitiv gekoppelten Gateelektrode abgestimmt werden. Rechts: Messung des Stroms als Funktion der Gatespannung und der Vorwärtsspannung an einem $\text{Al-Al}_2\text{O}_3$ -Einzel-Elektron-Transistor (vgl. Furlan *et al.* 2000). Unten ist ein Querschnitt dieser Fläche bei konstanter, sehr kleiner Vorwärtsspannung gezeigt. Der rote Punkt gibt einen möglichen Arbeitspunkt des Transistors an.

Tonnen und hatte eine Taktfrequenz von 1 kHz. Die Standardvision zur Elektronik der Zukunft bestand, in Analogie zu derjenigen unserer Tage, im Wesentlichen in der Reduktion der Abmessungen der Bauelemente. So hielt man es 1947 für realistisch, in wenigen Jahren 3-kHz-Rechner mit einem Gewicht von weniger als einer Tonne zur Verfügung zu haben. Mit der bahnbrechenden Erfindung des Transistors durch Bardeen, Brattain und Shockley 1947 wurde es möglich, die Vakuumröhre durch ein Stück Halbleiter zu ersetzen.²³ Interessanterweise ist die Schaltungslogik bei dieser Revolution quasi unverändert geblieben, was bei derjenigen, die uns in den nächsten 20 Jahren sehr wahrscheinlich bevorsteht, nicht unbedingt der Fall sein wird.

Literatur

BAIBICH, M. N., J. M. BROTO, Albert FERT, F. NGUYEN VAN DAU, F. PETROFF, P. EITENNE, G. CREUZET, A. FRIEDERICH und J. CHAZELAS. „Giant magnetoresistance of (001)Fe/(001)Cr magnetic superlattices“, *Physical Review Letters* 61 (1988), 2472-2475.

²³ Vgl. Shockley (1951).

- BEENAKKER, Carlo und Henk VAN HOUTEN. „Quantum transport in semiconductor nanostructures“, in: Henry EHRENREICH und David TURNBULL (Hrsg.). *Solid State Physics*. New York 1991, 1-228.
- BÜTTIKER, Markus. „Symmetry of electrical conduction“, *IBM Journal of Research and Development* 32 (1988), 317-334.
- DATTA, Supriyo und Biswajit DAS. „Electronic analog of the electro-optic modulator“, *Applied Physics Letters* 56 (1990), 665-667.
- ELZERMAN, J. M., R. HANSON, L. H. WILLEMS VAN BEVEREN, B. WITKAMP, L. M. K. VANDERSYPEN und Leo P. KOUWENHOVEN. „Single-shot read-out of an individual electron spin in a quantum dot“, *Nature* 430 (2004), 431-435.
- FURLAN, Miha, Thomas HEINZEL, Blaise JEANNERET und Sergey LOTHKOV. „Coulomb blockade peak statistics influenced by background charge fluctuations“, *Journal of Low Temperature Physics* 118 (2000), 297-306.
- GRUBER, Susanne. „Ohm-Darstellung, grundlegende Untersuchungen zum Quanten-Hall-Effekt und Bestimmung der Feinstruktur-Konstante“. 2004. http://www.ptb.de/de/org/2/26/inhalt26_de/ohm.htm (22.03.2006).
- GRÜNBERG, Peter, R. SCHREIBER, Y. PANG, M. B. BRODSKY und H. SOWERS. „Layered magnetic structures – evidence for antiferromagnetic coupling of Fe layers across Cr interlayers“, *Physical Review Letters* 57 (1986), 2442-2445.
- HEINZEL, Thomas. *Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructures*. Weinheim 2003.
- JULLIÈRE, M. „Tunneling between ferromagnetic films“, *Physics Letters* 54A (1975), 225-228.
- VON KLITZING, Klaus, Peter DORDA und Michael PEPPER. „New method for high-accuracy determination of the fine-structure constant based on quantized Hall resistance“, *Physical Review Letters* 45 (1980), 494-497.
- LANDAUER, Rolf. „Spatial Variation of Currents and Fields Due to Localized Scatterers in Metallic Conduction“, *IBM Journal of Research and Development* 1 (1957), 223-231.
- LIKHAREV, Konstantin. „Correlated discrete transfer of single electrons in ultrasmall tunnel junctions“, *IBM Journal of Research and Development* 32 (1988), 144-158.
- MOORE, Gordon. „Cramming more components onto integrated circuits“, *Electronics* 18 (1965), 19-22.
- NIELSEN, Michael und Huang CHUANG. *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge 2000.
- PFEIFFER, Loren, Ken WEST, Horst STORMER und Kenneth BALDWIN. „Electron mobilities exceeding 10^7 cm²/Vs in modulation-doped GaAs“, *Applied Physics Letters* 55 (1989), 1888-1890.
- DE PICCIOTTO, R., Horst STORMER, Loren PFEIFFER, Ken BALDWIN und Kenneth WEST. „Four-terminal resistance of a ballistic quantum wire“, *Nature* 411 (2001), 51-54.
- SHOCKLEY, William. „Circuit element utilizing semiconductive material“, US Patent no. 2 569 347 (1951).
- SZE, Simon. *Semiconductor Devices: Physics and Technology*. New York 1985.
- TAYLOR, J. M., H.-A. ENGEL, W. DÜR, A. YACOBY, C. M. MARCUS, P. ZOLLER und M. D. LUKIN. „Fault-tolerant architecture for quantum computation using electrically controlled semiconductor spins“, *Nature Physics* 1 (2005), 177-183.
- WEBB, Richard und Simon WASHBURN. „Observation of *h/e* Aharonov-Bohm Oscillations in Normal-Metal Rings“, *Physical Review Letters* 54 (1985), 2696-2699.
- WEBB, Richard und Sean WASHBURN. „Quantum interference fluctuations in disordered metals“, *Physics Today* 41 (12) (1988), 46-53.

- VAN WEES, Bart, Henk VAN HOUTEN, Carlo W. J. BEENAKKER, J. G. WILLIAMSON, Leo P. KOUWENHOVEN, D. VAN DER MAREL und C. T. FOXON. „Quantized conductance of point contacts in a two-dimensional electron gas“, *Physical Review Letters* 60 (1988), 848-850.
- ZIMMERLI, G., T. M. EILES, R. L. KAUTZ und John M. MARTINIS. „Noise in the Coulomb blockade electrometer“, *Applied Physics Letters* 61 (1992), 237-239.

MICHAEL LEUSCHEL und JENS BENDISPOSTO

Das ProB-Werkzeug zur Validierung formaler Softwaremodelle

Formale Methoden und die B-Methode

Immer häufiger werden Softwarelösungen auch in kritischen Domänen wie zum Beispiel in Steuereinheiten von Zügen, Flugzeugen oder Industrieanlagen, medizinischen Systemen, aber auch geschäftskritischen Systemen eingesetzt. Fehler in solchen Systemen können zu schwerwiegenden finanziellen Folgen, zur Schädigung der Umwelt oder sogar zum Verlust von Menschenleben führen. Am 15. Januar 1990 kam es beispielsweise bei der amerikanischen Telefongesellschaft AT&T zu einem neunstündigen Ausfall, bei dem die Hälfte aller Ferngespräche nicht vermittelt werden konnte.¹ Ursache war ein kleiner Fehler in der Software, der vier Wochen vor dem Ausfall durch eine Programmoptimierung in die Software eingebracht wurde. Der Schaden, der bei AT&T und den Kunden entstand, lag bei mehreren Hundert Millionen Dollar. Ein Beispiel, bei dem sogar Menschen zu Schaden kamen, ist ein Softwarefehler in dem Therac-25-Linearbeschleuniger,² der in der Strahlentherapie benutzt wurde. Im Zeitraum von 1985 bis 1987 kam es durch eine mangelhaft gelöste Synchronisierung von nebenläufigen Prozessen dazu, dass mehrere Patienten mit einer viel zu hohen und in einigen Fällen tödlichen Strahlendosis bestrahlt wurden. Üblicherweise werden Tests verwendet, um die Qualität der Software zu sichern. Eine Studie des National Institute of Standards and Technology (NIST) hat jedoch geschätzt, dass die jährlichen Kosten in den vereinigten Staaten, die durch eine mangelhafte Test-Infrastruktur entstehen, etwa 59,5 Milliarden Dollar betragen.³ Des Weiteren schätzt die Studie, dass die Kosten durch Verbesserung der Tests um etwa die Hälfte reduziert werden können. Zusätzlich zu Tests ist es bei kritischen Systemen angemessen, eine formale Methode zur Entwicklung zu verwenden.

Formale Methoden haben das Ziel, fehlerfreie Software zu entwickeln. Zu diesem Zweck bedient man sich eines mathematisch geprägten Entwicklungsprozesses. Es wird eine formale Spezifikation in einer mathematischen Sprache wie zum Beispiel Z⁴, VDM⁵, ASM⁶ oder B⁷ erstellt. Die Schlüssigkeit der formalen Spezifikation wird mathematisch bewiesen und die Spezifikation wird schrittweise in ein Programm transformiert, das sich durch einen Computer ausführen lässt. Es ist somit garantiert, dass das Programm per Konstruktion korrekt ist in dem Sinne, dass es die Spezifikation erfüllt.

¹ Vgl. Neumann (1990).

² Vgl. Leveson und Turner (1993).

³ Vgl. National Institute of Standards and Technology (2002).

⁴ Vgl. Abrial *et al.* (1980) sowie Spivey (²1992).

⁵ Vgl. Jones (1986).

⁶ Vgl. Börger (2003).

⁷ Vgl. Abrial (1996).

Die B-Methode wurde in den 1980er Jahren von Jean-Raymond Abrial entworfen. Ein Designaspekt der B-Methode war es, eine gute Unterstützung durch Werkzeuge zu ermöglichen. Bekannte Werkzeuge für die B-Methode sind AtelierB⁸ und die nichtkommerzielle Version B4Free sowie das BToolkit⁹. B4Free beinhaltet ein Werkzeug, das aus einer Spezifikation die Beweisbedingungen (so genannte *Proof Obligations*) extrahiert und automatische Beweiser auf diese Bedingungen anwendet. *Proof Obligations*, die von den Tools nicht automatisch bewiesen werden können, werden vom Benutzer interaktiv bearbeitet. Die automatischen Beweiser in B4Free sind die gleichen, die auch im kommerziellen AtelierB verwendet werden; zusätzlich kann AtelierB aber Ada- oder C-Code generieren.

Die B-Methode ist im europäischen Raum eine der meistbenutzten formalen Methoden und wurde in mehreren Industrieprojekten erfolgreich angewandt. Ein Beispiel ist die Linie 14 der Pariser Métro, auch Météor (Métro est-ouest rapide) genannt.¹⁰ Die Züge fahren vollautomatisch und führerlos. Die Controller von Météor wurden mit der B-Methode entwickelt, die Spezifikation umfasste 100.000 Zeilen und es wurden 28.000 Beweise geführt. Mittlerweile wurde die B-Methode von Siemens und ClearSy auch für verschiedene andere Steuersysteme von Zügen und U-Bahnen erfolgreich angewandt.¹¹ Andere typische Anwendungsgebiete der B-Methode sind zum Beispiel die Entwicklung von Software für SmartCards¹², die Fehlerdiagnose für moderne Kraftfahrzeuge¹³ oder das Copilot-System für die automatischen Türen der Pariser U-Bahn-Linie 13.¹⁴

Für weniger kritische Systeme ist es oft unverhältnismäßig, eine formale Methode zur Entwicklung zu verwenden. Anthony Hall (1990) beschreibt, dass es als Alternative zu einem rigorosen Ansatz oft ausreicht, die abstrakte Spezifikation formal zu fixieren. Diese Spezifikation wird dann von den Entwicklern als Referenzdokument benutzt, anstatt sie schrittweise zu transformieren.

Animation und Validierung formaler Modelle

Da die Anforderungen an Software immer mehr zunehmen, wächst auch die Größe und Komplexität der formalen Spezifikationen oder Modelle. Ein kritischer Punkt der formalen Methoden ist die Korrektheit der Ausgangsspezifikation. Ist diese fehlerhaft, so ist die entwickelte Software trotz allen formalen Aufwands generell auch fehlerhaft. In den letzten Jahren wurde deshalb viel Forschungsaufwand betrieben, um die Korrektheit der Ausgangsspezifikation zu garantieren. Die Probleme sind dabei wie folgt:

- Problem 1: Die formalen Spezifikationen und Modelle sind nicht von einem Computer ausführbar. Fehler im Verhalten oder Abwesenheit von erwünschter Funktionalität lassen sich deshalb oft viel zu spät entdecken (nämlich erst, nachdem die Software entwickelt worden ist). Ein klassisches Beispiel ist eine Spezifikation, die zwar sicher ist und keine Fehlerzustände zulässt, aber nicht genügend Funktionalität aufweist. Ein Beispiel wäre ein Zug-Steuersystem, das es keinem Zug erlaubt, sich zu bewegen.

⁸ Vgl. Steria (1996).

⁹ Vgl. C-Core (UK) Limited und UK Oxon (1999).

¹⁰ Vgl. Behm *et al.* (1999).

¹¹ Vgl. Dollé *et al.* (2003).

¹² Vgl. Casset (2002).

¹³ Vgl. Pouzancre (2003) sowie Pouzancre und Pitzalis (2003).

¹⁴ Siehe <http://www.clearsy.com/html/Copilot.htm>.

Dies garantiert zwar die Abwesenheit von Zusammenstößen, es fehlt aber eindeutig an Funktionalität.

Eine Lösung dieses Problems ist die so genannte *Animation* der formalen Spezifikation. Mit Hilfe eines Animators kann ein Benutzer das formale Modell ausloten und verschiedene Anwendungsszenarien überprüfen.

- **Problem 2:** Die formalen Spezifikationen und Modelle können sehr groß werden, und Fehler können trotz menschlicher Analyse und ausgiebiger Animation vorhanden sein. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, ist, die Spezifikation systematisch auf verschiedene kompakte und vom Menschen verständliche Eigenschaften zu überprüfen. Eine Technik, die dies erlaubt, ist das *Model Checking*,¹⁵ das ein Modell systematisch auf temporale Eigenschaften überprüfen kann. Eine solche temporale Eigenschaft ist zum Beispiel, dass ein System es zu keinem Zeitpunkt erlaubt, dass sich zwei Züge auf dem gleichen Gleisstück befinden. Falls eine Eigenschaft wahr ist, hat man das Vertrauen in die Spezifikation erhöhen können, da sie garantiert, dass die temporale Eigenschaft unter allen erdenklichen Umständen wahr ist. Falls die Eigenschaft falsch ist, bekommt man ein Gegenbeispiel (*counter example*), das klarstellt, unter welchen Umständen der Fehler auftauchen kann.

Für das *Model Checking* gibt es mittlerweile eine große Anzahl an Werkzeugen. Die zwei bekanntesten sind wohl SMV zur Überprüfung von *Computation Tree Logic*-Formeln (CTL-Formeln) anhand symbolischer Methoden (BDDs)¹⁶ und SPIN¹⁷, das *Linear Temporal Logic*-Formeln (LTL-Formeln) anhand von Automaten über unendliche Eingaben überprüft.¹⁸

An unserem Lehrstuhl haben wir den Animator und Model-Checker ProB entwickelt. Dieses Werkzeug wurde mit Hilfe der logischen Programmierung entwickelt, die wir in folgender Sektion einführen.

Formale Verifikation durch logische Programmierung

Logische Programmierung

Die logische Programmierung entstand 1972 und basiert auf der Idee, dass eine Unterklasse von logischen Theorien mit Hilfe von Resolution effizient ausgeführt werden kann. Ein Ziel der logischen Programmierung ist es, ein Problem in mathematischer Logik zu beschreiben und den Computer zu benutzen, um diese Probleme automatisch durch logische Inferenz zu lösen. Man spricht deshalb auch von *deklarativer Programmierung*, da das Problem nur *beschrieben* wird und der Programmierer nicht wie in der klassischen imperativen Programmierung die einzelnen Lösungsschritte aufzählen muss. Seit Mitte der 1980er Jahre wurde die logische Programmierung mit Constraints erweitert, was zu einer Reihe von neuen Anwendungsgebieten führte.

Die logische Programmierung ist besonders für Anwendungen in der künstlichen Intelligenz, für Expertensysteme und Datenbanken oder für den schnellen Bau von Prototypen

¹⁵ Vgl. Clarke *et al.* (1999).

¹⁶ Vgl. Bryant (1986), Bryant (1992), Burch *et al.* (1992) sowie McMillan (1993).

¹⁷ Vgl. Holzmann (1997).

¹⁸ Vgl. Vardi und Wolper (1986).

beliebt. Wir interessieren uns am Lehrstuhl besonders für die logische Programmierung, um damit Werkzeuge für die formalen Methoden zu entwickeln. In der Tat hat sich die logische Programmierung als besonders nützlich erwiesen, um andere Sprachen oder Formalismen zu modellieren.

Formale Verifikation

Ein wichtiges Forschungsgebiet ist die Anwendung der logischen Programmierung für die formale Verifikation anderer Formalismen und Programmiersprachen. Dieses Anwendungsgebiet wurde von unserem Lehrstuhl in verschiedenen Forschungsprojekten vorangetrieben.¹⁹ Wir haben auch eine Reihe von Workshops zu diesem Thema organisiert.²⁰

Einige unserer wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem Gebiet sind wie folgt:

- Leuschel und Massart (2000) beschreiben einen Model-Checker für CTL in Prolog. Dieser Model-Checker eignet sich besonders für eine automatische Spezialisierung.²¹ Dies ermöglicht es, den Model-Checker automatisch für bestimmte Modelle und Formeln zu optimieren. Ein anderes Ziel war die automatische Analyse des Model-Checkers, um dadurch Eigenschaften über Modelle mit unendlichen Zustandsräumen herausfinden zu können.
- Die erfolgreiche Anwendung obiger Techniken auf Petrinetze und andere Systeme (so genannte *Well-Structured Transition Systems*) mit unendlichen Zustandsräumen wurde in Leuschel und Lehmann (2000b) sowie Leuschel und Lehmann (2000a) beschrieben.
- In Leuschel (2004) wurde eine neue integrierte Methode zur Analyse und Spezialisierung logischer Programme entwickelt. Ein Anwendungsgebiet ist die präzisere Analyse von Systemen mit unendlichen Zustandsräumen.²²
- In Leuschel (2001) wurde ein Animator für die Prozessalgebra CSP²³ entwickelt. Mit Hilfe des obigen Model-Checkers war es dann möglich, CSP-Prozesse auf CTL-Eigenschaften zu überprüfen.
- In Farwer und Leuschel (2004) wurden obige Techniken erfolgreich auf Objekt-Petrinetze angewandt.
- Von Relevanz ist auch die Arbeit von Craig und Leuschel (2005), in der genetische Algorithmen zum Durchlaufen großer Konfigurationsräume bei der Programmoptimierung erfolgreich eingesetzt worden sind.

Das ProB-Werkzeug für die B-Methode

Die Entwicklung des ProB-Werkzeugs begann im Jahr 2001.²⁴ Eine erste voll funktionsfähige Version gab es im Jahr 2003.²⁵ Seitdem wurde ProB ständig erweitert und verbessert:

¹⁹ Die britischen Forschungsprojekte iMoc und ABCD sowie das EU-Framework-5-Projekt ASAP und das EU-Framework-6-Projekt Rodin.

²⁰ Vgl. Leuschel *et al.* (2000), Leuschel *et al.* (2001a) sowie Leuschel und Ultes-Nitsche (2002).

²¹ Vgl. Leuschel und Bruynooghe (2002).

²² Vgl. Leuschel und Gruner (2001).

²³ Vgl. Roscoe (1999).

²⁴ Vgl. Leuschel *et al.* (2001a).

²⁵ Vgl. Leuschel und Butler (2003).

- Verschiedene Techniken zur Visualisierung großer Zustandsräume wurden entwickelt.²⁶ Mit diesen Techniken können, je nach Anwendung, Zustandsräume mit mehreren Tausend Knoten kompakt und für den Benutzer übersichtlich dargestellt werden.
- Eine Verknüpfung von B-Modellen mit der Prozessalgebra CSP wurde ausgearbeitet und entwickelt.²⁷ Anwendungen dieser Verknüpfung sind die Validierung komplizierter temporaler Eigenschaften (die CSP-Spezifikation überwacht das formale B-Modell), aber auch die bequemere Spezifikation von Systemen.²⁸
- Ein Algorithmus und eine Implementation zur automatischen Verfeinerungsüberprüfung wurden in 2005 entwickelt.²⁹ Dies ermöglicht es, mit ProB zu überprüfen, ob eine B-Spezifikation eine andere verfeinert. Falls dies nicht der Fall ist, generiert ProB einen Ablauf der Verfeinerungsmaschine, der den Fehler aufzeigt.
- Ein Algorithmus zur automatische Generierung von Testfällen wurde in Satpathy *et al.* (2005) präsentiert.
- In Bendisposto und Leuschel (im Druck b) wird eine Methode vorgestellt werden, um eine formale Spezifikation durch Verwendung von Webtechnologien zu visualisieren (siehe Abb. 1).
- Ein Editor für B-Spezifikationen wird in Bendisposto und Leuschel (im Druck a) präsentiert werden. Dieser Editor bietet für integrierte Entwicklungsumgebungen typische Eigenschaften wie Code-Vervollständigung, Syntax-Highlighting, Code-Navigation, Fehlerhervorhebung und automatische Korrektur an. Da unser Editor auf dem Open-Source-Framework Eclipse basiert, kann er sowohl in ProB als auch in anderen eclipse-basierten Werkzeugen für B verwendet werden.

ProB wurde mit Erfolg zur Validierung verschiedener Modelle aus der Industrie benutzt. Es konnte zum Beispiel das Modell einer automatischen Fahrzeugsteuereinheit von Volvo überprüfen.³⁰ Die Überprüfung war vollautomatisch und dauerte einige Minuten. ProB wurde auch von Nokia erfolgreich auf verschiedene formale Modelle der neuen *Mobile Internet Technical Architecture* (MITA) angewandt.³¹ Etliche Fehler wurden mit Hilfe der Animation früh entdeckt. ProB wurde und wird außerdem an verschiedenen Universitäten für die Lehre der B-Methode eingesetzt.

Einige aktuelle Forschungsarbeiten

Aktuell wird ProB innerhalb des EU-Projektes IST 511599 RODIN (*Rigorous Open Development Environment for Complex Systems*) weiterentwickelt. Insbesondere wurde eine Eclipse-Version von ProB entwickelt (siehe Abb. 2), und eine Erweiterung für den neuen EventB-Standard ist geplant.

Das größte Problem des *Model Checking* ist die exponentielle Explosion der Anzahl der möglichen Zustände (*state explosion problem*). In der Tat können schon relativ kleine

²⁶ Vgl. Leuschel und Turner (2005).

²⁷ Vgl. Butler und Leuschel (2005).

²⁸ Der Ablauf des Systems wird in CSP spezifiziert; die Daten und Operationen in B.

²⁹ Vgl. Leuschel und Butler (2005).

³⁰ Vgl. Leuschel und Butler (2003).

³¹ Siehe RODIN Deliverable D8 (<http://rodin.cs.ncl.ac.uk/>).

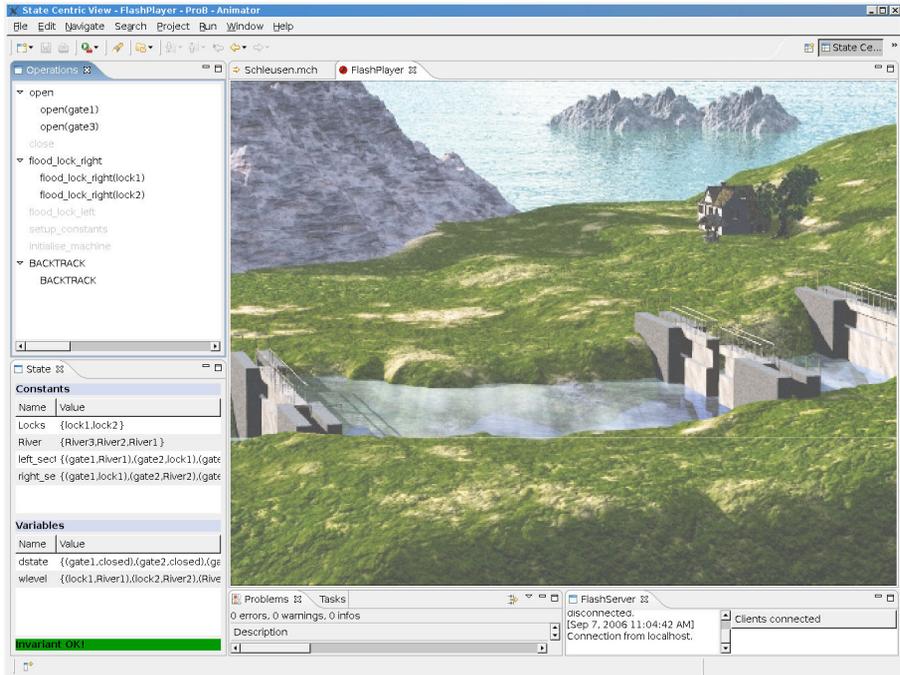


Abb. 1: Grafische Visualisierung einer Spezifikation

Modelle mehr Zustände haben, als es Atome im Universum gibt. Dieses Problem erfasst leider auch unser Werkzeug ProB. Es gibt aber eine große Anzahl an Verbesserungen und Erweiterungen, die es erlauben, *Model Checking* trotzdem auf realistische Modelle anzuwenden. Beispiele sind die *Partial Order Reduction*,³² die *Symmetry Reduction*³³ und Petrinetzentfaltungen.³⁴ Die Parallelisierung des Model-Checkers ist eine andere Möglichkeit, die auch viel Anklang gefunden hat.³⁵ Neuerdings gibt es auch verschiedene Versuche, den *Model Checking*-Prozess durch Heuristiken (*Directed Model Checking*)³⁶ oder auch anhand von genetischen Algorithmen³⁷ zu verbessern.

Eine besondere Eigenschaft von ProB im Vergleich zu Model-Checkern wie Spin und SMV ist die hohe Ausdruckskraft der Spezifikationssprache. Der Aufwand bei der Analyse einzelner Zustände und der Berechnung von Übergängen in andere Zustände ist deshalb sehr groß. Andererseits glauben wir, dass durch diese größere Granularität ein großes Potenzial für intelligente Techniken zur Verbesserung der Effizienz vorliegt. Wir haben schon

³² Vgl. Wolper und Godefroid (1993) sowie Godefroid (1996).

³³ Vgl. Ip und Dill (1993) sowie Clarke *et al.* (1993).

³⁴ Vgl. Esparza *et al.* (2002).

³⁵ Vgl. Lerda und Sisto (1999), Stern und Dill (2001), Ben-David *et al.* (2003), Dräger *et al.* (2006) sowie Leucker und van de Pol (2006).

³⁶ Vgl. Groce und Visser (2002) sowie Dräger *et al.* (2006).

³⁷ Vgl. Godefroid und Khurshid (2004).

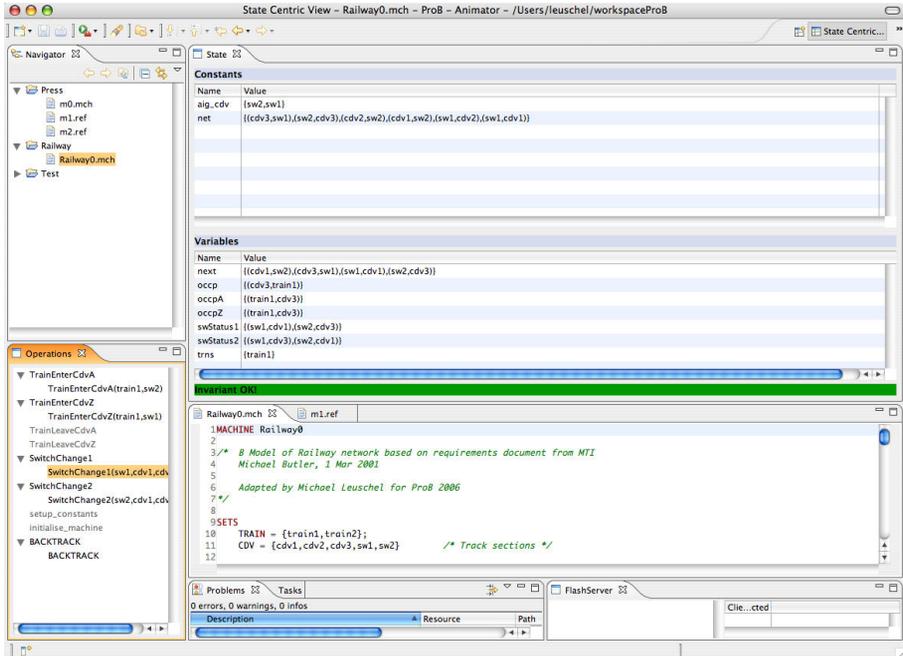


Abb. 2: Eclipse-Version von ProB in Aktion

mit Erfolg Methoden entworfen, die die Symmetrie in B-Spezifikationen ausnützen, um beträchtliche Effizienzgewinne zu erzielen.

Fazit

Die formalen Methoden ermöglichen es prinzipiell, Software mit sehr geringen Fehlerraten zu entwickeln, finden aber wegen ihrer Komplexität und noch zu geringen Werkzeugunterstützung keinen verbreiteten Einsatz. Es ist unser Ziel, sowohl den Nutzen formaler Methoden zu erhöhen als auch die formalen Methoden leichter zugänglich zu machen. Wir hoffen, dass wir diesem Ziel mit unserem Werkzeug ProB einen Schritt näher gekommen sind. Unser Werkzeug kann für akademische Zwecke kostenlos unter der Adresse <http://www.stups.uni-duesseldorf.de/ProB/> heruntergeladen werden.

Literatur

- ABRIAL, Jean-Raymond, Steve A. SCHUMAN und Bertrand MEYER. „Specification Language“, in: R. M. MCKEAG und A. M. MACNAGHTEN (Hrsg.). *On the Construction of Programs: An Advanced Course*. Cambridge 1980, 343-410.
- ABRIAL, Jean-Raymond. *The B-Book*. Cambridge 1996.
- B-CORE (UK) LIMITED und UK OXON. *B-Toolkit, On-line manual*. 1999. <http://www.b-core.com/ONLINEDOC/Contents.html>.
- BEHM, Patrick, Paul BENOIT, Alain FAIVRE und Jean-Marc MEYNADIER. „Météor: A Successful Application of B in a Large Project“, in: Jeannette M. WING, Jim WOODCOCK und Jim DAVIES

- (Hrsg.). *World Congress on Formal Methods*. Bd. 1708. Berlin und Heidelberg 1999. (Lecture Notes in Computer Science)
- BEN-DAVID, Shoham, Orna GRUMBERG, Tamir HEYMAN und Assaf SCHUSTER. „Scalable distributed on-the-fly symbolic model checking“, *International Journal on Software Tools for Technology Transfer (STTT)* 4 (4)(2003), 496-504.
- BENDISPOSTO, Jens und Michael LEUSCHEL. „BE4: The B Extensible Eclipse Editing Environment“, in: JULLIAND und KOUCHNARENKO (Hrsg.). *Proceedings of the 7th International B Conference (B2007)*. Berlin und Heidelberg (im Druck a).
- BENDISPOSTO, Jens und Michael LEUSCHEL. „A Generic Flash-based Animation Engine for ProB“, in: JULLIAND und KOUCHNARENKO (Hrsg.). *Proceedings of the 7th International B Conference (B2007)*. Berlin und Heidelberg (im Druck b).
- BÖRGER, Egon. *Abstract State Machines*. Berlin 2003.
- BRYANT, Randal E. „Graph-Based Algorithms for Boolean Function Manipulation“, *IEEE Transactions on Computers* 35 (8)(1986), 677-691.
- BRYANT, Randy. „Symbolic Boolean Manipulation with Ordered Binary-Decision Diagrams“, *ACM Computing Surveys* 24 (3)(1992), 293-318.
- BURCH, J. R., E. M. CLARKE, K. L. MCMILLAN, D. L. DILL und L. J. HWANG. „Symbolic model checking: 10^{20} states and beyond“, *Information and Computation* 98 (2)(1992), 142-170.
- BUTLER, Michael und Michael LEUSCHEL. „Combining CSP and B for Specification and Property Verification“, in: FITZGERALD, HAYES und TARLECKI (Hrsg.). *Proceedings of Formal Methods 2005*. Berlin und Heidelberg 2005, 221-236. (LNCS 3582)
- CASSET, Ludovic. „Development of an Embedded Verifier for Java Card Byte Code Using Formal Methods“, in: *Formal Methods Europe 2002*, 290-309.
- CLARKE, Edmund M., Thomas FILKORN und Somesh JHA. „Exploiting Symmetry In Temporal Logic Model Checking“, in: Costas COURCOUBETIS (Hrsg.). *Computer Aided Verification*. Bd. 697. Berlin und Heidelberg 1993. (Lecture Notes in Computer Science)
- CLARKE, Edmund M., Orna GRUMBERG und Doron PELED. *Model Checking*. Boston 1999.
- CRAIG, Stephen-John und Michael LEUSCHEL. „Self-tuning resource aware specialisation for Prolog“, in: *PPDP '05: Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN international conference on Principles and practice of declarative programming*. New York 2005, 23-34.
- DOLLÉ, Daniel, Didier ESSAMÉ und Jérôme FALAMPIN. „B dans le transport ferroviaire. L'expérience de Siemens Transportation Systems“, *Technique et Science Informatiques* 22 (1)(2003), 11-32.
- DRÄGER, Klaus, Bernd FINKBEINER und Andreas PODELSKI. „Directed Model Checking with Distance-Preserving Abstractions“, in: Antti VALMARI (Hrsg.). *SPIN*. Bd. 3925. Berlin 2006, 19-34. (Lecture Notes in Computer Science)
- ESPARZA, Javier, Stefan RÖMER und Walter VOGLER. „An Improvement of McMillan's Unfolding Algorithm“, *Formal Methods in System Design* 20 (3)(2002), 285-310.
- FARWER, Berndt und Michael LEUSCHEL. „Model checking object Petri nets in Prolog“, in: *PPDP '04: Proceedings of the 6th ACM SIGPLAN international conference on Principles and practice of declarative programming*. New York 2004, 20-31.
- GODEFROID, Patrice. *Lecture Notes in Computer Science*. Bd. 1032: *Partial-Order Methods for the Verification of Concurrent Systems – An Approach to the State-Explosion Problem*. Berlin 1996.
- GODEFROID, Patrice und Sarfraz KHURSHID. „Exploring very large state spaces using genetic algorithms“, *International Journal on Software Tools for Technology Transfer (STTT)* 6 (2)(2004), 117-127.

- GROCE, Alex und Willem VISSER. „Heuristic Model Checking for Java Programs“, in: Dragan BOSNACKI und Stefan LEUE (Hrsg.). *SPIN*. Bd. 2318. Berlin 2002, 242-245. (Lecture Notes in Computer Science)
- HALL, Anthony J. „Seven Myths of Formal Methods“, *IEEE Software* 7 (5)(1990), 11-19.
- HOLZMANN, Gerard J. „The Model Checker SPIN“, *IEEE Transaction on Software Engineering* 23 (5)(1997), 279-295.
- IP, Norris C. und David L. DILL. „Better Verification Through Symmetry“, *Computer Hardware Description Languages and their Applications* (1993), 97-111.
- JONES, Cliff B. *Systematic Software Development using VDM*. Upper Saddle River, NJ, 1986.
- LERDA, Flavio und Riccardo SISTO. „Distributed-Memory Model Checking with SPIN“, in: Dennis DAMS, Rob GERTH, Stefan LEUE und Mieke MASSINK (Hrsg.). *SPIN*. Bd. 1680. Berlin 1999. 22-39 (Lecture Notes in Computer Science)
- LEUCKER, Martin und Jaco VAN DE POL (Hrsg.). *Proceedings of the 4th Workshop on Parallel and Distributed Methods for Verification*. Bd. 135/2. Berlin 2006. (Electronic Notes in Computer Science)
- LEUSCHEL, Michael, Andreas PODELSKI, C. R. RAMAKRISHNAN und Ulrich ULTES-NITSCHKE (Hrsg.). *Proceedings of the International Workshop on Verification and Computational Logic (VCL'2000)*. Southampton 2000. (Verfügbar als Technical Report DSSE-TR-2000-6)
- LEUSCHEL, Michael und Helko LEHMANN. „Coverability of Reset Petri Nets and other Well-Structured Transition Systems by Partial Deduction“, in: John LLOYD (Hrsg.). *Proceedings of the International Conference on Computational Logic (CL'2000)*. Berlin 2000a, 101-115. (LNAI 1861)
- LEUSCHEL, Michael und Helko LEHMANN. „Solving Coverability Problems of Petri Nets by Partial Deduction“, in: Maurizio GABBRIELLI und Frank PFENNING (Hrsg.). *Proceedings of PDP'2000*. Montreal 2000b, 268-279.
- LEUSCHEL, Michael und Thierry MASSART. „Infinite State Model Checking by Abstract Interpretation and Program Specialisation“, in: Annalisa BOSSI (Hrsg.). *Logic-Based Program Synthesis and Transformation. Proceedings of LOPSTR'99*. Venedig 2000, 63-82. (LNCS 1817)
- LEUSCHEL, Michael. „Design and Implementation of the High-level Specification Language CSP(LP) in Prolog“, in: I. V. RAMAKRISHNAN (Hrsg.). *Proceedings of PADL'01*. Berlin 2001, 14-28. (LNCS 1990)
- LEUSCHEL, Michael und Stefan GRÜNER. „Abstract Partial Deduction using Regular Types and its Application to Model Checking“, in: Alberto PETTOROSSO (Hrsg.). *Proc. of 11th Int'l Workshop on Logic-based Program Synthesis and Transformation, LOPSTR'2001*. Berlin 2001, 91-110. (LNCS 2372)
- LEUSCHEL, Michael, Laksono ADHIANTO, Michael BUTLER, Carla FERREIRA und Leonid MIKHAILOV. „Animation and Model Checking of CSP and B using Prolog Technology“, in: Michael LEUSCHEL, Andreas PODELSKI, C. R. RAMAKRISHNAN und Ulrich ULTES-NITSCHKE (Hrsg.). *Proceedings of VCL'2001*. Southampton 2001a, 97-109.
- LEUSCHEL, Michael, Thierry MASSART und Andrew CURRIE. „How to Make FDR Spin: LTL Model Checking of CSP by Refinement“, in: Jose N. OLIVIERA und Pamela ZAVE (Hrsg.). *FME'2001: Formal Methods for Increasing Software Productivity*. Berlin 2001b, 99-118. (LNCS 2021)
- LEUSCHEL, Michael, Andreas PODELSKI, C. R. RAMAKRISHNAN und Ulrich ULTES-NITSCHKE (Hrsg.). *Proceedings of the ACM-Sigplan Workshop on Verification and Computational Logic (VCL'2001)*. Southampton 2001. (Verfügbar als Technical Report DSSE-TR-2001-3)

- LEUSCHEL, Michael und Maurice BRUYNOOGHE. „Logic program specialisation through partial deduction: Control issues“, *Theory and Practice of Logic Programming* 2 (4)(5)(2002), 461-515.
- LEUSCHEL, Michael und Ulrich ULTES-NITSCHKE (Hrsg.). *Proceedings of the ACM-Sigplan Workshop on Verification and Computational Logic (VCL'2002)*. Pittsburgh 2002.
- LEUSCHEL, Michael und Michael BUTLER. „ProB: A Model Checker for B“, in: Keijiro ARAKI, Stefania GNESI und Dino MANDRIOLI (Hrsg.). *FME 2003: Formal Methods*. Berlin 2003, 855-874. (LNCS 2805)
- LEUSCHEL, Michael. „A Framework for the Integration of Partial Evaluation and Abstract Interpretation of Logic Programs“, *ACM Transactions on Programming Languages and Systems* 26 (3)(2004), 413-463.
- LEUSCHEL, Michael und Michael BUTLER. „Automatic Refinement Checking for B“, in: Kung-Kiu LAU und Richard BANACH (Hrsg.). *Proceedings ICFEM'05*. Berlin 2005, 345-359. (LNCS 3785)
- LEUSCHEL, Michael und Edward TURNER. „Visualizing Larger States Spaces in ProB“, in: Helen TREHARNE, Steve KING, Martin HENSON und Steve SCHNEIDER (Hrsg.). *Proceedings ZB'2005*. Berlin 2005, 6-23. (LNCS 3455)
- LEVESON, Nancy und Clark S. TURNER. „An Investigation of the Therac-25 Accidents“, *IEEE Computer* 26 (7)(1993), 18-41.
- MCMILLAN, Kenneth L. *Symbolic Model Checking*. Dissertation. Boston 1993.
- NEUMANN, Peter G. „Risk to the public in computers and related systems“, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes* 15 (2)(1990), 3-22.
- POUZANCRE, Guilhem. „How to Diagnose a Modern Car with a Formal B Model?“, in: Didier BERT, Jonathan P. BOWEN, Steve KING und Marina A. WALDÉN (Hrsg.). *ZB*. Bd. 2651. Berlin 2003, 98-100. (Lecture Notes in Computer Science)
- POUZANCRE, Guilhem und Jean-Philippe PITZALIS. „Modélisation en B événementiel des fonctions mécaniques, électriques et informatiques d'un véhicule“, *Technique et Science Informatiques* 22 (1)(2003), 119-128.
- ROSCOE, A. W. *The Theory and Practice of Concurrency*. Upper Saddle River, NJ, 1999.
- SATPATHY, Mannu, Michael LEUSCHEL und Michael BUTLER. „ProTest: An Automatic Test Environment for B Specifications“, *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 111 (2005), 113-136.
- SPIVEY, J. M. *The Z Notation: A Reference Manual*. Upper Saddle River, NJ, ²1992.
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. „The Economic Impacts of Inadequate Infrastructure for Software Testing“, in: *Planning Report*. Gaithersburg 2002.
- STERIA, France Aix-en-Provence: *Atelier B, User and Reference Manuals* (1996). - Available at http://www.atelierb.societe.com/index_uk.html.
- STERN, Ulrich und David L. DILL. „Parallelizing the Mur ϕ Verifier“, *Formal Methods in System Design* 18 (2)(2001), 117-129.
- VARDI, M. Y. und P. WOLPER. „An automata-theoretic approach to automatic program verification“, in: *Proceedings of LICS'86*. Cambridge 1986, 332-344.
- WOLPER, Pierre und Patrice GODEFROID. „Partial-order methods for temporal verification“, in: E. BEST (Hrsg.). *4th. Int. Conf. on Concurrency Theory (CONCUR)*, LNCS 715. Berlin 1993, 233-246.

CHRISTINE R. ROSE

Doppelt hält besser – Elektrische und chemische Signalgebung in Gehirnzellen

Einleitung

Das Gehirn ist eines der faszinierendsten Organe des Menschen. Als Schaltzentrale unseres Körpers steuert es willkürliche und unwillkürliche Bewegungen, es empfängt und verarbeitet die Signale unserer Sinnesorgane, es koordiniert Körperfunktionen und generiert Emotionen, wobei dies nur einen Ausschnitt aus seinen Funktionen darstellt. Dabei hat das Gehirn zwei herausragende Merkmale, die es von allen anderen Organen des Körpers unterscheiden und die bisher noch von keinem Computer auch nur annähernd erreicht wurden. Zum einen weist es eine einzigartige strukturelle Komplexität auf. Zum anderen kann es seine Funktion an die jeweiligen Erfordernisse anpassen; d. h., das Gehirn ist in der Lage, bestimmte Dinge zu erinnern und aus zuvor gemachten Erfahrungen zu lernen. Die rasante technische Entwicklung in den Naturwissenschaften und in der Medizin hat innerhalb der letzten Dekade zu einer Explosion unseres Wissens über die Funktionsweise des Gehirns auf systemischer und zellulärer Ebene geführt.

Dieser Beitrag stellt die Funktionsweise des Gehirns auf zellulärer Ebene vor; d. h., er beschäftigt sich mit der Frage, wie einzelne Gehirnzellen arbeiten und miteinander kommunizieren. Zunächst erfolgt eine kurze Betrachtung der grundsätzlichen Funktionselemente und der elektrischen Signalgebung in Nervenzellen. Danach werden neue Erkenntnisse, die in den letzten Jahren durch den Einsatz hochauflösender bildgebender Methoden gewonnen wurden, vorgestellt. Diese zeichnen ein neues, dynamischeres Bild der Signalverarbeitung und Kommunikation zwischen Gehirnzellen, die nicht – wie bisher angenommen – nur durch elektrische, sondern auch durch chemische Signale in Form intrazellulärer Calciumveränderungen vermittelt wird und auch Gliazellen mit einbezieht.

Zellulärer Aufbau des Gehirns – Was wissen wir heute über die Struktur von Gehirnzellen?

Das Gehirn besteht aus mehreren 100 Milliarden einzelner Nervenzellen. Diese Nervenzellen können jedoch die vielfältigen Aufgaben des Gehirns nicht isoliert erfüllen. Vielmehr sind sie miteinander über so genannte synaptische Verbindungen in Schaltkreisen oder Netzwerken verknüpft, in denen Informationen gesammelt, verteilt, verglichen, verstärkt oder unterdrückt und wiederum an andere Schaltkreise weitergeleitet werden. Da jede einzelne Nervenzelle Zehntausende solcher synaptischer Verbindungen mit anderen Nervenzellen eingehen kann, ergeben sich Kombinations- und Verschaltungsmöglichkeiten, die jenseits unserer intellektuellen Vorstellungskraft liegen.

Ein zweites herausragendes Merkmal unseres Gehirns neben dieser strukturellen Komplexität ist seine Variabilität. Im Gegensatz zu einem Computer, dessen Schaltelemente

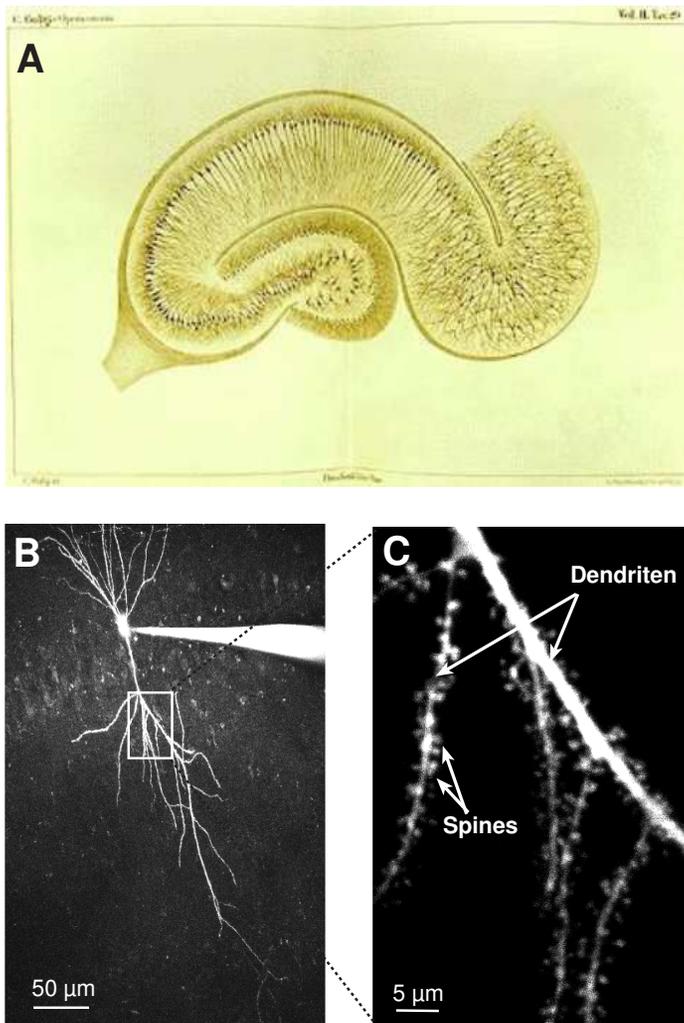


Abb. 1: Struktur des Hippocampus, einer Gehirnregion, die eine wichtige Rolle bei Lernen und Gedächtnis spielt. **A:** Zeichnung des Hippocampus von Camillo Golgi (1885) nach einer von ihm selbst entwickelten Färbetechnik. **B, C:** lebende, mit Fluoreszenzfarbstoff gefüllte Nervenzelle in einem Gewebeschnitt des Hippocampus, dargestellt durch 2-Photonen-Fluoreszenzmikroskopie. **B:** Die Pipette, über die der Farbstoff in die Zelle eingebracht wurde, ist als helle Struktur in der rechten Bildhälfte zu sehen. **C:** vergrößerte Darstellung der Nervenzellausläufer (Dendriten). Zu sehen sind außerdem die dendritischen Dornfortsätze (Spines), an denen die Erregungsübertragung auf die Zelle stattfindet.

sich niemals ändern, bilden Nervenzellen keine starren Netzwerke. Stattdessen kann die Stärke der Nervenzellverknüpfungen in einem Netzwerk ständig abgeändert werden. Dieser Vorgang, auch Plastizität genannt, bildet die Grundlage von Lernen und Gedächtnis.

Wie sind solche Netzwerke aufgebaut und wie funktionieren sie? Aufgrund der enormen Anzahl von Nervenzellen ist die Zahl der möglichen Kombinationen von Verknüpfungen größer als die Gesamtzahl der Atome im Universum. Daher ist die Erforschung der Funktionsweise des Gehirns keine einfache Aufgabe. Um diese Aufgabe zu erleichtern, hat man sich vornehmlich auf die Untersuchung von Nervenzellnetzwerken in Gehirnregionen konzentriert, die einen einheitlichen Aufbau aufweisen. Zu diesen relativ einheitlich aufgebauten Gehirnregionen gehören z. B. das Kleinhirn, das zur Feinkoordination von Bewegungsabläufen dient, oder der Hippocampus, der eine wichtige Rolle bei Lernen und Gedächtnis spielt. Der Feinbau solcher Hirnregionen wurde schon früh von Anatomen untersucht und dargestellt. In Abbildung 1A ist eine Zeichnung eines fixierten Gewebeschnitts des Hippocampus zu sehen, die Camillo Golgi Ende des 19. Jahrhunderts nach einer von ihm selbst entwickelten Färbetechnik angefertigt hat. Zu sehen ist ein gebogenes Band von dunkel eingefärbten, rundlichen Nervenzellkörpern, von denen feine Ausläufer nach oben und nach innen ins Gewebe reichen. Diese feinen Ausläufer dienen dazu, die einzelnen Nervenzellen miteinander zu verbinden.

Mit heutigen Techniken können wir den Aufbau von Nervenzellen in fixiertem (d. h. totem) und auch in lebendem Hirngewebe mit sehr viel höherer Auflösung untersuchen und an den einzelnen Ausläufern, den Dendriten, so genannte dendritische Dornfortsätze (engl. *spines*) darstellen (Abb. 1 B, 1 C). Diese Spines sind knopfartige Auswüchse der Dendriten und repräsentieren diejenigen Strukturen, an denen erregende Signale von anderen Nervenzellen empfangen werden.¹ Über die an den Spines lokalisierten Synapsen werden also Signale von einer Nervenzelle auf eine andere übertragen, d. h., sie verknüpfen die einzelnen Nervenzellen zu einem Netzwerk. Wie oben erwähnt und im Bild erkennbar, verfügen einzelne Nervenzellen über eine große Anzahl solcher synaptischer Kontakte.

Schaut man sich eine fixierte Synapse im elektronenmikroskopischen Bild an (Abb. 2), werden in der Endigung derjenigen Nervenzelle, die die Signale aussendet („Sender“, präsynaptische Zelle) neben Mitochondrien zur Energiegewinnung eine Vielzahl von Vesikeln deutlich. Diese speichern einen chemischen Botenstoff (Transmitter), der die Signalübertragung zwischen der präsynaptischen Zelle und der Nervenzelle, die diese Signale empfängt („Empfänger“, postsynaptische Zelle), vermittelt. Weiterhin fällt auf, dass neben prä- und postsynaptischer Nervenzelle auch Ausläufer eines weiteren Zelltyps dicht an die Synapse heranreichen. Diese sind Zellausläufer von Gliazellen, eines Zelltyps, der in etwa zehnfach höherer Anzahl im Nervensystem vertreten ist als die Nervenzellen selbst.

Elektrische Signalgebung in Nervenzellen

Nervenzellen kodieren Informationen in Form von kurzzeitigen Änderungen ihres Membranpotenzials, d. h. in Form von elektrischen Signalen. Diese elektrischen Signale treten in mehreren Ausprägungen auf und werden durch ein kompliziertes System von verschiedenen Ionenkanälen und Transportern in der Zellmembran ermöglicht. Die Weiterleitung elektrischer Signale über große Strecken innerhalb einer Nervenzelle (z. B. vom Fuß bis

¹ Vgl. Rose *et al.* (2003: 27-58).

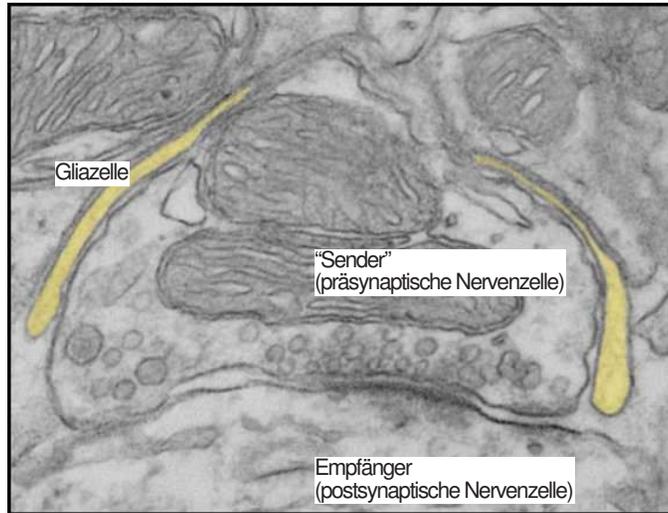


Abb. 2: Elektronenmikroskopisches Bild einer Synapse. In der Senderzelle, von der die Signale ausgehen, sind Mitochondrien und eine Vielzahl so genannter synaptischer Vesikel enthalten, die den chemischen Botenstoff enthalten. Nach Ausschüttung des Botenstoffs diffundiert dieser durch den im Bild erkennbaren schmalen synaptischen Spalt zur Empfängerzelle. Diese ist mit spezifischen Rezeptoren für diesen Botenstoff ausgestattet. Neben prä- und postsynaptischer Nervenzelle sind die nachträglich gelb eingefärbten Ausläufer einer Gliazelle zu sehen, die dicht an die Synapse heranreichen. Verändert nach: M. H. Ellisman, National Center for Microscopy and Imaging, University of California, San Diego.

ins Rückenmark) wird durch eine Form regenerierbarer, schneller Spannungsänderungen bewerkstelligt, die Aktionspotenziale genannt werden. Da Nervenzellen in den meisten Fällen nicht in direktem Kontakt zueinander stehen, können Aktionspotenziale nicht direkt von einer Zelle auf die andere übertragen werden. Daher werden Aktionspotenziale, falls sie auf eine andere Nervenzelle weitergeleitet werden sollen, in der präsynaptischen Endigung einer Synapse in chemische Signale umgewandelt.

Verschiedene Nervenzelltypen synthetisieren unterschiedliche Botenstoffe. Während motorische Nerven, die zum Skelettmuskel ziehen, Acetylcholin als Überträgersubstanz benutzen, wird die erregende synaptische Übertragung im Zentralnervensystem zum überwiegenden Teil durch die Aminosäure Glutamat vermittelt. Hemmende synaptische Übertragung wird zumeist durch die Aminosäuren GABA (γ -Aminobuttersäure) oder Glycin bewerkstelligt. Daneben gibt es eine große Anzahl weiterer Überträgerstoffe wie die Monoamine, zu denen z. B. Adrenalin oder Serotonin gehören.²

Die in Vesikeln gespeicherten Transmitter werden nach Eintreffen eines Aktionspotenzials aus der präsynaptischen Endigung freigesetzt und können den Bereich zwischen der prä- und postsynaptischen Nervenzelle durch Diffusion überbrücken. An der postsyn-

² Vgl. Jonas und Unsicker (2003: 13-26).

aptischen (d. h. Empfänger-)Zelle bindet der Botenstoff an hochspezifische Rezeptoren der Zellmembran. Dies führt wiederum zur Öffnung oder Schließung von Ionenkanälen der postsynaptischen Zelle und somit zu Membranpotenzialänderungen bzw. zu einem erneuten elektrischen Signal, das zunächst passiv und später dann – bei genügend starker Erregung – aktiv in Form von Aktionspotenzialen weitergeleitet werden kann.

Durch die Entwicklung bzw. stete Weiterentwicklung elektrophysiologischer Ableittechniken, wie z. B. der Spannungsklemme, in den letzten 50 Jahren ist es heute möglich, elektrische Signale von Nervenzellen mit hoher Präzision abzuleiten und die ihnen zugrunde liegenden Ionenströme zu untersuchen. Die Kombination dieser Techniken mit molekularbiologischen, strukturbioologischen und biochemischen Ansätzen hat dazu geführt, dass die Grundlagen der elektrischen Signalgebung relativ gut verstanden sind.

Allerdings ist es bis auf wenige, spezialisierte Synapsen bislang nicht gelungen, die durch synaptische Übertragung entstandenen elektrischen Signale zentraler Nervenzellen direkt an ihrem Entstehungsort, d. h. an den Synapsen selbst, abzuleiten. Spines, deren Durchmesser im Bereich von 0,001 mm liegt, sind für elektrophysiologische Ableitungen zu klein. Die heute verfügbaren Mikroelektroden weisen nur einen geringfügig kleineren Durchmesser auf und sind damit ungeeignet, da sie die Spines zu stark beschädigen. Eine direkte Messung der synaptischen Potenziale wäre höchst wünschenswert, da diese durch ihre Weiterleitung von den Spines zu einem größeren Dendriten oder zum Zellkörper, wo sie abgeleitet werden können, abgeschwächt werden. Durch die stattfindende „Filterung“ der Signale auf ihrem Weg zum Ableitort erhält man also nur ein verzerrtes Bild der tatsächlich an Synapsen generierten elektrischen Signale. In den letzten Jahren hat es einige vielversprechende Ansätze zur Messung elektrischer Signale in Nervenzellen mit Hilfe von Fluoreszenzfarbstoffen gegeben. Leider weisen diese bis heute eine relativ unbefriedigende Auflösung auf. Es ist jedoch zu hoffen, dass im Rahmen der Weiterentwicklung dieses Ansatzes Messungen in Spines in Zukunft möglich sein werden.

Im Gegensatz zu Nervenzellen können Gliazellen unter normalen Bedingungen keine Aktionspotenziale generieren. Dies ist in der Tatsache begründet, dass bestimmte Ionenkanäle, die in Nervenzellen für die Entstehung von Aktionspotenzialen verantwortlich sind, in der Zellmembran von Gliazellen in zu geringer Dichte vorhanden sind. Zwar reagieren auch Gliazellen auf die elektrische Aktivität von Nervenzellen mit einer Veränderung ihres Membranpotenzials, jedoch sind diese Signale relativ schwach und langsam. Grundsätzlich kann man also sagen, dass Gliazellen nicht an der schnellen elektrischen Signalgebung im Gehirn beteiligt sind. Aufgrund dieser Tatsache wurde ihnen bis vor wenigen Jahren eine rein passive Rolle in der Informationsübertragung im Gehirn zugeschrieben.³

Calciumionen als intrazelluläre Botenstoffe

Neben der beschriebenen klassischen elektrischen Signalgebung haben moderne bildgebende Methoden innerhalb der letzten Jahre eine weitere Art der Signalvermittlung und -verarbeitung in Gehirnzellen aufgedeckt. Dabei handelt es sich um intrazelluläre Calciumveränderungen, die durch Membranpotenzialänderungen (d. h. elektrische Signale) oder durch chemische Botenstoffe ausgelöst werden. Solche Calciumsignale wurden so-

³ Vgl. Haydon (2001) sowie Volterra und Meldolesi (2005).

wohl in Nerven- als auch in Gliazellen beobachtet, obwohl einige grundsätzliche Unterschiede in ihrem Zeitverlauf und ihrer Generierung zwischen beiden Zelltypen zu beobachten sind.

Calcium ist seit langem als so genannter *second messenger*, d. h. als intrazellulärer Botenstoff, bekannt.⁴ In fast allen Zelltypen ist die freie intrazelluläre Calciumkonzentration etwa 10.000fach niedriger als die Calciumkonzentration in der die Zellen umgebenden Extrazellulärflüssigkeit. Die niedrige intrazelluläre Calciumkonzentration wird durch verschiedene Transporter in der Zellmembran, die das Calcium aus der Zelle transportieren, aufrechterhalten. Kurzzeitige oder mittelfristig andauernde Anstiege in der intrazellulären Calciumkonzentration lösen nach Aktivierung intrazellulärer Signalkaskaden so vielfältige Prozesse wie Zellwachstum, Zelldifferenzierung oder Zellteilung aus. In Muskelzellen sind sie für die Kontraktionsauslösung verantwortlich. Ein unkontrollierter und über längere Zeit anhaltender Calciumanstieg kann allerdings zum Zelltod führen. Daher ist die intrazelluläre Calciumkonzentration strengen Kontroll- und Regulationsmechanismen unterworfen. Neben den besagten Transportmechanismen existieren spezifische Proteine, die freie Calciumionen binden und somit eine Pufferfunktion erfüllen. Diese Calciumbindeteine, wie z. B. Calmodulin, vermitteln auch die biologischen Wirkungen eines Calciumanstiegs, indem sie nach einer calciuminduzierten Konformationsänderung mit anderen intrazellulären Proteinen bzw. Signalwegen wechselwirken.

In Nerven- und Gliazellen kann die Öffnung spezifischer Ionenkanäle in der Zellmembran einen raschen Einstrom von Calciumionen aus dem Extrazellulärraum in das Zellinnere bewerkstelligen. Eine weitere Quelle von Calciumionen sind intrazelluläre Organellen, die eine hohe Calciumkonzentration aufrechterhalten. Einer der wichtigsten intrazellulären Calciumspeicher ist das endoplasmatische Retikulum, aus dem nach bestimmten externen Stimuli Calciumionen in das Zytoplasma freigesetzt werden.⁵

Calcium-Imaging: Bestimmung intrazellulärer Calciumveränderungen mit Hilfe von Fluoreszenzfarbstoffen

Die Entdeckung und Analyse intrazellulärer Calciumsignale in Nerven- und Gliazellen wurde durch die Entwicklung der hochauflösenden Fluoreszenzmikroskopie und durch die Entwicklung calciumsensitiver Fluoreszenzfarbstoffe ermöglicht.⁶ Ein Fluoreszenzfarbstoff ist ein Molekül, das, wenn ihm Energie in Form von Licht zugeführt wird, dieses Licht absorbiert und dadurch angeregt wird, selbst Licht auszusenden – ein Vorgang, der als Fluoreszenzemission bezeichnet wird. Ionensensitive Fluoreszenzfarbstoffe haben darüber hinaus die ganz besondere Eigenschaft, dass die Stärke der Fluoreszenzemission bei gleicher Intensität des Anregungslichts von der Konzentration eines bestimmten Ions, wie z. B. Calcium, abhängt.

Die Fluoreszenzfarbstoffe sind meist zellverträglich und können mittels verschiedener Methoden in lebende Zellen eingebracht werden. Eine unselektive Beladung ermöglicht die gleichzeitige Markierung vieler Zellen und somit die Messung von Netzwerkaktivitäten (Abb. 3 A, vgl. Abb. 6 B 1). Durch das Einbringen der Farbstoffe über eine Mikro-

⁴ Vgl. Berridge *et al.* (1998) sowie Putney (1998).

⁵ Vgl. Carafoli (2002).

⁶ Vgl. Yuste und Konnerth (2005).

elektrode können dagegen einzelne Zellen selektiv beladen werden und Signale von feinen Zellausläufern bestimmt werden (vgl. Abb. 1 B, 1 C, 5 A).

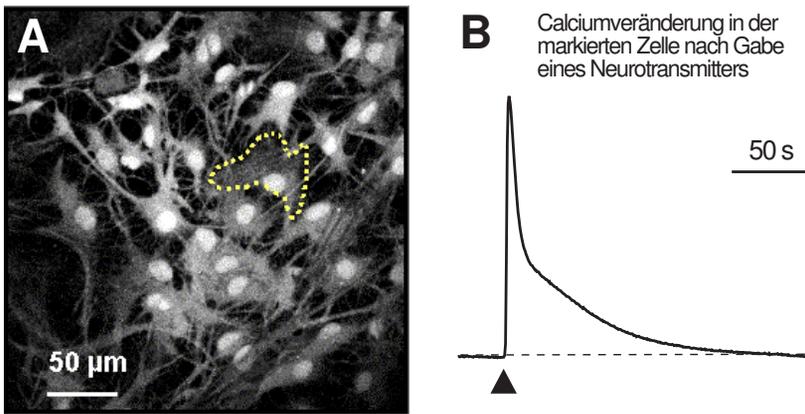


Abb. 3: Messung intrazellulärer Calciumveränderungen mit Hilfe von calciumsensitiven Fluoreszenzfarbstoffen. **A**: Bild einzelner Gliazellen (Astrozyten) in Kultur. Die Zellen wurden über die Badperfusion mit einem calciumsensitiven Fluoreszenzfarbstoff beladen. Die gelbe Markierung zeigt den Bereich, in dem die in **B** gezeigte Messung vorgenommen wurde. **B**: Die Änderung der Fluoreszenzemission (Helligkeit) des Farbstoffs wurde mit Hilfe einer Kamera bestimmt und gegen die Zeit aufgetragen. Nach Gabe eines Neurotransmitters (Pfeilkopf) wird eine vorübergehende Erhöhung der intrazellulären Calciumkonzentration angezeigt.

Eine Bestrahlung der Zellen mit Licht einer jeweils charakteristischen Wellenlänge führt zur Anregung der Farbstoffe und zur Emission von Fluoreszenzlicht, das über geeignete Detektoren, wie z. B. hochempfindliche Kameras, aufgenommen wird. Durch die Kamera wird ein Bild (engl. *image*) der fluoreszierenden Strukturen, d. h. der farbstoffbeladenen Zellen, generiert, daher nennt man diese bildgebenden Techniken auch kurz Calcium-Imaging. Die Helligkeit des Farbstoffs, d. h. die Intensität der Fluoreszenzemission, wird in ausgewählten Bereichen bestimmt und ihre Veränderung über die Zeit aufgetragen. Da sie bei konstanter Anregungsintensität abhängig von der Konzentration der ungebundenen Calciumionen in der Zelle ist, ist die Bestimmung der intrazellulären Calciumkonzentration möglich (Abb. 3 B).

Hochauflösende bildgebende Techniken: konfokales und 2-Photonen-Calcium-Imaging

Mit Hilfe von Fluoreszenzfarbstoffen können wie oben beschrieben intrazelluläre Calciumveränderungen über die Zeit bestimmt werden. Im intakten Hirngewebe werden allerdings sowohl das Anregungs- als auch das emittierte Licht auf ihrem Weg durch das Gewebe stark gestreut, daher können bis auf die relativ großen Zellkörper meist keine feineren Strukturen erkannt werden (vgl. Abb. 6 B). Dieses Problem kann man sich leicht beim Autofahren in starkem Nebel verdeutlichen: Das Einschalten des Fernlichts zieht meist

eine deutlich schlechtere Sicht nach sich, weil die Lichtstrahlen auf ihrem Weg durch die Wassertröpfchen in alle Richtungen reflektiert („gestreut“) werden.

Der Einsatz von Lasern zur Anregung der Fluoreszenzfarbstoffe zusammen mit konfokalen Mikroskopiesystemen hat daher die Fluoreszenzmikroskopie revolutioniert. Durch die gezielte Bestrahlung einzelner Punkte, d. h. die schrittweise Abtastung des Präparats mit einem Laserstrahl (engl. *scanning*), und die Ausgrenzung von unerwünschtem Streulicht über eine Blende, die in der hinteren Fokusebene des Objektivs, d. h. konfokal, positioniert wird (Abb. 4 A), erhält man Bilder von hoher räumlicher Auflösung. Damit wurde es auch möglich, synaptisch induzierte Calciumveränderungen in Dendriten und dendritischen Spines, d. h. direkt an ihrem Entstehungsort, zu bestimmen.

Obwohl die konfokale Laser-Scanning-Fluoreszenzmikroskopie einen Durchbruch in der hochauflösenden Darstellung feiner Strukturen im Licht streuenden Gewebe bedeutete, ist sie doch mit einigen Nachteilen behaftet. Einer dieser Nachteile besteht darin, dass der Laserstrahl bei seinem Weg durch das Gewebe nicht nur das direkt betrachtete Objekt auf der Fokusebene (z. B. ein Stück eines feinen Dendriten) zur Fluoreszenz anregt, sondern auch gefärbte Zellstrukturen, die über oder unter der jeweiligen Betrachtungsebene im Gewebe liegen. Durch die Bestrahlung von farbstoffbeladenen Zellregionen, die nicht analysiert oder direkt betrachtet werden, wird die Phototoxizität, d. h. die Schädigung farbstoffbeladener Zellen durch das anregende Fluoreszenzlicht, stark erhöht. Ein weiterer Nachteil des konfokalen Imaging ist, dass ein großer Teil des emittierten Fluoreszenzlichts ausgeblendet werden muss, um ein von Streulicht freies („scharfes“) Bild der betrachteten Struktur zu erhalten (Abb. 4 A). Somit müssen höhere Anregungsintensitäten als eigentlich notwendig eingesetzt werden, um ein ausreichend helles Bild der betrachteten Struktur zu erhalten. Schließlich arbeiten konfokale Laser-Scanning-Mikroskope zur Calciummessung überwiegend mit Anregungslicht im grünen Bereich, d. h. mit Licht, das typischerweise eine Wellenlänge um 488 nm (Nanometer) aufweist. Dieses Licht hat aufgrund seiner relativ niedrigen Wellenlänge jedoch nur eine geringe Eindringtiefe in das Gewebe. Daher ist es wenig geeignet für Calciummessungen in Nervenzellen in der intakten Hirnrinde, d. h. im lebenden Tier.

Durch die Entwicklung der 2-Photonen-Laser-Scanning-Mikroskopie innerhalb der letzten 15 Jahre wurden viele dieser Nachteile aufgehoben.⁷ Im Gegensatz zum konfokalen Imaging werden die Fluoreszenzfarbstoffe nicht mit jeweils einem kurzwelligen Photon, sondern gleichzeitig mit zwei langwelligen Photonen zur Fluoreszenz angeregt. Dieser Vorgang der gleichzeitigen Absorption zweier langwelliger Photonen durch den Farbstoff ist sehr selten und bedarf daher einer äußerst hohen Intensität des Anregungslichts, um in einer ausreichenden Fluoreszenzemission zu resultieren. Da diese hohe Anregungsintensität nur im direkten Brennpunkt, d. h. im Fokus des Anregungslichts, gegeben ist, werden nur Strukturen, die direkt in der Objekt- bzw. Fokusebene liegen, angeregt. Daraus ergibt sich, dass kein Streulicht von Strukturen außerhalb der Fokusebene generiert wird und dass alle Fluoreszenz, die entsteht, aus dem direkt betrachteten und bestrahlten Objekt stammen muss (Abb. 4 B). Auf eine Blende, wie sie in der konfokalen Mikroskopie zur Ausblendung unerwünschten Streulichts verwendet wird, kann in der 2-Photonen-Mikroskopie verzichtet werden. Daher ist die Effizienz der Detektion des generierten Fluores-

⁷ Vgl. Denk *et al.* (1990) sowie Helmchen und Denk (2005).

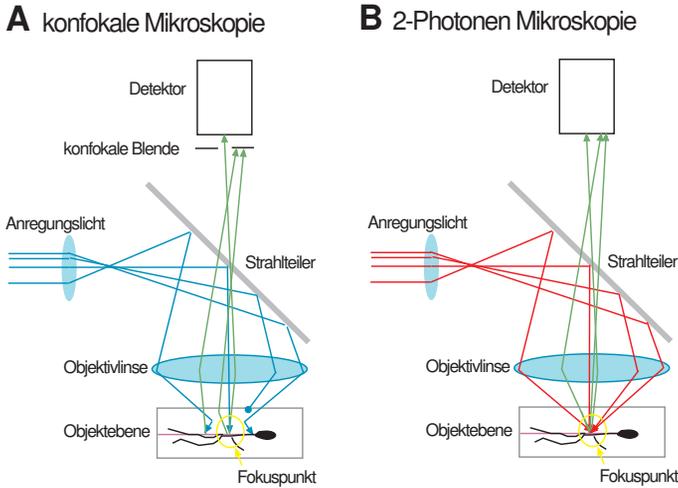


Abb. 4: Darstellung des Strahlengangs bei konfokaler Laser-Scanning-Mikroskopie (A) und bei 2-Photonen-Mikroskopie (B). Während bei konfokaler Mikroskopie das Einfügen einer Blende notwendig ist, um unerwünschtes Streulicht auszublenden, ist dies in der 2-Photonen-Mikroskopie nicht notwendig, da alle Fluoreszenz im direkten Fokuspunkt generiert wird.

zenzlichts bedeutend größer (Abb. 4 B). Zudem werden keine Strukturen außerhalb der betrachteten Fokusebene angeregt und somit die Phototoxizität wesentlich verringert.

Ein weiterer Vorteil der 2-Photonen-Mikroskopie ist die höhere Wellenlänge des Anregungslichts, die eine größere Eindringtiefe in das Gewebe ermöglicht. Auch hier ist ein Vergleich mit dem Straßenverkehr hilfreich: Ampeln, oder ganz allgemein Lichter, die Gefahr signalisieren, sind immer rot, d. h., sie strahlen langwelliges Licht ab. Dieses ist bei Nebel sehr viel weiter sichtbar als das kurzwelligere grüne oder gelbe Licht, das stärker gestreut wird. Tatsächlich ist die 2-Photonen-Mikroskopie die einzige Technik, die es heute ermöglicht, Calciumsignale in einzelnen Nerven- und Gliazellen tief in der Hirnrinde des lebenden Tiers zu messen. Ein wesentlicher Nachteil des 2-Photonen-Imaging ist allerdings, dass die Anschaffungs- und Wartungskosten der dazu verwendeten Laser um ein Vielfaches höher sind als die konventioneller Laser für die konfokale Mikroskopie.

Aktivitätsabhängige Calciumsignale in Nervenzellen und ihre Rolle bei synaptischer Plastizität

Hochauflösende Calcium-Imaging-Methoden zeigten vor etwa 15 Jahren erstmals, dass synaptische Übertragung, d. h. die Ausschüttung eines Transmitters und dessen Bindung an postsynaptische Rezeptoren, zu lokalen Calciumveränderungen in dendritischen Spines von Nervenzellen führt (Abb. 5). Bei stärkerer Aktivität der präsynaptischen Zelle weiten sich diese Calciumveränderungen auf Dendriten und schließlich auf den Zellkörper aus. Die am häufigsten beschriebenen Quellen für diese Calciumsignale sind direkt glutamat-

und spannungsgesteuerte Calciumkanäle in der Zellmembran der postsynaptischen Nervenzellen. Zusätzlich kann Glutamat unter bestimmten Bedingungen auch eine Aktivierung so genannter metabotroper Glutamatrezeptoren in der postsynaptischen Nervenzelle auslösen.⁸ Metabotrope Glutamatrezeptoren führen nicht zu einem direkten Calciumeinstrom über die Plasmamembran, sondern zur Aktivierung eines G-Proteins und nachgeschalteter Signalkaskaden, die die Freisetzung von Calcium aus dem endoplasmatischen Retikulum bewirken. Daher sind durch metabotrope Rezeptoren ausgelöste Calciumsignale in der Regel langsamer und länger anhaltend als Calciumsignale, die durch direkten Einstrom über die Zellmembran zustande kommen.

Die postsynaptischen Calciumsignale sind der Auslöser für viele Formen aktivitätsinduzierter synaptischer Plastizität wie der Langzeitpotenzierung (LTP) und der Langzeitdepression (LTD), die die am besten etablierten Modelle für Lernen und Gedächtnis auf zellulärer Ebene darstellen. Der Begriff „synaptische Plastizität“ beschreibt dabei die Tatsache, dass die Übertragungseigenschaften von Synapsen als Folge ihrer wiederholten Benutzung verändert werden. Ein Aktionspotenzial der präsynaptischen Zelle, d. h. ein stereotypes Eingangssignal, wird durch die synaptische Übertragung in der postsynaptischen Zelle in ein elektrisches Signal umgewandelt, dessen Amplitude in Abhängigkeit von der vorherigen Aktivität, d. h. von der „Geschichte“, der betreffenden Synapse variiert. So wird ein Aktionspotenzial der präsynaptischen Zelle nach Auslösung der LTP in ein größeres elektrisches Signal in der postsynaptischen Zelle umgewandelt als zuvor; die synaptische Übertragung wird demnach „verstärkt“. Bei der LTD kommt es dagegen zu einer Abschwächung der Synapse, d. h. zu einer kleineren elektrischen Antwort der postsynaptischen Zelle als zuvor. Die Richtung der Veränderung, d. h. Verstärkung oder Abschwächung, ist abhängig vom Aktivitätsmuster der präsynaptischen Zelle und/oder von den beteiligten Nervenzelltypen.

Die Rolle postsynaptischer Calciumsignale bei synaptischer Plastizität und Lernen wurde intensiv in Nervenzellen des Kleinhirns, das eine zentrale Rolle in der Feinkoordination von Bewegungen spielt, untersucht.⁹ Ein Fehlen metabotroper Glutamatrezeptoren in Mausmutanten führt zu charakteristischen Kleinhirnsymptomen wie Bewegungsstörungen oder mangelhaftem Lernen von Bewegungsabläufen. Es wurde gezeigt, dass die Aktivierung der metabotropen Glutamatrezeptoren nach synaptischer Übertragung zu Calciumsignalen in Spines und Dendriten von Nervenzellen des Kleinhirns führt (Abb. 5). Diese Calciumsignale sind wesentlich für die Ausprägung der LTD, also der langfristigen Abschwächung der durch synaptische Übertragung generierten elektrischen Signale in der postsynaptischen Zelle. Inzwischen ist ebenfalls gut etabliert, dass die LTD (und die zugrunde liegenden intrazellulären Calciumsignale) wesentlich für das Lernen bestimmter Bewegungsabläufe und somit für die Funktion des Kleinhirns sind.

In Nervenzellen des Hippocampus ist das Bild um einiges komplexer. Hier kann die synaptische Übertragung sowohl eine langfristige Steigerung der elektrischen Antwort der postsynaptischen Zelle (LTP) als auch ihre Abschwächung in Form von LTD hervorrufen. Insbesondere die hippocampale LTP kann direkt mit bestimmten Verhaltensmustern bzw. der Lernfähigkeit von Versuchstieren korreliert werden. Genetische oder pharmakologi-

⁸ Vgl. Rose und Konnerth (2001b).

⁹ Vgl. Augustine *et al.* (2003).

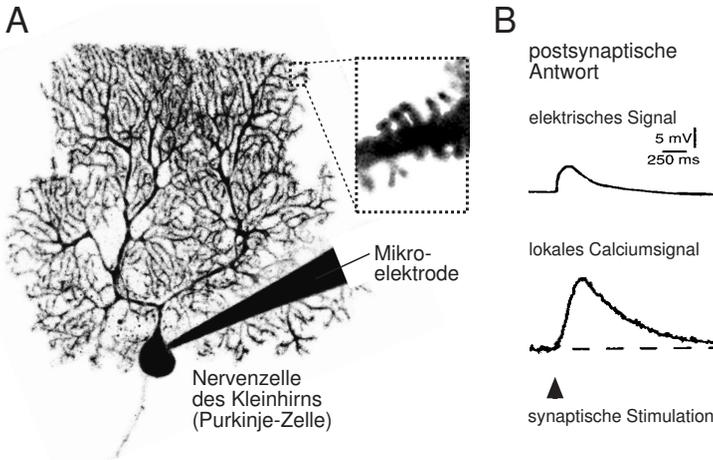


Abb. 5: Intrazelluläre Calciumsignale in Nervenzellen. **A:** Bild einer mit Fluoreszenzfarbstoff gefüllten Nervenzelle des Kleinhirns, dargestellt durch 2-Photonen-Imaging. Am Zellkörper befindet sich eine Glasmikroelektrode, über die die elektrischen Signale abgeleitet werden. Bei stärkerer Vergrößerung sind einzelne Dendriten mit angrenzenden Spines zu erkennen (oberer Bildausschnitt). **B:** Kurze synaptische Stimulation ruft ein im Zellkörper messbares elektrisches Signal in der Nervenzelle hervor. Zudem wird ein lokales Calciumsignal im Dendriten und in den Spines ausgelöst.

sche Manipulationen, die die Auslösung von LTP im Hippocampus von Mäusen unterbinden, führen in verschiedensten Verhaltensversuchen zu einer deutlichen Verschlechterung der Lernfähigkeit der Tiere.

Obwohl die genauen Mechanismen, die die unterschiedlichen Formen der synaptischen Plastizität im Hippocampus auslösen, noch nicht im Detail bekannt sind, ist inzwischen anerkannt, dass auch hier postsynaptische Calciumsignale eine wesentliche Rolle spielen. Es wird angenommen, dass starke Erhöhungen in der postsynaptischen Calciumkonzentration zur Potenzierung (LTP) führen, während kleinere Calciumveränderungen die Abschwächung (LTD) der synaptischen Übertragungsstärke bedingen. Dabei wirken hier die verschiedenen Mechanismen zur intrazellulären Calciumerhöhung (direkter Einstrom über die Zellmembran durch spannungs- und transmitteraktivierte Ionenkanäle sowie Freisetzung von Calcium aus intrazellulären Speichern nach Aktivierung metabotroper Rezeptoren) in einer komplexen Weise zusammen, um die Übertragungsstärke zwischen Nervenzellen des Hippocampus zu regulieren.

Interessanterweise ergaben detaillierte Analysen der postsynaptischen Calciumsignale, dass einzelne Spines nach relativ schwacher synaptischer Stimulation kurzzeitig eine höhere Calciumkonzentration aufrechterhalten können als der entsprechende Dendrit, von dem sie ausgehen. Diese biochemische Kompartimentalisierung von Spines ist bis heute nicht vollständig verstanden.¹⁰ Man geht jedoch davon aus, dass sie der spezifischen

¹⁰ Vgl. Yuste *et al.* (2000) sowie Kennedy *et al.* (2005).

Signalintegration und -verarbeitung in Regionen synaptischer Aktivität innerhalb einer Nervenzelle dient. Das bedeutet, dass diese lokalen Calciumsignale dazu dienen könnten, bestimmte Effekte, wie eine aktivitätsabhängige Verstärkung, spezifisch nur an denjenigen Synapsen zu fördern, an denen Aktivität auch tatsächlich auftritt. Da jedoch bislang direkte elektrische Ableitungen von Spines nicht möglich sind (siehe oben), ist die definitive Antwort auf diese Frage noch offen.

Bei stärkerer Aktivität bleiben die Calciumveränderungen der postsynaptischen Nervenzelle nicht auf einzelne Spines oder kleinere Abschnitte von Dendriten beschränkt, sondern werden in der gesamten Zelle ausgelöst. In diesem Fall bewirken die Calciumveränderungen im Zellkern über komplexe Signalketten Veränderungen der Gentranskription, die z. B. zu verstärktem Wachstum der Nervenzelle führen können.¹¹

Aktivitätsabhängige Calciumsignale in Gliazellen und ihre Rolle in der Neuron-Glia-Interaktion

Da Gliazellen nicht an der schnellen elektrischen Signalgebung beteiligt sind (siehe oben), wurde lange Zeit angenommen, dass sie eine rein passive Rolle bei der Informationsübertragung und -verarbeitung im Gehirn spielen. Nach der technischen Entwicklung der hochauflösenden intrazellulären Calciummessungen vor etwa 15 Jahren wurde jedoch schnell deutlich, dass Gliazellen an der chemischen Signalgebung im Gehirn beteiligt sind.

Zunächst wurde gezeigt, dass Gliazellen auf eine Vielzahl von Transmittern, die bei der synaptischen Übertragung zwischen Nervenzellen ausgeschüttet werden, mit Calciumerhöhungen reagieren.¹² Solche Calciumveränderungen in Gliazellen beruhen meist auf der Aktivierung metabotroper Rezeptoren an der Zellmembran und der anschließenden Freisetzung von Calcium aus intrazellulären Speichern. Gliale Calciumsignale sind daher im Vergleich zu Calciumsignalen in Nervenzellen meist langsam und lang anhaltend.¹³ Ein weiteres charakteristisches Merkmal glialer Calciumsignale ist, dass sie zwischen verschiedenen Gliazellen weitergeleitet werden. Meist geschieht dies in Form einer typischen so genannten „Calciumwelle“, die sehr schön in kultivierten Zellen darzustellen ist (Abb. 6 A): Findet in einer Gliazelle eine Calciumerhöhung statt, so wird diese ringförmig auf benachbarte Zellen übertragen. Die Weiterleitung dieser Calciumwelle beruht zum einen auf dem direkten Durchtritt von Calcium von einer Zelle in die andere durch so genannte *Gap Junctions*. Dies sind Proteinstrukturen, die einen für kleinere Substanzen durchgängigen Kanal zwischen unterschiedlichen Zellen bilden. Zum anderen pflanzt sich die gliale Calciumwelle aufgrund einer Kettenreaktion fort. Der Calciumanstieg in den Gliazellen führt zur Freisetzung von Adenosin-Trisphosphat (ATP) in den Extrazellulärraum durch die Gliazelle. Dieses ATP diffundiert zu benachbarten Gliazellen und bewirkt dort nach Bindung an Rezeptoren der Zellmembran eine Freisetzung von Calcium aus intrazellulären Speichern. Dies wiederum bewirkt eine ATP-Freisetzung der betroffenen Gliazelle, die dann weitere Zellen aktiviert, usw.

Gliale Calciumsignale werden auch durch die direkte Aktivität von Nervenzellen, d. h. durch die synaptische Freisetzung von „Neurotransmittern“ (Botenstoffe, die von Nerven-

¹¹ Vgl. West *et al.* (2001).

¹² Vgl. Verkhratsky *et al.* (1998) sowie Haydon (2001).

¹³ Vgl. Rose *et al.* (2003).

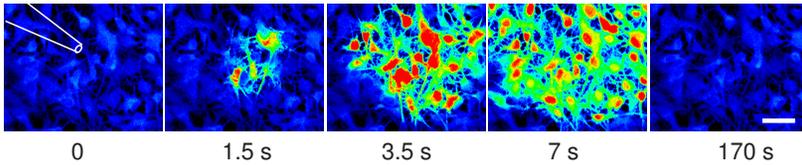
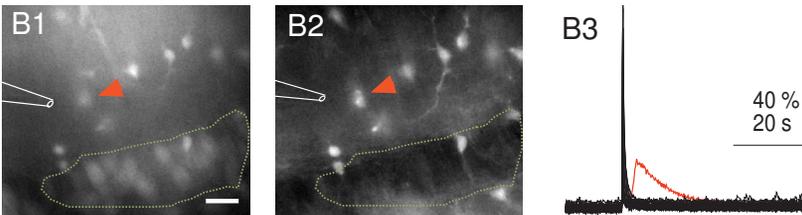
A Ausbreitung einer glialen Calciumwelle in kultivierten Astrozyten**B** Aktivitätsinduzierte Calciumsignale in Gliazellen des Hippocampus

Abb. 6: Intrazelluläre Calciumsignale in Gliazellen. **A:** Calciumwelle in kultivierten Astrozyten des Hippocampus. Zum Zeitpunkt $t=0$ wurde über eine Glaspipette ein Wachstumsfaktor für 50 ms appliziert. **B1:** Bild eines mit calciumsensitivem Farbstoff geladenen Ausschnitts aus einem Gewebeschnitt des Hippocampus. Zu erkennen sind einzelne Zellkörper. Die Pfeilspitze markiert eine Gliazelle, die grün gepunktete Linie zeigt die Lage der Nervenzellkörper an. Die Lage der Glaspipette zur synaptischen Stimulation der Nervenzellen ist schematisch angedeutet. **B2:** Färbung des gleichen Bildausschnitts wie in **B1** mit Sulforhodamin, einem spezifischen Gliazellmarker. Die Zellkörper der Gliazellen sind klar hervorgehoben, während Nervenzellen nicht gefärbt sind. **B3:** Calciumsignale in Nervenzellen (schwarz) und in der, mit der Pfeilspitze markierten, Gliazelle (rot) nach kurzer synaptischer Stimulation der Nervenzellen.

zellen freigesetzt werden), ausgelöst (Abb. 6 B).¹⁴ Welche Folgen hat eine solche Aktivierung der Gliazellen? Gliale Calciumerhöhungen können zum einen, wie oben beschrieben, zur Freisetzung von ATP führen und zur Aktivierung benachbarter Gliazellen. Daneben kommt es auch zur calciumabhängigen Freisetzung von Glutamat in den Extrazellulärraum. In den letzten Jahren konnte überzeugend gezeigt werden, dass diese „Gliotransmitter“ (Botenstoffe, die von Gliazellen freigesetzt werden) nicht nur auf benachbarte Gliazellen wirken, sondern auch die synaptische Übertragung zwischen Nervenzellen direkt beeinflussen können, indem sie z. B. zur Erregung von Nervenzellen führen. Eine weitere Rolle glialer Calciumsignale wurde ebenfalls erst kürzlich beschrieben. Mit Hilfe des 2-Photonen-Imaging wurde beobachtet, dass ein Anstieg der glialen Calciumkonzentration nach Stimulation von Nervenzellen zu einer lokalen Weitung von Blutgefäßen und damit

¹⁴ Vgl. Rose und Konnerth (2001a), Volterra und Steinhäuser (2004) sowie Volterra und Meldolesi (2005).

zu einer verbesserten Blutzufuhr führt.¹⁵ Gliale Calciumsignale vermitteln also zwischen Nervenzellaktivität und zerebralem Blutfluss.

Diese Befunde zeigen, dass Gliazellen zwar nicht an der schnellen elektrischen Signalverarbeitung, allerdings jedoch an der chemischen Signalverarbeitung im Gehirn beteiligt sind und in komplexer Weise mit Nervenzellen wechselwirken. Zudem stellen sie ein entscheidendes Glied in der adäquaten Versorgung der Nervenzellen mit Sauerstoff und Nährstoffen dar, indem sie Aktivität von Nervenzellen an die Endothelzellen der Blutgefäße vermittelt.

Zusammenfassung

Unser Bild von der Funktionsweise und der Signalverarbeitung in Gehirnzellen hat sich grundlegend gewandelt. Insgesamt ergibt sich ein weitaus dynamischeres Bild der Kommunikation zwischen Gehirnzellen und der Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene als noch vor wenigen Jahren. Hochauflösende bildgebende Methoden haben gezeigt, dass neben der klassischen elektrischen Signalgebung auch eine chemische Signalgebung in Form intrazellulärer Calciumveränderungen existiert. Nach dem Prinzip „doppelt hält besser“ wirken elektrische und chemische Signale zusammen und steuern viele Formen der synaptischen Plastizität, die als zelluläre Grundlage für Lernen und Gedächtnis angesehen werden. An dieser neuen Art der chemischen Signalgebung und Informationsverarbeitung nehmen auch Gliazellen teil. Diese antworten auf die elektrische Aktivität von Nervenzellen mit verzögerten intrazellulären Calciumveränderungen, die wiederum die Ausschüttung neuro- und vasoaktiver Substanzen bedingen.

Trotz der dargestellten beeindruckenden Fortschritte sind noch viele entscheidende Fragen offen, die das Auftreten, die Regulation oder die physiologische Rolle aktivitätsinduzierter Calciumtransienten in Nerven- und Gliazellen betreffen. Das Institut für Neurobiologie der Heinrich-Heine-Universität wird sich der Untersuchung dieser Fragen in den nächsten Jahren widmen. Dabei wird uns der Einsatz moderner elektrophysiologischer und bildgebender Methoden helfen, einen wissenschaftlichen Beitrag zu deren Klärung zu leisten.

Literatur

- AUGUSTINE, George J., Fidel SANTAMARIA und Keiko TANAKA. „Local calcium signalling in neurons“, *Neuron* 40 (2003), 331-346.
- BERRIDGE, Michael J., Martin D. BOOTMAN und Peter LIPP. „Calcium – a life and death signal“, *Nature* 395 (1998), 645-648.
- CARAFOLI, Ernesto. „Calcium signalling: A tale for all seasons“, *Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A.* 99 (2002), 1115-1122.
- DENK, Winfried, James H. STRICKLER und Watt W. WEBB. „Two-photon laser scanning fluorescence microscopy“, *Science* 248 (1990), 73-76.
- HAYDON, Philip G. „Glia: Listening and talking to the synapse“, *Nature Reviews Neuroscience* 2 (2001), 185-193.

¹⁵ Vgl. Rossi (2006).

- HELMCHEN, Fritjof und Winfried DENK. „Deep tissue two-photon microscopy“, *Nature Methods* 2 (2005), 932-940.
- JONAS, Peter und Klaus UNSICKER. „Molekulare und zelluläre Grundlagen des Nervensystems“, in: Robert F. SCHMIDT und Klaus UNSICKER (Hrsg.). *Lehrbuch der Vorklinik*. Köln 2003, 3-26.
- KENNEDY, Mary B., Holly C. BEALE, Holly J. CARLISLE und Lorraine R. WASHBURN. „Integration of biochemical signalling in spines“, *Nature Reviews Neuroscience* 6 (2005), 423-434.
- PUTNEY, James W. Jr. „Calcium signalling: Up, down, up, down ... What's the point?“, *Science* 279 (1998), 191-191.
- ROSE, Christine R. und Arthur KONNERTH. „Exciting glial oscillations“, *Nature Neuroscience* 4 (2001a), 773-774.
- ROSE, Christine R. und Arthur KONNERTH. „Stores not just for storage: Intracellular calcium release and synaptic plasticity“, *Neuron* 31 (2001b), 519-522.
- ROSE, Christine R., Arthur KONNERTH und Cord-Michael BECKER. „Die Synapse“, in: Robert F. SCHMIDT und Klaus UNSICKER (Hrsg.). *Lehrbuch der Vorklinik*. Köln 2003, 27-58.
- ROSSI, David J. „Another BOLD role for astrocytes: coupling blood flow to neural activity“, *Nature Neuroscience* 9 (2006), 159-161.
- VERKHRATSKY, Alexej, Richard K. ORKAND und Helmut KETTENMANN. „Glial calcium: Homeostasis and signaling function“, *Physiological Reviews* 78 (1998), 99-141.
- VOLTERRA, Andrea und Christian STEINHÄUSER. „Glial modulation of synaptic transmission in the hippocampus“, *Glia* 47 (2004), 249-257.
- VOLTERRA, Andrea und Jacopo MELDOLESI. „Astrocytes, from brain glue to communication elements: the revolution continues“, *Nature Reviews Neuroscience* 6 (2005), 626-640.
- YUSTE, Rafael, Ania MAJEWSKA und Knut HOLTHOFF. „From form to function: calcium compartmentalization in dendritic spines“, *Nature Neuroscience* 3 (2000), 653-659.
- YUSTE, Rafael und Arthur KONNERTH. *Imaging in Neuroscience and Development*. New York 2005.
- WEST, Anne E., Wen G. CHEN, Matthew B. DALVA, Ricardo E. DOLMETSCH, Jon M. KORNHAUSER, Adam J. SHAYWITZ, Mari A. TAKASU, Xu TAO und Michael E. GREENBERG. „Calcium regulation of neuronal gene expression“, *Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A.* 98 (2001), 11024-11031.

Philosophische Fakultät

Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Bernd Witte
Dekan



Univ.-Prof. Dr. Ulrich v. Alemann
Prodekan



Univ.-Prof. Dr. Dieter Birnbacher
Studiendekan

Neu berufene Professorinnen und Professoren

Univ.-Prof. Dr. Shingo Shimada

Seit dem 1. Oktober 2005 ist Shingo Shimada Inhaber des neu eingerichteten Lehrstuhls „Modernes Japan II mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt“ an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Sein Forschungsgebiet ist die kulturvergleichende Soziologie, in der er einerseits ihre theoretischen und methodischen Grundlagen erarbeitet und andererseits die japanische Kultur und Gesellschaft im Vergleich zu westeuropäischen und ostasiatischen Gesellschaften analysiert.

Einer seiner Arbeitsschwerpunkte liegt im Bereich der Erforschung des sozialen Wandels im Globalisierungsprozess, wozu auch das Thema der alternden Gesellschaft gehört. Hier wird den Fragen nachgegangen, wie sich der soziale Zusammenhalt in unterschiedlichen Gesellschaften durch den Globalisierungsprozess nachhaltig verändert und welche konkreten Maßnahmen für den Erhalt der Sozialität ergriffen werden. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt in der Problematik der Postkolonialität in Ostasien. Hier werden die Berührungspunkte unterschiedlicher Kulturen wie der chinesischen, koreanischen, taiwanesischen und japanischen sowohl historisch als auch gegenwartsbezogen empirisch herausgearbeitet. Das wird auch für das Verständnis des heutigen Wirtschaftsraums am ostchinesischen Meer von Bedeutung sein.

Die Lehre ist bestimmt von den Aufgaben im Bachelor- und im Masterstudiengang „Modernes Japan“. Ein besonderer Wert wird hier auf die methodisch und theoretisch gestützte Japanforschung gelegt. Die Studierenden erhalten in diesem Rahmen die Ausbildung in der qualitativen Sozialforschung im interkulturellen Kontext.

Vor dem Ruf nach Düsseldorf war Shingo Shimada Universitätsprofessor für kulturvergleichende Soziologie am Institut für Ethnologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Davor war er Privatdozent für Soziologie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Er leitete dort zwischen 2001 und 2002 mehrere empirische Forschungsprojekte und war Vertreter des Fachs Soziologie im Graduiertenkolleg „Kulturhermeneutik im Zeichen von Differenz und Transdifferenz“.

Shingo Shimada hat sich an der Universität Erlangen-Nürnberg mit einer Schrift über die Identitätskonstruktion aus kulturvergleichender Perspektive mit dem Titel *In/Zwischen. Der Diskurs der Moderne und die Erfindung Japans aus dem Geiste des Orientalismus* im Fach Soziologie habilitiert, wofür er 1999 den Otto-Seel-Preis der Universität Erlangen-Nürnberg erhielt. Promoviert wurde er ebenfalls an der Universität Erlangen-Nürnberg im Fach Soziologie mit der Dissertation *Grenzgänge – Fremdgänge. Japan und Europa im Kulturvergleich*.

Geboren wurde Shingo Shimada 1957 in Osaka, Japan. Er ist verheiratet und hat drei Kinder.



Univ.-Prof. Dr. Markus Stein

Seit dem 1. April 2005 ist Markus Stein Universitätsprofessor für Klassische Philologie, insbesondere Latinistik, an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Nach dem Abitur 1982 am Gymnasium Haus Overbach bei Jülich studierte er an der Universität zu Köln Griechische und Lateinische Philologie sowie Geschichte. 1992 wurde er mit der Arbeit *Definition und Schilderung in Theophrasts Charakteren* promoviert. Sie befasst sich mit der Frage, ob die Definitionen, die zu Beginn eines jeden Kapitels in den *Charakteren* des Aristoteleschülers Theophrast stehen, von diesem selbst oder einem Interpolator stammen; damit verbunden sind einerseits Untersuchungen zur handschriftlichen Überlieferung und zur historischen Einordnung des Werkes sowie andererseits die philologisch-kritische Kommentierung ausgewählter *Charaktere*. Von 1992 bis 1996 und 2001/2002 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Altertumskunde der Universität zu Köln beschäftigt, wo er sich den *Manichaica Latina* widmete. Ziel dieses von der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften geförderten Arbeitsvorhabens war und ist es, die im lateinischen Sprachraum vorhandenen Reste der Schriften des persischen Religionsgründers Mani (3. Jahrhundert n. Chr.) zu sammeln, zu edieren und mittels eines Kommentars und einer Übersetzung den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, die sich mit dem Manichäismus beschäftigen (abgesehen von der Klassischen Philologie z.B. Religionswissenschaft, Theologie, Judaistik, Koptologie, Orientalistik und Sinologie), zugänglich zu machen. Diese fächerübergreifende Arbeit fand von 1996 bis 2001 eine Fortsetzung in seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Redaktor beim *Reallexikon für Antike und Christentum* (Franz Joseph Dölger-Institut zur Erforschung der Spätantike, Bonn). 1999/2000 habilitierte er sich an der Universität zu Köln. Es folgten Lehrstuhlvertretungen für Griechische und Lateinische Philologie in Bonn, Köln und Hamburg sowie ein Semester als Lehrkraft für besondere Aufgaben an der Universität Göttingen. Der Forschungsschwerpunkt liegt derzeit im Bereich der christlichen und paganen Literatur sowie Kultur der griechisch-römischen Spätantike, insbesondere in der Grundlagenforschung, die durch Edition, Kommentierung und Übersetzung die oben genannten manichäischen Texte erschließt.



BERND WITTE (Dekan)

Die Philosophische Fakultät auf dem Weg in die entgrenzte Wissensgesellschaft

Modellierungen der Krise: zur Matrixstruktur an der Philosophischen Fakultät

Nach der 1999 unterzeichneten Bologna-Erklärung der 29 europäischen Bildungsminister und der Organisation des Allgemeinen Dienstleistungsabkommens GATS (*General Agreement on Trades in Services*) hat die Philosophische Fakultät auf vielfältige Weise versucht, die vorwiegend politisch verursachten Verwerfungen und die enger werdenden finanziellen und organisatorischen Spielräume so effektiv wie möglich zu gestalten.

Um den Umfang dieser Kraftanstrengung zu verstehen, muss man zunächst wissen, dass die Philosophische Fakultät auch nach dem Ende der Lehramtsausbildung der absoluten Studierendenzahl nach noch immer die größte Fakultät der Heinrich-Heine-Universität ist. Sie erreicht trotz der finanziellen und personalen Engpässe eine im landesweiten Vergleich relativ hohe Absolventenquote. Auch die Qualität der Abschlüsse und Absolventen ist beachtlich und findet Anerkennung auf dem Arbeitsmarkt. Dieser Erfolg geht zurück auf die strukturellen Veränderungen der letzten Jahre.

Da ist zum einen die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge („gestufte Studiengänge“) in allen Fächern der Philosophischen Fakultät. Der Vorteil dieser Veränderung ist erstens, dass sie die bereits bestehende interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Fächern abbildet und zweitens die Organisation der Fächer noch weiter dynamisiert, flexibilisiert und bündelt. Exemplarisch für diese Form modernen Wissensmanagements ist der integrative Studiengang „Medien- und Kulturwissenschaft“, der von vielen Fächern der Fakultät getragen wird.

Da ist zum anderen die Reorganisation des Wissens und seiner institutionellen Träger in drei Schwerpunktbereiche – die Literatur- und Kulturwissenschaften, die Sprachwissenschaften und die Sozialwissenschaften – und fünf Zukunftsbereiche, deren Fächer unserer Fakultät in ihrer speziellen Ausrichtung ein eigenes Profil geben. Hierzu zählen die Geschichtswissenschaften mit Landesgeschichte und osteuropäischer Geschichte, die Philosophie mit Wissenschaftstheorie und Ethik der Wissenschaft, die Jüdischen Studien, die Medien- und Kulturwissenschaft und das Fach Modernes Japan. Trotz der vielfältigen Synergien, die durch diese Neuorganisation erreicht werden können, bleiben die Profile der einzelnen Studienfächer erhalten. Damit stellen sie das für die Lehre notwendige Fundament und bilden den Ausgang der disziplinentorientierten Methodik.

Der Begriff für dieses Zusammenspiel der Fächer, das ihnen ihre angestammte Aufgabe in der Familie der Wissenschaften belässt, aber das Verwandtschaftsverhältnis und die Kooperation untereinander noch enger formuliert, lautet „Matrixstruktur“. Er fasst die Arbeit an einer Bildungs- und Wissensstruktur zusammen, die den schwierigen Spagat zwischen dem Humboldt'schen Geist einer umfassenden Bildung für alle Studierenden und

handfesten wirtschaftlichen Zwängen versucht. Ziel dieser Reform ist es, über den Umbau der Organisation von Forschung und Lehre attraktive Studiengänge mit nachvollziehbarer Berufs- und optimaler Forschungsperspektive zu schaffen und die vielen beispielhaften Projekte der Fakultät, ihre Exzellenzinitiativen, Forschergruppen und internationalen Kooperationen unter dem Dach des Wissens zu versammeln.

Die Matrixstruktur der Philosophischen Fakultät

Drei Schwerpunktbereiche

Fächergruppen	Themengruppen	Fächer
1. Literatur- und Kulturwissenschaften	schriftliche und mündliche Kommunikation, Kulturalität	literaturwissenschaftliche Abteilungen der Germanistik, Anglistik und Romanistik, Literaturübersetzen, Teile der Geschichtswissenschaften und der Philosophie, Klassische Philologie
2. Sozialwissenschaften	Demokratie, politische Kommunikation und sozialer Wandel	Kommunikations- und Medienwissenschaft, Soziologie, Politikwissenschaft
3. Sprachwissenschaften	Sprache, Kognition und Information	Allgemeine Sprachwissenschaft, Computerlinguistik, Informationswissenschaft, sprachwissenschaftliche Abteilungen der Philologien, Klassische Philologie

Fünf Zukunftsbereiche

Fächergruppen	Themengruppen	Fächer
1. Geschichtswissenschaften	Geschichte und Gesellschaft im europäischen und transnationalen Kontext	Alte, Mittelalterliche und Neue Geschichte; Landesgeschichte und Osteuropäische Geschichte
2. Grundlagenwissenschaften	Wissenschaftstheorie, Grundlagen von Sprache und Kultur, Ethik und Lebensformen	Philosophie
3. Jüdische Studien	Sprache, Literatur, Geschichte und Kultur des Judentums	Jiddistik, Judaistik
4. Kultur- und Medienwissenschaften	Interkulturalität, Medialität, Bildmedien, Transfer	Medien- und Kulturwissenschaft, Kunstgeschichte, Teile der Philologien
5. Modernes Japan	Sprache, Kultur und Gesellschaft Japans	kultur- und sozialwissenschaftliche Abteilung der Japanologie

„Matrixstruktur“ ist ein aus der *New Economy* importierter Begriff, der seit den 1980er Jahren auch auf die Neuorganisation von Verwaltungen und Universitäten angewendet wird und der wachsenden Komplexität und Vernetzung der Fakultät Rechnung tragen soll. Im Rahmen der heute vielfach diskutierten Wissensgesellschaft ist es die vorrangige Absicht der Fakultät, eine möglichst präzise Modellierung der interdisziplinären, fächerübergreifenden Arbeit innerhalb und zwischen den Fächern sowie in den Gremien und Kommissionen, mit denen die Fakultät organisiert wird, vorzunehmen. Tragende Stichworte dieses Modells sind: Vereinfachung und Verbesserung der Organisation und Fächerbudgetierung, Kostenminimierung, verbesserte Effektivität sowie die nicht-lineare und nicht-hierarchische Ordnung der Verwaltung.

Die Matrixstruktur ist mit anderen Worten dort ein attraktives organisatorisches Modell, wo Entwicklung und Verkauf oder aber Forschung und Lehre gleichzeitig betrieben werden müssen, die unternehmerische bzw. humboldtsche Verbindung beider Aufgaben auf der Stufe eines Managers oder Professors jedoch längst zur Illusion geworden ist.¹

Die Organisation von Forschung und Lehre verläuft demnach nach anderen Prämissen als bisher: nicht mehr nur am jeweiligen Lehrstuhl, sondern fächerübergreifend. Es geht darum, Forschungsprojekte von vornherein als Fakultätsprojekte zu begreifen und zu planen. Das Gleiche gilt für die Lehre. Bestes Beispiel für diese zwei Seiten der Reform sind die so genannten Forschergruppen, in denen sich Vertreter der verschiedensten Fächer zusammenfinden, um an einem Projekt zu arbeiten, und die integrierten Studiengänge, deren Fächerangebot sich aus Teilen der anderen Fächer zusammensetzt.

Wie die Matrixstruktur zeigt, liegt die Neuorganisation der Fakultät jetzt weiterentwickelt und ausdifferenziert vor. Das Grundgerüst bilden acht in Forschung und Lehre eng verzahnte Fächergruppen, die jeweils thematisch und die Fächer kreuzend miteinander korrespondieren. Welche Vorteile diese Korrespondenzen haben, zeigen die integrativen Studiengänge, in die verschiedene Fächer und Themen eingehen können. Durch die Kombination aller drei Säulen der Matrixstruktur – Fächergruppen, Themengruppen und Fächer – kann eine zukunftsfähige wissenschaftliche Qualität gesichert werden, die der Heinrich-Heine-Universität im Exzellenzwettbewerb der Zukunft einen guten Platz sichern wird.

Die Fächermatrix der Literatur- und Kulturwissenschaften wird vor allem gebildet durch die Fächer Anglistik, Germanistik, Romanistik und Literaturübersetzen sowie durch Teile der Geschichtswissenschaften und der Philosophie. Sie bilden traditionell einen Schwerpunkt in der Fakultät. Dies belegen auch die eingeworbenen Drittmittel, die Quantität und Qualität der Promotionen, die erfolgreich abgeschlossenen Graduiertenkollegs sowie die relativ hohe Zahl ausländischer Studierender. Die Zukunft der Literatur- und Kulturwissenschaften liegt in der Erforschung der kulturellen Traditionen Europas, der Regionalforschung und der transkulturell motivierten methodischen Neuausrichtung der Fächer. Die verstärkte Akzentsetzung auf kultur- und medienwissenschaftliche Aspekte in diesen Fächern hat im Zuge der Neuausrichtung der Fakultät zur Etablierung neuer Fächer, Forschungsverbünde und Professuren geführt. Bestes Beispiel ist die Düsseldorfer Germanistik, die den Wandel des Faches stets antizipiert und durch die Einrichtung der Pro-

¹ Gugerli (2005).

fessuren „Theorie und Geschichte der Schrift. Praxis des Schreibens“ sowie „Mündliche Kommunikation“ einen Markstein der Forschung gesetzt hat.

Auch die Sozialwissenschaften haben es verstanden, durch die Einführung des ersten Gesamtmodells gestufter Studiengänge in der Fakultät einen herausragenden Studiengang zu entwickeln. Der Stifterverband für die deutsche Wissenschaft hat diesen Bachelorstudiengang zu den vier besten neuen Studiengängen in der Bundesrepublik gezählt und daraufhin ausgezeichnet. Die Leistungsbilanz der Fächer ist glänzend. Kooperationen mit verschiedenen Fächern und Instituten, die Initiierung zahlreicher Forschungsprojekte, die Einwerbung von Drittmitteln sowie die Zusammenarbeit mit der Landesregierung, der EU-Kommission und mit der Wirtschaft beweisen, wie erfolgreich und gesellschaftlich anerkannt Geisteswissenschaftler heute arbeiten können.

Bildung als Investition

„Bildung ist kein Kostenfaktor, sondern eine Investition“, so Andreas Schleicher, verantwortlich für die Bildungsstatistik der OECD.² Die Philosophische Fakultät hat investiert, indem sie sich schnell und organisiert den neuen Erfordernissen eines globalisierten Marktplatzes des Wissens angepasst hat. Aber was ist eine optimierte Struktur wert, wenn Lehrende und Studierende nicht an einem Strang ziehen, wenn die konkrete Arbeit im Seminar ohne Erfolg bleibt? Die Lehrenden und Lernenden der Philosophischen Fakultät haben in den letzten Jahren abseits von Studienreform, Evaluation, Kostendruck und Nutzenmaximierung gezeigt, dass eine Universität vor allem vom Engagement und dem persönlichen Einsatz aller Mitglieder lebt – davon, dass das frei zirkulierende Wort im Seminar als Ausdruck der individuellen und gesellschaftlichen Bedürfnisse nach Bildung angesehen wird.

Umso erfreulicher ist es, dass auf Initiative des Rektors der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf das Studium *Universale* eine neue Bedeutung erhält. Unter dem Horaz-Wort „*Sapere aude*“ („Wage es, weise zu sein“) versammeln sich viele der an der Universität vertretenen Fächer, um im Dienst der Modernität des Wissens – auch des vermeintlich alten Wissens der Antike – an der „mental Globalisierung“³ der Menschen mitzuwirken. Die Philosophische Fakultät sieht auch hier die Möglichkeit, ihrer gesellschaftlichen Verantwortung gerecht zu werden, indem sie das Studium *Universale* aktiv mitgestaltet, Lehrveranstaltungen durchführt und thematische Schwerpunkte organisiert.

Die viel beschworene Krise der Universitäten im Allgemeinen und der Geisteswissenschaften im Besonderen hat es im Grunde schon immer gegeben. Die Universitäten befanden sich stets in der permanenten Krise, wie sie sich in der permanenten Reform befanden. Doch die jetzige Situation hat eine neue Qualität. Sie ist lebensbedrohend und fördert im Gleichschritt die Finanznot der Universitäten und ihren Ansehensverlust. Darauf mit einer Rückbesinnung auf den Idealismus des humanistischen Bildungsideals zu reagieren ist falsch. Man muss vielmehr die generelle Wissenschaftsfeindlichkeit kritisieren, die in der Verabsolutierung der Erfahrungswissenschaften liegt. So bleibt, auf die fundamentale Aufgabe der Geisteswissenschaften hinzuweisen, die in den Auseinandersetzungen um Strukturen, Kompetenzen und Finanzen häufig vergessen wird und die weder durch

² Zitiert nach Kahl (2005: 2).

³ Labisch (2006).

die Ökonomie noch durch andere gesellschaftliche Teilbereiche ersetzt werden kann. Die Universität muss als ein Paradigma verstanden werden, nach dem unser Wissen von Welt anders strukturiert wird als im System Wirtschaft oder Politik. Die Aufgabe der Geisteswissenschaften ist es, die Selbstbeobachtung und -beschreibung von Gesellschaft zu ermöglichen und zu verwirklichen, die Grammatik und das Vokabular der Gesellschaft hervorzubringen und den Erfordernissen der Gegenwart anzupassen. Die Geisteswissenschaften sind der Ort, an dem sich das kulturelle Gedächtnis der Gesellschaft konstituiert. Damit stellen sie das Medium der Selbstverständigung von Gesellschaft dar, ohne die eine funktionierende Gesellschaft nicht zu denken ist.

Die Philosophische Fakultät weiß sich insofern sowohl dem skizzierten Bildungsauftrag für jeden einzelnen ihrer Studierenden verpflichtet als auch dem Selbstverständigungsauftrag gegenüber der Gesellschaft. Deshalb wird sie auch weiterhin ein guter Ort für das Studium der Kulturwissenschaften und Sozialwissenschaften sein.

Literatur

- GUGERLI, David. „Die Matrix“. 2005. <http://www.ethistory.ethz.ch/besichtigungen/objekte/matrix/> (30.06.2006).
- KAHL, Reinhard. „Deutschland investiert mehr in die Bildung, fällt jedoch im internationalen Vergleich weiter zurück“, *Die Zeit* (15.09.2005), 2.
- LABISCH, Alfons. „Vorwort zum Studium Universale“. 2006. <http://www.uni-duesseldorf.de/home/Studium/Studienangebot/StudiumUniversale/vorwort> (30.06.2006).

ANDREA VON HÜLSEN-ESCH, WILHELM G. BUSSE und CHRISTOPH KANN

Das Forschungsinstitut für Mittelalter und Renaissance

Zur Geschichte des Forschungsinstituts

Die Anfänge des Forschungsinstituts für Mittelalter und Renaissance (FIMUR) sind eng mit der Geschichte der Philosophischen Fakultät verknüpft. Anders als an den Universitäten von Köln und Bonn hatte sich die Philosophische Fakultät unserer Universität – die damals noch nicht Heinrich-Heine-Universität hieß – der Aufteilung in kleine Fachbereiche widersetzt. Da die Philosophische Fakultät insgesamt recht groß war, gab es einen Bedarf an engerer Zusammenarbeit. Dazu wurden einige Ansätze entwickelt, die jedoch – bis auf das FIMUR – alle im Sande verliefen. Die Gründungsmitglieder – Gert Kaiser, Peter Wunderli, Hubertus Schulte Herbrüggen, Ludwig Schrader, Hans Schadewaldt, Rudolf Hiestand, Josef Semmler, Wilhelm Busse, Hans Hecker sowie zeitweise (als Vertreter der Stiftungsprofessur Kunstgeschichte) Georg Kaufmann und Joachim Poeschke – trafen sich relativ häufig, um ihre Vorstellungen zu entwickeln und sich fachlich einander anzunähern. Das FIMUR wurde mit dem erklärten Ziel gegründet, durch die Kooperation verschiedener Disziplinen die Erforschung zweier – die Gegenwart deutlich prägender – Epochen europäischer Kulturgeschichte auf eine interdisziplinäre Basis zu stellen. Lange bevor die Relevanz interdisziplinärer Forschung und Lehre ins allgemeine akademische Bewusstsein aufstieg, machte FIMUR die Fachgrenzen durchlässig. Fachübergreifende Fragestellungen wurden in der gemeinsamen Arbeit diskutiert – Fragestellungen, die wiederum fruchtbar auf fachspezifische Probleme zurückgeführt werden konnten. Das Ergebnis war zunächst eine Ringvorlesung, mit deren Hilfe die im Bereich des Mittelalters und der Renaissance arbeitenden Wissenschaftler zusammengeführt werden und die bestenfalls auf die ganze Fakultät inspirierend wirken sollten.

Seither haben in diesem Forscherverbund Fachvertreter der Anglistik, der Germanistik, der Geschichte, der Kunstgeschichte, der Medizingeschichte, der Philosophie, der Romanistik und der evangelischen Theologie erfolgreich zusammengearbeitet. Eine wichtige Voraussetzung war, dass so wenig bürokratisch-institutioneller Aufwand wie möglich betrieben werden sollte. In seiner Struktur und seiner Arbeit gleicht das Institut daher den an einigen wenigen Universitätsstandorten vorhandenen „Mittelalterzentren“ – mit dem bedeutsamen Unterschied, dass FIMUR ohne festen Etat und ohne Einbindung in den Haushaltsplan der Universität auskommt. Seine Arbeit wird allein getragen vom ideellen Engagement seiner Mitglieder; seine Publikationen werden finanziert durch das großzügige Mäzenatentum der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. So wurden Ansätze zu institutioneller Behäbigkeit von vornherein ausgeschlossen. FIMUR (diese Abkürzung als „Firmenname“ setzte sich nur allmählich durch) wollte sich stets der Überprüfung durch Wettbewerb der Anträge stellen.

Die Aufgaben von FIMUR

Zu den Prämissen der Arbeit des Forschungsinstituts gehört es, dass der interdisziplinäre Austausch nicht im wissenschaftlichen „Elfenbeinturm“ verbleiben darf, sondern den Studierenden aller Fächer zugute kommen muss. Die seit Beginn regelmäßig im Wintersemester veranstaltete Ringvorlesung des FIMUR gehört deshalb seit dessen Gründung zum festen Bestandteil des Lehrprogramms der Philosophischen Fakultät. Sehr bald erwies sich, dass diese regelmäßige Veranstaltung auch außerhalb des universitären Rahmens auf Interesse stieß. FIMUR wurde so auch zu einem wichtigen Vermittler zwischen der Heinrich-Heine-Universität und der Stadt Düsseldorf – eine Funktion, die angesichts der schon traditionellen, geographisch, verkehrstechnisch, aber doch auch mental begründeten Distanz, die die städtische Öffentlichkeit zu „ihrer“ Universität hält, von besonderer Notwendigkeit war und ist.

Die Ringvorlesungen richten sich in jedem Wintersemester an ein breiteres Publikum. Ihre Themen greifen die Forschungsinteressen einzelner Mitglieder auf und wollen durch eine entsprechende Präsentation ein Publikum außerhalb der Gesprächskreise der Spezialisten, auch außerhalb der Universität gewinnen und mit Forschung bekannt machen. Besuch und Nachfrage zeigen, dass die Reihe dieser Vorlesungen mittlerweile einen wichtigen Platz im Austausch zwischen Universität und Stadt einnimmt. Auch im Rahmen anderer Veranstaltungen (z. B. Tag der Forschung) bemüht sich FIMUR, Mittelalter und Renaissance als grundlegende Epochen der europäischen Kulturgeschichte anschaulich zu machen und ein entsprechendes Interesse an der europäischen Vergangenheit zu wecken.

Neben der Vermittlung gemeinsamen interdisziplinären Nachdenkens im Hörsaal ist die Publikation von Forschungsergebnissen in der Reihe „*Studia humaniora*“ ein Anspruch, den FIMUR von Anfang an ernst genommen hat. 41 Bände sind seit 1985 erschienen, wobei die Frequenz der Publikationen in den letzten Jahren deutlich höher geworden ist. Mit diesen Veröffentlichungen des Forschungsinstituts, die von inzwischen sechs Bänden einer „*series minor*“ flankiert werden, reiht sich FIMUR innerhalb der deutschsprachigen geisteswissenschaftlichen Forschungstradition in diejenigen interdisziplinären Publikationsunternehmungen mit der größten Kontinuität ein.

Angesichts der zunehmenden Bedeutung des Fachgrenzen überschreitenden Forschens und Lehrens kommt FIMUR, das Interdisziplinarität seit langem institutionalisiert hat und nicht, wie üblich, nur für einen überschaubaren Zeitraum im Rahmen von Drittmittelprojekten realisiert, ein besonderer Stellenwert zu. Aus dieser Alltäglichkeit und Selbstverständlichkeit von Interdisziplinarität erwuchs das erste Graduiertenkolleg („Europäische Geschichtsdarstellungen“), das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) der Philosophischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität bewilligte und dessen Veranstalter – kaum zufällig – in ihrer Mehrzahl Mitglieder von FIMUR waren: Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò (Romanistik), Univ.-Prof. Dr. Wilhelm G. Busse (Ältere Anglistik; stellvertretender Sprecher des Kollegs), Prof. Dr. Barbara Haupt (Ältere Germanistik), Univ.-Prof. Dr. Hans Hecker (Osteuropäische Geschichte), Univ.-Prof. Dr. Andrea von Hülsen-Esch (Kunstgeschichte), Univ.-Prof. Dr. Christoph Kann (Philosophie), Univ.-Prof. Dr. Hans Körner (Kunstgeschichte) und Univ.-Prof. Dr. Johannes Laudage (Mittelalterliche Geschichte; Sprecher des Kollegs). FIMUR sieht in diesem Erfolg eine Zukunftsverpflichtung. Auch in den nächsten Jahren soll FIMUR ambitionierte drittmittelgestützte Forschungsprojek-

te durchführen oder zumindest initiieren. Mit den Forschungsprojekten „Materialität und Produktion“ und „Biographisches Schreiben“ sind bereits zwei neue Initiativen gestartet worden, bei denen die Beteiligten ebenfalls in der Mehrzahl dem Forschungsinstitut angehören.

Die bisherigen Erträge von FIMUR

Der Ertrag der gemeinsamen Arbeit ist abzulesen an Ringvorlesungen und Tagungen, an gemeinsam betreuten Dissertationen und an der stattlichen Zahl von knapp 50 Monographien und Sammelbänden, die von den Mitgliedern oder von deren Mitarbeitern seit der Gründung im Sommer 1983 publiziert wurden. Der jüngste Band wurde 2005 unter dem Titel *Inszenierung und Ritual in Mittelalter und Renaissance* von Univ.-Prof. Dr. Andrea von Hülsen-Esch herausgegeben, die derzeit den Band *Medien der Erinnerung* für den Druck vorbereitet. In Vorbereitung ist auch der Band *Isti moderni. Erneuerungskonzepte und Erneuerungskonflikte in Mittelalter und Renaissance* von Univ.-Prof. Dr. Christoph Kann als Herausgeber, der als derzeitiger FIMUR-Sprecher die Ringvorlesung zum Thema „Emotionen in Mittelalter und Renaissance“ im Wintersemester 2006/2007 organisiert.

Auszeichnungen

Den Erfolg des Instituts belegen auch die Preise, mit denen die Veröffentlichungen einzelner Mitglieder oder von FIMUR publizierte Arbeiten ausgezeichnet wurden: drei Preise für beste Dissertationen, zwei Habilitationspreise, zwei Drupa-Preise, zwei Reinhard-Heynen- und Emmi-Heynen-Preise für wissenschaftliche Forschung, Förderpreis der Stadt Düsseldorf, Benningsen-Förderpreis des Landes Nordrhein-Westfalen sowie Prix Gay Lussac/Humboldt.

Die erfolgreichen Initiativen von FIMUR

Das FIMUR war und ist innerhalb der Philosophischen Fakultät initiativ für Forschung und Lehre. Aus dieser Forschergemeinschaft hervorgegangen sind zwei für die Philosophische Fakultät Profil bildende Einrichtungen: zum einen das erwähnte DFG-Graduiertenkolleg „Europäische Geschichtsdarstellungen“, zum anderen Konzept, Lernziele und inhaltlich-modulare Ausgestaltung eines neuen integrativen Studiengangs „Europa: kulturhistorisch“. In der gegenwärtigen Form ist dieser Studiengang einzigartig in der deutschen Universitätslandschaft. Außerhalb der Fakultät wirkt FIMUR (in Zusammenarbeit mit der Universität und dem Mediävistenverband e.V.) mit der Interdisziplinären Sommerakademie, die sich an Studierende im Hauptstudium wendet. Organisiert durch FIMUR-Mitglieder und in der Durchführung unterstützt durch ein wechselndes Team Düsseldorfer und auswärtiger Lehrender bietet die Sommerakademie ein in der Bundesrepublik bisher einmaliges Angebot interdisziplinärer Arbeit jeweils zu einem zentralen Aspekt des Mittelalters, das Studierende in dieser Form an ihren Universitäten in der Regel nicht finden.

Die Perspektiven von FIMUR

Auf eine breitere Basis soll die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses gestellt werden; aus diesem Grunde hat FIMUR einen Promotionsstudiengang „Mediävistik“ konzipiert.

Die bisher veranstalteten Fachtagungen¹ fanden in unregelmäßigen Abständen statt. Hier strebt FIMUR künftig eine deutlich höhere Frequenz an, um auch im Verbund mit anderen Mittelalter- sowie Renaissance-Forschungszentren und -instituten Symposien zu veranstalten, die die Forschungsinteressen der einzelnen Mitglieder widerspiegeln, thematisch an die Ringvorlesungen anknüpfen und Forschergruppen zusammenführen sollen. Dabei soll die Vernetzung mit ausländischen Institutionen und Forschern weiter ausgebaut werden.

Eine Zukunftsverpflichtung sieht FIMUR auch im Bereich der Lehre. Die neuen gestuften Studiengänge konzentrieren das zu vermittelnde Wissen – ein Vorteil für die Studierenden, im Hinblick auf den notwendigen weiten Horizont einer universitären Ausbildung aber auch ein Nachteil. In den integrierten Bachelorstudiengängen sammelt sich die Ausbildung in einem Sample von thematisch verwandten oder im Ausbildungsziel einander angenäherten Fachrichtungen; in den Kernfachstudiengängen wird anstelle der im Magisterstudiengang üblichen zwei Nebenfächer nur noch ein Ergänzungsfach studiert. Die Masterstudiengänge schließlich sind als Ein-Fach-Studiengänge konzipiert. Besonders wichtig ist deshalb, dass die Studierenden den sowohl in den Bachelorstudiengängen als auch im Masterstudiengang großzügig veranschlagten „fachübergreifenden Wahlbereich“ Gewinn bringend nutzen. Der Rektor der Heinrich-Heine-Universität hat zu eben diesem Zweck das Programm eines „Studium universale“ angestoßen. Mit den traditionsreichen Ringvorlesungen ist ein gewichtiger Bestandteil eines solchen „Studium generale“ bereits vorhanden.

Die Kontakte zur Stadt, zu anderen Bildungseinrichtungen sowie zu Nachbaruniversitäten und Gesellschaften, etwa zum Mediävistenverband, in dem FIMUR-Mitglieder seit Jahren aktiv beteiligt sind, werden kontinuierlich ausgebaut. Die Tradition bisheriger Fachtagungen soll verstärkt weitergeführt und dabei die Vernetzung mit ausländischen Institutionen und Wissenschaftlern ausgebaut werden.²

Publikationen in chronologischer Folge

Studia humaniora

FORSCHUNGSINSTITUT MITTELALTER UND RENAISSANCE. *Das Ritterbild in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1985.

¹ Z. B. die Tagung „Herkunft und Ursprung. Historische und mythische Formen der Legitimation“ oder „Von Fakten und Fiktionen“, die Auftakt für das Graduiertenkolleg war und in schriftlicher Form die Buchreihe des Kollegs eröffnete.

² Nähere Informationen zu den Ringvorlesungen (unter anderem „Das Ritterbild in Mittelalter und Renaissance“ (1983) – „Das Buch in Mittelalter und Renaissance“ (1988) – „Ehe und Familie in Mittelalter und Renaissance“ (1994) – „Botschaften aus dem Jenseits“ (2000) – „Medien der Erinnerung“ (2003) – „Inszenierung und Ritual“ (2004) – „Isti moderni. Erneuerungskonzepte und Erneuerungskonflikte in Mittelalter und Renaissance“ (2005)), den jeweils aktuellen Aktivitäten und den von FIMUR veröffentlichten Büchern sind auf der Website <http://www.phil-fak.uni-duesseldorf.de/fimur/> (18.09.2006) gegeben.

- KÜSTERS, Urban. *Der verschlossene Garten: Volkssprachliche Hohelied-Auslegung und monastische Lebensform im 12. Jahrhundert*. Düsseldorf 1985.
- KASTEN, Brigitte. *Adalhard von Corbie: Die Biographie eines karolingischen Politikers und Klostervorstehers*. Düsseldorf 1985.
- WERNER, Edeltraud. *Liber Scale Machometi: Die lateinische Fassung des Kitab al mi'radj. Einleitung – Edition – Glossar*. Düsseldorf 1986.
- WUNDERLI, Peter (Hrsg.). *Der kranke Mensch in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1986.
- KAISER, Gert und Jan-Dirk MÜLLER (Hrsg.). *Höfische Literatur – Hofgesellschaft – Höfische Lebensformen um 1200: Kolloquium am Zentrum für Interdisziplinäre Forschung der Universität Bielefeld (3. bis 5. November 1983)*. Düsseldorf 1986.
- BUSSE, Wilhelm G. *Altenglische Literatur und ihre Geschichte: Zur Kritik des gegenwärtigen Deutungssystems*. Düsseldorf 1987. (Habilitationsspreis 1983)
- STROSETZKI, Christoph. *Literatur als Beruf: Zum Selbstverständnis gelehrter und schriftstellerischer Existenz im spanischen Siglo de Oro*. Düsseldorf 1987.
- BRÜCKNER, Thomas. *Die erste französische Aeneis: Untersuchungen zu Octovien de Saint-Gelais' Übersetzung. Mit einer kritischen Edition des VI. Buches*. Düsseldorf 1987. (Drupa-Preis 1987)
- SCHRADER, Ludwig (Hrsg.). *Alternative Welten in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1988.
- STILLERS, Rainer. *Humanistische Deutung: Studien zu Kommentar und Literaturtheorie in der italienischen Renaissance*. Düsseldorf 1988. (Habilitationsspreis 1986)
- ZIMMERMANN, Margarete. *Vom Hausbuch zur Novelle: Didaktische und erzählende Prosa im Frankreich des späten Mittelalters*. Düsseldorf 1989.
- HECKER, Hans (Hrsg.). *Der Herrscher: Leitbild und Abbild in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1990.
- HAUPT, Barbara. *Das Fest in der Dichtung: Untersuchungen zur historischen Semantik eines literarischen Motivs in der mittelhochdeutschen Epik*. Düsseldorf 1989.
- EPP, Verena. *Fulcher von Chartres: Studien zur Geschichtsschreibung des ersten Kreuzzuges*. Düsseldorf 1990. (Drupa-Preis 1989)
- BERNS, Jürgen Karl W. *Propter communem utilitatem: Studien zur Bündnispolitik der westfälischen Städte im Spätmittelalter*. Düsseldorf 1991.
- SEMMLER, Josef (Hrsg.). *Der Wald in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1991.
- HOLTEI, Rainer. *Norm und Spiel in The Owl and the Nightingale*. Düsseldorf 1990. (Dissertationspreis 1989)
- HIESTAND, Rudolf (Hrsg.). *Das Buch in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1994.
- ANTWEILER, Wolfgang. *Das Bistum Tripolis im 12. und 13. Jahrhundert: Personengeschichtliche und strukturelle Probleme*. Düsseldorf 1991.
- BRASELMANN, Petra. *Humanistische Grammatik und Volkssprache: Zur Gramática de la lengua castellana von Antonio de Nebrija*. Düsseldorf 1991.
- WUNDERLI, Peter (Hrsg.). *Reisen in reale und mythische Ferne: Reiseliteratur in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1993.

- LORENZ, Sönke. *Kaiserswerth im Mittelalter: Genese, Struktur und Organisation königlicher Herrschaft am Niederrhein*. Düsseldorf 1993.
- HIESTAND, Rudolf (Hrsg.). *Traum und Träumen: Inhalt, Darstellung, Funktionen einer Lebenserfahrung in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1994.
- BRALL, Helmut, Barbara HAUPT und Urban KÜSTERS (Hrsg.). *Personenbeziehungen in der mittelalterlichen Literatur*. Düsseldorf 1994.
- BUSSE, Wilhelm G. (Hrsg.). *Burg und Schloß als Lebensorte in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 1995.
- BUSSE, Wilhelm G. (Hrsg.). *Die Wiederkehr der Mythen*. Düsseldorf 2000.
- ZELLMANN, Ulrike. *Lanzelet: Der biographische Artusroman als Auslegungsschema dynastischer Wissensbildung*. Düsseldorf 1996.
- WIENER, Jürgen. *Das Grabmal des Johann von Brienne, Kaiser von Konstantinopel und König von Jerusalem*. Düsseldorf 1998.
- TUCHEL, Susan. *Kastration im Mittelalter*. Düsseldorf 1998.
- TEMPLIN, Olaf. *Tafelrunde und Gral: Zur Funktion von Religion in Thomas Malorys Le Morte Darthur und Marion Zimmer Bradleys The Mists of Avalon*. Düsseldorf 1998.
- SCHEMMANN, Ulrike. *Confessional literature and lay education: the Manuel de Pechez as book of good conduct and guide to personal religion*. Düsseldorf 2000. (Dissertationspreis 1999)
- HAUPT, Barbara (Hrsg.). *Endzeitvorstellungen*. Düsseldorf 2001.
- FINGER, Heinz und Katrinette BODARWÉ (Hrsg.). *Bücherschätze der rheinischen Kulturgeschichte. Aus der Arbeit mit den historischen Sondersammlungen der Universitäts- und Landesbibliothek 1979 bis 1999*. Düsseldorf 2001.
- KÖRNER, Hans (Hrsg.). *Botschaften aus dem Jenseits*. Düsseldorf 2002.
- FINGER, Heinz (Hrsg.). *Die Macht der Frauen*. Düsseldorf 2003.
- LAUDAGE, Johannes (Hrsg.). *Frömmigkeitsformen in Mittelalter und Renaissance. Festgabe für Josef Semmler zum 75. Geburtstag*. Düsseldorf 2003.
- WEISE, Wilhelm (Hrsg.). *Der Hof der Kölner Erzbischöfe in der Zeit Kaiser Friedrich Barbarossas*. Düsseldorf 2004.
- HECKER, Hans (Hrsg.). *Krieg in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 2005.
- VON HÜLSEN-ESCH, Andrea (Hrsg.). *Inszenierung und Ritual in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 2005.
- HAUPT, Barbara und Wilhelm G. BUSSE (Hrsg.). *Pilgerreisen in Mittelalter und Renaissance*. Düsseldorf 2006.

Studia humaniora – series minor

- BINDING, Günther. *Städtebau und Heilsordnung: Künstlerische Gestaltung der Stadt Köln in ottonischer Zeit*. Düsseldorf 1986.
- SCHRADER, Ludwig (Hrsg.). *Fray Luis de Leon, Ausgewählte Gedichte (Spanisch und deutsch). Übertragung von Ernst-Edmund Keil*. Düsseldorf 1989.
- FINGER, Heinz. *Gisbert Longolius: Ein niederrheinischer Humanist*. Düsseldorf 1990.

NITSCHKE, Peter. „Nicht an die Griechen glaube ich, sondern an Christus“. *Russen und Griechen im Selbstverständnis des Moskauer Staates an der Schwelle zur Neuzeit*. Düsseldorf 1991.

FISCHER-SEIDEL, Therese und Friedrich-K. UNTERWEG (Hrsg.). *Shakespeare. Text – Theatre – Film. Düsseldorfer Shakespeare-Vorlesungen*. Düsseldorf 2001.

SEMMLER, Josef. *Der Dynastiewechsel von 751 und die fränkische Königssalbung*. Düsseldorf 2003.

Tagungsbände

WUNDERLI, Peter (Hrsg.). *Herkunft und Ursprung: Historische und mythische Formen der Legitimation. Akten des Gerda Henkel Kolloquiums veranstaltet vom Forschungsinstitut für Mittelalter und Renaissance der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 13. bis 15. Oktober 1991*. Sigmaringen 1994.

SABINE KROPP

Institutionenbildung in postsowjetischen Ländern – Entwurf eines Analysekonzepts¹

Institutionenbildung in Russland und in der Ukraine – regionale Politik als empirischer Ausgangspunkt für ein Analysekonzept

Das Verhältnis zwischen Zentrum und Regionen war in vielen Transformationsländern Gegenstand konfliktreicher Aushandlungsprozesse. In Russland und in der Ukraine sind diese Entwicklungen bis heute nicht abgeschlossen; in beiden Ländern werden die politischen Institutionen fortlaufend umgeformt. Regionale Politik ist in beiden Ländern ein Zankapfel im Kampf um die innerstaatliche Machtverteilung geblieben, weshalb diese Großregion – wie eine Durchsicht der einschlägigen, mit Osteuropa befassten Fachzeitschriften belegt – von der empirisch orientierten Regionalforschung als Labor für vergleichend angelegte Untersuchungsdesigns verwendet werden kann. Die gegebene Kompetenzausstattung der regionalen Ebene und die Institutionenordnung des Regierungssystems sind Ausdruck der Machtverhältnisse zwischen konkurrierenden politischen und wirtschaftlichen Gruppierungen und Interessen. Ein Vergleich der regionalen Institutionenentwicklung in Russland und in der Ukraine kann somit Einsichten bieten in die Regelungskraft formaler Institutionen und informaler Netzwerke und Regeln und, allgemein, in die bis heute schwierigen und unsteten Prozesse der Institutionenbildung in postsowjetischen Ländern. Es sollte zudem ein Anliegen einer konzeptionell angeleiteten Regionalforschung sein, diese Erkenntnisse ihrerseits wieder theoretisch aufzubereiten. Die Frage, wie das Verhältnis zwischen dem Zentrum und den Regionen in beiden Ländern im Laufe der vergangenen 15 Jahre ausgestaltet wurde,² bildet somit den empirischen Ausgangspunkt der nachfolgenden theoretischen Überlegungen.

In der Regionalforschung über Osteuropa dominiert bis heute ein empirisches Interesse an den Entwicklungen nationaler und regionaler Institutionen. Die theoretische Fundierung vieler Untersuchungen trat angesichts der beschleunigten Transformation und einer kaum überschaubaren Abfolge von Gesetzes- und Verfassungsänderungen sowie der ständigen Veränderung der Akteurskonstellationen lange Zeit in den Hintergrund. Allein die Beschaffung von Informationen und empirisch verwertbarem Material band einen Großteil der Forschungsressourcen. Dabei sind es gerade diese schnelle Abfolge von institutionellen Veränderungen und die Dominanz von strategischem, die Verfassungsordnung instrumentell betrachtendem Akteurshandeln, die erklärungsbedürftig sind.³ Zwar bedienen sich viele Studien durchaus verschiedener Grundideen des Neoinstitutionalismus, um

¹ Für Anregungen und Kommentare zu diesem Beitrag danke ich Agnes Gilka-Bötzow und Michael Baurmann.

² Vgl. Gilka-Bötzow und Kropp (im Druck).

³ Institutional designers „[...] would often seem most interested in the short-term consequences of their actions, long-term effects may be heavily discounted“ (Pierson 2004: 113).

Entwicklungen und Einzelereignisse theoretisch rückbinden zu können. Jedoch wurde bislang kaum der Versuch unternommen, die einzelnen Ansätze zu einem *framework* zusammenzubinden, das auf die schnell verlaufenden institutionellen Wandlungsprozesse angewendet werden kann. Oftmals beschränken sich Analysen darauf, pauschal die *legacies of the past* zu bemühen, die nun einmal in postsowjetischen Staaten notgedrungen „nomadische“ Akteure⁴ mit einem instrumentellen Verhältnis zur Rechtsordnung hervorbrächten. Eine solche Sichtweise würde aber nicht nur behaupten, dass die Defekte der postsowjetischen Staaten aufgrund des historischen Erbes nicht behebbar sind. Sie verschließt zudem allzu schnell den Blick vor tatsächlichen Anpassungs- und Entwicklungsprozessen.

Die nachfolgenden Überlegungen zielen darauf, die zumeist unverbundenen verschiedenen Stränge des Neoinstitutionalismus zusammenzuführen⁵ und anschließend mit einigen Überlegungen des so genannten „neuen“ Regionalismus zu kombinieren. Empirische Befunde werden dabei als Ausgangspunkt und ferner zur Illustration des Konzepts verwendet.

Vergleichsdesign als Ausgangspunkt für die Konzeptualisierung von Institutionenentwicklung

Der Vergleich von Russland und der Ukraine eröffnet die Möglichkeit, auf der Grundlage eines modifizierten *most-similar-cases-Designs*⁶ Hypothesen über die Bindekraft formaler Institutionen in solchen postsowjetischen Ländern herzuleiten, die nicht Mitgliedstaaten der EU geworden sind. Dass die baltischen Staaten aus der nachfolgenden Analyse über die Bindekraft regionaler Institutionen ausgeschlossen werden, liegt zum einen – ganz pragmatisch – daran, dass diese Länder zu den Kleinflächenstaaten zählen und regionale Aspekte der Institutionenentwicklung mithin keine zentrale Rolle spielen. Außerdem haben die beigetretenen Länder Mittelosteuropas enorme Anstrengungen unternommen, um ihre Staats- und Wirtschaftsordnung an EU-Standards anzupassen. Sie konnten dafür schon lange vor der EU-Osterweiterung im Mai 2004 von der EU finanzierte Unterstützungsprogramme nutzen.

Russland und die Ukraine teilen eine lange gemeinsame politische Geschichte. Beide Länder sind durch das Erbe des sowjetischen zentralistischen Institutionensystems und von den Folgewirkungen der Planwirtschaft und ihren regionalen Fehlallokationen geprägt. Der ukrainische wie der russische Staat sind zudem durch erhebliche regionale Disparitäten und Asymmetrien gekennzeichnet. Die Regionen in beiden Ländern unterscheiden sich hinsichtlich ihrer geographischen, historischen, wirtschaftlichen und kulturellen Merkmale sowie in ihrer ethnischen Zusammensetzung. Seit dem Zusammenbruch der Sowjetunion im Jahre 1991 schlugen nicht nur beide Staaten, sondern innerhalb der Staaten auch die Regionen unterschiedliche Entwicklungspfade ein, mit dem Ergebnis, dass der Demokratiegrad in beiden Ländern regional variiert.⁷ In Russland z. B. existieren neben Regionen, in denen die Demokratisierung vergleichsweise weit vorangeschritten ist, auch

⁴ Vgl. Rüb (1994: 128ff.).

⁵ Während manche Autoren die Eigenständigkeit des Historischen Institutionalismus betonen, sehen ihn andere als eine Art hybriden Ansatz, der sich aus verschiedenen institutionalistischen Strängen eklektizistisch bedient. Vgl. hierzu die Kontroverse zwischen Hall und Taylor (1996) und Hay und Wincott (1998).

⁶ Vgl. hierzu: Berg-Schlosser (2005) und Patzelt (2005).

⁷ Vgl. für Russland: Marsh (2000).

solche, die mehr oder weniger offene Autokratien sind. Große Ähnlichkeiten bestanden zudem bis zur Verfassungsänderung in der Ukraine im Jahre 2006 auch hinsichtlich des Institutionensystems: Sowohl Russland als auch die Ukraine entschieden sich in ihrer ersten Verfassung für den Semipräsidentalismus als Regierungsform, beide in der Variante des präsidentiell-parlamentarischen Systems⁸. Bis vor kurzem wurde außerdem in beiden Ländern nach einem Grabenwahlssystem verfahren, das Elemente der relativen Mehrheitswahl und der Verhältniswahl kombiniert und das über die Mehrheitswahlkomponente die Fragmentierung des Parteiensystems – und damit indirekt die Position des Staatspräsidenten gegenüber Regierung und Parlament – verstärkte, gleichzeitig aber auch unabhängige Kandidaten mit einer regionalen Machtbasis institutionell begünstigte.⁹

Bei der territorialen Organisation des Staatswesens trafen beide Staaten indessen eine gegenläufige institutionelle Wahl: Russland, das den Proto- bzw. Pseudoföderalismus der UdSSR und einen mehrstufigen Aufbau der kommunalen Verwaltungsstrukturen geerbt hatte, wurde seit 1991 sukzessive in einen „echten“ Bundesstaat mit insgesamt 89 – nach der Fusion des Gebiets Perm und der Republik Komi-Perm zum neuen Bezirk Perm im Dezember 2005 nun noch 88 – Föderationssubjekten umgewandelt. Ukrainische Politiker hingegen entschieden sich gegen eine föderale Lösung – mit aus ihrer Sicht guten Argumenten: Sie befürchteten, dass föderale Institutionen angesichts der in der Ukraine stark ausgeprägten regionalistischen Tendenzen separatistischen Bewegungen Vorschub leisten könnten. Somit blieb die Ukraine ein unitarischer Staat, der seinen Regionen – mit Ausnahme der Republik Krim – nur rudimentäre eigene Kompetenzen gewährt.

Trotz dieser gegenläufigen Ausgestaltung des Verhältnisses von Zentrum und Regionen war der *outcome*, d. h. die Ergebnisse regionaler Politik, in beiden Ländern bislang durchaus ähnlich: Regionale Machteliten verfügen aufgrund widersprüchlicher rechtlicher Regelungen und wegen der Schwäche des Zentralstaats über effektive Ressourcen, die es ihnen ermöglichen, sich zu mächtigen „Regionalfürsten“ aufzuschwingen. Erst in den letzten Jahren gelang es dem russischen Präsidenten Vladimir Putin, die Macht der Gouverneure zu beschneiden. Gleichzeitig kann man einen starken Einfluss informeller, klientelistischer Netzwerke auf die Struktur des politischen Prozesses und den *policy outcome* feststellen.¹⁰ Den regionalen Machthabern und wirtschaftlichen Akteuren stehen dabei keine starken zivilgesellschaftlichen Kräfte gegenüber, auch die orange Revolution in der Ukraine zeigt hier nur einen begrenzten Effekt. Viele Regionen sind somit dadurch gekennzeichnet, dass es außer den vertikal angelegten Elitennetzwerken keine funktionsfähige Repräsentation kollektiver Interessen gibt.¹¹

Wir haben es folglich mit einem *most-similar-cases-Design* (ähnliche kulturelle, historische und institutionelle Merkmale) mit *similar outcome* bei gleichzeitiger *Varianz regio-*

⁸ Zur Typologisierung vgl. Shugart und Carey (1992). Mit den Anfang 2006 in Kraft getretenen Verfassungsänderungen wurde das ukrainische Regierungssystem stärker parlamentarisiert, ist jedoch aufgrund der weiterhin „erheblichen Kompetenzen“ des Staatspräsidenten (Duverger) nach wie vor als semipräsidentiell zu bezeichnen.

⁹ Beide Länder sind nun zu einem reinen Verhältniswahlssystem übergegangen. In Russland wurde damit den regionalen Machthabern die Möglichkeit entzogen, eine parlamentarische Machtbasis zu entwickeln. Das neue Verhältniswahlssystem in der Ukraine sollte die Parteienlandschaft ebenfalls übersichtlicher gestalten und die Einflussnahme regionaler „Clans“ erschweren.

¹⁰ Vgl. z. B. für die Ukraine: Pleines (2003) und Pleines (2005).

¹¹ Vgl. Tatur (2004b).

ner Institutionen zu tun. Dieses Untersuchungskonzept legt die Hypothese nahe, dass der Wahl des *formalen* regionalen Institutionensystems eine geringe Erklärungskraft zukommt – ein aus der Sicht der Institutionentheorie erklärungsbedürftiger Befund. Offenbar scheinen die unitarische wie auch die föderale Organisation des Staatswesens keinen nennenswerten Effekt auf die fortwährende Existenz informaler Beziehungsmuster und vertikaler Netzwerke in Russland und in der Ukraine auszuüben. Aus diesen Gründen sollte eine Institutionenanalyse in beiden Ländern das vielschichtige Zusammenspiel von formalen Institutionen und informalen Beziehungsmustern konzeptionell fassen können. Wie Institutionen funktionieren, kann letztlich nur dann erfasst werden, wenn die Frage beantwortet wird, ob die informalen Regeln Verfassung und Gesetze stützen oder aber unterminieren.¹² Die nachfolgenden Überlegungen schließen sich dabei der Definition von Institutionen nach Douglass C. North an: Dieser unterscheidet formgebundene (formale) und formlose (informale) Institutionen; beide Typen wiederum werden von ihm als Regeln definiert.¹³

„Neuer Regionalismus“ und regionale Institutionendesigns

Das nachfolgend entwickelte *framework*, das eine Analyse des Verhältnisses zwischen der zentralstaatlichen und der regionalen Ebene in postsowjetischen Ländern ermöglichen soll, bezieht einige Überlegungen der neueren Regionalismusforschung ein. Diese hat in den vergangenen Jahren vermehrt Ideen zur sozialen Einbettung von Institutionen geliefert. Das Konzept des „alten“ Regionalismus betrachtete die regionale Ebene noch vornehmlich aus einer *top-down*-Perspektive. Regionen wurden als Objekt zentralstaatlicher Intervention interpretiert, die das langfristige Ziel verfolgte, regionale Disparitäten aus gesamtstaatlichen Stabilitätserwägungen heraus auszugleichen.

Für Vertreter des „neuen“ Regionalismus hingegen ist Regionalismus ein Konzept, das weit mehr als zentralstaatliche Eingriffe und den Ausgleich von Unzulänglichkeiten des Marktes umfasst.¹⁴ Der „neue“ Regionalismus bezieht seine theoretischen Versatzstücke aus sehr unterschiedlichen Quellen. Das Konzept bedient sich – mit durchaus positiver normativer Wertung – der Ideen des Sozialkapitals, der Konzepte eines „schlanken“ und „aktivierenden“ Staats sowie des Wettbewerbs zwischen verschiedenen regionalen Problemlösungen. Regionen sind damit erheblich mehr als subnationale Einheiten, um deren Entwicklung sich der Zentralstaat kümmern muss. Sie werden vielmehr, aus einer *bottom-up*-Perspektive heraus, als kommunikative Netzwerke und als Orte sozialer Interaktion interpretiert.¹⁵ Dies ist ein wesentlicher Grund dafür, weshalb sich die Forschungsperspektive in den vergangenen Jahren verschoben hat – weg von der Organisation nationaler Regionalpolitik und hin zu den gesellschaftlichen Interaktionen innerhalb einer territorialen Einheit.

Seit den 1990er Jahren werden Erfolge in der regionalen Wirtschaftsentwicklung vermehrt mit der sozialen Einbettung (*embeddedness*) von Institutionen in Verbindung gebracht. Regionale Identitäten, interpersonales Vertrauen, Kommunikation und Netzwerke

¹² Vgl. Schulze-Fielitz (1984).

¹³ Vgl. hierzu: North (1992).

¹⁴ Vgl. Keating (1996: 17ff.).

¹⁵ Vgl. Tatur (2004a: 39).

gelten als notwendige – wenn auch nicht hinreichende – Bedingungen für wirtschaftliche Modernisierung. Doch auch die Chancen auf eine erfolgreiche Demokratisierung und Konsolidierung junger Demokratien steigen offenbar, wenn positives Sozialkapital in einer Region vorhanden ist.¹⁶ Die Bandbreite und die Varianz von „Regionalismen“ sowie die Erfolgchancen regionaler Politik werden heute folglich nicht mehr vorrangig mit den institutionellen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen erklärt. Vielmehr verweisen diese Konzepte auf den Entwicklungsstand der Zivilgesellschaft, auf kulturelle Ressourcen und auf historische Bedingungen als wichtige Erklärungsfaktoren.¹⁷

Nicht zufällig wurden Elemente des „neuen“ Regionalismus im Zuge der Systemwechsel implizit auf die politische Agenda osteuropäischer Staaten gesetzt. Mit dem Zusammenbruch der autoritären Regime mussten Planwirtschaft und autokratische Strukturen durch Marktwirtschaft und demokratische Verfahren ersetzt werden, die das politische System für die Partizipation konkurrierender Interessen und die Zivilgesellschaft öffnen sollten. Dabei stand die Frage im Vordergrund, wie die regionale Ebene am besten zu organisieren sei. Normative Theorien des Föderalismus sehen den Bundesstaat als die geeignete institutionelle Ordnung an, die ethnisch, sprachlich oder religiös fragmentierte Gesellschaften befrieden, dabei zentrifugal wirkende regionale Kräfte integrieren und gleichzeitig die Stabilität des Staats bewahren könne. Gleichzeitig schreiben manche Föderalismustheorien Bundesstaaten den Vorteil zu, Demokratie und persönliche Freiheit durch vertikale Gewaltkontrolle nachhaltig sichern zu können. Kollektivistische Theorien wiederum weisen darüber hinaus auf die Stärkung der Identität von Minderheiten und ethnischen Gruppen als positiven Effekt föderaler Ordnungen hin.

Empirische Befunde bestätigen diesen Optimismus jedoch keineswegs.¹⁸ Politische und wirtschaftliche Eliten nutzen regionale Autonomierechte immer wieder, um vertikale Patron-Klient-Beziehungen und neopatrimoniale Seilschaften aufzubauen oder semi-autoritäre Herrschaftsformen zu installieren, die durch einen hohen Grad an Informalität gekennzeichnet sind und die rechtsstaatlichen Institutionen systematisch unterminieren.

Bezogen auf die Verbindung von regionaler Institutionenanalyse und „neuem“ Regionalismus bedeutet dies: Erstens begründet die Verlagerung von Kompetenzen auf die regionale Ebene nicht automatisch einen demokratischen Mehrwert. Zweitens zeitigen nicht alle sozialen Beziehungen einen positiven Effekt, selbst wenn sie Vertrauen zwischen den Akteuren in einer Region begründen. Auch vertikale klientelistische Beziehungen sind durch Vertrauen geprägt, sie behindern jedoch eine demokratische Konsolidierung aufgrund ihres exklusiven Zugangs zu Netzwerken und der durch sie begründeten Privatisierung öffentlicher Güter (Neopatrimonialismus). Solange gesellschaftliche Positionen in vertikalen Beziehungen dazu genutzt werden, um sich Vorteile im ökonomischen und gesellschaftlichen Verteilungs- und Stellungskampf zu verschaffen, und wenn gleichzeitig die Weiterentwicklung von Institutionen lediglich instrumentell betrieben wird, fördert dies die Konsolidierung dieser noch „defekten“ Demokratien nicht. Und drittens weist der „neue“ Regionalismus darauf hin, dass ein Analyserahmen, der die Institutionenbildung in postsowjetischen Gesellschaften zu fassen versucht, auch die soziale Einbettung von Institutionen berücksichtigen sollte.

¹⁶ Vgl. Marsh (2000: 196).

¹⁷ Vgl. Keating *et al.* (2003: 25ff.) sowie Tatur (2004a).

¹⁸ Vgl. z. B. Benz (2003); für Russland: Kropp (2005).

Methodische Aspekte

Aus einem solchen Untersuchungsdesign, das Institutionenbildung auf der Zeitachse untersucht, ergeben sich spezifische methodische Anforderungen. Die meisten Studien zum Regionalismus sind mit dem „*many variables, small n*-Problem“ konfrontiert.¹⁹ Da eine Vielzahl von möglichen erklärenden Variablen einbezogen werden muss, ist es „their interaction in space, not their individual impact, that best explains variation“²⁰. „Kontext“, „Geschichte“ und „Kultur“ werden als Schlüssel zum Verständnis regionaler Entwicklungen angesehen, weshalb in der Regionalismusforschung Fallstudien und die so genannten „dichten Beschreibungen“ (*thick descriptions*) dominieren. Dem entspricht auch der theoretische Zugang des Historischen Institutionalismus, der auf die Bedeutung von kontextabhängigen Erklärungen verweist.²¹ Folgt man diesem Ansatz, ist es fast unmöglich, die vielfältigen Konfigurationen von Regionalismus auf fallunabhängige Variablen herunterzubrechen.²²

Zwar dürfte es unumstritten sein, dass historische und kulturelle Gegebenheiten für das Verständnis von Regionalismen und der institutionellen Ausgestaltung des Verhältnisses von Zentrum und Regionen unentbehrlich sind. Diese Aussage trifft gerade auf den postsowjetischen Raum zu, wo der Transformationsprozess noch immer nicht beendet ist und wo informale Institutionen und das „Erbe der Vergangenheit“ die Entwicklung des Rechtsstaats unterlaufen. Allerdings münden die oft bemühten kulturellen und historischen Erklärungsversuche mitunter in vage Forschungsdesigns, mit denen beinahe alles gedeutet und doch nichts wirklich erklärt werden kann. Der russische Politikwissenschaftler Vladimir Gel'man fasst diese konzeptionelle Unschärfe pointiert zusammen: „If the legacy of the past, once established, matters forever, lazy scholars might repeat the same banal interpretations without considering a progression beyond such a legacy“²³. Daraus ergibt sich die Frage, auf welcher theoretischen Grundlage das viel zitierte „historische Erbe“ untersucht werden kann, wenn sich Analysen mit reinen Plausibilitätserwägungen nicht zufrieden geben wollen.

Das hohe Tempo, mit dem politische Akteure institutionelle Veränderungen in Transformationsländern vornehmen, verkompliziert eine variablenbasierte Forschung. Hierzu ein Beispiel: Der institutionelle Ordnungsrahmen, innerhalb dessen sich das Verhältnis zwischen Zentralstaat und Regionen bewegt, ist in postsowjetischen Ländern immer noch nicht konsolidiert. So wurde in Russland das Verhältnis zwischen Zentrum und Regionen mehrfach von Grund auf umgeformt. Man kann also nicht von „dem“ Russländischen Föderalismus sprechen, da dieser im Laufe der vergangenen anderthalb Jahrzehnte verschiedene Stadien und insgesamt drei Föderalismustypen durchlaufen hat.²⁴ Heute sprechen manche Autoren bereits wieder von einem Pseudoföderalismus, da die Gouverneure vom Präsidenten ernannt werden und nicht mehr durch regionale Wahlen legitimiert sind. Die russischen Regionen weisen ihrerseits wiederum so unterschiedliche politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Eigenheiten auf, dass jede Region ein eigenes „Puzzle“

¹⁹ Vgl. Lijphart (1971) und Sartori (1970).

²⁰ Keating *et al.* (2003: 18).

²¹ Vgl. Pierson (2004: 119ff.) und Thelen (1999: 377).

²² Vgl. Immergut (1997: 338).

²³ Gel'man (2004: 1023).

²⁴ Vgl. Kropp (2005: 288).

darstellt. Nicht zuletzt ist es alles andere als einfach, den zu untersuchenden *outcome* präzise zu definieren, weil dieser sich selbst ständig verändert: Vieles spricht also dafür, den Untersuchungsgegenstand in miteinander verbundene, aber jeweils einzeln zu untersuchende Sequenzen zu zerlegen.²⁵

Im Folgenden werden verschiedene neoinstitutionalistische Ansätze zu einem Analyserahmen verbunden, der einerseits zwischen formalen Regeln und informalen Beziehungsmustern und Regeln differenziert. Da die Institutionenordnung in postsowjetischen Ländern einem ständigen Veränderungsprozess unterworfen ist und dieser Wandel hier selbst Untersuchungsgegenstand ist, gilt es andererseits gerade den Wandel zu konzeptualisieren. Manche institutionalistischen Ansätze gehen von der Annahme aus, dass Akteure immer dann auf informale Routinen und Austauschbeziehungen ausweichen, wenn die formalen rechtlichen Rahmenbedingungen nicht genügend Sicherheit produzieren und damit ihrer Aufgabe, Transaktionskosten zu senken,²⁶ nicht gerecht werden können.²⁷ Allein mit der Senkung von Transaktionskosten kann jedoch der Rückgriff von Akteuren auf informale Regeln und Netzwerke nicht hinreichend erklärt werden. Dies gilt gerade für die postsowjetischen Länder, wo die Akteure mit den politischen Institutionen und der Rechtsordnung ausgesprochen instrumentell verfahren. Akteure bedienen sich solcher Netzwerke und informaler Regeln auch deshalb, weil sie ihre Ziele so besser zu erreichen glauben als mit Hilfe formaler Institutionen. Dieses Argument gilt zumal dann, wenn sich die Verteilung der formalen Machtressourcen während der fortlaufenden Revisionsprozesse der politischen Ordnung einmal wieder zu ihren Ungunsten verändert hat. Solche Erfahrungen legen es Akteuren nahe, sich gerade nicht auf formale Institutionen zu verlassen, sondern auf informale Regeln zurückzugreifen und gleichzeitig zu versuchen, den politischen Ordnungsrahmen zu ihren eigenen Gunsten zu „korrigieren“. Es ist ferner ebenso wenig ausgeschlossen, dass Akteure formale Institutionen gezielt schwächen und damit absichtsvoll Unsicherheiten produzieren, wenn sie sich auf informale Netzwerke zurückziehen können, die ihnen im Kampf um die Machtverteilung mehr Erfolg versprechen.

Kombination des Historischen und des Ökonomischen Neoinstitutionalismus

Man unterscheidet heute, je nach Grad der Differenzierung, zwischen zwei, drei oder sogar vier verschiedenen neoinstitutionalistischen Schulen,²⁸ die jeweils unterschiedliche Annahmen über das Verhalten bzw. Handeln von Akteuren innerhalb eines institutionellen Umfelds treffen. Trotz ihrer Unterschiede teilen neoinstitutionalistische Ansätze die Annahme, dass individuelle wie kollektive Akteure ihre Ziele und Projekte innerhalb eines institutionellen Kontexts verfolgen, der sie in ihren Handlungen beschränkt oder Aktionen erst ermöglicht, der Anreize setzt und der ihre Präferenzen beeinflusst.²⁹ Diese Annahme trägt der Realität insofern Rechnung, als sich Akteurshandeln niemals in einem institutionenfreien Feld bewegt. Institutionen bieten und verteilen Machtressourcen zwischen

²⁵ Vgl. Punkt (3) im folgenden Kapitel.

²⁶ Vgl. North (1992: 32ff.).

²⁷ Vgl. Merkel und Croissant (2000).

²⁸ Vgl. Stack (1997), Hall und Taylor (1996) sowie Schulze (1997).

²⁹ Vgl. Goodin (1996: 19-21).

kooperierenden und konkurrierenden Akteursgruppen. Sie haben „historical roots, as artifactual residuals of past actions and choices“³⁰. Neoinstitutionalistische Ansätze nehmen also, anders als der traditionelle Institutionalismus, eine dezidiert akteurzentrierte Perspektive ein.

Je nach Untersuchungsinteresse gelten Institutionen entweder als abhängige oder als unabhängige Variablen. Wandlungsprozesse, wie sie bei der Analyse von Systemwechseln im Vordergrund stehen, sind zum einen am Zustandekommen von institutionellen Designs interessiert. Gleichzeitig jedoch können auch sie Institutionalisierungsprozesse nicht untersuchen, ohne ein schon bestehendes institutionelles Handlungsumfeld anzunehmen. Dieser Kontext übt seinerseits wiederum Einfluss auf den Prozess der Institutionenbildung aus, weil er Akteurshandeln mehr oder weniger formt. Historische Ansätze des Neoinstitutionalismus versuchen entsprechend, Institutionen in ein und derselben Studie sowohl als unabhängige wie auch als abhängige Variable zu betrachten, indem sie Akteure und Institutionen in eine diachrone Ordnung bringen.

Wie lässt sich das Verhältnis zwischen Akteuren und Institutionen nun so konzeptualisieren, dass ein geeigneter Analyserahmen entsteht, der auf Prozesse der Institutionenbildung in postsowjetischen Ländern angewendet werden kann? Im Folgenden werden in *vier Argumentationsschritten* zwei neoinstitutionalistische Ansätze – der historische und der ökonomische – miteinander verknüpft und schließlich mit Annahmen der neueren Regionalismusforschung verbunden.

(1) *Historischer Institutionalismus als Ausgangspunkt*: Ausgangspunkt ist der Historische Institutionalismus, der auf die langfristigen Effekte einer einmal getroffenen Institutionenwahl abhebt. Betrachten wir als Erstes die Kernaussagen dieser Spielart des Institutionalismus. Im Vordergrund des Ansatzes stehen formale Institutionen,³¹ und zwar aus weitgehend pragmatischen Überlegungen: Die historische Perspektive erschwert es beträchtlich, informale Regeln und Akteursbeziehungen aus dem Quellenmaterial herauszuarbeiten, wenn Akteure nicht mehr als Zeitzeugen zur Verfügung stehen. Institutionen weisen, dies zeigen diachrone Untersuchungen,³² eine beachtliche Stabilität auf: Ist ein institutioneller Pfad erst einmal eingeschlagen, legt er Anreize und Machtstrukturen fest, die nur mit großem Aufwand wieder neu justiert werden können. Selbst wenn eine institutionelle Ordnung nur in Teilen reformiert wird, fallen dabei beträchtliche Kosten an. Die Akteure müssen sich in aufwändigen Verfahren auf neue Institutionen einigen, wofür sie Informationen beschaffen und auswerten, Zeit aufwenden, Verhandlungsgeschick einsetzen und Vetogruppen überzeugen müssen. Wie institutionelle Neuordnungen tatsächlich wirken, kann zudem nicht sicher prognostiziert werden. In komplexen politischen Systemen ist die Wirkungskette zwischen einer Entscheidung und dem *outcome* aufgrund vielfältiger intervenierender Einflüsse oft kaum erkennbar. Politische Akteure scheuen der Theorie des Historischen Institutionalismus zufolge deshalb die Kosten und die Unsicherheit von weitreichenden Reformen; sie vermeiden radikale institutionelle Pfadwechsel.

Institutionen sind relativ beständig, da sie so genannte *sunk costs*, d. h. wechselseitige Erwartungen, geteilte Interpretationen und einen Vorrat an ehemals mühsam aufgesammelten Informationen, in sich bergen. Die Chancen, dass eine Institutionenpolitik völlig neue

³⁰ Goodin (1996: 19).

³¹ Vgl. Pierson (2004) und Thelen (1999).

³² Vgl. Immergut (1992).

Wege beschreitet, sind demzufolge eher gering. Pfadwechsel erfolgen ehestens, wenn externe Krisen dies unumgänglich machen. Der politische Normalfall ist deshalb, so eine der Kernaussagen des Historischen Institutionalismus, dadurch geprägt, dass institutioneller Wandel inkrementell, d. h. schrittweise und nicht in großen Sprüngen erfolgt. Verfechter des Ansatzes betonen folglich die Bedeutung der Pfadabhängigkeit, d. h. der Beobachtung, dass „decisions are constrained by previous ones, implying that change will be gradual and that different societies can remain on different trajectories even when faced with the same external pressures“³³. Institutionen wechseln ihre Gestalt demzufolge meistens nur dann, wenn krisenhafte Zuspitzungen dies erfordern.

Taugt der Historische Institutionalismus aber überhaupt für unsere Analysen, wenn er sich wesentlich auf die Erklärung der *Stabilität* von Institutionen bezieht und sich – schon aufgrund seiner konzeptionellen Fokussierung – weniger für ständige instrumentelle Umformungen der politischen Ordnung interessiert? Man könnte es sich an dieser Stelle leicht machen, indem man schlicht darauf verweist, dass krisenhafte Zuspitzungen, wie sie in Transformationsprozessen gegeben sind, auch nach diesem theoretischen Ansatz zu Pfadwechseln führen können. Außerdem dürfte es unmittelbar einsichtig sein, dass formale Institutionen, die nicht lange existieren, noch gar nicht zählebig sein können und die Rede von den *sunk costs* somit in unserem Fall ohnedies in die Irre führt. Insofern bliebe einfach hervorzuheben, dass neue formale Institutionen einen lediglich begrenzten Einfluss auf den in beiden Ländern ähnlichen *outcome* haben können – die Pfade seien mithin noch nicht erkennbar. Der Historische Institutionalismus taugt aber sehr wohl für unsere Überlegungen, wenn wir uns aus der Engführung und Konzentration auf formale Institutionen befreien und auch informale Beziehungen und Regeln die Fähigkeit zuschreiben, Pfadabhängigkeiten zu produzieren.

(2) *Zählebigkeit informaler Institutionen und Netzwerke*: Argumentationsmuster, die, ohne eine historische Perspektive weiter in Variablen zu zerlegen, pauschal das „Erbe der Vergangenheit“ oder „Kultur“ als Residualkategorie für all das heranziehen, was anderweitig nicht erklärt werden kann, sollten für unser Forschungsdesign vermieden werden. Daher werden in einem zweiten Schritt die oben modifizierten Überlegungen zum Historischen Institutionalismus nun durch Elemente des Ökonomischen Institutionalismus ergänzt. Douglass C. North (1992) folgend, lassen sich formale Institutionen, also Verfassungen, Gesetze und andere geschriebene Regeln, von formlosen, informalen Regeln unterscheiden, die nicht auf einem geschriebenen Vertrag, sondern auf stillschweigenden Vereinbarungen gründen. Da solche Regeln gesellschaftlich zumeist tief verwurzelt sind und über lange Zeiträume entstandene Gewohnheiten widerspiegeln, sind sie nur langsam veränderbar – langsamer jedenfalls als formale Regeln, die durch den Willen politischer Akteure grundsätzlich gestaltet werden können. Sie erweisen sich im Gegensatz zu einer fragilen politischen Ordnung häufig als erstaunlich langlebig und überlebensfähig.³⁴ Sie bieten rational handelnden Akteuren damit nicht nur eine vergleichsweise besser berechenbare Handlungsressource. Sie werden überdies genutzt und stabilisiert, um im Verteilungs- und Machtkampf um formale Institutionen strategische Vorteile zu erzielen. Demzufolge

³³ Keating *et al.* (2003: 23).

³⁴ Vgl. Merkel und Croissant (2000) sowie Gel'man (2004: 1027-1029).

können auch die *legacies of the past*³⁵ als strategisches Handeln konzeptualisiert werden; sie werden somit zu mehr als nur zu einem vagen analytischen Bezugsrahmen.

Ich wende die Trennung von formgebundenen und formlosen Institutionen nun auf die Logik eines sich rasch vollziehenden Transformationsprozesses an: Während formale Institutionen, d. h. Verfassung und Gesetzgebung, im Zuge eines Systemwechsels schnell und umfassend verändert werden (müssen), sind informale Institutionen oft wesentlich zählebiger. Im Ergebnis entsteht eine Art *time-lag* zwischen der Entwicklung formaler und informaler Institutionen: Die neu installierten formalen demokratischen Institutionen, die den Übergang zur Demokratie sichern sollen, entfalten häufig zumindest in einer Übergangsphase eine nur schwache Bindekraft – zumal dann, wenn Akteure sie auf der Grundlage kurzfristiger Ziele instrumentalisieren und sie deshalb Gegenstand fortlaufender „Umbauten“ im politischen System sind. In dieser Übergangszeit entsteht eine Situation, in der Akteure auf informale Regeln zurückgreifen, die im Widerspruch zu demokratischen Institutionen stehen können. Studien über das institutionelle Umfeld von Organisationen betrachten formale Institutionen sogar lediglich als „Mythos“, der eine informale Praxis verdeckt und dem Handeln von Akteuren deshalb lediglich Legitimität nach außen verschafft.³⁶ In postsowjetischen Staaten wird die schwache Prägekraft von Institutionen noch dadurch vermindert, dass viele Gesetze und sogar die Verfassung widersprüchlich formuliert sind, keine logische Subsumtion zulassen und den Akteuren somit zahlreiche Schlupflöcher bieten.³⁷ Solche instabilen Rechtsordnungen statten politische Akteure und Beamte mit Ressourcen aus, aufgrund derer sie in der Lage sind, „to grant or demand favors, to bribe and blackmail“³⁸, sprich: Sie leisten vertikalen gesellschaftlichen Beziehungsmustern geradezu Vorschub.

Ich fasse die bisherige Argumentation zusammen: In den vergangenen Jahren stellten formale Regeln in postsowjetischen Ländern für die politischen und wirtschaftlichen Akteure eine permanente Quelle von Unsicherheit dar; sie waren Objekt eines strategischen Machtkampfes. Diese Unsicherheiten können – entgegen den Annahmen der Transaktionskostentheorie – nun aber durchaus von Vorteil für die Akteure sein, wenn der Rückgriff auf informale Beziehungsmuster und Regeln kurzfristige Vorteile und eine für sie besser geeignete Handlungsgrundlage verspricht. Die Akteure werden vor diesem Hintergrund eher dazu tendieren, ihre informalen Machtressourcen zu pflegen, als der formalen politischen und rechtlichen Ordnung Folge zu leisten. Ist dies der Fall, werden Pfadabhängigkeiten in der Tat eher durch informale als durch formale Institutionen erzeugt. Haben diese informalen Regeln ihre Wurzeln in der autokratischen Vergangenheit und sind sie durch einen exklusiven Zugang und von vertikalen Seilschaften geprägt, so sind sie mit demokratischen Normen kaum vereinbar.

(3) *Zeitabhängige Konstellationen*: In einem dritten Schritt wird nun die Bedeutung des Faktors „Zeit“ weiter konzeptionell gefasst. Einfach formuliert, gehen *rational-choice*-Theorien von der Annahme aus, dass Individuen auf der Grundlage von Kosten-Nutzen-Rechnungen ihre Präferenzen festlegen und anschließend entscheiden. Neoinstitutiona-

³⁵ Siehe hierzu: Crawford und Lijphart (1995).

³⁶ Vgl. hierzu: Meyer und Rowan (1991).

³⁷ Vgl. Gel'man (2004).

³⁸ Tatur (2004b: 362).

listen betrachten Institutionen in diesem Kontext als ein Mittel, um die dem politischen Prozess eigene Unordnung einigermaßen zu strukturieren.

Organisationstheorien haben die Bedeutung von Unordnung, von Kontingenz und von zeitabhängigen Entscheidungen mit der Metapher des so genannten *garbage can* gefasst. Dieser „Mülleimer“, der als Pool für Entscheidungen interpretiert wird, beinhaltet zu einem gegebenen Zeitpunkt ein kontingentes und ungeordnetes Set von Akteuren, Problemen und Lösungen.³⁹ Ordnung wird demzufolge nicht durch die unsichtbare Hand strategischen Akteurshandelns hergestellt, sondern durch Institutionen, die in der Lage sind, die einzelnen Elemente des politischen Prozesses in eine Struktur zu bringen. Ähnlich argumentieren politikwissenschaftliche Kontingenztheorien, z. B. das *multiple-streams*-Konzept in der neueren Policy-Analyse. Dieser Ansatz geht davon aus, dass Probleme, die gegebene Unterstützung in der Bevölkerung (*national mood*) sowie Policy-Optionen und Ideen zu einem bestimmten Zeitpunkt zusammentreffen und gekoppelt werden müssen, damit sich ein Gelegenheitsfenster (*window of opportunity*) für politisches Handeln öffnet.⁴⁰ Nutzen politische Unternehmer⁴¹ diese Chance nicht rechtzeitig, schließt sich das *window of opportunity* wieder, und die Möglichkeit, den Wandel zu gestalten, verstreicht ungenutzt. Das zeitlich definierte Zusammentreffen unterschiedlicher Bausteine eines Entscheidungsprozesses wird somit zu einem wichtigen Faktor, um Institutionenwandel erklären zu können – gerade im oft unübersichtlichen Transformationsprozess.

Übertragen wir nun wieder die bisherigen Überlegungen auf diesen Aspekt, der auf die durch einen engen Zeitrahmen abgesteckten Handlungsressourcen abhebt. Wir können annehmen, dass es voraussichtlich weniger die formalen als vielmehr die informalen Institutionen und Beziehungsmuster sind, die die Aufgabe des Strukturierens und Sortierens im politischen Alltag übernehmen.

Gleichzeitig jedoch wurde die alte politische Ordnung im Zuge der Transformation nicht in einer historischen Stunde null komplett abgeschafft. Teile dieser alten Ordnung verbanden sich vielmehr, wie Stack in seiner Studie zur regionalen Institutionenentwicklung betont, „with improvisations to form a new order“⁴². Gesetze wurden, als Antwort auf krisenhafte Situationen, hektisch und ohne „Masterplan“ ständigen Veränderungen unterworfen, Handlungsstrategien wurden diktiert „by what is at hand rather than what is optimal“⁴³ – und, so müsste man hervorheben, nach Maßgabe der gerade gegebenen Machtverteilung. Derart kurzatmig geschaffene Institutionen erweisen sich selten als stabil, sie bleiben vielmehr Objekt von strategisch motivierten Aushandlungsprozessen. Ihre Gestalt und Funktionsweise sind abhängig von der kontingenten und zeitabhängigen Verteilung von Machtressourcen. Dieses Argument weist darauf hin, dass im Laufe eines derart kurzatmig verlaufenden Transformations- und Konsolidierungsprozesses durchaus Entwicklungspfade „einrasten“ können, die eine nicht-effiziente, „suboptimale“ Politik dauerhaft produzieren.

Abbildung 1 kombiniert Annahmen des Historischen und des Ökonomischen Neoinstitutionalismus. Sie zeigt, auf welche Weise formale und informale Institutionen aufeinander

³⁹ Vgl. March und Olsen (1989).

⁴⁰ Vgl. Kingdon (²1995) und Zahariadis (1999).

⁴¹ Vgl. auch: Pierson (2004: 136f.).

⁴² Stack (1997: 12).

⁴³ Stack (1997: 12).

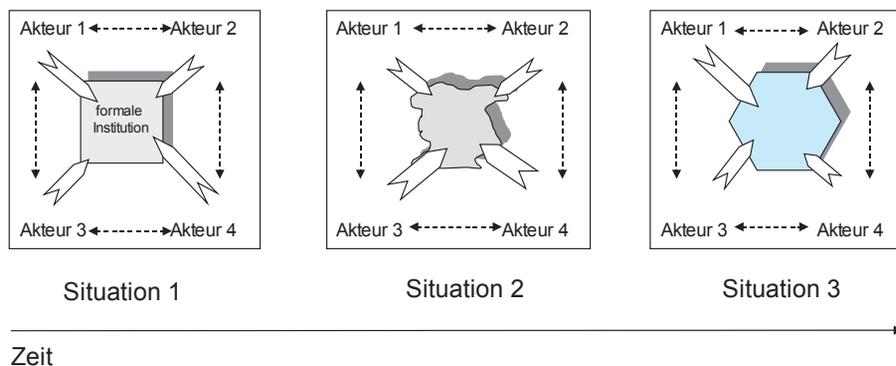


Abb. 1: Zusammenwirken formaler und informeller Institutionen

der bezogen sind. Um die zeitliche Dimension zu veranschaulichen, wurde der Prozess der Institutionenbildung in eine Serie von abgrenzbaren Handlungssituationen zerlegt. Diese sind jeweils durch ein im Kern kontingentes Set von miteinander verwobenen Akteuren, Institutionen, Problemen und Lösungen charakterisiert. Akteure, die über Handlungsressourcen verfügen, sind grundsätzlich in der Lage, diese verschiedenen Elemente in eine Ordnung zu bringen. Da diese Akteure nicht nur durch formale, sondern auch durch informale Regeln und stabile Netzwerke miteinander verbunden sind (hier abgebildet durch gestrichelte Pfeile) und die formale politische Ordnung gleichzeitig in sich widersprüchlich und instabil ist, sind formale Institutionen als Objekte von Aushandlungsprozessen dargestellt. Wie diese ausgestaltet sind, ist abhängig von der zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebenen Verteilung der Machtressourcen; die formalen Institutionen befinden sich nicht im Gleichgewicht.

Die sich verändernde formale politische Ordnung wird in Abbildung 1 durch unterschiedliche Konturen verdeutlicht. Einmal etabliert, führen die im Transformationsprozess neu installierten formalen Institutionen zu einer Machtverschiebung und Reallokation von Ressourcen; anschließend beginnt eine neue „Spielsituation“.

Nehmen wir zuerst ein *positives Entwicklungsszenario* an: Im Laufe der Zeit würden einem solchen Szenario zufolge die Transaktionskosten kumulieren, die für die permanenten Änderungen des Status quo aufgewendet werden müssen. Ständige Veränderungen des Institutionengefüges stellen einen Kraftakt dar, den auch die politischen und wirtschaftlichen Akteure nicht auf Dauer leisten können. Auf lange Sicht könnte die Bindekraft formaler Institutionen deshalb im Zuge eines fortschreitenden Lernprozesses zunehmen, was in Abbildung 1 wiederum durch die in Situation 3 stärkeren geometrischen Formen der formalen Institutionen angedeutet ist. Wir erklären institutionelle Stabilität aber eben nicht nur durch das Transaktionskostenargument: Während des Prozesses der Institutionenbildung müssen im positiven Entwicklungsszenario deshalb ebenfalls Lösungen für die Gestaltung der politischen Ordnung gefunden werden, von denen die unterschiedlichen Akteursgruppen annehmen können, dass sie auf Dauer die unterlegene Minderheit nicht einseitig benachteiligen, sie selbst zur Mehrheit werden können und dass Institutionen somit eine „Tyrannei der Mehrheit“ auszuschließen vermögen.⁴⁴

⁴⁴ Fraglich ist in diesem Zusammenhang, ob man allein durch klug gestaltete Institutionen eine gerechte Ordnung

Es gibt aber hinreichend Gründe, auch das *pessimistische Szenario* für nicht unwahrscheinlich zu halten. Dieses geht davon aus, dass die Dominanz informaler Institutionen und ein instrumentelles Verhalten gegenüber formalen Institutionen nicht als vorübergehende Defekte postsowjetischer Staaten bewertet werden können, sondern ein langfristig wirkendes Merkmal politischer Ordnungen sind.⁴⁵ Das letzte Bild in Abbildung 1 würde demnach weiterhin keine geometrischen Formen aufweisen. Doch welche theoretischen Argumente können dafür angeführt werden, dass formale Institutionen wahrscheinlich nicht erstarken? Ausgangspunkt des hier beschriebenen Analyserahmens war, dass der Rückgriff auf informale Institutionen und Netzwerke und die damit einhergehende Unterminierung der formalen politischen Ordnung mit strategischem Handeln zu erklären sind. Das negative Szenario betont letztlich implizit, dass die formalen Institutionen nicht in der Lage sind, geeignete Anreize zu schaffen. Sie werden von Bürgern und von Eliten nicht als effiziente Mittel zur Problemlösung anerkannt. Dies kann somit einer ungünstigen Institutionenwahl geschuldet sein, die bei einzelnen Akteursgruppen Befürchtungen hervorruft, dass sie als Minderheiten dauerhaft strukturell benachteiligt werden. Überlebensfähige informale Beziehungsmuster, die Variationen von Gesetzen und Verfassungen überstehen, können dann in der Tat nicht nur vorübergehende Regelungskraft entfalten, sondern langfristig Pfadabhängigkeiten begründen.

Die empirischen Befunde sprechen bislang eher für die zweite Option. Solange politische Akteure, wie bislang z. B. in der Ukraine, damit rechnen müssen, dass die mit ihnen konkurrierenden Kräfte ihnen, sobald sie im politischen Wettbewerb obsiegen, den Zugang zu wirtschaftlichen und politischen Ressourcen beschneiden, werden sie einer nur abstrakten „gerechten“ institutionellen Lösung kaum zustimmen. Sie werden vielmehr versuchen, den Status quo sobald als möglich wieder zu ihren Gunsten zu ändern. Als Ergebnis lässt sich z. B. für die Ukraine in der Tat ein äußerst wechselvoller und intensiver Kampf um die Verfassungsordnung feststellen. Angesichts des noch fragilen Zustands der Demokratieentwicklung in Russland und in der Ukraine ist es ferner ebenso denkbar, dass eine Akteursgruppe das Agenda-Setting der Institutionenpolitik dominiert, den Machtkampf gewinnt und die Entwicklung dann in ein (vorübergehendes?) Gleichgewicht mündet. Konkurrierende Minderheiten können dadurch durch eine gezielte „Do-ut-des-Politik“ der herrschenden Gruppe in die strukturelle Mehrheit integriert werden. Institutionen befänden sich dann zwar eventuell im Gleichgewicht, ihre demokratische Qualität bliebe gleichwohl fragwürdig. Derlei Tendenzen gibt es durchaus: So hat der russische Präsident Vladimir Putin durch Veränderungen und Reformen des Föderationsrates sowie des Wahl- und des Parteiengesetzes die regionale Machtbasis der Provinzfürsten seit seinem Amtsantritt erfolgreich zu seinen Gunsten beschnitten. Indem Putin die Unfähigkeit der Gouverneure zu kollektivem Handeln nutzte und ihnen gleichzeitig selektive Anreize, wie eine dritte Amtszeit, anbot, ist es ihm gelungen, viele der regionalen Machthaber mittlerweile in das Lager des Präsidenten zu integrieren. Sie stimmten im Gegenzug sogar einer Neuregelung zu, nach der sie nicht mehr direkt gewählt, sondern vom Präsidenten ernannt werden.⁴⁶

installieren kann oder ob es nicht auch moralischer Motivationen von Individuen bedarf, um dauerhaft stabile und Minderheiten nicht benachteiligende Institutionen zu schaffen; vgl. hierzu: Baumann (2004).

⁴⁵ Vgl. Gel'man (2004: 1036).

⁴⁶ Vgl. Gilka-Bötzow und Kropp (im Druck).

Dass die Verfassungsordnung und politische Institutionen selbst Gegenstand erbitterter Auseinandersetzungen zwischen den konkurrierenden, mit Macht ausgestatteten Gruppierungen sind, weist zwar darauf hin, dass diese die formalen Institutionen durchaus als Machtressource ansehen. Allerdings verhalten sich die Eliten, zumal in der Ukraine, zur institutionellen Ordnung bislang äußerst instrumentell: Sie weisen ihnen weniger eine überpersonale Ordnungsfunktion zu, sondern nutzen sie, ganz im Sinne einer neopatrimonialen Privatisierung öffentlichen Eigentums, als Grundlage für die Sicherung ihrer persönlichen Ressourcen. Bei Wahlen geht es für die beteiligten Akteure dann in der Tat um alles oder nichts: um die Sicherung politischer Macht und um persönliche Privilegierung gleichermaßen. Anders als in Russland lassen sich die unterlegenen Akteure in der Ukraine nicht einfach in eine Präsidentenpartei integrieren: Die, trotz mancher Aufweichungstendenzen, noch immer bipolare regionale sprachliche und ethnische Fragmentierung des Landes lässt eine solche Inklusion nicht zu, ebenso wenig die Anwendung der Mehrheitsregel. Geeignet scheinen daher im ukrainischen Fall eher Macht teilende formale Institutionen.

Letztlich ist es noch zu früh für einen abschließenden Praxistext, da die Phase der institutionellen Konsolidierung nicht abgeschlossen ist. Beide Szenarien sind grundsätzlich denkbar. Das zweite, eher pessimistische, würde mit unserem eingangs geschilderten Untersuchungsdesign korrespondieren, das von einem geringen Einfluss des regionalen Institutionendesigns auf den *outcome* regionaler Politik ausgeht. Die so genannten *sunk costs* der formalen Institutionen (vgl. oben) sind, anders als in konsolidierten Demokratien, nicht hoch genug, um die politischen Eliten von permanenten Veränderungen und Restrukturierungen abzuhalten. Solange sich alle bzw. viele Beteiligte gegenüber der politischen und rechtlichen Ordnung überwiegend instrumentell verhalten, bleibt das Misstrauen gegenüber vorläufigen institutionellen Lösungen – und damit die Neigung, diese wieder zu verändern – zudem stark ausgeprägt.

(4) *Soziale Einbettung von Institutionen*: Ich schließe nun die letzte Überlegung an, die der Zerbrechlichkeit und geringen Stabilität von Institutionen in postsowjetischen Ländern eine weitere Komponente hinzufügt: Untersuchungen zur gesellschaftlichen Einbettung von Institutionen zeigen in unserem Zusammenhang, dass die Stärke neu etablierter Institutionen abhängig ist von der Gestalt der (nationalen und regionalen) Parteiensysteme, dem Partizipationsniveau, der Anzahl und Stärke zivilgesellschaftlicher Organisationen und der inneren demokratischen Struktur von Parteien und Assoziationen.⁴⁷ Sind Zivilgesellschaft und Parteien schwach, können politische und ökonomische Eliten formale Institutionen wesentlich einfacher verändern, abschaffen und neu erfinden, ohne mit nachhaltigen Restriktionen konfrontiert zu sein. Sie verhalten sich dann voraussichtlich deutlich weniger responsiv und sind in ihrem Handlungsspielraum vornehmlich durch die mehr oder weniger erforderliche Machtteilung mit anderen Machteliten eingeschränkt, weniger jedoch durch gesellschaftliche Kontrolle.

Ein besonders prägnantes Beispiel ist in diesem Zusammenhang die vergangene Legislaturperiode in der Ukraine, in der statistisch gesehen auf jeden Abgeordneten mindestens zwei Fraktionswechsel kamen: Der Wählerwille zeitigte hier keinerlei Wirkung. Da die Parteibindung der Amtsinhaber schwach und der Personalisierungsgrad in den Protoparteien gleichzeitig hoch ist, können politische Unternehmer ihre Organisationen als Kristal-

⁴⁷ Vgl. z. B. Tatur (2004a) und Tatur (2004b).

liskern vertikaler, klientelistischer Beziehungsmuster verwenden. Gesellschaftliche Organisationen bilden dabei kein hinreichendes Gegengewicht.

Das Argument einer notwendigen sozialen Einbettung lässt sich anhand der regionalen Politik besonders gut überprüfen, da dort soziale Beziehungen aufgrund der Kleinräumigkeit tendenziell enger und persönlicher sind als auf nationalstaatlicher Ebene. Erweisen sich diese regional definierten persönlichen Netzwerke als exklusiv und schwer kontrollierbar, können sie zu einer Quelle von Klientelismus und Amtsmissbrauch werden.⁴⁸ Es gibt somit hinreichend Gründe zur Annahme, dass die soziale Einbettung von Institutionen ein entscheidender Faktor ist, um die künftige Institutionenbildung in postsowjetischen Ländern zu untersuchen.

Fazit

Die Frage, wie politische Institutionen und die Rechtsordnung eine bessere Bindekraft entfalten können, wird in den kommenden Jahren weiterhin eine zentrale Weiche für die Entwicklung der postsowjetischen Staaten sein. Der instrumentelle Umgang mit formalen Institutionen geht in diesen Ländern einher mit einem Rückgriff der Eliten auf vertikale, klientelistische Beziehungen. Die Schwäche der formalen Institutionen verzögert und beeinträchtigt dabei die demokratische und wirtschaftliche Konsolidierung. Russland und die Ukraine stellen aufgrund ihrer regionalen Vielfalt geradezu optimale Forschungslaboren dar, um solche Prozesse der Institutionenbildung vergleichend zu untersuchen.

Im vorliegenden Beitrag wurde der Versuch unternommen, aus unterschiedlichen theoretischen Quellen ein Analysekonzept zu entwerfen, das für eine Untersuchung des raschen institutionellen Wandels in postsowjetischen Ländern geeignet ist. Ausgangspunkt war ein empirisch angelegtes Vergleichsdesign, das die regionale Institutionenentwicklung in Russland und in der Ukraine zum Gegenstand hat. Dieses Untersuchungskonzept will zur Erklärung beitragen, warum, erstens, der Grad an Informalität in postsowjetischen Ländern ausgesprochen hoch ist und wie sich, zweitens, formale und informale Institutionen zueinander verhalten. Indem zwei verschiedene theoretische Stränge, der Historische und der Ökonomische Institutionalismus, mit Überlegungen des neuen Regionalismus zusammengefügt wurden, sollte vermieden werden, dass sich Erklärungen ungeprüft auf die Wirkungsmacht des „historischen Erbes“ zurückziehen und Veränderungen durch eine Fehlkonstruktion des Analysekonzepts systematisch ausgeblendet werden. Das Untersuchungskonzept soll weiter – z. B. im Sinne idealtypischer Handlungs- und Interaktionssituationen – elaboriert und anschließend auf der Grundlage empirischer Untersuchungen überprüft werden.

Der Beitrag geht von zwei möglichen Entwicklungsszenarien aus: Während das optimistische annimmt, dass sich die Akteure im Laufe der Zeit stärker an formale Institutionen halten und unterstützende informale Regeln entwickeln werden, geht das zweite, pessimistische, von einer langfristigen Dominanz informaler Beziehungsmuster aus, die die politische Ordnung beeinträchtigen. Beide Perspektiven lassen sich durch die hier vorgenommene Kombination von Historischem und Ökonomischem Institutionalismus theoretisch begründen. Künftige Forschungen sollten versuchen, typische Spiel- und Handlungssituationen zu modellieren, die Aufschluss über die Anreizwirkung von Institutionen

⁴⁸ Vgl. Tatur (2004a: 39); für Bundesstaaten ähnlich: Benz (2002).

geben. Es wird darauf ankommen zu zeigen, welche Entwicklungspfade in beiden Ländern durch diese strategisch motivierte Institutionenwahl „einrasten“ und ob sich effizient arbeitende und Demokratie fördernde Institutionen ausbilden können.

Literatur

- BAURMANN, Michael. „Mehrheit ohne Moral? Warum demokratische Entscheidungen ethische Prinzipien erfordern“, in: Christoph LÜTGE und Gerhard VOLLMER (Hrsg.). *Fakten statt Normen? Zur Rolle einzelwissenschaftlicher Argumente in einer naturalistischen Ethik*. Baden-Baden 2004, 153-176.
- BENZ, Arthur. „Themen, Probleme und Perspektiven der vergleichenden Föderalismusforschung“, in: Arthur BENZ und Gerhard LEHMBRUCH (Hrsg.). *Föderalismus. Analysen in entwicklungsgeschichtlicher und vergleichender Perspektive* (Sonderheft der *Politischen Vierteljahresschrift* 32/2001). Wiesbaden 2002, 9-50.
- BENZ, Arthur. „Föderalismus und Demokratie. Eine Untersuchung zum Zusammenwirken zweier Verfassungsprinzipien“, *polis* 57 (2003).
- BERG-SCHLOSSER, Dirk. „Makro-qualitative vergleichende Methoden“, in: Sabine KROPP und Michael MINKENBERG (Hrsg.). *Vergleichen in der Politikwissenschaft*. Wiesbaden 2005, 170-179.
- CRAWFORD, Beverly und Arend LIJPHART. „Explaining Political and Economic Change in Post-Communist Eastern Europe. Old Legacies, New Institutions, Hegemonic Norms, and International Pressures“, *Comparative Political Studies* 28 (1995), 171-199.
- GEL'MAN, Vladimir. „The Unrule of Law in the Making: the Politics of Informal Institution Building in Russia“, *Europe-Asia Studies* 56 (2004), 1021-1040.
- GILKA-BÖTZOW, Agnes und Sabine KROPP. „Regionale Aspekte der Institutionenentwicklung in Russland und der Ukraine“, *Zeitschrift für Parlamentsfragen* (im Druck).
- GOODIN, Robert E. „Institutions and Their Design“, in: Robert E. GOODIN (Hrsg.). *The Theory of Institutional Design*. Cambridge 1996, 1-53.
- HALL, Peter A. und Rosemary C. R. TAYLOR. „Political Science and the Three New Institutionalisms“, *Political Studies* XLIV (1996), 936-957.
- HAY, Colin und Daniel WINCOTT. „Structure, Agency and Historical Institutionalism“, *Political Studies* XLVI (1998), 951-957.
- IMMERGUT, Ellen. *Health Politics*. Cambridge 1992.
- IMMERGUT, Ellen. „The Normative Roots of the New Institutionalism: Historical-Institutionalism and Comparative Policy Studies“, in: Arthur BENZ und Wolfgang SEIBEL (Hrsg.). *Theorieentwicklung in der Politikwissenschaft – eine Zwischenbilanz*. Baden-Baden 1997, 325-355.
- KEATING, Michael. „The Political Economy of Regionalism“, in: Michael KEATING und John LOUGHLIN (Hrsg.). *The Political Economy of Regionalism*. London und Portland 1996, 17-40.
- KEATING, Michael, John LOUGHLIN und Kris DESCHOUWER (Hrsg.). *Culture, Institutions and Economic Development. A Study of Eight European Regions*. Cheltenham und Northampton 2003.
- KINGDON, John W. *Agendas, Alternatives and Public Policies*. New York ²1995.
- KROPP, Sabine. „Demokratie und föderalstaatliche Entwicklung in Transformationsprozessen. Überlegungen am Beispiel des Russländischen Föderalismus“, in: Paul J.J. WELFENS und Hans Gerhard STROHE (Hrsg.). *Globalisierung und regionale Modernisierung von Wirtschaft und Politik*. Köln 2005, 269-299.

- LIJPHART, Arend. „Comparative Politics and the Comparative Method“, *American Political Science Review* 65 (1971), 682-693.
- MARCH, James G. und Johan P. OLSEN. *Rediscovering Institutions. The Organizational Basis of Politics*. London 1989.
- MARSH, Christopher. „Social capital and democracy in Russia“, *Communist and Post-Communist Studies* 33 (2000), 183-199.
- MERKEL, Wolfgang und Aurel CROISSANT. „Formale und informale Institutionen in defekten Demokratien“, *Politische Vierteljahresschrift* 41 (2000), 3-30.
- MEYER, John W. und Brian ROWAN. „Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony“, in: Walter W. POWELL und Paul J. DIMAGGIO (Hrsg.). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago und London 1991, 41-62.
- NORTH, Douglass C. *Institutionen, institutioneller Wandel und Wirtschaftsleistung*. Tübingen 1992.
- PATZELT, Werner J. „Wissenschaftstheoretische Grundlagen sozialwissenschaftlichen Vergleichens“, in: Sabine KROPP und Michael MINKENBERG (Hrsg.). *Vergleichen in der Politikwissenschaft*. Wiesbaden 2005, 16-54.
- PIERSON, Paul. *Politics in Time. History, Institutions, and Social Analysis*. Princeton, NJ, 2004.
- PLEINES, Heiko. *Wirtschaftseliten und Politik im Russland der Jelzin-Ära (1994-99)*. Münster u. a. 2003.
- PLEINES, Heiko. *Ukrainische Seilschaften. Informelle Einflussnahme in der ukrainischen Wirtschaftspolitik 1992-2004*. Münster u. a. 2005.
- RÜB, Friedbert W. „Die Herausbildung politischer Institutionen in Demokratisierungsprozessen“, in: Wolfgang MERKEL (Hrsg.). *Systemwechsel 1. Theorien, Ansätze und Konzeptionen*. Opladen 1994, 111-137.
- SARTORI, Giovanni. „Concept Misformation in Comparative Politics“, *American Political Science Review* 64 (1970), 1033-1053.
- SCHULZE-FIELITZ, Helmuth. *Der informale Verfassungsstaat. Aktuelle Beobachtungen des Verfassungslebens der Bundesrepublik Deutschland im Lichte der Verfassungstheorie*. Berlin 1984.
- STACK, Graham. „Transformations in Russia. A neoinstitutionalist interpretation“, *Arbeitspapiere des Osteuropa-Instituts der Freien Universität Berlin* 11 (1997).
- SHUGART, Matthew Soberg und John M. CAREY. *Presidents and Assemblies. Constitutional Design and Electoral Dynamics*. Cambridge 1992.
- TATUR, Melanie. „Introduction: Conceptualising the Analysis of ‘Making Regions’ in Post-Socialist Europe“, in: Melanie TATUR (Hrsg.). *The Making of Regions in Post-Socialist Europe – The Impact of Culture, Economic Structure and Institutions*. Bd. I. Wiesbaden 2004a, 15-47.
- TATUR, Melanie. „Comparative Conclusion: Institutions, Socio-Economic Structure, and History – Explaining Diversity in Making Regions“, in: Melanie TATUR (Hrsg.). *The Making of Regions in Post-Socialist Europe – The Impact of Culture, Economic Structure and Institutions*. Bd. I. Wiesbaden 2004b, 355-416.
- THELEN, Kathleen. „Historical Institutionalism in Comparative Politics“, *Annual Review of Political Science* 2 (1999), 369-404.
- ZAHARIADIS, Nikolaos. „Ambiguity, Time, and Multiple Streams“, in: Paul A. SABATIER (Hrsg.). *Theories of the Policy Process*. Boulder, CO, 1999, 73-93.

KARL-HEINZ REUBAND

Teilhabe der Bürger an der „Hochkultur“ – Die Nutzung kultureller Infrastruktur und ihre sozialen Determinanten

Einleitung

Einrichtungen der Hochkultur – wie Theater, Opernhäuser und Museen – genießen in Deutschland traditionell eine hohe Wertschätzung. Einst an Fürstenhöfen als Mittel der Selbstrepräsentation entstanden, sind sie längst zum Mittel der Selbstvergewisserung des Bürgertums geworden. Sie gelten als Orte, an denen kulturelle Höchstleistungen dargeboten werden und in denen sich das kulturelle Niveau einer Gesellschaft widerspiegelt. In kaum einem anderen Land werden sie staatlicherseits in derart hohem Maße finanziell gefördert wie in Deutschland. Nirgendwo gibt es so viele Opernhäuser.

Im geradezu umgekehrt proportionalem Verhältnis zur Wertschätzung der Hochkultur steht das Wissen um ihr Publikum. In der Diskussion um die Hochkultur steht die Analyse des Gehalts und ästhetischen Wertes der dargebotenen Kunst im Vordergrund. Wenn Aussagen über die Rezeption getroffen werden, dann beschränkt auf den intellektuellen Diskurs. Die Zuschauer sind selten ein Thema. Und an empirischen Daten über sie mangelt es. Besucherumfragen in Kultureinrichtungen fehlen weitgehend, ebenso wie Umfragen in der Bevölkerung, in denen die Häufigkeit der Nutzung erfragt wird und die sozialen und kulturellen Eigenschaften der Nutzer bestimmt werden. Die wenigen Umfragen, die es gibt, sind in ihrer Aussagekraft zudem allzu oft beschränkt.¹

Dementsprechend ist weitgehend ungeklärt, wie viele Menschen die Einrichtungen nutzen, wie sich das Publikum sozial zusammensetzt und durch welche kulturellen Vorlieben und Praktiken es sich auszeichnet.² Auslastungszahlen, die sich an der Zahl verkaufter Karten und der Zahl angebotener Plätze orientieren und oft als Indikator für Erfolg oder Misserfolg einer Einrichtung gewertet werden, geben über die Zahl der Nutzer nur bedingt Auskunft: Denn sie sagen nur etwas über die Häufigkeit der Nutzung aus, nicht aber die Zahl der Personen, die sich hinter diesen Nutzungszahlen verbergen. In vielen Fällen handelt es sich um einen kleineren Kreis von Personen, der überproportional, z. B. über Abonnements, für die Nutzung verantwortlich ist.

¹ In den wenigen Bevölkerungsumfragen, die es gibt, wird die Nutzung kultureller Einrichtungen meist in globaler Weise erfragt, ohne Differenzierung nach Art der Einrichtung. So wird z. B. gefragt, wie oft man „Theater, Museen oder Opern“, oder wie häufig man „Theater, Kino oder Konzerte“ aufsucht. Der Möglichkeit, dass sich ein unterschiedlich zusammengesetztes Publikum in Veranstaltungen der Kultureinrichtungen rekrutiert – im Theater z. B. anders als in der Oper –, wird nicht gebührend Rechnung getragen.

² Zum Versuch einer Bestandsaufnahme der sozialen Zusammensetzung auf der Basis der spärlich verfügbaren heterogenen Besucherumfragen siehe Rössel *et al.* (2002). Siehe, bezogen auf die Stadt Frankfurt, auch Brauerhoch (2004).

Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Im Folgenden soll im Rahmen einer Lokalstudie, am Beispiel der Stadt Düsseldorf, die Nutzung hochkultureller Einrichtungen in der Bevölkerung analysiert werden. Dabei interessiert der Besuch kultureller Einrichtungen nach Art der Institution ausdifferenziert und auf die Institutionen vor Ort bezogen. Drei Fragestellungen werden zu diskutieren sein: Wie häufig werden die Einrichtungen der Hochkultur – Opernhaus, klassische Konzerte, Theater und Museen – genutzt? Welches Sozialprofil zeichnet die häufigen Nutzer im Vergleich zu den seltenen und Nichtnutzern aus? Und welchen Stellenwert haben die soziokulturellen Vorlieben und Interessen sowie die sozialen Merkmale der Akteure?

Grundlage der Untersuchung ist ein Projekt zur Teilhabe der Bürger an der Hochkultur, das neben Besucherumfragen in den Kultureinrichtungen eine lokale Bevölkerungsumfrage umfasst.³ Während die Besucherumfragen das Publikum ungeachtet ihrer lokalen Herkunft einbeziehen – darunter auch auswärtige Besucher und Touristen –, beschränkt sich die Bevölkerungsumfrage auf die Einwohner am Ort. Ihr Vorteil ist, dass sie Aussagen über den Anteil der Nutzer in einer fest umschriebenen Population zu treffen vermag und Vergleiche mit Personen, die selten oder nie die jeweiligen Einrichtungen aufsuchen, erlaubt.

Die Bevölkerungsumfrage stützt sich auf eine systematische Zufallsauswahl aus dem Einwohnermelderegister der Stadt und bezieht sich auf die Bevölkerung mit deutscher Staatsangehörigkeit im Alter ab 18 Jahren.⁴ Die Befragung erfolgte postalisch. Vorteil postalischer Befragungen gegenüber den üblicherweise eingesetzten *Face-to-face*- und telefonischen Umfragen ist, dass aufgrund der Anonymität offener und ehrlicher geantwortet wird. Sozial erwünschte Antworttendenzen (sei es in Form eines *underreporting* sozial missbilligter Verhaltensweisen oder eines *overreporting* sozial erwünschter Verhaltensweisen) sind reduziert.⁵

Angelegt war die Erhebung als Mehrthemenuntersuchung. Fragen zur Kultur nahmen – auch aus methodischen Gründen – nur einen kleinen Teil des Fragebogens ein. Um möglichst breit für die Teilnahme zu werben, wurde die Erhebung gegenüber den Zielpersonen als eine „allgemein interessierende Studie“ zum Leben in der Stadt und zu „aktuellen Fragen“ bezeichnet. Eine überproportionale Rekrutierung Kulturinteressierter, die sich bei einer Beschränkung der Thematik auf die Hochkultur eingestellt hätte, trat aufgrund dieses Vorgehens nicht auf.⁶

³ Die Bevölkerungsumfrage knüpft an eine Serie von Umfragen zu unterschiedlichen Themen an, die wir seit 1997 wiederholt in der Düsseldorfer Bevölkerung durchgeführt haben, mit teils konstanten, teils variierenden Fragemodulen (vgl. u. a. Reuband 2001b und Reuband 2002c). Im vorliegenden Projekt wurden in großem Umfang (und in dieser Hinsicht für die Bundesrepublik einzigartig) ergänzend auch Besucherumfragen durchgeführt: im Schauspielhaus sowie in Avantgarde- und Boulevardtheatern, ferner im Opernhaus, im Konzertsaal („Tonhalle“), in Museen, im Musicaltheater („Capitol“), im Tanzhaus NRW und in Programm- und sonstigen Kinos. Auch fanden zu Vergleichszwecken Befragungen von Besuchern der Kölner Oper statt. Eingebettet waren die Erhebungen zum Teil in zwei Lehrforschungsprojekte, die im Rahmen der praxisnahen studentischer Methodenausbildung in den Jahren 2004 und 2005 im Bachelorstudiengang „Sozialwissenschaften“ stattfanden. Gefördert wurde das Projekt zur Hochkultur von der Fritz-Thyssen-Stiftung (AZ 20.030.080).

⁴ Da die untersuchten Kultureinrichtungen nahezu ausschließlich von Deutschen aufgesucht werden, ist die Beschränkung auf deutsche Staatsbürger nicht problematisch. Sie erscheint auch angesichts des Aufwands sinnvoll, der aus einer mehrsprachigen Untersuchung mit multiplen Übersetzungen erwachsen würde.

⁵ Vgl. Reuband (2000), Reuband (2002b) sowie Tourangeau *et al.* (2000: 289ff.).

⁶ Der Vergleich der in dieser Umfrage erhobenen Daten mit Umfragen zu anderen Themenschwerpunkten, die

Die Erhebung fand im Frühjahr 2004 statt. Durchgeführt wurde sie in Anlehnung an Empfehlungen von Don Dillman sowie eigene Vorarbeiten und Erfahrungen.⁷ Die Erhebung erfolgte komplett anonym, auf eine Identifikationsnummer auf dem Fragebogen wurde verzichtet. Nach bis zu drei Erinnerungssaktionen (und nach Abzug neutraler Ausfälle, wie „verzogen“, „verstorben“) antworteten 58 Prozent der angeschriebenen Personen. Eine derartige Quote gilt in der Methodenliteratur als überdurchschnittlich gut. Sie liegt höher auch als in vergleichbar angelegten Umfragen in Düsseldorf und anderen Orten auf der Basis von *Face-to-face*-Interviews.⁸ Die Zahl der Befragten liegt bei 1.044 Personen.

Wie verbreitet ist die Nutzung der Hochkultur?

Die Nutzung von Einrichtungen kann in unterschiedlicher Weise erhoben werden (und beide Varianten sind in der Vergangenheit alternativ auch eingesetzt worden): Man kann fragen, wie häufig im Jahr die jeweilige Einrichtung genutzt wird (ob mehrmals im Monat, einmal im Monat usw.), und man kann fragen, ob und wie häufig dies innerhalb eines vergangenen festen Zeitraums – wie z. B. in den letzten zwölf Monaten – geschehen ist.

Auf den ersten Blick wird jeweils das Gleiche ermittelt. Doch der Schein trügt: Die Frage nach der Häufigkeit im Jahr erlaubt es, das über die Jahre hinweg *typische* Besucherverhalten zu erfassen. So wird derjenige, der in der Regel ein- oder mehrmals im Jahr die Einrichtung aufsucht, dies aber ausnahmsweise nicht in den letzten zwölf Monaten getan hat (z. B. weil er krank war oder das Programmangebot nicht attraktiv war), dazu neigen, einen mindestens einmaligen Besuch anzugeben. Wem hingegen die Frage nach Besuchen in den letzten zwölf Monaten gestellt wird, wird diesen Zeitraum als Maßstab anlegen und Besuche in den Jahren zuvor ausklammern. Aufgrund dessen werden in diesem Fall auch Personen einbezogen, die lediglich aufgrund besonderer Umstände dem Besucherkreis angehört (z. B. weil ihnen die Karte geschenkt wurde).

Wir werden uns im Folgenden in erster Linie auf die Fragen zur allgemeinen, üblicherweise praktizierten Nutzung stützen. Sie erlauben Differenzierungen auch im Bereich des seltenen Besuchs, so dass Vergleiche zwischen häufigeren und seltenen Besuchern sowie Nichtbesuchern ermöglicht werden. Die Fragen zum Besuch innerhalb der letzten zwölf

wir in den Jahren zuvor in Düsseldorf durchgeführt haben, ergibt keine verstärkte Beteiligung Kulturinteressierter. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Erhebung von einer Leipziger Umfrage (Rössel 2004), die als Einthemauntersuchung zur Kultur konzipiert war und im Vergleich zu früheren Leipziger Umfragen zu anderen Themen nicht nur eine geringere Ausschöpfungsquote, sondern auch eine Überrepräsentativität Kulturinteressierter erbrachte. Zu den Problemen von Einthemenuntersuchungen im Fall postalischer Befragungen siehe bereits die frühe, durchaus gewichtige (aber kaum rezipierte) Monographie von Richter (1970).

⁷ Vgl. Blasius und Reuband (1996), Reuband (1999), Reuband (2001a) sowie Dillman (2000).

⁸ So erbrachte eine vom Zentrum für Kulturforschung in Auftrag gegebene Umfrage in Düsseldorf und anderen Orten in Nordrhein-Westfalen auf der Basis von *Face-to-face*-Erhebungen nur eine Ausschöpfungsquote von 43 Prozent (vgl. Keuchel 2003: 302). Nicht nur in dieser Hinsicht erweist sich unsere postalische Erhebung als von besserer Qualität. Sie repräsentiert auch die Bevölkerung in der sozialen Zusammensetzung, besonders auch im kritischen Bereich der Bildung, besser. So liegt in der genannten *Face-to-face*-Erhebung der Anteil der Befragten mit Abitur in Düsseldorf bei 36 Prozent (vgl. Keuchel 2003: 304). Würde man die Befragten mit Fachabitur hinzuzählen, käme man auf noch höhere Werte. In unserer Umfrage liegt der Anteil der Befragten mit Abitur bei 34 Prozent und ist in dieser Hinsicht den Angaben des amtlichen Mikrozensus angenähert. Die soziale Repräsentativität ist in der postalischen Befragung besser, auch wenn – wie in allen Umfragen, egal mit welchem Erhebungsverfahren – die schlechter Gebildeten (mit Volksschulbildung) leicht unterrepräsentiert sind.

Tabelle 1: Häufigkeit der Nutzung von lokalen Einrichtungen der Hochkultur (in Prozent)

	Oper	klassisches Konzert	Theater	Museum
mehrmals im Jahr	13	14	32	37
einmal im Jahr	11	11	15	17
seltener	28	28	27	26
nie	48	46	26	19
	100	100	100	100
(N =)	(1.011)	(1.008)	(999)	(1.013)

Frageformulierungen: „Wie oft gehen Sie in Düsseldorf in die Oper – in ein klassisches Konzert – in ein Theater – in ein Museum?“ Antwortkategorien: „Mehrmals pro Woche – Einmal pro Woche – Mehrmals im Monat – Einmal im Monat – Mehrmals im Jahr – Einmal im Jahr – Seltener – Nie“ (hier in der Tabelle „mehrmals pro Woche“ bis „mehrmals im Jahr“ zusammengefasst)

Monate werden bei Bedarf in ergänzender Weise – zur Bestimmung der Nutzungsprävalenz – herangezogen.

Wie man Tabelle 1 entnehmen kann, werden Museen der Stadt Düsseldorf am häufigsten aufgesucht. Mehr als die Hälfte der Befragten gibt an, mindestens einmal im Jahr (bzw. in den letzten zwölf Monaten) in ein Museum gegangen zu sein. Es muss sich nicht notwendigerweise um ein Kunstmuseum gehandelt haben. Die Tatsache, dass sich rund vier Fünftel der Museumsbesucher für Bildende Kunst interessieren („sehr stark“, „stark“ oder „mittel“), während unter den Nichtmuseumsbesuchern dies nur 40 Prozent von sich behaupten, spricht jedoch dafür, dass Besucher von Kunstmuseen in dieser Gruppe einen bedeutsamen Anteil stellen.

Fast genauso häufig wie der Museumsbesuch ist der Theaterbesuch. Dabei überwiegt, wie weitere Fragen belegen, nicht der Besuch des Schauspielhauses, sondern anderer Theater. Diese reichen vom avantgardistisch ausgerichteten „Forum Freies Theater“ bis hin zu Boulevardtheatern, wie dem „Theater an der Kö“ oder der „Komödie“. In der Mehrzahl handelt es sich, wie der Blick auf die Besucherstatistik für Düsseldorf belegt, um Theater mit Boulevardcharakter. Überschneidungen der Besucherkreise sind allerdings keineswegs selten. So geht, wer das Schauspielhaus frequentiert, mehrheitlich auch in andere Theater. Umgekehrt gilt dies nicht in gleich hohem Maße. Gleichwohl: Auch die Besucher der anderen Theater, einschließlich der Boulevardtheater, zählen im Vergleich zur Gesamtbevölkerung zu den überproportionalen Nutzern des Schauspielhauses.⁹ Was bedeutet: Die Rezeption ernsthafter „hoher“ Kunst schließt die Rezeption unterhaltender Kunst nicht notwendigerweise aus und *vice versa*. Erkenntnisgewinn und Bedürfnis nach Unterhaltung zeichnen, mit jeweils unterschiedlicher Gewichtung, Besucher von Theatern unterschiedlicher Provenienz aus.

Im Vergleich zum Museums- und Theaterbesuch ist der Besuch von Opern und klassischen Konzerten seltener. Dies ist allein schon aufgrund der Angebotsstruktur nicht verwunderlich: Denn Museen und Theater gibt es am Ort mehrere, aber nur ein Opernhaus

⁹ Von den Besuchern des Schauspielhauses gingen in den letzten zwölf Monaten 71 Prozent auch in andere Theater. Und von den Besuchern der anderen Theater besuchten 46 Prozent das Schauspielhaus. Eine differenziertere Analyse, die sich auf unsere Besucherumfragen in Theatern stützt, findet sich bei Reuband und Mishkis (2005).

und einen Konzertsaal, die „Tonhalle“. Die Zahl der angebotenen Plätze und der zur Wahl stehenden Aufführungen ist bei Theatern entsprechend größer.¹⁰ Natürlich ist auch die Nachfrage für die Häufigkeit der Nutzung von Bedeutung: So ist der Kreis der Bürger, die klassische Musik und Opernmusik im weitesten Sinne schätzen, zwar relativ hoch, die Zahl der stärker engagierten Klassikliebhaber aber beschränkt sich auf eine Minderheit.

Insgesamt geben 24 Prozent der Befragten an, mindestens einmal im Jahr in Düsseldorf in die Oper zu gehen, und 25 Prozent sagen dies im Hinblick auf ein klassisches Konzert. Legt man die Frage zum Besuch innerhalb der letzten zwölf Monate zugrunde, ändert sich im Fall des Theater- und Museumsbesuchs relativ wenig, wohl aber im Fall des Opern- und des Konzertbesuchs: Die entsprechenden Werte reduzieren sich auf 19 Prozent.¹¹ Für diese Schrumpfung dürften mehrere Gründe verantwortlich sein. Sie reichen von der Orientierung an früher praktizierten, aber seit kurzem nicht mehr üblichen Besuchsmustern bis hin zu der Neigung, sozial erwünschte Antworten zu geben.

Für die Orientierung an früher praktizierten, aber jetzt nicht mehr üblichen Besuchsmustern ist von Bedeutung, dass durch die Einführung zusätzlicher spielfreier Tage die Zahl der angebotenen Musiktheateraufführungen längerfristig verringert wurde.¹² Hatte es im Düsseldorfer Opernhaus in den Spielzeiten zwischen 2000/2001 und 2002/2003 zwischen 226 und 229 Veranstaltungen gegeben, bei denen Opern, Ballette, Operetten oder Musicals zur Aufführung kamen, waren es in der Spielzeit 2003/2004 nur noch 180 und 2004/2005 179.¹³ Dies entspricht einem längerfristigen Rückgang um 20 Prozent. Den stärksten Einbruch in der Zahl der Aufführungen erfuhren Opernaufführungen im Übergang von der Spielzeit 2002/2003 auf die Spielzeit 2003/2004 – mithin in der Zeit kurz vor unserer Befragung. Kamen in den Spielzeiten 2001/2002 und 2002/2003 163 bzw. 161 Opern zur Aufführung, waren es in der Spielzeit 2003/2004 nur noch 120. Die Zahlen für den Zeitraum ein Jahr später liegen mit 122 praktisch auf dem gleichen Niveau.

Aufgrund des verringerten Angebots ist die Zahl der Besucher geschrumpft, allerdings nicht so stark, wie es der Rückgang in der Zahl der Veranstaltungen nahelegen würde: So sank in der Zeit zwischen der Spielzeit 2000/2001 und der Spielzeit 2003/2004 die Zahl der Besucher von Opern, Ballettaufführungen, Operetten oder Musicals von 231.705 auf 196.140. In der Spielzeit 2004/2005 lag sie bei 197.613 – mithin 15 Prozent niedriger als 2000/2001. Die Verringerung der Angebotsstruktur hat die Nutzungshäufigkeit offensichtlich zwar reduziert, wurde aber in begrenztem Maße dadurch aufgefangen, dass

¹⁰ Die übrigen klassischen Konzertveranstaltungen teilen sich auf eine Vielzahl kleinerer Räumlichkeiten, einschließlich Kirchen, auf.

¹¹ Innerhalb der Gruppe der jährlichen Opernhausbesucher beläuft sich die durchschnittliche Zahl der Besuche pro Jahr, gemessen am arithmetischen Mittel, auf 3,2 (Median: 2,0). Beim Theaterbesuch kommt man auf einen Durchschnittswert (arithmetisches Mittel) von 4,2 (Median: 3,0), beschränkt auf die Besucher des Schauspielhauses von 3,0 (bzw. 2,0 als Median). Damit ist unter den Oper- und Theaterbesuchern der mehrmalige Besuch die Regel – eine Folge vermutlich auch der Tatsache, dass Theaterbesucher häufig über ein Abonnement verfügen oder Theatergemeinden angehören.

¹² Die Reduktion erfolgte im Wesentlichen aus ökonomischen Gründen. Die Zahl der vorgegebenen Minimalzahl an Veranstaltungen wurde verringert.

¹³ Eigene Berechnungen auf der Basis von Angaben des Deutschen Bühnenvereins (2002-2006). Nicht einbezogen in unsere Berechnungen – sowohl der Veranstaltungs- als auch der Besucherzahlen – sind „Konzerte“, „Kinder- und Jugendtheater“ sowie „sonstige Veranstaltungen“.

sich ein Teil der Besucher den veränderten Verhältnissen anpasste.¹⁴ Eine vollständige Kompensation jedoch gab es nicht.

Das reduzierte Programmangebot und der damit einhergehende Besucherrückgang könnten möglicherweise einen (wenn auch nicht den einzigen) Schlüssel zum Verständnis der unterschiedlichen Prozentangaben je nach Art der Frage zum Opernbesuch liefern: So dürften in der Phase des reduzierten Veranstaltungsangebots einige der einstigen, gelegentlichen Opernbesucher *qua* veränderter Gelegenheitsstruktur vom Opernbesuch abgehalten worden sein, sie sich aber nach wie vor ihrem Selbstbild gemäß als – wenn auch seltene – Operngänger wahrgenommen haben. Dementsprechend könnten sie bei der Beantwortung der Frage zum üblichen Opernbesuch primär an ihr habitualisiertes, früheres Muster des Opernbesuchs gedacht haben und noch nicht an ihre neue, aufgrund äußerer Umstände erzwungene Praxis des Opernbesuchs.

Bei einem anderen Teil der Befragten sind zweifellos auch Missverständnisse für die Diskrepanzen in den Angaben verantwortlich. So rechneten einige unter ihnen den Besuch von Orten außerhalb Düsseldorfs dem üblichen Opernbesuch am Wohnort zu.¹⁵ Andere Befragte unterlagen Fehldatierungen, erwachsend aus Erinnerungsfehlern. Und bei wieder anderen Befragten kann eine Selbsttäuschung nicht ausgeschlossen werden, geboren aus dem Bedürfnis, an der gesellschaftlich hoch geschätzten Kultur teilzuhaben.¹⁶ Dabei ist weniger wahrscheinlich, dass sie sich als Operngänger bezeichnen, obwohl sie keine sind; vielmehr ist hier eine zeitliche Streckung des Erinnerungszeitraums anzunehmen: Ein Opernbesuch, der zeitlich weit zurückliegt, wird in großzügiger Weise als Ausdruck des habituellen, wenn auch seltenen Opernbesuchs interpretiert.¹⁷

Angesichts der Tendenz zum *overreporting* muss man gegenüber Hochrechnungen auf der Basis von Umfragen, die sich allein auf Fragen nach der generellen Häufigkeit der Nutzung stützen, eine gewisse Vorsicht walten lassen.¹⁸ Doch es gibt noch andere Konsequenzen substantzieller Art: Je nachdem, welche Frage benutzt wird – die allgemein gehaltene

¹⁴ So suchten sie womöglich nunmehr das Opernhaus auch an Tagen auf, die sie früher nicht für den Opernbesuch nutzten. Bedingt durch die Reduktion des Vorstellungsangebots ist die Auslastung – gemessen an der Zahl verfügbarer Plätze – im Düsseldorfer Opernhaus insgesamt gestiegen, bei Opern z. B. von 77 auf 85 Prozent. Die regelmäßigen Opernbesucher, die mit dem Opernhaus stark verbunden sind, dürften sich – so ist zu vermuten – am ehesten in ihrem Opernbesuch der veränderten Angebotsstruktur angepasst haben. Die selteneren Besucher, die stärker durch situationspezifische Rahmenbedingungen als durch ihr habitualisiertes Muster des Opernbesuchs geprägt sind, dürften hingegen stärker von der Reduktion des Angebots betroffen worden sein.

¹⁵ Fasst man lokalen und überlokalen Opernbesuch zusammen, sinkt die „Fehlerquote“. Unter den Befragten, die angeben, rund einmal im Jahr in die Düsseldorfer Oper zu gehen, steigt dann der Anteil der Personen mit Besuchen in den letzten zwölf Monaten auf nahezu zwei Drittel (63 Prozent).

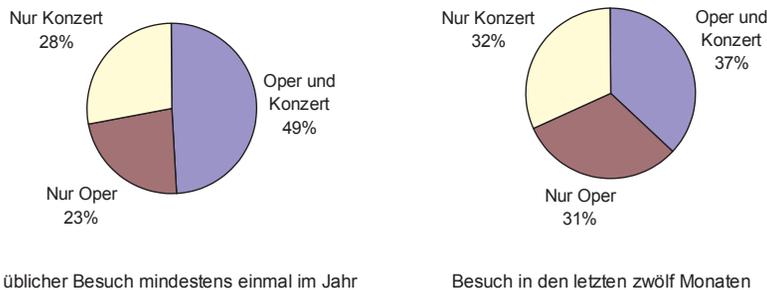
¹⁶ Betroffen von einer Neigung zu sozial erwünschten Antworten sind eigenen Analysen zufolge vor allem Befragte mit niedriger Bildung. So liegt der Anteil niedrig Gebildeter unter den Opernbesuchern in der Bevölkerungsumfrage etwas höher als unter den Befragten, die von uns im Opernhaus kontaktiert wurden und den Fragebogen beantworteten.

¹⁷ Infolgedessen wird die Häufigkeit des Opernbesuchs überschätzt. Die Tatsache, dass nicht nur beim Opern-, sondern auch beim Konzertbesuch der Anteil der Besucher schrumpft, sobald man nicht die allgemein gehaltene Frage, sondern die nach den letzten zwölf Monaten stellt (während dies beim Museums- und Theaterbesuch nicht der Fall ist), könnte ein Hinweis dafür sein, dass von sozialen Erwünschtheitseffekten besonders Fragen zum Opern- und Konzertbesuch betroffen sind.

¹⁸ Dies gilt umso mehr für Umfragen, die *face-to-face* oder telefonisch durchgeführt wurden. Denn bei diesen werden sozial erwünschte Antworten, bedingt durch den Einsatz von Interviewern und das Fehlen von Anonymität, im Vergleich zu postalischen Erhebungen noch verstärkt.

oder die auf die letzten zwölf Monate bezogene –, fällt auch der Grad an Überschneidung der Besucherkreise unterschiedlich hoch aus. Dies gilt selbst dort, wo Einrichtungen der gleichen Art zueinander in Beziehung gesetzt werden: Wählt man die Frage zum üblichen Besuch, kommt man *innerhalb* des Kreises von Besuchern klassischer Musikveranstaltungen auf einen Anteil von 49 Prozent, der *beide* Orte klassischer Musikdarbietung – Opernhaus und Konzert – aufsucht (vgl. Abb. 1). Legt man das Kriterium eines Besuchs innerhalb der letzten *zwölf Monate* zugrunde, schrumpft der Anteil auf 37 Prozent. Offenbar gibt es mehr doppelte Loyalitäten auf der Ebene der gelegentlich als auf der Ebene der häufig geübten Praxis.

Abb. 1: Besuch des Opernhauses und/oder klassischer Konzerte unter Nutzern klassischer Musikveranstaltungen nach Art des Fragebezugs (in Prozent)



Und wie hoch ist die Teilhabe an der Hochkultur insgesamt? Bestimmt man über die Frage zum üblichen Besuch den Anteil von Personen, die mindestens einmal im Jahr Opern, Konzerte, Theater oder Museen in Düsseldorf besuchen, kommt man auf einen Wert von 64 Prozent. Fasst man die Kriterien strenger und bezieht sich auf den Besuch in den letzten zwölf Monaten, erhält man einen Anteil von 52 Prozent.¹⁹ Zusammen genommen bedeutet dies, dass ein durchaus bedeutsamer Anteil an der Bevölkerung Einrichtungen der Hochkultur nutzt – nicht notwendigerweise häufig, aber doch gelegentlich. Der Kreis der gelegentlichen Nutzer von Einrichtungen der Hochkultur stellt keine kleine, elitäre Minderheit dar.

Kulturelle Partizipation als Bestandteil übergreifender kultureller Schemata

In der bisherigen Diskussion haben wir den Opern-, Theater- und Museumsbesuch aus analytischer Sicht als Akt der Teilhabe an der Hochkultur bezeichnet. Diese Zurechnung kann, muss sich aber nicht mit der Sicht der Bürger decken. Die Bürger könnten durchaus anderen Praktiken folgen, wenn es um die Nutzung der lokalen Angebotsstruktur geht. So könnten sie z. B. eine allgemeine Neigung haben, nicht nur Einrichtungen der Hochkultur häufig zu besuchen, sondern auch Einrichtungen und Veranstaltungen im Grenzbereich

¹⁹ Korreliert man die Zahl der Einrichtungen, die gewöhnlich mindestens einmal im Jahr aufgesucht werden, mit der Zahl der Einrichtungen, die in den letzten zwölf Monaten besucht wurden, erhält man $r = .68$. Der Zusammenhang ist hoch, aber nicht perfekt.

Tabelle 2: Faktorenstruktur der kulturellen Teilhabe (Varimax Rotation)

	Faktor 1	Faktor 2
Oper	.86	-.08
klassisches Konzert	.86	.02
Theater	.77	.28
Museum	.66	.41
Musical	.38	.39
Kino	-.12	.79
Rock- und Popkonzert	-.00	.85

Ladungen über .50, die als Kriterium für die Kennzeichnung der Faktoren dienen, sind kursiv gesetzt; paarweiser Ausschluss von Werten. Die Variablen, die die Häufigkeit der Nutzung messen, gehen in der Originalmetrik in die Analysen ein („Mehrere Male pro Woche“ = 1 bis „Nie“ = 8); vgl. Tabelle 1

von Kunst und Unterhaltung – wie z. B. Musicals, Rock- und Popkonzerte oder Kinos. Nicht die selektive Nutzung der Einrichtungen der Hochkultur wäre dann für sie charakteristisch, sondern eine generalisierte Neigung, von kulturellen Angeboten – egal, ob „klassisch“ oder unterhaltend – Gebrauch zu machen.

Um dies zu klären, unterziehen wir die Daten einem statistischen Verfahren, das nicht nur bloße Zusammenhänge zwischen der Nutzung unterschiedlicher Einrichtungen, sondern auch die Enge des Zusammenhangs bestimmt. Das Ergebnis, basierend auf einer Faktorenanalyse der genannten Nutzungsformen, dokumentiert eine Tendenz zur Ausdifferenzierung kultureller Praxisformen (Tabelle 2): Wer das Opernhaus besucht, der geht – wie man dem ersten Faktor entnehmen kann – nicht nur häufig in klassische Konzerte, sondern auch in Theater und Museen und *vice versa*. Man kann die Konfiguration, wie sie hier für die Gesamtheit der Befragten beschrieben ist, in Anlehnung an Gerhard Schulzes Klassifikation²⁰ als „Hochkulturschema“ bezeichnen.

Der zweite Faktor ist durch den Besuch von Rock- und Popkonzerten und von Kinos gekennzeichnet. Würde man zusätzlich Variablen des Lebensstils einbeziehen, wie den Besuch von Restaurants oder Treffen mit Freunden (hier in der Tabelle nicht mit aufgeführt), würde sich zeigen, dass dieser Faktor ebenfalls durch eine starke sozial aktive Komponente geprägt ist. Es handelt sich hier um ein Erlebnismuster, das mehr durch Spannung und Abwechslung als durch Kontemplation gekennzeichnet ist. Es entspricht dem „Spannungsschema“ in Schulzes Klassifikation.

Der Besuch von Musicals ist interessanterweise keinem der beiden Faktoren zuzuordnen. Die entsprechende Variable liegt mit gleich hoher Ladung sowohl auf Faktor I als auch auf Faktor II. Und in beiden Fällen wird der Grenzwert von .50, der üblicherweise den Maßstab bei der Charakterisierung von Faktoren bildet, nicht erreicht. Womöglich ist dies der Fall, weil der Musicalbesuch weder dem kontemplativen Charakter des Besuchs von Opern, Theatern oder Museen nahekommt noch die Eigenschaften aufweist, die für das Spannungsschema typisch sind. Hinzu kommt, dass gelegentlich Musicals (wie z. B.

²⁰ Vgl. Schulze (1997: 143ff.).

Tabelle 3: Soziale Merkmale nach Häufigkeit der Nutzung von lokalen Einrichtungen der Hochkultur (in Prozent)

	Oper						Klassisches Konzert						Theater						Museum						insgesamt																							
	M		E		S		N		M		E		S		N		M		E		S		N																									
<i>Geschlecht</i>																																																
Mann	41	42	40	48	39	38	42	47	37	47	43	51	43	46	41	49	44	43	46	41	49	49	49	49	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44												
Frau	59	58	60	52	61	62	58	53	63	53	57	49	57	54	59	51	56	57	54	59	51	51	51	51	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56												
<i>Alter</i>																																																
18-29	5	12	13	17	7	11	13	18	13	14	9	18	15	13	12	15	14	15	13	12	15	15	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14												
30-44	15	29	30	33	17	36	30	32	23	35	35	30	29	24	29	26	29	29	24	29	26	26	26	26	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29												
45-59	24	31	23	25	29	29	26	22	29	28	19	24	27	24	20	29	25	27	24	20	29	29	29	29	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25												
60+	55	29	34	25	48	25	31	29	35	23	37	28	28	30	39	30	32	28	30	39	30	30	30	30	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32												
<i>Bildung</i>																																																
Hauptschule	22	20	26	40	10	13	28	44	23	22	33	46	14	30	43	52	31	14	30	43	52	52	52	52	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31												
Realschule	21	17	17	23	20	22	18	22	19	19	20	22	16	25	22	22	20	16	25	22	22	22	22	22	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20												
FHS-Reife	13	14	15	14	18	7	14	13	13	15	16	13	16	17	12	14	14	16	17	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14												
Abitur	44	50	42	24	52	48	41	22	45	44	31	20	55	28	24	14	34	55	28	24	14	14	14	14	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34												
(N=)	133	108	282	488	142	112	286	468	327	154	269	259	378	176	327	192	1.044	378	176	327	192	192	192	192	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044	1.044												

M = mehrmals im Jahr; E = einmal im Jahr; S = seltener; N = nie; FHS-Reife = Fachhochschulreife.

Die Zahlen in den einzelnen Rubriken addieren sich spaltenweise jeweils zu 100 Prozent.

„Westside Story“) im Opernhaus aufgeführt werden. Damit geraten Musicals *qua* Veranstaltungsort ebenfalls in die Nähe des Hochkulturschemas.²¹

Einige Autoren haben aus dem Tatbestand, dass Opern-, Konzert-, Theater- oder Museumsbesuch häufig miteinander einhergehen, gefolgert, dass es sich letztlich um den Bestandteil ein- und desselben Lebensstils handelt und sich in den Analysen darauf eingestellt. So haben sie aus den einzelnen Komponenten eine neue Variable, die der Teilhabe am „Hochkulturschema“, gebildet, und mit dieser – statt mit den Einzelindikatoren – ihre Analysen betrieben.²² Aus einer übergreifenden Perspektive mag dies sinnvoll sein. Denn es gibt durchaus – wie die Faktorenanalyse zeigt – eine gewisse Einheit in der Vielfalt. Aber es gibt auch eine Vielfalt in der Einheit. Und diese könnte, was im Folgenden zu prüfen ist, durchaus mit einer divergierenden Konstellation von sozialen Einflussfaktoren einhergehen.

Soziale Merkmale der Besucher

Will man analysieren, welche sozialen Faktoren auf die Nutzung der Hochkultur Einfluss nehmen, ist es sinnvoll, dies für die einzelnen Einrichtungen zunächst getrennt zu tun. Denkbar ist, dass zwar die Nutzung der Einrichtungen durch gemeinsame soziale Einflussfaktoren bestimmt wird, es aber zusätzlich auch je nach Art der Einrichtung noch ein einrichtungsspezifisches Sozialprofil gibt. In Tabelle 3 sind die Angaben dazu zusammengestellt. Betrachtet man zuerst den Opernbesuch, so zeigt sich, dass es hier eine leichte Tendenz zur Überrepräsentation der Frauen unter den Zuschauern gibt. Während sich Frauen unter den Nichtbesuchern mit einem Anteil von 52 Prozent finden, sind sie im Publikum – egal wie häufig der Besuch erfolgt – in leicht erhöhter Weise mit Werten zwischen 58 und 60 Prozent vertreten. Einen systematischen Zusammenhang *innerhalb* des Opernpublikums – zwischen der Häufigkeit des Besuchs und dem Geschlecht – gibt es nicht.

Anders ist die Situation im Fall der Merkmale „Alter“ und „Bildung“. Hier gilt, dass steigende Besuchshäufigkeit deutlich mit höherem Alter und höherer Bildung einhergeht. Lediglich bei den besonders häufigen Besuchern (mehrmals im Jahr) sinkt der Anteil der besser Gebildeten wieder leicht ab. Eine ähnliche Beziehung hatten wir schon in einer früheren Düsseldorfer Befragung beobachtet.²³ Dieses Ergebnis ist paradox, erscheint es doch als plausibel, dass die Variablen, die über den Besuch oder Nichtbesuch entscheiden, auch über die Häufigkeit der Nutzung mitbestimmen. Dass dies hier nicht zutrifft, geht – wie vertiefende Analysen zeigen – im Wesentlichen auf die erhebliche Steigerung des Durchschnittsalters unter den häufigen Opernbesuchern zurück. Der Effekt ist derart stark ausgeprägt, dass das Bildungsniveau, das in der älteren Generation niedriger ist als in der jüngeren, unter den häufigeren Besuchern wieder absinkt.

²¹ Untergliederungen nach dem Merkmal „Alter“ erbringen weitgehend ähnliche Strukturen hochkultureller Nutzung, was ein Hinweis dafür ist, dass die beobachtete Ausdifferenzierung – in ein „Hochkultur-“ und ein „Spannungsschema“ – ein generelles Muster darstellt und nicht auf einzelne Subgruppen begrenzt ist. Es ist auch nicht räumlich oder zeitlich beschränkt. So ließ es sich schon in einer früheren Untersuchung in Düsseldorf nachweisen, ebenso in Hamburg und Dresden (vgl. Reuband 2002a).

²² Dies ist z. B. bei Schulze (1997) der Fall, aber auch bei einer Reihe anderer Autoren, die seinem Konzept folgten.

²³ Vgl. Reuband (2002a).

Wendet man sich den Besuchern klassischer Konzerte zu, zeigt sich, dass diese in ihrem Sozialprofil den Opernbesuchern ähneln: Frauen sind leicht überrepräsentiert, und steigende Besuchshäufigkeit geht tendenziell mit sinkendem Alter und mit steigender Bildung einher. Im Gegensatz zum Opernbesuch gibt es jedoch keinen kurvilinearen Verlauf: Ab einem bestimmten Grenzwert sinkt der Anteil der besser Gebildeten nicht wieder ab.²⁴ Dass Gemeinsamkeiten im Sozialprofil Akzentunterschiede nicht ausschließen, zeigt sich ebenfalls beim Theater- und Museumsbesuch: Unter den Theaterbesuchern sind Frauen einmal mehr leicht überrepräsentiert, und wachsende Besuchshäufigkeit geht mit steigender Bildung einher. Anders als zuvor kann der Alterseffekt jedoch *de facto* vernachlässigt werden.²⁵

Im Fall des Museumsbesuchs verwischen sich die beschriebenen sozialen Charakteristika der Nutzung noch stärker: So lässt sich weder ein systematischer Geschlechts- noch ein Alterseffekt erkennen. Beobachtet werden kann allenfalls ein Bildungseffekt. Und dieser verläuft ähnlich wie in den zuvor genannten Beispielen. Dass die Struktur der sozialen Prägung je nach Art des Museums unterschiedlich sein könnte – in Museen mit moderner Kunst z. B. anders ist als in Museen mit alter Kunst und in Kunstmuseen anders als in naturwissenschaftlichen Museen oder Stadtmuseen –, ist aufgrund von Besucherumfragen in Museen außerhalb Düsseldorfs nicht ausgeschlossen,²⁶ kann aber an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Die sozialen Einflüsse im Vergleich

Die bisherige Analyse hat Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen häufigen Besuchern, seltenen Besuchern und Nichtbesuchern erbracht. Die *eigenständige* Erklärungskraft der jeweiligen sozialen Merkmale für die Nutzung oder Nichtnutzung der kulturellen Infrastruktur ist damit noch nicht geklärt. Denn die bisher betrachteten sozialen Merkmale sind voneinander nicht unabhängig. So sind z. B. Frauen, weil sie eine höhere Lebenserwartung als Männer haben, unter älteren Menschen stärker vertreten als unter jüngeren. Und Ältere sind, weil sie nicht in der Zeit der Bildungsexpansion aufwuchsen, schlechter gebildet als Jüngere. Denkbar ist, dass sich mancher der beschriebenen Unterschiede bei Berücksichtigung der übrigen sozialen Merkmale etwas anders darstellen würden. Auch ist bislang ungeklärt, warum sich die Bildung als eine so bedeutsame Variable herauskristallisiert hat: Ist es die von der Schule mitgeprägte kulturelle Kompetenz – oder spiegeln sich hier im Wesentlichen Statusmerkmale und ökonomische Ressourcen wider? Bildung ist

²⁴ Inwiefern die Altersstruktur des Stammpublikums im Opernhaus ein stabiles oder zeitspezifisches Phänomen repräsentiert, muss an dieser Stelle ungeklärt bleiben. Eine frühere Düsseldorfer Befragung, im Jahr 2000 durchgeführt, erbrachte für diejenigen, die mehrmals im Jahr in die Oper gehen, einen Anteil von über 60-Jährigen in Höhe von lediglich 52 Prozent. Die häufigen Opernbesucher waren damals also etwas jünger als zur Zeit unserer neuen Erhebung (wenngleich immer noch überproportional alt im Vergleich zur Gesamtbevölkerung).

²⁵ Würde man nach Art des Theaters unterscheiden, würde sich allerdings zeigen, dass diese Aussage nicht uneingeschränkt gilt. So korreliert das Alter mit der Besuchshäufigkeit des Schauspielhauses $r = .02$, sonstiger Theater mit $r = .12$ ($p < 0,001$). In der Besucherbefragung, die im Schauspielhaus stattfand, ergab sich sogar eine negative Korrelation zwischen Alter und Besuchshäufigkeit – je älter, desto seltener der Besuch. Unter den Besuchern des Boulevardtheaters ging – wie in der Bevölkerungsumfrage – steigende Besuchshäufigkeit mit steigendem Alter einher (vgl. Reuband und Mishkis 2005: 242).

²⁶ Vgl. Klein (1990).

schließlich nicht nur Indikator für kognitive Kompetenz und Erkenntnis, sondern stellt – zusammen mit Berufsstatus und Einkommen – eine zentrale Dimension sozialen Status und sozialer Schichtzugehörigkeit dar.

Um den Stellenwert der einzelnen Staturelemente für die kulturelle Teilhabe im Kontext der anderen Variablen genauer bestimmen zu können, beziehen wir neben der Bildung zusätzlich den beruflichen Status des Haushaltsvorstandes und das Netto-Haushaltseinkommen in unsere Analysen mit ein.²⁷ Wie groß die eigenständigen Effekte der Variablen sind, lässt sich über eine lineare Regressionsanalyse prüfen, in die die einzelnen interessierenden sozialen Merkmale als unabhängige Variablen eingehen. Die abhängige Variable wird jeweils durch die einrichtungsspezifische Angabe zur üblichen Nutzung gebildet (differenziert nach Häufigkeit des Besuchs im Jahr) und darüber hinaus durch eine neu gebildete globale Variable – bestehend aus Opern-, Konzert-, Theater- und Museumsbesuch. Durch den Vergleich können wir erkennen, inwieweit sich die unterschiedlichen Formen der Hochkulturnutzung unterscheiden und welche Erklärungskraft es hat, wenn man die Partizipation an der Hochkultur als Ganzes – wie bei anderen Autoren der Fall – der Analyse zugrunde legt.

Wie man Tabelle 4 entnehmen kann,²⁸ bleiben die bisher als relevant ausgewiesenen unabhängigen Variablen in den meisten Fällen in ihrer Wirkung und Wirkungsrichtung bestehen. Dies gilt auch für das Merkmal „Bildung“, das zusammen mit den Merkmalen „beruflicher Status“ und „Netto-Haushaltseinkommen“ als unabhängige Variable neu in die Analyse eingegangen ist. Nur in wenigen Fällen wird das bisherige Bild modifiziert: So übt das Alter, das zuvor keine Erklärungskraft für den Theater- und Museumsbesuch hatte, nun einen statistisch signifikanten Effekt aus. Offenbar wurde bei der bivariaten Analyse der Alterseffekt durch den Einfluss des Bildungseffekts verdeckt: Die Tatsache, dass unter den häufigeren Besuchern die besser Gebildeten überrepräsentiert sind, hatte es mit sich gebracht, dass sich in dieser Nutzerkategorie überproportional die Jüngeren einfanden. Im Vergleich zum Opern- und Konzertbesuch ist der Alterseffekt freilich nicht einmal halb so groß.

Als stärkster Einflussfaktor erweist sich bei nahezu allen Analysen die Bildung.²⁹ Lediglich beim Opernbesuch ist das Alter im Vergleich zur Bildung etwas bedeutsamer. Dies war nicht immer der Fall. So hatte einige Jahre zuvor eine von uns durchgeführte Bevöl-

²⁷ Der berufliche Status des Haushaltsvorstandes wurde erfasst über die Frage zum jetzigen und zuletzt ausgeübten Beruf des Befragten bzw. des (Ehe-)Partners (jeweils erfasst in Form von Berufsklassen). Zugrunde gelegt wurde der eigene Beruf bzw. – bei verheirateten Frauen – der Beruf des Ehemannes auf der Basis von durchschnittlichen Berufsprestigewerten gemäß MPS-Skala (vgl. Wolf 1995). Analysen, die auf dem Konzept der Äquivalenzeinkommen beruhen (und die Zahl der Haushaltsmitglieder berücksichtigen) erbringen im Wesentlichen in der Regressionsanalyse ähnliche Befunde, weswegen wir hier auf ihre Darstellung verzichten.

²⁸ Aufgeführt sind die standardisierten Regressionskoeffizienten (Beta), die zwischen 0 und ± 1 variieren können (je näher ± 1 , desto stärker der Effekt). Die standardisierten Koeffizienten haben den Vorteil, dass das relative Gewicht der Einflussgrößen in der jeweiligen Regressionsanalyse bestimmt werden kann. Wie der Vergleich sowohl der vorliegenden als auch der folgenden Tabellen erbringt, ändert sich an den grundlegenden Aussagen über die Nutzung unterschiedlicher Einrichtungen nichts, wenn man anstelle der standardisierten die unstandardisierten Regressionskoeffizienten verwendet. Diese sind der besseren Lesbarkeit wegen daher in der Übersicht ausgelassen.

²⁹ Bedenkt man, dass sozial erwünschte Antwortendenzen dazu führen, dass sich Personen mit niedriger Bildung überproportional zum Opernbesuch bekennen, obwohl er bei ihnen selten oder gar nicht üblich ist, dann hieße das: Der Effekt der Bildung wird in den Analysen eher zu niedrig als zu hoch ausgewiesen. Der wahre Wert ist wahrscheinlich noch etwas höher anzusetzen.

Tabelle 4: Soziale Determinanten der Häufigkeit des Besuchs unterschiedlicher lokaler Kultureinrichtungen (Beta-Koeffizienten der Regressionsanalyse)

	Häufigkeit des Besuchs:				
	Oper	klassisches Konzert	Theater	Museum	Hochkultur insgesamt ⁺
Geschlecht	.03	.05	.10**	.05	.07*
Alter	.31***	.31***	.14***	.12*	.27***
Bildung	.22***	.34***	.18***	.36***	.33***
Berufsstatus	.14***	.14***	.13**	.08*	.15***
Einkommen	.10**	.09**	.16***	.09**	.14***
r ²	.16	.22	.13	.17	.23

⁺ „Hochkultur insgesamt“ gebildet mittels Faktorenwerten aus den Variablen für Nutzung kultureller Einrichtungen (Oper, Konzert, Theater, Museum)

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Kodierung: Geschlecht: 1 = männlich, 2 = weiblich; Alter in numerischer Form errechnet aus Geburtsjahr und Erhebungsjahr; Bildung: Hauptschule = 1, Realschule = 2, Fachhochschulreife = 3, Abitur = 4; Berufsstatus gemäß MPS-Prestigeskala ausdifferenziert nach Berufsgruppen (vgl. Wolf 1995, 114, 118; Werte zum Teil von uns gemittelt); Einkommen = Netto-Haushaltseinkommen, durchschnittlicher Wert aus vorgegebenen Einkommensklassen. Die Variablen für die Häufigkeit des Besuchs kultureller Einrichtungen, die als abhängige Variablen dienen, gehen in der Originalmetrik in die Analyse ein (siehe Frageformulierungen in Tabelle 1).

kerungsbefragung auch beim Opernbesuch eine größere Erklärungskraft der Bildung als des Alters erbracht.³⁰ Inwiefern sich darin eine zeitspezifische Sondersituation, z. B. aufgrund eines veränderten Programmangebots, oder ein längerfristiger Trend abbildet, muss an dieser Stelle ungeklärt bleiben.

Von besonderer Bedeutung ist, dass den neu in die Analyse eingeführten Variablen „Berufsstatus“ und „Haushaltseinkommen“ ein eigenständiges Gewicht zukommt, auch wenn dieses nicht so stark ist wie beim Merkmal „Bildung“. In ihrer Einflusstärke sind die beiden neuen Variablen annähernd gleich: Beim Opern- und Konzertbesuch ist der berufliche Status geringfügig gewichtiger als das Einkommen, beim Theater- und Museumsbesuch (ebenso wie bei der Teilhabe an der Hochkultur insgesamt) sind die Werte praktisch gleich groß.

Soziale Einflüsse auf kulturelle Orientierungen

Nun kann die Analyse sozialer Merkmale nur ein erster Schritt zum Verständnis der Mechanismen sein, die auf die kulturelle Partizipation Einfluss nehmen. Ungeklärt sind die intervenierenden Faktoren, die mit den sozialen Merkmalen korrelieren und diese wirksam werden lassen: Sind es die künstlerisch-kulturellen Interessen, die aus sozialen Hintergrundmerkmalen erwachsen oder mit ihnen assoziiert sind? Oder gibt es eine sozial bestimmte Neigung zur Nutzung der Einrichtungen unabhängig von den künstlerisch-kulturellen Vorlieben und Interessen? Aus Untersuchungen über die Wertschätzung klassischer Musik ist bekannt, dass diese umso mehr geschätzt wird, je älter eine Person und

³⁰ Vgl. Reuband (2002a).

Tabelle 5: Soziale Determinanten kultureller Interessen (Beta-Koeffizienten der Regressionsanalyse)

	Wertschätzung/Interesse				
	Oper	klassische Musik	Literatur	Kunst, Malerei	kulturelle Interessen ⁺
Geschlecht	.06	.07*	.23***	.16***	.14***
Alter	.43***	.32***	.19***	.16***	.34***
Bildung	.21***	.33***	.42***	.29***	.39***
Berufsstatus	.19***	.17***	.04	.13**	.17***
Einkommen	.03	.03	.06	.02	.01
r ²	.23	.21	.20	.13	.26

⁺ „kulturelle Interessen“ gebildet mittels Faktorenwerten aus den einzelnen Variablen für künstlerische und kulturelle Interessen

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Frageformulierungen: „Wie sehr gefallen Ihnen die folgenden Musikarten: klassische Musik?; Opern? *Antwortvorgaben:* „sehr gut – gut – mittel – schlecht – überhaupt nicht“; „Wie sehr interessieren Sie sich für ... Musik – Kunst/Malerei – Literatur?“ *Antwortvorgaben:* „sehr stark – stark – mittel – wenig – überhaupt nicht“.

Basis: paarweiser Ausschluss von Werten

je höher deren Bildung ist.³¹ Gilt Ähnliches auch für die anderen kulturellen Vorlieben und Interessen? Und ergibt sich hierüber eine Erklärung der Wirksamkeit sozialer Hintergrundmerkmale?

Um dies zu klären, bedarf es einer Analyse des Einflusses sozialer Merkmale auf künstlerisch-kulturelle Vorlieben und Interessen – hier operationalisiert über die Vorliebe für Opern und klassische Musik und das Interesse an Literatur sowie Bildender Kunst. Zusätzlich haben wir aus diesen Einzelvariablen eine neue übergreifende Variable gebildet, die das *generalisierte* Interesse an Fragen der Hochkultur misst. Wie man Tabelle 5 entnehmen kann, ergibt sich im Fall des Geschlechts nur ein schwacher, zu vernachlässigender Einfluss auf die Bewertung von klassischer Musik und Opern. Stärker ist der Zusammenhang bei den Merkmalen „Alter“ und „Bildung“, wobei – wie schon in früheren Untersuchungen – gilt: Je älter und besser gebildet eine Person ist, desto positiver ist deren Bewertung.

Wie vertiefende Analysen unter Rekurs auf Rückerinnerungsfragen (die sich auf den Musikgeschmack in der Jugendzeit beziehen) belegen,³² handelt es sich bei dem Effekt der Altersvariablen um eine Mischung von Alters- und Generationseffekten: Mit zunehmendem Alter machen Menschen Erfahrungen mit klassischer Musik und Opernmusik und lernen sie zu schätzen.³³ Gleichzeitig aber ist ebenfalls ersichtlich, dass Jüngere zum Zeitpunkt ihrer Jugend seltener eine Vorliebe für derartige Musik entwickelt haben als die Älteren. Und dieser generationsbedingte „Rückstand“ in der Wertschätzung klassischer Musik bleibt, wenn auch auf verändertem Niveau, mit zunehmendem Alter erhalten. Was bedeutet: Längerfristig droht das Publikum für Opern und klassische Musik zu „überaltern“, womöglich gar auszusterben.³⁴

³¹ Vgl. Reuband (2003).

³² Unveröffentlichte Ergebnisse aus unserer Bevölkerungsumfrage.

³³ Vgl. auch Hartmann (1999).

³⁴ Dazu vgl. auch Reuband (2005).

Variiert der Musikgeschmack nicht oder kaum zwischen den Geschlechtern, verhält es sich im Fall des Interesses an Bildender Kunst und Literatur anders: Hier sind es die Frauen, die sich interessierter zeigen. Vermutlich hat dies etwas mit der geschlechtsspezifischen Sozialisation und der Tatsache zu tun, dass Frauen traditionell eine Rolle als „Bewahrer“ der Kultur zugeschrieben wurde.³⁵ Bemerkenswerterweise sind es – wie im Fall des Interesses für Opern und klassische Musik – sowohl beim Themenbereich „Literatur“ als auch bei „Kunst/Malerei“ ebenfalls die Älteren, die daran ein größeres Interesse bekunden als die Jüngeren. Dass dies keiner unrealistischen Selbstetikettierung entspricht, belegen andere Daten. So verfügen die Älteren nicht nur häufiger als Jüngere über eine Vielzahl an Büchern über Kunst, Malerei und Romane. Sie verfolgen auch häufiger die Berichterstattung über diese Themen, indem sie häufiger den Kulturteil von Zeitungen lesen.³⁶

Mag man den umfangreicheren Buchbesitz der Älteren noch als eine Funktion zwischenzeitlich verstrichener Lebenszeit – und damit als bloßen Effekt von Gelegenheitsstrukturen – deuten, so belegt der Zusammenhang mit dem Lesen des Kulturteils andererseits doch eine real existierende Beziehung. Und diese ist nicht eine bloße Folge der Tatsache, dass Ältere häufiger Tageszeitungen lesen und deswegen – quasi zwangsläufig – den Kulturteil zur Kenntnis nehmen. Vielmehr lässt sich der beschriebene Zusammenhang auch dann beobachten, wenn man sich auf den Kreis der regelmäßigen Leser von Tageszeitungen beschränkt.³⁷

Durch die wiederholte Rezeption von Berichten über kulturelle Ereignisse stellt sich womöglich mit zunehmendem Alter ein steigendes Interesse an kulturellen Themen ein und bedingt dadurch einen Alterseffekt. Dass es ebenfalls einen Generationseffekt geben könnte, ist dennoch nicht ausgeschlossen. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass der Anteil der Zeitungsleser in der Bundesrepublik generationsbedingt im Lauf der Zeit immer mehr abgenommen hat.³⁸ Dem entspricht in unserer Erhebung der Tatbestand, dass die Zahl der Zeitungsleser in den höheren Altersgruppen größer ist als unter den Jüngeren. So geben 59 Prozent der 18- bis 29-Jährigen an, täglich oder fast täglich eine Tageszeitung zu lesen, bei den 30- und 44-Jährigen sind es 69 Prozent, bei den 45- bis 50-Jährigen 79 Prozent und bei den über 60-Jährigen 85 Prozent.

³⁵ Vgl. Hobsbawm (2004: 262).

³⁶ Wir haben die Regressionsanalysen mit dem gleichen Satz von Variablen wie in Tabelle 5 gerechnet, nur mit dem Unterschied, dass wir als abhängige Variable einmal die Zahl der Bücher, die man aus den Bereichen „schöngeistige Literatur, Romane“ bzw. „Kunst/Malerei“ besitzt, gewählt haben, und einmal die Häufigkeit des Lesens des Kulturteils. Im Fall der „schöngeistigen Literatur, Romane“ liegt der Beta-Koeffizient für Alter bei .18, wenn man das Originalmaß – Zahl der Bücher – verwendet, bzw. bei .27, wenn man die logarithmierte Fassung der Bücherzahl wählt. Im Fall der Bücher zu „Kunst/Malerei“ (in der logarithmierten Fassung) liegt der Beta-Wert für Alter bei .27. Die logarithmierte Fassung ist in beiden Fällen der ursprünglichen Form der Messung vorzuziehen, weil in der Originalfassung einige Befragte besonders viele Bücher ihr Eigen nennen (einige 1.000 und mehr, diese wurden mit dem Wert 1.000 verrechnet) und dadurch die Verteilung sehr verzerrt ausfällt.

³⁷ Beschränkt man sich auf die Befragten, die eine Zeitung täglich oder fast täglich lesen, ergibt sich zwischen der Häufigkeit des Lesens des Kulturteils und dem Alter ein Beta-Wert von .27. Es handelt sich um einen eigenständigen Effekt, der auch nicht durch den Besitz von Büchern erklärt werden kann. Denn führt man als unabhängige Variable die Zahl der Bücher (in der logarithmierten Form) zusätzlich mit ein, bleibt der Effekt – wenn auch leicht abgeschwächt – erhalten. Er liegt dann bei .20 (und damit praktisch auf gleichem Niveau wie die Bildung, die mit dem Beta-Wert .22 ausgewiesen ist).

³⁸ Vgl. Noelle-Neumann und Köcher (2002: 384).

Die abnehmende Zeitungslektüre ist umso bemerkenswerter, als Jüngere über eine bessere Bildung verfügen als Ältere und höhere Bildung mit der Lektüre von Zeitungen einhergeht. Tatsächlich aber ist der Schwundeffekt unter den höher Gebildeten noch stärker ausgeprägt als unter den Jüngeren – wohl auch deswegen, weil sie häufiger auf alternative Medien, wie das Internet, zurückgreifen. Von den Befragten mit Abitur unter 30 Jahren lesen in ihrer Gesamtheit 51 Prozent täglich oder fast täglich eine Tageszeitung, von den 30- bis 44-Jährigen sind es 67 Prozent, von den 45- bis 59-Jährigen 74 Prozent und von den über 60-Jährigen 86 Prozent. Die Chance, den Kulturteil zur Kenntnis zu nehmen, ist allein schon von der Häufigkeit der Zeitungslektüre her gesehen unter den Jüngeren damit eindeutig geringer als unter den Älteren.³⁹

Wie stark der Alters- bzw. Generationseffekt auch sein mag und längerfristige Verschiebungen kultureller Interessen dadurch begünstigt werden könnten – sicher ist: Es gibt, mitbedingt durch die Bildungsexpansion der letzten Jahrzehnte, auch gegenläufige Tendenzen, erwachsend aus dem zwischenzeitlich gestiegenen Bildungsniveau der Bevölkerung. Der Bildungseffekt macht sich besonders beim Interesse an Literatur und Bildender Kunst bemerkbar: Die Beta-Koeffizienten der Regressionsanalyse sind rund zweimal so stark wie die des Alters. Nur bei der Wertschätzung für Opern bzw. klassische Musik sind Alters- und Bildungseffekt angenähert oder ist der Bildungseffekt schwächer als der Alters- bzw. Generationseffekt.

Wie man der Tabelle entnehmen kann, wirkt sich neben der Bildung ebenfalls der berufliche Status des Befragten auf die künstlerischen Interessen aus. Je höher dieser ist, desto größer das Interesse. Lediglich im Fall des literarischen Interesses ist kein Zusammenhang ersichtlich – was womöglich ein Ausdruck dafür ist, dass Literatur im Gegensatz zu Musik und Bildender Kunst in höheren sozialen Schichten kein Bestandteil kultureller Repräsentation und Kompetenzzuschreibung ist.⁴⁰ Musik und Bildende Kunst eignen sich noch am ehesten im Privaten als Mittel der Selbststilisierung: über eine entsprechende Schallplatten- oder DVD-Sammlung respektive über Bilder und Kunstgegenstände in der eigenen Wohnung, die man vorführen kann. Die Zahl der Romane im Bücherschrank ist – wegen der nicht unmittelbar sichtbaren Qualität der Romane – weniger auf den ersten Blick als Ausdruck kultureller Kompetenz erkennbar und eignet sich deshalb weniger als Statussymbol.

Kein Effekt auf die kulturellen Interessen erwächst aus den verfügbaren ökonomischen Ressourcen, operationalisiert über das Netto-Haushaltseinkommen. Ein Effekt war im Prinzip auch nicht zu erwarten. Man hätte zwar in Anlehnung an Ronald Ingleharts Postmaterialismustheorie argumentieren können, dass materielle Sicherheit Postmaterialismus

³⁹ Ob man in den Medien, die an Bedeutung gewonnen haben – wie Fernsehen und Internet – ebenso häufig den Kulturteil über lokale Ereignisse rezipiert wie in lokalen Tageszeitungen (und ob er dort in ähnlich breiter Form präsentiert wird), ist unwahrscheinlich. Die längerfristige Folge dieses Wandels in den Art der Kommunikationsmedien könnte sein, dass Kulturereignisse nur noch dann eine besondere Prominenz in der Berichterstattung erfahren, wenn sie besonders spektakulär sind. Die Vermittlung von Kulturereignissen verkäme in erster Linie zu einer Berichterstattung über „Kultur-Events“. Dies bliebe längerfristig auf das Kulturangebot nicht ohne Rückwirkungen. Es würde sich daran ausrichten, was eine besondere Aufmerksamkeit der Medien auf sich ziehen könnte.

⁴⁰ So dürfte es dann auch kein Zufall sein, dass im Rahmen der öffentlichen wie privaten Kulturförderung die Förderung von Literatur gegenüber der Förderung anderer Kultur- und Kunstformen einen sehr untergeordneten Stellenwert einnimmt; siehe z. B. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung/Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (2005: 33, 55, 93).

begünstigt und Postmaterialismus das Bedürfnis nach Selbstverwirklichung und nach Ästhetik.⁴¹ Aber das entscheidende Element in der Theorie von Inglehart ist, dass sich die Bedürfnishierarchie aufgrund der ökonomischen Lage in der Jugendzeit herausbildet und von da an weitgehend stabil bleibt. Auch wenn die ökonomische Lage der Eltern mit der späteren eigenen ökonomischen Lage korreliert, ist der Zusammenhang doch gewöhnlich nicht derart groß, als dass ein Effekt auf ästhetische Bedürfnisse – so es ihn geben sollte – in größerem Umfang wahrscheinlich wäre.

Der Stellenwert sozialer Merkmale und kultureller Orientierungen für die Nutzung der kulturellen Infrastruktur

Um zu klären, in welchem Umfang die kulturellen Interessen und die sozialen Merkmale einen eigenständigen Effekt auf die Teilhabe an der Hochkultur ausüben, haben wir in einem weiteren Schritt Analysen durchgeführt, bei denen wir neben den sozialen Merkmalen die zuvor bereits näher diskutierten, institutionsspezifischen kulturellen Vorlieben und Interessen in das Erklärungsmodell eingeführt haben: Für den Opernbesuch ist es die Wertschätzung von Opernmusik, für den Konzertbesuch die Wertschätzung klassischer Musik, für den Museumsbesuch das Interesse an „Kunst/Malerei“ und für den Theaterbesuch das Interesse an Literatur. Darüber hinaus haben wir die Teilhabe an der Hochkultur als Ganzes in Abhängigkeit von der zuvor schon verwendeten Variablen für generalisiertes künstlerisch-kulturelles Interesse analysiert.

Wie man Tabelle 6 entnehmen kann, geht der stärkste Einfluss auf die kulturelle Teilhabe von den künstlerischen Vorlieben und kulturellen Interessen aus. Gleichzeitig aber wirken auch die zuvor beschriebenen sozialen Merkmale, wenn auch stark reduziert, weiterhin ein. Ausnahmen betreffen den Berufsstatus (dieser hat nur noch beim Theaterbesuch einen eigenständigen Effekt) und das Geschlecht. Der beim Theaterbesuch einst bestehende Effekt des Geschlechts entfällt.

In nahezu allen Fällen erweist sich die Bildung als die wichtigste direkte Einflussgröße unter den sozialen Merkmalen. Bedenkt man, dass sie ebenfalls einen starken Effekt auf die künstlerisch-kulturellen Vorlieben und Interessen ausübt, wird ersichtlich, dass diesem Merkmal in der Erklärung kultureller Teilhabe eine Schlüsselstellung zukommt. Von Interesse ist ebenfalls, dass das Alter in nahezu allen Fällen einen – wenn auch schwachen – Effekt ausübt und dass das Einkommen seinen Einfluss auf die Teilhabe beibehält. Ökonomische Kalküle spielen auf Seiten der Befragten offenbar durchaus eine Rolle, wenn es darum geht, ob die jeweilige Einrichtung der Hochkultur genutzt wird oder nicht.⁴² Und

⁴¹ Inglehart begreift ästhetische Bedürfnisse als zentralen Bestandteil des postmaterialistischen Wertesyndroms. Er operationalisiert sie allerdings in seiner Langfassung der Wertemessung – in verkürzter Weise – lediglich über die Vorstellung „schönere Städte“ (vgl. Inglehart 1977: 42f.). In der Rezeption des Inglehart'schen Werks und dessen Weiterentwicklung bleibt (auch bei Inglehart selbst) die Frage der ästhetischen Bedürfnisse marginal und wird nicht näher diskutiert oder analysiert. So muss dann auch die Frage, ob steigender Postmaterialismus in der Gesellschaft zu einem steigenden Bedürfnis nach Ästhetik führt – und damit die Nutzung von Einrichtungen der Hochkultur fördert –, offen bleiben.

⁴² Dies zeigt sich in unserer Untersuchung auch am Beispiel der Gründe für seltenen oder fehlenden Opernbesuch: Sowohl unter denen, die gelegentlich oder – trotz Vorliebe für Opernmusik – nicht in die Oper gingen, wurden Kostengesichtspunkte (neben Zeitknappheit) als häufige Begründung vorgebracht. Inwiefern die besondere Konstellation sozialer Merkmale beim Theaterbesuch auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass unterschiedliche Arten der Theater hier zusammengeführt sind, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Denkbar

Tabelle 6: Soziale und kulturelle Determinanten der Häufigkeit des Besuchs unterschiedlicher lokaler Kultureinrichtungen (Beta-Koeffizienten der Regressionsanalyse)

	Häufigkeit des Besuchs:				
	Oper	klassisches Konzert	Theater	Museum	Hochkultur insgesamt ⁺
kulturelle Interessen ⁺⁺	.54***	.45***	.30***	.46***	.57***
Geschlecht	.00	.02	.03	.00	.01
Alter	.08*	.16***	.09**	.05	.08*
Bildung	.11**	.19***	.05	.22***	.11**
Berufsstatus	.04	.06	.11**	.02	.05
Einkommen	.09**	.08**	.18***	.10**	.14***
r ²	.38	.38	.21	.36	.46

⁺ „Hochkultur insgesamt“: gebildet mittels Faktorenwerten aus den einzelnen Variablen für Nutzung der kulturellen Einrichtungen (Oper, Konzert, Theater, Museum)

⁺⁺ „kulturelle Interessen“ bei „Oper“: Gefallen von Opernmusik; bei „Konzerten“: Gefallen von klassischer Musik; bei „Theater“: Interesse für Literatur; bei „Museum“: Interesse für Kunst/Malerei; bei „Hochkultur insgesamt“: Variable gebildet aus den vier genannten kulturellen Präferenzen (siehe Frageformulierungen in Tabelle 5).

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Basis: paarweiser Ausschluss von Werten

noch etwas ist bedeutsam: Betrachtet man das generalisierte Maß für die Teilhabe an der Hochkultur, so wird das zuvor beschriebene Muster, das die meisten Formen kultureller Teilhabe kennzeichnet, weitgehend reproduziert.

Warum es neben dem indirekten auch einen direkten eigenständigen Bildungseffekt auf die Teilhabe gibt, ist eine offene Frage. Mehrere Gründe sind denkbar: Sie reichen vom Bemühen um Statusdistinktion⁴³ über das Selbstbild, als Gebildeter müsste man sich auch um Kultur kümmern, bis hin zu äußeren Anstößen und einer Konformität mit Angehörigen der eigenen Bezugsgruppe.⁴⁴ Dabei dürfte eine Rolle spielen, dass der Besuch kultureller Einrichtungen unter hoch Gebildeten eine häufige Praxis darstellt. Unter diesen Umständen wird eine Person aus dieser Bevölkerungsgruppe, selbst bei Desinteresse an Fragen der Kultur, veranlasst werden, gelegentlich auch Einrichtungen der Hochkultur aufzusuchen. Er wird es schon allein deswegen tun, um den kulturellen Erwartungen seiner Umwelt in gewissem Maße gerecht zu werden. In manchen Fällen wird er wohl auch durch den Partner oder Freunde zu einem gemeinsamen Besuch ermuntert oder eingeladen. Vermutlich ist der Bezugsgruppeneffekt zum Teil auch für den eigenständigen Effekt des Alters

ist, dass sich etwas andere Konstellationen ergeben würden, wenn man nach Schauspielhaus, Avantgardetheater und Boulevardtheater unterscheiden würde. Zu der unterschiedlichen sozialen Rekrutierungsbasis dieser Theater auf der Grundlage von Besucherumfragen in Düsseldorf vgl. Reuband und Mishkis (2005).

⁴³ Vgl. Bourdieu (1989).

⁴⁴ Bezugsgruppen sind durch die Personen mitgeprägt, mit denen man im Alltag zusammentrifft und mit denen man enge Beziehungen unterhält. Wer über eine höhere Bildung verfügt, hat überproportional mit Personen Kontakt, die ebenfalls höhere Bildung haben. Und wer höheren Alters ist, hat überproportional oft Kontakt zu Älteren. Je enger die soziale Beziehung, je größer die freundschaftlichen Bande sind, desto größer ist die soziale Homogenität des Verkehrskreises (vgl. Reuband 1974, Wolf 1996).

auf den Opernbesuch verantwortlich: erwachsend aus der Tatsache, dass in den höheren Altersgruppen der Opernbesuch eher die Regel ist als in den jüngeren.

Schlussbemerkungen

Die lokale kulturelle Infrastruktur wird – wie wir am Beispiel der Stadt Düsseldorf untersucht haben – von einem großen Teil der Bürger genutzt. Am häufigsten sind es Museen, gefolgt vom Opernhaus, klassischen Konzerten und Theatern. Dabei gilt: Wer *eine* Einrichtung nutzt, geht überproportional oft auch in die anderen. Aus dieser Sicht gibt es ein Syndrom generalisierter hochkultureller Partizipation.

Die Existenz eines Syndroms generalisierter hochkultureller Partizipation bedeutet nicht notwendigerweise aber auch, dass identische Variablen in gleicher Stärke die unterschiedlichen Formen der Teilhabe beeinflussen. Vielmehr gibt es Unterschiede im sozialen Profil der Besucher und im Stellenwert der sozialen Merkmale. Diese gehen zum Teil auf den Zusammenhang zwischen sozialen Merkmalen und künstlerisch-literarischen Interessen zurück, sind dadurch allein jedoch nicht determiniert. Denn auch wenn man diese kulturellen Orientierungen bei der Analyse berücksichtigt, bleibt in reduziertem Umfang ein Einfluss sozialer Merkmale bestehen.

Als bedeutsamste Variable unter den sozialen Merkmalen erwies sich die Bildung. Sie wirkt auf die kulturelle Partizipation in zweifacher Weise ein: einerseits direkt und andererseits indirekt über ihren Einfluss auf kulturelle Vorlieben und Interessen. Unabhängig davon kristallisierten sich auch der berufliche Status und das Einkommen als relevant heraus: der berufliche Status in erster Linie über die Beeinflussung kultureller Interessen, das Einkommen unabhängig davon.

Einen herausgehobenen Stellenwert nahm das Alter ein. Es begünstigt nicht nur kulturelle Interessen, sondern unabhängig davon auch die Nutzung der kulturellen Einrichtungen. Inwieweit die Altersbeziehung nicht nur einen Alters-, sondern auch einen Generationeneffekt widerspiegelt, ist ungeklärt. Im Fall der Wertschätzung von Opern und klassischer Musik gibt es Indizien für die Existenz eines Generationeneffekts. Im Fall des Theater- und Museumsbesuchs ist die Lage weniger eindeutig.

Gäbe es hier einen Generationeneffekt, würde sich – ähnlich wie beim Opern- und Konzertbesuch⁴⁵ – längerfristig eine Überalterung unter den Besuchern von Theatern und Museen vollziehen. Nur würde sich dieser Prozess zweifellos nicht so schnell ereignen: zum einen, weil der Einfluss von Alter bzw. Generationszugehörigkeit auf die kulturelle Interessenlage schwächer ist als beim Opern- und Konzertbesuch; und zum anderen, weil die Bildungsexpansion, die in den 1960er Jahren einsetzte, ein steigendes Interesse an Fragen der Hochkultur bewirkte und damit auch den Besuch von Kultureinrichtungen begünstigte. Will man Generationeneffekten nachhaltig gegensteuern, muss in der nachwachsenden jungen Generation ein kulturelles Klima geschaffen werden, das nicht nur ein Interesse

⁴⁵ Das beschriebene Muster hochkultureller Partizipation dürfte nicht nur für Düsseldorf gültig sein, sondern ein allgemeines Muster der Teilhabe repräsentieren. Darauf deuten unter anderem vergleichende Analysen des Opernbesuchs in anderen Städten hin (dort allerdings ohne Berücksichtigung kultureller Interessen) (vgl. Reuband 2002a). Dennoch kann prinzipiell nicht ausgeschlossen werden, dass es aufgrund spezifischer kultureller Angebotsstrukturen oder aufgrund von Eigenarten in der jeweiligen lokalen Bevölkerungsstruktur auch andere Konstellationen geben könnte. Nur vergleichende Forschung wird dies klären können.

an kulturellen Fragen weckt und aufrechterhält, sondern auch den Besuch hochkultureller Einrichtungen attraktiv erscheinen lässt.

Literatur

- BLASIUS, Jörg und Karl-Heinz REUBAND. „Postalische Befragungen in der empirischen Sozialforschung: Ausschöpfungsquoten und Antwortmuster“, *Planung und Analyse*, Heft 1 (1996), 35-41.
- BOURDIEU, Pierre. *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt am Main 1989.
- BRAUERHOCH, Frank Olaf. „Theater, Publikum und Image – eine Studie über die Theaterlandschaft in Frankfurt am Main“, in: INSTITUT FÜR KULTURPOLITIK DER KULTURPOLITISCHEN GESELLSCHAFT (Hrsg.). *Jahrbuch für Kulturpolitik 2004*. Bonn 2004, 141-151.
- DEUTSCHER BÜHNENVEREIN. *Theaterstatistik 2000/2001*. Köln 2002.
- DEUTSCHER BÜHNENVEREIN. *Theaterstatistik 2001/2002*. Köln 2003.
- DEUTSCHER BÜHNENVEREIN. *Theaterstatistik 2002/2003*. Köln 2004.
- DEUTSCHER BÜHNENVEREIN. *Theaterstatistik 2003/2004*. Köln 2005.
- DEUTSCHER BÜHNENVEREIN. *Theaterstatistik 2004/2005*. Köln 2006.
- DILLMAN, Don. *Mail and Internet Surveys. The Tailored Design Method*. New York 2000.
- HARTMANN, Peter. *Lebensstilforschung. Darstellung, Kritik und Weiterentwicklung*. Opladen 1999.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG/
HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND KUNST. *Kultursponsoring und Mäzenatentum in Hessen. 2. Hessischer Kulturwirtschaftsbericht*. Wiesbaden 2005.
- HOBBSBAMM, Eric. *Das imperiale Zeitalter. 1875-1914*. Frankfurt am Main 2004.
- INGLEHART, Ronald. *The Silent Revolution. Changing Values and Political Styles among Western Publics*. Princeton, NJ, 1977.
- KEUCHEL, Susanne. *Rheinschiene – Kulturschiene. Mobilität – Meinungen – Marketing*. Bonn 2003.
- KLEIN, Hans Joachim. *Der Gläserne Besucher. Publikumsstrukturen einer Museumslandschaft*. Berlin 1990.
- NOELLE-NEUMANN, Elisabeth und Renate KÖCHER. *Allensbacher Jahrbuch der Demoskopie 1998-2002*. München 2002.
- REUBAND, Karl-Heinz. *Differentielle Assoziation und soziale Schichtung. Dissertation im Fachbereich Philosophie, Sozialwissenschaften*. Hamburg 1974.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Postalische Befragungen in den neuen Bundesländern. Durchführungsbedingungen, Ausschöpfungsquoten und Zusammensetzung der Befragten in einer Großstadtstudie“, *ZA-Information* 45 (1999), 71-99.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Telefonische und postalische Umfragen in Ostdeutschland. Auswirkungen auf die soziale Zusammensetzung und das Antwortverhalten“, in: Volker HÜFKEN (Hrsg.). *Methoden in Telefonumfragen*. Opladen 2000, 191-215.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Möglichkeiten und Probleme des Einsatzes postalischer Befragungen“, *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 53 (2001a), 338-364.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Kriminalität, Kriminalitätsfurcht und die Rolle der Medien. Eine Analyse von Veränderungen in der objektiven und subjektiven Bedrohung am Beispiel der Städte Dresden und Düsseldorf, 1995-2000“, in: Ursula CASSANI, Renie MAAG und Marcel A. NIGGLI (Hrsg.). *Medien, Kriminalität und Justiz*. Chur und Zürich 2001b, 161-183.

- REUBAND, Karl-Heinz. „Opernbesuch als Teilhabe an der Hochkultur. Vergleichende Bevölkerungsumfragen in Hamburg, Düsseldorf und Dresden zum Sozialprofil der Besucher und Nichtbesucher“, in: Werner HEINRICHS und Armin KLEIN (Hrsg.). *Deutsches Jahrbuch für Kulturmanagement 2001*. Baden-Baden 2002a, 42-55.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Mail and telephone surveys. Their impact on responses“, in: Jörg BLASIUS, Joop HOX, Edith DE LEEUW und Peter SCHMIDT (Hrsg.). *Social Science methodology in the new millennium* [CD-Rom]. Opladen 2002b, P021403.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Städtische Lebensqualität im Urteil der Bürger. Düsseldorf, Hamburg und Dresden im Vergleich“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002c, 279-287.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Musikalische Geschmacksbildung und Generationszugehörigkeit. Klassik-Präferenzen im internationalen Vergleich“, in: Armin KLEIN (Hrsg.). *Deutsches Jahrbuch für Kulturmanagement 2002*. Baden-Baden 2003, 5-17.
- REUBAND, Karl-Heinz. „Sterben die Opernbesucher aus? Eine Untersuchung zur sozialen Zusammensetzung des Opernpublikums im Zeitvergleich“, in: Armin KLEIN und Thomas KNUBBEN (Hrsg.). *Deutsches Jahrbuch für Kulturmanagement 2003/2004*. Baden-Baden 2005, 123-138.
- REUBAND, Karl-Heinz und Angelique MISHKIS. „Unterhaltung oder intellektuelles Erleben? Soziale und kulturelle Differenzierungen innerhalb des Theaterpublikums“, in: INSTITUT FÜR KULTURPOLITIK DER KULTURPOLITISCHEN GESELLSCHAFT (Hrsg.). *Jahrbuch für Kulturpolitik 2005*. Essen 2005, 210-224.
- RICHTER, Hans Jürgen. *Die Strategie schriftlicher Massenbefragungen. Ein verhaltenstheoretischer Beitrag zur Methodenforschung*. Bad Harzburg 1970.
- RÖSSEL, Jörg, Rolf HACKENBROCH und Angela GÖLLNITZ. „Die soziale und kulturelle Differenzierung des Hochkulturpublikums“, *Sociologia Internationalis* 40 (2002), 191-212.
- RÖSSEL, Jörg. „Von Lebensstilen zu kulturellen Präferenzen. Ein Vorschlag zur theoretischen Neuorientierung“, *Soziale Welt* 55 (2004), 95-114.
- SCHULZE, Gerhard. *Die Erlebnisgesellschaft. Kultursoziologie in der Gegenwart*. Frankfurt am Main 1997.
- TOURANGEAU, Roger, Lance J. RIPS und Kenneth RASINKSI. *The Psychology of Survey Response*. Cambridge 2000.
- WOLF, Christof. „Sozio-ökonomischer Status und berufliches Prestige. Ein kleines Kompendium sozialwissenschaftlicher Skalen auf der Basis der beruflichen Stellung und Tätigkeit“, *ZUMA-Nachrichten* 37 (1995), 102-136.
- WOLF, Christof. *Gleich und gleich gesellt sich. Individuelle und strukturelle Einflüsse auf die Entstehung von Freundschaften*. Hamburg 1996.

SHINGO SHIMADA

**Wozu „Modernes Japan“?
Zur Konzeptualisierung des Lehrstuhls
„Modernes Japan II mit sozialwissenschaftlichem
Schwerpunkt“**

Es ist mittlerweile schwieriger geworden, sich mit dem „Fremden“ auseinanderzusetzen. Autoren wie James Clifford und George Marcus, Johannes Fabian oder Edward Said haben darauf hingewiesen, wie sehr die fremden Kulturen aus der Perspektive des Betrachters und des Forschers konstruiert werden.¹ Diese Reflexionen verweisen darauf, dass die Texte über fremde Kulturen mehr über den Schreiber verraten als über die beschriebene Kultur selbst. Aus dieser Perspektive betrachtet bleiben die fremden Kulturen unerreichbar, sie bleiben eine Chiffre, in die die Wünsche und Vorstellungen des Betrachters projiziert werden. „Japan“ ist sicherlich auch eine solche Chiffre, der unterschiedlichste Bedeutungen zugeordnet werden können, zumal Japan hierzulande geradezu für die „Fremde“ steht. Der Sachverhalt wird dadurch komplexer, dass die japanische Seite gern die Projektion von außen aufnimmt und sich selbst so inszeniert, wie es erwartet wird. In ähnlicher Weise überkreuzen sich Erwartungen, Projektionen und Inszenierungen, immer wenn von einer fremden Kultur die Rede ist. Und die seit langem geführte Globalisierungsdebatte zeigt, dass diese Überkreuzungsverhältnisse der gegenseitigen Imaginationen zunehmen. Wenn ein Lehrstuhl mit der Bezeichnung „Modernes Japan mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt“ eingerichtet wird, kommt diese Chiffre zur Wirkung. Doch die Aufgabe eines Lehrstuhls kann nicht darin liegen, im Rahmen dieser Chiffre zu verbleiben, sondern sie immer wieder zu durchbrechen und neue Aspekte zu gewinnen. So versuche ich mit dem vorliegenden Text, den Rahmen abzustecken, in dem sich der Lehrstuhl entfalten kann.

Zur Bezeichnung

Die Bezeichnung „Modernes Japan“ wird hier ernst genommen. Darin ist eine gewisse Abgrenzung zum Fach Japanologie enthalten, obwohl das Fach niemals völlig unabhängig von der Japanologie sein kann. Warum ist dennoch diese Differenzierung wichtig? Die Japanologie im herkömmlichen Sinne ist eine philologische Disziplin und spezialisierte sich auf die Schriftkultur. Insofern ist sie dem Diskurs der Kulturwissenschaften im 19. Jahrhundert verhaftet wie alle anderen Geisteswissenschaften. Diese philologische Tradition wurde seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts mit der gesellschaftlichen Forderung

¹ Vgl. Clifford und Marcus (1984), Fabian (1983) sowie Said (1995).

konfrontiert, gegenwartsbezogenes Wissen und Erkenntnisse zu erarbeiten. So wurden in Deutschland mehrere Professuren mit gegenwartsbezogener sozialwissenschaftlicher Ausrichtung innerhalb des Faches Japanologie eingerichtet. Doch blieben diese Professuren meines Erachtens weitestgehend innerhalb der japanologischen Perspektive. Dagegen wird mit dem neu eingerichteten Lehrstuhl „Modernes Japan II“ versucht, die Perspektive umzukehren und die Soziologie und Politikwissenschaft der modernen japanischen Gesellschaft zu etablieren.

Ein anderes Problem des Faches Japanologie liegt darin, dass es eine Kongruenz zwischen der Kultur, der nationalstaatlich verfassten Gesellschaft und dem Territorium suggeriert. Diese nach wie vor dominante Annahme der Kongruenz beschränkt allerdings die wissenschaftliche Perspektive und schreibt die Chiffre „Japan“ fest. Die Aufgabe des Lehrstuhls „Modernes Japan II“ wird hingegen darin gesehen, diese Kongruenz aufzubrechen und die Chiffre „Japan“ ambivalenter werden zu lassen. Um dies zu erreichen, gibt es zwei Wege. Zum einen werden die sozialen Phänomene in der neueren Geschichte Japans behandelt, die gerade die Brüche dieser Kongruenz aufzeigen, wie der Umgang mit sozialen und ethnischen Minderheiten, Subkulturen oder die koloniale Geschichte Japans. Zum anderen wird die japanische Diaspora in der Gegenwart thematisiert. Denn „Modernes Japan“ ist nicht nur im Raum Tokio, Nagoya oder Fukuoka, sondern ebenso in San Francisco, Rio de Janeiro, Paris oder eben hier in Düsseldorf.

Hierbei bilden meine bisherigen Forschungsarbeiten zur kulturvergleichenden Soziologie die Grundlage für einen einheitlichen theoretischen und methodologischen Rahmen für Lehre und Forschung. Diese theoretisch-methodische Ausrichtung verbindet die soziologischen Theorietraditionen mit denen der Sozial- und Kulturanthropologie und dient als Ausgangspunkt zur Erforschung der modernen japanischen Gesellschaft.²

Theoretische Ausrichtung

Die theoretische Ausrichtung des Lehrstuhls gründet sich auf die hermeneutisch-interpretative Tradition der Soziologie und Sozial- bzw. Kulturanthropologie. Die moderne japanische Gesellschaft als Gegenstand der Forschung verlangt einerseits die Berücksichtigung der soziologischen Theorietradition, andererseits die Hinzunahme der sozial- und kulturanthropologischen Perspektive mit ihrer Beschäftigung mit nicht-westlichen Kulturen. Hierbei spielt die Theorie des „Fremden“ eine zentrale Rolle, die in der deutsch- und englischsprachigen Soziologie Tradition hat.³ Es wird dabei der Versuch unternommen, ein allzu starres Differenzverhältnis zwischen dem Eigenen und dem Fremden in Frage zu stellen und die Konstitutionsprozesse der kulturellen Differenzen stärker zu berücksichtigen. Auf der Mikroebene beinhaltet diese Ausrichtung die Einbettung der Theorie des Fremden in die Kommunikations- und Übersetzungstheorien. Auf der Makroebene setzt sie sich mit der Generierung der kollektiven Identitäten auseinander. Vor diesem theoretischen Hintergrund wird an unserem Lehrstuhl überwiegend mit qualitativen Methoden der Sozialforschung gearbeitet. Dabei wird auch hier versucht, diese Methoden mit der Theorie des Fremden zu verbinden und die qualitativen Methoden im interkulturellen Kontext weiterzuentwickeln.

² Vgl. Shimada (1994) und Shimada (2000).

³ Um hier nur einige Autoren zu nennen: vgl. Simmel (1908), Park (1969), Schütz (1971) und Hahn (1994).

Lehre

Der oben dargestellten theoretischen Ausrichtung entsprechend wird in der Lehre eine Kombination der theoretischen Grundlagen der kulturvergleichenden Soziologie mit japanbezogenen Themenschwerpunkten angeboten. So wird eine einheitliche kohärente Theoriegrundlage vermittelt, die anhand konkreter Themen veranschaulicht und den Studierenden nähergebracht wird. Dabei lege ich einen Schwerpunkt der Lehre auf die sozialwissenschaftliche Methodenausbildung. Hierfür bietet die in der Soziologie entwickelte qualitative empirische Sozialforschung die Grundlage, die ich für den Kontext der Japanforschung modifiziere. Die Studierenden sammeln hierbei konkrete Erfahrungen mit unterschiedlichen Methoden wie teilnehmender Beobachtung, Diskursanalyse sowie unterschiedlichen Interviewtechniken, von denen sie bei ihrem späteren Berufseinstieg profitieren können. Der Raum Düsseldorf mit hohem Anteil an japanischer Bevölkerung bietet geradezu ideale Voraussetzungen zur Erprobung der qualitativen methodischen Techniken, die die Studierenden in Lehrforschungsprojekten und Praktika einsetzen können.

Forschung

Auf der bereits genannten theoretischen Grundlage werden am Lehrstuhl „Modernes Japan II“ drei Forschungsschwerpunkte gebildet.

1. Kulturvergleichende Forschung zur alternden Gesellschaft: Es liegt auf der Hand, dass das Alter(n) ein dringendes Problem aller (post)industriellen Gesellschaften und zunehmend auch anderer Gesellschaften darstellt. Obwohl häufig eine über die eigene Gesellschaft hinausgehende Perspektive gefordert wird, ist festzustellen, dass die bisherige kulturvergleichende Forschung zu diesem Thema über den Vergleich innerhalb der westlichen Gesellschaften kaum hinausgeht. Der erste Forschungsschwerpunkt setzt an diesem Defizit an und ist bestrebt, empirische Forschungen mit kulturvergleichender Perspektive (deutsch-japanisch oder auch innerasiatisch) durchzuführen. Ein empirisches Forschungsprojekt zur Einführung der Pflegeversicherung in Deutschland und Japan wurde bereits erfolgreich durchgeführt (Laufzeit 2000 bis 2001). Die Ergebnisse wurden auch bereits veröffentlicht.⁴
2. Japan im globalen Kontext: Wie bereits oben erwähnt macht es sich der Lehrstuhl „Modernes Japan II“ explizit zur Aufgabe, das „Japanische“ gerade außerhalb Japans als Forschungsgegenstand zu betrachten. Hierzu ergeben sich drei Forschungsfelder:
 - (a) Erforschung des wirtschaftlichen, sozialen und politischen Wandels im geographischen Raum „Ostchinesisches Meer“: Es ist in jüngster Zeit zu beobachten, wie sich die japanische Gesellschaft zur Gestaltung ihrer zukünftigen außenpolitischen Position zunehmend dem ostasiatischen Raum zuwendet. Dabei zeichnet sich der geographische Raum um das Ostchinesische Meer durch eine enorme wirtschaftliche, soziale und kulturelle Dynamik aus. Durch den fortschreitenden Globalisierungsprozess werden dort immer häufiger und intensiver transnationale Investitionen getätigt, die von dem enormen wirtschaftlichen Wachstum der Volksrepublik China begleitet werden. So zeichnen sich einige Ansätze zur Entwicklung eines

⁴ Vgl. Shimada und Tagsold (2006).

transasiatischen Wirtschaftsraumes um das Ostchinesische Meer ab. Andererseits aber ist dieser geographische Raum durch spannungsreiche antagonistische politische Kräfteverhältnisse geprägt, die keine leichtfertigen Prognosen erlauben. Die Verhältnisse zwischen der Volksrepublik China, Hongkong und der Republik Taiwan werden voraussichtlich in den nächsten fünf Jahren zumindest auf der wirtschaftlichen Ebene von intensivierter Kooperation geprägt sein. Das Verhältnis zwischen Nord- und Südkorea kann in der nahen Zukunft zu einem Schlüsselproblem der ganzen Region werden. Der geographische Raum um das Ostchinesische Meer ist daher von einer spannungsgeladenen Ambivalenz gekennzeichnet: Auf der wirtschaftlichen und kulturellen Ebene beobachtet man eine enorme Zunahme der transnationalen Beziehungen und Bewegungen, während auf der außenpolitischen Ebene problembeladene Spannungsverhältnisse zwischen den Nationalstaaten vorherrschen. In welche Richtung sich die Verhältnisse auch entwickeln mögen, so sind dort in den nächsten zehn Jahren enorme Veränderungen zu erwarten, die tief greifende Konsequenzen für die Weltpolitik, aber auch für Europa, Deutschland und Japan mit sich bringen werden.

(b) Postkolonialität in Ostasien: Zu den Themenfeldern des Lehrstuhls „Modernes Japan II“ gehört unabdingbar die historische Phase des japanischen Kolonialismus in Asien. Diese postkolonialen Studien in Asien sind ohne die japanische Perspektive als Kolonisator nicht möglich, zumal viele, nicht nur offizielle Schriften der Zeit vor Ort auf Japanisch verfasst sind. Dieser Forschungsschwerpunkt nimmt sich vor, die kulturellen Wechselwirkungsverhältnisse im Rahmen kolonialer Machtverhältnisse zu untersuchen.

(c) Die japanische Diaspora: Ausgehend von einer empirischen Studie zur japanischen Gemeinde in Düsseldorf werden hier vergleichende Studien zu anderen japanischen Bevölkerungen in Europa sowie in Nord- und Lateinamerika geplant.

3. Theorie und Methode des Kulturvergleichs: Ausgehend von den bisherigen Ergebnissen der kulturvergleichenden Soziologie vertieft dieser Forschungsschwerpunkt die methodischen Ansätze der „Wissenssoziologie der kulturellen Wechselwirkungen“⁵ und die kulturtheoretische Ausrichtung „Kultur als Übersetzungsprozess“.⁶

So etwa sieht das Programm aus, das ich an diesem Lehrstuhl zu verfolgen beabsichtige. Hieraus wird wohl ersichtlich, dass ich nicht davon ausgehe, dass die fremden Kulturen immer unerreichbar bleiben. Aber ich gehe auch nicht davon aus, dass sie ohne weiteres fassbar sind und angeeignet werden können. Ich erachte es für notwendig, mich bei der Beschäftigung mit einer fremden Kultur stets mit eigenen Erwartungen, Projektionen und Zuschreibungen reflektierend auseinanderzusetzen. Es gilt, die eigene Perspektive ständig durch die Beschäftigung mit der fremden Kultur zu verschieben, so dass unsere Befangenheit in der Eigenkulturalität spürbar wird.

⁵ Vgl. Shimada (2001).

⁶ Vgl. Shimada (1994) und Shimada (2000).

Literatur

- CLIFFORD, James und George E. MARCUS (Hrsg.). *Writing Culture. The Poetics and Politics of Ethnography*. Berkeley 1984.
- FABIAN, Johannes. *Time and the Other. How Anthropology Makes its Object*. New York 1983.
- HAHN, Alois. „Die soziale Konstruktion des Fremden“, in: Walter M. SPRONDEL (Hrsg.). *Die Objektivität der Ordnungen und ihre kommunikative Konstruktion. Für Thomas Luckmann*. Frankfurt am Main 1994, 140-166.
- PARK, Robert E. *On Social Control and Collective Behaviour. Selected Papers*. Chicago und London 1969.
- SAID, Edward W. *Orientalism. Western Conceptions of the Orient*. London 1995.
- SCHÜTZ, Alfred. „The Stranger: An Essay in Social Psychology“, in: Alfred SCHÜTZ (Hrsg.). *Collected Papers II: Studies in Social Theory*. Den Haag 1971, 91-105.
- SHIMADA, Shingo. *Grenzgänge – Fremdgänge. Japan und Europa im Kulturvergleich*. Frankfurt am Main und New York 1994.
- SHIMADA, Shingo. *Die Erfindung Japans. Kulturelle Wechselwirkung und politische Identitätskonstruktion*. Frankfurt am Main und New York 2000.
- SHIMADA, Shingo. „Wissenssoziologie der kulturellen Wechselwirkungen. Eine Skizze zur Methodologie einer interkulturell angelegten qualitativen Sozialforschung“, *Zeitschrift für Qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung* 3 (2001), 37-48.
- SHIMADA, Shingo und Christian TAGSOLD. *Alternde Gesellschaften im Vergleich. Solidarität und Pflege in Deutschland und Japan*. Bielefeld 2006.

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Dekanat



Univ.-Prof. Dr. H. Jörg Thieme
Dekan (bis 30. September 2005)
Prodekan (vom 1. Oktober 2005 bis 30. September 2006)



Univ.-Prof. Dr. Christoph J. Börner
Dekan (seit 1. Oktober 2005)
Prodekan (bis 30. September 2005)



Univ.-Prof. Dr. Guido Förster
Prodekan (seit 1. Oktober 2006)

CHRISTOPH J. BÖRNER (Dekan)

Bachelor und Master in der Betriebswirtschaftslehre – Der Düsseldorfer Ansatz

Einleitung

Die betriebswirtschaftliche Ausbildung blickt in Deutschland auf eine mehr als einhundertjährige Tradition zurück.¹ Aufbauend auf der älteren Volkswirtschaftslehre – „Nationalökonomie“ – entstand die Privatwirtschaftslehre, deren dynamische Entwicklung an der Grenze zum 20. Jahrhundert zur Gründung von Handelshochschulen führte, die zunächst neben Universitäten bestanden, aber später zumeist in diesen aufgingen. Im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen ist die Betriebswirtschaftslehre damit zwar ein junges Mitglied der Academia, aber sie hat doch ihren Platz in der Hochschullandschaft schnell gefunden. In dieser Entwicklung hat es zwar durchaus konfligierende Vorstellungen über die Legitimierung unternehmerischen Handels, über die Ziele einer betriebswirtschaftlichen Ausbildung und über den Grad der Praxis- oder Theorieorientierung gegeben, es hat sich aber ein Profil entwickelt, das gleichermaßen von einer abstrakten, theoretischen Systematik wie von praktischen Problemen ausgeht. Mit diesem Profil ist die betriebswirtschaftliche Ausbildung im deutschsprachigen Raum insgesamt sehr erfolgreich. Jedoch hat sich diese rasche Entwicklung – ähnlich wie in anderen Ländern bzw. Sprachräumen – in einer Diskussion innerhalb des deutschsprachigen Raums vollzogen.² Eine Grenzen oder Sprachen überschreitende Vernetzung in der Breite, eine Internationalisierung der Betriebswirtschaftslehre als Wissenschaftsdisziplin, hat erst in den letzten Jahrzehnten stattgefunden. Internationalisierung bedeutet in diesem Zusammenhang vor allem, den Kontext zum angelsächsischen Sprachraum herzustellen, der in der Forschung, aber in der Lehre vielleicht noch deutlicher eine andere Tradition aufweist. In der Forschung ist der deutschen Betriebswirtschaftslehre die befruchtende Integration in den internationalen Kontext ohne Zweifel gelungen.

Hinweise auf die anfangs säkulare Entwicklung der Betriebswirtschaftslehre hinsichtlich der Forschung erscheinen auch für einen Beitrag sinnvoll, der sich der universitären Ausbildung in der Betriebswirtschaftslehre widmet. Wenn im Folgenden die Rahmenbedingungen und Entscheidungsparameter für die Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen in der Betriebswirtschaftslehre erläutert und am Beispiel der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf konkretisiert werden, so kann die Ausgangssituation ohne einen solchen Blick auf die Geschichte der Betriebswirtschaftslehre in Deutschland kaum verstanden werden.

So, wie in der Entwicklung eines Selbstverständnisses der Betriebswirtschaftslehre und in der Theoriebildung von Anfang an sehr stark auf die Systematik und eine zwar durchaus

¹ Für einen Überblick zur Geschichte der Betriebswirtschaft vgl. Schneider (2001: 189ff.).

² Die frühe deutschsprachige Betriebswirtschaftslehre erzielte durchaus internationale Ausstrahlungswirkungen, vor allem nach Skandinavien und Ostasien. Vgl. Brockhoff (²2002: VII).

auf konkrete Anwendungsprobleme bezogene, aber doch sehr umfassende Betrachtungsweise Wert gelegt wurde, etablierte sich auch ein Ausbildungsstandard, der – offenkundig erfolgreich – versucht, eine umfassende theoretische Fundierung und eine ins Praktische zielende Problemlösungsfähigkeit zu kombinieren. Bei Studierenden, Absolventen und Arbeitgebern ist der Abschluss als „Diplomkauffrau“ oder „Diplomkaufmann“ etabliert und renommiert. Es ergibt sich nicht von ungefähr eine ähnliche Situation wie in den Ingenieurwissenschaften. Hier stellt der Abschluss als „Diplomingenieurin“ oder „Diplomingenieur“ ein national wie auch international reputiertes Qualitätssignal dar. In den Ingenieur- wie in den Wirtschaftswissenschaften werden die Abschlüsse unter anderem auch gerade deshalb so hoch angesehen sein, weil sie – natürlich in jeweils unterschiedlicher inhaltlicher Ausprägung – die Theorie und den Praxisbezug verbinden. Wie die Ingenieur- sollen nun aber auch die Wirtschaftswissenschaften ihre Diplomstudiengänge aufgeben und durch Bachelor- und Masterstudiengänge ersetzen. Um den Ansatz der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf zur Umsetzung dieser politischen Vorgabe zu erläutern, muss insofern in einem ersten Schritt dargelegt werden, woraus diese Vorgabe resultiert und was deren Motivation ausmacht. Im zweiten Schritt soll dann der spezifische Bedingungsrahmen für ein betriebswirtschaftliches Bachelor- und Masterprogramm vorgestellt werden. Anschließend kann dann konkreter beschrieben werden, wie das Profil betriebswirtschaftlicher Studienangebote in Düsseldorf künftig aussehen wird.

Die Umstellung auf Bachelor und Master als politische Vorgabe

Die Verpflichtung für deutsche Hochschulen – Universitäten wie Fachhochschulen –, ihre tradierten Diplom- und Magisterstudiengänge auf Bachelor und Master umzustellen, resultiert aus dem so genannten „Bologna-Prozess“. In Bologna verabschiedeten die Bildungsminister der Europäischen Union im Juni 1999 eine Erklärung, die das Ziel eines einheitlichen „Europäischen Hochschulraums“ propagierte. So soll der Europäische Hochschulraum bis 2010 dadurch realisiert werden, dass

- ein System leicht verständlicher und vergleichbarer Abschlüsse geschaffen,
- die Mobilität von Studierenden innerhalb der Europäischen Union gefördert und
- die Beschäftigungsbefähigung von Absolventen verbessert wird.

Ohne hier ins Detail der vielfältigen Konkretisierungen dieser Maßnahmen zu gehen, lässt sich feststellen, dass damit die Umstellung von Diplomstudiengängen auf das angelsächsische Bachelor-Master-System nicht explizit gefordert wird. Diese Umstellungspflicht ist für Deutschland erst durch entsprechende Festlegungen der Kultusministerkonferenz 2003 erfolgt, ohne dass aber alle EU-Länder so weit gehen, ihre tradierten Abschlüsse ebenfalls so entschieden umzustellen.³

Die Kultusministerkonferenz formulierte bei der Umstellungsverpflichtung die Erwartung, dass der Bachelor für die Mehrheit der Studierenden der berufsqualifizierende Abschluss ist und mithin nur ein geringer Anteil der Absolventen anschließend noch einen Mastergrad erwirbt. Wenn gleichzeitig festgeschrieben wird, dass ein Bachelorstudiengang zwischen sechs und maximal acht sowie ein gesamter Bachelor-Master-Durchlauf

³ Vgl. Glaser (2004: 67).

maximal zehn Semester in Anspruch nehmen darf, wird deutlich, dass die Umsetzung des Bologna-Prozesses an den Universitäten zu einer Verkürzung der Studienzeit führen soll, zumal aufgrund des „verschulden“ Studiums zu erwarten ist, dass die Diskrepanz zwischen Regel- und tatsächlicher Studienzeit geringer wird. Da zudem aber offenkundig ist, dass in einem kürzeren Studium nicht mehr oder besseres Wissen vermittelt werden kann, erscheint evident, dass die Verkürzung der Studienzeit bis zum Bachelorabschluss mit einer Senkung des akademischen Niveaus verbunden ist.⁴ Allerdings ist – erst dann ist die Argumentation vollständig – zu konzedieren, dass eventuell ein größerer Anteil der Studienanfänger den entsprechenden Bachelorabschluss auch tatsächlich erwirbt, also die Abbrecherquote sinkt.

Wie bereits erwähnt, sieht der Bologna-Prozess eine Fülle von Detailregelungen vor. Im hier betrachteten Kontext ist aber – neben der oben erwähnten zeitlichen Struktur der Bachelor- und Masterstudiengänge – in erster Linie relevant,

- dass die Studiengänge durchgängig modularisiert werden müssen, d. h. alle Prüfungen studienbegleitend vorgesehen werden müssen,
- dass ein am Arbeitspensum orientiertes Leistungspunktesystem gemäß dem „ECTS-Rahmen“⁵ eingeführt werden muss,
- dass mit dem Abschlusszeugnis ein die Studieninhalte erläuterndes „Diploma Supplement“ ausgehändigt werden muss und
- dass die Studiengänge nicht mehr vom jeweiligen Landesministerium geprüft, sondern – gegen ein Entgelt, das die Politik den öffentlichen Hochschulen regelmäßig nicht erstattet – von einer unabhängigen Agentur periodisch akkreditiert werden müssen.⁶

Fachspezifische Rahmenbedingungen für die Einführung von Bachelor und Master in der Betriebswirtschaftslehre

Ohne hier eine pauschale Wertung implizieren zu wollen, sind die Diplomstudiengänge in Betriebswirtschaftslehre seit jeher deutlicher arbeitsmarktbezogen konzipiert als manche Diplom- und Magisterstudiengänge anderer Fakultäten. Diese höhere Arbeitsmarktorientierung führt zu einer höheren Berufsbefähigung – „Employability“ ist ein Ziel des Bologna-Prozesses – und resultiert vor allem aus einer deutlicheren Berufsfeldorientierung. D. h., Studierende der Betriebswirtschaftslehre werden – ohne dass ihnen an der Universität ein konkreter Arbeitsplatz erklärt werden kann – konkreter für spezielle Tätigkeiten ausgebildet, als dies etwa in Magisterstudiengängen der Fall ist.⁷ Insofern wird den betriebswirtschaftlichen Studiengängen eine hohe Ausbildungseffizienz zugesprochen. Die Absolventen erreichen konkrete Berufsfelder; sie werden vom Arbeitsmarkt aufgenommen, und die Kosten pro Studienplatz sind vergleichsweise gering. Das Diplom ist als Abschluss renommiert und die typischen Fähigkeiten einer Diplomkauffrau oder eines Diplomkaufmanns sind den Personalverantwortlichen in den einstellenden Unternehmen

⁴ Vgl. Glaser (2004: 68).

⁵ ECTS steht für *European Credit Transfer System*.

⁶ Vgl. Brandt (2004).

⁷ Vgl. Glaser (2004: 67).

bekannt. Wohl gerade auch wegen der hohen Ausbildungseffizienz ist in Deutschland eine Reihe von privaten Hochschulen entstanden, die sich – nach dem Vorbild US-amerikanischer *Business Schools* – auf betriebswirtschaftliche Studiengänge spezialisiert haben und sich zum größten Teil über Studiengebühren finanzieren können. Kann man die Ausbildungseffizienz in der Betriebswirtschaftslehre vor diesem Hintergrund pauschal als hoch bewerten, so ist allerdings anzumerken, dass auch in den Wirtschaftswissenschaften eine Abbrecherquote zu beklagen ist, die durchaus 40 Prozent der Studienanfänger ausmachen kann. Dieser Wert unterscheidet sich nicht wesentlich von der Abbrecherquote in anderen Fächern.

Aus Sicht des Arbeitsmarktes lässt sich nicht zwangsläufig die Notwendigkeit zur Ablösung der bisherigen Diplomstudiengänge herleiten. Wenn Unternehmen dennoch die Umstellung auf Bachelor und Master fordern, ist dies dementsprechend über die internationale Vergleichbarkeit der Abschlüsse und die kürzere Studiendauer – eventuell auch die niedrigeren Einstiegsgehälter – beim Bachelor motiviert. Kritik am Qualifikationsniveau oder der „Employability“ der diplomierten Absolventen ist damit in der Regel nicht verbunden.

Ein anderes Spezifikum der Betriebswirtschaftslehre ist das tradierte und durchaus bewährte Nebeneinander von Universitäten und Fachhochschulen in der Lehre. Weil das Studium der Betriebswirtschaftslehre an den Fachhochschulen anwendungsorientierter und kürzer ausfällt als an den Universitäten, kann argumentiert werden, dass durch dieses Nebeneinander real bereits gestufte Studienangebote bestehen: ein in jedem Fall berufsqualifizierendes, stärker anwendungsbezogenes, verschulteres und kürzeres Studium an der Fachhochschule und ein ebenfalls berufsqualifizierendes, stärker forschungsorientiertes, offeneres und etwas längeres Studium an der Universität.⁸ Tatsächlich wurde am Anfang des Umstellungsprozesses häufig der Verdacht geäußert, die betriebswirtschaftliche Ausbildung an den Universitäten sollte im Zuge des Bologna-Prozesses der Ausbildung an den Fachhochschulen gleichgesetzt werden, wie dies in anderen EU-Ländern auch geschehen ist. Ohne dass damit im Einzelfall immer ein Werturteil verbunden war, wurde hiermit das Selbstverständnis der wirtschaftswissenschaftlichen Fachvertreter an den Universitäten berührt. Mittlerweile hat sich – auch wenn solche oder ähnliche Befürchtungen vereinzelt noch formuliert werden – der Tenor der Diskussion gewandelt. Zum einen hat der Umstellungsprozess sowohl die Universitäten wie auch die Fachhochschulen gezwungen, ihr Profil in den neuen Studienangeboten zu schärfen. Dabei zeigt sich, dass die Unterschiede eben nicht nur in der Verbindlichkeit des Studienverlaufsplans und der Studiendauer liegen, sondern tiefer in der Konzeption und der Zielsetzung der Ausbildung verankert sind. Zum anderen erkennen die universitären Wirtschaftsfakultäten zunehmend eine Chance darin, künftig ihre Stellung im Ausbildungsmarkt gegenüber den Fachhochschulen verbessern zu können, verlieren diese im Zuge des Bologna-Prozesses doch den relevanten „Wettbewerbsvorteil“ der kürzeren Studiendauer.⁹ Letztlich ist aber derzeit nicht absehbar, wie das Neben-, Gegen- oder Miteinander der Universitäten und Fachhochschulen im Bereich der betriebswirtschaftlichen Ausbildung künftig aussehen wird.

⁸ Vgl. Marr (2004).

⁹ Vgl. Winkel (2006: 83).

Der Ansatz der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät

Zielsetzungen und Konzeption der neuen Studiengänge

Im Folgenden soll skizziert werden, wie das Bachelor- und das Masterprogramm der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in der Betriebswirtschaftslehre aussehen werden. Ein Faktum ist vorab festzustellen: Innerhalb der Fakultät wäre ohne die politische Vorgabe niemand auf die Idee gekommen, den Diplomstudiengang abzulösen. Dieses Faktum resultiert nicht aus einer unkritischen Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit, sondern aus der erwiesenen – oben bereits erläuterten – hohen Akzeptanz des Diplomstudiengangs bei Studierenden, Absolventen und Arbeitgebern. Für den Diplomstudiengang haben sich regelmäßig drei- bis viermal so viele Abiturienten beworben, wie Studienplätze zur Verfügung stehen. Die allermeisten der Absolventinnen und Absolventen finden schnell nach dem Examen – in Einzelfällen sogar schon früher – einen qualifikationsadäquaten Arbeitsplatz, gerade in Düsseldorf.¹⁰ Es war die Überzeugung der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, dass man Mängel im Diplomstudiengang, wie sie sich im Zeitverlauf in jedem Studiengang finden lassen, bereinigen kann, ohne die Strukturen grundlegend zu verändern. Um die Mobilität der Studierenden weiter zu erhöhen, wäre etwa eine durchgängige Modularisierung ausreichend gewesen.¹¹

Da aber die Umstellung politisch vorgeschrieben wurde, hat sich die Fakultät aktiv der Aufgabe gestellt, einen entsprechenden Bachelor- und einen entsprechenden Masterstudiengang zu entwickeln. Dabei waren zwei wesentliche Motivlagen für die entwickelte Konzeption ausschlaggebend. Einerseits sollten bewährte Elemente aus dem Diplomstudiengang übernommen werden. Dadurch sollten Erfahrungen nutzbar bleiben, die Ausbildungseffizienz gewahrt und Kapazitäten – gerade im Übergang – möglichst schonend beansprucht werden. Andererseits sollte aber keineswegs nur eine Umetikettierung des bisherigen Studiengangs erfolgen. Vielmehr war es von vornherein ein wesentliches Ziel, den Bachelorstudiengang tatsächlich auf eine Berufsbefähigung auf universitärem Niveau hin auszurichten und den Masterstudiengang um wissenschaftsorientierte Elemente anzureichern, für die im Diplomstudiengang keine Möglichkeiten bestanden. Damit war sogleich klar, dass der Masterstudiengang als stärker forschungsorientiertes Programm ausgelegt werden sollte. Der Bologna-Prozess lässt hierzu alternativ ein stärker anwendungsorientiertes Profil zu.

Um die Ausbildungseffizienz zu wahren, muss die universitäre Ausbildung in Betriebswirtschaftslehre neben den wissenschaftlichen Entwicklungen den Wandel in der Berufswelt künftiger Absolventen berücksichtigen. Die Konzeptionen der konsekutiven Studiengänge an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät in Düsseldorf zielen demgemäß vor allem auf eine adäquate Berufsbefähigung der Absolventen. Vom inhaltlichen

¹⁰ Vgl. Degen und Ortmann (2006: 7f.).

¹¹ Vgl. Wex (2005: 539f.). Bezug nehmend auf die Einführung von Bachelor und Master ist sogar davon auszugehen, dass es aufgrund der höheren „Verschulung“ und der sehr hochschulspezifischen Modulstrukturen der Bachelor- und der Masterstudiengänge schwieriger wird, etwa ein Auslandssemester einzuschieben oder im Laufe des Studiengangs den Hochschulort zu wechseln. Eine erhöhte Mobilität ergibt sich allenfalls durch den konsekutiven Charakter, der einen Ortswechsel an der Schnittstelle zwischen Bachelor und Master erlaubt, allerdings offenkundig nur für diejenigen Studierenden, die tatsächlich den Masterabschluss anstreben; vgl. hierzu Grigat (2005: 291).

Ansatz knüpfen beide Studiengänge deswegen an die erfolgreiche Tradition betriebswirtschaftlicher Ausbildung an Universitäten im deutschsprachigen Raum an, die unter der einheitlichen Bezeichnung „Betriebswirtschaftslehre“ neben branchen- und funktionenübergreifenden Inhalten immer auch eine individuelle Schwerpunktsetzung durch erhebliche Wahlpflichtelemente beinhaltet.

Sowohl der neue, sechssemestrige Bachelor- wie auch der neue, viersemestrige Masterstudiengang führen diese generalistische Grundorientierung fort, die es den Absolventen ermöglicht, in unterschiedlichen Wirtschaftszweigen und in der Verwaltung, aber auch an Hochschulen ihren Berufsweg zu beschreiten. Durch Wahlpflichtmodule – ausgeprägt auch bereits im Bachelorstudiengang – besteht die Möglichkeit der individuellen Schwerpunktsetzung, wobei einer einseitigen Vertiefung durch eine hohe Zahl an zu absolvierenden Wahlpflichtmodulen entgegengearbeitet wird. Da die Vermittlung von wirtschaftswissenschaftlichen Methodenkenntnissen, vor allem auch quantitativ-empirischer Natur, sowie die Integration der Volkswirtschaftslehre in beiden Studiengängen betont ist, hat sich die Fakultät dafür entschieden, sowohl den Bachelor- als auch den Mastergrad mit dem Zusatz „... of Science“ zu vergeben. Alternative dazu wäre der Zusatz „... of Arts“.

Kompetenzen der Absolventen

Die Detaillierungen im Bologna-Prozess sehen Konkretisierungen der Kompetenzen vor, die Bachelor und Master bei einem erfolgreichen Abschluss des Studiums vorweisen sollen („Dublin Descriptors“). Diese Kompetenzen definieren damit einen allgemeinen „Qualifikationsrahmen“, sind aber offensichtlich für jedes Studienfach und jeden Studiengang anders auszufüllen und unterschiedlich zu nuancieren. Für die „Bachelor of Science Betriebswirtschaftslehre“ aus Düsseldorf wird der erworbene akademische Grad ein erster berufsbefähigender Abschluss sein. Durch den erfolgreichen Abschluss der Bachelorprüfung wird festgestellt, dass die Studierenden die für einen Übergang in die Berufspraxis bzw. für einen Masterstudiengang notwendigen wirtschaftswissenschaftlichen Fachkenntnisse und Schlüsselqualifikationen erworben haben. Dabei wird großer Wert darauf gelegt, dass die Absolventinnen und Absolventen wirtschaftswissenschaftliche Zusammenhänge überblicken und richtig einschätzen.

Die Studierenden sollen sich im Bachelorstudium mit den grundlegenden Inhalten des Studienfachs vertraut machen, um nach Abschluss des Studiums in der Lage zu sein, im Beruf wirtschaftswissenschaftliche Methoden bei der Analyse und der Lösung konkreter ökonomischer Probleme anzuwenden. Gleichmaßen ist das Bachelorstudium darauf ausgerichtet, die Aufnahme eines anschließenden Masterstudiums vorzubereiten. Die Absolventinnen und Absolventen haben ein breites und integriertes Wissen und Verstehen der wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen nachgewiesen. Sie verfügen über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien und Methoden ihres Studienprogramms und sind in der Lage, ihr Wissen vertikal, horizontal und lateral zu vertiefen. Ihr Wissen entspricht dem Stand der Fachliteratur, schließt jedoch einige vertiefte Wissensbestände auf dem aktuellen Stand der Forschung ein. Die Absolventinnen und Absolventen haben instrumentale Kompetenz erworben; d. h., sie sind in der Lage, ihr Wissen und Verstehen auf ihre Tätigkeit oder ihren Beruf anzuwenden und betriebswirtschaftliche Problemlösungen und ökonomische Argumente zu erarbeiten und weiterzuentwickeln. Darüber hinaus

haben sich die Absolventinnen und Absolventen auch systemische Kompetenzen angeeignet; d. h., sie sind in der Lage, relevante Informationen zu sammeln, zu bewerten und zu interpretieren, daraus wissenschaftlich fundierte Urteile abzuleiten und selbstständig weiterführende Lernprozesse zu gestalten.

Zudem werden die kommunikativen Kompetenzen während des Studiums entwickelt: Die Absolventinnen und Absolventen können fachbezogene Positionen und Problemlösungen formulieren und argumentativ verteidigen, sich mit Fachvertretern und mit Laien über Ideen, Probleme und Lösungen austauschen und Verantwortung für ein Team übernehmen.

Der akademische Grad „Master of Science“ ist als zweiter berufsqualifizierender Abschluss konzipiert. Mit dem erfolgreichen Abschluss der Masterprüfung wird festgestellt, dass die Studierenden die für ein selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten notwendigen wirtschaftswissenschaftlichen Fachkenntnisse und Schlüsselqualifikationen erworben haben. Dabei wird großer Wert darauf gelegt, dass die Master die wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsmethoden verantwortlich anwenden können.

Die Studierenden lernen im Masterstudium, wirtschaftswissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden in selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit anzuwenden, und werden zu verantwortlichem ökonomischen Handeln befähigt. Die Absolventinnen und Absolventen haben Wissen und Verstehen nachzuweisen, das auf der Bachelorebene aufbaut und dieses wesentlich vertieft und erweitert. Sie sind in der Lage, die Besonderheiten, Grenzen, Terminologien und Lehrmeinungen der Betriebswirtschaftslehre zu kennzeichnen und zu interpretieren. Ihr Wissen und Verstehen bildet die Grundlage für die forschungsorientierte Entwicklung und/oder Anwendung eigenständiger, origineller Ideen. Die Studierenden erwerben die instrumentale Kompetenz, ihr Wissen und Verstehen sowie ihre Fähigkeiten zur Problemlösung auch in neuen und unvertrauten Situationen anzuwenden, die in einem breiteren und multidisziplinären Zusammenhang mit betriebswirtschaftlichen Fragestellungen stehen. Die Absolventinnen und Absolventen haben die systemische Kompetenz erworben, neues Wissen zu integrieren und mit Komplexität umzugehen. Auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen sind sie in der Lage, wirtschaftswissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu fällen und dabei gesellschaftliche und ethische Bedingungen zu berücksichtigen sowie die sozialen und ethischen Konsequenzen zu überblicken, die sich aus der Anwendung ihres Wissens und aus ihren Entscheidungen ergeben. Neues Wissen und Können eignen sie sich selbstständig an, und sie führen weitgehend autonom eigenständige forschungsorientierte Projekte durch.

Auch die kommunikativen Kompetenzen sind weiterentwickelt: Die Master sind in der Lage, auf dem aktuellen Stand der Forschung Fachvertretern und Laien ihre Schlussfolgerungen und die diesen zugrunde liegenden Informationen und Beweggründe in klarer und eindeutiger Weise zu vermitteln. Sie können deswegen ohne weiteres auch herausgehobene Verantwortung übernehmen.

Anspruch und Inhalte der Studiengänge

Bei der inhaltlichen Konzeption der beiden neuen Studienprogramme sollten und mussten die Strukturen und das Profil der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät berücksichtigt werden. Die Fakultät ist zwar noch jung, sie hält sich aber bereits als Profil gebende

Tradition eine interaktive Lehre zugute. Schon im Grundstudium des derzeitigen Diplomstudiengangs „Betriebswirtschaftslehre“ findet sich eine hohe Frequenz an Übungen, die in kleinen Gruppen im Hauptstudium fortgesetzt werden. Im Hauptstudium – insbesondere in den Seminaren – wird eine Vielfalt von Lehr-Lern-Methoden praktiziert, die im Bachelor- und im konsekutiven Masterstudiengang fortgeführt und ausgebaut werden soll. Die besondere Nähe zwischen Dozenten und Studierenden, die eine kleine Fakultät auszeichnet, soll ebenfalls in die neuen Studiengänge eingebracht werden. Die Fakultät weist damit ein Profil auf, das sie gegenüber den mitunter deutlich älteren und vor allem größeren Wirtschaftsfakultäten der benachbarten Universitäten unterscheidbar macht.

Die Berufsfelder für Absolventinnen und Absolventen betriebswirtschaftlicher Studiengänge sind traditionell breit gestreut. Dies wird sich durch den Übergang auf die konsekutiven Studiengänge eher noch verstärken. Typischerweise erfolgt der Berufsstart bei einem Unternehmen in Form eines Angestelltenverhältnisses im Rahmen eines Direkteinstiegs oder eines Trainee-Programms. Das Tätigkeitsfeld reicht von gehobenen Sachbearbeiter- bzw. Referententätigkeiten und Funktionen im Vertrieb über Stabs- und Beraterfunktionen bis zur unmittelbaren Übernahme von Führungsverantwortung. Arbeitgeber sind in allen Branchen und Betriebsformen – von kleinen Unternehmen bis hin zu globalen Konzernen – zu finden. Ebenso weit ist das Spektrum im Hinblick auf die Branchen. Es reicht von der Industrie über den Handel hin zu Dienstleistungsunternehmen, etwa im Bereich der Finanzdienstleistungen oder im Bereich der Unternehmensberatung. Ein Teil der Absolventinnen und Absolventen beginnt seine Berufskarriere auch bei Steuerberatern oder Wirtschaftsprüfern; hierbei erweist sich die spätere Selbstständigkeit als häufiges Motiv. Aber auch Absolventinnen und Absolventen, die in anderen Branchen zunächst ein Angestelltenverhältnis eingehen, streben mittelfristig die Selbstständigkeit an. Ein kleinerer Teil der Absolventinnen und Absolventen beginnt seinen Berufsweg in der öffentlichen Verwaltung, in den Medien oder an Hochschulen.

Der Hinweis auf die typischen Berufsfelder des Diplomstudiengangs ist notwendig, weil in der Unternehmenspraxis hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten für Master und, vor allem, für Bachelor noch kein einheitliches Bild gegeben ist. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät hat deshalb die potenziellen Berufsbilder für den Bachelor- und den Masterstudiengang unter Berücksichtigung des konsekutiven Charakters und der Ziele des Bologna-Prozesses aus den Berufsbildern des Diplomstudiengangs abgeleitet. Grund hierfür ist – neben dem Erfolg des Diplomstudiengangs –, dass die Berufsfelder für Bachelor mit einem betriebswirtschaftlichen Abschluss derzeit noch nicht ganz deutlich konturiert sind, was vor allem auch an fehlender Kenntnis und vagen Vorstellungen hinsichtlich der Breite der potenziellen Arbeitgeber liegt. Gleichwohl lassen sich aus Sicht der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf die Berufsfelder für Absolventinnen und Absolventen des betriebswirtschaftlichen Bachelorstudiengangs recht gut beschreiben, zumal der generalistische Ansatz hier notwendige Grundorientierungen vermittelt und Flexibilität schafft. Aufgrund der konzeptionell ähnlichen Ausrichtung werden sich die Bachelor-Berufsfelder in Bezug auf die Branchen und die Unternehmenstypen nicht wesentlich von denjenigen der bisherigen Diplomabsolventinnen und -absolventen unterscheiden. Jedoch wird das Tätigkeitsspektrum etwas enger zu charakterisieren sein, weil bei den Inhalten im Bachelorstudiengang eine geringere Tiefe als im Diplomstudiengang vermittelt werden kann. Allerdings werden die Wahlpflichtmodule,

die Pflichtzusatzleistungen sowie die Anfertigung der Bachelorarbeit die Absolventinnen und Absolventen weit besser für den Arbeitsmarkt qualifizieren, als dies etwa im bisherigen Diplomstudiengang nach dem sechsten Semester oder gar nach dem Vordiplom der Fall war.

Deshalb ist die Fakultät überzeugt, dass dem Bachelor im Einzelfall alle Karrieremöglichkeiten offen stehen. Sie können darauf aufbauend fundierte Problemlösungsvorschläge entwickeln. Ihre ersten beruflichen Tätigkeiten werden häufig in der eigenverantwortlichen Wahrnehmung von komplexeren Vertriebs-, Kontroll- und Verwaltungstätigkeiten liegen. Das Bachelorstudium wird die Absolventinnen und Absolventen befähigen, solche qualifizierten Sachbearbeitungs- oder Referentenaufgaben in Unternehmen aller Größen und Branchen auszuüben, wobei naturgemäß aus der Schwerpunktsetzung in den Wahlpflichtmodulen eine erste Festlegung resultieren kann. „BWL-Bachelor“ aus Düsseldorf sollten auf der Grundlage ihres Studiums und einer Einarbeitung in ein Tätigkeitsfeld in einem Unternehmen bald auch Führungsaufgaben übernehmen können.

Auch hinsichtlich der Berufsfelder für die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs ist anzuführen, dass die Erwartungen und Vorstellungen der potenziellen Arbeitgeber derzeit noch nicht ganz deutlich zu erkennen und häufig am Diplom orientiert sind. Der Studiengang Master of Science „Betriebswirtschaftslehre“ will die Absolventinnen und Absolventen mit seiner einerseits generalistischen und andererseits methodenorientierten Ausrichtung befähigen, besonders in Zusammenhängen zu denken und diese in fundierten Entscheidungen abzubilden. Das Erlernen wissenschaftlicher Forschungsmethodik im Studium stellt hierfür das Rüstzeug bereit. Insofern sind die Master prädestiniert dafür, eventuell nach einer kurzen Einarbeitung, schnell Entscheidungs- und Führungsverantwortung zu übernehmen. Außerdem sind die „BWL-Master“ besonders für Querschnittsaufgaben qualifiziert, wie sie etwa in Zentralbereichen von Unternehmen oder in der Unternehmensberatung anfallen. Auch für den Masterstudiengang gibt es keine zwangsläufige Begrenzung hinsichtlich der Branchen oder der Unternehmensgröße.

Wie die Bachelor sind auch die Master für Tätigkeiten in der Verwaltung, in den Medien usw. qualifiziert, wobei im Masterstudiengang eine wissenschaftliche Karriere als weiteres Berufsfeld hinzukommt.

Sämtliche Module sind über „Kurse“ definiert; unter dieser Bezeichnung laufen alle Lehrveranstaltungen. Ziel ist es, verschiedene Lehr-Lern-Methoden in jedes Modul zu integrieren, ohne die einzelnen Kurse in die traditionelle Systematik universitärer Lehrveranstaltungen – Vorlesung, Übung, Kolloquium sowie Unter- oder Oberseminar usw. – einzuordnen und damit den Spielraum in didaktisch-methodischer Hinsicht einzuschränken. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat unter anderem im MBA-Programm der Düsseldorf Business School sehr gute Erfahrungen damit gemacht, innerhalb einzelner Lehrveranstaltungen Vorlesungs-, Übungs-, Gruppenarbeits- und Seminarelemente abzuwechseln. In den frühen Modulen des Bachelorstudiums werden dies vor allem Vorlesungs- und Übungselemente sein, in den Wahlpflichtmodulen des Bachelorstudiengangs und im Masterstudiengang wird das gesamte Spektrum an Lehr-Lern-Methoden zur Anwendung kommen. Vorgesehen sind auch – wie schon bisher – Fallstudienarbeit, Unternehmensplanspiele und kooperative Veranstaltungen mit Unternehmen.

Vor diesem Hintergrund einer einheitlichen „Kurs“-Konzeption ist auch die Festlegung zu verstehen, dass pro Semesterwochenstunde 1,5 ECTS-Leistungspunkte vergeben werden. Aus dieser Festlegung ergeben sich strikte Konsequenzen in Bezug auf die Workload – also die zeitliche Arbeitsbelastung der Studierenden: Es muss bei der inhaltlichen und methodischen Konzeptionierung der Module durch die Modulverantwortlichen gewährleistet werden, dass die Workload adäquat zu dieser Festlegung und einheitlich ist. Um in diesem Sinne zu gewährleisten, dass die unterschiedlichen Unterrichtsformen in den Modulen mit angemessenen Anteilen vertreten sind und damit die ECTS-Zurechnung angemessen ist, wird der Fakultätsrat einmal pro Semester evaluieren, ob die unterschiedlichen Lehr-Lern-Methoden und Prüfungsformen in der notwendigen Relation angeboten werden. Ferner wird bei der Lehrveranstaltungsevaluation der tatsächliche Arbeitsaufwand abgefragt werden. Bei systematischen Diskrepanzen zwischen der geplanten und der tatsächlichen Workload wird eine Anpassung herbeigeführt. Ob die Zuordnung „1,5 ECTS-Leistungspunkte pro Semesterwochenstunde“ dauerhaft gültig sein wird, kann also erst im Kontext erster praktischer Erfahrungen in den beiden neuen Studiengängen entschieden werden. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist überzeugt davon, dass auch bei der umgekehrten Vorgehensweise, erst die Module inhaltlich und methodisch zu fixieren und dann für jedes Modul die Workload und die zugehörigen Leistungspunkte individuell zu bestimmen, ein hohes Maß von Planungsunsicherheit zu gewärtigen und ein späterer Abstimmungsprozess notwendig wären.

Zur Fortführung der generalistischen Ausrichtung werden in den Pflichtveranstaltungen des Bachelor- und des Masterstudiengangs allgemeine Fach- und Methodenkenntnisse vermittelt, die branchen- und funktionenübergreifende Orientierung für das Management ermöglichen. Im Bereich der Wahlpflichtveranstaltungen können die Studierenden durch individuelle Kombinationen im Sinne von Berufsfeldern Schwerpunkte setzen. Neu zugeschnittene Wahlpflichtmodule treten dabei sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudiengang an die Stelle der „Speziellen Betriebswirtschaftslehren“ des Diplomstudiengangs. Die Verpflichtung, im Bachelorstudiengang fünf und im Masterstudiengang vier Wahlpflichtmodule zu absolvieren, löst hierbei den Anspruch einer von der Tendenz her generalistischen Ausbildung ein. Bewusst wird deshalb ein Masterstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“ eingerichtet und nicht die Etablierung einer Vielzahl von sektoral oder funktional spezialisierten Masterstudiengängen angestrebt. Anders als dies an anderen Hochschulen, vor allem an einigen Fachhochschulen, erfolgt, sieht die Düsseldorfer Konzeption der Studiengänge auch keine festgeschriebenen Kombinationen von Wahlpflichtmodulen vor, sondern lässt – in der Tradition universitärer Studiengänge – den Studierenden individuelle Wahl- und damit Kombinationsmöglichkeiten.

Im Bachelorstudiengang sind als Wahlpflichtmodule geplant:

- Bank- und Versicherungsmanagement,
- Grundlagen der Betriebswirtschaftliche Steuerlehre,
- Investitions- und Finanzmanagement,
- Marketing,
- Markt und Staat,
- Statistische Datengewinnung,

- Umweltmanagement,
- Unternehmensorganisation sowie
- Unternehmensprüfung und Controlling.

Im Masterstudiengang sollen die folgenden Wahlpflichtmodule angeboten werden:

- Betriebswirtschaftliche Steuerlehre,
- Finanzierung und Investition,
- Human Resources,
- Internationale Finanzmärkte,
- Marketing,
- Multivariate Statistik und Ökonometrie,
- Sustainability Management,
- Theorie der Finanzdienstleistungen,
- Unternehmensführung sowie
- Unternehmensprüfung und Controlling.

Geplant ist zudem, nach Möglichkeit die bisherigen Wahlpflichtfächer „Wirtschaftspsychologie“ und „Steuerrecht“ aus den Diplomstudiengängen im Bachelor- und/oder im Masterstudiengang fortzuführen.

Die Studienkonzepte basieren auf den Überlegungen, dass zu einem Studium „Betriebswirtschaftslehre“ neben einer breiten betriebswirtschaftlichen Ausbildung auch in angemessenem Umfang volkswirtschaftliche Grundkenntnisse gehören, deutlich angereichert um Kenntnisse der quantitativen Analyse und im Bachelorstudium ergänzt um juristisches Basiswissen.

Einen Überblick über den Studienverlauf im Bachelor- und im Masterprogramm geben die Tabellen 1 und 2 (Angaben in ECTS-Leistungspunkten). Sie orientieren sich an der Verbuchung der ECTS-Leistungspunkte am Ende des jeweiligen Moduls; hinsichtlich der Arbeitsbelastung ergibt sich ein gleichmäßiges Pensum über alle Semester.

Des Weiteren müssen beim Bachelorstudium in den Wahlpflichtmodulen insgesamt drei Zusatzleistungen in Form von Hausarbeiten, Referaten oder Fallstudien erbracht werden, die mit zusätzlichen Leistungspunkten im jeweiligen Modul bewertet und zusammen mit dem Ergebnis der Modulabschlussprüfung dem Leistungspunktekonto gutgeschrieben werden.

Beim Masterstudium müssen ebenfalls in den Wahlpflichtmodulen insgesamt zwei Zusatzleistungen in Form von Hausarbeiten, Referaten oder Fallstudien erbracht werden, die mit zusätzlichen Leistungspunkten im jeweiligen Modul bewertet und zusammen mit dem Ergebnis der Modulabschlussprüfung dem Leistungspunktekonto gutgeschrieben werden. Aufgrund der speziellen Profilierung des Masterstudiengangs ist die Fakultät überzeugt, nicht nur die guten Absolventinnen und Absolventen des eigenen Bachelorstudiengangs, sondern auch qualifizierte, forschungsorientierte Absolventinnen und Absolventen anderer wissenschaftlicher Hochschulen als Studierende zu gewinnen.

Studienabschnitt	GRUNDLAGEN		VERTIEFUNG		SPEZIALISIERUNG	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Pflichtmodule Betriebswirtschaftslehre (42 ECTS-Leistungspunkte)						
Grundlagen und Absatz & Beschaffung (BB01)	12					
Jahresabschluss und Unternehmensrechnung (BB02)		12				
Finanz- und Wertmanagement (BB03)			12			
Produktion & Logistik (BB04)				6		
Pflichtmodule Volkswirtschaftslehre (24 ECTS-Leistungspunkte)						
Grundlagen der Volkswirtschaftslehre I: Märkte und Preise (BV01)	6					
Grundlagen der Volkswirtschaftslehre II: Einkommen, Beschäftigung und Preisniveau (BV02)		6				
Wirtschaftspolitik (BV03)				6		
Internationale Wirtschaftsbeziehungen (BV04)					6	
Pflichtmodule Recht (12 ECTS-Leistungspunkte)						
Recht I (BR01)				6		
Recht II (BR02)					6	
Pflichtmodule Statistik (12 ECTS-Leistungspunkte)						
Statistik I (BS01)	6					
Statistik II (BS02)		6				
Pflichtmodule Mathematik (6 ECTS-Leistungspunkte)						
Mathematik (BM00)	6					
Wahlpflichtmodule (45 ECTS-Leistungspunkte)						
Wahlpflichtmodul (BW01-09)			9			
Wahlpflichtmodul (BW01-09)			9			
Wahlpflichtmodul (BW01-09)					9	
Wahlpflichtmodul (BW01-09)					9	
Wahlpflichtmodul (BW01-09)					9	
Pflichtmodule Schlüsselqualifikationen (12 ECTS-Leistungspunkte)						
Informatik (BQ01)	6					
Fremdsprachen, Präsentation & Kommunikation (BQ02)			6			
Studium Universale (BQ03)			6			
Pflicht-Zusatzleistungen (15 ECTS-Leistungspunkte)						
Zusatzleistung (BZ01)				5		
Zusatzleistung (BZ02)					5	
Zusatzleistung (BZ03)						5
Bachelorarbeit (12 ECTS-Leistungspunkte)						
Bachelorarbeit (BT00)						12
Summe (180 ECTS-Leistungspunkte):	30	30	18	41	17	44

Tabelle 1: Bachelor of Science Betriebswirtschaftslehre – Studienplan

Semester	1.	2.	3.	4.
Pflichtmodule Betriebswirtschaftslehre (21 ECTS-Leistungspunkte)				
Betriebswirtschaftliche Theorie 1 (MB01)	12			
Betriebswirtschaftliche Theorie 2 (MB02)			9	
Pflichtmodul Volkswirtschaftslehre (12 ECTS-Leistungspunkte)				
Allgemeine Volkswirtschaftslehre 1 (MV01)	6			
Allgemeine Volkswirtschaftslehre 2 (MV02)			6	
Pflichtmodul Empirische Wirtschaftsforschung (6 ECTS-Leistungspunkte)				
Empirische Wirtschaftsforschung (MS00)	6			
Wahlpflichtmodule (48 ECTS-Leistungspunkte)				
Wahlpflichtmodul (MW01-10)	12			
Wahlpflichtmodul (MW01-10)			12	
Wahlpflichtmodul (MW01-10)			12	
Wahlpflichtmodul (MW01-10)			12	
Pflichtmodul Schlüsselqualifikationen (6 ECTS-Leistungspunkte)				
Schlüsselqualifikationen (MQ00)	6			
Pflicht-Zusatzleistungen (10 ECTS-Leistungspunkte)				
Zusatzleistung (MZ01)			5	
Zusatzleistung (MZ02)			5	
Masterarbeit (17 ECTS-Leistungspunkte)				
Masterarbeit (MT00)			17	
Summe (120 ECTS-Leistungspunkte):				
	18	33	27	42

Tabelle 2: Master of Science Betriebswirtschaftslehre – Studienplan

Ausblick

Der Antrag auf Akkreditierung der beiden Studiengänge ist im Herbst 2005 bei der Agentur AQAS gestellt worden. Das Akkreditierungsverfahren ist von AQAS eröffnet, zum Redaktionsschluss dieses Beitrags aber noch nicht vollständig abgeschlossen worden. Die Planungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät gehen jedoch davon aus, dass zum Wintersemester 2006/2007 der Bachelorstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“ starten und den bisherigen Diplomstudiengang ablösen kann. Der Start des Masterstudiengangs „Betriebswirtschaftslehre“ wird sich anschließen, wenn die erste Kohorte den Bachelorstudiengang abgeschlossen hat. Über die Zulassungsbedingungen für den Masterstudiengang und dessen Aufnahmekapazität können derzeit noch keine abschließenden Aussagen gemacht werden. Qualitativ will die Fakultät vorrangig auf den Nachweis der Eignung zu eigenständigem wissenschaftlichen Arbeiten achten; quantitativ zeigen erste Proberechnungen, dass die Aufnahmekapazität des Masterstudiengangs zwischen 30 und 50 Prozent der Aufnahmekapazität des Bachelorstudiengangs liegen wird. Die Fakultät geht davon aus, dass sie auch Bachelor von anderen Hochschulen für ihr Masterprogramm interessieren kann, da die Diversität zwischen den Hochschulen im Masterbereich wesentlich größer als bei den Bachelorstudiengängen sein wird. Der generalistische Ansatz in Düsseldorf dürfte hierbei als Differenzierungsmerkmal wirken.

Der Studiengang „Wirtschaftschemie“ soll ebenfalls in das Bachelor-Master-System überführt werden. Hierfür sind jedoch noch Abstimmungen mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät notwendig, die begonnen haben. Durch die Profilierung der konsekutiven Studiengänge in der Wirtschaftschemie ergibt sich die Chance, das Potenzial dieses Studienfachs für eine bundesweite Ausstrahlung zu nutzen. Vergleichbare Studiengänge gibt es an Universitäten im deutschsprachigen Raum nur in sehr geringer Zahl. Die Heinrich-Heine-Universität bietet im Zuge der Kooperation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät mit „Wirtschaftschemie“ einen Studiengang an, der wesentliche Alleinstellungsmerkmale aufweist: Es handelt sich um einen grundständigen und integrierten Studiengang bzw. nach der Umstellung auf das Bachelor-Master-System um integrierte konsekutive Studiengänge. „Integriert“ heißt hierbei, dass in allen Studienphasen wirtschaftswissenschaftliche und naturwissenschaftliche Inhalte parallel vermittelt werden. So wird die Basis dafür geschaffen, dass sich die Studierenden in beiden Denkwelten orientieren können. Insoweit ist der Studiengang auch herausfordernd, was aber hoch motivierte Studierende anzieht. Dass der Studiengang grundständig bzw. konsekutiv integrativ ausgerichtet ist, unterscheidet ihn von Weiterbildungsstudiengängen, in denen Studierenden hintereinander die beiden inhaltlichen Dimensionen vermittelt werden, und zwar zumeist so, dass einem „reinen“ Chemiegrundstudium ein Haupt- oder Zusatzstudium folgt, das Grundlagenveranstaltungen in Betriebswirtschaftslehre enthält. Ein dem Düsseldorfer Konzept vergleichbares Programm bietet allein die Universität Zürich an. Ein weiteres, nicht zu unterschätzendes Alleinstellungsmerkmal für den Studiengang „Wirtschaftschemie“ ist zudem, dass das Rheinland – konkret der Raum Düsseldorf-Köln – einer der größten Standorte für die Chemische Industrie in Europa ist.

Der Bachelor- und der Masterstudiengang werden künftig ergänzt durch das Angebot der Düsseldorf Business School sowie durch die Möglichkeit zur Promotion, für die eine stärkere Strukturierung im Sinne eines Promotionsstudiums angestrebt wird. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf will ganz bewusst das gesamte Spektrum universitärer Ausbildung anbieten. Einerseits will sie damit den Anforderungen einer sich wandelnden Berufswelt Rechnung tragen, bei der sich unter anderem zunehmend Phasen des akademischen Studiums und Phasen der praktischen Tätigkeit nicht mehr nacheinander, sondern abwechselnd vollziehen. Andererseits befruchten sich die unterschiedlichen Formen der akademischen Lehre untereinander; insofern kommen Lehrerfahrungen in dem einen Bereich in mitunter starkem Maße der Lehre in einem anderen Bereich zugute.

Für die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät werden die Studiengänge „neu“ sein, ob sie aber im Sinne einer verbesserten Ausbildung und einer erhöhten Arbeitsmarktorientierung wirklich auch „modern“ sind, wird erst die Zeit zeigen können. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät betrachtet die Umstellung auf Bachelor und Master deshalb als dynamischen Prozess, bei dem Anpassungen aus gewonnenen Erfahrungen erfolgen und sich weiter verändernde Umfeldbedingungen aufgegriffen werden.

Literatur

- BRANDT, Rüdiger. „Die Sache durchziehen.“ Über geforderte Praxisanteile und Akkreditierungszwänge der BA-/MA-Studiengänge“, *Forschung und Lehre* 11 (2004), 74.
- BROCKHOFF, Klaus. *Geschichte der Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden ²2002.
- DEGEN, Horst und Thomas ORTMANN. „Auswertung der Absolventenbefragung. Examenstermin Frühjahr 2005“. Arbeitspapier des Fachgebietes Statistik und Ökonometrie, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Düsseldorf 2006.
- GLASER, Horst Albert. „Vom alten ins neue Chaos? Die europäische Hochschulreform nach dem Bologna-Modell“, *Forschung und Lehre* 11 (2004), 66-68.
- GRIGAT, Felix. „Keine einheitliche Logik im System.“ Zur aktuellen Situation der Einführung von Bachelorstudiengängen vor dem Hintergrund der Bologna-Folgekonferenz in Bergen“, *Forschung und Lehre* 12 (2005), 290-293.
- MARR, Rainer. „Bachelor als Regelabschluß? Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultätentages“, *Forschung und Lehre* 11 (2004), 62.
- SCHNEIDER, Dieter. *Betriebswirtschaftslehre*. Bd. 4: *Geschichte und Methoden der Wirtschaftswissenschaft*. München und Wien 2001.
- WEX, Peter. „Das bolognakonforme Diplom“, *Forschung und Lehre* 12 (2005), 538-540.
- WINKEL, Olaf. „Auslaufmodell Fachhochschule? Der Kampf um Bachelorstudenten“, *Forschung und Lehre* 13 (2006), 82-84.

HEINZ-DIETER SMEETS und H. JÖRG THIEME

Demographische Entwicklung und Globalisierung – Ökonomische Konsequenzen

Das Problem

In den vergangenen 20 Jahren wurde das Tempo der ökonomischen und gesellschaftlichen Veränderungen von den Menschen – auch in Deutschland – als besonders rasant empfunden. Die objektiven Daten scheinen diese subjektiven Eindrücke zu bestätigen: Die Informations- und Kommunikationstechnik hat in schnell aufeinanderfolgenden Schüben die individuelle kommunikative Präsenz zu jeder Zeit und an nahezu allen Orten der Welt gewährleistet und damit wichtige Voraussetzungen für regionale und weltweite Integrationen von Märkten geschaffen. Parallel hierzu sanken die Transportkosten durch neue Verkehrsträger (Hochgeschwindigkeitszüge, Containerschiffe, Großraumflugzeuge) zwar nicht absolut, aber in Relation zu den Lohnkosten der Güterproduktion, deren Höhe deshalb immer stärker zu einem dominanten Faktor der Standortwahl (bzw. -abwahl) wurde. Gravierend sind auch die Erfolge bei der Bekämpfung von Krankheiten, wozu insbesondere die Medizintechnik (z. B. Nanotechnik bei Operationen) beigetragen hat. Gleichzeitig stellen neue Krankheitsbilder (z. B. Aids, Vogelgrippe) neue Herausforderungen an die medizinische und naturwissenschaftliche Forschung. Bemerkenswert sind schließlich die Fortschritte in der Robotertechnik (Autoproduktion) und im computergesteuerten Dienstleistungssektor (z. B. Bankautomaten, Verkehrstickets). Hierdurch wurde die Waren- und Dienstleistungsproduktion zunehmend kapitalintensiver. Die Rationalisierung hat in vielen Wirtschaftssektoren Arbeitskräfte freigesetzt, die in neue Berufe oder andere Wirtschaftszweige und -regionen wechseln mussten, was zeitweilig erhebliche Reibungsverluste (zunehmende Arbeitslosigkeit) verursachte. Parallel zu den technischen Entwicklungen wuchs in den Unternehmen die Einsicht, dass die ökonomischen und sozialen Probleme in dynamischen Gesellschaften besser durch dezentrale Netzwerkstrategien als durch zentralisierte Herrschaftspyramiden gelöst werden können.

Die Phase intensiver technischer und organisatorischer Neuerungen war begleitet von bemerkenswerten ordnungspolitischen Veränderungen: In Westeuropa begann 1992 mit der Initiative „Binnenmarkt Europa“ eine erstaunliche Öffnung der nationalen Volkswirtschaften, die lange Zeit durch mehr oder weniger stringente Schutzregeln voneinander abgeschottet waren. Die vier Grundfreiheiten – Freizügigkeit für Waren, Dienstleistungen, Arbeitnehmer und Kapital – durch Abbau grenzüberschreitender Regulierungen zu verwirklichen hat die Voraussetzungen geschaffen für die angestrebte Währungsunion in Europa; sie wurde 1999 von zwölf Mitgliedern der Europäischen Union nach intensiver Konvergenzprüfung etabliert. Wiederum parallel zu den ordnungspolitischen Integrationsbemühungen der westlichen Länder Europas brachen seit 1989 die Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme der osteuropäischen Zentralplanwirtschaften zusammen. Der Mauerfall und die Transformation der Wirtschafts- und Gesellschaftsordnungen haben durch die

Grenzöffnungen erneut massive Impulse für die Integration von Märkten in Europa ausgelöst: Die Einkommens- (bzw. Lohn-) und Wohlstandsunterschiede zwischen Ost- und Westeuropa haben nicht nur die internationalen Güterströme drastisch verändert, sondern auch bemerkenswerte Wanderungsprozesse von Arbeitskräften und Kapital initiiert.

Die gleichzeitigen, völlig verschiedenartigen Prozessimpulse haben die Länder zusammenrücken lassen und Faktor- und Gütermärkte in Europa (und darüber hinaus) integriert. Diese und andere markante Ereignisse und Entwicklungen haben viele Menschen – und auch Politiker – zunehmend verunsichert, die Zukunftsangst hat signifikant zugenommen und vermeintlich sogar das Konsum-, Spar- und Investitionsverhalten der Menschen in Deutschland verändert. All dies wird sehr häufig mit dem vagen Begriff „Globalisierung“ bezeichnet, die als vermeintliche Ursache von beobachtbaren, als negativ empfundenen Phänomenen gilt:

- Zunahme von Ausländerarbeit im Inland als Ursache für steigende Arbeitslosigkeit von Inländern („Ausländer nehmen Deutschen die Arbeit weg“);
- Zunahme des Kapitalexports als Ursache der Arbeitsplatzreduktion im Inland („Kapitalisten als vaterlandslose Gesellen exportieren Arbeitsplätze“);
- Zunahme des internationalen Kapitalverkehrs als Ursache für Unternehmensinsolvenzen und Arbeitsplatzabbau („*Private-equity*-Gesellschaften fallen als Heuschrecken über nationale Unternehmen her, plündern sie aus und ziehen weiter“);
- Zunahme von Wohnsitzverlagerungen von einkommens- und vermögensstarken Bevölkerungsschichten ins Ausland als Ursache von Haushaltsproblemen des Staates („undankbare Steuerflüchtlinge“);
- Zunahme ausländischer (und inländischer) Schwarzarbeit als Ursache des Zusammenbruchs von inländischen Sozialinstitutionen.

Sind diese beispielhaften Argumente zutreffend oder verdecken sie eine adäquate Ursachenanalyse, die möglicherweise ganz andere Politikfehler, die in der Vergangenheit begangen wurden, aufzeigen würde? Was bedeutet die teilweise sehr heftig bekämpfte „Globalisierung“? Ist sie tatsächlich schädlich für Deutschland und andere Volkswirtschaften?

Welche ökonomischen Konsequenzen hat die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland, was sind ihre Ursachen und welcher Zusammenhang besteht zur Globalisierung der Wirtschaft? Welche ökonomischen und gesellschaftlichen Konsequenzen resultieren daraus für eine kleine Volkswirtschaft im Herzen Europas? Welche politischen Strategien sind geeignet, um die Zukunftsängste der Menschen zu reduzieren und die Chancen der kritisierten Entwicklung für entwickelte und weniger entwickelte Volkswirtschaften besser zu verdeutlichen?

Globalisierung: Fluch oder Segen für Volkswirtschaften?

Der Begriff „Globalisierung“ ist sehr vieldeutig und wird auch so verwendet; er ist wenig präzise und eignet sich deshalb hervorragend für ideologische Auseinandersetzungen; er ist zudem bestens geeignet, um Ängste zu schüren und immer vorhandene Zukunftsängste zu vergrößern. Gerade und insbesondere NichtökonomInnen verwenden den Begriff häufig und undifferenziert; sie interpretieren Globalisierung als eine absurde und surreale

Angelegenheit, die außerhalb einer Kontrolle durch Vernunft und ohne Berücksichtigung ästhetischer und moralischer Argumente stattfindet. Jürgen Siebke hat 1997 in seiner Antrittsvorlesung als Rektor der Universität Heidelberg darauf verwiesen, dass die verantwortliche Organisatorin der X. Documenta in Kassel, Catherine David, allein im Vorwort des Kurzführers zum Ausstellungskatalog acht Mal den Begriff Globalisierung ohne Interpretation als Kampfbegriff verwendet.¹

Der Begriff Globalisierung wird seit mehr als zwei Jahrzehnten in verschiedenen Lebensbereichen für verschiedene Phänomene verwendet:

- Im gesellschaftlichen Bereich wird Globalisierung insbesondere als Konsequenz von *global village* interpretiert: Berührung, Interpretation oder Konfrontation von unterschiedlichen Lebensentwürfen, die aus verschiedenen Religionen und Kulturen resultieren.
- In einzel- oder betriebswirtschaftlicher Sicht wird Globalisierung interpretiert als überregionale oder besonders internationale bzw. weltweite Aktivitäten (*global pricing*) einzelner Unternehmen (*global player*), die im Vergleich zu regional oder national agierenden Unternehmen andere Handlungsmöglichkeiten haben.
- Globalisierung in gesamtwirtschaftlicher Interpretation, wie sie hier betont wird, bedeutet schlicht internationale Wirtschaftsbeziehungen, also weltweite (oder auch grenzüberschreitende regionale) Integration bzw. Vernetzung ökonomischer Aktivitäten.

Diese internationale Vernetzung ökonomischer Prozesse resultiert aus den hinreichend bekannten wohlstandsfördernden Effekten einer internationalen Arbeitsteilung. Das haben Adam Smith 1776 und David Ricardo 1817 bereits frühzeitig nachgewiesen: Außenhandel – und damit Öffnung der nationalen Märkte – ist vorteilhaft für *alle* daran beteiligten Länder, wenn sie sich auf die Produktion jener Waren und Dienstleistungen spezialisieren, bei denen sie komparative Kostenvorteile haben. Insofern können auch jene (unterentwickelten) Länder durch Produktionsspezialisierung positive Wohlfahrtseffekte realisieren, die bei allen international handelbaren Gütern absolute Produktionskostennachteile gegenüber anderen Ländern haben.

In diesem Sinne ist Globalisierung ein altes, lange bekanntes Phänomen, das seit Mitte des 19. Jahrhunderts in einem nahezu stetigen Prozess den Wohlstand der beteiligten Länder ansteigen ließ. Einzelne Ereignisse – zumeist technische bzw. organisatorische Neuerungen wie z. B. 1869 die Fertigstellung des Suez-Kanals und der Union Pacific-Eisenbahn – hatten dabei damals eine ähnliche Impulskraft für die Integration wie die eingangs erwähnten Neuerungen in den vergangenen 20 Jahren. Weltmärkte sind also systematisch als Folge der einzelwirtschaftlich motivierten Suche nach kostengünstigen Produktionsstandorten entstanden, wodurch die gesellschaftliche Wohlfahrt für alle beteiligten Länder gestiegen ist. Dieser Prozess hin zu einer länderübergreifenden optimalen Faktorkombination wurde immer dann sehr abrupt unterbrochen, wenn durch politische Schocks (Erster und Zweiter Weltkrieg) die ökonomischen Gesetzmäßigkeiten von Standortentscheidungen außer Kraft gesetzt waren.

¹ Vgl. Siebke (1997).

Haben sich in jüngster Vergangenheit dramatische Veränderungen der weltweiten Integrationsprozesse ergeben, die die häufig geäußerten Ängste der Globalisierungsgegner begründen könnten? Diese Frage seriös zu beantworten setzt voraus zu klären, worauf sich Globalisierungsprozesse beziehen und wie sie sich empirisch erfassen lassen.

Weltwirtschaftliche Integrationsprozesse betreffen einerseits den internationalen Handel mit Gütern, also den Austausch von Waren und Dienstleistungen zwischen verschiedenen Volkswirtschaften. Er wird in den Handels- und Dienstleistungsbilanzen, die den Kern der Leistungsbilanz eines Landes ausmachen, relativ gut empirisch erfasst. Andererseits wird grenzüberschreitend auch Vermögen übertragen, was teilweise in der Kapitalbilanz verbucht wird. Neben Kapital, also Finanz- und Realvermögen, wandern auch Arbeitskräfte, was ökonomisch als Übertragung von Humanvermögen zu interpretieren ist. Den Ex- und Import von Humanvermögen zu erfassen ist schwierig; immerhin existieren Wanderungsbilanzen zwischen den Regionen und Ländern, die auch grobe Aussagen über die Qualität der Arbeitskräftewanderungen (einfache bzw. hoch qualifizierte Arbeit) erlauben.

Die grenzüberschreitenden Warenströme in den vergangenen 160 Jahren belegen eindrucksvoll, dass in der jüngeren Vergangenheit kein dramatischer Globalisierungsschub stattgefunden hat. Die weltweiten Exporte, gemessen als prozentualer Anteil am Weltsozialprodukt, betragen schon 1850 fünf Prozent. Sie stiegen bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges auf immerhin zwölf Prozent. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges war der Anteil 1950 auf sieben Prozent gesunken. Erst 1973 konnte das Austauschvolumen der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg wieder erreicht werden. Bis Mitte der 1990er Jahre stieg es auf 19 Prozent, bis 2003 auf 25 Prozent an. Dieser Indikator belegt eindrucksvoll, dass zwischen den beiden Weltkriegen erhebliche Desintegrationsprozesse mit hohen Wohlstandsverlusten für alle beteiligten Länder stattfanden, die nur langsam wieder wettgemacht wurden. Der Anteil Deutschlands am globalen Warenhandel stieg zwischen 1960 und 2004 bei den Exporten von 10 auf 10,1 Prozent, beim Import sank er sogar von 8,4 auf 8 Prozent.²

Ein anderer Indikator versucht den Offenheitsgrad von Volkswirtschaften am prozentualen Anteil des Durchschnitts von aggregierten Export- und Importvolumen am Bruttoinlands- bzw. Bruttosozialprodukt zu messen. Auch dieser Indikator hat sich in den vergangenen knapp 100 Jahren nicht dramatisch verändert, wie die Zahlen in Tabelle 1 belegen.³

	1913	1990	2004
Großbritannien	30 %	21 %	26 %
USA	4 %	7 %	12 %
Deutschland	20 %	23 %	35 %

Tabelle 1: Offenheitsgrad von Volkswirtschaften

Bemerkenswert ist der Rückgang des Indikators für Großbritannien, was aus dem Zusammenbruch des Kolonialsystems resultierte; der niedrige Indikatorwert für die USA belegt den hohen Autarkiegrad einer großen kontinentalen Volkswirtschaft.

Ein etwas anderes Bild zeigt sich bei der Analyse der Kapitalbewegungen: In der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg haben die internationalen Transfers von Finanzvermögen

² Vgl. Institut der Deutschen Wirtschaft (2006: 138).

³ Vgl. Siebke (1997), United Nations (2005) sowie Krugmann (1995).

recht deutlich zugenommen. Ursache dafür sind die in nahezu allen Ländern drastisch gestiegenen Staatsschulden, die verbriefelt und bei unterschiedlich hohen Zinssätzen auf den Finanzmärkten gehandelt werden. Die Deregulierung der Finanzmärkte z. B. in Europa hat den internationalen Handel mit Finanzaktiva gefördert.⁴ Gleichzeitig sind die anlagensuchenden Ersparnisse systematisch angestiegen, so dass rendite- und risikoorientierte Portfolioentscheidungen zunehmend auch Auslandsanlagen ins Kalkül ziehen. Dass die Zunahme der privaten internationalen Finanzströme allerdings keine Einbahnstraße ist, zeigte der Börsencrash von 2000/2001: Das Volumen der Finanztransaktionen ging bis 2003 um mehr als die Hälfte zurück und hat erst mit dem neuerlichen Kursanstieg der Börsen wieder zugelegt.

Bei den Direktinvestitionen, also Gründung oder Erwerb von Auslandsunternehmen bzw. einer Beteiligung daran, gab es zwar in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts einen deutlichen Anstieg; seit der Jahrhundertwende ist hingegen ein deutlicher Rückgang der grenzüberschreitenden Neuanlagen zu verzeichnen. Auch in dieser Hinsicht existiert kein spezifischer Integrationsboom, der den Ruf nach außenhandelspolitischer Kontrolle und Marktschließungen rechtfertigen könnte.

Bereits diese wenigen angeführten Daten belegen eindrucksvoll, dass bislang keine dramatische Globalisierung der Güter- und Kapitalströme in der Welt stattgefunden hat, wie es die Aktionen einiger politischer Interessengruppen (z. B. Attac) publikumswirksam suggerieren. Zu prognostizieren ist vielmehr, dass die Arbeitskräfte- und Kapitalwanderungen mit dem Ziel einer weltweit verbesserten Faktorallokation auch und gerade zum Nutzen der weniger oder noch nicht industriell entwickelten Länder weiter zunehmen werden.

Ängste vor den ökonomischen Folgen von internationalen Integrationsprozessen sind somit unbegründet, solange alle Länder an den Wohlstandseffekten der Integration partizipieren und der Integrationsprozess wettbewerblich gestaltet ist. Gleichwohl ist der weltweite Integrationsprozess durch strukturelle Besonderheiten geprägt, die vor allem auch jene industrialisierten Länder betreffen, die sich in der Übergangsphase zur Dienstleistungsgesellschaft befinden. Mindestens sieben Aspekte der Globalisierung sind zu beachten, wenn Fehlprognosen über ihre Wirkungen vermieden werden sollen.

Erstens wird ein recht großer Teil des Welthandels nicht mehr wie früher, also in Zeiten agrarisch oder vorindustriell geprägter Volkswirtschaften, durch solche komparativen Kostenvorteile bestimmt, die ein Land aufgrund natürlicher Gegebenheiten, wie z. B. Klima oder Bodenschätze, hat. Für entwickelte Volkswirtschaften entstehen komparative Kostenvorteile durch die Fähigkeitspotenziale der Menschen. Die Qualität des Humanvermögens verschafft diesen Ländern zeitweilige Produktionsvorteile für innovative Güter und Verfahren, die im wettbewerblichen Imitationsprozess wieder abgebaut werden.

Zweitens ist die Güterproduktion weitgehend standardisiert; sie kann mit einfacher Arbeit und Kapital kostengünstiger in Schwellenländern durchgeführt werden. Die Industrieländer importieren die Güter; die Schwellenländer erreichen dadurch häufig den *take-off* zu nachhaltiger Entwicklung. Diesen positiven Effekten, die politisch ja immer wieder für die ärmeren Länder postuliert werden, stehen erhebliche Strukturanpassungsprobleme in den entwickelten Ländern gegenüber: Hier schrumpfen industriell produzierende Branchen (z. B. Textilindustrie, Automobilbranche) und es werden Arbeitskräfte freigesetzt. Sie

⁴ Vgl. Thieme und Vollmer (1990: 47-71).

müssen ihre Fähigkeitspotenziale erneuern, wodurch hohe individuelle Anpassungskosten entstehen. Unter diesem Aspekt begünstigt Globalisierung die weniger entwickelten Länder und belastet die Individuen jener Länder, die den beschleunigten Anpassungsprozessen ausgesetzt sind.

Drittens – eng damit zusammenhängend – ist zu beobachten, dass Produktionsvorgänge zerlegbar sind und räumlich aufgespaltet werden können. Die einzelnen Produktionsabschnitte werden nach Kostenaspekten auf völlig verschiedene Räume verteilt, was durch die relativ gesunkenen Transportkosten möglich geworden ist. Ähnlich wie die Industrialisierung selbst (z. B. manuelle Fertigung, Fließbandarbeit, Robotertechnik) ist auch diese Produktionszerlegung kein abrupter Vorgang, sondern ein Prozess, in dem leistungsfähige Unternehmen Anpassungsstrategien entwickeln und umsetzen können.

Viertens verkennen Globalisierungsgegner, dass die Unternehmen bei ihren Standortentscheidungen in offenen Volkswirtschaften keineswegs die niedrigsten Löhne und Steuern, die geringsten Umweltauflagen oder karge Sozialstandards präferieren. Entscheidungsrelevant sind vielmehr *Relationen* zwischen Löhnen und Qualifikationen bzw. Arbeitsproduktivität, zwischen Sozialleistungen und dem Ausmaß des sozialen Friedens, zwischen Steuern und sozialen Transferleistungen. Viele derjenigen Unternehmen, die diese Entscheidungsregeln missachtet und Produktionsstätten ins Ausland verlagert haben, sind längst – unter Inkaufnahme von Verlusten – wieder nach Deutschland zurückgekehrt.

Fünftens darf nicht übersehen werden, dass die in den 1980er Jahren zumindest in Westeuropa begonnenen Deregulierungen von nationalen Marktschließungen eine Entwicklung einleiteten, die durch den (einmaligen) Schock der Transformation ehemals sozialistischer Planwirtschaften massiv beschleunigt wurde. Die abrupte Veränderung von Standortqualitäten initiierte einen dynamischen Wettbewerbsschub, der in Deutschland wegen der in den vergangenen 30 Jahren nur zögerlichen Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen nunmehr als dramatische Standortbedrohung empfunden wird.

Sechstens – und dies wiegt besonders schwer – übersehen Globalisierungsgegner, dass die Öffnung der Volkswirtschaften (für alle) und die Integration der Märkte gerade den noch nicht industrialisierten Ländern erhebliche Entwicklungschancen bieten; sie können sich aus eigener Kraft erfolgreich entwickeln, ohne auf die – wie Almosen anmutende – staatliche Entwicklungshilfe der Industrieländer angewiesen zu sein, die in der Vergangenheit kaum Effekte hatte. Die Industrialisierung und Wohlstandsmehrung in diesen Ländern begründet auch keineswegs den Niedergang der Industrienationen, sofern sie erforderliche Strukturanpassungen zügig vollziehen und nicht – wie in der Vergangenheit häufig – durch Strukturhaltungssubventionen verzögern oder ganz verhindern.

Siebtens schließlich sorgen die mit der Globalisierung tatsächlich verknüpften Wanderungen von Kapital und Arbeitskräften (und deren Familien) nicht nur längerfristig für Einkommensarbitrage. Sie ermöglichen damit auch, dass die für viele Menschen bedrohlich wirkenden demographischen Defizite reduziert und die daraus resultierenden Gefahren für Sozialinstitutionen gemindert werden, und zwar ohne staatliche Regulierung.

Demographische Entwicklung: Untergang von Nationen oder weltweite Konsolidierung?

In ähnlicher Weise wie mit der Globalisierung wird auch mit dem Phänomen der demographischen Entwicklung wenig sorgfältig umgegangen. Hinzu kommt, dass – trotz frühzeitiger Warnungen von Seiten der Wissenschaft⁵ – die (drohenden) Probleme erst in der jüngeren Vergangenheit vermehrt Aufmerksamkeit finden.

Der empirische Befund

Betrachtet man zunächst die Entwicklung für die Bundesrepublik Deutschland (siehe Abb. 1 bis 3), so befinden wir uns auf der einen Seite in einem demographischen Schrumpfungsprozess, auf der anderen aber auch in einem Prozess des demographischen Wandels: Niedrigere Geburtenraten und eine stetig wachsende Lebenserwartung führen zu einer unaufhaltsamen Alterung in Deutschland. Diese Prozesse lassen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit prognostizieren, da die Weichenstellungen bereits weit im Voraus erfolgen und dann nur noch sehr begrenzt – insbesondere auch durch die Wirtschaftspolitik – zu beeinflussen oder gar umzukehren sind.

Seit etwa 30 Jahren liegt die deutsche Geburtenrate bei etwa 1,4 Kindern pro Frau – mit der Folge, dass in jeder Generation etwa ein Drittel der Kinder fehlt, um eine Vorgängergeneration zu ersetzen. Bei plausiblen Annahmen hinsichtlich der Zuwanderung⁶ wird die Zahl der Einwohner in knapp zehn Jahren ihren Höchststand überschritten haben und danach bis 2050 um circa zehn Prozent abnehmen. Gleichzeitig nimmt die Lebenserwartung stetig zu. Einer schrumpfenden Zahl junger Menschen steht somit eine immer größere Zahl Älterer gegenüber. Während im Jahre 2001 jeder vierte Einwohner in Deutschland älter als 60 Jahre war, fällt 2050 etwa jeder dritte Einwohner in diese Altersklasse. Neben gesellschaftspolitischen Aspekten wie den Beziehungen zwischen Generationen werden Probleme auf den Arbeitsmärkten, bei der Integration von Zuwanderern sowie notwendige Anpassungen der gesetzlichen Renten-, Kranken- und Pflegeversicherungen entstehen oder sich verschärfen.⁷

Weitet man die Betrachtung auf die Europäische Union aus, so zeigt sich – was die Bevölkerungsentwicklung betrifft (siehe Abb. 4) – bereits ein deutlich differenziertes Bild. Für zahlreiche westeuropäische Länder werden bis 2025 zunehmende Bevölkerungszahlen erwartet. Dies gilt auch für die im Jahre 2004 neu beigetretenen Mitgliedsländer Malta und Zypern. Mit einer schrumpfenden Zahl an Einwohnern wird demgegenüber – neben Deutschland – insbesondere in den neuen Beitrittsländern aus Mittel- und Osteuropa gerechnet. Die vormaligen kommunistischen Länder hatten zuletzt die weltweit niedrigsten Geburtenraten. Diese bedrohliche demographische Entwicklung wird in einigen dieser Länder noch durch die Abwanderung verschärft.⁸ Die Altersstruktur ist in den europäischen

⁵ Vgl. hierzu exemplarisch: Mackensen *et al.* (1984).

⁶ Hierbei betrachtet man in der Regel die „mittlere Variante“, bei der ein Wanderungssaldo der ausländischen Bevölkerung von jährlich 200.000 Personen ab dem Jahr 2000 unterstellt wird. Vergleiche zu den verschiedenen Szenarien: Statistisches Bundesamt (2004).

⁷ Vgl. hierzu etwa: Enquete-Kommission „demografischer Wandel“ Deutscher Bundestag (2003).

⁸ Vgl. Dickmann (2004).

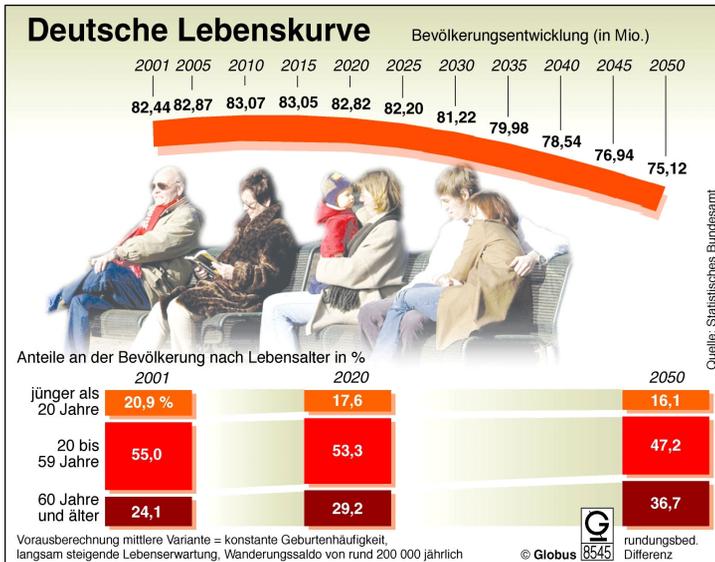


Abb. 1

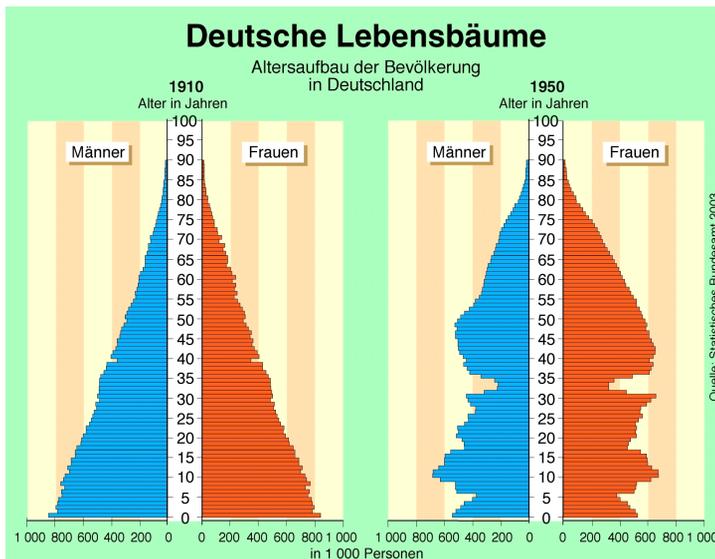


Abb. 2

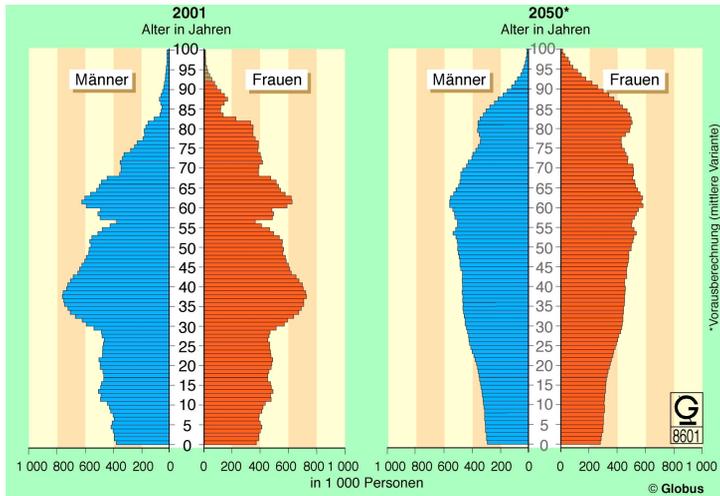


Abb. 3

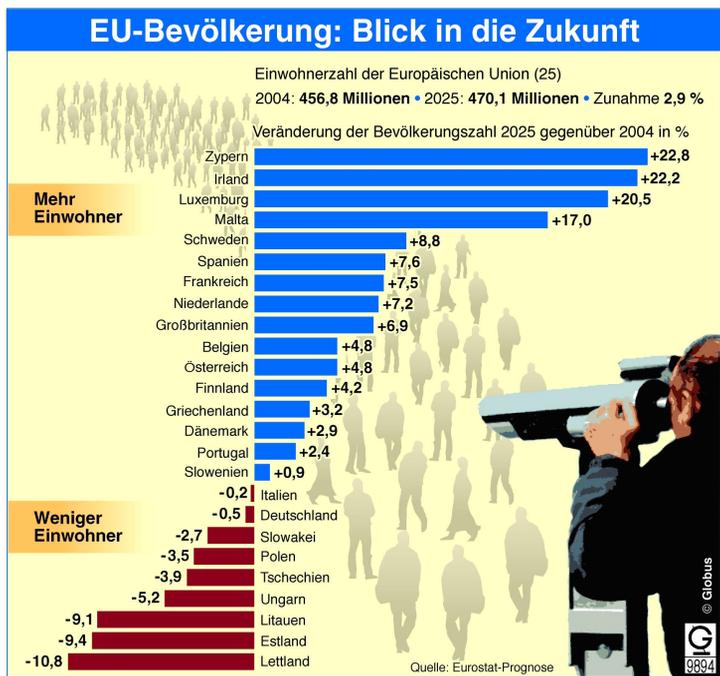


Abb. 4

Ländern sehr ähnlich. Der Anteil der Älteren an der Gesamtbevölkerung wird in allen Mitgliedsländern der Europäischen Union erheblich ansteigen (siehe Abb. 5).

Wendet man sich abschließend einer globalen, weltweiten Betrachtung zu, so sieht man, dass Europa der einzige Kontinent ist, von dem längerfristig eine schrumpfende Bevölkerungsentwicklung erwartet wird (siehe Abb. 6). Für alle anderen Kontinente rechnet man hingegen mit einem – zum Teil rapiden – Bevölkerungswachstum. Im Gegensatz zum globalen Trend der Alterung entwickelt sich die Altersstruktur in Asien besonders günstig (siehe Abb. 7). Dort ist der Anteil der Jugendlichen an der Bevölkerung sehr hoch. Doch auch hier gibt es durchaus unterschiedliche Entwicklungen. Von den großen Ländern Asiens ist z. B. in Indien über die Hälfte der Bevölkerung unter 25 Jahre alt, und nur fünf Prozent sind im Rentenalter. Völlig anders sieht es hingegen in China aus, dem schon bald eine ähnliche Überalterung droht wie Europa.⁹ Japan hat sogar gerade Italien als weltälteste Nation mit 21 Prozent der Bevölkerung im Rentenalter abgelöst. Außerdem sank die Bevölkerungszahl von April 2005 bis März 2006 erstmals seit dem Zweiten Weltkrieg.¹⁰ Insgesamt folgt aus diesem Überblick, dass man sehr genau zwischen nationaler, regionaler (kontinentaler) und globaler (weltweiter) Entwicklung von Bevölkerung und Altersstrukturen unterscheiden muss.

Ursachen und Konsequenzen

Diese diagnostizierte demographische Entwicklung in den Industrieländern hat unterschiedliche Ursachen,¹¹ die nicht unbekannt waren. Insofern war auch die Entwicklung spätestens seit den 1960er Jahren relativ gut prognostizierbar. Ähnlich wie bei der wirtschaftlichen Globalisierung sind die demographischen Veränderungen also keineswegs als dramatische Schocks unvorhersehbar auf die spätindustrielle Gesellschaft getroffen.

Zentrale Ursache der demographischen Entwicklung ist das veränderte regenerative Verhalten der Menschen in Wohlstandsgesellschaften: Der Übergang von der Agrar- zur Industrie- und später Dienstleistungsgesellschaft hat auch die Lebensformen drastisch beeinflusst. Es sind mit zunehmendem Wohlstand unterschiedliche Sozialinstitutionen, wie z. B. Lebensversicherungen, betriebliche Pensionsfonds, Seniorenheime und die organisierte Altenpflege entstanden. Diese sorgfältig organisierbare Vorsorge gegen die Risiken des Alterns rückte immer mehr an die Stelle von Kindern, die in den weniger entwickelten Ländern noch heute im Familienverbund alte und kranke Familienmitglieder betreuen. In ähnlicher Weise sorgten staatliche oder private Renten- und Pensionssysteme dafür, dass – ökonomisch argumentiert – die Investitionen in Kinder weniger dringlich erschienen. Die Entstehung von sozialen Institutionen ist somit ein wichtiger Grund für die Lockerung oder gar Auflösung von (Groß-)Familien und deren Verbände. Diese Tendenz ist selbst in solchen Ländern beobachtbar, die traditionell durch starke Familienbande mit intensivem Kinderbezug geprägt waren, wie z. B. in Italien.

Parallel hierzu und nicht weniger wichtig für das regenerative Verhalten waren die diversen Möglichkeiten individueller Geburtenkontrolle, die die Geburtenhäufigkeit drastisch sinken ließen („Pillenknicke“). Die hierdurch entstandenen Einflüsse auf die individuelle

⁹ Vgl. *Handelsblatt* (2005).

¹⁰ Vgl. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (2006).

¹¹ Vgl. zu den Ursachen etwa: Sinn (2005).

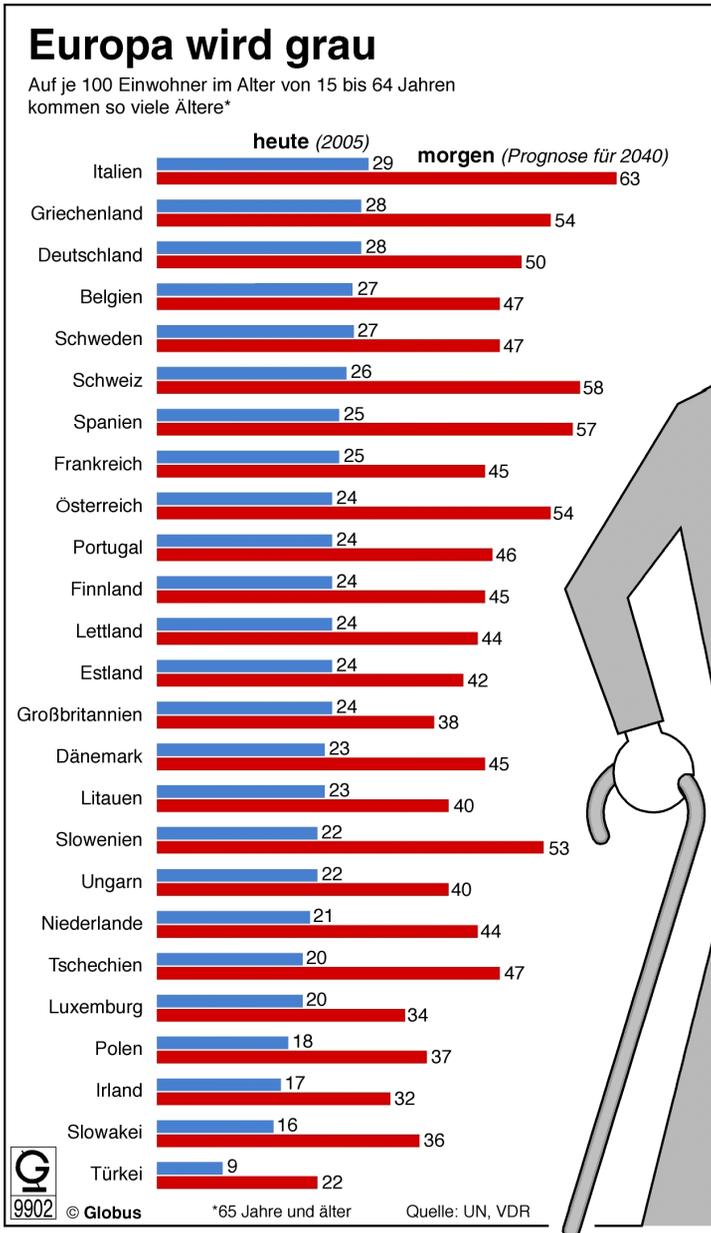


Abb. 5

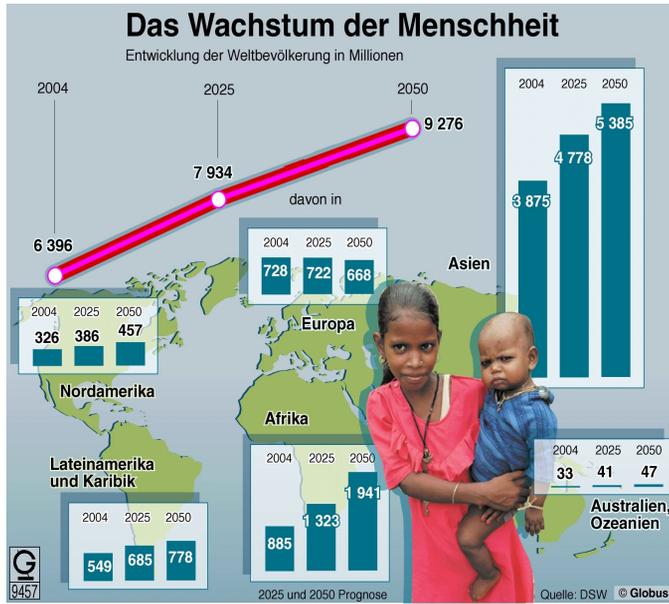


Abb. 6

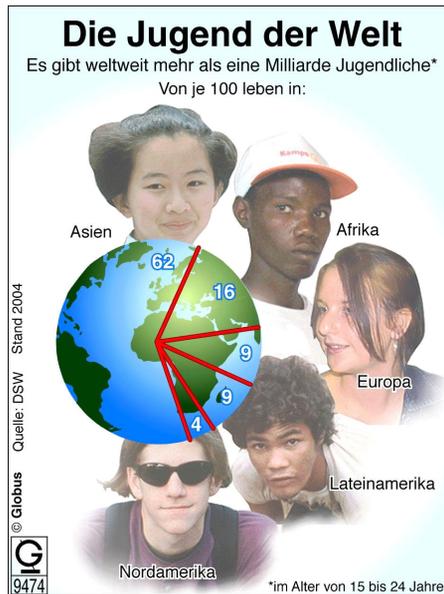


Abb. 7

Moral und die ethische Basis menschlichen Verhaltens haben die Bedeutung tradierter Institutionen (Ehe, Familie, Religion usw.) radikal verändert. Möglicherweise ist dadurch auch die Bereitschaft gesunken, dauerhafte Beziehungen einzugehen und Verantwortung für Kinder zu übernehmen. Die zeitweilige signifikante Reduktion der Ehequote und der Anstieg von Einpersonenhaushalten sind ein deutlicher Beleg hierfür (in einzelnen deutschen Großstädten leben mehr als die Hälfte der Personen in Singlehaushalten). Neue Informations- und Kommunikationstechniken haben die Lebensformen und die Kontaktsuche verändert und das Eingehen kurzfristiger Beziehungen erleichtert.

Zu beachten ist schließlich auch die ebenfalls in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts in verschiedenen Bereichen spürbar und erfolgreich einsetzende Emanzipationsbewegung der Frauen. Die traditionellen Musterrollen von Mutter und Hausfrau ohne eigenes Einkommen – und insoweit abhängig vom Ehepartner – wurden von immer mehr Frauen als unbefriedigend empfunden. Der beruflichen Qualifizierung und dem Streben nach eigenem Einkommen bis hin zu systematischen Karriereplanungen wurden nicht selten Kinderwünsche untergeordnet. Die Entscheidung vieler Frauen für eine qualifizierte Erwerbstätigkeit wurde häufig deshalb zur Entscheidung gegen Kinder, weil die Möglichkeiten zur gleichzeitigen Verwirklichung beider Ziele in vielen freiheitlichen Demokratien erst in jüngster Vergangenheit entdeckt und ansatzweise systematisch geschaffen werden. Ob und inwieweit auf diese Weise notwendige Institutionen wie Ganztagskindergärten, Tagesmütter, Ganztagschulen mit Betreuung usw. in Marktwirtschaften aus privater Initiative und im Wettbewerb entstehen oder – wie in den ehemals sozialistischen Ländern – auch und insbesondere als politische Erziehungsinstrumente genutzt werden, bleibt abzuwarten. Gefahren in dieser Richtung bestehen auch in Deutschland durchaus, weil der Staat traditionell massiv in die zwischenmenschlichen Beziehungen (z. B. Ehe und Ehescheidungsrecht und deren finanzielle Konsequenzen für einzelne Elternteile) sowie in das gesamte Bildungs- und Ausbildungssystem durch Interventionen eingegriffen hat. Auch diese ordnungspolitisch gesetzten Rahmenbedingungen waren keineswegs geeignet, eine kinderreiche Wohlstandsgesellschaft zu fördern.

Diese (und sicherlich andere) Faktoren haben die individuellen Entscheidungen der Menschen in einer freien Gesellschaft geprägt. Ihr Ergebnis sind in einigen hoch entwickelten, reichen Volkswirtschaften neue Lebensformen, rückläufige Geburtenzahlen, eine starke Zunahme der durchschnittlichen Lebenserwartung und somit die demographische Entwicklung, wie sie empirisch belegt wurde.

Der Rückgang der Bevölkerung und die veränderte Altersstruktur – wie sie etwa in der Bundesrepublik Deutschland zu beobachten sind – haben sowohl Niveaueffekte als auch strukturelle Verlagerungen zur Folge.¹² Die Reduktion des Erwerbspersonenpotenzials, also des Produktionsfaktors Arbeit, kann zu einem sinkenden Trendwachstum führen. Verstärkt wird dieser Effekt noch durch die veränderte Altersstruktur. Durch den zunehmenden Anteil Alter an der Bevölkerung wird die Innovationsfähigkeit, Flexibilität, Mobilität und Reformfreudigkeit eher abnehmen. Wirtschaft und Gesellschaft werden insgesamt weniger dynamisch sein, was die Produktivität reduziert. Hinzu kommt eine veränderte Konsumnachfrage, wodurch z. B. der Gesundheits- bzw. Wellnessbereich zu einer Wachstumsbranche werden könnte. Dies könnte ebenfalls für die Bereiche Alten-

¹² Siehe zu den Folgen ausführlich etwa: Schmidt (2000) und Sinn (2005).

pflege, Wohnanlagen und Urlaub gelten. Im Bildungssektor wird der Neubau von Schulen und Hochschulen an Bedeutung verlieren, während die Erwachsenenbildung ein größeres Gewicht einnehmen wird. Sinkende Einkommen könnten aber auch zu einem insgesamt geringeren Konsum und zu einem Rückgang des Steueraufkommens führen. Der Alterungsprozess bedeutet darüber hinaus eine besondere Herausforderung für die Finanzierung des Gesundheits- und Rentensystems, so dass über neue Lösungsmöglichkeiten (etwa Kapitaldeckung) nachgedacht werden muss. Hierzu gehört auch, dass längere Lebenszeiten mit längeren Arbeitszeiten einhergehen.

Bevölkerungspolitische Alternativen

Die Lösung demographisch bedingter Probleme ist wiederum eng mit der Einstellung zur Globalisierung verbunden. Abhängig davon, ob man weltweite Integrationsprozesse als etwas Bedrohliches oder aber als den Ursprung von Wohlstandsgewinnen betrachtet, stehen alternative Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung. Globalisierungsgegner wollen die zunehmende Integration in aller Regel wieder umkehren, indem sie die Güter- und Faktormärkte durch die Wiedereinführung handelsbeschränkender Maßnahmen separieren. Im Extremfall würde dies einen Rückschritt auf die Autarkiesituation bedeuten. Dies heißt aber zugleich auch – und hier sind sich fast alle Ökonomen einig –, dass das erreichte Wohlstandsniveau aufgrund reduzierter internationaler Arbeitsteilung sinken würde. Sinkende Einkommen und fehlende Wanderungsbewegungen der Faktoren Arbeit und Kapital beschränken die Lösung demographischer Probleme allerdings auf nationale (wirtschafts-)politische Maßnahmen. Vor dem Hintergrund der aktuellen Situation und der bisherigen Lösungsversuche erscheint es jedoch vollkommen ausgeschlossen, dass demographisch bedingte Probleme wie die Alterssicherung im nationalstaatlichen Alleingang gelöst werden können. Vielmehr ist damit zu rechnen, dass desintegrationsbedingte Einkommensenkungen (freiwillige) Kinderwünsche noch unrealistischer erscheinen lassen.

Die nicht nur von Politikern erdachte Lösung, Kinder-„Produktion“ staatlich zu organisieren und finanziell zu fördern, ist aus mehreren Gründen äußerst problematisch: Sie griffe massiv in die individuellen Entscheidungen freier Bürger ein, was nicht mit den demokratischen Ordnungsvorstellungen vereinbar wäre. Indirekte finanzielle Förderung würde die steuerliche Belastung der jungen Generationen noch stärker ausweiten. Zusammen mit den (steuerlich zu finanzierenden?) Altersvorsorgen könnten solche Mehrbelastungen der Beschäftigten „Revolutionen“ der jungen gegen die älteren Generationen auslösen. Würde sich das degenerative Verhalten in den betrachteten Wohlstandsgesellschaften nicht ändern, wäre der Untergang einzelner „Nationen“ wahrscheinlich.

Die Alternative zu einem solchen – kaum sinnvollen – nationalstaatlichen Alleingang ist die bewusste Nutzung weltwirtschaftlicher Integrationsprozesse – also der Globalisierung. Die dadurch hervorgerufenen bzw. ermöglichten Wanderungsprozesse der Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit führten dann dazu, dass nicht nur Tendenzen zur weltweiten Übervölkerung abgebaut, sondern auch demographisch bedingte Wirtschafts- und Gesellschaftskrisen in unterentwickelten Volkswirtschaften vermieden oder zumindest deutlich abgeschwächt würden. Diese Zusammenhänge veranschaulicht Übersicht 1.

Den Ausgangspunkt der Überlegungen bildet die realitätsnahe Annahme, dass entwickelte Länder mit dem Faktor Kapital, unterentwickelte Länder hingegen reichlich mit

Kapitalwanderung in unterentwickelte Länder	Arbeitskräftewanderung in entwickelte Länder
↓	↓
Einkommen und Wohlstand steigen	Arbeitskräfteknaptheit sinkt
↓	↓
Geburtenrate sinkt	Rentenbeiträge steigen
↓	↓
Tendenz zur Überbevölkerung wird reduziert	Sozialsysteme und Haushalte werden stabilisiert

Übersicht 1: Anpassungsprozesse in integrierten Volkswirtschaften

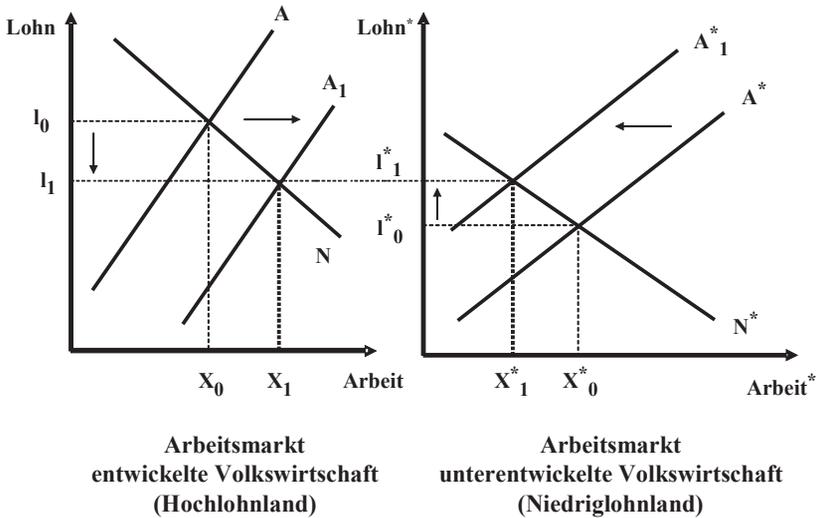


Abb. 8: Arbitrageprozesse

dem Faktor Arbeit ausgestattet sind. Werden beide Faktoren gemäß ihrer Grenzproduktivität entlohnt, ist der Zins als Preis für den Faktor Kapital – vor dem Einsetzen von Wanderbewegungen – in den entwickelten Volkswirtschaften niedrig, in den unterentwickelten Volkswirtschaften hingegen hoch. Umgekehrt verhält es sich beim Faktor Arbeit: Die unterentwickelten Länder weisen niedrige Löhne auf, die entwickelten Länder hohe. Ermöglichen Integrationsprozesse hingegen Wanderungsbewegungen, dann löst dies Arbitrageprozesse aus, die Abbildung 8 exemplarisch für den Faktor Arbeit veranschaulicht. Der Faktor Arbeit wird aus den unterentwickelten Volkswirtschaften ab- ($A \rightarrow A_1$) und in die entwickelten Volkswirtschaften zuwandern ($A^* \rightarrow A^*_1$).

Im theoretischen Grenzfall eines vollkommen homogenen Faktors Arbeit, Mobilitätskosten von null und vollkommenem Abbau aller Mobilitätshemmnisse kommt es zu einem einheitlichen Lohn in allen beteiligten Ländern ($l_1 = l^*_1$). Doch selbst wenn dieser Idealzustand in der Praxis kaum vorliegen wird, kommt es zumindest in der Tendenz zu den oben beschriebenen Arbitrageprozessen. Diese Wanderungs- und Arbitrageprozesse setzen dann wiederum die in Übersicht 1 zusammengefassten Anpassungsprozesse in Gang.

Ökonomische und gesellschaftliche Konsequenzen

Demographische Entwicklung und die als Globalisierung bezeichneten europäischen sowie weltweiten Integrationsprozesse hängen systematisch zusammen und können zum Vorteil aller Beteiligten genutzt werden. Dies haben die zuvor geschilderten Arbitrageprozesse veranschaulicht. Diese sind jedoch stets auch mit entsprechenden Anpassungsprozessen bei Produzenten und Arbeitnehmern verbunden. Selbst wenn eine Volkswirtschaft insgesamt durch diese Entwicklungen gewinnt, kann es in einzelnen Bereichen (Sektoren) zu schmerzlichen Einbußen kommen. Solche Härten werden allerdings in dem Maße an Bedeutung verlieren, wie die Anpassungsflexibilität der Volkswirtschaft zunimmt. Dies führt etwa dazu, dass arbeitslose Arbeitnehmer aus den unter ausländischen Konkurrenzdruck geratenen Sektoren in diejenigen Wachstumsbereiche wechseln, die durch den Integrationsprozess im Inland entstehen werden, weil auch das Ausland seine Märkte öffnet. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein hohes Maß an regionaler und beruflicher Mobilität. Internationale Faktorwanderungen erfordern zudem auch eine hohe Flexibilität der entsprechenden Faktorpreise. In den entwickelten Volkswirtschaften gilt dies – wie zuvor bereits in Abbildung 8 veranschaulicht – insbesondere für den Lohn. Im Einzelfall kann es allerdings auch notwendig sein, dass private, kirchliche oder staatliche Institutionen die Anpassungsprozesse temporär abfedern. Grundsätzlich sollte dies jedoch die Ausnahme bleiben. Die notwendige Anpassungsflexibilität sollte vielmehr durch dezentrale Entscheidungszentren bei drastisch reduzierter Bürokratie ermöglicht werden.

Daraus folgt, dass für Europa und insbesondere für die Bundesrepublik Deutschland eine neue Ordnungspolitik gefordert ist. Die Attraktivität von Standorten muss durch eine entsprechende Arbeitsmarkt-, Familien- und Steuerpolitik gefördert werden. Die ökonomischen Bedingungen für einzelwirtschaftliches Handeln gilt es so zu setzen, dass hoch mobile Produktionsfaktoren wie dynamische Unternehmen, qualifizierte Arbeit und Kapital nicht vertrieben, sondern angezogen werden. Durch langfristig ausgerichtete Rahmenbedingungen muss es darüber hinaus zu einer Stabilisierung der Zukunftserwartungen kommen.

Literatur

- DICKMANN, Nicola. „Ein demographisches Porträt der osteuropäischen Beitrittsländer“, *IW-trends* 1 (2004). <http://www.iwkoeln.de/data/pdf/content/trends01-04-1.pdf> (16.10.2006).
- ENQUETE-KOMMISSION „DEMOGRAFISCHER WANDEL“ DEUTSCHER BUNDESTAG (Hrsg.). „Herausforderungen unserer älter werdenden Gesellschaft an den einzelnen und die Politik“. Schlussbericht, Deutscher Bundestag, 14. Wahlperiode, Drucksache 14/8800, 23.03.2003.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung*. „Japan ist am Wendepunkt“ (07.08.2006), 9. <http://www.faz.net/s/RubEC1ACFE1EE274C81BCD3621EF555C83C/Doc~EA7ABBE03DFA64BE6BC11539439A68453~ATpl~Ecomon~Scontent.html> (16.10.2006).
- Handelsblatt*. „Hintergrund: Demographie und Globalisierung“ (08.09.2005). <http://www.handelsblatt.com/news/Default.aspx?p=200051&t=ft&b=956592> (13.11.2006).
- INSTITUT DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT. *Deutschland in Zahlen 2006*. Köln 2006.
- KRUGMANN, Paul. „Growing World Trade: Causes and Consequences“, *Brookings Papers on Economic Activity* (1995), 327-377.
- MACKENSEN, R., E. UMBACH und R. JUNG. *Leben im Jahre 2000 und danach*. Berlin 1984.
- SCHMIDT, Josef. *Die demographische Entwicklung Deutschlands – Ursachen, Folgen und politische Optionen. Gutachten für die interministerielle Arbeitsgruppe der Bayerischen Staatsregierung zu Fragen der Zuwanderungssteuerung und Zuwanderungsbegrenzung*. Bamberg 2000.
- SIEBKE, Jürgen. „Die Globalisierung der Märkte: Ein missbrauchtes Schlagwort“. Heidelberg 1997. <http://www.rzuser.uni-heidelberg.de/~it5/9710rekt.htm#siebke> (16.10.2006).
- SINN, Hans-Werner. „Demographischer Defizit – die Fakten, die Folgen, die Ursachen und die Politikimplikationen“, in: Herwig BIRG (Hrsg.). *Auswirkungen der demographischen Alterung und der Bevölkerungsschrumpfung auf Wirtschaft, Staat und Gesellschaft*. Münster 2005, 53-90.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis 2050. Ergebnisse der 10. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung“. Wiesbaden 2004. http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_bevoe.htm (16.10.2006).
- THIEME, H. Jörg und Uwe VOLLMER. „Internationale Interpretation der Finanzmärkte: Wirtschaftspolitische Herausforderungen durch liberalisierten Kapitalverkehr?“, in: Dieter CASSEL (Hrsg.). *Wirtschaftssysteme im Umbruch*. München 1990, 47-71.
- UNITED NATIONS. „Data Upload September 2005. GDP and its breakdown at current prices in US Dollars, all countries for all years“. 2005. <http://unstats.un.org/unsd/snaama/dnltransfer.asp?flD=2> (07.08.2006).

HORST DEGEN und PETER LORSCHIED

„Euro = Teuro“ – Lässt sich diese Gleichung statistisch belegen?

Am 1. Januar 2002 wurde im Rahmen der Weiterentwicklung der Europäischen Union in zwölf Mitgliedsländern für die 1999 zunächst nur als gemeinsames Buchgeld eingeführte Währung Euro auch das Bargeld auf den Euro umgestellt. Die Verbraucher verfolgten diese Währungsumstellung mit großer Skepsis. In der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* vom 17. Dezember 2001 war zu lesen, dass 85 Prozent der Deutschen einen deutlichen Preisanstieg befürchteten. Weil in der deutschen Sprache das Wortspiel so gut klingt, machte schon bald die Gleichung „Euro = Teuro“ die Runde. Viele Verbraucher meinten, schon vor und kurz nach der Euro-Einführung deutliche Preiserhöhungen wahrgenommen zu haben. Die damalige Bundesministerin für Verbraucherschutz Renate Künast veranstaltete im Frühjahr 2002 einen „Anti-Teuro-Gipfel“, um aktiv gegen die vermeintliche Preistreiberei vorzugehen.

Das Statistische Bundesamt veröffentlichte demgegenüber am 8. März 2002 eine Pressemitteilung,¹ in der eine preistreibende Wirkung der Euro-Bargeldeinführung weitgehend ausgeschlossen wurde. Auch führende Wirtschaftsforschungsinstitute (z. B. das ifo-Institut) bekräftigten diese Einschätzung. Dennoch hatte man den Eindruck, dass zwischen der amtlich berechneten moderaten Änderung der Verbraucherpreise und der von der Bevölkerung empfundenen massiven Teuerung eine immer größere Kluft entstand, die unter anderem auch für die beobachtete allgemeine Kaufzurückhaltung verantwortlich gemacht wurde.² Nicht ohne Anlass wurde „der Teuro“ zum Wort des Jahres 2002 gewählt. Das Phänomen der „gefühlten Inflation“ beschäftigte fortan die statistischen Institutionen und die statistische Forschung.³ Das Statistische Bundesamt wollte jedoch in seinen Pressemitteilungen „Sechs Monate Euro – eine Zwischenbilanz der amtlichen Statistik“ vom 2. Juli 2002 und „Ein Jahr Euro – ein Jahr Teuro?“ vom 20. Dezember 2002 diese inflationäre Wahrnehmung bei den Verbrauchern immer noch nicht bestätigen:⁴ Abgesehen von einem vorübergehenden kleinen Preisschub bei Nahrungsmitteln habe die Euro-Bargeldeinführung einen so geringen Einfluss auf den Verbraucherpreisindex ausgeübt, dass die Inflationsrate im Jahr 2002 sogar unter derjenigen des Vorjahres läge. Was mag in jenen Jahren der Grund dafür gewesen sein, dass die amtliche Statistik nicht aufhörte zu betonen, die Inflationsraten seien durch die Euro-Umstellung kaum gestiegen, während in der

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (08.03.2002).

² Vgl. Westerhoff (2004).

³ Vgl. Buchwald *et al.* (2002) sowie Chlumsky und Engelhardt (2002).

⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (02.07.2002) und Statistisches Bundesamt (20.12.2002).

Bevölkerung und in den Medien unaufhörlich von massiven Preissteigerungen die Rede war?

Um diesen Widerspruch zu erklären, stellte Prof. Dr. Hans Wolfgang Brachinger von der Universität de Fribourg (Schweiz) seit Herbst 2004 zunächst in der *Neuen Zürcher Zeitung*⁵ und auf mehreren statistischen Kongressen,⁶ dann in der Festschrift zum 65. Geburtstag von Bernd Schips⁷ und im September 2005 in der Monatszeitschrift des Statistischen Bundesamtes *Wirtschaft und Statistik*⁸ ein Konzept für die Berechnung eines „Index der wahrgenommenen Inflation“ für Deutschland vor. Brachingers Vermutung, der amtliche Verbraucherpreisindex messe etwas anderes „als das, wofür sich die breite Öffentlichkeit interessiert“⁹, führt zu der Frage, ob künftig neben den herkömmlichen Verbraucherpreisindizes weitere preisstatistische Instrumente erforderlich sein werden.

Vor diesem Hintergrund geht dieser Beitrag folgenden Fragen nach:

- Weshalb verneint der amtliche Index Inflationswirkungen der Euro-Einführung?
- Wie kommt es zur gegenteiligen Wahrnehmung der Öffentlichkeit?
- Lässt sich die wahrgenommene Inflation messen?
- Ist eine Änderung oder Ergänzung der preisstatistischen Instrumente geboten?

Das Konzept der amtlich gemessenen Preisentwicklung

Die zentrale Aufgabe der Preisstatistik besteht nicht in der Dokumentation von Einzelpreisen, sondern in der Quantifizierung der allgemeinen Preisentwicklung. In einer einzigen Zahl komprimiert soll die Inflationsrate angeben, um wie viel Prozent sich „das allgemeine Preisniveau“ für eine abgelaufene Periode verändert hat. Ob man Begriffe wie Preisniveau oder Geldwert überhaupt wirtschaftsstatistisch operationalisieren kann, ist unter Statistikern umstritten.¹⁰ Als relevanter Zahlungsstrom, auf den sich die Inflationsmessung beziehen soll, wird in der Regel der private Konsum angesehen, so dass Preise von Investitionsgütern wie etwa Immobilien nicht berücksichtigt werden. Für die Konsumenten wird die Kaufkraft des Geldes durch die Auswahl der Güter bestimmt, die mit dem Geld gekauft werden, und hängt deshalb von den jeweiligen Kauf- und Verbrauchsgewohnheiten ab. Die amtliche Statistik versucht daher, für einen repräsentativen Durchschnittshaushalt die mittlere Preisveränderung anhand von Preisindizes zu messen.

Da eine regelmäßige kurzfristige Erfassung sämtlicher Einzelpreise in einer Volkswirtschaft nicht möglich ist, beschränkt man den zeitlichen Preisvergleich auf eine Auswahl von Preisrepräsentanten. Die Preisentwicklung bei einem solchen Repräsentanten steht üblicherweise nicht nur für das speziell betrachtete Gut (z. B. Herren-Sportrad), sondern darüber hinaus für eine ganze Warengruppe ähnlicher Güter (z. B. Fahrräder). Bei der Ermittlung der Preise der Preisrepräsentanten wird auf die Konstanz der Rahmenbedingungen

⁵ Vgl. Brachinger (2004).

⁶ Vortrag bei Statistik Austria, Wien, Oktober 2004; Beitrag zum 55. Weltkongress des Internationalen Statistischen Instituts, Sydney, April 2005; Vortrag an der Statistischen Woche, Braunschweig September 2005.

⁷ Vgl. Brachinger (2005a).

⁸ Vgl. Brachinger (2005b).

⁹ Brachinger (2005b: 1013).

¹⁰ Vgl. Rinne (²1996: 311) oder von der Lippe (⁵1996: 416).

geachtet; dies betrifft neben der Qualität und Ausführung der Güter auch Aspekte wie Verpackung, Frachtlage und Zahlungsbedingungen. Die Gesamtheit der Preisrepräsentanten bilden die so genannten Warenkörbe, für die mit den Methoden der deskriptiven Statistik so genannte Preisindizes für die Lebenshaltung beziehungsweise Verbraucherpreisindizes (z. B. nach dem im Jahr 1871 von Ernst Louis Etienne Laspeyres entwickelten Konstruktionsprinzip¹¹) berechnet werden. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um gewichtete Mittelwerte der Preismesszahlen der Preisrepräsentanten (d. h. der jeweiligen Quotienten von aktuellem Preis und Preis der Basisperiode), wobei das Gewicht eines Repräsentanten für den Umsatz- oder Ausgabenanteil der Gütergruppe steht, welche er repräsentiert.¹² Als Nachfolger der ab 1920 vom Statistischen Reichsamt monatlich berechneten „Reichsindexziffer für die Lebenshaltungskosten einer fünfköpfigen Arbeiterfamilie“ dienen die verschiedenen Preisindizes des Statistischen Bundesamtes, allen voran der so genannte Verbraucherpreisindex für Deutschland. Die Indexentwicklung wird in Form von Wachstumsraten in Prozent ermittelt und gilt als offizielles Maß für die Inflationsrate.

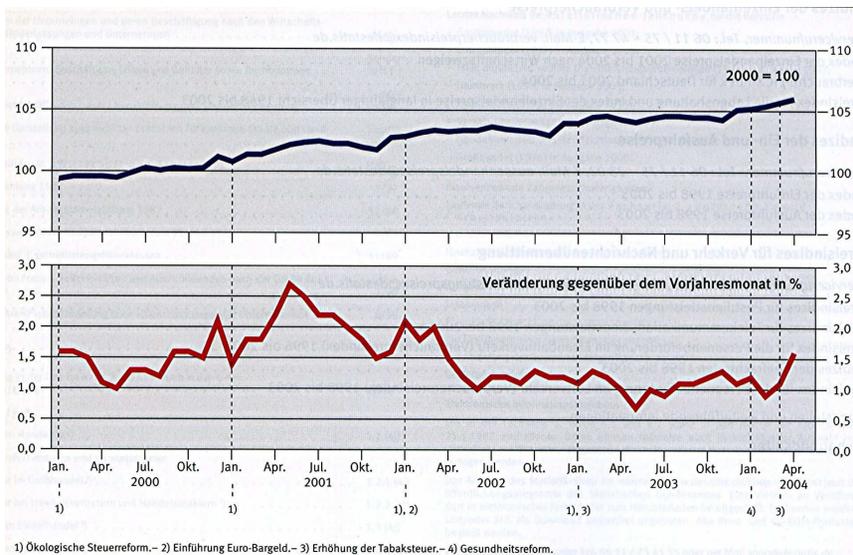


Abb. 1: Verbraucherpreisindizes für Deutschland (Indexstände und Wachstumsraten); Quelle: Statistisches Bundesamt (2004: 554)

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Verbraucherpreisindex für den Zeitraum Januar 2000 bis April 2004.¹³ Die Indexstände zur Zeit der Euro-Einführung Anfang 2002 sind

¹¹ Vgl. Laspeyres (1871).

¹² Vgl. Degen und Lorscheid (²2002: 158).

¹³ Aus heutiger Sicht lässt sich die Preisentwicklung um den Zeitpunkt der Euro-Einführung retrospektiv mit Hilfe des Verbraucherpreisindex zum Basisjahr 2000 beurteilen. Im Jahr 2002 stand allerdings lediglich der Vorgängerindex zum Basisjahr 1995 zur Verfügung, da die Umstellung auf die neue Basis erst im Laufe des Jahres 2003 erfolgte. Die sich hieraus ergebenden Unterschiede sind allerdings vergleichsweise gering.

nur wenig auffällig: Die rückläufige Tendenz nach einer Inflationsrate von mehr als 2,5 Prozent im Mai 2001 zu Inflationsraten von wenig über ein Prozent ab Mitte 2002 wird nur kurzzeitig und geringfügig unterbrochen. Anfang 2002 liegen die Wachstumsraten um etwa 0,5 Prozentpunkte über der Tendenz, um danach auf ein Normalmaß zurückzufallen.¹⁴ Das bedeutet, dass einige Preisanhebungen angesichts der Einführung des Euro-Bargelds auf Anfang 2002 vorgezogen wurden, diese Effekte jedoch bereits im 2. Quartal 2002 nicht mehr nachweisbar waren.

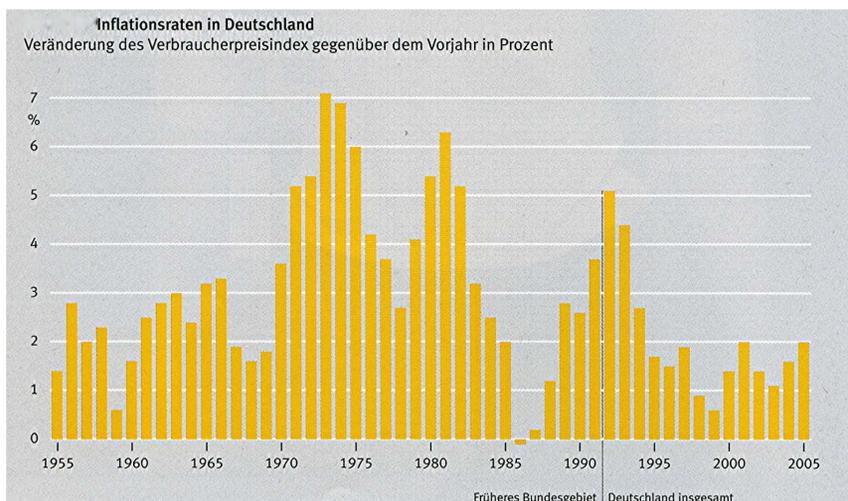


Abb. 2: Inflationsraten in Deutschland 1955 bis 2005; Quelle: Statistisches Bundesamt (²2006:12)

Betrachtet man die Entwicklung der Verbraucherpreise über mehrere Dekaden (vgl. Abb. 2), so ist festzustellen, dass in der Zeit vor und nach der Euro-Bargeldumstellung die amtlichen Inflationsraten in Deutschland mit Werten zwischen ein und zwei Prozent eher moderat ausgefallen sind – verglichen mit den Zeiten der Erdölkrisen in den 1970er Jahren (fünf bis sieben Prozent) oder direkt nach der Wiedervereinigung zu Beginn der 1990er Jahre (vier bis fünf Prozent). Auch im Juni 2002 lag der Verbraucherpreisindex nur um 1,0 Prozent über dem entsprechenden Vorjahresniveau; dies war der niedrigste Wert seit November 1999 (0,9 Prozent).¹⁵ Von einem Preisschub konnte daher tatsächlich nicht gesprochen werden.¹⁶

Subindex-Entwicklung und wahrgenommene Inflation

Stellt man die Frage, weshalb das gegenteilige Empfinden der Verbraucher im Preisindex nicht zum Ausdruck kommt, empfiehlt sich eine eingehendere Betrachtung des Waren-

¹⁴ Bei den Monatswerten findet man die auffälligste Veränderung im Dezember 2001 (102,8) gegenüber November 2001 (101,8). Vgl. Statistisches Bundesamt (15.08.2006a).

¹⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt (15.08.2006a).

¹⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt (27.07.2004).

Bezeichnung des Subindex	Gewicht (in ‰)	Indexstand 2001	Indexstand 2002	Veränderung (in %)
01 Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke	103,35	101,5	105,3	3,7
02 alkoholische Getränke, Tabakwaren	36,73	101,7	105,8	4,0
03 Bekleidung und Schuhe	55,09	100,8	101,5	0,7
04 Wohnmiete, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	302,66	102,4	103,4	1,0
05 Einrichtungsgegenstände u. Ä. für den Haushalt und deren Instandhaltung	68,54	100,9	101,9	1,0
06 Gesundheitspflege	35,46	101,3	101,9	0,6
07 Verkehr	138,65	102,5	104,5	2,0
08 Nachrichtenübermittlung	25,21	94,1	95,7	1,7
09 Freizeit, Unterhaltung und Kultur	110,85	100,6	101,3	0,7
10 Bildungswesen	6,66	101,3	104,0	2,7
11 Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen	46,57	101,9	105,6	3,6
12 andere Waren und Dienstleistungen	70,23	103,0	105,0	1,9
Gesamtindex	1000,00	102,0	103,4	1,4

Tabelle 1: Subindizes des Verbraucherpreisindex für Deutschland (2000 = 100); Quelle: Statistisches Bundesamt (15.08.2006a)

korbes und seiner Gewichtung. Die Zusammensetzung des Warenkorbes mit Waren und Dienstleistungen, die ein Haushalt typischerweise benötigt (derzeit etwa 750 Güter), wird in regelmäßigen zeitlichen Abständen (derzeit alle fünf Jahre) kontrolliert; gegebenenfalls sind dann Güter im Warenkorb auszutauschen, wenn die Auswahl nicht mehr den Verbrauchsgewohnheiten entspricht. Gleichzeitig werden die in den Warenkorb aufgenommenen Güter entsprechend der Verbrauchsbedeutung (d. h. des Ausgabenanteils) der Gütergruppe, die sie repräsentieren, gewichtet, so dass z. B. die Wohnmiete ein höheres Gewicht erhält als der Preis eines Glas Bier in einer Gaststätte. Die zur Festlegung des Wägungsschemas benötigten Informationen entstammen dabei aus amtlichen Stichprobenerhebungen, z. B. den Einkommens- und Verbrauchsstichproben sowie den laufenden Wirtschaftsrechnungen.

Im Rahmen der Gewichtung kann man auch Subindizes für homogen zusammengefasste Ausgabengruppen wie Warmmiete, Lebensmittel, Mobilität, Gesundheit, Gastronomie, Versicherungen berechnen. Für den Verbraucherpreisindex betrachtet das Statistische Bundesamt auf der Hierarchieebene unterhalb des Gesamtindex zwölf Subindizes. Tabelle 1 zeigt für diese Subindizes die Gewichtungsanteile am Gesamtindex sowie den Indexstand im Jahr 2002 im Vergleich zum Vorjahr.

Auffällige Steigerungen zwischen 2001 und 2002 findet man nur für wenige Subindizes. Von einem Preisschub anlässlich der Euro-Bargeldeinführung waren offenbar nur

bestimmte Lebensbereiche betroffen (starke Zunahmen der Subindizes bei „Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke“, „Alkoholische Getränke, Tabakwaren“ und bei „Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen“ mit 3,7 Prozent, 4,0 Prozent beziehungsweise 3,6 Prozent). Die Indexgewichte dieser Subindizes sind jedoch eher gering (zusammen weniger als 25 Prozent), so dass sich deren höhere Preisanstiege folglich nur geringfügig im Gesamtindex niederschlagen.

Jedoch handelt es sich bei den erwähnten Ausgabengruppen um solche, die in der Verbraucherwahrnehmung sehr stark in den Vordergrund rücken, da sie von den Verbrauchern häufig nachgefragt werden, auch wenn die jeweiligen Ausgaben für die Güter jeweils recht gering sind. Die Nahrungsmittelpreise insgesamt machten schon im Verlauf des Jahres 2001 einen Preissprung um mehr als fünf Prozentpunkte.¹⁷ Ob dies vorweg genommene Preiserhöhungen vor der Euro-Bargeldeinführung waren, Auswirkungen von BSE und Maul- und Klauenseuche oder Folgen der Preiserhöhungen für importiertes Obst und Gemüse als Folge einer außergewöhnlichen Kältewelle in Südeuropa, lässt sich nicht genau identifizieren. Tatsache ist jedoch, dass mit der Euro-Umstellung ebenfalls verschiedene Dienstleistungen wie chemische Reinigung, Änderungsschneiderei und Friseur plötzlich drastisch höhere Preise forderten. Auch öffentliche Einrichtungen wie z. B. Museum, Theater, Oper, Kino, Hallenbad nahmen die Euro-Umstellung zum Anlass, ihre seit langem unveränderten Eintrittspreise zu erhöhen. Am deutlichsten in der Geldbörse bemerkbar machte sich, dass die Restaurantbesitzer anlässlich der Euro-Umstellung neue Speise- und Getränkearten gedruckt und dabei ihre Preise deutlich angehoben haben. Hier wurde nachweislich weit mehr erhöht als sich aus der Entwicklung der Betriebskosten belegen ließ. Auch das Erzeugen „attraktiver“ Euro-Preise, die entweder auf „0“ oder „5“ enden (glatte Preise) oder auf „8“ oder „9“ (Schwellenpreise), hatte Einfluss auf die Preisentwicklung: Das Statistische Bundesamt ermittelte eine Auswirkung dieser Form von Justierung auf die Preise in Höhe von $-0,3$ bis $+1,4$ Prozentpunkten. Die Deutsche Bundesbank erwähnte in ihrem Monatsbericht Juli 2002¹⁸ die Auswirkung einer psychologischen Überschätzung der Preise in Höhe von etwa zwei Prozentpunkten, wenn der Verbraucher bei Preisvergleichen anstelle des exakten Konversionsfaktors mit der Faustregel „2 DM = 1 €“ rechnete. Es ist auch zu berücksichtigen, dass wegen der schwachen Konjunkturlage fast kein Inflationsausgleich bei den Lohnverhandlungen mehr stattgefunden hat. Im Gegenteil, die realen Löhne und Gehälter waren rückläufig, so dass Preissteigerungen umso nachhaltiger empfunden wurden.

Hohes Gewicht im Verbraucherpreisindex haben demgegenüber Gütergruppen, die kaum von der Bargeld-Umstellung betroffen waren. Betrachtet man beim Verbraucherpreisindex die Entwicklung der Subindizes für langlebige Gebrauchsgüter (wie z. B. Personenkraftwagen, Haushaltsgeräte, Fernseher, Personalcomputer), Gebrauchsgüter mit mittlerer Lebensdauer und unmittelbare Verbrauchsgüter, so stellt man für die Zeit nach der Euro-Umstellung fest, dass die Preisentwicklung in diesen drei Bereichen um so moderater war, desto langlebiger die Güter sind. Auch die Entgelte für vertraglich gebundene Güter (wie z. B. Wohnungsmiete, Versicherungen und Gebühren) konnten anlässlich der Euro-Umstellung nicht so leicht erhöht werden, da sie mit einem festen Konversionsfaktor

¹⁷ Stände des Subindex „Nahrungsmittel und alkoholfreie Getränke“: Januar 2001: 101,8; Juni 2001: 106,9; danach wieder rückläufig bis November 2001: 104,0. Quelle: Statistisches Bundesamt (15.08.2006a).

¹⁸ Vgl. Deutsche Bundesbank (2002: 23).

(1 € = 1,95583 DM) umgerechnet wurden und in der Regel unbar entrichtet werden. Als besonders preistreibend fielen bei den Verbrauchsgütern in den Jahren zwischen Dezember 2001 und Dezember 2005 Zigaretten (Erhöhung der Tabaksteuer) und Kraftstoff (erhöhter Weltmarktpreis für Rohöl) auf – was jedoch nicht in erster Linie auf die Euro-Umstellung zurückzuführen war.

Versuche zur Messung der wahrgenommenen Inflation

Es ist festzuhalten, dass das Statistische Bundesamt keine Methode zur Verfügung hatte, die von den Bürgern wahrgenommenen inflationären Tendenzen in einer Maßzahl zu quantifizieren. Als einzige Erhebung zur Inflationswahrnehmung überhaupt existierte seit vielen Jahren die monatliche Konsumentenbefragung der Europäischen Kommission im Rahmen des „Joint Harmonised EU Programme of Business and Consumer Survey“.¹⁹ In dieser Stichprobe werden europaweit rund 21.000 Konsumenten gefragt, wie sich ihrer Meinung nach die Verbraucherpreise in den letzten zwölf Monaten entwickelt haben. Aus den Antworten wird ein qualitativer Indikator der „gefühlten“ Inflation berechnet. Als Antwortkategorien sind „stark gestiegen“ (A), „mäßig gestiegen“ (B), „ungefähr gleich geblieben“ (C) und „gefallen“ (D) von Interesse. Die zwischen B und C liegende Antwortmöglichkeit „leicht gestiegen“ wird quasi als Normalfall angesehen und deshalb nicht weiter verarbeitet. Aus den Antworten pro Kategorie (in Prozent) wird ein Punktestand P auf folgende Weise ermittelt:

$$P = (A + 0,5B) - (0,5C + D).$$



Abb. 3: Wachstumsrate des Verbraucherpreisindex und Saldo des Consumer Survey in Deutschland; Quelle: Bechtold und Linz (2005: 854)

Der Punktestand P nimmt somit einen Wert zwischen -100 und $+100$ an.²⁰ Je größer

¹⁹ Vgl. European Commission (15.08.2006).

²⁰ Vgl. Eckert (2005: 626).

P , desto größer ist die gefühlte Inflation. In Abbildung 3 wird dieser „Saldo of Consumer Survey“ der monatlichen Wachstumsrate des Verbraucherpreisindex (gegenüber dem Vorjahresmonat in Prozent) gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die ansonsten parallele Entwicklung beider Maßzahlen im Zeitraum um die Euro-Bargeldeinführung auseinanderfällt. Dieses Phänomen beginnt im Laufe des Jahres 2000, erreicht seinen Höhepunkt im Jahre 2002 unmittelbar nach der Bargeldumstellung, um sich dann während des Jahres 2004 wieder dem Verlauf des Verbraucherpreisindex anzunähern. Bei der Abweichung zwischen den Verläufen beider Maßzahlen scheint es sich also um ein zeitlich begrenztes Phänomen im Zusammenhang mit der Euro-Bargeldeinführung zu handeln.

Der Schweizer Statistiker Hans Wolfgang Brachinger weist zurecht darauf hin, dass eine visuelle Gegenüberstellung dieser beiden Zeitreihen problematisch ist, weil erstens beide in völlig unterschiedlichen Dimensionen gemessen werden (Wachstumsraten in Prozent und Differenz von Punkten) und zweitens der Saldo zwar etwas darüber aussagt, um wie viel der Anteil derjenigen, die wahrnehmen, dass die Preise gestiegen sind, höher ist als der Anteil derjenigen, die wahrnehmen, dass die Preise in etwa gleich geblieben oder gefallen sind, jedoch nicht die Höhe der wahrgenommenen Inflation selbst quantifiziert.²¹

Als Alternative hierzu kann das von Brachinger vorgeschlagene Konzept des „Index der wahrgenommenen Inflation“²² dienen. Dieses basiert auf der wahrnehmungspsychologisch orientierten Prospect-Theorie²³ von Daniel Kahneman und Amos Tverski aus dem Jahr 1991, die ursprünglich für die Beschreibung des individuellen Entscheidungsverhaltens bei Risiko entwickelt worden war (beide Autoren erhielten dafür 2002 den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften). Die Theorie besagt, dass Wirtschaftssubjekte ihre wirtschaftliche Situation nicht isoliert, sondern im Kontext ihrer Zukunftserwartungen beurteilen. Brachinger versucht, mit dieser Theorie die subjektive Inflationswahrnehmung von Konsumenten zu modellieren. Der hieraus entwickelte Index der wahrgenommenen Inflation beruht auf folgenden drei Grundprinzipien aus der Prospect-Theorie Kahnemans und Tverskis:

- Der Konsument orientiert sich am Preisniveau der Vergangenheit. Er kennt seinen erwarteten Preis für ein Gut, den so genannten Referenzpreis, und nimmt einen im Vergleich dazu niedrigeren (höheren) Preis als Gewinn (Verlust) wahr (*reference dependence*). Brachinger erhebt für seine empirischen Untersuchungen diese Referenzpreise nicht primärstatistisch, sondern benutzt stellvertretend die Preise des Verbraucherpreisindex in der Basisperiode (d. h. aus der Zeit vor der Euro-Umstellung).
- Der Konsument registriert steigende Kosten eher als sinkende Kosten. Er ist verlustavers, d. h. er reagiert empfindlicher auf Preissteigerungen als auf Preissenkungen (*loss aversion*). Für eine empirische Untersuchung wären eigentlich Daten über die güterspezifischen Wertfunktionen erforderlich, mit der jeweils eine Bewertung der Gewinne beziehungsweise Verluste durchgeführt wird. Derartige Daten sind jedoch nicht verfügbar. Deshalb benutzt Brachinger vereinfachend eine stückweise lineare Wertfunktion, die unabhängig vom jeweiligen Gut ist. Zunächst wird die Differenz der Preise aus der Basisperiode und der aktuellen Preise ermittelt. Eine positive (negative)

²¹ Vgl. Brachinger (2005b: 1001f.).

²² Vgl. Brachinger (2005a) und Brachinger (2005b).

²³ Vgl. Kahneman (2003), Kahneman und Tverski (1979) sowie Kahneman und Tverski (1991).

Differenz stellt einen Verlust (Gewinn) dar. Anschließend werden diese Differenzen durch die Wertfunktion bewertet. Dabei werden Preiserhöhungen stärker gewichtet als Preissenkungen, indem man sie mit einem so genannten Verlustaversionsparameter c multipliziert. Da Kahneman davon ausgeht, dass c in der Größenordnung des Wertes $c = 2$ liegt, rechnet Brachinger sein Modell alternativ mit den c -Werten 1,5; 2,0 und 2,5 durch.

- Der Konsument nimmt eine Preisveränderung intensiver wahr, je öfter er das zugehörige Produkt kauft, d. h. je häufiger Konfrontationen mit der Preisveränderung erfolgen. Er schätzt daher inflationäre Tendenzen bei einem Gut, das er häufig kauft, gewichtiger ein als bei einem selten gekauften Gut (*diminishing sensitivity*). Die relative Kaufhäufigkeit jedes Gutes in der Basisperiode wird deshalb über einen Gewichtungsfaktor g_i für die relative Kaufhäufigkeit eines Gutes i in der Basisperiode berücksichtigt. Daten über gekaufte Mengen anstelle von Kaufhäufigkeiten zu verwenden, ist naheliegend und auch oft (vor allem bei langlebigen Gebrauchsgegenständen) eine gute Annäherung. Wenn jedoch die Mengen je Kaufvorgang nicht bekannt sind (z. B. Gebindegrößen beim Kauf von Flaschenbier), stehen sie nicht als Surrogat für den Gewichtungsfaktor zur Verfügung. Das Statistische Bundesamt hat die Operationalisierung des Begriffes „Kaufhäufigkeit“ unterstützt und verfügbare Daten aus der Preisermittlung bereit gestellt. Es zeigte sich, dass die zehn Güter mit den größten Kaufhäufigkeiten (darunter die „Preistreiber“ bei der Euro-Umstellung: Zeitungen, Bier, Brötchen; jedoch nicht Gesundheitsleistungen oder Kraftstoffe), die für den Index der wahrgenommenen Inflation relevant sind, etwa ein Viertel aller Kauffälle abdecken, während ihr Anteil im Verbraucherpreisindex nur bei etwa fünf Prozent liegt. Umgekehrt haben die zehn wichtigsten Güter für die Berechnung des Verbraucherpreisindex einen Ausgabenanteil von knapp 40 Prozent aller Verbrauchsausgaben, im Index der wahrgenommenen Inflation jedoch nur ein Gewicht von knapp sieben Prozent.²⁴

Die Hypothesen werden also in Form von Gewichten operationalisiert und in die von der Preisstatistik amtlicherseits benutzte Preisindex-Formel nach Laspeyres eingebaut. Es werden jedenfalls keine direkten Befragungen von Konsumenten bezüglich ihrer Inflationswahrnehmung durchgeführt. Der Index der wahrgenommenen Inflation beruht auf Umrechnungen der amtlich verfügbaren Daten. Die folgende Abbildung 4 vergleicht die unterschiedlichen Verläufe der beiden Indizes der amtlichen und der „wahrgenommenen“ Inflation: Am Ende des Jahres 2000 liegen beide Indizes bei etwa zwei Prozent noch nah beieinander. Der Index der wahrgenommenen Inflation steigt Anfang 2001 – also noch vor der Euro-Umstellung im Januar 2002 – rasch bis auf Wachstumsraten über acht Prozent, um sich dann bis Mitte 2002 wieder dem amtlichen Verbraucherpreisindex anzunähern, der sich während dieser Phase nur wenig verändert.

Insgesamt ergeben sich im Vergleich zum Verbraucherpreisindex ähnliche Abweichungen wie für die Maßzahl der gefühlten Inflation P . Allerdings treten die maximalen Abweichungen hier zeitlich etwas früher auf, beginnend bereits im Verlaufe des Jahres 2001 und nicht erst 2002 wie für P .

²⁴ Vgl. Bechtold *et al.* (2005: 996f.).

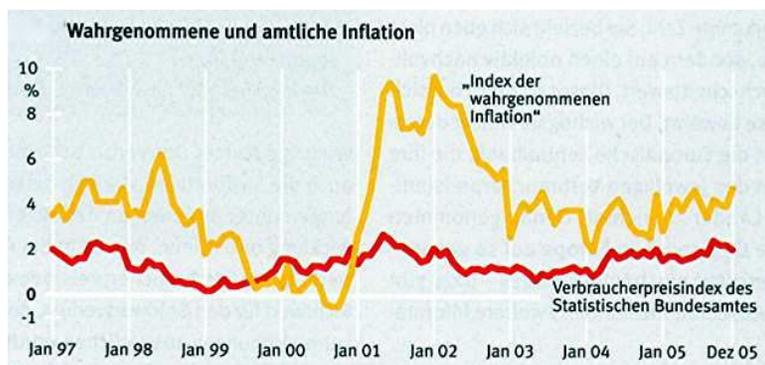


Abb. 4: Index der amtlichen und „wahrgenommenen Inflation“ (mit $c = 2$); Quelle: Statistisches Bundesamt (²2006: 33)

Sind geänderte Konzepte der Inflationsmessung erforderlich?

Das Statistische Bundesamt hat nach Auswertung seiner Preis-Indikatoren stets betont, dass die Euro-Umstellung keineswegs von einem deutlichen Preisschub begleitet worden ist. Die sich dennoch ausbreitende „Euro = Teuro“-Hysterie stellte zunehmend die Glaubwürdigkeit dieser offiziellen Bekundungen und damit die Zuverlässigkeit der amtlichen Statistik insgesamt in Frage: Konnten die statistischen Ämter nicht richtig rechnen oder war die Wahrnehmung der Verbraucher ein Missverständnis? Das Statistische Bundesamt musste schließlich einsehen, dass es mit langatmigen Beteuerungen und Rechthaberei nicht getan war: Es entschloss sich, aktiv an der Aufklärung dieser preisstatistischen Frage mitzuarbeiten.

Viele Jahrzehnte lang waren der Preisindex für die Lebenshaltung und sein Nachfolger, der Verbraucherpreisindex, für statistische Laien „ein Buch mit sieben Siegeln“ gewesen. Die verfahrenstechnischen Grundlagen stammen noch aus einem historischen Methodenstreit der Index-Konstrukteure Laspeyres und Paasche im ausgehenden 19. Jahrhundert. Die wirtschaftsstatistische Anwendung, d. h. die praktische Umsetzung in den statistischen Ämtern, entwickelte sich später parallel zur Theoriedebatte. Man bemühte sich, die reale Welt im Warenkorb-Modell möglichst perfekt abzubilden. Dazu wurden die einzelnen Güter nach ihren Anteilen an den Ausgaben für unterschiedliche Haushaltstypen gewichtet.

Ziel war es immer, einen einzigen aussagekräftigen Indikator für die Entwicklung der Geldwertstabilität zu konstruieren, eine hochaggregierte Maßzahl, die dem volkswirtschaftstheoretischen Konzept und Bedarf an Inflationsmessung gerecht werden konnte. Die Bevölkerung erfuhr über die Medien regelmäßig von den aktuellen Indexwerten, ohne sich über die Operationalisierung des Begriffes „Inflationsrate“ oder über die Rechen-technik weitere Gedanken zu machen. Die Gewerkschaften griffen und greifen bei den Lohnverhandlungen gern auf die Daten der Zeitreihe „Inflationsrate“ der jeweils zurückliegenden Perioden zurück. Die Wahrnehmung von Preissteigerungen in der Bevölkerung hingegen interessierte die amtlichen Statistiker nicht in erster Linie. Themen wie „Kaufhäufigkeit“ waren und sind für einen Verbraucherpreisindex nun einmal nicht von Bedeu-

tung, weil die Geldwertstabilität unabhängig davon ist, ob mögliche Preisänderungen bei selten oder häufig gekauften Gütern auftreten. Relevant ist nur die Bedeutung der Ausgaben für dieses Gut innerhalb des interessierenden Aggregats „private Konsumausgaben“.

So war das Statistische Bundesamt auch wenig aufgeregt, dass die Medien, die schon im Vorfeld der Euro-Umstellung geäußerte Befürchtung eines „Euro = Teuro“ nachhaltig verlautbart hatten, sich nun verstärkt äußerten, als tatsächlich bemerkenswerte Preissteigerungen auf den Speise- und Getränkekarten beim Restaurantbesuch zu beobachten waren. Von prozentualen Preiserhöhungen im zweistelligen Bereich war die Rede, die Verbraucherschützer schlugen Alarm. Jeder Gaststättenbesuch regte die Diskussion unter den Gästen erneut an. Als die amtlichen Preisindexstände immer noch keine deutliche Reaktion zeigten, wurde die Kritik an der Aussagefähigkeit der amtlichen Indizes lauter. Doch konnte der Verbraucherpreisindex insgesamt, bei dem die Untergruppe „Restaurants, Cafés“ nur 3,2 Prozent des Warenkorbes ausmacht, auf diese punktuelle – wenn auch wiederholte – Wahrnehmung der Bürger gar nicht entsprechend reagieren. Hätte man den Subindex für Essen beziehungsweise für Getränke in Gaststätten isoliert betrachtet, dann wäre die Sonderentwicklung in diesem Teilbereich sofort aufgefallen (vgl. Abb. 5).

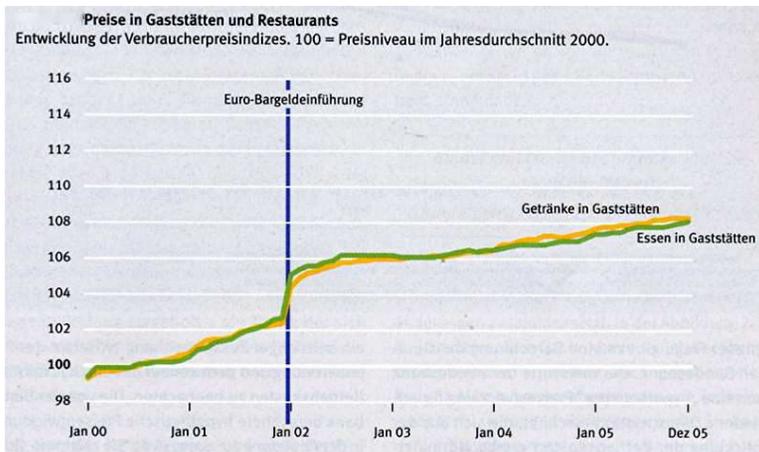


Abb. 5: Verbraucherpreisindex für Gaststätten; Quelle: Statistisches Bundesamt (²2006: 19)

Ein anderes Beispiel zur Wahrnehmungsproblematik von Preissteigerungen rechnet Sabine Bechtold²⁵ vor: Über Nacht sind in der Bäckerei die Preise für Mehrkornbrötchen von 40 auf 45 Cent erhöht worden – das entspricht einer Preissteigerung von 12,5 Prozent. „Wenn man jeden Tag in die Bäckerei geht, ärgert man sich siebenmal in der Woche und 30-mal im Monat“.

Es waren die Güter des täglichen Bedarfs, die häufig gekauft werden, die sich im Zuge der Euro-Umstellung besonders deutlich verteuert haben. Demgegenüber ließen sich – wie bereits erwähnt – manche eklatanten Preiserhöhungen auch auf andere Einflüsse (Steuererhöhungen, Rohölpreise) als die Euro-Umstellung zurückführen. Tabelle 2 zeigt die her-

²⁵ Vgl. „Statistik schluckt Brötchenpreis“, *Westdeutsche Allgemeine Zeitung* vom 24.01.2006.

Gütergruppe	Preissteigerung 2000-2005
Tabakwaren	+49,5%
Zentralheizung, Fernwärme u.a.	+37,9%
Gas	+34,1%
Heizöl	+30,4%
Flugticket	+24,4%
:	:
:	:
Geräte und Ausrüstung für Sport, Camping und Erholung im Freien	-7,9%
Unterhaltungselektronik	-17,9%
Foto- und Filmausrüstung, optische Geräte und Zubehör	-21,6%
Telefongeräte	-31,8%
Computertechnik	-60,8%

Tabelle 2: Herausragende Entwicklungen 2000 bis 2005 von Subindizes des Verbraucherpreisindex für Deutschland; Quelle: Statistisches Bundesamt (²2006: 75-80)

ausragenden Positionen (Gütergruppen) bei der mittelfristigen Preisentwicklung von 2000 bis 2005, die der „Teuro-Effekte“ verdächtigen Gütergruppen sind dabei nicht vertreten.

Im Herbst 2005 – also mit mehrjähriger Verzögerung – ging das Statistische Bundesamt das Preisindex-Problem „Euro = Teuro“ endlich an, und zwar in zweierlei Richtungen. Einerseits gewährte es Hans Wolfgang Brachinger die Möglichkeit, seine deutliche Kritik an der Position der amtlichen Statistik in Form eines Gastbeitrages in der Zeitschrift *Wirtschaft und Statistik* des Statistischen Bundesamtes vortragen zu dürfen. Gleichzeitig unterstützte das Statistische Bundesamt Brachinger nach Kräften, indem es empirisch relevante Kaufhäufigkeiten für die Berechnung des Index der wahrgenommenen Inflation zur Verfügung stellte.²⁶ Andererseits verfolgte das Statistische Bundesamt bei der Kommunikation mit dem Bürger eine veränderte Strategie. Die Einführung von vier neuen Instrumenten²⁷ sollte das Verständnis für die traditionellen amtlichen Methoden wecken:

- Der Blickpunktband²⁸ *Preise in Deutschland* vermittelt einem breiten Publikum in einfacher Darstellungsweise einen umfassenden Überblick über die Preisermittlung und -entwicklung der vergangenen Jahre in Deutschland und erläutert die Wirkung der Euro-Umstellung auf den Geldwert. Verbunden damit wird eine Anleitung zur Benutzung amtlicher Preisstatistiken gegeben.
- Ein Arbeitsblatt für Schülerinnen, Schüler und Studierende im Rahmen der Arbeitsblattsammlung des Metzler-Verlages zu aktuellen gesellschaftspolitischen Themen soll mit der Warenkorbtechnik und dem Aufbau eines Wägungsschemas vertraut machen.
- Spezielle Themenkästen zur Preisstatistik sollen monatlich in der Zeitschrift *Wirtschaft und Statistik* und im Internet interessante Ergebnisse und Hintergrundinformationen zu aktuellen Themen der Preisentwicklung vorstellen.

²⁶ Vgl. Bechtold *et al.* (2005).

²⁷ Vgl. Bechtold und Linz (2005).

²⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt (²2006).

- Seit kurzen ist es im Internet unter <http://www.destatis.de/indexrechner> möglich, sich seine persönliche Inflationsrate mit individuell vorgebbaren Gewichtsanteilen für die großen Hauptgruppen des Warenkorbes auszurechnen. Nichtraucher und/oder Nicht-Autofahrer können z. B. die diesbezüglichen Gewichtsanteile am Warenkorb auf null setzen. Die interaktive Anwendung heißt „Indexrechner“. Mit diesem experimentellen Verbrauchspreisindex wird spielerisch die Funktionsweise eines Wägungsschemas in der Indextheorie demonstriert und veranschaulicht, wie eine individuelle Inflationsrate vom statistischen Durchschnittswert abweichen kann.



Abb. 6: Preisentwicklung bei Brötchen; Quelle: Statistisches Bundesamt (15.08.2006b)

Die neue Öffentlichkeitsarbeit des Statistischen Bundesamtes kommt beim Publikum offenbar gut an. Das zeigen die vielen Internetzugriffe auf den Indexrechner und auf die Themenkästen. Vielleicht werden auf diese Weise zukünftig Missverständnisse bei der Interpretation der amtlichen Preisindizes verringert oder sogar vermieden. So bietet das Statistische Bundesamt mit Blick auf die für Januar 2007 geplante Mehrwertsteuererhöhung seit dem 26. Juli 2006 im Internet einen so genannten „Preismonitor“ an. In Zusammenarbeit mit dem Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. wurden 42 häufig gekaufte Güter und Dienstleistungen ausgewählt, die „im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion stehen [...], auch wenn auf diese Güter manchmal nur ein kleiner Teil der Konsumausgaben der Haushalte entfällt“²⁹, und entsprechende Grafiken zur Preisentwicklung unter <http://www.destatis.de/preismonitor> ins Netz gestellt. So wird z. B. in der Kategorie Lebensmittel die Preisentwicklung für Brötchen (vgl. Abb. 6), Leberwurst, Käse (Edamer oder Gouda) und Vollmilkschokolade verfolgt. Die Daten des Preismonitors beziehen sich immer auf den Monat Juni 2006. Mit Hilfe der Grafiken wird aufgezeigt, um wie viel Prozent

²⁹ Statistisches Bundesamt (15.08.2006b).

die Preise im jeweiligen Monat höher oder niedriger liegen als im Bezugsmonat Juni 2006. Der Preismonitor soll regelmäßig aktualisiert und bis Mitte 2007 fortgeschrieben werden.

Auch die datentechnische und publizistische Unterstützung des Index der wahrgenommenen Inflation von Brachinger ist vor dem Hintergrund dieser neuen publikumsorientierten Kommunikationspolitik zu sehen. Der Brachinger-Index ist für die Zukunft gewiss nicht als zweite Indexform parallel zum Verbraucherpreisindex oder sogar als Ersatz für diesen gedacht – das hat das Statistische Bundesamt bereits deutlich gemacht –, sondern als einmaliges Projekt, um die „Unterschiede zwischen der individuellen Inflationswahrnehmung und der amtlich gemessenen Teuerung zu erklären und damit die Akzeptanz für die Preisstatistikergebnisse zurückzugewinnen“³⁰.

Fazit

Der komplexe Sachverhalt, den der Verbraucherpreisindex in eine einzige Maßzahl zu bringen hat, erfordert eine aufwändige Technik. Die statistischen Hintergründe sind dem Bürger nicht leicht zu vermitteln. Die „Euro = Teuro“-Diskussion hat sich an der Diskrepanz zwischen der amtlich gemessenen und der in der Bevölkerung wahrgenommenen Preissteigerung entfacht. Brachingers Index der wahrgenommenen Inflation, der genau dort ansetzte, konnte zwar konzeptionell nicht alle Erwartungen erfüllen, hat aber das Statistische Bundesamt zu einem neuen Denken in der Kommunikation mit dem Bürger geführt.

Literatur

- BECHTOLD, Sabine, Günther ELBEL und Heinz-Peter HANNAPPEL. „Messung der wahrgenommenen Inflation in Deutschland: Die Ermittlung der Kaufhäufigkeiten durch das Statistische Bundesamt“, *Wirtschaft und Statistik* (2005), 989-998.
- BECHTOLD, Sabine und Stefan LINZ. „Schritte zur Verbesserung der Glaubwürdigkeit des Verbraucherpreisindex“, *Wirtschaft und Statistik* (2005), 853-858.
- BRACHINGER, Hans Wolfgang. „Euro gleich Teuro – so falsch ist das gar nicht“, *Neue Zürcher Zeitung* (25./26.9.2004), 29.
- BRACHINGER, Hans Wolfgang. „Euro gleich Teuro: Wahrgenommene versus gemessene Inflation“, in: GREULICH, Günther *et al.* (Hrsg.). *Empirische Konjunktur- und Wachstumsforschung – Festschrift für Bernd Schips zum 65. Geburtstag*. Zürich 2005a, 11-30.
- BRACHINGER, Hans Wolfgang. „Der Euro als Teuro? Die wahrgenommene Inflation in Deutschland“, *Wirtschaft und Statistik* (2005b), 999-1013.
- BUCHWALD, Wolfgang, Jürgen CHLUMSKY und Nadin ENGELHARDT. „Zum Einfluss des Euro auf die Preisentwicklung in Deutschland“, *Wirtschaft und Statistik* (2002), 182-188.
- CHLUMSKY, Jürgen und Nadin ENGELHARDT. „Ein Jahr Euro – ein Jahr Teuro?“ Diskussionspapier. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden 12/2002.
- DEGEN, Horst und Peter LORSCHIED. *Statistik-Lehrbuch*. München ²2002.
- DEUTSCHE BUNDESBANK. „Die Verbraucherpreise beim Übergang von der D-Mark auf den Euro“, *Monatsbericht* 7/2002. Frankfurt 2002, 15-24.
- ECKERT, Gudrun. „Preise im Mai 2005“, *Wirtschaft und Statistik* (2005), 622-627.

³⁰ Bechtold *et al.* (2005: 998).

- EUROPEAN COMMISSION. „The Joint Harmonised EU Programme of Business and Consumer Surveys, User Guide“. 2006. http://ec.europa.eu/economy_finance/indicators/business_consumer_surveys/userguide_en.pdf (15.08.2006).
- KAHNEMAN, Daniel. „A Psychological Perspective on Economics“, *American Economic Review* 93 (2003), 162-166.
- KAHNEMAN, Daniel und Amos TVERSKI. „Prospect Theory: An Analysis of Decision and Risk“, *Econometrica* 47 (1979), 263-291.
- KAHNEMAN, Daniel und Amos TVERSKI. „Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model“, *The Quarterly Journal of Economics* 106 (1991), 1039-1061.
- LASPEYRES, Ernst Louis Etienne. „Die Berechnung einer mittleren Warenpreissteigerung“, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*. Bd. 16. (1871), 296-314.
- RINNE, Horst. *Wirtschafts- und Bevölkerungsstatistik*. München ²1996.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Zum Einfluss der Euro-Bargeldeinführung auf die Preisentwicklung“. Pressemitteilung. Wiesbaden 08.03.2002.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Sechs Monate Euro – eine Zwischenbilanz der amtlichen Statistik“. Pressemitteilung. Wiesbaden 02.07.2002.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Ein Jahr Euro – ein Jahr Teuro?“ Pressemitteilung. Wiesbaden 20.12.2002.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Zweieinhalb Jahre Euro: Geringere Teuerung als zu Zeiten der DM“. Pressemitteilung. Wiesbaden 27.07.2004.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. *Statistisches Jahrbuch 2004 für die Bundesrepublik Deutschland*. Wiesbaden 2004.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. *Im Blickpunkt: Preise in Deutschland 2006*. Wiesbaden ²2006.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Verbraucherpreisindex für Deutschland“. 2006. http://www.destatis.de/themen/d/thm_preise.php#Verbraucherpreise (15.08.2006a).
- STATISTISCHES BUNDESAMT. „Preismonitor“. 2006. <http://www.destatis.de/basis/d/preis/begleittextpreismonitor.htm> (15.08.2006b).
- VON DER LIPPE, Peter Michael. *Wirtschaftsstatistik*. Stuttgart ⁵1996.
- WESTDEUTSCHE ALLGEMEINE ZEITUNG. „Statistik schluckt Brötchenpreis“ (24.01.2006).
- WESTERHOFF, Horst-Dieter. „Die gefühlte Inflation“. Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Duisburg-Essen, Diskussionsbeitrag 138, 10/2004.

Wenn Kunden lästig werden – Kundenbewertung und Umgang mit unprofitablen Kundenbeziehungen durch Unternehmen

Einleitung

Alle Kunden sind gleich – nur: Einige sind gleicher. Dass Anbieter, Verkäufer, Dienstleister alle Kunden gleich behandeln, ist eine reine Fiktion. Die Betriebswirtschaftslehre und speziell das Marketing befassen sich mit der Analyse und Entwicklung von Marktstrategien, aber auch von Geschäftsbeziehungen zu einzelnen Kunden – Letzteres im Kundenmanagement und im Relationship Marketing. Dort wird oft der so genannte „Customer Value“, der vom Kunden wahrgenommene Wert einer Geschäftsbeziehung, thematisiert.¹ Der anbieterseitig wahrgenommene Wert einer Geschäftsbeziehung („Supplier Value“) und die sich daraus ergebenden Implikationen für das Marketing sind dagegen bislang nicht systematisch untersucht worden.²

Der „Supplier Value“ bezieht sich auf den Nettonutzensvorteil, den der Anbieter aus einer Geschäftsbeziehung erwartet bzw. wahrnimmt.³ Er umfasst damit den Nutzen-Kosten-Abgleich in Bezug auf eine bestimmte Kundenbeziehung und ist inhaltlich gleichzusetzen mit dem aktuell in etlichen Forschungsarbeiten intensiv diskutierten Konzept des Kundenwerts.⁴

Die Relevanz des Kundenwerts zeigt das Konzept des Relationship Marketing, welches darauf ausgerichtet ist, profitable Geschäftsbeziehungen mit ausgewählten Kunden aufzubauen und zu erhalten.⁵ Die Bindung aller Kunden kann im Regelfall nicht im Interesse eines Anbieterunternehmens liegen, da sie betriebswirtschaftliche Grundanforderungen ignoriert.⁶ Die Ermittlung des Wertes einer Kundenbeziehung steht im Zusammenhang mit Maßnahmen zur wertorientierten Steuerung und gegebenenfalls Profitabilisierung von Kundenbeziehungen. Mögliche Wege liegen in der Trennung von unprofitablen Kunden oder in der Überführung vormals „wertvernichtender“ Kundenbeziehungen in solche mit positivem Kosten/Nutzen-Verhältnis.⁷

Vor dem Hintergrund intensiver Debatten um Kundenorientierung und Kundenzufriedenheit scheint der Wunsch nach anbieterseitiger Beendigung von Geschäftsbeziehungen

¹ Vgl. Eggert (1999: 52) und Beutin (2000: 7ff.).

² Ausnahmen bilden unter anderem die Untersuchungen von Ping (1999) und Tähtinen (2001).

³ Vgl. Günter und Helm (2002: 49).

⁴ Vgl. z.B. Blattberg und Deighton (1997), Cornelsen (2000), Günter und Helm (²2003), Krafft (2002) sowie Tewes (2003).

⁵ Vgl. Grönroos (1994: 9).

⁶ Vgl. Helm und Günter (²2003: 14).

⁷ Vgl. Rudolf-Sipötz und Tomczak (2001: 1) sowie Günter und Helm (2002: 48).

zwar ungewöhnlich zu sein. Die von vielen Unternehmen angestrebte hohe Kundenorientierung ist jedoch bei begrenzten Ressourcen nur auf Basis einer Fokussierung auf profitable Kunden erreichbar.⁸

Eine empirische Studie zum Management unprofitabler Kundenbeziehungen

Im Rahmen einer empirischen Studie, die in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) durchgeführt wurde, hat der Lehrstuhl für BWL, insbesondere Marketing der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf den *Status quo* der Messung von Kundenwerten in der Unternehmenspraxis und den Umgang mit unprofitablen Kundenbeziehungen untersucht – eine sehr ungewöhnliche und seltene empirische Untersuchung. Aus dem gewonnenen Datenmaterial wurden Aussagen darüber abgeleitet, wie Defizite in der Kundenbewertung zu erklären sind und wie die Beendigung von Kundenbeziehungen im Rahmen des Marketings einzuschätzen ist. Letztlich können auf diese Weise Empfehlungen für die Marketingforschung und -praxis zum Thema Kundenmanagement abgeleitet werden.

Die Erhebung der Daten erfolgte im April 2002 mittels einer deutschlandweiten, schriftlichen Befragung von 3.000 Mitgliedern des VDI, die der Branche Maschinenbau (im weiteren Sinne) zugeordnet werden können. Der Fragebogen wurde von 183 Personen ausgefüllt zurückgesendet. Die niedrige Rücklaufquote von 6,1 Prozent ist vermutlich vor allem auf die Sensitivität der Thematik in vielen Unternehmen zurückzuführen. Die Ergebnisse sind daher mit Vorsicht zu interpretieren und der Studie ist eher ein explorativer Wert beizumessen.

Die Auskunftspersonen haben zumeist eine leitende Vertriebs- bzw. Marketingposition inne und sind in eher kleineren und mittleren Unternehmen mit weniger als 100 Mitarbeitern und 100 Mio. DM Jahresumsatz angestellt. Die Position der antwortenden Personen lässt eine hohe Kompetenz zur Beantwortung der Fragen vermuten. Die Angaben zur Unternehmensgröße zeigen, dass sich im Sample die mittelständische Struktur des deutschen Maschinenbaus deutlich widerspiegelt.

Die Ergebnisse und Implikationen dieser auch international außergewöhnlichen Studie wurden inzwischen im renommierten *European Journal of Marketing* veröffentlicht.⁹

Methoden der Bewertung von Kundenbeziehungen

Grundlagen der Bewertung von Kundenbeziehungen

In Literatur und Praxis wurde eine Reihe von Verfahren entwickelt, mit denen der Wert von Kunden gemessen werden kann.

Ein erster Ansatzpunkt zur Kundenklassifikation liegt in der eindimensionalen *ABC-Analyse* nach Umsatz bzw. Deckungsbeitrag. Die ABC-Analyse wird nach vorherrschender Meinung in der Praxis am häufigsten eingesetzt und ist in Abbildung 1 mit Hilfe einer sogenannten Lorenz-Kurve für ein fiktives Beispiel dargestellt.¹⁰

⁸ Vgl. Homburg und Daum (1997: 394).

⁹ Vgl. Helm *et al.* (2006).

¹⁰ Vgl. Rieker (1995: 50) und Gelbrich (2001: 55).

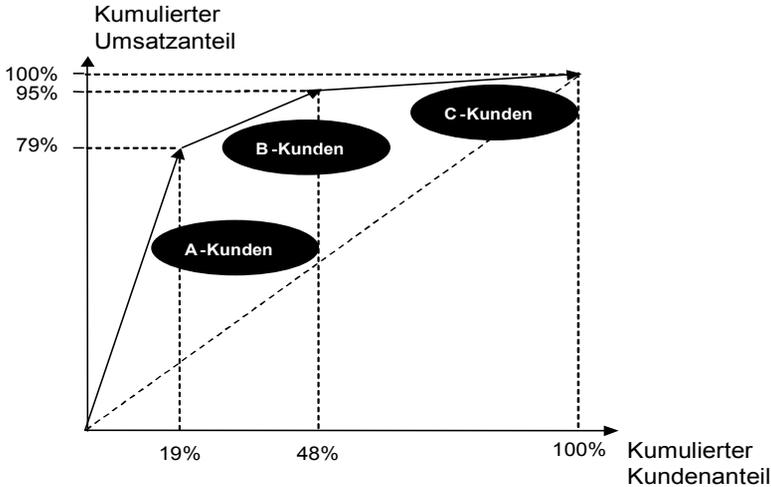


Abb. 1: Beispiel einer umsatzbezogenen ABC-Analyse

Die Lorenz-Kurve weist auf der Ordinate die kumulierten Umsätze der Kunden in Prozent des Gesamtumsatzes des Anbieters und auf der Abszisse die Kundenzahl in Prozent der Gesamtkundenzahl auf. Die Wölbung der Kurve über der 45°-Achse verdeutlicht den Grad der Umsatzkonzentration. Bei Gleichverteilung der Lieferumfänge über alle Kunden entspräche die Lorenz-Kurve der 45°-Achse.¹¹ In diesem Beispiel entfallen auf 19 Prozent der Kunden 79 Prozent des Gesamtumsatzes, die B-Kunden tragen weitere 16 Prozent zum Umsatz bei, der zahlenmäßig große Anteil der C-Kunden nur 5 Prozent.

Häufig wird im Zusammenhang mit ABC-Analysen eine Bestätigung der so genannten „80:20-Regel“ („Pareto-Regel“) vermutet: Auf 20 Prozent der Kunden entfallen 80 Prozent des Gesamtumsatzes.¹² In vielen Unternehmen findet also eine „Quersubventionierung“ vieler kleiner Kunden zu Lasten weniger großer statt.¹³ Eine detaillierte erfolgsorientierte Betrachtung kann jedoch in vielen Fällen zeigen, dass nicht nur die C-Kunden durch ihre stark fragmentierte Auftragsstruktur und den resultierenden hohen Bearbeitungsaufwand zu Verlustbringern werden. Dies trifft nämlich auch auf solche A-Kunden zu, die unter Berücksichtigung der durch sie erzielten Erlöse und der durch sie verursachten Kosten negative Nettobeiträge erbringen. Das kann etwa dadurch begründet sein, dass die starke Nachfrageposition großer Kunden zu Niedrigpreisen, hohen Rabattforderungen und Sonderleistungen führt.¹⁴ Gleichzeitig verlangen viele A-Kunden eine intensive Betreuung, die entsprechende Kostenwirkungen zeitigt.

Weite Verbreitung haben auch *Punktbewertungsverfahren* bzw. *Scoring-Modelle*. Diese sind mathematisch einfach strukturierte, dabei aber differenzierbare und anpassungsfähige

¹¹ Vgl. Plinke (1997: 130f.).

¹² Vgl. Homburg und Daum (1997: 395) sowie Plinke (1997: 117).

¹³ Vgl. Eberling (2002: 2) und Rudolf-Sipötz (2001: 1).

¹⁴ Vgl. Scheiter und Binder (1992: 18).

Bewertungsverfahren, welche in einer multikriteriellen Analyse die Wertschätzung eines Objektes – hier: des Kunden – mit Hilfe eines Scoring-Werts wiedergeben.¹⁵ In einem ersten Schritt sind alle aus Anbietersicht relevanten Kundenmerkmale aufzulisten, wobei quantitative *und* qualitative Kriterien herangezogen werden können. In einem zweiten Schritt können (z.B. prozentual formulierte) Gewichtungsfaktoren für die Merkmale integriert werden, welche in der Summe 1 bzw. 100 Prozent ergeben. Anschließend sind die zu beurteilenden Kundenbeziehungen auf Basis jedes einzelnen Kriteriums zu überprüfen und Punktwerte zuzuordnen. Dies wird typischerweise ein multipersonaler bzw. ein Team-Prozess sein. Die einzelnen Kundenbeziehungen können gemäß der Summe ihrer gewichteten Punktzahlen (Score bzw. Scoring-Index) in eine Rangreihe gebracht werden. Auch können sie analog der ABC-Analyse gemäß ihrer Bedeutung in Gruppen zusammengefasst werden.¹⁶ Neben weiteren, generell mit Scoring-Modellen verbundenen Schwächen¹⁷ ist an diesen Verfahren unter anderem die Subjektivität der Kriterienauswahl, der Zuordnung der Punktwerte zu individuellen Kunden, der Gewichtung der einzelnen Kriterien und der kompensatorische Charakter des Modells problematisch.

Eine weitere Möglichkeit zur Bewertung von Kundenbeziehungen liegt in der Erstellung von Portfolios. *Kundenportfolios* sind gegenüber den bisher beschriebenen Verfahren zweidimensional und können durchaus differenzierte Auskünfte über Kundenbeiträge bzw. -potenziale bieten. Die Methode der Kundenportfolios hat recht weite Verbreitung gefunden, wobei die Vorgehensweise formal analog zu den Unternehmensportfolios der strategischen Planung – zum Beispiel dem Marktanteil-Marktwachstum-Portfolio – erfolgt.¹⁸ Auch hier wird ein zwei- oder mehrdimensionaler Beurteilungsraum aufgespannt, der die wichtigsten Merkmale zur Kundenbewertung umfasst.

Ein Beispiel für ein solches Portfolio stellt das Kundenattraktivität-Relative Lieferantenposition-Portfolio dar, in dem die Flexibilität des Scoring-Modells mit der Anschaulichkeit eines Portfolio-Modells verknüpft ist.¹⁹ Der Kundenwert wird hier anhand einer Mehrzahl von Kriterien gemessen. Wie in Abbildung 2 ersichtlich, wird auf der vertikalen Achse des Portfolios die Kundenattraktivität (zukunftsbezogene Dimension), auf der horizontalen die relative Lieferantenposition (*Status-quo*-Dimension), also die gegenwärtige Stellung des Anbieters beim Kunden im Vergleich zu relevanten Wettbewerbern, abgetragen. Die beiden Dimensionen repräsentieren eine Mehrzahl von Kriterien, die im Rahmen eines Scoring-Modells analysiert und verdichtet werden.²⁰ Zusätzlich ist als dritte Beurteilungsdimension der aktuelle Lieferumfang (Absatzmenge oder wertmäßiger Umsatz) integrierbar, dessen Höhe durch die Kreisgröße um den Koordinatenpunkt veranschaulicht wird.²¹ Die Bedeutung des individuellen Kunden für den Anbieter kommt allerdings auch in diesem Modell nur teilweise zum Ausdruck. Die Portfolios sollten als Analyseinstrument eingesetzt werden; generelle Empfehlungen für Verhaltensweisen gegenüber Kunden – im Sinne von „Normstrategien“ – sind hieraus theoretisch kaum zu begründen.²²

¹⁵ Vgl. Cornelsen (2000: 149).

¹⁶ Vgl. Plinke (1997: 140).

¹⁷ Vgl. z.B. Weber (⁹2002: 342ff.).

¹⁸ Vgl. Rieker (1995: 72) und Plinke (1997: 141).

¹⁹ Vgl. Plinke (1997: 146).

²⁰ Vgl. Fiocca (1982: 57), Plinke (1997: 146) sowie Homburg und Daum (1997: 396).

²¹ Vgl. Plinke (1997: 144).

²² Vgl. Plinke (1997: 144).

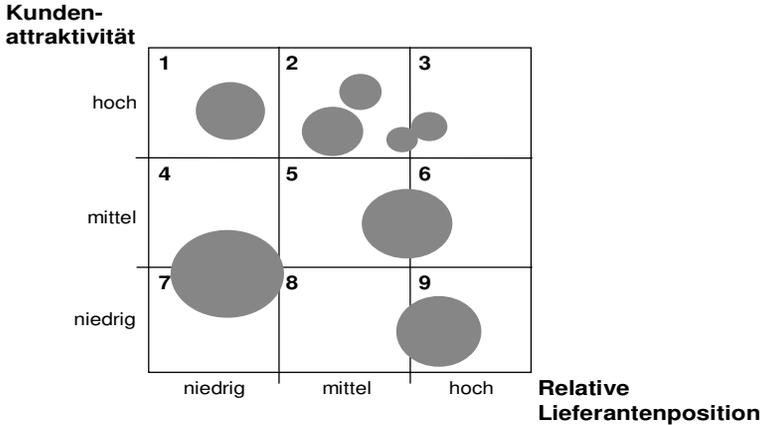


Abb. 2: Beispiel eines Kundenattraktivität-Relative Lieferantenposition-Portfolios; Quelle: in Anlehnung an Böing und Barzen (1992: 88)

Ergänzend zu den bereits beschriebenen, eher strukturbezogenen Ansätzen können auch Rentabilitätsanalysen wie *Kundendeckungsbeitragsrechnungen* durchgeführt werden. Die kundenspezifische Erfassung von Kosten und Erlösen ist hierzu Voraussetzung. Im Sinne einer hierarchischen Kostenerfassung werden einzelnen Kunden die kundenspezifischen Einzel- und Gemeinkosten verursachungsgerecht zugerechnet, wobei sukzessiv produkt-spezifische Kosten einzelnen Aufträgen und diese wiederum einzelnen Kunden zugeordnet werden.²³ Diese Vorgehensweise bietet sich vor allem deshalb an, da herkömmliche Kostenerfassungssysteme in der Regel produktbezogen sind. Typische kundenbezogene Kosten sind beispielsweise Kosten aufgrund von Sonderwünschen, besonderen Serviceleistungen wie kundenspezifische Verpackungen, Preisauszeichnungen oder Lieferkonditionen, Kosten der Kundenpflege bei Kundenbesuchen oder für den Kundendienst.²⁴ Nicht kundenspezifisch zurechenbare Kosten (z.B. Verwaltungsgemeinkosten) werden getrennt aufgelistet bzw. es wird eine stufenweise Rechnung angelegt.

Erst die Durchführung dieser Analysen erlaubt es einem Anbieterunternehmen, die Effizienz einzelkundengerichteter Maßnahmen zu beurteilen. Haag beispielsweise bezeichnet Kundendeckungsbeitragsrechnungen als den „Prüfstein des Key-Account-Managements“²⁵ – was allerdings voraussetzt, dass die entsprechende Datenorganisation und -verfügbarkeit gewährleistet ist und eine Identifizierung kundenrelevanter Kosten und Erlöse beispielsweise nach Kundennummern vorgenommen werden kann.²⁶ Unvollständig bleibt die Betrachtung des Kundenwerts auf Basis der Kundendeckungsbeitragsrechnung im Hinblick auf die nicht in Kosten- und Erlösdaten vorliegenden Kundenbeiträge. Hierzu

²³ Vgl. Homburg und Daum (1997: 398).

²⁴ Vgl. Homburg und Daum (1997: 398) sowie Krüger (1997: 115f.).

²⁵ Haag (1992: 25).

²⁶ Vgl. Köhler (³2000: 423).

können beispielsweise der Referenz- und Informationswert eines Kunden gezählt werden.²⁷

Ansätze einer *kundenbezogenen Prozesskostenrechnung*, bei der auch die Gemeinkosten auf die Kunden als Kalkulationsobjekte zu verteilen sind, werden in der Literatur ebenfalls diskutiert.²⁸

Für die Ermittlung längerfristiger Kundenwerte, auf deren Basis die Erfolgsträchtigkeit einer Investition in Kundenbeziehungen abgeschätzt werden kann, sind Methoden der dynamischen Investitionsrechnung heranzuziehen. Ein solches Verfahren stellt die Berechnung des so genannten *Customer Lifetime Value (CLV)* dar, im Rahmen dessen der Wert eines Kunden über die durchschnittliche Dauer einer Geschäftsbeziehung betrachtet wird.²⁹ Aus der hierbei eingenommenen investitionspolitischen Perspektive ist die Bindung von Kunden nur dann erstrebenswert, wenn das Verhältnis der zu erwartenden kundenbezogenen Einzahlungen und Auszahlungen positiv bewertet wird.³⁰ Da eine Geschäftsbeziehung verschiedene Phasen durchläuft (ähnlich wie ein Produktlebenszyklus)³¹, werden – wie in Abbildung 3 anhand der Kapitalwertmethode dargestellt – als charakteristische Merkmale zur Beschreibung des Verlaufs Umsatzvolumen und Auszahlungsverlauf herangezogen. Die Kapitalwertmethode als Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung basiert auf dem Prinzip, dass Zahlungen in der Zukunft weniger wert sind als gleich hohe gegenwärtige Zahlungen, zukünftige Ein- und Auszahlungen deshalb mit einem Kalkulationszinsfuß über die Anzahl der betrachteten Perioden abzuzinsen sind. Eine Variante dieser Berechnungsmethode liegt in der Bestimmung des Vermögensendwertes.³²

$$KW = \sum_{t=0}^n \frac{e_t - a_t}{(1+i)^t} = e_0 - a_0 + \frac{e_1 - a_1}{(1+i)} + \frac{e_2 - a_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{e_n - a_n}{(1+i)^n}$$

e_t	=	(erwartete) Einzahlungen aus der Geschäftsbeziehung in der Periode t
a_t	=	(erwartete) Auszahlungen aus der Geschäftsbeziehung in der Periode t
i	=	Kalkulationszinsfuß zur Abzinsung auf einen einheitlichen Referenzzeitpunkt
t	=	Periode (t = 0, 1, 2, ..., n)
n	=	Dauer der Geschäftsbeziehung

Abb. 3: Berechnung des Kapitalwerts einer Kundenbeziehung; Quelle: in Anlehnung an Homburg und Daum (1997: 402)

Die Relevanz ausgewählter Methoden in der Unternehmenspraxis

In der empirischen Erhebung sollten die Probanden angeben, ob die oben genannten Verfahren in ihrem Unternehmen für alle oder für ausgewählte Kunden angewendet werden.

²⁷ Vgl. Diller (2002: 6ff.).

²⁸ Vgl. Freiling und Reckenfelderbäumer (2000) sowie Köhler (³2000: 225ff.).

²⁹ Vgl. Homburg und Daum (1997: 400).

³⁰ Vgl. Homburg und Daum (1997: 400).

³¹ Vgl. z.B. Dwyer *et al.* (1987: 15ff.).

³² Vgl. Schirmeister und Kreuz (²2003: 347ff.).

Kundenbewertungsmethode	für alle Kunden	für ausgewählte Kunden	bekannt, aber ungenutzt	unbekannt	Fehlende Angaben (absolut)
ABC-Analysen nach Umsatz	48,3	21,9	24,2	5,6	5
Kundendeckungsbeitrag	24,7	23,0	46,6	5,7	9
ABC-Analysen nach Deckungsbeitrag	20,7	23,6	49,4	6,3	9
Kundenbezogene Prozesskostenrechnung	8,2	15,8	56,7	19,3	12
Kundenportfolios	7,5	31,0	49,4	12,1	9
Kunden-Scoring-Modelle bzw. Punktbewertungsverfahren	3,5	10,5	46,5	39,5	11
Customer Lifetime Value	1,7	9,3	45,3	43,6	11

Tabelle 1: Der Einsatz von Kundenbewertungsverfahren (relative Häufigkeiten)

Sofern dies nicht zutrifft, konnten die Befragten noch angeben, ob sie das betreffende Verfahren kennen oder nicht. Es ergab sich die in Tabelle 1 aufgeführte Verteilung gültiger und fehlender Antworten, wobei in den Tabellenfeldern die relative Häufigkeit in Prozent der Nennungen dargestellt ist.

Erwartungsgemäß zeigt sich, dass die ABC-Analyse nach Umsatz am häufigsten eingesetzt wird. 70,2 Prozent der Befragten setzen dieses Verfahren für alle oder ausgewählte Kunden ein, nur 5,6 Prozent ist es unbekannt. Kundendeckungsbeitragsrechnungen werden von nahezu der Hälfte (47,7 Prozent) der Befragten eingesetzt, gefolgt von der ABC-Analyse nach Deckungsbeitrag. Mit Abstand weniger häufig finden die kundenbezogene Prozesskostenrechnung (24,0 Prozent), Kundenportfolios (38,5 Prozent) und kundenbezogene Punktbewertungsmodelle (14,0 Prozent) Einsatz. Bei den drei letztgenannten Verfahren fällt auf, dass sie – sofern überhaupt – nur bei bestimmten Kunden angewendet werden. Am wenigsten bekannt ist die Berechnung von Customer Lifetime Values. Nur 11,0 Prozent der Befragten setzen diese Methode ein, 43,6 Prozent kennen sie nicht. Die Berechnung von Kundenlebenszeitwerten ist eine noch relativ neue Methode, die mindestens im deutschen Maschinenbau nicht weit verbreitet zu sein scheint. Vier der Befragten gaben an, keine der genannten Methoden zu kennen, weitere 15 kennen zwar eine oder einige der Methoden, setzen diese aber nicht ein (insgesamt 10,2 Prozent der Befragten).

Die Analyse der von den Probanden vorgenommenen Bewertung im Fragebogen aufgeführter Aussagen zum Stand der Bewertung von Kundenbeziehungen in ihrem jeweiligen Unternehmen zeigt weiterhin, dass mehr als ein Drittel der Befragten (34,6 Prozent) nicht genau weiß, welche Kunden wie hohe Kosten verursachen und über die Hälfte (51,6 Prozent) nicht über ein auf individuelle Kunden ausgerichtetes Kostenrechnungssystem verfügt. Für fast die Hälfte (47,2 Prozent) erscheint ein entsprechendes Kostenrechnungssystem zu aufwändig.

Relativ viele Probanden (39,9 Prozent) lehnen die Aussage ab, dass bei ihnen der Kundenwert anhand quantitativer Daten ermittelt wird. Dies kann in zwei Richtungen interpretiert werden: Entweder man berechnet den Kundenwert gar nicht – ergo auch nicht anhand quantitativer Daten – oder es werden qualitative Daten zur Kundenbeurteilung herangezogen. Immerhin 38,2 Prozent lehnen ab, den Umsatz als die maßgebliche Größe bei der

Kundenbewertung zu sehen. Dies erstaunt insofern, als die ABC-Analyse nach Umsatz das bei weitem am meisten eingesetzte Messverfahren ist. Den höchsten Grad der Zustimmung der vorformulierten Aussagen erzielen die Aussagen, nach denen auch qualitative Effekte wie z.B. Imagewirkungen und Entwicklungspotenziale bei der Bewertung von Kundenbeziehungen Berücksichtigung finden sollten (74,7 Prozent bzw. 78,0 Prozent).

Die Ergebnisse der Untersuchung weisen auf einen unzureichenden Einsatz von Methoden zur Bewertung von Kundenbeziehungen in der Unternehmenspraxis hin. Insbesondere die Beurteilung der Kundenpotenziale bzw. qualitative Bausteine wie das Kundenimage werden in den eingesetzten Bewertungsmethoden nicht integriert. Die Beurteilung dieser als wesentliche Bausteine des Kundenwertes identifizierten Aspekte erfolgt eher „aus dem Bauch heraus“. Einem planbaren, strategisch ausgerichteten wertorientierten Kundenmanagement dienen solche intuitiven Beurteilungen durch einzelne Mitarbeiter kaum.

Umgang mit unprofitablen Kundenbeziehungen

Anteil profitabler Kundenbeziehungen

Die Befragten wurden gebeten zu schätzen, wie hoch der Anteil profitabler Kundenbeziehungen an ihrem gesamten Kundenportfolio ist. Profitable Kunden wurden dabei definiert als solche, bei denen die jährlichen Erlöse die vom Kunden verursachten Kosten übersteigen. 61,5 Prozent der Befragten gaben an, dass über 75 Prozent ihrer Kundenbeziehungen profitabel sind, 20,9 Prozent nehmen dies bei 50 Prozent bis 75 Prozent ihrer Kunden an, 10,4 Prozent meinen, ein Viertel bis die Hälfte der Kundenbeziehungen sei profitabel, und 7,1 Prozent vermuten, dass bei weniger als einem Viertel ihrer Kunden die Erlöse die Kosten übersteigen (vgl. Abbildung 4).

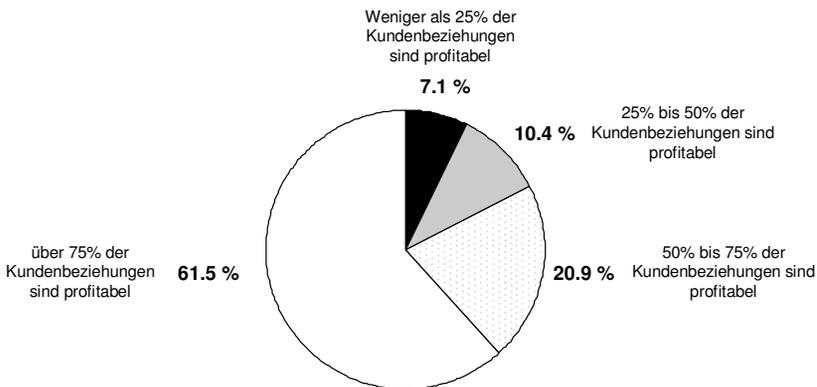


Abb. 4: Anteil profitabler Kundenbeziehungen

Das Thema „Management unprofitabler Kundenbeziehungen“ ist damit also für nahezu alle Befragten relevant. In der Tendenz zeigt sich, dass bei einem großen Teil der Kundenbeziehungen die Profitabilität unzureichend ist. Allerdings ist auch anzumerken, dass sich in der Kennzahl Profitabilität nicht alle nutzenbringenden Beiträge von Kunden

widerspiegeln. Qualitative bzw. nicht-monetäre Beiträge wie z.B. Referenzen, Innovationsideen, aber auch Verbundeffekte zwischen Kunden werden durch eine reine Profitabilitätsbetrachtung nicht offenbart. Zudem ist speziell für den Sektor Maschinenbau zu konstatieren, dass eine geringe Profitabilität durch notwendigerweise anfallende, oft auch spezifische Investitionen in Sachkapital und die damit verbundenen hohen individuellen Kosten begründet ist. Teils ist dies eher als Notwendigkeit denn als Ineffizienz zu werten. Allerdings ist es für eine effiziente Ressourcenallokation wichtig, die Kosten- und Erlösstrukturen einzelner Kundenbeziehungen transparent zu machen.

Maßnahmen zum Management unprofitabler Kundenbeziehungen

Zur Erhebung der von Unternehmen durchgeführten Maßnahmen zum Management unprofitabler Kundenbeziehungen wurden die Befragten gebeten, auf einer 7er-Skala die Häufigkeit des Einsatzes verschiedener operativer Maßnahmen in ihrem Unternehmen anzugeben, die von Marketing- und Vertriebsmitarbeitern im Rahmen von im Vorfeld der Studie stattgefundenen Workshops genannt wurden.

In den nachfolgenden Abbildungen sind diese Beurteilungen als Profil der Mittelwerte (MW), die relativen Häufigkeiten und Standardabweichungen (SA) aufgeführt.

Die Bewertungen der befragten Unternehmen zeigen ein eher wohlwollendes Verhalten gegenüber ihren unprofitablen Kunden. So stellen die Belegung von Geschäftsbeziehungen (Statement 1) und gemeinsame Gespräche mit den Kunden (Statement 2) die am häufigsten ergriffenen Maßnahmen dar.

Maßnahmen, die auf die Erhöhung der Profitabilität der Kundenbeziehung über eine Reduzierung der Kosten abzielen, werden dagegen von der Mehrheit der Befragten eher selten ergriffen. Dazu gehören die Reduzierung der Kundenkontakte (Statement 3), des Serviceangebotes (Statement 5), der Logistikkosten (Statement 7), des Informationsangebotes (Statement 15), die Zurückstellung der Kundenanfragen (Statement 11), die Anpassung an Standardprozeduren (Statement 13) bzw. der Verzicht auf Investitionen in die Geschäftsbeziehung (Statement 4) und der Verzicht auf aktive Kundenpflege (Statement 10).

Noch seltener werden aktive Maßnahmen zur Beendigung von Kundenbeziehungen ergriffen, wie z.B. die Mitteilung über die Auflösung bzw. Beendigung der Kundenbeziehung (Statement 9 und Statement 14), das Verlangen von Mindermengenzuschlägen (Statement 6), die bewusst unattraktive Gestaltung des Angebotes (Statement 16) und die Verschlechterung der Behandlung des Kunden bzw. der Zahlungsbedingungen (Statement 17 bzw. Statement 18). Eine Ausnahme bilden nur die Reduktion von Rabatten bzw. Erhöhung der Preise (Statement 8) und die Kündigung von (Rahmen-)Verträgen (Statement 19). Vermutlich stellen diese aus Anbietersicht die am einfachsten zu praktizierenden Maßnahmen zur Beendigung von Kundenbeziehungen dar.

Der Verzicht auf restriktive Maßnahmen gegenüber dem Kunden aus Imagegründen (Statement 12) spielt aus der Sicht der befragten Unternehmen nur eine geringe Rolle und kann nicht als Grund für die insgesamt wohlwollende Behandlung unprofitabler Kundenbeziehungen gelten. Vielmehr besteht Anlass zu der Vermutung, dass aus der Sicht vieler Unternehmen eine hohe Kundenorientierung den weitestgehenden Verzicht auf aktive Maßnahmen zur Abwehr unprofitabler Kunden impliziert.

Fazit

Das Ziel der empirischen Untersuchung bestand in der Ermittlung und Analyse der Erfahrungen und Einschätzungen der Befragten hinsichtlich verschiedener Aspekte der Bewertung und Beendigung von Kundenbeziehungen.

Die Mehrzahl der Antwortenden bestätigt die Bedeutung unprofitabler Kundenbeziehungen in der untersuchten Branche. 17,5 Prozent der antwortenden Unternehmen erachten mehr als die Hälfte ihrer Kunden als nicht profitabel. Demzufolge muß die andere Hälfte des Kundenstamms entsprechende Verluste zumindest ausgleichen, um die Profitabilität des Unternehmens zu sichern. Eine Maßgabe, die gerade in Zeiten konjunktureller Schwierigkeiten nicht durchzuhalten sein wird.

Eine tiefeschürfende Analyse von Kundenportfolios könnte als Grundlage für ein Kundenmanagement dienen. Allerdings zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung, daß diejenigen Kundenbewertungsmethoden, die diese Informationen liefern (z.B. Customer Lifetime Value, Punktbewertungsverfahren, Kundenportfolios), nur wenig eingesetzt werden bzw. gar nicht bekannt sind. Die Marketingforschung sollte den unzureichenden Einsatz der Bewertungsmethoden aufgreifen und Konzepte entwickeln, die sich in gängigen CRM-Systemen integrieren lassen.

In Bezug auf den Umgang mit unprofitablen Kundenbeziehungen zeigte sich ein eher wohlwollendes Verhalten gegenüber unprofitablen Kunden bei den Anbieterunternehmen. Unternehmen sollten frühzeitig nach Wegen der Kommunikation mit dem Kunden über unzureichende Profitabilität der Geschäftsbeziehung suchen. Die Marketingforschung kann hierzu verschiedene Strategien und Maßnahmen entwickeln und systematisieren. Außerdem sind „Frühwarnindikatoren“ zu identifizieren bzw. „Frühwarnsysteme“ zu entwickeln, die das Unternehmen auf potenziell unprofitable Kundenbeziehungen aufmerksam macht.

Zukünftige empirische Studien sollten vor allem eine Validierung der Ergebnisse mit größeren Stichproben bzw. einen Vergleich mit anderen Branchen zum Ziel haben. Mögliche Inhalte zukünftiger Forschungsbemühungen sind zudem:

1. eine rollen- bzw. funktionsspezifische Betrachtung des Wissens um die Bewertung von Kunden
2. eine Untersuchung weiterer sowohl quantitativer als auch qualitativer Kriterien zur Bewertung von Kunden in Bezug auf die geplante Beendigung von Kundenbeziehungen,³³
3. eine Untersuchung der Bestimmungsfaktoren und Konsequenzen der Beendigung von Kundenbeziehungen.

Schließlich wären weitere theoretische und vor allem empirische Untersuchungen wünschenswert, die Auskunft darüber geben, wie Geschäftsbeziehungen – für beide Seiten – wertschaffend und damit „profitabel“ zu gestalten sind.

³³ Vgl. Günter und Helm (2003).

Literatur

- BEUTIN, Nikolas. *Kundennutzen in industriellen Geschäftsbeziehungen*. Wiesbaden 2000.
- BLATTBERG, Robert C. und John DEIGHTON. „Aus rentablen Kunden vollen Nutzen ziehen“, *Harvard Manager* 19 (1)(1997), 24-32.
- BÖING, Elke und Dietmar BARZEN. „Kunden-Portfolio im Praktiker-Test (Teil 1)“, *Absatzwirtschaft* 35 (2)(1992), 85-89.
- CORNELSEN, Jens. *Kundenwertanalysen im Beziehungsmarketing*. Nürnberg 2000.
- DILLER, Hermann. „Probleme des Kundenwerts als Steuerungsgröße im Kundenmanagement“, in: Heymo BÖHLER (Hrsg.). *Marketing-Management und Unternehmensführung*. Stuttgart 2002, 297-326.
- DWYER, Robert F., Paul H. SCHURR und Sejo OH. „Developing Buyer-Seller Relationships“, *Journal of Marketing* 51 (2)(1987), 11-27.
- EBERLING, Gunter. *Kundenwertmanagement*. Wiesbaden 2002.
- EGGERT, Andreas. *Kundenbindung aus Kundensicht*. Wiesbaden 1999.
- FIOCCA, Renato. „Account Portfolio Analysis for Strategy Development“, *Industrial Marketing Management* 11 (1)(1982), 53-62.
- FREILING, Jörg und Martin RECKENFELDERBÄUMER. „Kundenerfolgsrechnung für industrielle Dienstleistungen“, in: Manfred BRUHN und Bernd STAUSS (Hrsg.). *Jahrbuch Dienstleistungsmanagement 2000*. Wiesbaden 2000, 501-524.
- GELBRICH, Katja. *Kundenwert*. Göttingen 2001.
- GRÖNROOS, Christian. „From Marketing Mix to Relationship Marketing: Towards a Paradigm Shift in Marketing“, *Asia-Australia Marketing Journal* 2 (1994), 9-29.
- GÜNTER, Bernd und Sabrina HELM. „Die Beendigung von Geschäftsbeziehungen aus Anbieter-sicht“, in: Mario RESE, Albrecht SÖLLNER und Peter B.UTZIG (Hrsg.). *Relationship Marketing*. Berlin u.a. 2002, 45-70.
- GÜNTER, Bernd und Sabrina HELM (Hrsg.). *Kundenwert, Grundlagen – Innovative Konzepte – Praktische Umsetzungen*. Wiesbaden ²2003. (3. Auflage im Druck, Wiesbaden 2006)
- HAAG, Jürgen. „Kundendeckungsbeitragsrechnungen“, *Die Betriebswirtschaft* 52 (1)(1992), 25-39.
- HELM, Sabrina, Ludger ROLFES und Bernd GÜNTER. „Suppliers' Willingness to End Unprofitable Customer Relationships: An Exploratory Investigation in the German Mechanical Engineering Sector“, *European Journal of Marketing* 40 (3/4)(2006), 366-383.
- HELM, Sabrina und Bernd GÜNTER. „Kundenwert – eine Einführung in die theoretischen und praktischen Herausforderungen der Bewertung von Kundenbeziehungen“, in: Bernd GÜNTER und Sabrina HELM (Hrsg.). *Kundenwert*. Wiesbaden ²2003, 3-38.
- HOMBURG, Christian und Daniel DAUM. „Die Kundenstruktur als Controlling-Herausforderung“, *Controlling* 9 (1997), 394-405.
- KÖHLER, Richard. „Kundenorientiertes Rechnungswesen als Voraussetzung des Kundenbindungsmanagements“, in: Manfred BRUHN und Christian HOMBURG (Hrsg.). *Handbuch Kundenbindungsmanagement*. Wiesbaden ³2000, 415-444.
- KRAFFT, Manfred. *Kundenbindung und Kundenwert*. Heidelberg 2002.
- KRÜGER, Sabine. *Profitabilitätsorientierte Kundenbindung durch Zufriedenheitsmanagement*. München 1997.
- PING, Robert A. „Unexplored Antecedents of Exiting in a Marketing Channel“, *Journal of Retailing* 75 (1999), 218-241.

- PLINKE, Wulff. „Bedeutende Kunden“, in: Michael KLEINALTENKAMP und Wulff PLINKE (Hrsg.). *Geschäftsbeziehungsmanagement*. Berlin u.a. 1997, 113-159.
- RIEKER, Stephen A. *Bedeutende Kunden*. Wiesbaden 1995.
- RUDOLF-SIPÖTZ, Elisabeth. *Kundenwert*. Wiesbaden 2001.
- RUDOLF-SIPÖTZ, Elisabeth und Torsten TOMCZAK. „Kundenwert in Forschung und Praxis“, *Thesis Fachbericht für Marketing 2001/2*. St. Gallen 2001.
- SCHEITER, Sieghart und Christof BINDER. „Kennen Sie Ihre rentablen Kunden?“, *Harvard Manager* 14 (1992), 17-22.
- SCHIRMEISTER, Raimund und Claudia KREUZ. „Der investitionsrechnerische Kundenwert“, in: Bernd GÜNTER und Sabrina HELM (Hrsg.). *Kundenwert*. Wiesbaden ²2003, 335-356.
- TÄHTINEN, Jaana. *The Dissolution Process of a Relationship*. Oulu 2001.
- TEWES, Matthias. *Der Kundenwert im Marketing*. Wiesbaden 2003.
- WEBER, Jürgen. *Einführung in das Controlling*. Stuttgart ⁹2002.

BERND GÜNTER

Über den Tellerrand hinaus – „Studium laterale“

Zu den Themen „Studium generale“, enge Expertenausbildung oder generalistische Ausbildung mit vielen Schlüsselqualifikationen, ist schon alles gesagt – nur nicht von jedem und zu jedem dieser Punkte. Vielleicht lohnt es sich aber auch, einzelne konkrete Ansätze zur Realisierung der Ideen zur Diskussion zu stellen und die Erfahrungen auszutauschen. Der folgende Beitrag berichtet über Erfahrungen mit dem punktuellen, aber gezielten Versuch, das Denken und Lernen von Studierenden „über den Tellerrand hinaus“ zu lenken. Also so etwas wie ein Element des „Studium laterale“ zu praktizieren.

Betriebswirte und damit auch Studierende der Betriebswirtschaftslehre stehen nicht gerade in dem Verdacht, Vorreiter in Sachen umfassende Allgemeinbildung, Vertreter einer Ausbildung zum Universalgenie oder Intimfeinde des Spezialistentums zu sein. Es ist aber auch richtig, dass dieses für Repräsentanten diverser anderer Fachgebiete mindestens ebenso gilt; und dass der Zeitgeist natürlich nicht vor Ökonomen halt macht, diese vielmehr eher als Brandbeschleuniger fungieren.

Wie dem auch sei, eher unter den Bedingungen eines Humboldt-geprägten Hochschulsystems als unter denen, die im Zeichen Anglo-Amerika-Bolognas stehen, ist der Blick über den Tellerrand Christenpflicht. Und das trotz der Tatsache, dass der Teilbereich der Betriebswirtschaftslehre, der auf den missverständlichen Namen Controlling hört, unter dem Etikett „Benchmarking“ den Vergleich mit anderen Disziplinen, Branchen und Leistungsträgern zum Fetisch erhoben hat. Hochschullehre des traditionellen Stils kann, muss sich aber nicht zur Aufgabe machen, Brücken zu Nachbargebieten zu schlagen, den Horizont der Lernwilligen zu erweitern und das Bildungsreservoir jeder einzelnen zukünftigen Führungskraft um allerlei Inhalte jenseits des Shareholder Values und der effizienten Kapitalmärkte zu erweitern.

Machen wir uns nichts vor: Ein Schulleiter eines Gymnasiums (das nahezu mit einem mittleren Betrieb vergleichbar ist) hat zumeist keinen blassen Schimmer vom Management einer Organisation, von Personalführung und von Marketing; und die Gesellschaft sieht dies noch nicht einmal als zu beseitigendes Defizit an. Für andere Berufsbilder mit Führungsqualitäten gilt das ähnlich. Und da erwartet man umgekehrt von „BWLern“ Allround- oder zumindest Schnittstellenkompetenz? Ja – und es geht durchaus.

An der Heinrich-Heine-Universität ist zunächst eine Vorentscheidung der vergleichsweise kleinen und schlecht ausgestatteten Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät dahingehend gefallen, dass man eher generalistisch ausbilden als eng ausgerichtete Spezialisten heranziehen will. Diese Fokussierung wird seit der Gründung der Fakultät 1989 konsequent durchgehalten. Eine zweite für diesen Weg wichtige Grundsatzentscheidung war die gemeinsam mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät betriebene Errich-

tung des integrierten Studiengangs „Wirtschaftschemie“. Dieser Studiengang ist in seiner Struktur national wie international recht einmalig. Anders als bei Aufbau-, Zweit- oder weiterbildenden Studiengängen wird hier „universale“ von Anfang an, integriert, betrieben. Dies setzt mehr als nur das Belegen heterogener Veranstaltungen voraus. Es verlangt heterogene Arbeits- und Denkweisen der Studierenden. Es verlangt breites Interesse und breites Orientierungsvermögen, den Umgang mit einem breiteren Methodenspektrum, mit sehr unterschiedlichen Problemstrukturen wie auch Lösungsalgorithmen. Wie ähnliche Kombinationsstudiengänge, z. B. das gut eingeführte Studium des Wirtschaftsingenieurs, werden eben nicht nur mehrere inhaltliche Ausrichtungen und Fachgebiete nebeneinander gestellt. Vielmehr geht es hier um Einüben, Beherrschen und Zusammenfügen zweier total unterschiedlicher Lebenswelten und ihrer Gestaltungsprinzipien.

Dies hat mehrere Konsequenzen und auch Risiken und Nebenwirkungen. Absolventen des Studiengangs „Wirtschaftschemie“ müssen in jedem Abschnitt ihres Studiums mit den Anforderungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Inhalte und Methoden, weitestgehend quantitativ ausgerichtet und unter anderem durch Laborarbeit gekennzeichnet, Schritt halten, und sie werden gleichzeitig mit den vielfältigen, quantitativ und auch sehr stark qualitativ orientierten Inhalten und Verfahren der Wirtschaftswissenschaft konfrontiert. Dies erfordert eine breite Orientierung, eine gehörige Portion Neugier, intellektuelle Flexibilität und vor allem die Fähigkeit, sich in unterschiedlichen Kontexten mit unterschiedlichen Arbeitsweisen zu etablieren – „Studium laterale“, wenn schon nicht „universale“.

Es wäre nun interessant zu wissen, nicht nur mit welchen Eingangsvoraussetzungen und Erwartungen Studienanfänger dieses Curriculum beginnen, sondern auch, welche Strukturen und Verhaltensweisen Studierende wie auch die übrigen Beteiligten aufweisen. Und schließlich, welche Ergebnisse sich nachweisen lassen, wenn sich jungen Menschen fünf oder mehr Jahre dieser Arbeit ausgesetzt haben. Am Rande: In der Theorie des Dienstleistungsmanagements wird die Messung der Qualität von Dienstleistungen anhand der drei Bausteine Potenzial, Prozess und Ergebnis vorgeschlagen – nichts anderes als die eben getroffene Aussage über pädagogisch und hochschulpolitisch interessante Merkmale eines Studiengangs, speziell wenn er integriert und „lateral“ ist.

Im Hinblick auf die Einstiegsmerkmale ist die Frage interessant: Wer ist es, der die geforderte Interessenbreite mitbringt oder erwerben will? Studierende mit „typischem BWLer-Profil“ oder solche mit typischem Chemieprofil – wenn es denn so etwas gibt – wenn sich derartige Profile nachweisen lassen (eine Hypothese, der der Verfasser durchaus einiges abgewinnen kann)?

Zum Ablaufprozess des Curriculums lässt sich die Frage stellen: Wer ist es, der ein solches integriertes Studium abbricht – weil zu breit angelegt, zu unterschiedliche Arbeits- und Denkweisen verlangt werden? Ist es der/die Studierende mit BWL-, also sozial- bzw. geisteswissenschaftlich ausgerichtetem Profil, oder der/die Studierende mit eher mathematisch-naturwissenschaftlichem (oder ähnlich: technisch-ingenieurwissenschaftlichem) Profil? Und warum gibt es Abbrüche und mithin den Weg zurück in das „warme Nest“ der spezialisierten Ausbildung?

Schließlich stellt sich im Hinblick auf das Ergebnis eines breiter angelegten Studiengangs die Frage nach dem *Outcome*, der Langfristwirkung und vielleicht sogar nach dem *cui bono*?

Leider ermöglichen es die Umstände derzeit nicht, diese interessante Frage mit verfügbaren Kapazitäten und Methoden zu untersuchen und zu beantworten. Es darf aber Folgendes angenommen werden, wofür einzelne Erfahrungen und Rückkopplungen sprechen. „Studium laterale“ in Form von integrierten Studiengängen fördert:

- breitere, flexiblere Einsatzmöglichkeiten
- damit bessere Berufschancen
- Vertrautheit mit mehreren heterogenen Arbeitsspektren für Berufsbilder im wissenschaftlichen Bereich, im Forschungs- und im pädagogischen Sektor
- spezifische Arbeitsmöglichkeiten in managementnahen Funktionsbereichen vieler Institutionen und Betriebe
- bessere Bedingungen für Führungspositionen mit komplexen Anforderungen und der Notwendigkeit des Verständnisses für heterogene (laterale) inhaltliche und Methodenkomplexe.

Natürlich hört der Verfasser jetzt – wie schon so oft – das wohlfeile Gegenargument gegen das breitere, laterale Studium: mangelnde Tiefe.

Die Herausforderung eines derartigen Curriculums besteht zweifelsohne darin, trotz der Begrenzung auf sieben bzw. zehn Semester für Bachelor- bzw. Masterabschluss

- ein solides Qualitätsniveau weder zu unterschreiten noch zu gefährden
- notwendige Straffungen und Selektionen gut zu begründen und gegebenenfalls hier Wahlmodule anzubieten oder spätere Weiterbildungsmöglichkeiten aufzuzeigen und dafür eine Basis zu schaffen. Die Einhaltung der Bedingungen für das Basisstudium Chemie nach dem Würzburger Modell legt im Falle des Wirtschaftschemiestudiums die Grundlage für sinnvolle Straffung
- den integrativen Charakter des Curriculums immer wieder zu betonen und gerade Schnittstellenbereiche abzudecken, die normalerweise in einem isolierten Studiengang (Chemie oder BWL) nicht vorkommen. Beispiele sind Lehrveranstaltungen zum Controlling in der chemischen Industrie oder zur Vermarktung bzw. Beschaffung von Chemieprodukten und chemienahen Dienstleistungen. Auch die Bachelor- bzw. Masterarbeit (bisher Diplomarbeit) bietet eine Fülle von Möglichkeiten, Schnittstellenthemen zu bearbeiten.

Per Saldo wird sich der Erfolg lateralen Studierens an zwei Sachverhalten, deren Bedeutung in der Gesellschaft und deren tendenzieller Entwicklung in der Gesellschaft erweisen: an der Frage, ob steigende Komplexität von Arbeitsaufgaben eher durch Spezialisten oder durch breit orientierte, vernetzungsgewöhnte – und wohl auch netzwerkorientierte – Absolventen bewältigt werden kann.

Eine Schlussbemerkung zu Beispielkomplex 1 am Rande: der Zwang zur Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge (maximal zehn Semester für beide Qualifikationsstufen zusammen) ist – verglichen mit der gegenwärtigen Situation (Dipl.-Wirtschaftschemiker in zehn Semestern) – kontraproduktiv. Eine Straffung des lateralen Lernens auf sechs bis sieben Semester für die meisten Absolventen, um sie als „Bachelor of Science Wirtschaftschemie“ zu entlassen, kann nur qualitätsreduzierend wirken. Die nächsten Jahre werden es zeigen.

Ein zweiter Beispielkomplex für das Studieren „über den Tellerrand hinaus“ im Bereich und unter Beteiligung der Wirtschaftswissenschaft sei angeführt: die Beschäftigung mit Fragen, die das Management im Kultursektor unserer Gesellschaft aufwirft.

Im Kultursektor wurde in den vergangenen Jahren immer mehr *auch* unter Aspekten der Ziel- und Ergebnisorientierung und der Effektivität analysiert und gesteuert. Die Notwendigkeit und der Stellenwert solcher Überlegungen sollen hier nicht erörtert werden. Der Verfasser hat in vielen Publikationen und Diskussionsbeiträgen hierzu Stellung bezogen und Untersuchungen durchgeführt.¹ Der Zusammenhang zwischen Kultur und Betriebswirtschaft(slehre) ist also so locker nicht mehr, wie es lange schien. Auch dieses kann ein Grund sein, ein Studium der Betriebswirtschaftslehre mit intensiven Blicken „über den Tellerrand hinaus“ zu betreiben.

An der Heinrich-Heine-Universität hat der Autor am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Marketing, bereits Mitte der 1990er Jahre eine Arbeitsgemeinschaft eingerichtet, die an Kulturmanagement- und Kulturvermittlungsthemen (*notabene*: Kultur-Marketing) im weitesten Sinne arbeitet. Und dies nicht einfach in Seminarform, sondern extrem anwendungsbezogen. Das Spektrum der Aktivitäten, Veranstaltungen und Projekte der AG „ARTAMIS“ ist breit:

- Marketing- und Servicetests in Kulturinstitutionen
- Brainstorming-Sitzungen mit Führungskräften aus Kulturbetrieben
- Analysen von Konzeptionen des Kultur-Marketings
- empirische Untersuchungen
- Mitwirkung bei diesbezüglichen Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls
- Exkursionen mit Fachdiskussionen und anderes.

Teilnehmer dieser *freiwilligen* Arbeitsgemeinschaft und Projektgruppe sind ausgewählte Studierende mit besonderem *Background* in verschiedenen Bereichen des Kultursektors, unabhängig von der Semesterzahl. Auch Studierende anderer Fakultäten waren und sind im Einzelfall willkommen und können Mitglied werden. In besonders begründeten Fällen kann auch einmal ein BWL-Studierender einer Nachbaruniversität der Gruppe angehören. ARTAMIS ist damit immer ausreichend heterogen besetzt, um nach außen und untereinander vielfältige Anregungen auszutauschen. Inzwischen gibt es zwei Publikationen der Gruppe im offiziellen Organ des Deutschen Museumsbundes, der Zeitschrift *museumskunde*. Kooperationspartner waren bisher unter anderem der Deutsche Bühnenverein, etliche Kultur-Veranstalter und Museen, das Institut für Museumskunde, die Yehudi-Menuhin-Stiftung und der Verein Sternwarte Solingen e.V. So hat die ARTAMIS-Gruppe unter Leitung von Prof. Dr. Günter und zuletzt Frau Dipl.-Kff. Julia Hilgers-Sekowsky unter anderem

- den bisher einzigen aktuellen und systematischen betriebswirtschaftlichen Beitrag zum Thema „Eintritt frei in Museen?“ vorgelegt und publiziert
- die wohl international einzigartige, für ganz Deutschland repräsentative Studie zu Theater-Nichtbesuchern konzipiert und begleitet

¹ Siehe <http://www.marketing.uni-duesseldorf.de>.

- eine originelle empirische Befragung zum Thema „Museumsarchitektur aus Besuchersicht“ durchgeführt.

Die verschiedenen Projekte und Aktivitäten werden immer wieder begleitet von Lerneffekten und Erfahrungsaustausch zu der Frage, wie Ansätze der Betriebswirtschaftslehre und speziell des Marketings und der Marktforschung fruchtbar auf den Kultursektor übertragen werden können.

Hervorstechende Effekte dieser Variante des „Studium laterale“ sind die fachübergreifende Kommunikation und der freiwillige Charakter, der vor allem besonders leistungsbegeisterte und -willige Studierende reizt. Schließlich achten Personalchefs zunehmend darauf, welche über den Pflichtstandard hinaus reichenden Aktivitäten Bewerber in freiwilligem Engagement erbracht haben. ARTAMIS-Teilnehmer können sich aktiv im Transfer ihrer BWL-Kenntnisse üben. Durch die Unabhängigkeit von der Semesterzahl wird auch die Kommunikation zwischen Studierenden unterschiedlicher Studienphasen und zum Teil auch unterschiedlicher Fachrichtungen gefördert. Praxiskontakt und Bewährung in Präsentation, Diskussion und Teamarbeit unterstützen das Einüben der *soft* bzw. *social skills* in diesen Elementen des Studiums.

Inzwischen hat sich ARTAMIS etabliert; die Gruppe funktioniert auch bei wechselnder Besetzung und Beteiligung. Die Arbeit mit und in der Gruppe impliziert zwar erheblichen Aufwand in Organisation, Leitung und Betreuung, aber auch Synergieeffekte mit anderen Forschungs- und Lehraktivitäten. Insbesondere das Vertrauen in das freiwillige Engagement dynamischer Studierender ermöglicht diese Form eines „Studium laterale“.

Dieses zweite Beispiel zeigt, dass „weiche Formen“ freiwilligen Studiums durchaus funktionieren können und den Horizont der Fachspezialisten erweitern bzw. offen halten. Vielleicht lassen sich fachübergreifende Varianten des „Studium laterale“ demnächst auch im Kontext des Gesundheitsmanagements oder ähnlichen, auch für (angehende) Betriebswirte bedeutsamen Arbeitsfeldern realisieren. Möglicherweise sind Varianten eines „Studium laterale“ wie die zuletzt beschriebene sinnvollerweise ergänzende Angebote zu einem verpflichtenden „Studium generale“.

Juristische Fakultät

Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Horst Schlehofer
Dekan
(bis 30. März 2006)
Studiendekan (seit 1. April 2006)



Univ.-Prof. Dr. Johannes Dietlein
Prodekan/Studiendekan
(bis 30. März 2006)
Dekan (seit 1. April 2006)



Univ.-Prof. Dr. Dirk Looschelders
Prodekan (seit 1. April 2006)

HORST SCHLEHOFER (Dekan)

Das Bachelor-Master-System – Ein Modell für die Juristenausbildung?

Der Bologna-Prozess

Die deutsche Hochschulausbildung erlebt derzeit ihren wohl tiefgreifendsten Wandel. Magister- und Diplomstudiengänge werden ersetzt durch Bachelor- und Masterstudiengänge nach internationalem Vorbild. Eingeleitet wurde dieser Prozess am 25. Mai 1998 durch die „Sorbonne-Deklaration“ – eine gemeinsame Erklärung der vier Bildungsminister aus Deutschland, Frankreich, Italien und Großbritannien „zur Harmonisierung der Architektur der europäischen Hochschulbildung“¹. Der Markstein, der der weiteren Entwicklung das Gepräge gab, war aber die „Bologna-Erklärung“. Darin verständigten sich am 19. Juni 1999 die Bildungsminister aus 29 europäischen Staaten darauf, bis zum Jahr 2010 einen gemeinsamen europäischen Hochschulraum zu schaffen. Fortgeschrieben wurde diese Erklärung in den Nachfolgekonferenzen von Prag (2001), Berlin (2003) und Bergen (2005).² Erreicht werden soll das Ziel eines europäischen Hochschulraumes vor allem durch die Schaffung einheitlicher konsekutiver Studiengänge: eines Bachelorstudiengangs als berufsqualifizierendes Basisstudium und eines Masterstudiengangs als Vertiefungs- oder Spezialisierungsstudium. Dadurch sollen insbesondere

1. die Studienzeiten verkürzt werden;
2. die Studiengänge in den beteiligten Nationen kompatibel werden, beispielsweise ein im Inland begonnenes Studium im Ausland fortgesetzt oder ein inländischer Bachelor durch einen ausländischen Masterabschluss aufgestockt werden können;
3. die Mobilität auf dem europäischen Arbeitsmarkt durch die standardisierten Abschlüsse erhöht werden.

Diesem so genannten Bologna-Prozess sind mittlerweile 16 weitere Staaten beigetreten. Und auch die Umsetzung ist schon weit gediehen. So sind in Deutschland zum Wintersemester 2005/2006 bereits 34 Prozent aller Studiengänge auf den Bachelor- oder Masterabschluss ausgerichtet gewesen.³

Ausgespart von diesem Prozess sind bislang die Staatsexamensstudiengänge. Allerdings gibt es Bestrebungen, das zu ändern, und zwar auch für das grundständige rechtswissen-

¹ http://www.uni-heidelberg.de/studium/bologna/eu-ebene/BolognaDokumente/Sorbonne_Erklaerung.pdf (13.11.2006).

² Vgl. auch den Beitrag der Prorektorin für Lehre, Studium und Studienreform, Hildegard Hammer, in diesem Band: Hammer (2006: 29-40).

³ Vgl. die Pressemitteilung des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen vom 26. September 2005: „NRW liegt bei der Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge weit über dem Bundesdurchschnitt“. http://www.innovation.nrw.de/Presse/Pressemitteilungen/2005/pm_05_09_26.html (10.10.2006).

schaftliche Studium. Dafür tritt neben der Hochschulpolitik⁴ insbesondere der Wissenschaftsrat⁵ ein. Er empfiehlt, den Staatsexamensstudiengang durch ein Bachelorstudium zu ersetzen, das durch Vermittlung der wesentlichen Grundlagen des geltenden Rechts, methodischer Kompetenzen und fachübergreifender Inhalte für einen juristischen Beruf qualifiziert. Anschließend könnte sich ein zwei- bis viersemestriges Masterstudium, das in einem speziellen Rechtsgebiet ein besonderes Profil verleiht, oder ein Masterstudium in einem anderen Fach, beispielsweise in den Sozial- oder Wirtschaftswissenschaften. Auf den Zugang zu den reglementierten juristischen Berufen wie dem des Richters, des Staatsanwalts oder des Rechtsanwalts könnte ein separates, viersemestriges Studium vorbereiten.

Die Ziele des Bologna-Prozesses – Legitimation für die Einführung des Bachelor-Master-Systems in die Juristenausbildung?

Die Juristischen Fakultäten Deutschlands lehnen die Einbeziehung des grundständigen rechtswissenschaftlichen Studiums in den Bologna-Prozess entschieden ab. Auf dem Juristen-Fakultätentag 2006 sprachen sie sich zum wiederholten Mal für die Beibehaltung der Staatsprüfung aus.⁶ Die Justizminister traten ihnen zur Seite. Auf ihrer Herbstkonferenz 2005 entschieden sie sich jedenfalls einstweilen dagegen, das juristische Studium in das Bachelor-Master-System zu überführen. Und auch CDU, CSU und SPD sehen in ihrem Koalitionsvertrag vom 11. November 2005 keine Notwendigkeit, die Juristenausbildung dem Bologna-Prozess einzupassen.⁷ Bei Fachfremden stößt diese Ablehnung verbreitet auf Unverständnis: Warum soll gerade in der Rechtswissenschaft nicht möglich sein, was in anderen geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern möglich ist? Das Ausland beweise das Gegenteil; dort seien auch juristische Studiengänge auf das Bachelor-Master-System umgestellt worden.⁸

Das klingt schlüssig, ist es aber nicht. Die mit dem Bologna-Prozess verfolgten Ziele lassen sich in der Juristenausbildung mit dem Bachelor-Master-System nicht erreichen.⁹

1. Die Studienzeiten würden nicht verkürzt, sondern verlängert. Gegenwärtig kann das rechtswissenschaftliche Studium nach acht Semestern mit der Ersten Juristischen Prüfung abgeschlossen werden – mit der Universitätsprüfung im gewählten Schwerpunktbereich und der staatlichen Prüfung in den Pflichtfächern. „Bachelor“ und „Master“ könnten nach den diskutierten Modellen schon theoretisch frühestens nach zehn Semestern erworben werden: entweder nach einem sechssemestrigen Bachelor- und ei-

⁴ Vgl. Kultusministerkonferenz (2003) und Kultusministerkonferenz (o. D.: 17).

⁵ Vgl. Wissenschaftsrat (2002: 83f.); mit Einschränkungen spricht sich für die Einführung des Bachelor-Master-Systems auch der Deutsche Anwaltverein aus; siehe die „Stellungnahme des Deutschen Anwaltvereins zur Einführung eines Bachelor-/Master-Systems in die deutsche Juristenausbildung für die Anhörung des Ausschusses der Justizministerkonferenz zur Koordinierung der Juristenausbildung am 26. Januar 2005 in Berlin“.

⁶ Beschlüsse des Deutschen Juristen-Fakultätentages 2006/I, 2005/I, 2004/II. <http://www.jura.uni-muenchen.de/einrichtungen/fakultaetentag/> (13.11.2006).

⁷ Vgl. CDU Deutschlands, CSU Landesleitung und SPD Deutschlands (2005: 124).

⁸ Zur Situation im Ausland eingehend Hirte (2005: 3ff.).

⁹ Siehe auch die kritischen Stellungnahmen von Dauner-Lieb (2006: 5ff.), Merk (2004: 264ff.), Pfeiffer (2005: 2281ff.), v.Wulffen und Schlegel (2005: 890ff.) und die Diskussion auf dem Symposium „Der ‚Bologna-Prozess‘ und die Juristenausbildung in Deutschland“ am 22. September 2005 in Berlin mit Referaten von Zypries, Merk, Krings, Kilger und Klamaris. <http://www.jura.uni-muenchen.de/einrichtungen/fakultaetentag/> (13.11.2006).

nem viersemestrigen Masterstudium oder nach einem achtsemestrigen Bachelor- und einem zweisemestrigen Masterstudium. Selbst wenn man die denkbare Minimallösung eines sechssemestrigen Bachelor- und eines zweisemestrigen Masterstudiums wählen würde, wäre die Studiendauer noch länger. Hinzu käme nämlich die Zeit zwischen den Studiengängen. Denn in der Praxis würde sich ein Masterstudium wegen des dafür notwendigen Zulassungsverfahrens nicht unmittelbar an ein Bachelorstudium anschließen können. Zwar sollen die Prüfungen im Bachelorstudium studienbegleitend abgenommen werden. Da aber auch der Stoff des letzten Semesters Gegenstand der Prüfung sein müsste, könnte der letzte Prüfungsteil nur in den Semesterferien liegen. In diese würde aber auch das Zulassungsverfahren für den Masterstudiengang fallen. Würde dieser nur im Jahresturnus angeboten, könnte das Studium gar erst nach zwei verlorenen Semestern fortgesetzt werden. Deutlich länger würde das Studium auch für diejenigen, die einen der reglementierten juristischen Berufe anstreben. Denn der Bachelor- und der Masterabschluss allein wären der Ersten Juristischen Prüfung nicht gleichwertig. Anders als diese würden sie nicht den Zugang zum juristischen Vorbereitungsdienst für die reglementierten juristischen Berufe eröffnen. Wegen der Heterogenität der Studiengänge wäre nicht gewährleistet, dass die Bachelor- und Masterabsolventen für den juristischen Vorbereitungsdienst geeignet sind. Sie müssten sich deshalb einer staatlichen Eingangsprüfung unterziehen.¹⁰ Das würde weitere Zeit kosten. Nach den Empfehlungen des Wissenschaftsrats für die Ausbildung zu den reglementierten juristischen Berufen kämen so bis zur Eingangsprüfung mindestens elf Semester zusammen: mindestens sechs Semester für das Bachelorstudium, vier Semester für das Studium zur Vorbereitung auf die Eingangsprüfung und mindestens ein Semester für den Übergang zwischen den Studiengängen. Damit würde das zum Staatsexamen führende Studium drei Semester länger dauern als gegenwärtig und dabei sogar weniger bieten; denn das im heutigen Staatsexamensstudiengang enthaltene Schwerpunktbereichsstudium wäre als Spezialisierung einem Masterstudium vorbehalten. Dafür müssten zwei weitere Semester aufgewandt werden. Wie diese Verlängerungen mit der Forderung des Wissenschaftsrats zusammenpassen sollen, „dass die Umstellung auf eine konsekutive Studienstruktur keinesfalls zur Verlängerung der Ausbildungsdauer für die reglementierten Berufe führen darf“¹¹, ist ungerneimt.

2. Juristische Studiengänge in Europa würden auch durch Umstellung auf das Bachelor-Master-System nicht kompatibel. Denn ihre Gegenstände blieben verschieden. Die europäischen Rechtsordnungen sind trotz europarechtlicher Komponenten immer noch eigenständige Systeme, die sich zum Teil grundlegend unterscheiden. Für einen „Bachelor“ oder „Master“ im deutschen Recht müsste daher eine entsprechende Befähigung im deutschen Recht erworben werden. Das ist aber nicht möglich durch ein Studium ausländischer Rechte. Dieses könnte nur eine ergänzende Funktion haben. Das würde auch für ein ausländisches Masterstudium im Anschluss an einen deutschen „Bachelor“ gelten. Das Masterstudium würde damit nicht die ihm zugeordnete Vertiefungs- oder Spezialisierungsfunktion erfüllen. Es wäre ein zweites grundständiges Studium, das ein anderes Rechtssystem zum Inhalt hätte.

¹⁰ So deutlich Merk (2004: 266).

¹¹ Wissenschaftsrat (2002: 84).

3. Die beruflichen Möglichkeiten würden für das Gros der Absolventen nicht verbessert, sondern verschlechtert. Sie müssten sich mit einem „Bachelor“ begnügen. Denn der Zugang zu den Masterstudiengängen stünde auch ohne formale Quotenbeschränkung nur einem Teil der Bachelorabsolventen offen. Schon die begrenzten Kapazitäten der Fakultäten würden für eine Quotierung sorgen; sie würden weitgehend durch die Bachelorstudiengänge aufgezehrt. Für den „Bachelor of Laws“ ist aber weder in Deutschland noch im Ausland ein eigenes Berufsfeld in Sicht. Das gesteht selbst der Wissenschaftsrat zu. Er sieht es als „eine noch zu lösende Aufgabe“ an, für diese Absolventen „ausreichende Betätigungsfelder zu finden“¹². Die klassischen Berufe des Volljuristen schieden für den Bachelor mangels hinreichender Qualifikation *in toto* aus. Er könnte lediglich auf beruflich niedrigerer Ebene Erfolg haben, etwa als Sachbearbeiter, Büroleiter, Anwaltsgehilfe oder Beamter im gehobenen Dienst.¹³ Dort würde er auf Konkurrenz treffen, die teils umfassender, teils spezieller ausgebildet wäre als er: auf Volljuristen, die in den klassischen Juristenberufen nicht untergekommen sind, oder auf Absolventen einer spezialisierten Spartenausbildung, etwa für den gehobenen Dienst.

Im Ausland wären die Chancen nicht besser. Denn auch in den Ländern, die den Bachelorjuristen bereits eingeführt haben, befähigt der Abschluss entgegen der Zielsetzung von Bologna nicht zu einem juristischen Beruf.¹⁴ Aber selbst wenn es dort Berufsfelder für den Bachelorjuristen gäbe, wären die Aussichten für den deutschen „Bachelor of Laws“ schlecht – weil der deutsche Abschluss dem ausländischen materiell eben nicht gleichsteht. Die Qualifikation des deutschen Bachelor bezieht sich auf das deutsche Recht, die des ausländischen Bachelor auf das ausländische Recht.

Nicht weniger unklar sind die Berufsaussichten für den Masterjuristen. Er hätte kaum mehr vorzuweisen als der heutige Diplomburist nach der Ersten Juristischen Prüfung. Denn auch dieser ist bereits spezialisiert – durch das 2003 mit der letzten Juristenausbildungsreform eingeführte Schwerpunktbereichsstudium. Für ihn sind die Aussichten, ohne Zweites Juristisches Staatsexamen auf dem Arbeitsmarkt Fuß zu fassen, aber denkbar gering. Angesichts dessen bleibt dunkel, warum der Master, der anders als der Diplomburist nicht einmal die Qualifikation für den juristischen Vorbereitungsdienst hätte, bessere Perspektiven haben soll. Auch der Wissenschaftsrat weiß solche nicht zu benennen; diese gelte es erst noch zu finden.¹⁵

Diese Befunde befremden. Begründet doch der Wissenschaftsrat seine Empfehlungen auch mit den Anforderungen des Arbeitsmarktes.¹⁶ Tatsächlich soll aber nicht die Studienstruktur dem Arbeitsmarkt, sondern der Arbeitsmarkt der Studienstruktur angepasst werden.

Das Bachelor-Master-System wäre in der Juristenausbildung aber nicht nur untauglich, die Ziele des Bologna-Prozesses zu erreichen; es würde die Juristenausbildung von diesen Zielen sogar entfernen: durch die Verlängerung der Studienzeit und die Verschlechterung

¹² Wissenschaftsrat (2002: 84).

¹³ So etwa auch der Deutsche Anwaltverein in seiner Stellungnahme: Deutscher Anwaltverein (2005: 7).

¹⁴ Siehe Hirte (2005: 12).

¹⁵ Wissenschaftsrat (2002: 84).

¹⁶ Wissenschaftsrat (2002: 68).

der Qualifikation und damit auch der Berufsaussichten. Selbst die erstrebte Europäisierung des Studiums lässt sich im gegenwärtigen System der Juristenausbildung besser erreichen als im Bachelor-Master-System. Im gegenwärtigen System ist die juristische Ausbildung auch insofern solider. Das Studium des deutschen Rechts wird nicht durch das Studium ausländischen Rechts ersetzt, sondern ergänzt. Das kann geschehen durch Auslandssemester oder durch spezielle Studienangebote, insbesondere durch bilaterale Studiengänge. Beispiele dafür sind an der Juristischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität das Begleitstudium im Anglo-Amerikanischen Recht und der integrierte deutsch-französische Studiengang. Solche bilateralen Studiengänge böten auch ausländischen Studierenden die Möglichkeit, nicht nur ein fundiertes Wissen im Recht ihres Heimatlandes, sondern auch im deutschen Recht zu erwerben. Im Übrigen stehen Absolventen mit einem ausländischen rechtswissenschaftlichen Abschluss schon seit langem ergänzende Magister- oder Masterstudiengänge im deutschen Recht offen.

Das Bachelor-Master-System als Instrument zur Erreichung von Zielen außerhalb des Bologna-Prozesses?

Die Diskussion um die Anpassung der Juristenausbildung an das Bachelor-Master-System hat sich mittlerweile allerdings von den Zielen des Bologna-Prozesses entfernt. Es geht nicht mehr nur um die Schaffung eines europäischen Hochschulraums, sondern auch und vor allem um nationale Fragen der Juristenausbildung: insbesondere darum, wie die Studierenden besser auf die Berufspraxis vorbereitet werden können, ob studienbegleitende Hochschulprüfungen dem Staatsexamen vorzuziehen sind, wie die Examensvorbereitung vom Privatrepetitor auf die Fakultäten verlagert, wie die Gesamtdauer der Ausbildung zum Volljuristen verkürzt und wie der Verschlechterung des deutschen Arbeitsmarkts für Juristen begegnet werden kann.¹⁷ Die Lösung dieser Probleme allein im Rahmen der Bachelor-Master-Struktur zu suchen ist jedoch von vornherein unangemessen. Verbindlichkeit könnte diese Struktur nur aufgrund des Bologna-Prozesses beanspruchen. In ihm ist die Bachelor-Master-Struktur für die Staatsexamensstudiengänge aber nicht festgeschrieben.¹⁸ Und wie sich gezeigt hat, bietet sie sich in der Juristenausbildung zur Erreichung der Ziele von Bologna auch von der Sache her nicht an.

Es müsste schon der Nachweis erbracht werden, dass die Bachelor-Master-Struktur jedenfalls zur Lösung der nationalen Fragen der Juristenausbildung besser geeignet ist als die gegenwärtige Struktur. Dieser Nachweis steht aber aus.

1. Berufspraktische Fertigkeiten können und müssen seit der Juristenausbildungsreform im Jahr 2003 verstärkt auch im Staatsexamensstudiengang vermittelt werden; allgemeine Fähigkeiten wie die so genannten Schlüsselqualifikationen ebenso wie Fremdsprachenkompetenz und fachspezifische Fähigkeiten, die den veränderten Anforderungen des Arbeitsmarktes Rechnung tragen. So soll das Studium insbesondere auch auf die anwaltliche Tätigkeit ausgerichtet werden und im Schwerpunktbereich die Möglichkeit zur Spezialisierung bieten. Insofern sind auch fachübergreifende Studien möglich. Auf den ersten Blick scheinen diese Spezialisierungsmöglichkeiten al-

¹⁷ Vgl. die Defizitanalyse des Wissenschaftsrates in seinen Empfehlungen zur Reform der staatlichen Abschlüsse: Wissenschaftsrat (2002: 68ff.).

¹⁸ Zur rechtlichen Qualität der Bologna-Erklärung v. Wulffen und Schlegel (2005: 891).

lerdings hinter denen des Bachelor-Master-Systems zurückzubleiben. Während für das Schwerpunktbereichsstudium nur mindestens 16 Semesterwochenstunden vorgeschrieben sind, könnte das Masterstudium auf vier Semester erstreckt werden. Allerdings würde das auch mit einem längeren Studium erkauft. Während im Staatsexamensstudiengang die Grundausbildung in den Pflichtfächern und die Schwerpunktbereichsausbildung nach acht Semestern abgeschlossen sind, würde das Bachelor-Master-Studium in der Praxis mindestens elf bis zwölf Semester umfassen – nach dem Sechs-plus-vier- oder dem Acht-plus-zwei-Modell insgesamt zehn Semester für das Bachelor- und Masterstudium und ein oder zwei Semester für den Übergang vom Bachelor- zum Masterstudium (siehe oben). In zwölf Semestern könnte im gegenwärtigen System im Anschluss an die Erste Juristische Prüfung aber sogar noch ein spezialisierender zweisemestriger Weiterbildungsstudiengang absolviert werden. Damit bietet das gegenwärtige System nicht weniger Spezialisierungsmöglichkeiten als das Bachelor-Master-System. *Per saldo* wäre das Qualifikationsniveau im gegenwärtigen System sogar höher – weil die Erste Juristische Prüfung, anders als „Bachelor“ und „Master“, den Zugang zum juristischen Vorbereitungsdienst eröffnet.

2. Im Ganzen gesehen nachteilig wäre auch die Ersetzung des Staatsexamens durch studienbegleitende Hochschulprüfungen. Darunter würden das Niveau von Ausbildung und Prüfung und die Vergleichbarkeit der Abschlüsse leiden. Die Anforderungen würden schon dadurch sinken, dass die Prüfung nicht mehr am Ende der Studienzeit *en bloc*, sondern studienbegleitend abgenommen würde. So würde die Möglichkeit vergeben, in Ausbildung und Prüfung der Verflechtung der einzelnen Rechtsgebiete angemessen Rechnung zu tragen. Und das würde genau das Gegenteil von dem bewirken, was man erreichen möchte: die Absolventen besser auf die Berufspraxis vorzubereiten. Denn in ihr tauchen Rechtsfragen meist in komplexen Zusammenhängen und nicht nur „abgeschichtet“ auf – so insbesondere bei der Rechtsberatung und der Rechtsgestaltung.

An Qualität würde die Prüfung außerdem dadurch einbüßen, dass sie nicht mehr bei den Justizprüfungsämtern zentralisiert wäre. Die Zentralisierung gewährleistet fakultätsübergreifend gleiche Anforderungen und erfahrungsgemäß in den Grenzen des Möglichen auch ein einheitliches Bewertungsgefüge. Beides würde verloren gehen. Das zeigen die ersten Erfahrungen mit der Schwerpunktbereichsprüfung, die allein in der Verantwortung der Fakultäten liegt. Hier divergiert schon die Ausgestaltung der Prüfung. Damit variiert auch deren Schwierigkeitsgrad. Das hat zur Folge, dass die Noten nur noch eingeschränkt vergleichbar sind. Es zeichnet sich zudem ein anderes Bewertungsgefüge ab als im Staatsexamen; die Notenskala verschiebt sich tendenziell nach oben. Das entspricht dem, was man von anderen Studiengängen mit Hochschulprüfungen kennt. So gibt es nicht wenige, in denen die Notenskala nach unten nicht ausgeschöpft wird, in denen statistisch beispielsweise „gut“ die Durchschnittsnote und „befriedigend“ schon unterdurchschnittlich ist. Durch eine solche Nivellierung büßen die Noten an Aussagekraft und Verlässlichkeit ein. Gerade dem Arbeitsmarkt, dem eine Ausbildungsreform ja dienen soll, erwiese man damit keinen guten Dienst. Auf der schulischen Ebene – beim Abitur – geht die Bildungspolitik bezeichnenderweise auch genau den entgegengesetzten Weg: Dort sollen durch Einführung des Zentralabi-

turs die Qualität und die Vergleichbarkeit der Abschlüsse gesichert werden. Angesichts dessen wäre es paradox, die entsprechende Qualitätssicherung des Staatsexamens abzuschaffen.

3. Im Bachelor-Master-System gäbe es aber immerhin gute Chancen, den Privatrepetitor aus ihm zu verdrängen und die Studierenden auch in Phasen der Prüfungsvorbereitung an der Universität zu halten. Denn Repetitorien würden sich in diesem System wirtschaftlich wohl kaum noch lohnen. Der Aufwand würde sich erheblich vergrößern, weil das Repetitoriumsangebot auf den jeweiligen Studiengang zugeschnitten werden müsste. Anders als im Pflichtfachteil des gegenwärtigen mit der Ersten Juristischen Prüfung abschließenden Studiengangs würden die Curricula der neuen Studiengänge voneinander abweichen. Denn bei der Gestaltung der Bachelor- und Masterstudiengänge hätten die Fakultäten freie Hand. Eine weitere Erschwernis wäre, dass die Prüfung nicht mehr *en bloc*, sondern studienbegleitend abgenommen würde. Das ließe für ein auf den jeweiligen Prüfungsteil bezogenes Repetitorium nur noch wenig Zeit.

Die Privatrepetitorien würden allerdings nur aus den Bachelor- und Masterstudiengängen, nicht aus der Juristenausbildung insgesamt verdrängt. Ihnen bliebe die Vorbereitung auf die Eingangsprüfung für den juristischen Vorbereitungsdienst. Auf diesem Feld würden sie sogar Terrain gewinnen. Da die Staatsprüfung eine Blockprüfung bliebe, müsste der gesamte Stoff wiederholt werden – der relevante Stoff des Bachelorstudiengangs und der des auf die Staatsprüfung vorbereitenden Ergänzungsstudiums. Unter den Bedingungen des Bachelor-Master-Systems könnten das die Juristischen Fakultäten aber allenfalls noch unzureichend leisten, weil ihre Kapazitäten schon durch die gestuften Studiengänge gebunden wären. Damit würde sich gerade die Ausbildung zu den reglementierten anspruchsvollen juristischen Berufen verschlechtern. Denn gegenwärtig wird die nötige Prüfungsvorbereitung in weitem Umfang auch an den Juristischen Fakultäten geleistet – durch Repetitorien, Klausurenkurse und mündliche Probeprüfungen. Und diese Veranstaltungen geben gerade anspruchsvollere Studierende den Vorzug vor Privatrepetitorien. Der bessere Weg, um die Ausbildung von den Privatrepetitorien auf die Juristischen Fakultäten zu verlagern, wäre daher, die Juristischen Fakultäten in der Konkurrenz zu den Privatrepetitorien zu stärken, damit sie mehr Kapazitäten für die Examensvorbereitung haben, und Anreize zu schaffen, sich noch intensiver in der Examensvorbereitung zu engagieren.

4. Keine Vorteile bietet das Bachelor-Master-System auch für eine Verkürzung der Gesamtausbildung zu den reglementierten juristischen Berufen. Das vom Wissenschaftsrat empfohlene Modell würde die Ausbildung sogar verlängern (siehe oben). Anders scheint es in dem Modell von Jens Jeep zu sein.¹⁹ Er plädiert dafür, die heutigen beiden juristischen Examina – die Erste Juristische Prüfung und das Zweite Juristische Staatsexamen – zu einem „Einheitlichen Juristischen Staatsexamen“ zusammenzufassen, das Wissen und die Fähigkeiten dafür in einem achtsemestrigen Bachelorstudium zu vermitteln, für die Examinierten statt des gegenwärtigen zweijährigen Vorbereitungsdienstes nur noch einen einjährigen vorzusehen und die Spezialisierung einem zweisemestrigen Masterstudium zu überantworten, das die Funktion des gegenwärtigen Schwerpunktereichsstudiums übernimmt. Die Ausbildung zum Volljuristen mit

¹⁹ Jeep (2005: 2283ff.).

Spezialisierung würde danach inklusive eines Prüfungssemesters sechseinhalb Jahre dauern. Im gegenwärtigen System sind es schon ohne Masterstudium sechseinhalb Jahre. Allerdings wird die für das Masterstudium vorgesehene Spezialisierung im gegenwärtigen System schon durch das Schwerpunktbereichsstudium vor der Ersten Juristischen Prüfung erworben. Damit kann man die Qualifikation eines Volljuristen mit Spezialisierung im gegenwärtigen System in der gleichen Zeit erreichen wie im Modell von Jeep. Auch braucht man das Bachelor-Master-System nicht, um die Ausbildung auf ein „Einheitliches Juristisches Staatsexamen“ zu konzentrieren. Die Idee einer einstufigen Juristenausbildung und sogar entsprechende Modellversuche gab es schon lange vor dem Bologna-Prozess. Und noch bei der letzten Ausbildungsreform ist sie unabhängig von der Bachelor-Master-Struktur diskutiert worden. Nicht die formale Struktur der Ausbildung, sondern die entscheidende inhaltliche Frage sollte daher im Vordergrund stehen: die, ob eine einstufige Ausbildung besser ist als die gegenwärtige zweistufige.

5. Schließlich lässt sich auch das deutsche Arbeitsmarktproblem nicht mit dem Bachelor-Master-System lösen. Die Zahl der Volljuristen würde zwar deutlich abnehmen (siehe oben), insbesondere wenn der Zugang zur staatlichen Eingangsprüfung an den Masterabschluss gebunden würde. Es gäbe dann aber ein Heer von Bachelorabsolventen, für die ein Arbeitsmarkt nicht in Sicht ist. Volkswirtschaftlich gesehen wäre die bildungspolitische Fehlinvestition zwar geringer, als wenn man Volljuristen für einen überfüllten Arbeitsmarkt ausbildet. Aber auch das kleinere Übel ist ein Übel. Sinnvoller wäre es, die Zahl der Studienplätze dem Bedarf anzupassen und durch Beibehaltung der Lehrkapazitäten die Betreuungsrelation zu verbessern.

Fazit

Das Bachelor-Master-System ist kein Modell für die Juristenausbildung. Es kann in der Juristenausbildung weder die Ziele des Bologna-Prozesses erreichen noch die spezifischen Probleme der deutschen Juristenausbildung lösen. Es würde im Gegenteil die Ausbildung zu den reglementierten Berufen verlängern, zu einem Niveauverlust führen und Bachelor- bzw. Masterjuristen ohne Berufsperspektive hervorbringen. Dennoch wird die Diskussion um eine Bachelor-Master-Struktur der Juristenausbildung fort dauern. Denn zum einen spielen bei ihr auch Standesinteressen eine Rolle – so das durchaus berechtigte Interesse der Anwaltschaft, den Zustrom zum Anwaltsberuf zu drosseln. Und zum anderen hat der Bologna-Prozess eine von seinen Zielen gelöste Eigendynamik entwickelt. Er erzeugt auch dort, wo das Bachelor-Master-System unpassend ist, einen Konformitätsdruck, der sogar finanziell spürbar wird, wenn die Bachelor-Master-Struktur zum Parameter für die Verteilung von Haushalts- oder Fördermitteln wird. Eine Einführung der Bachelor-Master-Struktur aus ausbildungsfremden Gründen oder gar allein um ihrer selbst willen würde aber letztlich nur Schaden stiften. Man sollte sich deshalb auf die materiellen Ziele besinnen, die im Rahmen des Bologna-Prozesses mit dem Bachelor-Master-System verfolgt werden und es folgerichtig nur dort etablieren, wo es zur Erreichung dieser Ziele taugt. In der Juristenausbildung taugt es dazu nicht.

Literatur

- CDU DEUTSCHLANDS, CSU LANDESLEITUNG und SPD DEUTSCHLANDS. „Gemeinsam für Deutschland. Mit Mut und Menschlichkeit. Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD“. 11.11.2005. http://koalitionsvertrag.spd.de/servlet/PB/show/1645854/111105_Koalitionsvertrag.pdf (10.10.2006).
- DAUNER-LIEB, Barbara. „Der Bologna-Prozess – endgültig kein Thema für die Juristenausbildung?“, *Anwaltsblatt* (2006), 5-9.
- DEUTSCHER ANWALTVEREIN. „Stellungnahme des Deutschen Anwaltvereins zur Einführung eines Bachelor-/Master-Systems in die deutsche Juristenausbildung für die Anhörung des Ausschusses der Justizministerkonferenz zur Koordinierung der Juristenausbildung am 26. Januar 2005 in Berlin“. 2005. <http://www.anwaltverein.de> (13.11.2006).
- HAMMER, Hildegard. „Der Bologna-Prozess – Chancen und Schwächen einer erzwungenen Studienreform“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2005*. Düsseldorf 2006, 29-40.
- HIRTE, Heribert. „Die Juristenausbildung in Europa vor dem Hintergrund des Bologna-Prozesses“, *Juristische Schulung* (2005), Beilage Heft 12, 3-14.
- JEEP, Jens. „Der Bologna-Prozess als Chance – Warum die Juristenausbildung durch Bachelor und Master noch besser werden kann“, *Neue Juristische Wochenschrift* (2005), 2283-2286.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. „10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur in Deutschland – Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.06.2003“. 2003. <http://www.kmk.org/doc/beschl/BMThesen.pdf> (10.10.2006).
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. „Realisierung der Ziele des Bologna-Prozesses – Nationaler Bericht 2004 für Deutschland von KMK und BMBF“. o. D. http://www.bmbf.de/pub/nationaler_bericht_bologna_2004.pdf (10.10.2006).
- MERK, Beate. „Der Bologna-Prozess – die Erste Juristische Staatsprüfung auf dem Prüfstand?“, *Zeitschrift für Rechtspolitik* (2004), 264-266.
- PFEIFFER, Thomas. „Wird der Juristenausbildung der Bologna-Prozess gemacht?“, *Neue Juristische Wochenschrift* (2005), 2281-2283.
- WISSENSCHAFTSRAT. „Empfehlungen zur Reform der staatlichen Abschlüsse“, Drs. 5460/02. 15.11.2002. <http://www.wissenschaftsrat.de/texte/5460-02.pdf> (10.10.2006).
- VON WULFFEN, Matthias und Rainer SCHLEGEL. „Der Bologna-Prozess und seine möglichen Auswirkungen auf die Justiz“, *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht* (2005), 890-895.

ANDREAS FEUERBORN

Der integrierte deutsch-französische Studiengang der Juristischen Fakultäten der Université de Cergy-Pontoise und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Die Juristischen Fakultäten der Université de Cergy-Pontoise und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf haben zum Wintersemester 2005/2006 einen integrierten deutsch-französischen Studiengang eingerichtet, der im Oktober 2005 mit 13 Studierenden auf französischer und elf Studierenden auf deutscher Seite erfolgreich gestartet ist. Der zweite Jahrgang wird im Oktober 2006 mit voraussichtlich jeweils 18 Studierenden aus Cergy-Pontoise und Düsseldorf beginnen.



Abb. 1: Förderung durch die Deutsch-Französische Hochschule

Die Deutsch-Französische Hochschule in Saarbrücken fördert diesen grundständigen dreijährigen Studiengang. Er ermöglicht es Jurastudierenden der beiden Partnerfakultäten in Cergy-Pontoise und Düsseldorf, ein Doppeldiplom im deutschen und französischen Recht zu erwerben. Das Doppeldiplom besteht aus der „licence mention droit“ und dem entsprechenden Hochschulzertifikat, das regelmäßig die deutsche Zwischenprüfung beinhaltet. An den Grundstudienangang kann der geplante zweijährige Aufbaustudiengang mit dem Doppeldiplom des französischen „Master II“ und des deutschen Grades „Magister/Magistra Legum, Düsseldorf“ angeschlossen werden. Da der erfolgreiche Abschluss des Grundstudiums die Voraussetzungen der französischen „licence“ und der deutschen Zwischenprüfung erfüllt, ermöglicht er auch die Fortsetzung des „klassischen“ Jurastudiums in Frankreich oder Deutschland.

Idee und Entstehungsgeschichte

Zwischen der Université de Cergy-Pontoise und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf besteht bereits seit vielen Jahren eine ERASMUS-/SOKRATES-Partnerschaft, in deren Rahmen deutsche und französische Jurastudierende ein Studienjahr an der Partnerfakultät verbringen. Die Juristische Fakultät in Cergy-Pontoise bietet, nicht zuletzt wegen der Nähe zu Paris und den vielen dort tätigen internationalen Anwaltskanzleien und Unternehmen, seit ihrer Gründung vor etwa 15 Jahren eine spezielle Ausbildung an, die Rechtswissenschaften und Sprachen sowie die Kenntnis ausländischer Rechtsordnungen miteinander verbindet. Daher bildet sie Jurastudierende zusätzlich auch im deutschen Recht und in der deutschen Sprache aus. Vor der Umstellung auf das Bachelor-Master-System wurde diese Ausbildung mit dem Universitätsdiplom „Deutsches Recht“ („diplôme universitaire de droit allemand“) abgeschlossen; heute können die Studierenden zusätzlich zur „licence en droit“ ein Diplom als zweisprachige Juristin bzw. zweisprachiger Jurist im deutschen Recht („diplôme universitaire juriste bilingue allemand“) erwerben. In Düsseldorf finden ebenfalls in jedem Semester Vorlesungen zur Einführung in das französische Recht statt, in denen die Studierenden Abschlussklausuren schreiben und entsprechende Leistungsnachweise erwerben können.



Abb. 2: Das neue Gebäude der Juristischen Fakultät in Düsseldorf

Im Sommer des Jahres 2003 traten die Kolleginnen und Kollegen aus Cergy-Pontoise mit der Idee eines integrierten deutsch-französischen Studiengangs an die Düsseldorfer heran. Dieser sollte mit einem deutsch-französischen Doppeldiplom abschließen und durch die Deutsch-Französische Hochschule in Saarbrücken gefördert werden.

Ziel dieses integrierten Studiengangs ist es, den Studierenden eine fundierte Ausbildung in beiden Rechtsordnungen und Rechtskulturen zu vermitteln, die es ihnen ermöglicht, im grenzüberschreitenden Rechtsverkehr, aber auch in internationalen Organisationen tätig zu werden. Die Ausbildung soll nicht nur die theoretischen Inhalte und die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten in zwei Rechtsordnungen vermitteln. Großes Gewicht wird ebenfalls auf die praktische Ausbildung, vor allem im Rahmen von Auslandspraktika, sowie auf interkulturelle Fähigkeiten gelegt. Deshalb studieren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Studiengangs nach dem ersten Jahr, das sie zur Eingewöhnung noch an ihren Heimatakademien verbringen, während der beiden weiteren Studienjahre als gemeinsame deutsch-französische Studiengruppe, und zwar ein Jahr in Düsseldorf und ein Jahr in Cergy-Pontoise. Dieses gemeinsame zweijährige Studium französischer und deutscher Studierender ist eine Neuheit bei den integrierten rechtswissenschaftlichen Studiengängen.



Abb. 3: Das Gebäude der geisteswissenschaftlichen Fakultäten in Cergy-Pontoise

Nach der ersten Kontaktaufnahme im Sommer nahm bereits im Oktober 2003 eine Delegation der Juristischen Fakultät aus Düsseldorf an einer Präsentation der Universität in Cergy-Pontoise teil, in der unter dem Titel „L’allemand et les études allemandes à l’université de Cergy-Pontoise“ das Angebot an Studiengängen mit deutschem Bezug vorgestellt wurde. Dabei unterzeichneten der Präsident der französischen Universität sowie die Vertreter beider Fakultäten eine feierliche Erklärung, in der sie die Absicht zur Einrichtung eines integrierten deutsch-französischen Studiengangs bekundeten. Dieses Dokument unterzeichnete ebenfalls der damalige Justizminister des Landes Nordrhein-Westfalen, Wolfgang Gerhard, der sich sehr für das Vorhaben einsetzte. In der Folgezeit wurden die Planungen so zielstrebig vorangetrieben, dass sie dank der intensiven Arbeit aller Be-

teiligten bereits im Oktober 2004 abgeschlossen wurden und der Förderungsantrag bei der Deutsch-Französischen Hochschule eingereicht werden konnte. Ende März 2005 genehmigte die Deutsch-Französische Hochschule den Förderungsantrag. Dann konnten die notwendigen Werbemaßnahmen eingeleitet, die Studierenden ausgewählt und die Lehrveranstaltungen des ausländischen Rechts organisiert werden. Am 10. Oktober 2005 nahmen die elf deutschen Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihr integriertes Studium mit einem Intensivsprachkurs auf, bevor eine Woche später die Vorlesungen im deutschen und französischen Recht begannen.

Inhalte des integrierten Studiums

Die Studierenden werden parallel im deutschen und französischen Zivilrecht, Öffentliches Recht und Strafrecht ausgebildet. Einige Lehrveranstaltungen des ausländischen Rechts werden von Lehrbeauftragten abgehalten, die vor Ort ansässig sind. In Düsseldorf handelt es sich dabei vor allem um französische Rechtsanwältinnen und wissenschaftliche Mitarbeiter, die in Deutschland arbeiten. Andere Vorlesungen und Arbeitsgemeinschaften werden von Kolleginnen und Kollegen der Partnerfakultät in Cergy-Pontoise durchgeführt, die zu diesem Zweck aus Frankreich anreisen und den Stoff in Blockveranstaltungen vermitteln. Auf diese Weise wird der Austausch der Studierenden durch einen Austausch der Lehrenden ergänzt. Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Voraussetzungen zum Erwerb des Doppeldiploms werden, vor allem im Rahmen von Auslandspraktika, praxisbezogene Fähigkeiten und Methodik vermittelt.

Lehrveranstaltungen

Im ersten Jahr studieren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des integrierten Studiengangs noch – wie oben erwähnt – an ihren Heimatafakultäten. Dadurch können sie sich besser in das Studium im Allgemeinen und das Jurastudium im Besonderen einfinden. Dabei liegt der Schwerpunkt der Ausbildung jeweils im Heimatrecht, in Düsseldorf also im deutschen Recht. Zugleich erhalten die Studierenden eine Ausbildung im ausländischen Recht. In Düsseldorf nehmen die Studierenden daher an den Grundveranstaltungen des französischen Rechts teil und legen die nach französischem Prüfungsrecht erforderlichen Prüfungen ab. Vorbereitet wird die Teilnahme an diesen Lehrveranstaltungen durch einen Französisch-Intensivkurs. Außerdem wird ein Sprachkurs studienbegleitend während des gesamten ersten Studienjahres fortgeführt.

Im zweiten Jahr kommen die französischen Studierenden aus Cergy-Pontoise nach Düsseldorf, um hier mit den deutschen Kommilitoninnen und Kommilitonen als gemeinsame deutsch-französische Studiengruppe weiter zu studieren. Der Schwerpunkt liegt auf der Ausbildung im deutschen Recht und den zum Erwerb der deutschen Zwischenprüfung erforderlichen Veranstaltungen und Prüfungen. Darüber hinaus werden parallel die Ausbildung im französischen Recht und die Vorbereitung auf das Partnerland im Hinblick auf das dritte Studienjahr in Cergy-Pontoise fortgeführt.

Im dritten Jahr wechselt die deutsch-französische Studiengruppe dann gemeinsam zur Fortsetzung des integrierten Studiums an die Partnerfakultät nach Cergy-Pontoise. Hier liegt der Schwerpunkt auf der Ausbildung im französischen Recht und den zum Erwerb

der französischen „licence“ erforderlichen Veranstaltungen und Prüfungen. Parallel wird die Ausbildung im deutschen Recht fortgeführt, um die restlichen Voraussetzungen zum Erwerb der deutschen Zwischenprüfung zu erfüllen.

Einen anschaulichen Überblick über die Lehrveranstaltungen und die besonderen Leistungen, die die Studierenden des integrierten Studiengangs erbringen, bieten die Stundenpläne des ersten und zweiten Semesters. Sie sind auf der Internetseite der Professur für Arbeitsrecht unter der Adresse <http://www.jura.uni-duesseldorf.de/dozenten/feuerborn/start.shtml> abrufbar.

Studienreisen und Auslandspraktika

Die Lehrveranstaltungen des dreijährigen Studiengangs werden vorbereitet und ergänzt durch Intensivsprachkurse, Studienreisen in das Partnerland zwischen dem ersten und zweiten Semester und Praktika im Partnerland. Die Auslandspraktika finden für die deutschen Studierenden zu Beginn des zweiten und dritten Semesters bei einer Anwaltskanzlei und einem Gericht oder einer Verwaltungsbehörde sowie zum Ende des dritten Studienjahres bei einem Fachanwalt, einem Unternehmen, einer Gewerkschaft oder einem Arbeitgeberverband in Cergy-Pontoise statt.

Die Studierenden aus Cergy-Pontoise unternahmen ihre erste Studienreise nach Düsseldorf vom 22. bis zum 28. Januar 2006. Sie besuchten die Juristische Fakultät und ihre Düsseldorfer Kommilitoninnen und Kommilitonen, den nordrhein-westfälischen Landtag und kulturelle Einrichtungen im Umland wie das Museum Ludwig in Köln und die Zeche Zollverein in Essen. Der Gegenbesuch erfolgte zwischen dem 19. und 25. Februar.

Die Universität von Cergy-Pontoise mit ihren 20.000 Studierenden sowie zahlreiche weitere Schulen prägen das Bild der *ville nouvelle*, die zugleich Hauptstadt des Departements Val d'Oise ist und in den 1960er Jahren zur Entlastung des Pariser Stadtgebietes in dessen Umkreis entstand. Neben diversen Kultureinrichtungen, Sport- und Parkanlagen sowie einem kleinen Hafen macht insbesondere die Nähe zu Paris, das mit der Regionalbahn RER in knapp 40 Minuten zu erreichen ist, den Reiz für die ca. 180.000 Einwohner der Stadt aus, dort zu wohnen.

Die Studierenden erhielten in einem abwechslungsreichen Programm einen Einblick in das französische Rechts- und Justizsystem sowie dessen politischen und kulturellen Rahmen. Zu den besonderen Erlebnissen in Paris zählten der Besuch des höchsten Zivil- und Strafgerichts in Frankreich, des Kassationsgerichtshofes, und eine Besichtigung des französischen Senats, der dem deutschen Bundesrat ähnlich ist. Bei einer interessanten Führung durch das imposante und prächtig ausgestattete Bauwerk sowie dem Besuch des Pariser Gerichtsgebäudes wurden der besondere Charakter des französischen Rechtssystems und seine Unterschiede zum deutschen erfahrbar: Während hierzulande in einer mündlichen Verhandlung ein reger Austausch zwischen Richtern, Anwälten und Prozessparteien besteht, wird in Frankreich das Verfahren vornehmlich nach Aktenlage und Einreichung eines schriftlichen Plädoyers entschieden.

Natürlich wurden auch das Universitätsgebäude der Partneruniversität mitsamt seinen Einrichtungen und die *faculté de droit* mit ihrer Fachbibliothek besucht. Auch die Teilnahme an Lehrveranstaltungen stand auf dem Programm. Einen Tag verbrachten die deutschen Studierenden zudem in Kanzleien und erhielten dort Einblick in die praktische Arbeit ei-



Abb. 4: Die deutsche Studiengruppe im Senat in Paris am 20. Februar 2006

nes französischen Rechtsanwalts. Abgeschlossen wurde das offizielle Programm auf dem Pariser Friedhof Montmartre, wo die Studierenden gemeinsam eine Rose am Grab von Heinrich Heine niederlegten. Der in Düsseldorf geborene Dichter lebte in Paris, ohne Deutschland ganz vergessen zu wollen. An diesem Februartag 150 Jahre nach seinem Tod fühlten sich die Studierenden des deutsch-französischen Studiengangs dem Namensgeber unserer Universität besonders nahe.

Studienabschluss

Am Ende des dritten Studienjahres wird das Grundstudium, nach der Anfertigung einer Abschlussarbeit in Form eines schriftlichen Berichts, durch ein Abschlusstreffen der Lehrenden und aller Studierenden beendet. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern werden nach erfolgreichem Abschluss der Prüfungen in Düsseldorf und Cergy-Pontoise der französische Abschluss „licence mention droit“ sowie das deutsche Hochschulzertifikat verliehen, das regelmäßig die deutsche juristische Zwischenprüfung beinhaltet.

Dieses Doppeldiplom eröffnet den erfolgreichen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Grundstudiengangs im Wesentlichen drei Optionen: Da sie eine französische „licence“ besitzen, können sie eine Berufstätigkeit anstreben (und sich z. B. an einer Rechtsanwaltschule bewerben, um dann als „avocat“ arbeiten zu können; zunehmend wird allerdings der „Master“ vorausgesetzt) oder an einer französischen Universität das Jurastudium mit einem Masterstudiengang fortsetzen. Die frühere französische „maîtrise“ ist durch den „Master“ abgelöst worden, der nach einem Jahr als „Master I“ und nach zwei Jahren

als „Master II“ erworben werden kann. Mit der deutschen Zwischenprüfung können sie stattdessen auch das Jurastudium an einer deutschen Universität fortsetzen, um die erste juristische Prüfung (das frühere Erste Staatsexamen) abzulegen. Die dritte Möglichkeit, die den Studierenden die besten Berufsaussichten eröffnet, ist die Teilnahme am zweijährigen integrierten deutsch-französischen Aufbaustudiengang, der sich derzeit in Planung befindet.

Geplanter Aufbaustudiengang

Die Partnerfakultäten in Cergy-Pontoise und Düsseldorf planen einen zweijährigen Aufbaustudiengang, der an das integrierte deutsch-französische Grundstudium anschließt und es den Studierenden ermöglichen wird, den französischen „Master II“ und den deutschen Grad „Magister/Magistra Legum, Düsseldorf (LL.M.)“ zu erwerben. Im ersten Jahr des Aufbaustudiums sollen die deutschen und französischen Teilnehmerinnen und Teilnehmer gemeinsam in Cergy-Pontoise studieren, um für das zweite Studienjahr gemeinsam nach Düsseldorf zu wechseln. Damit setzt sich die bereits im Grundstudiengang verwirklichte Konzeption einer deutsch-französischen Studiengruppe fort. Der Aufbaustudiengang wird den Bereich des Wirtschafts-, Arbeits- und Sozialrechts zum Gegenstand haben und in diesem Rahmen verschiedene Möglichkeiten der Spezialisierung bieten. Nach den derzeitigen Planungen soll die erfolgreiche Teilnahme an dieser Spezialisierung als universitäre Schwerpunktbereichsprüfung anerkannt werden, die 30 Prozent der ersten juristischen Prüfung ausmacht.

Der Aufbaustudiengang ist vor allem für die Absolventinnen und Absolventen des Grundstudiums gedacht. Er wird aber auch Externen offen stehen, welche die erforderlichen Qualifikationen besitzen. Die Vorbereitung dieses integrierten deutsch-französischen Aufbaustudiengangs wird ebenfalls von der Deutsch-Französischen Hochschule in Saarbrücken gefördert.

Bewerbungsvoraussetzungen und Bewerbung

Der dreijährige integrierte deutsch-französische Grundstudiengang richtet sich an alle diejenigen, die über das Abitur (bzw. die allgemeine Hochschulreife) und über gute französische Sprachkenntnisse verfügen. Diese Sprachkenntnisse können im Rahmen eines Französisch-Leistungskurses, aber auch eines -Grundkurses oder auf andere Weise erworben worden sein.

Die Bewerbung ist an die Professur für Arbeitsrecht zu richten. Neben einem Lebenslauf muss sie vor allem eine Begründung (*motivation*) für die Wahl des Studiengangs enthalten, die in deutscher und französischer Sprache abzufassen ist und einen Umfang von jeweils ca. einer Seite (DIN A4) haben soll. Beizufügen sind ferner die Schulzeugnisse der letzten drei Jahre und – falls bereits vorhanden – des Abiturzeugnisses (bzw. des Zeugnisses der allgemeinen Hochschulreife) sowie eventuelle weitere Nachweise über die Französischkenntnisse oder andere studienrelevante Nachweise in Kopie.

Die Bewerbungsfristen werden auf den Internetseiten der Fakultät und der Professur für Arbeitsrecht sowie auf der Internetseite der Deutsch-Französischen Hochschule in Saar-

brücken bekannt gegeben. Im Jahr 2005 endete die Bewerbungsfrist für den Studienbeginn im Oktober am 31. Mai.

Nach der Prüfung der schriftlichen Unterlagen werden die geeigneten Bewerberinnen und Bewerber zu ca. 20-minütigen Auswahlgesprächen eingeladen. Diese Gespräche werden gemeinsam vom Düsseldorfer Programmverantwortlichen, Univ.-Prof. Dr. Andreas Feuerborn, und einer Kollegin oder einem Kollegen aus Cergy-Pontoise geführt. Sie finden in deutscher und französischer Sprache statt.

Neben der Bewerbung an der Juristischen Fakultät ist eine Bewerbung zum Jurastudium bei der Zentralstelle für die Vergabe von Studienplätzen (ZVS) zwingend nötig. Dabei müssen die von der ZVS in Dortmund gesetzten Fristen beachtet werden, die von den Bewerbungsfristen an der Düsseldorfer Fakultät abweichen können. Informationen dazu finden sich auf der Internetseite der ZVS unter <http://www.zvs.de/>.

Weitere Informationen und Ansprechpartner

Ansprechpartner für den Studiengang ist der Programmverantwortliche Univ.-Prof. Dr. Andreas Feuerborn. Er ist unter der folgenden Adresse zu erreichen:

Univ.-Prof. Dr. Andreas Feuerborn
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Professur für Bürgerliches Recht, Arbeitsrecht und Rechtsvergleichung
Universitätsstraße 1, Geb. 24.81, Raum 02.44
Tel.: 0211/81-15825 oder -15826
Fax: 0211/81-15827
E-Mail: ArbeitsrechtHHUD@gmx.de

Weitere Informationen bieten ferner die bereits erwähnte Internetseite der Professur für Arbeitsrecht unter <http://www.jura.uni-duesseldorf.de/dozenten/feuerborn/start.shtml> sowie die Internetseite der Deutsch-Französischen Hochschule unter <http://www.dfh-ufa.org/>.

ULF PALLME KÖNIG

Die rechtliche Einordnung der Kooperationsvereinbarung zwischen Universität und Universitätsklinikum nach nordrhein-westfälischem Recht¹

Neuordnung der Hochschulmedizin in Nordrhein-Westfalen

Auf Grund von Empfehlungen des Wissenschaftsrates und der Kultusministerkonferenz hat vor wenigen Jahren auch das Land Nordrhein-Westfalen strukturelle Veränderungen in der Hochschulmedizin vollzogen. Anlass dafür waren und sind massive Veränderungen der Krankenhausfinanzierung bis hin zur Einführung eines Systems diagnoseorientierter Fallpauschalen und der vor allem auch dadurch auf die Universitätsklinika erzeugte Druck, ihr Leistungsangebot entsprechend auszurichten und eine umfassende betriebliche Kostensteuerung zu entwickeln. Zudem sollte und soll unter Herstellung einer größeren Transparenz der Kosten für die Krankenversorgung einerseits und für Forschung und Lehre andererseits erreicht werden, dass die Landeszuschüsse für Forschung und Lehre und die von den Krankenkostenträgern bereitgestellten Mittel zweckentsprechend verwendet und nicht – wie vielfach behauptet – zur (wechselseitigen) Subventionierung missbraucht werden.

Gesetzliche Grundlagen

Vor diesem Hintergrund wurden die bisherigen rechtlich unselbständigen sechs Medizinischen Einrichtungen der Universitäten auf der Grundlage des § 41 Absatz 1 des Hochschulgesetzes Nordrhein-Westfalen mit Wirkung zum 1. Januar 2001 durch inhaltsgleiche Errichtungsverordnungen in Universitätsklinika als Anstalten des öffentlichen Rechts mit eigener Rechtspersönlichkeit und Dienstherrenfähigkeit umgewandelt. Damit wollten Gesetz- und Verordnungsgeber die organisatorischen Voraussetzungen dafür schaffen, dass die Universitätsklinika unternehmerischer geführt werden und sich dem Wettbewerb im Krankenhauswesen stellen können. Die dem Aufgabenbereich der Medizinischen Einrichtungen zuzurechnenden Rechte und Pflichten des Landes und der Universitäten gingen dabei im Wege der Gesamtrechtsnachfolge auf die Universitätsklinika über. Die Organisationsstrukturen und Entscheidungsverfahren innerhalb der Universitätsklinika wurden durch im Wesentlichen gleich lautende Satzungen geregelt, die vom Wissenschaftsministerium für die jeweiligen Universitätsklinika auf der Grundlage der Errichtungsverordnung erlassen worden sind.

Zugleich mit der auf das Hochschulgesetz gestützten Errichtungsverordnung machte das Land von einer weiteren Ermächtigung des Gesetzes Gebrauch und passte in derselben

¹ Es handelt sich um einen Vortrag, den der Verfasser aus Anlass der Verleihung der Honorarprofessur der Juristischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf am 1. Juli 2005 gehalten hat.

Verordnung auch die Organisation des Fachbereichs Medizin und das für ihn geltende Haushaltswesen der rechtlichen Verselbständigung der Medizinischen Einrichtungen an.

Sowohl im Hinblick auf die Wahrnehmung der Aufgaben als auch in organisatorischer Hinsicht sehen Hochschulgesetz, Errichtungsverordnung und Satzung zwischen dem Fachbereich Medizin und dem Universitätsklinikum in vielfältiger Hinsicht personelle Verzahnungen sowie Koordinations- und Kooperationspflichten vor. Damit wird ein vom Bundesverfassungsgericht geforderter angemessener Ausgleich zwischen dem durch Artikel 2 Absatz 2 Satz 1, 20 Absatz 1 Grundgesetz bestimmten Interesse der Universitätsklinik an bestmöglicher Krankenversorgung und der an Artikel 5 Absatz 3 Satz 1 Grundgesetz orientierten Freiheit medizinischer Forschung und Lehre und der akademischen Selbstverwaltung der Universität gewährleistet. Indem die Errichtungsverordnung regelt, dass das Universitätsklinikum dem Fachbereich Medizin zur Erfüllung seiner Aufgaben in Forschung und Lehre dient und ihm allein im Hinblick auf die Wahrnehmung der Aufgaben in der Krankenversorgung einschließlich der Hochleistungsmedizin und im öffentlichen Gesundheitswesen eine originäre Aufgabenstellung zuweist, wird deutlich, dass das Primat der Universität und ihrer Hochschullehrer für Forschung und Lehre unangetastet bleiben soll.

Auch wenn im Zuge der Gesamtrechtsnachfolge der Fachbereich Medizin seinen institutionellen Unterbau verloren hat und die Verwaltung der ehemaligen Medizinischen Einrichtungen und mit ihr deren gesamtes – im Übrigen auch vorklinisches – nichtwissenschaftliches Personal auf das Universitätsklinikum übergegangen ist, stehen die Hochschullehrer und mit ihnen auch das weitere wissenschaftliche Personal status- bzw. beschäftigungsrechtlich weiterhin im Dienste des Landes und damit der Universität. Auf diese Weise sind diese wissenschaftlich Beschäftigten lediglich hinsichtlich der Krankenversorgung – und insoweit gegebenenfalls vom Vorstand weisungsabhängig –, nicht aber bezüglich ihrer wissenschaftsrelevanten Tätigkeit in die hierarchische Organisation des Universitätsklinikums eingebunden.

Umsetzung eines Kooperationsmodells

Damit hat sich das Land Nordrhein-Westfalen im Rahmen der Verselbständigung der Universitätsklinik für ein Kooperationsmodell entschieden, das – anders als das Integrationsmodell – keine einheitliche Entscheidungsstruktur für Forschung, Lehre und Krankenversorgung mit integrierten Gremien, sondern eine Separierung der Organisations- und Aufgabenbereiche des Universitätsklinikums und des Fachbereichs Medizin mit wechselseitigen Erstattungs- und Ausgleichspflichten vorsieht. Zugleich stellt dieses Modell eine Kommunikation und Kooperation zwischen den Entscheidungsgremien über personelle Verflechtungen und sonstige Instrumente des Zusammenwirkens sicher. Auf diese Weise erfüllt der funktionale Bezug des Universitätsklinikums zur Universität grundrechtliche Anforderungen dergestalt, dass das Universitätsklinikum trotz seiner Verselbständigung nach wie vor als Einrichtung der Universität angesehen werden kann, obwohl die Universität formal weder Anstaltsträger mit den sich daran zum Beispiel knüpfenden Aufsichtsbefugnissen ist noch die – auch weiterhin dem Land obliegende – Gewährsträgerschaft innehat.

Eine weitere wesentliche organisatorische Vorkehrung zur Gewährleistung der Wissenschaftsfreiheit findet sich in der durch die Errichtungsverordnung zum Ausdruck gebrachte Verpflichtung des Universitätsklinikums, eng mit der Universität auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung zusammenzuarbeiten und diese bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben nach dem Hochschulgesetz zu unterstützen. Die maßgebliche Rechtsgrundlage zum Abschluss einer solchen Vereinbarung findet sich in § 13 Satz 1 Errichtungsverordnung. Für sie hat bereits der Gesetzgeber selbst die Weichen gestellt, indem er im Hochschulgesetz dem Ordnungsgeber die Verpflichtung überantwortet hat, die „Grundzüge des Zusammenwirkens“ zwischen der Universität und ihrem Universitätsklinikum zu regeln. Damit ist unter anderem die Erkenntnis verbunden, dass die in der Errichtungsverordnung und in der Satzung grundsätzlich geregelten Kooperationselemente wie Beratung, Anhörung, Benehmen und Einvernehmen immer nur Einzelentscheidungen betreffen können, vertragliche Regelungen hingegen am ehesten geeignet sind, erforderlichenfalls die unterschiedlichen Interessen von Universitätsklinikum und Universität durch eine differenzierte, den besonderen Verhältnissen angepasste Regelung von Kooperationspflichten auf den Entscheidungsebenen zu einem optimalen Ausgleich zu bringen.

So gesehen stellt sich die Kooperationsvereinbarung als ein das Kooperationsmodell kennzeichnendes Instrument eigener Art dar, weil nur sie in der Lage ist, vor dem Hintergrund unterschiedlich gewachsener Fächer-, Verwaltungs- und Infrastrukturen sowie finanzieller Gegebenheiten standortspezifische, flexible Regelungen zu ermöglichen.

Auf dieser Grundlage soll im Folgenden die Rechtsnatur der Kooperationsvereinbarung mit ihren komplexen Regelungsmaterien geklärt werden. Von der Beantwortung dieser Frage hängt es ab, nach welchen gesetzlichen Bestimmungen sich die Rechtmäßigkeit der Vereinbarung und die Folgen möglicher Rechtsfehler richten und welche Vorschriften für die Abwicklung der Vereinbarung maßgeblich sind.

Die Rechtsnatur der Kooperationsvereinbarung

Auch wenn die Errichtungsverordnung den Begriff der Kooperationsvereinbarung und nicht explizit den des Vertrags in den Blick nimmt, kann kein Zweifel daran bestehen, dass mit der Vereinbarung nicht lediglich unverbindliche informelle Absprachen getroffen werden sollen. Vielmehr ist aus den hier nicht weiter zu vertiefenden Gesamtumständen zu entnehmen, dass der Ordnungsgeber die Kooperationsvereinbarung als einen Vertrag ansehen will, auf den der Rechtsbindungswille von Universität und Universitätsklinikum gerichtet sein soll. Maßgeblich für die Annahme einer vertraglichen Regelung ist vor allem, dass mit der Vereinbarung unterhalb der Gesetzes-, Ordnungs- und Satzungsebene die Wissenschaftsfreiheit und Krankenversorgung gleichermaßen gewährleistet, mithin die grundrechtliche Sicherung dieser beiden Belange institutionalisiert werden soll.

Welches Recht auf die Kooperationsvereinbarung als Vertrag anwendbar ist, bestimmt sich danach, ob sie auf dem Gebiet des öffentlichen oder dem des privaten Rechts geschlossen wird.

Dass mit dem Universitätsklinikum als Anstalt des öffentlichen Rechts und der Universität als Körperschaft und zugleich staatlicher Einrichtung zwei öffentlich-rechtliche Verwaltungsträger den Vertrag schließen, ist für die hier zu klärende Frage irrelevant, weil dies nicht ausschließt, dass die beiden Hoheitsträger auch einen privatrechtlichen Vertrag mit-

einander abschließen können. Daher ist es auch nicht von entscheidender Bedeutung, dass § 13 Errichtungsverordnung als Ermächtigungsgrundlage für den Abschluss der Kooperationsvereinbarung eine Norm ist, die ausschließlich und in dieser Funktion Universität und Universitätsklinikum als Hoheitsträger zum Vertragsabschluss verpflichtet.

Entscheidend ist vielmehr, ob der Gegenstand der Kooperationsvereinbarung, genauer ihr Vertragsinhalt, dem öffentlichen oder dem privaten Recht zuzuordnen ist. In diesem Zusammenhang sind in erster Linie die angestrebten Rechtsfolgen in den Blick zu nehmen und die Frage zu klären, ob die einzelnen Rechte und Pflichten der Vertragspartner auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts durch Vertrag begründet, geändert, aufgehoben oder für die Vertragspartner konkretisiert bzw. bindend festgestellt werden sollen. Darüber hinaus ist auch auf den durch die Kooperationsvereinbarung verfolgten Zweck und ihren Gesamtcharakter abzustellen. Sind einzelne Rechte und Pflichten der Vereinbarung dem Privatrecht, andere hingegen dem öffentlichen Recht zuzuordnen, wird man darauf abstellen müssen, auf welchem Rechtsgebiet der Schwerpunkt der vertraglichen Regelungen liegt, welcher Teil mithin die Kooperationsvereinbarung maßgeblich prägt. Dabei ist zugrunde zu legen, welches die inhaltlich wichtigsten Regelungen der Vereinbarung sind.

Gemessen an diesen Kriterien lässt sich zur Rechtsnatur der Kooperationsvereinbarung Folgendes feststellen:

In der Errichtungsverordnung werden einige Regelungsgegenstände der Kooperationsvereinbarung explizit benannt, woraus geschlossen werden kann, dass diesen Regelungen eine herausgehobene Bedeutung zukommen soll. So sollen danach in der Kooperationsvereinbarung Einzelheiten über die Zusammenarbeit zwischen Universität und Universitätsklinikum und in diesem Zusammenhang insbesondere Bestimmungen über die Erfüllung der in der Errichtungsverordnung genannten Ziele, über das Zusammenwirken der Verwaltungen beider Hoheitsträger sowie über den Ausgleich der Aufwendungen für Forschung, Lehre und Krankenversorgung festgelegt werden. Darüber hinaus überantwortet die Errichtungsverordnung der Kooperationsvereinbarung zu regeln, dass und auf welche Weise das Universitätsklinikum die den Fachbereich Medizin betreffenden Verwaltungsaufgaben einschließlich der Personal- und Wirtschaftsverwaltung wahrnehmen soll. Damit hat der Verordnungsgeber die wichtigsten Inhalte der Kooperationsvereinbarung selbst vorgegeben, nämlich den komplexen – auch und gerade finanziellen – Leistungsaustausch und Aufwendungsausgleich zwischen Universität, Fachbereich Medizin und Universitätsklinikum und die Wahrnehmung der Verwaltungsaufgaben durch die beiden Hoheitsträger. Unabhängig davon, dass die Vertragspartner die Möglichkeit haben, in der Kooperationsvereinbarung auch darüber hinausgehende Regelungen zu treffen, dürften die genannten Regelungsgegenstände damit einen eindeutigen Vertragsschwerpunkt bilden und demzufolge für die Kooperationsvereinbarung prägend sein. Es kommt daher maßgeblich darauf an, die Rechtsnatur dieser Vertragsbestandteile zu bestimmen.

Da die in der Kooperationsvereinbarung zu regelnden Pflichten zum Ausgleich der Leistungen und Aufwendungen für Forschung, Lehre und Krankenversorgung einschließlich der dafür erforderlichen Transparenz- oder Trennungsrechnung für sich gesehen durchaus als neutral angesehen werden können, weil es – isoliert betrachtet – vor allem um indifferente wechselseitige „Zahlungsverpflichtungen“ geht, muss auf den Zweck zurückgegriffen werden, der mit diesen Leistungs- und Ausgleichsverpflichtungen verfolgt werden soll. Dabei steht im Vordergrund die Verpflichtung des Universitätsklinikums, dem

Fachbereich Medizin in Forschung und Lehre zu dienen und die Universität in der Wahrnehmung ihrer sich nach dem Hochschulgesetz richtenden Aufgaben zu unterstützen und sicherzustellen, dass die Mitglieder der Universität die ihnen durch das Grund- und Hochschulgesetz verbürgten Rechte wahrnehmen können. Im Vordergrund der Beziehungen zwischen Universität und Universitätsklinikum steht daher der Ausgleich von Leistungen und Aufwendungen bezogen auf Aufgaben der Universität und ihres Fachbereichs Medizin, die nach dem Hochschulgesetz grundsätzlich in öffentlich-rechtlicher Weise zu erledigen sind. Damit können kraft Sachzusammenhangs die sich darauf beziehenden finanziellen Ausgleichsverpflichtungen auch nur nach öffentlich-rechtlichen Grundsätzen beurteilt werden. Dass das Universitätsklinikum im Rahmen seiner dienenden Funktion Aufgaben der Krankenversorgung originär wahrnimmt und auf diesem Gebiet in beachtlicher Weise privatrechtlich handelt, ändert an dem öffentlich-rechtlichen Charakter der hier zu beurteilenden Leistungs- und Ausgleichsverpflichtungen nichts.

Soweit Gegenstand der Kooperationsvereinbarung das Zusammenwirken der beiden Verwaltungen von Universität und Universitätsklinikum ist, geht es einerseits darum, im Wege einer Aufgabenabgrenzung zur Vermeidung von Doppelarbeit zu regeln, welche Verwaltung welche Aufgaben für den Fachbereich Medizin, aber auch für die zentralen Organe der Universität wahrnimmt. Andererseits bedarf es aber auch deswegen der Aufnahme von Bestimmungen in der Kooperationsvereinbarung, um verbindlich zu regeln, wie die Verwaltung des Universitätsklinikums die ihr nach der Errichtungsverordnung zugewiesenen Verwaltungsaufgaben – und hier insbesondere die Personal- und Wirtschaftsangelegenheiten des Fachbereichs Medizin – wahrnehmen soll. Bei diesen für die Universität und den Fachbereich zu leistenden Auftragsangelegenheiten handelt es sich zumindest im Hinblick auf die Verwaltung des wissenschaftlichen Personals um staatliche Angelegenheiten im Sinne des Hochschulgesetzes, bei denen die Universität der Fach- und Dienstaufsicht des Landes untersteht. Dies bedingt, dass insoweit jedenfalls der Rektor der Universität auf der Grundlage einer denkbaren Regelung in der Kooperationsvereinbarung auch im Einzelfall dem Universitätsklinikum Weisungen erteilen können muss, um eine in seine oder in die Zuständigkeit des Rektorats fallende Aufgabe wahrnehmen oder aber einer etwaigen fachaufsichtsrechtlichen Maßnahme des Wissenschaftsministeriums vorbeugen oder entsprechen zu können. Die dargelegten Zuständigkeitsabgrenzungen und -vereinbarungen sowie Regelungen im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Verwaltungsaufgaben im Wege der Auftragsverwaltung – einschließlich der damit verbundenen aufsichtsrechtlichen Gegebenheiten – sind daher ohne jeden Zweifel ebenfalls dem öffentlichen Recht zuzuordnen.

Neben den dargelegten Regelungsgegenständen können Universität und Universitätsklinikum der Kooperationsvereinbarung, wie ausgeführt, zwar auch weitere Regelungsbestandteile zugrunde legen. Soweit davon Rechte und Pflichten der Vertragspartner betroffen sind, die – ausnahmsweise – privatrechtlichen Charakter haben, ändert dies jedoch nichts daran, dass alle Vertragsgegenstände aufgrund des Anliegens der Kooperationsvereinbarung, auf der Grundlage des Hochschulgesetzes und der Errichtungsverordnung das Zusammenwirken von Universität und Universitätsklinikum umfassend zu regeln, in einem engen inneren Zusammenhang miteinander stehen. Von ihrem Gesamtcharakter her kann daher die Kooperationsvereinbarung nur einheitlich betrachtet und aufgrund des auf-

gezeigten Schwerpunkts bzw. wesentlichen Inhalts – insoweit unteilbar – allein als öffentlich-rechtlich geprägt angesehen werden.

Damit steht im Ergebnis fest, dass es sich bei der Kooperationsvereinbarung zwischen Universität und Universitätsklinikum um einen öffentlich-rechtlichen Vertrag in Form eines Verwaltungsvertrags mit Koordinations- und subordinationsrechtlichen Bestandteilen handelt.

Zwar können die dafür maßgeblichen Bestimmungen der §§ 54ff. Verwaltungsverfahrensgesetz Nordrhein-Westfalen mit Rücksicht auf die in § 2 dieses Gesetzes für Hochschulen getroffene Ausschlussregelung – auch mangels einer Regelung in der Errichtungsverordnung – hier nicht unmittelbar gelten. Es sind jedoch auch unter Berücksichtigung des Sinn und Zwecks der genannten Ausschlussvorschrift keine Gründe ersichtlich, die eine entsprechende Anwendung der §§ 54ff. Verwaltungsverfahrensgesetz auf die Kooperationsvereinbarung hindern, soll mit dieser doch gerade die Eigenständigkeit von Universität und Universitätsklinikum gestärkt werden.

Die Rechtmäßigkeit der Kooperationsvereinbarung

Gemäß § 54 Satz 1 Verwaltungsverfahrensgesetz ist die Kooperationsvereinbarung zulässig, soweit Rechtsvorschriften nicht entgegenstehen. Es kann dahinstehen, ob sich diese Vorschrift nur auf die Zulässigkeit des Vertrags als Handlungsform oder auch auf den möglichen Inhalt des Vertrags im Einzelfall bezieht. Findet nämlich die Inhaltskontrolle nicht über § 54 Satz 1 Verwaltungsverfahrensgesetz statt, erfolgt sie letztlich nach § 59 Verwaltungsverfahrensgesetz. Dies bedeutet jedenfalls im Ergebnis, dass die Kooperationsvereinbarung als Vertragsform zulässig sowie formell und materiell rechtmäßig sein muss.

Die Zulässigkeit der Kooperationsvereinbarung als Vertragsform ergibt sich bereits aus den vorstehenden Darlegungen. § 13 Satz 1 Errichtungsverordnung ermächtigt dabei nicht nur zum Abschluss einer Kooperationsvereinbarung zwischen Universität und Universitätsklinikum, sondern normiert auch in bestimmtem Umfang für beide Hoheitsträger einen Kontrahierungszwang.

Formelle Rechtmäßigkeit

In formeller Hinsicht muss die Kooperationsvereinbarung den gesetzlich vorgesehenen Zuständigkeits-, Verfahrens- und Formvorschriften entsprechen.

Die Errichtungsverordnung bezeichnet ausdrücklich lediglich Universität und Universitätsklinikum als Vertragspartner; deren Zusammenwirken soll geregelt werden. Da der Fachbereich Medizin trotz der rechtlichen Verselbständigung des Universitätsklinikums integraler Bestandteil der Universität bleibt, werden seine Belange durch die Universität mit geregelt. Nur hochschulintern hat das Dekanat des Fachbereichs Medizin die Möglichkeit, zur Kooperationsvereinbarung eine Stellungnahme abzugeben, die nach der Errichtungsverordnung der Zustimmung des Fachbereichsrats unterliegt.

Bedenken gegen die so festgelegten Zuständigkeiten bestehen zunächst deshalb, weil dem Zusammenspiel zwischen dem Fachbereich Medizin und dem Universitätsklinikum aufgrund des untrennbaren Zusammenhangs zwischen Forschung, Lehre und Krankenversorgung mindestens ebenso große Bedeutung zukommt wie der Abstimmung zwischen

dem Universitätsklinikum und der Universität. Verordnung und Satzung institutionalisieren daher ausdrücklich vor allem die Kooperation zwischen dem Fachbereich Medizin und dem Universitätsklinikum mit Rücksicht auf die Sicherstellung der den Mitgliedern des Fachbereichs durch das Grundgesetz verbürgten Rechte. Dies geschieht insbesondere dadurch, dass nach der Errichtungsverordnung Entscheidungen des Universitätsklinikums nur im Einvernehmen mit dem Fachbereich Medizin getroffen werden dürfen, soweit der Bereich von Forschung und Lehre betroffen ist. Vor diesem Hintergrund haben dann auch andere Bundesländer im Wege gesetzlicher Regelungen auf Seiten der Universität die Zuständigkeit des Dekanats des Fachbereichs Medizin zum Abschluss solcher Kooperationsverträge ausdrücklich vorgesehen.

Ob allerdings dem Fachbereich Medizin – abgesehen von der entgegenstehenden Entscheidung des Ordnungsgebers – aufgrund der genannten Einvernehmensregelung bereits eine externe Teilrechtsfähigkeit mit einer damit verknüpften rechtsgeschäftlichen Vertretungsbefugnis zukommt, dürfte schon deswegen zu verneinen sein, weil die Errichtungsverordnung im Zuge des Einvernehmenserfordernisses bezogen auf Entscheidungen des Universitätsklinikums ausdrücklich auf die nach dem Hochschulgesetz nach wie vor bestehende Gesamtverantwortung der Universität hinweist. Eine Teilrechtsfähigkeit könnte daher allenfalls dann angenommen werden, wenn dem Fachbereich Medizin über die sonstigen Regelungen hinaus durch die speziellen Bestimmungen der Errichtungsverordnung eine vom übrigen Bereich der Universität losgelöste Finanzhoheit eingeräumt wäre. Dies ist bei aller Anerkennung des Umstands, dass die Errichtungsverordnung dem Fachbereich Medizin im Verhältnis zu den anderen Fachbereichen der Universität im Rahmen des Haushaltswesens eine Sonderstellung einräumt, jedoch nicht der Fall. Zwar stellt der Fachbereich Medizin nicht nur einen eigenen Wirtschaftsplan, sondern auch Grundsätze über die Verteilung und Verwendung ihm vom Land bereitgestellter Mittel für Forschung und Lehre auf und trifft darüber hinaus die erforderlichen Einzelfallentscheidungen über die Verteilung dieser Mittel. Im Hinblick auf die Mittelverwendung ist der Fachbereich Medizin jedoch nach der Errichtungsverordnung ausdrücklich an vom Rektorat aufgestellte Bewirtschaftungsgrundsätze und auch an die Festlegungen des Hochschulentwicklungsplans gebunden. Im Wege der Auslegung der die Rechte des Fachbereichs Medizin regelnden Bestimmungen der Errichtungsverordnung kann daher eine Finanzhoheit des Fachbereichs jedenfalls nicht in dem Sinne entnommen werden, dass daraus eine externe Teilrechtsfähigkeit zum Abschluss sich darauf beziehender Vereinbarungen mit universitätsexternen Dritten abzuleiten wäre.

Damit dürfte – insoweit – die Entscheidung des Ordnungsgebers, allein die Universität und das Universitätsklinikum als Partner der Kooperationsvereinbarung anzusehen, rechtlich nicht zu beanstanden sein.

Unabhängig von einer möglichen Beteiligung des Fachbereichs Medizin am Abschluss der Kooperationsvereinbarung stellt sich jedoch die weitere Frage, ob – wie vom Ordnungsgeber vorgegeben – die Universität alleinige Vertragspartnerin des Universitätsklinikums ist oder aber zusätzlich auch das Land als Vertragspartner angesehen werden muss. Dies richtet sich in erster Linie danach, ob die Regelungsgegenstände der Vereinbarung ausschließlich dem Selbstverwaltungsbereich der Universität als Körperschaft oder – zumindest teilweise – auch dem Anstaltscharakter der Universität als Einrichtung des Landes zuzuordnen sind. Ohne an dieser Stelle auf alle denkbaren Vereinbarungsbestandteile ein-

gehen zu müssen, sollen zwei Aspekte als Belege dafür herangezogen werden, dass durch die Kooperationsvereinbarung die Universität in ihren beiden Rechtsstellungen betroffen ist.

Wie dargelegt, handelt es sich bei den vom Universitätsklinikum im Auftrag wahrzunehmenden Personalangelegenheiten des Fachbereichs Medizin um staatliche Angelegenheiten, auf die das Land im Wege der Fach- und Dienstaufsicht auf die Universität und auf diese Weise auch auf das Universitätsklinikum – trotz der diesem gegenüber allein bestehenden Rechtsaufsicht – immerhin mittelbar Einfluss nehmen kann. Schon mit Rücksicht auf die Regelung solcher Angelegenheiten, die nicht ihrer alleinigen Dispositionsbefugnis unterliegen, kann die Universität den Vertrag insoweit nur in Vertretung des Landes abschließen. Soweit sich die Vertragspartner dagegen zum Beispiel verpflichten, geeignete Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung von Forschung und Lehre zu schaffen und die interdisziplinäre Forschung zu unterstützen, handelt die Universität aufgrund der Wissenschaftsrelevanz einer solchen Vereinbarung in einem Aufgabenkreis, der ihr als Selbstverwaltungskörperschaft zuzurechnen ist.

Bereits diese Beispiele, die durch zahlreiche weitere Belege für die jeweilige Position angereichert werden könnten, zeigen, dass rechtlich gesehen Vertragspartner des Universitätsklinikums sowohl die Universität als auch das Land sind – Letzteres allerdings mit der Möglichkeit, sich durch die Universität vertreten zu lassen. Es handelt sich daher bei der Kooperationsvereinbarung *de jure* um eine dreiseitige Vertragsbeziehung.

Die Form des Verwaltungsvertrags richtet sich nach § 57 Verwaltungsverfahrensgesetz. Danach ist der Vertrag schriftlich zu schließen, soweit nicht durch Rechtsvorschrift eine andere Form vorgeschrieben ist.

Auch wenn die Errichtungsverordnung für sich keine Aussage über die Form trifft, in der die Kooperationsvereinbarung abzuschließen ist, ergibt sich aus den gesamten Umständen und der Notwendigkeit der Nachvollziehbarkeit der Vereinbarung im Rahmen des im Hochschulgesetz und in der Errichtungsverordnung geregelten rechtsförmlichen Verfahrens, dass die Schriftform vorausgesetzt wird. Eine darüber hinausgehende strengere Form ist hingegen nicht notwendig. Von der Schriftform werden auch die als Bestandteil der Kooperationsvereinbarung anzusehenden und aufgrund der Komplexität der Regelungsmaterie unverzichtbaren Anlagen erfasst, auf die in der Vereinbarung selbst hingewiesen werden muss. Werden diese geändert, stellt sich dies – auch ohne Änderung des Vertragstextes als solchem – als eine Änderung des Vertrags dar, die wiederum der Schriftform bedarf. Wird diese nicht beachtet, führt dies gemäß § 59 Absatz 1 Verwaltungsverfahrensgesetz in Verbindung mit einer entsprechenden Anwendung des § 125 Satz 1 BGB in der Regel zur Nichtigkeit des Vertrags nach Maßgabe des § 59 Absatz 3 Verwaltungsverfahrensgesetz.

Sofern schließlich in der Kooperationsvereinbarung lediglich die Universität – und nicht, wie dargelegt, auch das Land – als Vertragspartner des Universitätsklinikums im Rubrum und im Vertragstext benannt wird, dürfte dies unter dem Gesichtspunkt der Form unerheblich sein, weil die Angabe der juristischen Person, die von der Behörde vertreten wird, nicht zwingend ist. Insoweit kann auch im Rahmen des hier maßgeblichen Vertragsrechts durchaus auf Regelungen der Verwaltungsgerichtsordnung zurückgegriffen werden, wonach es in verwaltungsrechtlichen Streitigkeiten unter bestimmten Voraussetzungen ausreicht, dass statt des Rechtsträgers allein die Behörde angegeben wird.

Materielle Rechtmäßigkeit

In materiell-rechtlicher Hinsicht muss die Kooperationsvereinbarung mit dem geltenden Recht im Einklang stehen. Dies bedeutet aber nicht, dass bereits jede Rechtswidrigkeit der Vereinbarung zu deren Unwirksamkeit führen muss. Unwirksam ist die Vereinbarung vielmehr grundsätzlich nur dann, wenn sie sich gemäß § 59 Absatz 1 Verwaltungsverfahrensgesetz in Verbindung mit den Vorschriften des BGB als nichtig erweist.

Sieht man von hier nicht weiter interessierenden Einzelfragen ab, kommt es entscheidend darauf an, dass die Kooperationsvereinbarung nicht in qualifizierter Weise gegen das Recht verstößt. Was die Vertragspartner der Kooperationsvereinbarung in rechtlich nicht zu beanstandender Weise zum Vertragsinhalt machen können, hängt letztlich von einer Auslegung des für die Aufgabenwahrnehmung von Universität und Universitätsklinikum maßgeblichen Rechts – hier des Hochschulgesetzes und der Errichtungsverordnung – ab. Von einem Regelungsverbot kann nur dann ausgegangen werden, wenn den gesetzlichen und verordnungsrechtlichen Bestimmungen zumindest konkludent der Wille des jeweiligen Normgebers zu entnehmen ist, dass abweichende, insbesondere auf ein bestimmtes Verhalten oder auf die Herbeiführung eines bestimmten Erfolgs gerichtete Regelungen nicht zulässig sein sollen.

Danach ergibt sich im Einzelnen folgende Beurteilung:

Wie dargelegt, bestimmt die Errichtungsverordnung bereits selbst wesentliche Regelungsgegenstände der Kooperationsvereinbarung. Insoweit unterliegen die Vertragsparteien einem Zwang zum Normenvollzug, auch wenn ihnen ein Spielraum verbleibt, wie sie zum Beispiel ihre Zusammenarbeit regeln wollen, um die in der Errichtungsverordnung festgelegten Aufgaben und Ziele zu erfüllen und hier insbesondere das Zusammenwirken der Verwaltungen unter besonderer Berücksichtigung der Auftragsverwaltung durch das Universitätsklinikum miteinander sicherzustellen. Daneben stellt, wie ebenfalls bereits ausgeführt, die Errichtungsverordnung den Vertragspartnern grundsätzlich frei, weitere Gegenstände ihrer komplexen Zusammenarbeit zu regeln. Die Grenzen einer solchen Regelungsbefugnis würden allerdings dann überschritten, wenn die Vertragspartner von zwingenden Bestimmungen abwichen, indem sie Vorschriften statuierten, die den in der Errichtungsverordnung und in der Satzung festgelegten Organisations-, Personal- und Entscheidungsstrukturen widersprächen.

Diese Feststellungen sollen durch einige wenige Beispiele veranschaulicht werden:

1. Da nach der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts die Herstellung des Einvernehmens mit dem Fachbereich Medizin bei Entscheidungen des Universitätsklinikums, die die Belange von Forschung und Lehre betreffen, gewährleistet, dass die Hochschullehrer über den Fachbereichsrat auf wissenschaftsrelevante Entscheidungen des Universitätsklinikums Einfluss nehmen können, erweist sich schon deswegen die Einhaltung der in der Errichtungsverordnung geregelten Fachbereichszuständigkeiten als zwingend. Vor diesem Hintergrund würde sich eine Regelung in der Kooperationsvereinbarung, wonach das Einvernehmen mit dem Fachbereich Medizin bereits durch die Zustimmung des Dekans als Mitglied des Vorstands hergestellt wird, verbieten, weil auf diese Weise die in der Errichtungsverordnung mit Rücksicht auf die verfassungsrechtlichen Gegebenheiten geregelten Zuständigkeiten unterlaufen würden.

2. Abgesehen davon könnten in der Kooperationsvereinbarung aber auch keine Regelungen getroffen werden, mit denen Einvernehmensefordernisse über die abschließenden Bestimmungen der Errichtungsverordnung hinaus ausgeweitet würden. So wäre es zum Beispiel nicht möglich, eine Vereinbarung zu treffen, wonach das Einvernehmen mit dem Universitätsklinikum auch bei Entscheidungen des Fachbereichs Medizin in Angelegenheiten ohne Bezug zur Krankenversorgung herzustellen ist. Dies gilt auch für den umgekehrten Fall des Herstellens des Einvernehmens mit dem Fachbereich Medizin im Hinblick auf Entscheidungen des Universitätsklinikums, die Forschung und Lehre nicht betreffen. In beiden Fällen würden der Fachbereich Medizin und das Universitätsklinikum in ihren wissenschaftsrelevanten bzw. wirtschaftlichen und unternehmerischen Entscheidungsspielräumen in unzulässiger Weise eingeschränkt.
3. Ungeachtet dessen trifft die Errichtungsverordnung im Zuge von Einvernehmensregelungen keine Entscheidung darüber, wie zu verfahren ist, wenn das Einvernehmen nicht hergestellt wird. So findet sich zum Beispiel keine weitere Regelung für den Fall, dass das Universitätsklinikum sein Einvernehmen bezogen auf Entscheidungen des Fachbereichs Medizin verweigert, die den Bereich der Krankenversorgung betreffen. Auch bleibt der Fall einer Entscheidung des Universitätsklinikums unaufgelöst, die den Bereich von Forschung und Lehre betrifft, der der Fachbereich Medizin aber sein Einvernehmen versagt und der Dekan nicht von der ihm durch die Errichtungsverordnung eingeräumten Möglichkeit Gebrauch macht, eine Entscheidung des Aufsichtsrats herbeizuführen. Für diese Fälle sieht die Errichtungsverordnung bewusst keine Schlichtungsregelung vor, auch wenn insoweit eine Blockade von Entscheidungen denkbar ist. Aufgrund der abschließend im Hochschulgesetz und in der Errichtungsverordnung festgelegten Entscheidungsorgane und -zuständigkeiten wäre es daher nicht möglich, sich in der Kooperationsvereinbarung auf ein Schlichtungsorgan mit verbindlicher Entscheidungskompetenz zu verständigen.

Demgegenüber bleibt es den Vertragsparteien unbenommen, unter Beachtung der Grenzen des ihnen eingeräumten Ermessensspielraums in die Kooperationsvereinbarung nicht nur, wie mehrfach ausgeführt, über die Bereiche, die in der Errichtungsverordnung geregelt sind, hinausgehende Bestimmungen aufzunehmen. Vielmehr kann die Vereinbarung im Hinblick auf das Zusammenwirken von Universität und Universitätsklinikum auch ergänzende, konkretisierende oder klarstellende Bestimmungen oder aber – wo es sich zum besseren Verständnis als sinnvoll erweist – im Wege der Wiederholung auch Regelungen vorsehen, die bereits in der Errichtungsverordnung oder in der Satzung getroffen worden sind. Auch diese Möglichkeiten sollen beispielhaft belegt werden:

1. Es ist Universität und Universitätsklinikum unter Beachtung ihrer abschließend in der Errichtungsverordnung geregelten Rechte freigestellt, ihr Zusammenwirken bezogen auf Regelungsmaterien zu konkretisieren, die für beide Einrichtungen gleichermaßen von Bedeutung sind, weil sie sowohl Krankenversorgung als auch Forschung und Lehre betreffen und damit – je nachdem, bei welcher Einrichtung das Primat der Entscheidung liegt – wechselseitigen Einvernehmensefordernissen unterliegen. Dazu zählen u. a. Berufungsverfahren einschließlich der Widmung und Ausschreibung von Professuren, die Verlängerung von Dienstverhältnissen von Hochschullehrern, fachbezogene Strukturentscheidungen bis hin zu einer möglichen Errichtung, Veränderung oder Auf-

lösung von Kliniken und Instituten, ferner die Festlegung von Prioritäten im Hinblick auf die Beschaffung von Großgeräten nach dem Verfahren des Hochschulbauförderungsgesetzes (HBFVG) sowie die Planung und Durchführung von Bauvorhaben.

2. Darüber hinaus ist es denkbar, in der Kooperationsvereinbarung zu präzisieren, in welchem Umfang bzw. in welchen Grenzen der Vorstand des Universitätsklinikums Hochschullehrern als Leitern krankensorgender Einrichtungen Weisungen erteilen kann, um bei grundsätzlicher Anerkennung der unterschiedlichen grundrechtlichen Stellungen von Universität und Universitätsklinikum seinem Auftrag einer im Sinne der Grundrechtsposition des Patienten bestmöglichen, gleichzeitig aber auch wirtschaftlichen Krankenversorgung entsprechen zu können.
3. In rechtlich klarstellender Hinsicht können sich schließlich Bestimmungen als sinnvoll erweisen, dass das Universitätsklinikum in Angelegenheiten, die in die Zuständigkeit von Universität und Fachbereich Medizin fallen, keine Entscheidungen treffen und auch nicht als Vertragspartner auftreten kann, und dass die gesetzliche Vertretung der Universität durch den Rektor in diesen Angelegenheiten auch durch die Verpflichtung auf Verwendung des Kopfbogens der Universität sicherzustellen ist. Dies betrifft zum Beispiel den Abschluss von Drittmittelverträgen im Zusammenhang mit Forschungsvorhaben im Sinne des Hochschulgesetzes und den Abschluss von Verträgen mit wissenschaftlichem Personal.

Im Ergebnis ist bei der Gestaltung der Kooperationsvereinbarung zwar eine Vielzahl von formellen und materiell-rechtlichen Gesichtspunkten zu beachten, von denen hier nur einige wesentliche aufgezeigt werden können. Es dürfte jedoch bereits im Wege des Genehmigungsverfahrens, das dem In-Kraft-Treten der Kooperationsvereinbarung vorgeschaltet ist und mit dem das Wissenschaftsministerium eine präventive rechtsaufsichtliche Prüfung der zwischen Universität und Universitätsklinikum ausgehandelten Vereinbarung durchzuführen hat, grundsätzlich gewährleistet sein, dass den aufgezeigten Rechtmäßigkeitsanforderungen Rechnung getragen wird. Hinzu kommt, dass auch der Vollzug der Vereinbarung der Aufsicht des Landes unterliegt, soweit nicht schon ein vorgeschaltetes Schlichtungsverfahren Korrekturen ermöglicht. Schließlich besteht ohnehin die Möglichkeit, dass sich die Vertragsparteien von sich aus auf Anpassungen des Vertrags an rechtliche und sachliche Gegebenheiten verständigen.

Die Abwicklung der Kooperationsvereinbarung

Es steht den Vertragspartnern zwar grundsätzlich frei, im Wege von Öffnungsklauseln eigene Kündigungs- und Anpassungsrechte zu regeln, wodurch die nicht abdingbare Norm des § 60 Absatz 1 Verwaltungsverfahrensgesetz an praktischer Bedeutung verlieren dürfte. Derartige Regelungen sind jedoch dann entbehrlich, wenn die Kooperationsvereinbarung von vornherein lediglich für einen befristeten Zeitraum abgeschlossen wird, weil dann im Rahmen ihres zwingenden Neuabschlusses notwendige Anpassungen – etwa aufgrund gewonnener Erfahrungen oder der Veränderung tatsächlicher oder rechtlicher Umstände – vorgenommen werden können.

Für die Geltendmachung von Ansprüchen auf Erfüllung vereinbarter Leistungen, wegen Leistungsstörungen und auf Schadensersatz ist für die Vertragsparteien der Verwaltungs-

rechtsweg eröffnet. Der Klagemöglichkeit steht unter dem Gesichtspunkt des allgemeinen Rechtsschutzinteresses nicht entgegen, dass zur Klärung des Streitgegenstands auch die Rechtsaufsicht angerufen oder aber ein in der Kooperationsvereinbarung vorgesehenes Schlichtungsverfahren durchgeführt werden kann. Im Übrigen scheidet eine Anwendung des § 61 Absatz 1 Verwaltungsverfahrensgesetz und damit die Möglichkeit aus, dass sich die Vertragspartner im Hinblick auf primäre Erfüllungsansprüche der sofortigen Vollstreckung unterwerfen.

Schlussbetrachtung

Die Kooperationsvereinbarung soll im Rahmen des Kooperationsmodells die teilweise divergierenden Interessen von Universität und Universitätsklinikum in Einklang bringen und das Zusammenwirken zwischen diesen beiden Einrichtungen auf eine verlässliche Basis stellen. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Kooperationsvereinbarung die Defizite, die den das Kooperationsmodell ausfüllenden Regelungen in Nordrhein-Westfalen anhaften, nicht zu beseitigen vermag. Auch kann sie nicht dieselbe Stabilität vermitteln wie eine gesetzliche Regelung. Zudem ist jede Kooperationsvereinbarung nur so gut, wie sie auch mit Leben erfüllt, mithin insbesondere von den dafür verantwortlichen Organen und Funktionsträgern beachtet und umgesetzt wird. Kooperationspflicht bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Vertragspartner der Kooperationsvereinbarung gehalten sind, die Belange der jeweils anderen Seite auch in die eigenen Überlegungen mit einzubeziehen. Anderenfalls bestünde die nicht von der Hand zu weisende Gefahr, dass sich das Kooperationsmodell zu einem „Konfrontationsmodell“ entwickeln könnte. Erfahrungen in der Praxis bestätigen dies.

Unabhängig von den dargelegten rechtlichen Gegebenheiten kommt es daher entscheidend darauf an, dass Universität und Universitätsklinikum gemeinsam und im Wege der vertrauensvollen Zusammenarbeit einen standortspezifischen Weg finden, einerseits dem Universitätsklinikum die wirtschaftlichen Freiheiten zu geben, damit es im zunehmend härter werdenden Wettbewerb der Krankenhäuser untereinander bestehen und eine optimale Patientenversorgung sicherstellen kann, und andererseits der Universität – und hier vor allem dem Fachbereich Medizin – den Freiheitsraum zu gewährleisten, damit sich Forschung und Lehre im nationalen und internationalen Wettbewerb auch vor dem Hintergrund allseits geforderter Exzellenzen und Schwerpunktsetzungen entwickeln können. Ob sich vor diesem Hintergrund das Kooperationsmodell, in dem unterschiedliche und zum Teil auch entgegengesetzte Ziele verwirklicht werden müssen, trotz mancherorts bestehender Zweifel bewährt hat und in diesem Zusammenhang die Kooperationsvereinbarung zwischen Universität und Universitätsklinikum als im Sinne der Errichtungsverordnung geeignetes Regelwerk angesehen werden kann, kann allerdings derzeit noch nicht hinreichend beantwortet werden, da die sechs Universitätsklinika in Nordrhein-Westfalen erst 2001 rechtlich verselbständigt wurden und in der Zwischenzeit lediglich an drei Hochschulstandorten Kooperationsvereinbarungen in Kraft getreten sind. Es dürfte jedoch unter Berücksichtigung aller vorliegenden Erkenntnisse die Prognose gerechtfertigt sein, dass die Organisation der Hochschulmedizin auch in Nordrhein-Westfalen nicht zuletzt aus Gründen der Problematik ihrer Finanzierung weiterhin auf dem Prüfstand bleiben wird.

**Gesellschaft von Freunden
und Förderern
der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf e.V.**

GERT KAISER

Die Freundesgesellschaft der Heinrich-Heine-Universität¹

Geld zu stiften für eine Universität – das ist vor allem eine amerikanische Angewohnheit. Und deshalb liegt die Messlatte für universitäres Stiftungsvermögen auch in den USA, und zwar bei der Harvard University: 19,3 Milliarden \$ beträgt das private Vermögen dieser Universität. Allein das Honorar für ihre Vermögensverwalter beläuft sich auf 110 Millionen \$ pro Jahr. Harvard ist selbst für die USA exzeptionell, denn Yale, die nächste Universität, hat lediglich elf Milliarden, Stanford ist die Nummer drei mit acht Milliarden.

Gleichwohl bleiben das für deutsche Verhältnisse astronomische Zahlen. Die größte Wissenschaftsstiftung in Deutschland, die VolkswagenStiftung, hat ein Kapital von 2,1 Milliarden €, und der „Stifterverband für die deutsche Wissenschaft“ in Essen, der als Dach 353 Einzelstiftungen umfasst, hat zusammengenommen 1,4 Milliarden €. Zu den großen Einzelstiftungen mit vorwiegend wissenschaftlicher Ausrichtung gehören die Alfred Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung und die Fritz Thyssen Stiftung.

Wenn wir uns nun hinabgeben zu den einzelnen deutschen Universitätsstiftungen, dann verlassen wir rasch den Milliarden- und kommen in den Millionenbereich.

Die vermögendste mir bekannte deutsche Universitätsgesellschaft verfügt über ein Kapital von rund 26 Millionen €.

Es ist die Freundesgesellschaft der Heinrich-Heine-Universität, unsere Gesellschaft. Da viele Universitätsgesellschaften ihre Zahlen nicht veröffentlichen, ist eine hundertprozentige Sicherheit über die jeweiligen Vermögen zurzeit nicht zu haben.

Aber immerhin: Mit einem derartigen Kapital und einer Ausschüttung von fast 2,9 Millionen € im Jahr 2004 (eingeschlossen Drittmittel) ist unsere Gesellschaft ein beachtlicher Faktor im Streben unserer Universität nach Exzellenz und bei der Förderung junger Eliten.

Wir sind im Raum Düsseldorf mit Abstand der „Marktführer“ im Sektor „private Universitätsförderung“.

Und das heißt zunächst: Düsseldorf ist eine der wissenschaftsfreundlichsten Städte Deutschlands. Selbst die Stadt Düsseldorf hat sich anstecken lassen vom Stiftungstrend. Sie hat in ihren Haushalt Mittel eingestellt für so genannte Stadtprofessuren, die nach dem Muster von Stiftungsprofessuren wesentliche Förderimpulse darstellen. Meines Wissens ist Düsseldorf die einzige Universitätsstadt Deutschlands, die sich zu so etwas entschlossen hat.

Das Bürgertum dieser Stadt weiß offenkundig, dass Wissenschaftsförderung, dass Elitenförderung eine echte Zukunftsvorsorge ist. Das ist in Deutschland eine durchaus einzigartige Haltung und kann nicht genug hervorgehoben werden.

¹ Vortrag zum 50-jährigen Bestehen der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e. V., gehalten am 20. Oktober 2005 im Industrieclub Düsseldorf.

Offensichtlich aber kann sich auch das Ziel dieser Stiftungs- und Spendenneigung sehen lassen: eben die Heinrich-Heine-Universität.

Sie ist eine gute, in vielen Feldern auch sehr gute Universität und partienweise auch von internationaler Klasse. Sie ist eine dynamische und keine Beharrungsuniversität. Sie hat eine hochklassige Professorenschaft und ist zu strukturellen Innovationen fähig. Ich nenne nur die jüngste Erfolgsgeschichte, die Düsseldorf Business School.

Lassen Sie mich noch einmal den Blick heben über den Düsseldorfer Tellerrand hinaus auf das allgemeine Phänomen des Stiftens.

Es ist ja doch eine hochbedeutsame Abweichung vom herrschenden Menschenbild, wonach der Mensch ein vorwiegend selbstsüchtiges, ein utilitaristisches Geschöpf sei, wenn so viele Menschen trotz massiver Steuerbelastung ihr Geld hergeben für Zwecke, von denen sie selbst nichts haben. Wenn sie mit diesem Geld also nicht etwas bezahlen, sondern etwas Gutes für das allgemeine Wohl tun.

Und wer wie ich das Glück hat, vielen kleinen und großen Stiftern zu begegnen, die allein an Kapital rund 26 Millionen € für unsere Freundesgesellschaft und damit für die Universität stifteten, der wird am Ende davon überzeugt sein, dass die guten Seiten der Menschen wohl doch überwiegen. Wohlhabende und reiche Leute, das ist meine Erfahrung, wollen nur gezeigt bekommen, wie sie Gutes tun können.

Dass die Stifter, Privatleute wie Firmen, kritischer geworden sind, kommt der Universität und der Wissenschaft nur zugute. Es gibt eine große Konkurrenz der Stiftungszwecke in Deutschland. Der Wettbewerb findet vor allem zwischen dem Sozial-Karitativen, dem Sport und der Umwelt statt. Und da vermischen sich auch häufig die Spendenarten vom glasklaren Sponsoring bis hin zur altruistischen Mildtätigkeit.

In den traditionellen, eher großbürgerlichen Stiftungsfeldern, nämlich Kunst, Kultur und Wissenschaft, hat die Wissenschaft recht gute Karten. Zum einen setzen die Stifter große Hoffnungen auf den wissenschaftlichen Fortschritt – Wissenschaft ist und bleibt eine humane Verheißung. Zum anderen ist sie der Hauptort zur Bildung junger Eliten. Und so sind Wissenschaft und Universität attraktive und zugleich seriöse Felder für mäzenatische Absichten.

Was können wir von der Universität unseren Stiftern und Spendern denn bieten?

Der steuerliche Vorteil ist wohl das Geringste, zumal das Stiftungsrecht in Deutschland immer noch kein wirkliches Stimulans für die Wissenschaftsförderung ist. Immerhin können bei der Einkommenssteuer jährlich 20.450 € geltend gemacht werden und bei einer Stiftungsgründung einmalig 307.000 € als Sonderausgabenabzug.

Aber das ist es nicht, nach meiner Erfahrung. Was wir unseren Stiftern wirklich bieten können, ist, dass wir dauerhaft gut von ihnen reden. In der Öffentlichkeit und in den Medien. So heißt etwa der größte Hörsaal der Universität, in dem auch das Neujahrskonzert immer stattfindet, Konrad-Henkel-Hörsaal. Solcherart öffentliche Anerkennung ist von den Stiftern meist gar nicht angestrebt. Aber sie wird doch gern entgegengenommen.

Ich habe immer versucht, unsere Stifter und Spender an den von ihnen geförderten Projekten teilhaben zu lassen. Meist sind sie Vorsitzende oder Mitglieder der Kuratorien ihrer Stiftungen und haben damit Einfluss auf die künftige Mittelverwendung. Von diesem Dabeisein und vom permanenten Umgang mit ehrgeizigen jungen Forschern geht eine tiefe Befriedigung aus – eine Befriedigung, die oft Anlass ist für weitere Zustiftungen.

Aber auch bei kleineren Spenden, auf die wir sehr angewiesen sind, bemühen wir uns, den Spender die Wirkung seiner Förderung erleben zu lassen.

Was sind die typischen Förderungsfelder der Freundesgesellschaft?

Ich nenne die vier wichtigsten Bereiche:

- *Die Förderung junger Eliten*
Das reicht – und ich gebe nur wenige Beispiele – von den Stipendien etwa der Hort-Stiftung oder des Industrieclubs über die Preise für junge exzellente Wissenschaftler etwa der Dr.-Günter-und-Imme-Wille-Stiftung bis hin zur großen Gründerstiftung von Professor Riesner, durch die eine große Anzahl herausragender Doktoranden mit sehr großzügigen Forschungsstipendien ausgezeichnet werden.
- *Die Förderung von Forschungsprojekten*
Als Beispiel nenne ich die große Heinz-Ansmann-Stiftung für AIDS-Forschung, die sehr namhafte Beträge für die klinische AIDS-Forschung in Düsseldorf bereitstellt und darüber hinaus einen inzwischen sehr renommierten internationalen Wissenschaftspreis auslobt.
- *Die Förderung der Internationalisierung der Universität*
Das war eines der Großprojekte der Freundesgesellschaft, nämlich die Erstellung von 21 Apartments für ausländische Gastprofessoren im Süden des Universitätsgeländes. Daneben erfolgt eine kontinuierliche Unterstützung der internationalen Kontakt der Universität.
- *Die Förderung von Konferenzen, Kongressen und Publikationen*
Hierfür hat die Freundesgesellschaft mit einem weiteren Großprojekt eine wesentliche Voraussetzung geschaffen, nämlich den Erwerb und den Umbau von Schloss Mickeln in Himmelgeist zu einem sehr repräsentativen Gäste- und Konferenzhaus für die Universität. Schloss Mickeln ist inzwischen ein gesuchter Ort auch für sehr hochkarätige internationale Symposien.

Der Erfolg der Düsseldorfer Freundesgesellschaft gründet nicht nur in dem guten Ruf der Universität, sondern auch in den Persönlichkeiten, die sich in der Vergangenheit für den Vorstand und das Präsidentenamt der Freundesgesellschaft zur Verfügung gestellt haben. Der Gründungspräsident vor 50 Jahren ist der ehemalige Reichskanzler und spätere Reichsbankpräsident Dr. Hans Luther. Er führte die Freundesgesellschaft vom Gründungsjahr 1955 bis ins Jahr 1962. Auf ihn folgte der legendäre Dr. Ernst Schneider, IHK-Präsident und großer Porzellansammler, bis ins Jahr 1972. Sein Nachfolger war der im vergangenen Jahr verstorbene Dr. Wolfgang Glatzel, ehemals Vorstandsvorsitzender der Contigas AG. Schatzmeister war der unvergessene Götz Knappertsbusch. Die Freunde und Förderer waren bis dahin eine hoch angesehene, aber doch mit eher bescheidenen Mitteln ausgestattete Gesellschaft. Erst unter der Präsidentschaft von Dr. Rolf Schwarz-Schütte mit Beginn des Jahres 1988 gelang ihr so recht der Durchbruch in Größenordnungen, bei denen man wirklich von einer effizienten Unterstützung der Universität sprechen kann. In der Ära Schwarz-Schütte, so hat unser Geschäftsführer Othmar Kalthoff errechnet, sind rund 23 Millionen € in Wissenschaft und Forschung der Universität geflossen. Sein unternehmerischer Wagemut und seine Fortune kamen auch der Gesellschaft zugute. Mit ihm wurden Vorhaben realisiert, an die die Freundesgesellschaft vorher nicht einmal dachte, wie etwa

das Gästehaus für ausländische Professoren oder auch Schloss Mickeln, der Glanzort der Universität.

Das Ansehen von Rolf Schwarz-Schütte und sein Rang als Unternehmer haben die Universität zu einer ersten Adresse für Stiftungen und Spenden aus der Wirtschaft und von vermögenden Privatleuten werden lassen. Dass ich mit ihm während meiner Zeit als Rektor so erfolgreich und schließlich auch so freundschaftlich zusammenarbeiten durfte, gehört zu meinen beglückenden biographischen Erfahrungen.

Im Jahr 2000 übergab Dr. Rolf Schwarz-Schütte das Präsidentenamt an Professor Joachim Funk, Vorstandsvorsitzender der Mannesmann AG. Er hat maßgebliche Verdienste um die Finanzierung von Schloss Mickeln.

In dieser Traditionslinie stehe ich nun seit Anfang des Jahres 2004, und es ist eine gewaltige Herausforderung. Der gute Ruf der Freundesgesellschaft hat es vermocht, dass dem Vorstand erste Adressen aus der Wirtschaft angehören: Ulrich Hartmann, ehemals Vorstands- und jetzt Aufsichtsratsvorsitzender von E.ON; Dr. Hans-Dietrich Winkhaus, ehemals Vorstandsvorsitzender und jetzt Mitglied des Gesellschafterausschusses von Henkel; Bernd Hebbing, ehemals stellvertretender Vorstandsvorsitzender von Karstadt; Dr. Sieghardt Rometsch, ehemals Sprecher der persönlich haftenden Gesellschafter und jetziger Aufsichtsratsvorsitzender von Trinkaus und Burkhardt; Wolf-Peter Wirsing, Niederlassungsleiter der hiesigen Commerzbank, und der Notar Dr. Norbert Zimmermann. Ab Januar 2007 wird Prof. Dr. Clemes Börsig, Aufsichtsratsvorsitzender der Deutschen Bank AG, das Amt des Schatzmeisters innehaben.

Die andere Hälfte des Vorstands besteht aus Universitätsmitgliedern, dem Rektor sowie aus Professoren der fünf Fakultäten, nämlich den Kollegen Professor Friedl, Professor Olzen, Professor Riesner, Professor Schrader, Professor Spatschek, Professor Strohmeyer und Professor Thieme.

Obwohl die Freundesgesellschaft heute über ca. 26 Millionen € eigenes bzw. Treuhandvermögen verfügt und 19 unselbständige Stiftungen verwaltet, arbeitet sie mit einem Minimum an Verwaltungsaufwand. Die Personalkosten sind deutlich unter 0,5 Prozent, auch deshalb, weil unser Geschäftsführer, Herr Kalthoff, den enormen Arbeitsumfang ehrenamtlich bewältigt.

Ein Blick auf unsere Mitgliederzahl zeigt Raum für Zuwächse. Die Freundesgesellschaft hat jetzt etwas über 400 Mitglieder. Das heißt, wir sind weit entfernt von einer Bürger- oder gar Volksbewegung. In einer Stadt, die sich zunehmend darauf besinnt, auch Universitätsstadt zu sein, ist das zu wenig – und das muss noch besser werden.

Ich schließe meinen Vortrag mit einem ganz unschuldigen Hinweis: Unsere Düsseldorfer Stifter haben mich immer wieder spüren lassen, dass sie sich eben dadurch bereichert fühlen, dass sie etwas ärmer geworden sind. Und so lautet meine Empfehlung an alle, die es sich leisten können: Lassen Sie sich dieses Gefühl nicht entgehen.

Ich danke Ihnen.

OTHMAR KALTHOFF

Jahresbericht 2005

Im Jahr 2005 konnte die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. (GFFU) für die Förderung von Forschung und Lehre insgesamt 1.791.826,00 € zur Verfügung stellen (2004: 2.842.543,01 €). Der Rückgang gegenüber dem Vorjahr um ca. 1,05 Mio. € war allein darauf zurückzuführen, dass im Berichtsjahr wesentlich weniger von der GFFU verwaltete Drittmittel abgerufen wurden. Die Auszahlungen aus Bewilligungen durch die GFFU, die von ihr betreuten Stiftungen und die gesellschaftseigene Cécile und Oskar Vogt-Institut für Hirnforschung GmbH erhöhten sich demgegenüber sogar von 905.995,06 € im Vorjahr auf 948.969,45 € im Jahr 2005.

Am 31. Dezember des Jahres 2005 verfügte die GFFU über ein Gesamtvermögen von 25.130.095,84 € (Ende 2004: 24.349.288,43 €). Das war eine Steigerung um 3,2 Prozent.

Auch 2005 wurde der GFFU eine neue Stiftung – die nunmehr 18. – zur Verwaltung anvertraut. Es handelt sich um die am 27. Oktober 2005 gegründete Christiane und Claudia Hempel-Stiftung für Klinische Stammzellforschung. Der Stifter, der Düsseldorfer Unternehmer Friedrich Wilhelm Hempel, stellte dafür ein Anfangskapital von 250.000 € bereit. Zweck der Stiftung ist vor allem die Unterstützung der Stammzellforschung auf den Gebieten der Kardiologie und der Neurologie.

Die GFFU beteiligte sich ihrerseits mit 25.000 € an der neu errichteten Bürgerstiftung der Stadt Düsseldorf, um dort Einfluss im Sinne der Wissenschaftsförderung nehmen zu können. Der GFFU-Präsident wurde in den Stiftungsrat der Bürgerstiftung gewählt.

In der Mitgliederversammlung am 20. Oktober 2005 wurde dem Vorstand einstimmig Entlastung erteilt. Univ.-Prof. Dr. Karl-Heinz Spatschek, dessen Amtszeit turnusgemäß abgelaufen war, wurde für weitere fünf Jahre als Vertreter der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät in den Vorstand gewählt.

Die sich an die Mitgliederversammlung anschließende feierliche Jahresveranstaltung stand diesmal ganz im Zeichen des 50-jährigen Bestehens der Freundesgesellschaft. Präsident Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Gert Kaiser wies in seiner Festansprache darauf hin, dass sich die GFFU aus kleinsten Anfängen als „Gesellschaft von Freunden und Förderern der Medizinischen Akademie Düsseldorf“ heraus zu einer der bedeutendsten deutschen Universitätsfördergesellschaften entwickelt habe. Allein in den letzten 25 Jahren habe die GFFU die Universität mit mehr als 36 Mio. € unterstützt. Wie Professor Kaiser weiter mitteilte, habe der Vorstand der GFFU als „Jubiläumsgabe“ 60.000 € für die Herausgabe eines wissenschaftlichen Werkes zum Thema „100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf (1907 bis 2007)“ bewilligt.

Im Rahmen der Jubiläumsfeier wurden auch wieder wissenschaftliche Preise verliehen. Den mit 10.000 € dotierten „Preis der Gesellschaft von Freunden und Förderern der

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“ erhielt PD Dr. Oliver T. Wolf, Institut für Experimentelle Psychologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, für seine Habilitationsschrift. Der mit 12.500 € ausgestattete Reinhard-Heynen-und-Emmi-Heynen-Preis wurde an Univ.-Prof. Dr. Detlev Riesner, Direktor des Instituts für Physikalische Biologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, vergeben, und zwar für seine großen Verdienste in der Forschung, im Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse und in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

**Sonderforschungsbereiche der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

CHRISTEL M. MARIAN und WILHELM STAHL

Der Sonderforschungsbereich 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“

Der Sonderforschungsbereich (SFB) 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“ nahm seine Arbeit im Juli 2005 auf. Dementsprechend soll hier vornehmlich über Ziele und Perspektiven des SFB berichtet werden. Des Weiteren wird das innovative Forschungspotenzial des SFB beleuchtet und ein Überblick über die breite Palette von Methoden gegeben, die den Projektgruppen zur Verfügung stehen.

Organisation

Der SFB 663 wird an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät (mit den Wissenschaftlichen Einrichtungen Chemie und Biologie) und der Medizinischen Fakultät (mit dem Institut für Biochemie und Molekularbiologie) getragen. Verstärkt wird der Forschungsverbund durch die Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Bioanorganische Chemie, des Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung (beide in Mülheim an der Ruhr) sowie des Instituts für Biologische Informationsverarbeitung (IBI-2) am Forschungszentrum Jülich. Die Sprecherin des SFB 663 ist Univ.-Prof. Dr. Christel Marian (Institut für Theoretische Chemie und Computerchemie), Stellvertretender Sprecher ist Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Stahl (Institut für Biochemie und Molekularbiologie).

Ein besonderes Merkmal unseres Forschungsverbunds ist seine Interdisziplinarität. Ihm gehören Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Theoretischen und Physikalischen Chemie, der Organischen und Makromolekularen Chemie, der Biochemie, der Biophysik und der Molekularbiologie an: PD Dr. Timo Fleig (Projekt C3), Prof. Dr. Wolfgang Gärtner (Projekt B3), PD Dr. Markus Gerhards (Projekt A3), Univ.-Prof. Dr. Joachim Heberle (Projekt B3), Prof. Dr. Alfred Holzwarth (Projekt B2), Prof. Dr. Peter Jahns (Projekt B2), Univ.-Prof. Dr. Karl Kleinermanns (Projekt A4), Dr. Ralf Kühnemuth (Projekt B4), Prof. Dr. Wolfgang Lubitz (Projekt A7), Univ.-Prof. Dr. Christel Marian (Projekt C1), Univ.-Prof. Dr. Hans-Dieter Martin (Projekt B1), Univ.-Prof. Dr. Frank Neese (Projekt C2), Univ.-Prof. Dr. Helmut Ritter (Projekt B4), PD Dr. Klaus Schaper (Projekte A8 und B6), PD Dr. Michael Schmitt (Projekt A2), Univ.-Prof. Dr. Claus Seidel (Projekte A8 und B4), Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Stahl (Projekt B1), Univ.-Prof. Dr. Claudia Staudt (Projekt B5), Prof. Dr. Walter Thiel (Projekt C4), Univ.-Prof. Dr. Rainer Weinkauff (Projekt A1). Die Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppen spannen einen Bogen von der Chemie über die Biologie bis hin zur Medizin.

Die Interdisziplinarität des SFB bietet großartige Chancen, die breit gefächerten Expertisen der Arbeitsgruppen für Synergien zu nutzen. Aufgrund der hochgradigen Spezialisierung von international konkurrenzfähiger Forschung erfordert sie auch besondere Maßnahmen im Bereich der Wissenskommunikation. Um den beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu ermöglichen, die Wissenschaftssprache anderer Disziplinen zumindest in Grundzügen zu erlernen, haben wir zusätzlich zu den vierzehntägigen SFB-Kolloquien, in denen externe Gäste vortragen, ein SFB-Seminar eingerichtet, in dem Doktorandinnen und Doktoranden aus allen Projektgruppen im Wechsel ihre Forschungskonzepte vorstellen und Fortschrittsberichte geben. Das SFB-Seminar findet an zwei Nachmittagen im Semester unter Beteiligung aller Projektleiterinnen und -leiter statt. Zur Vorbereitung auf internationale Konferenzen werden Vorträge und Diskussion in englischer Sprache gehalten.

Forschungsziele und Perspektiven

Im Fokus des SFB 663 stehen die mechanistischen Grundlagen dreier Phänomene: *Photostabilität*, *Photoprotektion* und *Photoreaktivität*. Ziel ist es, die hierbei auftretenden intra- und intermolekularen Prozesse detailliert aufzuklären und insbesondere die elektronischen Zwischenzustände der Reaktionspfade zu analysieren. Nur ein grundlegendes Verständnis der diesen Prozessen zugrunde liegenden Mechanismen ermöglicht es langfristig, gezielt neue, verbesserte photoaktive Substanzen zu entwickeln.

Photostabile Substanzen zeichnen sich durch effiziente Selbstschutzmechanismen aus: Ihre elektronisch angeregten Zustände werden über schnelle Relaxationswege in den elektronischen Grundzustand überführt, so dass langlebige, reaktive Anregungszustände, die zur Zerstörung des Moleküls führen könnten, nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit besetzt werden. Substanzen, die selbst nicht ausreichend photostabil sind, benötigen zur Stabilisierung bei Lichtexposition einen externen Schutz. In biologischen Systemen dienen bestimmte Substanzklassen wie Carotinoide als solche Photoprotektoren. Sie sind selbst photostabil und löschen langlebige, reaktive Anregungszustände anderer Moleküle durch Energieübertragungsprozesse. Eine elektronische Anregung kann aber auch gezielt eingesetzt werden, um chemische Reaktionen zu initiieren, die thermisch nicht freiwillig ablaufen. Die photochemische Reaktivität chromophorer Gruppen wird entscheidend durch ihre molekulare Umgebung bestimmt. Dies wird besonders deutlich, wenn das Chromophor in eine komplexe, heterogene Umgebung eingebunden ist, wie sie ein Protein darstellt.

Die Photostabilität einer Substanz, ihre Reaktivität im elektronisch angeregten Zustand, ihre photoprotektiven Eigenschaften sowie die Umwandlung der photonischen Anregung in andere Energieformen sind für viele wissenschaftliche Fachgebiete von zentraler Bedeutung. Innerhalb des SFB spannt sich der Bogen von photochemischen Themen (photolabile Schutzgruppen, photostabile Farbstoffe, photosteuerbare Katalysatoren) über biologisch-medizinische Fragestellungen (endogener Sonnenschutz, Photoprotektion des Chlorophylls bei der Photosynthese, Wechselwirkung von DNA-Basen und aromatischen Aminosäuren mit UV-Licht) bis hin zu materialwissenschaftlichen Aspekten (photovernetzbar Membranen, optische Kraftsensoren für Polymere, biosensorische, biomimetische Systeme).

In der ersten Förderperiode steht die Analyse der elektronischen und geometrischen Strukturen der Chromophore, der Energien und Kopplungen der Zustände sowie ihrer magnetischen Eigenschaften im Vordergrund. So ist ein direkter Vergleich von theoretischen Berechnungen und spektroskopischen Daten möglich. Dieser Ansatz soll ergänzt werden durch eine Variation der vorgegebenen Chromophorleitstrukturen, die mittels gut etablierter präparativer Methoden möglich ist. Hierbei dienen die bisher gewonnenen Kenntnisse über Veränderungen der elektronischen Eigenschaften (Veränderung der Absorptionsmaxima und -querschnitte, der Fluoreszenzeigenschaften usw.) als Vorgaben.

Wir wollen uns zunächst auf definierte Umgebungen unterschiedlichen Komplexitätsgrads konzentrieren. Die Untersuchungen umfassen Studien in der Gasphase bei ultrakalten Bedingungen sowie in glasartigen Matrizen und Lösungen, Modellmembranen, kleinen Peptiden und Polymeren bei Raumtemperatur. Im biomedizinischen Bereich wird das Verhalten der Chromophore in ganzen Zellen oder Zellverbänden untersucht.

Im Hinblick auf chemische, materialwissenschaftliche und biologisch-medizinische Fragestellungen stellt die Synthese neuer oder verbesserter Substanzen ein wesentliches Forschungsziel dar. Mittelfristig wird dabei angestrebt, den empirischen Ansatz durch gezielte Vorgehensweisen zu ersetzen, um

- a) photoprotektive Mikronährstoffe für Menschen und Pflanzen zu entwickeln,
- b) bichromophore Fluoreszenzfarbstoffe maßzuschneidern, die eine erhöhte Photostabilität aufweisen,
- c) die gezielte Freisetzung pharmazeutischer Stoffe zu verbessern, z. B. durch die Synthese neuer photolabiler Schutzgruppen (*caged compounds*) oder durch die Entwicklung von Depotsystemen mit photochemisch umschaltbaren Membranen,
- d) optische Kraftsensoren für Polymere zu entwickeln und
- e) durch gezielte Änderung der Kofaktorumgebung biosensorische, biomimetische Systeme zu optimieren.

Obwohl sich der SFB 663 in der ersten Förderperiode nicht schwerpunktmäßig der photodynamischen Therapie zuwendet, möchten wir langfristig grundlegende Erkenntnisse gewinnen, die es erlauben, eine neue Generation von Photosensibilisatoren zu entwickeln, um mit einer gezielten Substanzauswahl zu einer Verbesserung dieser modernen Therapieform beizutragen.

Konzept des Sonderforschungsbereichs

Um eine detaillierte Aufklärung der Reaktionsabläufe photoinduzierter Prozesse in komplexen Systemen mit biochemischer, materialwissenschaftlicher und medizinischer Relevanz zu erreichen, hat der SFB 663 folgende Strategien gewählt:

1. enge Verzahnung von Experiment und Theorie;
2. Bündelung der Expertisen von mechanistisch orientierten und anwendungsbezogenen Forschungsgruppen aus Chemie, Biologie und Medizin, um eine synergetische Verstärkung zu erreichen;
3. Anwendung und Entwicklung komplementärer, möglichst exakter, hochempfindlicher Methoden für Systeme in elektronisch angeregten Zuständen;

4. Definition molekularer Modelle ausgehend von den komplexen Systemen, ihre Charakterisierung in unterschiedlichen Umgebungen sowie Formulierung und Validierung von Hypothesen zu Reaktionsmechanismen (siehe Abb. 1);
5. Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf komplexe Systeme und deren iterative Optimierung auf die gewünschten Eigenschaften hin.

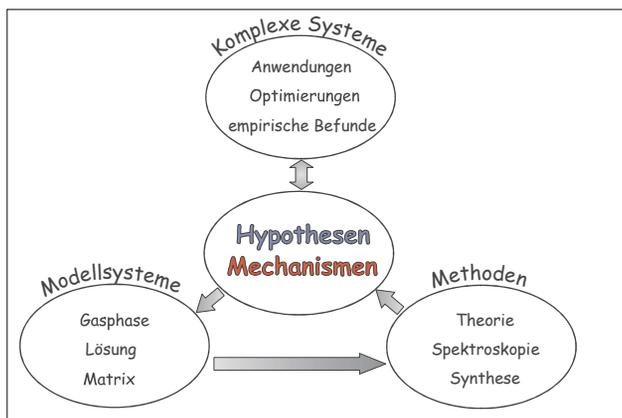


Abb. 1: Arbeitsweise des Sonderforschungsbereichs

Entsprechend dieses Konzepts gliedert sich der SFB in drei Teilbereiche:

- A *Photoinduzierte Prozesse in Modellsystemen*
- B *Photoinduzierte Prozesse in komplexen Systemen*
- C *Theoretische Modellierung*

Der grundlagenorientierte Projektbereich *A Photoinduzierte Prozesse in Modellsystemen* hat sich zum Ziel gesetzt, intra- und intermolekulare Deaktivierungsmechanismen und Reaktionsverläufe auf elektronisch angeregten Potenzialflächen experimentell unter möglichst gut definierten Bedingungen aufzuklären. Dazu ist es notwendig, an Modellsystemen die elektronischen Zustände herauszufiltern, die an der molekularen Antwort beteiligt sind. Um einen Ausgangspunkt zu schaffen, steht die Charakterisierung der intramolekularen Eigenschaften der Chromophore im Vordergrund. Die Brücke zum Projektbereich *B* wird geschlagen, indem wir schrittweise ein Verständnis von intermolekularen Effekten und Wechselwirkungen von elektronisch angeregten Chromophoren mit ihrer Umgebung aufbauen.

Im zweiten Projektbereich, *B Photoinduzierte Prozesse in komplexen Systemen*, reichen die komplexen Umgebungen von der Lösung über Grenzflächen und Lipidmembranen, Intrapolymer- und Intraproteinmatrizen bis hin zu ganzen Zellen. Wichtige Aspekte sind die Vororientierung von Reaktionspartnern, die Steuerung der lokalen Konzentration und Stöchiometrie sowie die Strukturierung der Matrixumgebung. Auf diese Weise wird eine Steuerung der Reaktivität erreicht und es werden spezifische Reaktionspfade eröffnet, die in freier Lösung unter Umständen nicht zugänglich sind.

Der Projektbereich *C Theoretische Modellierung* entwickelt Methoden zur besseren theoretischen Beschreibung von Molekülen auf elektronisch angeregten Born-Oppenheimer-Flächen und wendet diese sowie vorhandene etablierte Verfahren an, um die in den Projektbereichen *A* und *B* untersuchten Prozesse zu modellieren. Ein Schwerpunkt der Anwendungen ist die Vorhersage und Interpretation der elektronischen Spektren von Molekülen in der Gasphase und in Lösung. Einen weiteren Schwerpunkt der Anwendungen bildet die Aufklärung der Mechanismen photochemischer Reaktionen, wobei der Charakterisierung transienter Triplettzustände und den Mechanismen der Triplettübertragung und Triplettlöschung besondere Aufmerksamkeit gilt.

Methoden

Durch das breit gefächerte Methodenspektrum und die Expertise der beteiligten Arbeitsgruppen existieren im SFB ideale Voraussetzungen dafür, das mechanistische Verständnis molekularer Prozesse nach Photoanregung einen entscheidenden Schritt nach vorne zu bringen und verbesserte photoaktive Substanzen zu entwickeln.

Theoretische Chemie und Computerchemie

Verlässliche Methoden zur quantenchemischen Bestimmung von elektronisch angeregten Zuständen größerer organischer Moleküle existieren erst seit wenigen Jahren und befinden sich in einem Stadium ständiger Weiterentwicklung. Die Theoriegruppen an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und den Max-Planck-Instituten in Mülheim bringen komplementäre Erfahrungen in den SFB ein. Ihre Expertise soll genutzt werden, um auf lange Sicht elektronisch angeregte Singulett- und Triplettzustände von Molekülen in Lösung oder einer Proteinmatrix zu charakterisieren. Da es sich vorwiegend um offenschalige Systeme handelt, spielen neben der energetischen Lage und der elektronischen Struktur die magnetischen Wechselwirkungen der Zustände eine besondere Rolle. Bei der Entwicklung von Methoden zur theoretischen Bestimmung dieser Effekte besitzen die Arbeitsgruppen Marian und Neese hohe Kompetenz. Zur Berücksichtigung von Umgebungseffekten im elektronischen Grundzustand sind QM/MM-Methoden hervorragend geeignet. An ihrer Entwicklung hatte die Arbeitsgruppe Thiel maßgeblichen Anteil. Die Erweiterung von QM/MM-Methoden auf elektronisch angeregte Zustände und ihre spinmagnetischen Wechselwirkungen ergibt sich aus einer engen Kooperation dieser Arbeitsgruppen und ist für den SFB essenziell. Die erfolgreiche Umsetzung dieses Ziels wird nicht nur die theoretische Behandlung von photophysikalischen und photochemischen Fragestellungen vorantreiben, sondern auch eine Vielzahl weiterer Anwendungen ermöglichen, z. B. im Bereich der Biokatalyse.

Spektroskopie isolierter Moleküle und Komplexe

Die Experimente an isolierten Systemen schlagen die Brücke von der Theorie zu den komplexen Systemen. Die Untersuchungen erfolgen mit Fluoreszenzspektroskopie, Doppelresonanzmethoden, Massenspektroskopie und Photoelektronenspektroskopie sowie der Kopplung dieser Methoden. Das Institut für Physikalische Chemie ist ein Zentrum für hoch und höchst aufgelöste Molekularstrahlspektroskopie an neutralen und ionischen Mo-

lekülen sowie Molekülaggregaten (Kleinermanns, Schmitt, Gerhards). Die Kombination von Laserdesorption, IR-Spektroskopie, UV-Spektroskopie und Massenspektrometrie in einem Experiment liefert tautomerspezifische Information über elektronisch angeregte Zustände in Chromophorengemischen. Durch das Entfernen eines Elektrons aus dem Radikalanion werden die in neutralen Molekülen geltenden optischen Auswahlregeln unterlaufen: Singulett- und Triplettzustände werden mit vergleichbarer Wahrscheinlichkeit erreicht (Weinkauf). Dadurch ist es möglich, die Energien der Triplettzustände der SFB-relevanten Systeme exakt zu bestimmen.

Optische Spektroskopie in kondensierter Phase

Die Palette der spektroskopischen Methoden wird durch die Arbeitsgruppe Seidel um die Einzelmolekül- und Ensemble-Fluoreszenzspektroskopie in Lösung und an Grenzflächen ergänzt. Die Kopplung der letztgenannten Methoden mit der atomaren Kraftmikroskopie ist das Arbeitsgebiet von Ralf Kühnemuth. Hoch zeitaufgelöste (Pikosekunden bis Sekunden) Fluoreszenzkorrelationspektroskopie zur Bestimmung von Triplettlebensdauern ist nur in der Arbeitsgruppe Seidel verfügbar. Die schnelle Kinetik der Primärprozesse nach Ein- oder Zweiphotonenanregung wird mit einer breiten Methodenvielfalt (Fluoreszenz-, transiente Absorptionsspektroskopie und Photonechomethoden) mit Femtosekunden-Zeitauflösung in der Arbeitsgruppe Holzwarth untersucht. Die Arbeitsgruppe Heberle kann als einzige Gruppe durch zeitaufgelöste FT-IR-Spektroskopie mit abgeschwächter Totalreflexion Photoprozesse in biologischen Systemen untersuchen. Des Weiteren wird als neue Methode die oberflächenverstärkte IR-Spektroskopie entwickelt.

EPR-Spektroskopie

Durch den Einsatz hochempfindlicher gepulster/zeitaufgelöster EPR- und ENDOR-Techniken in verschiedenen Frequenzbändern mit Laseranregung (Zeitauflösung im Nanosekunden- bzw. Mikrosekundenbereich) können in der Arbeitsgruppe Lubitz elektronische Strukturdaten von Triplettzuständen gewonnen werden, die bisher nicht zugänglich waren, z. B. g-Tensoren, Hyperfein- und Kernquadrupolensoren von kurzlebigen Triplets in Modellen und auch direkt in biologischen Systemen. Diese Technik ist nur an wenigen Orten auf der Welt vorhanden und wird kaum für Triplettzustände eingesetzt. Sie ist auf alle im SFB untersuchten paramagnetischen Systeme mit ausreichender Lebensdauer anwendbar. Wichtig in diesem Zusammenhang sind die parallel geplante Berechnung der Wechselwirkungsparameter im Projektbereich C und die sich daraus ergebenden Strukturinformationen. Die geplanten Untersuchungen können wichtige Beiträge leisten, z. B. zu der noch sehr unvollständig verstandenen Thematik der Photoprotektion im Photosystem der oxygenen Photosynthese.

Präparative Methoden

Die Arbeitsgruppen Martin und Schaper besitzen umfangreiche Erfahrungen bei der Synthese von Flavonoiden und Terpenoiden, die einen Schwerpunkt im SFB bilden. Auf dem Gebiet der Synthese von Carotinoiden gehört die Arbeitsgruppe Martin zu den führenden. Durch die bisherigen Arbeiten steht neben den natürlichen Substanzen auch eine Vielzahl

von synthetischen Derivaten und bifunktionellen Farbstoffen zur Verfügung. Bei Bedarf können neue Derivate basierend auf der vorhandenen Expertise maßgeschneidert werden. Zur Synthese von photolabilen Schutzgruppen existieren im Arbeitskreis Schaper maßgebliche Vorarbeiten. In der Arbeitsgruppe Gärtner gibt es weit reichende synthetische Erfahrungen auf dem Gebiet der Flavine. Auf der Basis einer automatisierten Peptidsynthese (*Peptide synthesizer Advanced ChemTech A348*) werden unter Verwendung der Fmoc-Methode gegenwärtig zwei Dissertationen angefertigt, die, basierend auf natürlich vorkommenden Sekundär- und Tertiärstrukturmotiven ausgewählter Proteine, die Einbindung von Liganden (Porphyrinsysteme) und die Erzeugung von $[\text{FeS}]_4$ -Zentren in einer vorgegebenen Proteinumgebung zum Inhalt haben. Unter Normalbedingungen werden Peptide mit einer Länge von bis zu 40 Aminosäuren mit guten Ausbeuten dargestellt. Aufreinigung mittels eines präparativen HPLC-Systems und Identifizierung durch MALDI-TOF-Massenspektrometrie werden routinemäßig angewandt. Die Arbeitsgruppe Ritter bringt umfangreiche Erfahrungen bei der Synthese und Charakterisierung von neuen Monomeren und funktionalisierten Polymeren ein. Darüber hinaus liegen dort ausgiebige Kenntnisse im Bereich von photosensiblen Polymeren vor. Die Expertise der Arbeitsgruppe Staudt erstreckt sich über die Durchführung polymeranaloger Reaktionen (insbesondere kovalente Vernetzung) hinaus auf die Modifizierung von Oberflächen. Im Arbeitskreis Stahl sind die Methoden zur Präparation von Liposomen unterschiedlicher Zusammensetzung und zur Analyse von Carotinoiden in komplexen Matrizen (Blut, Geweben usw.) etabliert. Des Weiteren sind Methoden zum Nachweis von Biomarkern oxidativer Schädigungen vorhanden. Die Gruppe verfügt über erhebliche Erfahrungen mit Zellkulturexperimenten und der Mikroinjektionstechnik (Farbstofftransferassay), die für die Bestimmung der Zell-Zell-Kommunikation über *Gap Junctions* notwendig ist. Peter Jahns und sein Arbeitskreis besitzen die Expertise zur Herstellung und Isolation (in nativer und rekombinanter Form) von Antennenproteinen des PSII mit variabler Carotinoidausstattung.

Um ein umfassendes Verständnis von molekularen Mechanismen in biologischen Systemen und komplexen Materialien zu erlangen, ist es notwendig, bestehende spektroskopische und theoretische Methoden fortzuentwickeln. Methodenentwicklung stellt besonders im Bereich der Theoretischen Chemie ein eigenständiges Ziel dar. Es wird angestrebt, quantenchemische Methoden zur Verfügung zu stellen, die eine vergleichbare Genauigkeit und Effizienz für elektronisch angeregte Zustände komplexer Systeme aufweisen wie heutige Methoden zur Berechnung von elektronischen Grundzuständen. Methodische Weiterentwicklungen sind ebenfalls im Bereich der experimentellen Spektroskopie notwendig, da wir darauf abzielen, alle im SFB bearbeiteten Chromophore mit einer möglichst umfassenden Methodenpalette zu untersuchen, um komplementäre Informationen zu gewinnen. Für einige Chromophore ist ein solch breit angelegtes Studium bereits heute durchführbar, wie im Folgenden an Hand der Carotinoide, die eine zentrale Rolle in unserem Forschungsprogramm einnehmen, erläutert werden soll.

Photoprotektive Wirkmechanismen von Carotinoiden: ein Fallbeispiel

Carotinoide sind am Lichtsammelprozess der Photosynthese beteiligt, spielen aber auch eine wichtige Rolle beim Schutz der Pflanzen vor photooxidativen Schäden. Als Antioxidantien werden sie zudem zur Photoprotektion beim Menschen eingesetzt.

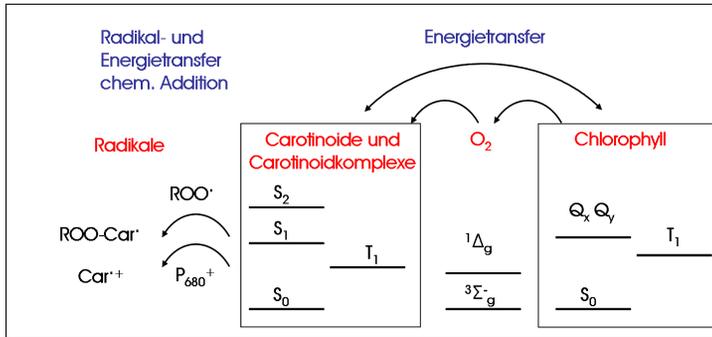


Abb. 2: Die Multifunktionalität der Carotinoide: Energietransfer, Singulett- und Triplettsauerstofflöschung von Chlorophyll, Singulett- und Triplettsauerstofflöschung

Basis für das Verständnis photoprotektiver Wirkmechanismen von Carotinoiden ist die Identifikation der beteiligten elektronisch angeregten Zustände. Die Eigenschaften der tief liegenden angeregten Singulett- und Tripletzzustände von Carotinoiden werden in der aktuellen Literatur kontrovers diskutiert, und es fehlt an einem allgemeinen Verständnis der Energien, der Dynamik der gegenseitigen Umwandlung und der genauen Beschreibung ihrer elektronischen Struktur. Mit einem breiten Spektrum modernster Methoden werden Energiezustände der Carotinoide als isolierte Moleküle, in Komplexen und in definierter Umgebung in kondensierter Phase untersucht. Hierzu werden Singulett- und Tripletzzustände isolierter Carotinoide mit Hilfe der Anionenphotodetachmentspektroskopie unter Umgehung der optischen Auswahlregeln studiert. Lösungsmittel- und Umgebungseinflüsse auf die Energien und Lumineszenzeigenschaften der tief liegenden elektronisch angeregten Zustände werden mittels hochempfindlicher optischer Spektroskopiemethoden untersucht. Durch Immobilisierung von Carotinoiden an einer funktionalisierten Polymeroberfläche kann die Aggregatbildung verhindert werden. Die Dynamik der angeregten Singulettzustände kann vermittels der Femtosekundenspektroskopie verfolgt werden. Parallel zu diesen optisch-spektroskopischen Methoden werden die Tripletzzustände der Carotinoide in kondensierter Phase mittels Elektronenspinresonanz charakterisiert.

Ein besonderes Merkmal des SFB ist die starke Wechselwirkung zwischen den experimentell und den theoretisch orientierten Gruppen. Die Zusammenführung ihrer Resultate ist für die Interpretation der Daten von entscheidender Bedeutung und nimmt einen zentralen Stellenwert innerhalb des SFB ein. Die angeregten Molekülzustände der isolierten Carotinoide werden in den Theorieprojekten quantenchemisch charakterisiert und in Lösung sowie in komplexer biologischer Umgebung mit QM/MM-Methoden modelliert. Berechnete magnetische Eigenschaften von Tripletzzuständen können direkt mit EPR-Messungen verglichen werden. Neben spinerlaubten Wechselwirkungen der elektronischen Zustände können auch spinverbotene Prozesse (*Inter-System-Crossing*, Phosphoreszenz) theoretisch ermittelt und experimentell überprüft werden.

Detaillierte theoretische Studien zu Reaktionen mit Singulett- und Triplettsauerstoff können in Kombination mit Molekularstrahlexperimenten und spektroskopischen Untersuchungen in der

kondensierten Phase zum Verständnis des Löschprozesses und somit zum Verständnis der Schutzfunktionen der Carotinoide beitragen. Die Löschung von Triplett-Chlorophyll durch Carotinoide in photosynthetischen Systemen wird durch transiente EPR-Spektroskopie verfolgt. An Carotino-Proteinen der Photosynthese werden Struktur-Funktionsbeziehungen erarbeitet. Bichromophore Substanzen, in denen das Carotinoid durch einen *Spacer* kovalent an bekannte Fluoreszenzfarbstoffe gebunden wird, werden mit dem Ziel synthetisiert und spektroskopiert, höhere Photostabilität zu erreichen. Basierend auf den abgeleiteten Struktur-Eigenschaftsbeziehungen werden gezielt neue Carotinoide, Carotinolipide und Carotinoflavonoide synthetisiert und die Schutzsysteme iterativ verbessert.

Wie an diesem Beispiel deutlich wird, liegt in der Kombination der Spektroskopie, der Theoretischen und Präparativen Chemie, der Biochemie und der Molekularbiologie eine besondere Stärke des SFB. Aus dieser Konstellation heraus erwarten wir neue grundlegende Erkenntnisse zum Verständnis der unterschiedlichen Phänomene der Photoprotektion.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Photostabilität einer Substanz, ihre Reaktivität in elektronisch angeregten Zuständen, ihre photoprotektiven Eigenschaften sowie die Umwandlung der photonischen Anregung in andere Energieformen sind für viele wissenschaftliche Fachgebiete von Belang. Hierzu gehören die klassische Photochemie ebenso wie verschiedene Bereiche der Medizin und der Biologie (z. B. endogener und exogener Sonnenschutz, photodynamische Therapie, Vorgänge bei der Photosynthese und dem Sehprozess oder sensorische Reaktionen), aber auch die Materialforschung (z. B. im Bereich der optischen Datenspeicher, der Lichtecktheit von Farben oder der Effizienz künstlicher Antennensysteme für die Energiegewinnung). Nur wenn es gelingt, die auf eine Photoanregung folgenden intra- und intermolekularen Prozesse auf mikroskopischer Ebene detailliert aufzuklären und dabei insbesondere die elektronischen Zwischenzustände der Reaktionspfade zu identifizieren, wird es langfristig möglich sein, gezielt verbesserte oder neue photoaktive Substanzen zu konzipieren.

Im SFB 663 wollen wir uns zunächst auf Chromophore in definierten Umgebungen konzentrieren. Diese erstrecken sich von der Gasphase bei ultrakalten Bedingungen über glasartige Matrizen und Lösungen bis hin zu Modellmembranen, kleinen Peptiden und Polymeren bei Raumtemperatur. Langfristig ist geplant, eine Brücke zu Forschungsaktivitäten der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität zu schlagen. Dort werden Fragestellungen zur lichtinduzierten Schädigung von Zellen, Zellverbänden und Organen sowie zur Auslösung von Reparaturmechanismen untersucht. Die Forschungsaktivitäten sind damit komplementär zu denen des SFB 663. Eine engere Vernetzung dieser Forschungsverbünde bietet ein einzigartiges Potenzial zur Erforschung lichtinduzierter Prozesse in biologischem Material.

**Forscherguppen der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

VICTORIA KOLB-BACHOFEN, MIRIAM CORTESE, JÖRG
LIEBMANN, SABINE KOCH und NICOLE FITZNER

Regulation der Entzündungsreaktion – Eine wichtige Rolle für Stickstoffmonoxid

Erst seit dem Ende der 1980er Jahre wissen wir, dass das bis dahin nur als Umweltgift bekannte Stickstoffmonoxid (NO) von Zellen gebildet und als Signalstoff genutzt werden kann. Diese Entdeckung führte in den Folgejahren zu einer explosionsartigen Publikationsswelle, die sich mittlerweile auf ein konstantes Niveau von ca. 2.500 Publikation pro Jahr eingependelt hat. Im Jahr 1992 wurde NO von der Zeitschrift *Science* zum Molekül des Jahres erkoren. Im Jahr 1998 wurde den Forschern Robert Furchgott, Luis Ignarro und Ferid Murad der Nobelpreis für die Untersuchungen, die zur Entdeckung von NO führten, verliehen. In der biomedizinischen Forschung hält die Attraktivität dieses Signalmoleküls bis heute an – zum einen, weil Über- oder Unterproduktion direkt oder indirekt mit einer Reihe von Erkrankungen assoziiert sind und zum anderen, weil NO als Botenstoff einzigartige Eigenschaften hat, die so verschieden sind von den bis dahin bekannten Botenstoffen wie Hormonen oder Zytokinen. Die Eigenschaften von NO basieren im Wesentlichen darauf, dass es ein Radikal ist, allerdings eines mit einer relativ langen Halbwertszeit von mehreren Sekunden, verbunden mit einer eingeschränkten Reaktivität im biologischen Milieu.

NO wird gebildet von drei Enzymen, den Mitgliedern der Familie der NO-Synthasen: zwei konstitutiv exprimierte Enzyme – NOS-1 (auch ncNOS genannt) und NOS-3 (auch ecNOS genannt) – sowie eine weitere Isoform – die induzierbare NO-Synthase (NOS-2 oder iNOS). Während die beiden erstgenannten nach Enzymaktivierung für Sekunden pulsatile Mengen von NO synthetisieren, wird die NOS-2 erst auf einen entzündlichen Reiz hin gebildet und synthetisiert dann scheinbar unreguliert über eine lange Zeit (Stunden oder Tage) das entzündungsrelevante NO. Es ist dieses NO, das früh während eines inflammatorischen Reizes gebildet wird, das unsere Arbeitsgruppe nun schon seit mehr als 15 Jahren beschäftigt.

Aufgrund seiner radikalischen Natur und der Tatsache, dass während einer Entzündung über die Zeit relativ viel NO gebildet wird, ging man zunächst davon aus, dass dieses von der NOS-2 gebildete NO ausschließlich der Abwehr von eindringenden pathogenen Organismen wie Parasiten, Bakterien und Viren dient und dass dabei auch körpereigene Zellen als *innocent bystander* zerstört werden können.¹ Tatsächlich konnten wir zeigen, dass offenbar die Insulin produzierenden β -Zellen des Pankreas besonders empfindlich sind für die toxische Wirkung von NO und dass Makrophagen nach proinflammatorischer

¹ Vgl. Kolb und Kolb-Bachofen (1992) sowie Kröncke *et al.* (1997).

Aktivierung so zum Untergang dieser wichtigen Zellen während der Manifestation eines insulinabhängigen Typ-1-Diabetes mellitus beitragen könnten, jedenfalls im Tiermodell.

In späteren Untersuchungen zur Wirkung des NOS-2-generierten NO in der humanen Haut – erarbeitet in einer stimulierenden Kooperation mit Mitgliedern der Hautklinik und des Instituts für Biochemie und Molekularbiologie 1 – fanden wir aber heraus, dass dieses Konzept entschieden zu einfach war und dass die toxische Wirkung wahrscheinlich eine eher seltene Situation darstellt. Vielmehr zeigte sich, dass diesem NO eine essenzielle Schutz- und Steuerfunktion zukommt.² Heute wissen wir, dass es ein Signal darstellt, mit dem die Gen-Nutzung einer Zelle sehr umfangreich verändert werden kann, und dies führt dann zur Steuerung von Zellproliferation und Differenzierung sowie zur Gegensteuerung der Entzündungsreaktion, als ein wichtiger Faktor, der davor schützt, dass eine Entzündung chronisch wird. Das während der Entzündung gebildete NO führt zur Bildung von Schutzproteinen, die die Zelle vor schädlichen Umwelteinflüssen wie zum Beispiel den UVA- und UVB-Strahlen im Sonnenlicht, den Hauptverantwortlichen für Hautschäden durch exzessives Sonnenbaden, bewahren. Zusätzlich fanden wir auch heraus, dass das Radikal einen sehr guten Schutz vor der schädlichen Wirkung von Sauerstoffradikalen bietet, indem es die Funktion der Zellmembranen erhält und so ebenfalls ganz wesentlich zur Protektion vor schädlichen Einflüssen beiträgt. Damit stellt sich dieses kleine und einfache Molekül als ein janusköpfiges Wirkprinzip dar, das sowohl protektive als auch destruktive Eigenschaften in sich trägt (Abb. 1).



Abb. 1: NO, ein Molekül mit Januskopf-Eigenschaften (Januskopf-Relief einer altrömischen Münze)

Zurzeit wollen wir die genauen Mechanismen beschreiben, die zur veränderten Gen-expression und damit zur Schutzreaktion führen. Auch mit diesen Untersuchungen sind wir teilweise im Modell der humanen Haut nach UV-Bestrahlung geblieben, wie wir im Nachfolgenden für die verschiedenen Teilprojekte erläutern werden.

² Vgl. Suschek *et al.* (2004).

NO, UV-Strahlung und humane Haut

Enzymatische NO-Bildung in der humanen Haut

Erste Untersuchungen zeigten, dass in zwei sehr unterschiedlichen chronischen Hauterkrankungen die NOS-2 in den Läsionen exprimiert ist: bei der Schuppenflechte (*Psoriasis vulgaris*) und beim kutanen *Lupus erythematosus* (cLE).³ Die letztgenannte Erkrankung kann durch UV-Bestrahlung provoziert werden. Untersuchungen zum Zeitverlauf der NOS-2-Expression nach UV-Provokation ergaben dabei einen ersten Hinweis auf eine eventuell protektive Funktion der NOS-2-Aktivität. Es zeigte sich nämlich, dass auch in gesunden Probanden NOS-2 nach UV-Bestrahlung induziert wird, aber mit einem völlig anderen Verlauf. Während in allen cLE-Patienten die NOS-2 erst etwa drei Tage nach Bestrahlung zu finden war und dann über Wochen persistierte, war dieses Enzym in Gesunden bereits einen Tag nach der Bestrahlung exprimiert und am dritten Tag nicht mehr nachweisbar. Dies zeigt, dass die Expression der NOS-2 selbst kein Krankheitsmarker ist, sondern eine ganz normale Reaktion auf einen schädlichen Umwelteinfluss darstellt. Hier ist es vielmehr der zeitliche Verlauf, der mit einem Krankheitsgeschehen assoziiert ist.⁴ Die Untersuchung zur Rolle von NO in der Hautphysiologie ergab, dass NO, abhängig von der lokalen Konzentration, die Proliferation und Differenzierung der epidermalen Keratinozyten steuert.⁵ Weitere Untersuchungen ergaben, dass NO – entweder endogen von der NOS-2 synthetisiert oder von außen als chemischer NO-Donor zugeführt – einen potenten Schutz vor UVA-induziertem Zelltod ausübt.⁶ Des Weiteren konnten wir zeigen, dass ein Schutz nicht nur vor UV-Strahlung gefunden wird, sondern vor einer Reihe von verschiedenen Stressoren, und dass nicht nur eine Vorbehandlung mit NO schützt, sondern dass auch noch nach dem Schaden ein gewisser Schutz vermittelt wird.⁷ Ein wesentlicher Teil dieses Schutzes wird durch veränderte Genexpression induziert⁸ und ein zusätzlicher Schutzmechanismus wird über die Blockade der Lipidperoxidation ausgeübt.

Lichtinduzierte nicht-enzymatische NO-Freisetzung in der Haut

Bei diesen Experimenten stießen wir noch auf einen weiteren Mechanismus. Es zeigte sich nämlich, dass in der Haut durch UVA-Bestrahlung unmittelbar NO freigesetzt wird, und zwar auch in Gegenwart von Inhibitoren der NO-Synthasen. Das heißt, dass es auch einen nicht-enzymatischen Weg der NO-Bildung geben muss,⁹ und zwar durch Photolyse aus den Stoffwechselprodukten der NO-Bildung, die zu einem überraschend hohen Anteil in der Haut verbleiben. Hier sind es vor allem das Nitrit, das sich als Folge der Reaktion von NO mit Sauerstoffintermediaten bildet, sowie nitrosierte Sulfhydrylgruppen (RSNO), von denen in der Haut eine 20- bzw. 250fach höhere Konzentration als im zirkulierenden Blut vorliegt. Die Freisetzung von NO geschieht über UVA-induzierte Photolyse dieser Mole-

³ Vgl. Bruch-Gerharz *et al.* (1996) sowie Kuhn *et al.* (1998).

⁴ Vgl. Kuhn *et al.* (2006).

⁵ Vgl. Bruch-Gerharz *et al.* (2003), Schnorr *et al.* (2003) sowie Bruch-Gerharz *et al.* (1998).

⁶ Vgl. Suschek *et al.* (1999).

⁷ Vgl. Suschek *et al.* (2001a) sowie Suschek *et al.* (2003b).

⁸ Vgl. Hemmrich *et al.* (2003) sowie Suschek *et al.* (2001b).

⁹ Suschek *et al.* (2005), Suschek *et al.* (2003a) sowie Paunel *et al.* (2005).

küle, und das so gebildete NO zeigt alle Wirkcharakteristika des enzymatisch gebildeten NO (Abb. 2)

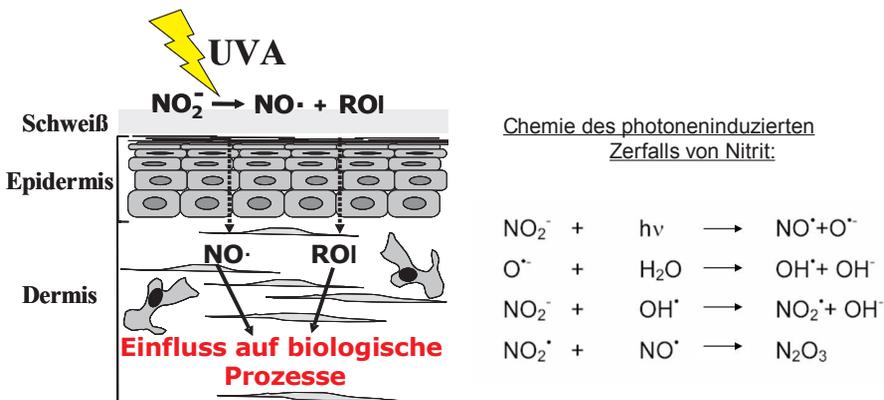


Abb. 2: Nicht-enzymatische NO-Freisetzung in der Haut durch den A-Anteil der UV-Strahlung führt gleichzeitig auch zur Bildung von reaktiven Sauerstoffintermediaten (ROI).

Lichtinduzierte Spaltung von Nitrit und Nitrosoverbindungen generiert biologisch aktives NO

Diese nicht-enzymatische UV-vermittelte Freisetzung von biologisch aktivem NO ist für die biologische Aktivität der Haut wichtig, da dadurch verschiedenste zelluläre Prozesse reguliert werden.

So konnten wir zeigen, dass dadurch die cGMP-Synthese verstärkt wird, dass die Differenzierung von primären Keratinozyten eingeleitet wird – nachgewiesen durch eine reduzierte Expression von Proliferations- und eine erhöhte Expression von Differenzierungsmarkern – und dass auch über diesen Weg die Expressionsprofile proinflammatorischer Zytokine in diesen Zellen moduliert werden.

Diese Effekte sind alle durch einen NO-Radikalfänger (cPTIO) inhibierbar und daher eindeutig NO-abhängig. Inhibitoren der enzymatischen NO-Synthese hingegen haben keinen Effekt auf die hier beobachteten Phänomene, was eine enzymatische Beteiligung der NO-Synthasen ausschließt.

Derzeit untersuchen wir auch, ob dieses photolytisch freigesetzte NO nicht nur die Differenzierung beeinflusst, sondern auch apoptotische Signalwege in Keratinozyten moduliert. Unter Apoptose versteht man eine Form des programmierten Zelltodes, bei dem durch einen aktiven Prozess geschädigte Zellen entfernt werden, ohne dass eine Entzündungsreaktion ausgelöst wird. Eine zentrale Komponente der Apoptose sind die so genannten Caspasen – proteolytische Enzyme, die ganz spezifisch regulatorische und strukturelle Proteine spalten und so den geregelten Untergang der Zelle bewirken. *In-vitro*-Experimente zeigen, dass nicht-enzymatisch generiertes NO die Caspase-3-Aktivität durch S-Nitrosierung um bis zu 90 Prozent inhibiert. Im Zellkultursystem finden wir, dass die

Apoptoserate von Keratinozyten durch UVA-Bestrahlung in Anwesenheit von Nitrit deutlich erhöht ist, klassische apoptotische Vorgänge, wie zum Beispiel Caspase-3-Aktivierung und die Spaltung eines Kernproteins (PARP), jedoch ausbleiben oder nur initial stattfinden. Stattdessen kommt es zu einer Translokation des *apoptosis inducing factor* (AIF) in den Nukleus der Zelle – ein Vorgang, der durch die Zugabe eines NO-Scavengers (cPTIO) verhindert werden kann und somit die NO-Abhängigkeit dieses Prozesses demonstriert (Abb. 3).

Dies zeigt, dass die Anwesenheit von Nitrit während der UVA-Bestrahlung die Caspase-abhängige Apoptose zu einem AIF-vermittelten Prozess verschiebt und in einem Nekrose-ähnlichen Zelltod resultiert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass neben der enzymatischen NO-Synthese auch die UVA-medierte nicht-enzymatische Produktion von NO eine große Bedeutung für die Physiologie der Haut hat. Dieses durch Sonneneinstrahlung generierte NO ist biologisch aktiv und beeinflusst eine Reihe wichtiger Prozesse wie die Regulation des Blutdrucks über die cGMP-Synthese, die Differenzierung und den Zelltod der Keratinozyten sowie die Regulation von Entzündungsprozessen über veränderte Expressionsmuster von Entzündungsmediatoren. Eine genaue Kenntnis der molekularen Vorgänge dieser Prozesse ist unerlässlich, um Probleme, die als Folge einer hohen UV-Exposition auftreten – wie zum Beispiel defekte Wundheilung, Autoimmunerkrankungen oder Krebs – gezielt therapieren zu können.

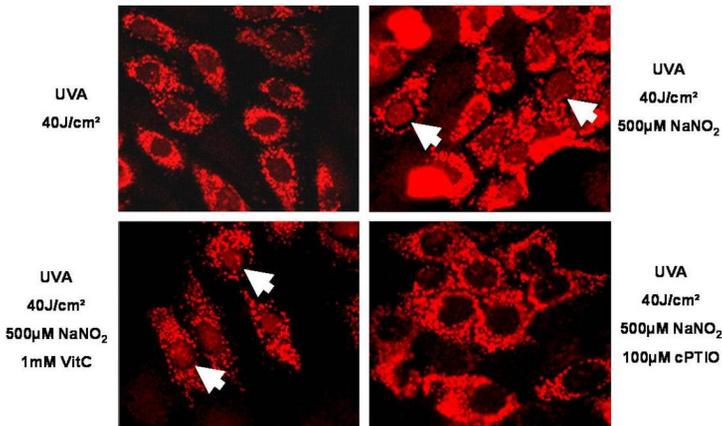


Abb. 3: Die AIF-Translokation in den Nukleus (Pfeile) nach UVA-Bestrahlung in Anwesenheit von Nitrit (NaNO_2) kann durch einen NO-Fänger (cPTIO) verhindert werden, aber nicht durch das Abfangen von ROI mit Vitamin C.

Nitrit, UVA, Glutathion und die extrazelluläre Matrix

Matrix-Metalloproteinasen (MMPs) repräsentieren eine Klasse strukturverwandter, Zink-abhängiger Proteinasen, die eine wichtige Rolle sowohl in der Neustrukturierung als auch

im Abbau der extrazellulären Matrix (ECM) spielen. Die ECM ist essenziell für den strukturellen und funktionellen Aufbau von Geweben und Organen, nicht zuletzt auch der Haut.

Sie besteht aus verschiedenen Proteinen, Glykoproteinen, Adhäsionsproteinen und Polysacchariden, wobei die Hauptkomponenten die Kollagene sind. Diese kommen in fast allen Geweben vor und die Ausbildung der unterschiedlichen Kollagenfasern ist für die Festigkeit und Elastizität des Gewebes verantwortlich. MMPs können diese und andere im Gewebe vorkommenden Proteine spalten und sind daher notwendig für die Gewebeneubildung während des Wachstums oder bei der Wundheilung. Substrate von MMPs sind außer Kollagen auch Gelatin, Fibronectin, Laminin, Proteoglykane oder Elastin, wobei jedes MMP für andere Substrate spezifisch ist.¹⁰

Reguliert werden MMPs auf mehreren Ebenen – auf transkriptioneller sowie hauptsächlich auf posttranskriptioneller Ebene – durch die Aktivierung einer inaktiven Vorstufe (proMMP) und durch spezifische, körpereigene Inhibitoren, den *tissue inhibitors of metalloproteinases* (TIMPs). Die proMMPs setzen sich aus einer Propeptid-, einer katalytischen und einer Hemopexindomäne zusammen. In der katalytischen Domäne befindet sich ein katalytisches Zink, das über drei Histidine und in der inaktiven Form zusätzlich von einem Zystein aus der Prodomäne koordiniert ist. Für die Aktivierung wird die Prodomäne abgespalten und das aktive Zentrum für ein Substrat frei zugänglich (Abb. 4).¹¹

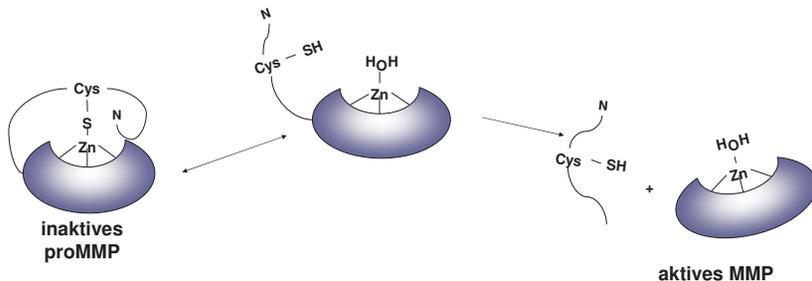


Abb. 4: Zystein-Switch-Mechanismus zur Aktivierung von MMPs

Ganz allgemein wird eine Fehlregulation von MMPs mit vielen Erkrankungen in Verbindung gebracht, wie Atherosklerose, rheumatoide Erkrankungen und Metastasierung von Tumoren. Eine erhöhte Expression von MMP-mRNA in der Haut, insbesondere nach Exposition mit UV und durch oxidativen Stress, wird auch oft mit vorzeitiger Hautalterung und Hautkrebs in Verbindung gebracht.¹²

Einen wichtigen Abwehrmechanismus gegen oxidativen Stress repräsentiert in der Haut der Glutathion-Stoffwechsel (GSH-Stoffwechsel) und es ist bekannt, dass GSH durch eine direkte Reaktion mit MMPs deren Aktivität herabsetzen kann. GSH ist ein Tripeptid aus den Aminosäuren Glutamin, Zystein und Glycin und kommt intrazellulär in Konzentrationen von bis zu 10 mM vor. Der antioxidative Effekt des GSH ist durch die Thiolgruppe des Zysteins bedingt; GSH kommt physiologisch sowohl in der reduzierten (GSH) als auch

¹⁰ Vgl. Herouy *et al.* (1999).

¹¹ Vgl. Visse und Nagase (2003) sowie Chakraborti *et al.* (2003).

¹² Vgl. Herouy *et al.* (1999) sowie Nelson und Melendez (2004).

in der oxidierten (GSSG) Form vor. Das Verhältnis von GSH zu GSSG ist ein wichtiger Indikator für oxidativen Stress, und eine erniedrigte GSH-Konzentration kann zum Zelltod führen.¹³

Uns hat der Einfluss von Glutathion, Nitrit und UVA auf die Aktivität der MMPs interessiert, wobei bekannt ist, dass Thiole wie auch Glutathion einen inhibierenden Effekt auf MMPs haben.¹⁴ Mit unseren Untersuchungen haben wir uns auf MMP-1, auch Kollagenase-1 genannt, beschränkt. Wir konnten zeigen, dass die GSH-bedingte Inhibition von MMP-1 mit Nitrit nach UVA-Bestrahlung aufgehoben wird. Während der Inhibition lagert sich das GSH, analog zur Prodomäne, als vierter Ligand an das Zink im aktiven Zentrum und inhibiert so die Enzymaktivität. Das während der UV-Bestrahlung aus Nitrit gebildete NO reagiert mit diesem GSH zu GSNO. So wird die Bindungsstelle im aktiven Zentrum wieder frei und das Enzym wieder aktiv (Abb. 5).¹⁵

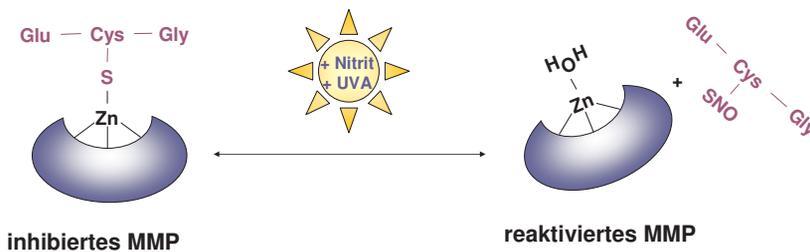


Abb. 5: Einfluss von Glutathion, Nitrit und UVA auf die Aktivität von MMP-1

Somit stellt das Zusammenspiel von Glutathion, Nitrit und UVA in der Haut eine weitere Möglichkeit zur Regulation von MMPs dar. Auch hier zeigt sich einmal mehr die wichtige Regulatorfunktion von NO in der Physiologie der menschlichen Haut.

Grundlagen zur Induktion der NOS-2 und zum genregulatorischen Effekt von NO

Neben den oben geschilderten Arbeiten zur Funktion von NO in der humanen Haut und dem Einfluss von UVA werden auch grundlegende Arbeiten zu den molekularen Mechanismen der Steuerungsfunktionen von NO durchgeführt. Diese befassen sich zum einen mit den Ereignissen vor der NO-Synthese, also den Reizen, die zur Expression der NOS-2 führen, und zum anderen mit Signalwegen, die die NO-vermittelte Veränderung der Gen-Nutzung auslösen.

Pathogen-Erkennung durch Toll-like-Rezeptoren und NO

Eine Infektion, also das Eindringen von Pathogenen in einen Organismus, ist einerseits eine alltägliche, andererseits eine gefährliche Situation. Eindringene Bakterien, Viren

¹³ Vgl. Wu *et al.* (2004).

¹⁴ Vgl. Woessner (1999).

¹⁵ Vgl. Koch *et al.* (2006).

oder Parasiten müssen sicher erkannt und wirksame Mechanismen zur Abwehr initiiert werden. Diese Aufgabe wird vom natürlichen Immunsystem in den meisten Fällen erfolgreich mit Hilfe von Keimbahn-kodierten Rezeptoren erfüllt, die typische Strukturmuster verschiedener Pathogene (pathogenassoziierte molekulare Muster, PAMPs) erkennen. Eine wichtige Gruppe sind die Toll-like-Rezeptoren (TLRs).¹⁶

TLRs sind als Effektorwerkzeug der natürlichen Immunantwort auch an der Ausbildung einer erworbenen Immunität beteiligt, sie erkennen Gewebsverletzungen und sind in der Wundheilung involviert, wo sie unter anderem die Produktion von MMPs regulieren. Im Menschen sind bislang zehn TLRs identifiziert worden, die entweder einzeln oder in Verbindung mit einem zweiten Rezeptor die jeweiligen Liganden erkennen. Die Bindung eines Liganden an seinen Rezeptor löst eine Signalkaskade aus, die entweder die Rekrutierung des Adaptorproteins MyD88 oder anderer Adaptorproteine zur Folge hat. Des Weiteren werden die Transkriptionsfaktoren NF- κ B, IRF3, IRF5 und/oder IRF7 aktiviert und es kommt zur Expression von Typ-1-Interferonen, von proinflammatorischen Zytokinen, von ICAM-1 und auch von der NOS-2.¹⁷ Dieser Erkennungsweg steht also während der Entzündung zeitlich vor der NO-Bildung. Daher wollen wir derzeit klären, welche TLRs auf Endothelzellen exprimiert werden und an einer NOS-2-Expression beteiligt sind. Für die Experimente verwenden wir humane primäre mikrovaskuläre Endothelzellen der Haut sowie eine daraus hergestellte immortalisierte Zelllinie.

Endothelzellen nehmen innerhalb einer Entzündungsreaktion eine besondere Stellung ein, da sie zum einen eine physiologische Grenze zwischen dem Transportmedium Blut und den umliegenden Geweben bilden und zum anderen die Tür darstellen, durch die Immunzellen zum Entzündungsort gehen müssen.¹⁸

Wir finden, dass primäre humane Endothelzellen alle zehn TLRs exprimieren können. Inkubation von unbehandelten oder entzündlich aktivierten Zellen mit den TLR-spezifischen Liganden führt sowohl zu einer Modulation der NOS-2-Expression als auch zur Freisetzung von Entzündungsparametern wie Interleukin-8. Interessanterweise finden wir auch, dass das dann freigesetzte NO die Expression der TLRs verringert,¹⁹ womit wir einen Feedback-Mechanismus beschreiben können (Abb. 6) und auch einen Weg aufzeigen, mit dem die NO-vermittelte Regulation der Entzündung erklärt werden kann.

Im Rahmen einer medizinischen Doktorarbeit konnten wir auch zeigen, dass tatsächlich eine MyD88-Rekrutierung in Endothelzellen ausgelöst wird, die signalspezifisch und zeitlich begrenzt ist.

NO, Zink und die Modulation der Genexpression

In diesem Projekt arbeiten wir schon länger. Diese Arbeiten bauen auf unserer früh gemachten Beobachtung auf, dass NO Zink aus Zink-Thiol-Verbindungen freisetzen kann.²⁰ Solche Verbindungen sind in der Natur sehr häufig, sie finden sich in Transkriptionsfaktoren (Zinkfingerstrukturen), in Enzymen wie zum Beispiel in der Alkohol-Dehydrogenase, im Zinkspeicherprotein Metallothionein und in vielen anderen Proteinen. Tatsäch-

¹⁶ Vgl. Akira *et al.* (2006).

¹⁷ Vgl. Kawai und Akira (2005).

¹⁸ Vgl. Kadl und Leitinger (2005).

¹⁹ Vgl. Fitzner und Kolb-Bachofen (2006).

²⁰ Vgl. Berendji *et al.* (1997) sowie Spahl *et al.* (2003).

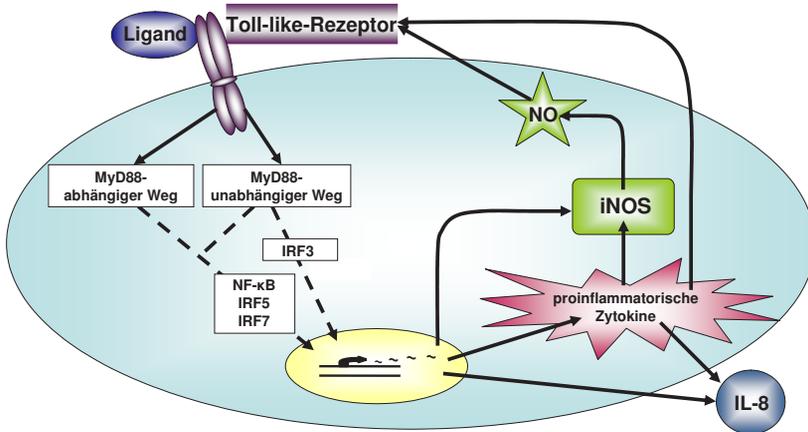


Abb. 6: Feedback-Mechanismus zwischen Toll-like-Rezeptoren und NO der iNOS. Die Bindung des Liganden an seinen jeweiligen Rezeptor löst eine Signalkaskade aus, die zur Aktivierung der Transkriptionsfaktoren NF- κ B und/oder IRF α führt. Infolgedessen setzt die iNOS NO frei. Die Freisetzung proinflammatorischer Zytokine führt ebenfalls zur iNOS-Induktion, ebenso wie zur Ausschüttung von IL-8. Sowohl die proinflammatorischen Zytokine als auch das freigesetzte NO wirken in einem Feedback-Mechanismus auf die Expression der TLRs.

lich setzt endogen produziertes oder exogen zugesetztes NO auch in Zellen das Zink aus diesen Strukturen frei, und die so veränderten Transkriptionsfaktoren sind dann zeitlich begrenzt blockiert. Dies stellt auch einen Mechanismus der veränderten Genexpression dar.²¹ In jüngster Zeit untersuchen wir nun, ob das freigesetzte (eigentlich labilisierte) Zink selbst auch ein Signal für veränderte Genexpression ist und so zur protektiven Wirkung von NO beiträgt. Auch in diesem Projektteil konzentrieren wir uns auf die Effekte in Endothelzellen als die wichtigen „Türhüter“ der Leukozyteneinwanderung und damit der Initiation einer Entzündung. Sowohl Zink als auch NO induzieren protektive Gene, wie Hämoxigenase-1 oder Heatshock-Proteine. Es zeigt sich, dass ein weiterer und essenzieller Faktor in dieser Schutzreaktion die Erhöhung des intrazellulären Glutathionspiegels ist – ein Peptid, das durch seine potente antioxidative Aktivität und seine Beteiligung an Entgiftungsreaktionen einen zellulären Schutz vermittelt. Wir konnten nun zeigen, dass diese Wirkungen von NO essenziell von Zink abhängig sind, dass sie in Anwesenheit eines Zink-Chelators (TPEN) oder nach Kultur in zinkverarmtem Medium vollständig unterdrückt werden. Wesentlich ist hier eine zinkvermittelte Induktion des Gens *gclc*, das für ein limitierendes Enzym der Glutathion-Neusynthese kodiert. Wir fanden auch heraus, dass dieser Effekt auf einer zinkvermittelten Aktivierung des Transkriptionsfaktors Nrf2 beruht (Abb. 7) und dass die Blockade des Gens für Nrf2 mittels siRNA die NO- oder zinkinduzierte Expression vieler Schutzgene inhibiert, die Glutathionerhöhung blockiert und den Schutz damit aufhebt.

²¹ Vgl. Berendji *et al.* (1999).

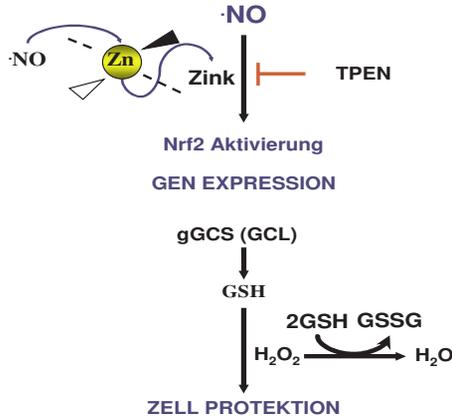


Abb. 7: Schematische Darstellung des Signalweges, der von NO – gebildet während der Entzündung – über eine Zinklabilisierung und Aktivierung des Transkriptionsfaktors Nrf2 zur Expression von Schutzgenen in der Zelle führt

Literatur

- AKIRA, S., S. UEMATSU und O. TAKEUCHI. „Pathogen recognition and innate immunity“, *Cell* 124 (2006), 783-801.
- BERENDJI, D., V. KOLB-BACHOFEN, K. L. MEYER, O. GRAPENTHIN, H. WEBER, V. WAHN und K. D. KRÖNCKE. „Nitric oxide mediates intracytoplasmic and intranuclear zinc release“, *FEBS Letters* 405 (1997), 37-41.
- BERENDJI, D., V. KOLB-BACHOFEN, P. F. ZIPFEL, C. SKERKA, C. CARLBERG und K. D. KRÖNCKE. „Zinc finger transcription factors as molecular targets for nitric oxide-mediated immunosuppression: inhibition of IL-2 gene expression in murine lymphocytes“, *Molecular Medicine* 5 (1999), 721-730.
- BRUCH-GERHARZ, D., K. FEHSEL, C. SUSCHEK, G. MICHEL, T. RUZICKA und V. KOLB-BACHOFEN. „A proinflammatory activity of interleukin 8 in human skin: expression of the inducible nitric oxide synthase in psoriatic lesions and cultured keratinocytes“, *The Journal of Experimental Medicine* 184 (1996), 2007-2012.
- BRUCH-GERHARZ, D., T. RUZICKA und V. KOLB-BACHOFEN. „Nitric oxide in human skin: current status and future prospects“, *The Journal of Investigative Dermatology* 110 (1998), 1-7.
- BRUCH-GERHARZ, D., O. SCHNORR, C. SUSCHEK, K.-F. BECK, J. PFEILSCHIFTER, T. RUZICKA und V. KOLB-BACHOFEN. „Arginase 1 Overexpression in Psoriasis: Limitation of Inducible Nitric Oxide Synthase Activity as a Molecular Mechanism for Keratinocyte Hyperproliferation“, *The American Journal of Pathology* 162 (2003), 203-211.
- CHAKRABORTI, S., M. MANDAL, S. DAS, A. MANDAL und T. CHAKRABORTI. „Regulation of matrix metalloproteinases: an overview“, *Molecular and Cellular Biochemistry* 253 (2003), 269-285.
- FITZNER, N. und V. KOLB-BACHOFEN. „Functional expression of Toll-like receptors (TLR's) on human endothelial cells activate the inducible Nitric Oxide Synthase“, *European Journal of Cell Biology* 85 (2006), 114-115.

- HEMRRICH, K., C. V. SUSCHEK, G. LERZYNSKI und V. KOLB-BACHOFEN. „iNOS activity is essential for endothelial stress gene expression protecting against oxidative damage“, *Journal of Applied Physiology* 95 (2003), 1937-1946.
- HEROUY, Y., W. VANSCHIEDT, E. SCHOPF und J. NORGAEUER. „Gene and protein family of matrix metalloproteinases. Structure, function and expression in the skin“, *Der Hautarzt* 50 (1999), 825-836.
- KADL, A. und N. LEITINGER. „The role of endothelial cells in the resolution of acute inflammation“, *Antioxidants and Redox Signaling* 7 (2005), 1744-1754.
- KAWAI, T. und S. AKIRA. „Pathogen recognition with Toll-like receptors“, *Current Opinion of Immunology* 17 (2005): 338-344.
- KOCH, S., C. V. SUSCHEK und V. KOLB-BACHOFEN. „Mechanisms of S-nitrosation-dependent regulation of MMP-1 activity“, *European Journal of Cell Biology* 85 (2006), 80.
- KOLB, H. und V. KOLB-BACHOFEN. „Nitric oxide: a pathogenetic factor in autoimmunity“, *Immunology Today* 13 (1992), 157-160.
- KRÖNCKE, K. D., K. FEHSEL und V. KOLB-BACHOFEN. „Nitric oxide: cytotoxicity versus cytoprotection – how, why, when, and where?“, *Nitric Oxide* 1 (1997), 107-120.
- KUHN, A., K. FEHSEL, P. LEHMANN, J. KRUTMANN, T. RUZICKA und V. KOLB-BACHOFEN. „Aberrant Timing in Epidermal Expression of Inducible Nitric Oxide Synthase After UV Irradiation in Cutaneous Lupus Erythematosus“, *The Journal of Investigative Dermatology* 111 (1998), 149-153.
- KUHN, A., M. HERRMANN, S. KLEBER, M. BECKMANN-WELLE, K. FEHSEL, A. MARTIN-VILLALBA, P. LEHMANN, T. RUZICKA, P. H. KRAMMER und V. KOLB-BACHOFEN. „Accumulation of apoptotic cells in the epidermis of patients with cutaneous lupus erythematosus after ultraviolet irradiation“, *Arthritis and Rheumatism* 54 (2006), 939-950.
- NELSON, K. K. und J. A. MELENDEZ. „Mitochondrial redox control of matrix metalloproteinases“, *Free Radical Biology and Medicine* 37 (2004), 768-784.
- PAUNEL, A. N., A. DEJAM, S. THELEN, M. KIRSCH, M. HORSTJANN, P. GHARINI, M. MURTZ, M. KELM, H. DE GROOT, V. KOLB-BACHOFEN und C. V. SUSCHEK. „Enzyme-independent nitric oxide formation during UVA challenge of human skin: characterization, molecular sources, and mechanisms“, *Free Radical Biology and Medicine* 38 (2005), 606-615.
- SCHNORR, O., C. V. SUSCHEK und V. KOLB-BACHOFEN. „The Importance of Cationic Amino Acid Transporter Expression in Human Skin“, *The Journal of Investigative Dermatology* 120 (2003), 1016-1022.
- SPAHL, D. U., D. BERENDJI-GRUN, C. V. SUSCHEK, V. KOLB-BACHOFEN und K. D. KRÖNCKE. „Regulation of zinc homeostasis by inducible NO synthase-derived NO: nuclear metallothionein translocation and intranuclear Zn²⁺ release“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100 (2003), 13952-13957.
- SUSCHEK, C. V., V. KRISCHEL, D. BRUCH-GERHARZ, D. BERENDJI, J. KRUTMANN, K. D. KRÖNCKE und V. KOLB-BACHOFEN. „Nitric oxide fully protects against UVA-induced apoptosis in tight correlation with Bcl-2 up-regulation“, *The Journal of Biological Chemistry* 274 (1999), 6130-6137.
- SUSCHEK, C. V., K. BRIVIBA, D. BRUCH-GERHARZ, H. SIES, K. D. KRÖNCKE und V. KOLB-BACHOFEN. „Even after UVA-exposure will nitric oxide protect cells from reactive oxygen intermediate-mediated apoptosis and necrosis“, *Cell Death and Differentiation* 8 (2001a), 515-527.
- SUSCHEK, C. V., D. BRUCH-GERHARZ, H. KLEINERT, U. FORSTERMANN und V. KOLB-BACHOFEN. „Ultraviolet A1 radiation induces nitric oxide synthase-2 expression in human skin

- endothelial cells in the absence of proinflammatory cytokines“, *The Journal of Investigative Dermatology* 117 (2001b), 1200-1205.
- SUSCHEK, C. V., P. SCHROEDER, O. AUST, H. SIES, C. MAHOTKA, M. HORSTJANN, H. GANSER, M. MURTZ, P. HERING, O. SCHNORR, K. D. KRÖNCKE und V. KOLB-BACHOFEN. „The presence of nitrite during UVA irradiation protects from apoptosis“, *The FASEB Journal* 17 (2003a), 2342-2344.
- SUSCHEK, C. V., O. SCHNORR, K. HEMMRICH, O. AUST, L. O. KLOTZ, H. SIES und V. KOLB-BACHOFEN. „Critical role of L-arginine in endothelial cell survival during oxidative stress“, *Circulation* 107 (2003b), 2607-2614.
- SUSCHEK, C. V., O. SCHNORR und V. KOLB-BACHOFEN. „The role of iNOS in chronic inflammatory processes in vivo: is it damage-promoting, protective, or active at all?“, *Current Molecular Medicine* 4 (2004), 763-775.
- SUSCHEK, C. V., A. PAUNEL und V. KOLB-BACHOFEN. „Nonenzymatic Nitric Oxide Formation during UVA Irradiation of Human Skin: Experimental Setups and Ways to Measure“, *Methods in Enzymology* 396 (2005), 568-578.
- VISSE, R. und H. NAGASE. „Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases: structure, function, and biochemistry“, *Circulation Research* 92 (2003), 827-839.
- WOESSNER JR., J. F. „Matrix metalloproteinase inhibition. From the Jurassic to the third millennium“, *Annals of the New York Academy of Sciences* 878 (1999), 388-403.
- WU, G., Y. Z. FANG, S. YANG, J. R. LUPTON und N. D. TURNER. „Glutathione metabolism and its implications for health“, *The Journal of Nutrition* 134 (2004), 489-492.

DIRK SCHUBERT und JOCHEN F. STAIGER

Die Analyse von „Was“ und „Wo“ in neuronalen Netzen des primären somatosensorischen Kortex

Einleitung

Das Großhirn, gerade von Säugetieren, ist der Teil des Gehirns, der für die „höheren“, kognitiven Leistungen wie z. B. (i) bewusste Wahrnehmung von sensorischen Reizen und deren Einbindung in verhaltensrelevante motorische Aktionen, (ii) Planung und Ausführung von Willkürbewegungen sowie (iii) Lernen und Gedächtnisbildung von entscheidender Bedeutung ist. Für das Verständnis der funktionellen Abläufe und deren struktureller Grundlage ist es daher von großem Interesse, eine mögliche funktionelle Basiseinheit zu bestimmen, wie dies mit dem Modul der kortikalen Kolumne in sensorischen Kortizes erreicht worden ist. Ein solch reduktionistischer Ansatz zur Untersuchung intrakortikaler Signalverarbeitung erscheint wegen der enormen Komplexität des gesamten Kortex mit seiner Vielzahl von Arealen und Funktionen ein sinnvoller analytischer Zugang zu Bau und Funktion des Großhirns zu sein.

Der Kortex: Areale, Schichten und Kolumnen

Der Kortex der Ratte zeigt ein hohes Maß an arealer und laminärer Differenzierung.¹ Es finden sich zahlreiche funktionelle und strukturelle Parameter, die den Schluss zulassen, dass Nagetiere – trotz der fehlenden Gyrierung – ein geeignetes Studienobjekt für die experimentelle Bestimmung von morphologischen und physiologischen Bauprinzipien darstellen, die für Gehirne von Säugetieren, und damit auch für den Menschen, Allgemeingültigkeit besitzen könnten. So sind es vor allem die primären sensorischen Rindenareale des Isokortex, die eine gute Vergleichbarkeit in ihrer grundlegenden Organisation aufweisen. Hier ist die deutliche laminäre Gliederung der primären Rindenareale in sechs unterschiedliche, parallel zur pialen Oberfläche angeordneten Schichten (siehe Abb. 1, hier somatosensorischer oder *Barrel*-Kortex) ein bei allen Säugetieren nachweisbares Bauprinzip, ebenso wie eine Repräsentation der sensorischen Oberfläche in Form topologischer Karten (hier *Rattunculus*).² Das Prinzip einer solchen topologischen Karte ist, dass eine vom peripheren Rezeptor ausgehende so genannte *labeled-line*-Verbindung von in Serie geschalteten Neuronen dafür sorgt, dass mit großer Präzision die zentralnervöse Repräsentation von benachbarten rezeptiven Oberflächen in der Peripherie auch in den Verschaltungen der subkortikalen Kerngebiete bis zum Kortex und dort zumindest noch im primären Rindenfeld erhalten bleibt.³ In sensorischen Hirnrinden enden diese *labeled-line*-

¹ Vgl. Zilles und Wree (1995).

² Vgl. Welker (1971) sowie Welker und Woolsey (1974).

³ Vgl. Waite und Tracey (1995).

Projektionen bevorzugt in der *Lamina granularis* (*Lamina IV*), in der im primären somatosensorischen Kortex von Nagetieren periodische Zellaggregate liegen, die nach ihrem fassähnlichen Aussehen *Barrels* genannt werden.⁴ Die in diesem Modellsystem ausgeprägte Homologie der Anordnung der peripheren Rezeptoren (Vibrissen) mit derjenigen der kortikalen Repräsentationsareale (*Barrels*; Abb. 1) führte bald zu der Hypothese, dass jedes *Barrel* für die Verarbeitung der Tastinformation verantwortlich ist, die von der jeweils korrespondierenden kontralateralen Vibrisse stammt. Dies wurde seither mehrfach experimentell bestätigt, wenn auch das Konzept insofern eine Modifikation erfuhr, als es nicht eine ausschließliche, sondern eine bevorzugte Verarbeitung der Information aus der zugeordneten Vibrisse ist, die in einem *Barrel* stattfindet.⁵ Jedes *Barrel* in der *Lamina IV* bildet nun außerdem das morphologische Korrelat einer funktionell zusammengehörigen, säulenförmig über die Schichtengrenzen hinweg angeordneten Gruppe von Neuronen, der so genannten kortikalen Kolumne. Wie ist eine solche Kolumne definiert? Die Kolumne wird als funktionelle Basiseinheit angesehen, die im günstigen Fall schon morphologisch (was aber nur im *Barrel*-Kortex gegeben ist), in jedem Fall aber physiologisch anhand der funktionellen Eigenschaften der in einer Kolumne gelegenen Neurone nachweisbar wird.⁶ Der erste Nachweis ihrer Existenz erfolgte mit physiologischen Methoden, wobei sowohl im somatosensorischen wie auch im visuellen Kortex von Katzen gezeigt werden konnte, dass über Schichtengrenzen hinweg, in einem klar abgrenzbaren kortikalen Volumen, die Neurone bevorzugt oder ausschließlich auf adäquate Sinnesreize der gleichen Modalität reagieren. Neuerdings war es besonders der modulare Aufbau des präfrontalen Kortex, der gerade wegen seiner herausragenden Beteiligung an „Arbeitsgedächtnis“-Leistungen viel Aufsehen erregt hat.⁷

Zelluläre Bestandteile der Kolumne: exzitatorische und inhibitorische Neurone

Wenn man die Gliazellen vernachlässigt, kann man vereinfachend feststellen, dass eine Kolumne aus zwei grundsätzlich verschiedenen Nervenzelltypen aufgebaut ist: (i) erregenden Prinzipalneuronen und (ii) hemmenden Interneuronen.⁸ Erstere benutzen als wichtigsten Neurotransmitter L-Glutamat und sind in der Regel Projektionsneurone, die aus der Kolumne (aber zumeist auch aus dem jeweiligen Areal) herausziehende Axonkollaterale besitzen. Letztere hingegen benutzen als Neurotransmitter Gamma-Aminobuttersäure (GABA) und verbleiben zum überwiegenden Teil mit ihren Axonkollateralen innerhalb der Kolumne, ja in einigen Fällen sogar innerhalb einer oder weniger Schichten der Kolumne. Deshalb werden inhibitorische Interneurone auch *local-circuit cells* genannt. Zellzählungen haben ergeben, dass je nach kortikalem Areal ca. 15 bis 25 Prozent der Nervenzellen Interneurone und 75 bis 85 Prozent Prinzipalneurone sind.⁹ Da in diesem Bericht die inhibitorischen Interneurone nicht detailliert betrachtet werden, soll es ausreichen, an dieser Stelle zu erwähnen, dass je nach Autor bis zu 20 verschiedene Typen unterschieden wer-

⁴ Vgl. Jensen und Killackey (1987), Lu und Lin (1993) sowie Staiger *et al.* (1996).

⁵ Vgl. Ito (1985) sowie Armstrong-James und Fox (1987).

⁶ Vgl. Mountcastle (1997).

⁷ Vgl. Goldman-Rakic (1996).

⁸ Vgl. Peters und Jones (1984).

⁹ Vgl. Ren *et al.* (1992) sowie Beaulieu (1993).

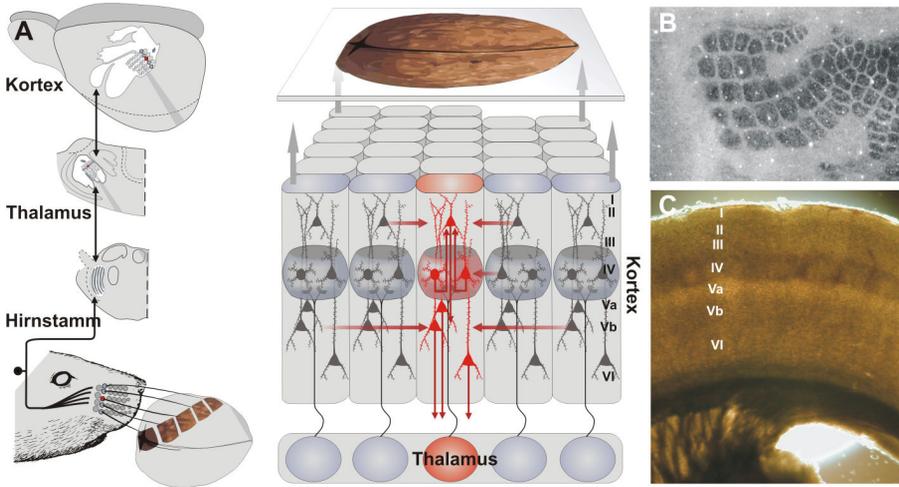


Abb. 1: Der Verschaltungsweg von den Vibrissen zum primären somatosensorischen (*Barrel*-)Kortex und die Repräsentation von Objekten (hier einer Walnuss). **A:** Man beachte die isomorphe Anordnung der Vibrissenfollikel auf der Schnauze und der *Barrels* im Kortex. Auch auf den jeweiligen subkortikalen Verarbeitungsstationen der taktilen Information, die zum trigeminalen System gehören, finden sich Module wie die *Barrels*. Im Hirnstamm nennt man sie *Barrelettes* und im Thalamus *Barreloids*; diese sind jeweils durch graue Symbole, bis auf Vibrisse C1 (rot), dargestellt. Im Kortex ist darüber hinaus die C1-assoziierte *Barrel*-Kolumne rot hervorgehoben. **B:** Layout aller *Barrels* in einem Tangentialschnitt durch die Schicht IV des *Barrel*-Kortex, dargestellt mit Hilfe einer Zytochromoxidase-Färbung. **C:** Layout von *Barrels* (*Sternchen*) in einem koronaren akuten (d. h. ungefärbten) Hirnschnitt durch den *Barrel*-Kortex. Römische Ziffern kennzeichnen die kortikalen Schichten.

den, die im Wesentlichen zwei Aufgaben erfüllen: (i) perisomatische Inhibition, die das Feuerverhalten der Zielzellen kontrolliert (zumeist so genannte Korb- und Kandelaberzellen), und (ii) dendritische Inhibition, die die Integrationsbedingungen im Dendritenbaum kontrolliert (z. B. Martinotti-Zellen).¹⁰

In unseren Studien haben wir uns mit der funktionellen und strukturellen Konnektivität von exzitatorischen Neuronen im primären somatosensorischen Kortex der Ratte befasst. Diese sollen hier deswegen etwas genauer eingeführt werden. Eine Besonderheit in sensorischen Hirnrinden ist die *Lamina granularis*, die ihren Namen von den im Nissl-Bild dicht gelegenen und fortsatzarmen Zellen, die wie Körner imponieren, bekommen hat. Nachdem man mit Golgi-Imprägnationen aber den reichhaltigen, sternförmigen Charakter ihrer Fortsätze nachweisen konnte, werden diese Zellen heute zumeist als Sternzellen (*stellate cells*) bezeichnet. Durch den Besatz der Dendriten mit so genannten Dornen (*spines*) werden die exzitatorischen Neurone der *Lamina IV spiny stellate cells* genannt.¹¹ Bedornzte Sternzel-

¹⁰ Vgl. Parra *et al.* (1998) sowie Markram *et al.* (2004).

¹¹ Vgl. Lund (1984) sowie Simons und Woolsey (1984).

len stellen nach dem heutigen Wissensstand die einzigen erregenden Nervenzellen dar, deren Axonkollateralen im Wesentlichen innerhalb einer Kolumne verbleiben. Man könnte sie also auch als erregende Interneurone bezeichnen. Die restlichen erregenden Neurone des Kortex weisen alle eine recht vergleichbare Morphologie auf, die mit der Bezeichnung „Pyramidenzellen“ beschrieben wird. Man hat festgestellt, dass Pyramidenzellen in den supragranulären Schichten (II und III) bevorzugt kommissurale und auch assoziative Projektionen ausbilden, während in den infragranulären Schichten (Va, Vb und VI) eine Differenzierung insofern festzustellen ist, als Pyramidenzellen der *Lamina V* zusammengefasst neben assoziativen Verknüpfungen vor allem nicht-thalamische, subkortikale Zielgebiete (*Striatum*, *Colliculus superior*, *Nuclei pontis* usw.) innervieren, die Pyramidenzellen der *Lamina VI* hingegen fast ausschließlich zum Thalamus projizieren.¹² Darüber hinaus ist bekannt, dass es mindestens zwei elektrophysiologisch unterschiedliche Klassen von exzitatorischen Neuronen gibt. Vor allem das Aktionspotenzialentladungsmuster bei depolarisierender Strominjektion während Einzelzellableitungen führte zur Differenzierung der *regular-spiking*-Pyramidenzellen (RS-Pyramidenzellen) und der *intrinsically-bursting*-Pyramidenzellen (IB-Pyramidenzellen).¹³

Rezeptive Felder und taktile Informationsverarbeitung

Es ist seit längerem bekannt, dass diese exzitatorischen Neurone sowohl innerhalb einer Schicht als auch über Schichten und Kolumnen hinweg synaptisch miteinander interagieren. Diese Interaktionen sind natürlich nicht ohne funktionelle Konsequenzen. Intrakolumnäre Informationsverarbeitung beschäftigt sich wahrscheinlich mit den physikalischen Parametern der mechanischen Reizung der zu den *barrel*-assoziierten Kolumnen korrespondierenden Vibrissen.¹⁴ So könnten die verschiedenen Parameter (z. B. Oberflächenbeschaffenheit, Form, Größe) der detektierten Objekte (aber auch die Position der berührten Vibrisse) möglichst exakt extrahiert werden. Da aber vermutlich kein Objekt der äußeren Welt durch eine Vibrisse allein kodiert werden kann, muss es spätestens im Kortex einen Austausch aller (Teil-)Informationen geben, die über sämtliche mit dem Gegenstand in Kontakt geratenen Vibrissen aufgenommen wurden (z. B. bei der Kodierung einer Walnuss in Abb. 1). Die grundsätzliche Fähigkeit eines Neurons, in einen solchen Austausch von Teilinformationen involviert zu sein, kann gut durch sein so genanntes rezeptives Feld beschrieben werden. Als rezeptives Feld eines Neurons wird derjenige Teil der sensorischen Oberfläche mit ihren Rezeptoren angesehen, der seine Erregung an dieses Neuron weitergeben kann. Neurone innerhalb der unterschiedlichen kortikalen Schichten besitzen dabei deutlich verschiedene rezeptive Feldgrößen. Auch wenn der Mechanismus und die genaue Bedeutung des Phänomens der unterschiedlichen rezeptiven Feldgröße über die kortikalen Schichten hinweg noch nicht geklärt ist, so kann doch angenommen werden, dass bei Feldgrößenzunahme auch eine zunehmende Integration der Information aus verschiedenen *barrel*-assoziierten Kolumnen wirksam wird.¹⁵ So haben Schicht-IV-Neurone die geringste rezeptive Feldgröße und sind im Wesentlichen mit der Information aus

¹² Vgl. Jones (1981).

¹³ Vgl. McCormick *et al.* (1985).

¹⁴ Vgl. Simons (1978).

¹⁵ Vgl. Armstrong-James (1995) sowie Simons (1995).

der ihnen zugeordneten Vibrisse beschäftigt. Danach weisen die supragranulären Schichten vermehrt transkolumnäre Interaktionen auf, die das Substrat für die dort gefundenen größeren rezeptiven Felder der Neurone sein könnten. Die Pyramidenzellen der infragranulären Schichten schließlich zeigen die größten rezeptiven Felder, was bedeutet, dass sie Informationen vieler verschiedener Vibrissen integrieren können.¹⁶ Tatsächlich finden sich in *Tracing*-Studien für letztere Neurone auch die ausgedehntesten intrakortikalen Verbindungen.¹⁷

Wir stellten daher die Hypothese auf, dass in jeder der durch die verschiedenen Schichten repräsentierten kortikalen Verarbeitungsstationen sowohl Schaltkreise vorhanden sein müssen, die (i) eine Verarbeitung der physikalischen Eigenschaften der Tastreize unter Erhalt der Ortsspezifität der Informationen (*Segregation*) gewährleisten, als auch solche Schaltkreise, die (ii) den jeweiligen Verarbeitungszustand der Information zur kontextabhängigen *Integration* an benachbarte Spalten weitergeben. So sollten die Vibrissen und der mit ihnen gekoppelte neuronale Apparat einerseits eine Objekterkennung („Was“), andererseits eine räumliche Orientierung („Wo“) ermöglichen.

Material und Methoden

Die Einzelheiten unseres experimentellen Vorgehens sind sowohl in den jeweiligen Methodenbeschreibungen¹⁸ als auch in den verschiedenen Originalarbeiten genau beschrieben.¹⁹ Deshalb erfolgt hier eine auf das Notwendigste beschränkte Darlegung.

Die Versuchstiere waren durchweg juvenile männliche Ratten (Postnataltag 17 bis 23). Sie wurden unter Isoflurannarkose dekapitiert, und vom Gehirn wurden dann mit Hilfe eines Vibratoms 300 µm dicke akute Hirnschnitte, die den primären somatosensorischen (*Barrel*-)Kortex enthielten, angefertigt. Alle Präparationsschritte wurden in gekühlter und mit Sauerstoff begaster Nährlösung durchgeführt.

Die eigentlichen Versuche wurden in einem Infrapatch-Setup (Luigs & Neumann) durchgeführt, in den verschiedene andere Geräte integriert wurden (Abb. 2). Nach einer Erholungszeit wurden die Hirnschnitte in eine Badkammer transferiert, die auf der Plattform eines motorisch verfahrbaren Mikroskops (Zeiss Axioskop FS) montiert war. Im akuten Hirnschnitt wurde mit Hilfe der Dodt'schen Viertelfeldbeleuchtung und der Infrarotkontrasttechnologie ein Neuron in einer interessierenden Schicht, in korrekter Lage innerhalb eines *Barrels* (und damit der Schicht IV) oder einer *barrel*assozierten Spalte (und damit in den Schichten II, III, Va oder Vb) mittels elektrolytgefüllter Glasmikroelektroden im *Whole-Cell Patch-Clamp*-Verfahren elektrophysiologisch abgeleitet (SEC-05; NPI-electronics). Nach Erhebung der intrinsischen (z. B. Aktionspotenzialentladungsmuster) und extrinsischen synaptischen Eigenschaften der Neurone wurde verestertes Glutamat (γ -CNCB „*caged*“ *glutamate*, Molecular Probes) in die begaste Nährlösung eingewaschen und für die Dauer des Versuches rezirkuliert. Dieses photosensible veresterte und dadurch inaktive Glutamat ließ sich durch lokale UV-Lichtstimulation in aktives Glutamat umwandeln, das dann am Stimulationsort befindliche Neurone aktivierte. Für die UV-Sti-

¹⁶ Vgl. Ito (1985) sowie Simons und Carvell (1989).

¹⁷ Vgl. Staiger *et al.* (1999).

¹⁸ Vgl. Kötter *et al.* (1998) sowie Kötter *et al.* (2005).

¹⁹ Vgl. Schubert *et al.* (2001), Schubert *et al.* (2003) sowie Schubert *et al.* (2006).

mulation wurde in den mit einer Rechteckblende bestückten Epifluoreszenzeingang des Mikroskops mit Hilfe einer Glasfaseroptik eine Xenon-Blitzlampe eingekoppelt (RAPP OptoElectronic) und der UV-Blitz über ein 40er-Objektiv auf Felder von $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ fokussiert.

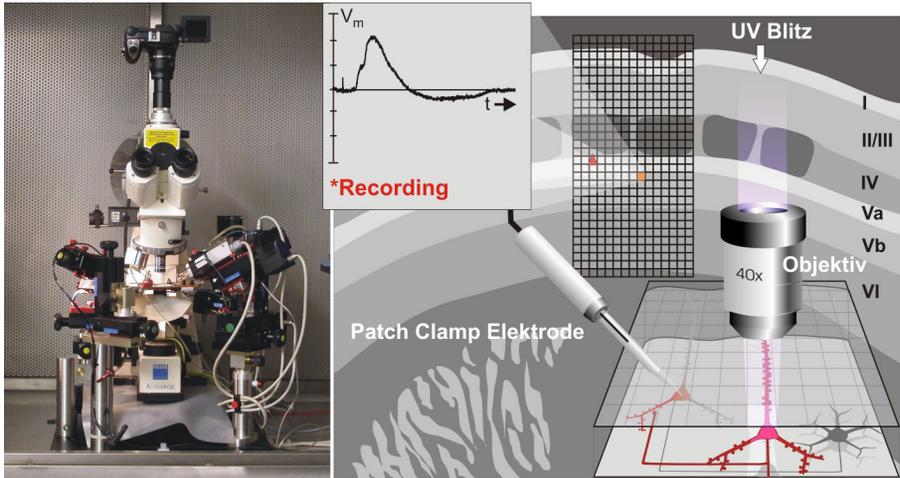


Abb. 2: Das Setup. **A:** Fotografie des Setup. **B: Vordergrund:** Schematische Darstellung des Versuchsablaufs, bei dem eine Pyramidenzelle in der Schicht Va abgeleitet wird. Die Blitzfreisetzung von Glutamat in der Schicht Vb der Nachbarkolumne führt zur Erregung einer präsynaptischen Pyramidenzelle, was zu einem deutlich detektierbaren EPSP führt (*inset recording*). *Hintergrund:* Schematische Darstellung eines koronaren Hirnschnitts. Das überlagerte Gitter repräsentiert die maximalen Ausmaße des untersuchten Kortexgewebes mit den bis zu 500 verschiedenen Stimulationsorten. *Rotes Dreieck:* Position der abgeleiteten Zelle; *orangefarbenes Feld:* Farbkodierung des nach lokaler Stimulation registrierten synaptischen Eingangs.

Es wurden nun für alle untersuchten Neurone Karten der afferenten funktionellen synaptischen Konnektivität in einem kortikalen Areal erstellt, das alle Schichten und mindestens zwei benachbarte Kolumnen umfasste. Dies erfolgte dadurch, dass mit Hilfe der motorisierten Plattform das Mikroskop und somit das Objektiv im Verhältnis zum Hirnschnitt und der dort positionierten Ableitelektrode computerkontrolliert verschoben wurde. Das ermöglichte die Blitzfreisetzung von Glutamat an bis zu 500 genau definierten Orten, wobei simultan mit jeder Photostimulation das Membranpotenzial des abgeleiteten Neurons und somit mögliche eingehende erregende oder inhibierende postsynaptische Potenziale (EPSPs bzw. IPSPs) registriert wurden. Diese PSPs stellen das funktionelle Korrelat einer axonalen Verknüpfung von Neuronen an der Glutamatfreisetzungsstelle mit dem abgeleiteten Neuron dar (Abb. 2). Die Lokalisation und Stärke solcher postsynaptischen Potenziale wurde in farbkodierten Karten mit dem Nativbild des Hirnschnitts überlagert, um für jedes untersuchte Neuron eine Darstellung seiner Schichten und kolumnenspezifischen intrakortikalen funktionellen Eingangskonnektivität zu erhalten (siehe auch Abb. 4).

Nach der Beendigung der Kartierung wurde der akute Hirnschnitt fixiert; da die Zelle während der Ableitung mit Biocytin gefüllt worden war, wurde diese nachfolgend durch ein Standardverfahren (ABC-Histochemie, Vector) sichtbar gemacht. Zusätzlich wurde meistens noch eine Zytochromoxidase-Histochemie angeschlossen, um die Lage und Größe der *Barrels* im Nativschnitt auch in den histologischen Schnitten zu verifizieren. Alle angefärbten Neurone wurden dreidimensional und quantitativ mit Hilfe des Neurolucida-Systems rekonstruiert (Microbrightfield; mit freundlicher finanzieller Unterstützung des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums (BMFZ) der Heinrich-Heine-Universität). Auch die rekonstruierte Nervenzelle wurde in die jeweilige Darstellung der funktionellen Konnektivität integriert.

Was ist nun der Vorteil unserer Methode (Abb. 3B) gegenüber etablierten Methoden zur Bestimmung von Konnektivität im Nervensystem, wie z. B. der elektrischen Stimulation (Abb. 3A) oder der gepaarten Ableitung (Abb. 3C)? Die Methode der elektrischen Stimulation ist unserer Meinung nach für die Untersuchung lokaler intrakortikaler Verbindungen obsolet, da nur ein oder wenige Orte invasiv stimuliert werden können und aufgrund der diffusen Ausbreitung elektrischer Felder überhaupt nicht erfassbar ist, welche lokalen Neurone denn genau erregt werden. Weiterhin ist anzunehmen, dass bei stärkerer Stimulation eine substanzielle Anzahl von hindurchziehenden Axonen ohne fassbare räumliche Spezifität stimuliert wird. Im Gegensatz dazu liefert die gepaarte Ableitung synaptisch (unidirektional oder reziprok) miteinander verschalteter Neurone durch gute und genaue Analyse der Stärke und Dynamik der beteiligten Synapsen sehr detaillierte Informationen über ihre funktionelle Konnektivität.²⁰ Da beide Neurone dabei auch gefüllt und angefärbt werden können, ist es möglich, die Zahl und Lokalisation der beteiligten Synapsen genau zu charakterisieren. Dies ist zwar mit unserer Methode der photolytischen Glutamatfreisetzung nicht möglich, aber sie leidet auch nicht unter einem großen Nachteil der gepaarten Ableitungen. Einerseits ist man bei gepaarten Ableitungen im Allgemeinen auf die Untersuchung von nah beieinander liegenden Neuronen beschränkt, andererseits können damit immer nur die Verschaltungen von zwei Neuronen, mit neuesten Methoden und unter großen Schwierigkeiten von bis zu zwölf Neuronen, gleichzeitig untersucht werden. Diese räumliche und zahlenmäßige Limitierung macht es sehr mühsam, das Bild der gesamten, insbesondere der translaminiären Konnektivität aller Neurone in einer Kolumne (geschätzt ca. 10.000) zu erfassen. Hier bietet es sich an, komplementär unsere Methode der computergesteuerten räumlich detaillierten Stimulation einer sehr großen Anzahl von Neuronen, einschließlich der synaptisch mit einem Zielneuron verbundenen Neurone, in allen Schichten und in mindestens zwei Spalten hinzuzuziehen. Da die Stimulationsstärke von uns genauestens kalibriert wird, können wir auch sicherstellen, dass nur monosynaptische Verbindungen nachgewiesen werden, so dass wir hier, obwohl die exakte Identität und Zahl der vorgeschalteten Neurone nicht enthüllt werden kann, eine den Paarableitungen vergleichbare Spezifität erzielen.

Ergebnisse

Bei der Beschreibung unserer Ergebnisse müssen wir uns hier auf Schlüsselbefunde konzentrieren. Dem interessierten Leser seien unsere Originalveröffentlichungen empfohlen

²⁰ Vgl. Feldmeyer *et al.* (1999).

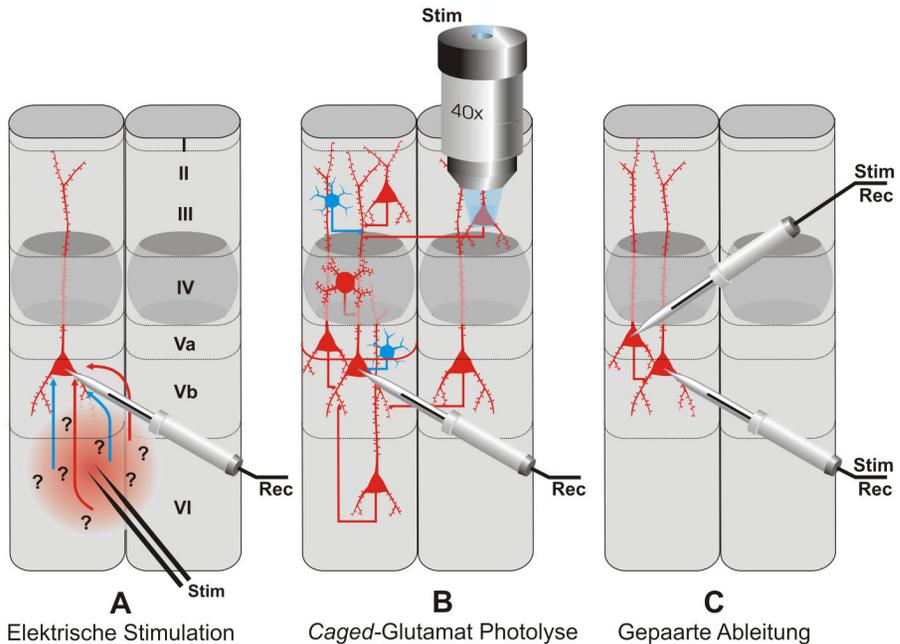


Abb. 3: Vergleich der drei am häufigsten eingesetzten Methoden zur Analyse intrakortikaler synaptischer Konnektivität. **A:** Die Stimulation (*Stim*) durch eine elektrische Stimulationselektrode führt zur Aktivierung vieler präsynaptischer Zellen und somit zu exzitatorischen (*rot*) und inhibitorischen (*blau*) Eingängen aus einem diffusen Areal des Kortex, das über einzelne funktionelle Kolumnen und *Laminae* (I bis VI) hinausgehen kann. Während der Ableitung (*Rec*) der postsynaptischen Zelle (*rote Pyramidenzelle*) kann der Stimulationsort nur auf Kosten der Gewebeintegrität (Setzen einer kleinen Läsion) gewechselt werden. **B:** Im Gegensatz dazu ermöglicht die Stimulation durch einen fokussierten Lichtblitz (*Stim*) die Aktivierung weniger exzitatorischer (*rot*) und inhibitorischer (*blau*) präsynaptischer Zellen in definierten Arealen. Während der Ableitung der postsynaptischen Zelle können gezielt Areale in allen *Laminae* in mehreren funktionellen Kolumnen nacheinander stimuliert werden. **C:** Die Stimulation einer einzelnen präsynaptischen Zelle in der gepaarten Ableitung ermöglicht zwar die genaue Untersuchung der synaptischen Kontakte zu postsynaptischen Zelle. Ein Wechsel des Stimulationsortes während der Ableitung und die Untersuchung entfernterer präsynaptischer Zellen sind jedoch nicht möglich. Der Großteil der synaptischen Eingänge auf ein abgeleitetes Neuron wird somit nicht erfasst.

(siehe oben). Um diese Ergebnisse klarer zu strukturieren, werden wir sie in einer Reihenfolge präsentieren, die den so genannten kanonischen Schaltkreis der kortikalen Kolonne berücksichtigt. Der Thalamus projiziert bevorzugt in die Schicht IV und startet dort die kortikale Verarbeitung sensorischer Information. Diese geschieht im grob vereinfachten Modell in einer Sequenz von Schritten, die eine Projektion von der Schicht IV zu den Schichten III und II sowie von diesen supragranulären Schichten zu den infragranulären Schichten V und VI beinhaltet. Von dort aus erreichen die Projektionsneurone dieser Schichten diverse kortikale und subkortikale Zielregionen (siehe auch Einleitung). Über die im Folgenden beschriebenen Schlüsselbefunde hinausgehende Details sind der Abbildung 4 zu entnehmen.

Die intrakortikale funktionelle Konnektivität der exzitatorischen Neurone der *Lamina granularis* (IV)

Die Koexistenz von pyramidenartigen Neuronen und Sternzellen als Vertreter erregender bedornter Neurone in der *Lamina IV* ist schon seit langem bekannt.²¹ Im Laufe unserer Arbeiten zu dieser Schicht mussten wir feststellen, dass es dabei drei verschiedene, morphologisch abgrenzbare Typen von *Spiny neurons* gibt.²² Interessanterweise konnten wir auch eine zelltypspezifische Konnektivität bezüglich *bedornter Sternzellen* einerseits sowie *Sternpyramidenzellen* und klassischer *Pyramidenzellen* andererseits nachweisen.²³

IV-bedornte Sternzellen: Diese Zellen wiesen die räumlich eingeschränkteste intrakortikale funktionelle Konnektivität aller bislang von uns untersuchten Neurone auf. Dabei waren die zumeist auf ihre eigene Schicht und Kolonne beschränkten EPSPs und IPSPs allerdings sehr zahlreich (flächendicht) und die EPSPs sehr stark (hohe Integralwerte aller innerhalb 150 ms eingehender EPSPs). Dies spricht für eine enorm ausgeprägte lokale synaptische Vernetzung dieser Neurone, die der Verstärkung des zahlenmäßig schwachen thalamischen Eingangs dienen könnte. Insgesamt scheinen die bedornten Sternzellen zur Segregation von taktiler Information beizutragen.

IV-Sternpyramiden/Pyramidenzellen: Diese Zellen sollen hier vereinfachend Pyramidenzellen genannt werden. Diese Neurone können gemeinsam betrachtet werden, da sie sich bezüglich ihrer funktionellen Eingangskonnektivität statistisch nicht signifikant unterscheiden. Hier gab es neben den der bedornten Sternzellen vergleichbar starken und dichten lokalen Verschaltungen in der *Lamina IV* zwei zusätzliche und zuvor unbekanntene Eigenschaften der intrakortikalen funktionellen Konnektivität dieser Neurone: (i) Sie bekamen durchweg translaminäre intrakolumnäre Eingänge aus allen anderen Schichten ihrer Heimatkolonne und (ii) in 80 Prozent der Fälle existierte auch ein überraschend deutlicher transkolumnärer Eingang aus dem benachbarten *Barrel*. Dies spricht dafür, dass Pyramidenzellen der Schicht IV entgegen früherer Annahmen ein erstes frühes zelluläres Korrelat für Schaltkreise darstellen, die *top-down*-Information von hierarchisch höher stehenden Schichten (II, III und V) integrieren und diese Integration darüber hinaus im Kontext der Reizverarbeitung von Information aus benachbarten Vibrissen durchführen können.

²¹ Vgl. Jones (1975).

²² Vgl. Staiger *et al.* (2004).

²³ Vgl. Schubert *et al.* (2003).

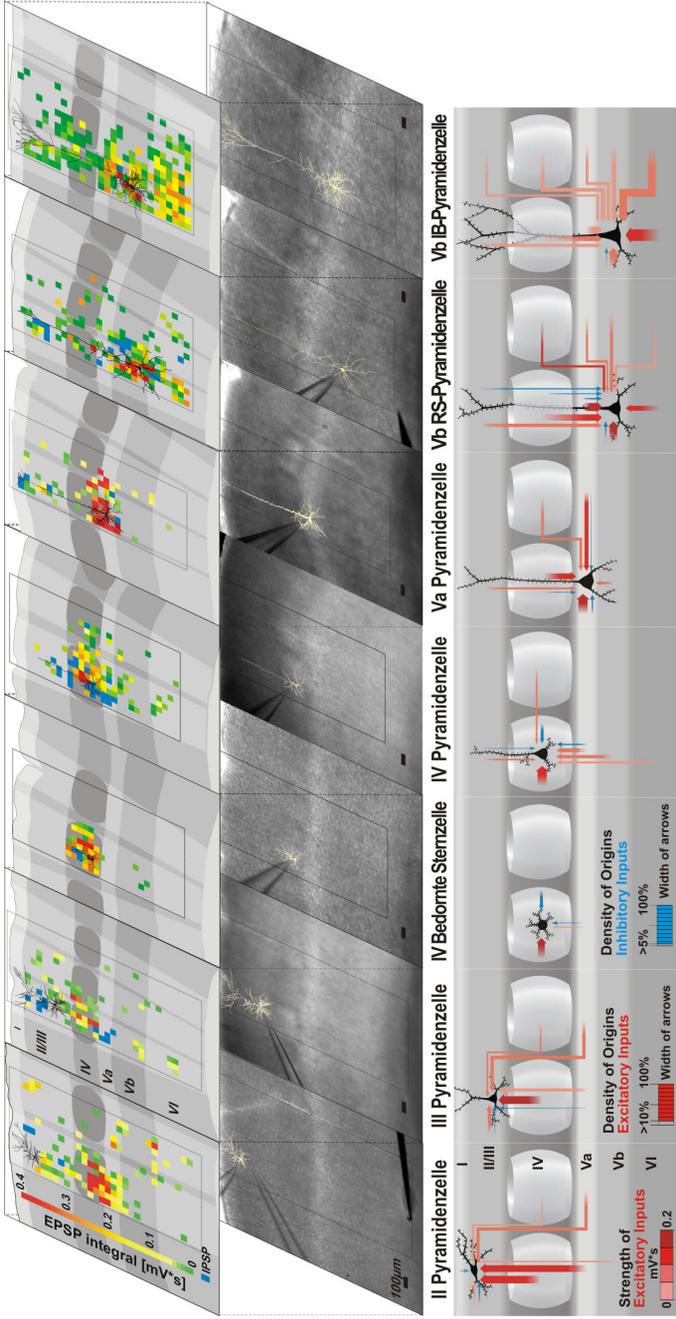


Abb. 4: Übersicht über alle untersuchten Neuronentypen in den verschiedenen kortikalen Schichten. **Oberer Zeile:** Farbodierte Karten der Orte und der Stärke von intrakortikalen monosynaptischen Eingängen der untersuchten Neurone (Rekonstruktion der Zellen in schwarz). **Blau** kennzeichnet Orte, deren Stimulation mit Glutamat einen inhibitorischen Eingang (IPSP) lieferte. **Grün bis rot** kennzeichnen Orte, deren Stimulation mit Glutamat einen exzitatorischen Eingang (EPSP) lieferte; siehe auch Farbskala (EPSP integral in mV*s). In **Grau** sind die kortikalen Schichten und Kolumnen dargestellt, die auf Grundlage der Fotografin der Nativschnitte abgegrenzt wurden. **Mittlere Zeile:** Fotografien der ungefärbten akuten Hirnschnitte in der Badkammer. **Gelb** überlagert sind die Rekonstruktionen der abgeleiteten Neurone. **Untere Zeile:** Schematische Darstellung der quantitativen und statistisch abgesicherten afferenen Konnektivität der jeweiligen Neuronentypen. Die Dicke der Pfeile symbolisiert die Dichte der Eingänge, die Farbintensität stellt die Stärke dar (siehe Kalibrierung auf der Abbildung).

Die intrakortikale funktionelle Konnektivität der Pyramidenzellen der *Lamina pyramidalis* (III) und *corpuscularis* (II)

Diese auch als supragranulär zusammengefassten Schichten enthalten als erregende Neurone Pyramidenzellen, wobei die Zellen der Schicht II aufgrund ihrer Nähe zur pialen Oberfläche eine verschiedene starke Deformation ihres apikalen Dendriten aufweisen. Da die beiden supragranulären Schichten im Nagerkortex zytoarchitektonisch nicht zu trennen sind, achteten wir bei der Auswahl der Zellen darauf, dass Schicht-II-Pyramidenzellen immer sehr nahe der pialen Oberfläche, Schicht-III-Pyramidenzellen hingegen sehr nahe der Grenze zur Schicht IV lagen. Pyramidenzellen beider supragranulärer Schichten zeigten als gemeinsame Eigenschaft ihrer funktionellen Konnektivität überwiegend lokale, intralaminäre inhibitorische Eingänge. Hinsichtlich der exzitatorischen Eingänge zeigten sich allerdings einige schichtenspezifische Besonderheiten.

III-Pyramidenzellen: Diese Zellen erhielten sehr kräftige exzitatorische Eingänge aus der Schicht IV der Heimatkolumne. Zusätzlich wurden auch noch EPSPs aus dem Nachbar-*Barrel* und der benachbarten Schicht Va nachgewiesen. Dieser Befund unterstützt auch frühere Hypothesen, die besagen, dass eine Möglichkeit zur transkolumnären Integration sensorischer Information schräge Projektionen von Schicht-IV-Neuronen in die benachbarten supragranulären Schichten sein könnten.²⁴

II-Pyramidenzellen: Auch diese Zellen erhielten sehr kräftige exzitatorische Eingänge aus der Schicht IV, aber darüber hinaus noch vergleichbar starke aus der *Lamina Va*. Dies war überraschend, denn der Befund spricht dafür, dass hier von Schicht-Va-Pyramidenzellen über längere Distanzen spezifisch die Schicht-II-Pyramidenzellen und nicht im gleichen Umfang die näher gelegenen Schicht-III-Pyramidenzellen angezielt werden, obwohl es ein kortikales Verschaltungsprinzip ist, dass die Dichte der synaptischen Kontakte mit der Distanz von zwei Neuronen abnimmt.

Insgesamt untermauern diese Befunde sehr klar den eingangs zitierten kanonischen Schaltkreis der Kolumne, der bislang auf eher indirekten Daten fußte. Darüber hinaus ermöglichen gerade die hier nicht erwähnten morphologischen Analysen der Neurone eine Konzeptbildung in dem Sinne, dass Schicht-III-Pyramidenzellen bevorzugt intrakolumnären und damit taktile Information segregierenden Schaltkreisen angehören, während Schicht-II-Pyramidenzellen präferenziell an Kolumnen überspannenden integrierenden Ensembles beteiligt sind.

Die intrakortikale funktionelle Konnektivität der Pyramidenzellen der *Lamina ganglionaris* (Va)

Bevor wir unsere Ergebnisse zu dieser Schicht veröffentlicht hatten, wurde sie im Allgemeinen – falls sie überhaupt beachtet wurde – als ein zellarme Variante der Schicht Vb angesehen. Unsere Untersuchungen zeigten aber eindeutig, dass sie als eigenständige kortikale Schicht anzusehen ist.²⁵ Die Schicht-Va-Pyramidenzellen fielen schon morphologisch durch ihre stereotype Bauweise auf, die sich nicht entsprechend der Feuermuster unterschied. Elektrophysiologisch wurden hier von uns vergleichbar viele Pyramidenzellen des *Regular Spiking*- wie auch des *Intrinsically Bursting*-Typs gefunden, die allerdings

²⁴ Vgl. Fox (2002).

²⁵ Vgl. Schubert *et al.* (2006).

sowohl morphologisch als auch hinsichtlich ihrer funktionellen Konnektivität nicht zu unterscheiden waren und im Folgenden zusammen betrachtet werden.

Am auffälligsten war hier, dass diese Neurone aus ihrer eigenen Schicht – und zwar sowohl intrakolumnär als auch transkolumnär – sehr stark innerviert wurden. So ausgeprägt war diese horizontale Ausdehnung intralaminärer Konnektivität für keinen anderen der hier untersuchten Zelltypen. Daraus muss gefolgert werden, dass nur in dieser kortikalen Schicht ein und derselbe Zelltyp in segregierende *und* integrierende Schaltkreise eingebunden ist, falls diese hier überhaupt so unterscheidbar angelegt sind. Dies passt auch gut zu einigen früheren elektrophysiologischen *In-vivo*-Analysen.²⁶ Des Weiteren fanden wir recht überraschend eine kräftige Innervation der Va-Pyramidenzellen durch Neurone in dem zur Kolumne gehörenden *Barrel*. Interessanterweise wurde dieser Schaltkreis auch jüngst durch gepaarte Ableitungen bestätigt.²⁷ So lassen sich diese Neurone funktionell als frühes Interface charakterisieren, und zwar zur Zusammenführung von „lemniskaler sensorischer Information“, die durch den „spezifischen“ thalamischen Kern (*Nucleus ventralis posteromedialis*) in die Schicht IV eingespeist wird, und von „paralemniskaler Information“, die durch den „unspezifischen“ thalamischen Kern (*Nucleus posterior thalami, pars medialis*) in die Schicht Va gelangt. Hierauf wird in der Diskussion noch einmal genauer eingegangen.

Die intrakortikale funktionelle Konnektivität der Pyramidenzellen der *Lamina ganglionaris* (Vb)

Die Pyramidenzellen der Schicht Vb wiesen im Gegensatz zu denen der Schicht Va eine durchgängige Korrelation von Eigenschaften auf, bei denen die Morphologie, intrinsische Physiologie und funktionelle Konnektivität der Neurone zwei eindeutige Populationen unterscheiden ließ.²⁸

Vb-RS-Pyramidenzellen: Diese Nervenzellen zeichneten sich durch einen wenig verzweigten Dendritenbaum aus, der aber dennoch die Schicht I erreicht. Es fällt auf, dass sie innerhalb ihrer eigenen Kolumne *hot-spot*-artig verteilte starke exzitatorische und zahlreiche inhibitorische Eingänge aus allen Schichten bekommen. Dominierend sind hier neben den prominenten lokalen erregenden Eingängen EPSPs, die durch Stimulation der Schichten IV und Va hervorgerufen wurden. Pyramidenzellen dieser Population erscheinen also gut geeignet, um die Information besonders innerhalb einer Kolumne effektiv zu verarbeiten und zu filtern.

Vb-IB-Pyramidenzellen: Diese mächtigen, zum Teil an Betz'sche Riesenpyramiden erinnernden Neurone mit ihrem stark verzweigten Dendritenbaum zeigen im Vergleich zu Vb-RS-Pyramidenzellen vier Besonderheiten: (i) einen besonders dichten exzitatorischen Eingang aus allen Schichten, bei dem insgesamt allerdings schwächere Eingänge viel häufiger auftreten; (ii) auffällig viele EPSPs aus der *Lamina VI* (was auch im Vergleich zu allen anderen hier untersuchten Nervenzellen einzigartig ist); (iii) eine weitreichende transkolumnäre funktionelle Konnektivität und (iv) auffallend wenige inhibitorische Eingänge. Ihre Einbettung in intrakortikale Schaltkreise bietet Vb-IB-Pyramidenzellen also eine gu-

²⁶ Vgl. Armstrong-James *et al.* (1992).

²⁷ Vgl. Feldmeyer *et al.* (2005).

²⁸ Vgl. Schubert *et al.* (2001).

te Grundlage, um die Information vieler benachbarter Kolumnen – und somit Vibrissen – zu verarbeiten.

Damit kann, wengleich auch auf einem anderen Niveau, die Population der Vb-RS-Pyramidenzellen als „Segregatoren“ und die der Vb-IB-Pyramidenzellen als „Integratoren“ bezeichnet werden.

Diskussion

Unsere Studien lassen in der Zusammenschau erstmals ein bereits sehr umfassendes Bild der Schaltkreise, die in das Basismodul des *Cortex cerebri*, die kortikale Kolumne, eingebaut sind, erkennen. Wenn wir nun der Einfachheit halber nur die Schlüsselbefunde würdigen, dann lassen sich hier zwei prinzipielle Verschaltungsprinzipien abstrahieren. Diese sind mit den beiden Aussagen „Schichtenspezifität geht vor Zelltypspezifität“ und „Segregation von sensorischer Information geschieht parallel zu ihrer Integration“ gut zu veranschaulichen.

Es zeichnet sich selbst bei einer Beschränkung auf exzitatorische Neurone ab, dass innerhalb einer Kolumne und über die Kolumnengrenzen hinweg multiple parallele und auf noch nicht gut verstandene Art und Weise miteinander interagierende Schaltkreise angelegt sind (Abb. 5).²⁹ Es lässt sich aber bereits erahnen, dass damit die eingangs erwähnten Grundfunktionen von sensorischen Kortizes verwirklicht werden könnten (siehe auch nochmals Abb. 1). Einerseits kann durch die segregierend organisierten Neurone in den Schichten IV (bedornete Sternzellen), III (dortige Pyramidenzellen) und Vb (RS-Pyramidenzellen) eine weitgehende Erhaltung der Ortsspezifität der zu analysierenden Tastreize erzielt werden („Wo“). Andererseits sollte aber auch durch die integrierend organisierten Neurone in den Schichten IV (Sternpyramiden/Pyramidenzellen), II (dortige Pyramidenzellen) und Vb (IB-Pyramidenzellen) unter vermutlicher Aufgabe der Ortsspezifität eine Objekterkennung erzielt werden („Was“). Hier könnte eben auch ein wesentlicher Vorteil der topologischen Kartierung der Rezeptoroberfläche liegen, nämlich der, kurze Wege zwischen den Neuronen zu erzielen, bei denen aufgrund der Nachbarschaftsbeziehungen der Rezeptoren in der Peripherie auch im Kortex eine bevorzugte Interaktion zu erwarten sein wird.³⁰

Was ist nun mit der *Lamina Va*? Das Prinzip der Schichtenspezifität ist hier zweifellos gültig.³¹ Eine Zelltypspezifität lässt sich allerdings nicht feststellen. Nun könnte es so sein, dass auf eine von uns noch nicht verstandene Art und Weise die uniformen Pyramidenzellen der Schicht Va dennoch in segregierende oder integrierende Schaltkreise eingebaut sind. Allerdings könnte hier auch eine ganz eigenständige Art von sensorischer Informationsverarbeitung verwirklicht sein, die das „Was“ und das „Wo“ noch um ein „Wann“ ergänzt. Dass Neurone der *Lamina Va* tatsächlich möglicherweise andersartig kodierte taktile Information erhalten und verarbeiten, gründet auf morphologischen Befunden, die zeigen, dass die *Lamina Va* die bevorzugte Zielschicht von Projektionen aus dem *Nucleus posterior thalami, pars medialis* ist. Dieser ist in das so genannte paralemniskale System eingebaut, das ursprünglich von Ahissar und Kollegen als ein System zur Kodie-

²⁹ Siehe auch Thomson und Bannister (2003).

³⁰ Vgl. Kaas (1997).

³¹ Vgl. Manns *et al.* (2004) sowie Schubert *et al.* (2006).

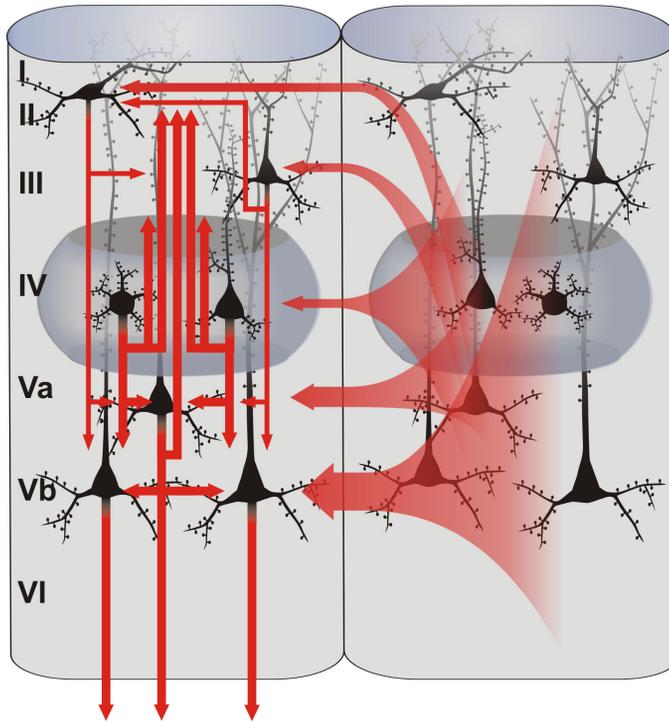


Abb. 5: Übersichtsschema der vorgestellten Schlüsselbefunde zur intrakortikalen Transmission und Integration sensorischer Information. Zur besseren Übersichtlichkeit sind intralaminäre und weniger prominente Konnektivitäten nicht dargestellt. Pfeile innerhalb der Kolumne veranschaulichen die vorrangigen translaminären Ausbreitungswege von Information (intrakolumnäre Transmission) sowie kortikofugale Projektionen bei Neuronen der infragranulären Schichten Va, Vb und VI. Die transkolumnären Pfeile veranschaulichen durch ihre rot schattierten Überlagerungen die wichtigsten laminären Quellen von Information aus benachbarten Kolumnen (transkolumnäre Integration). Zur Einbindung der Neurone der Lamina VI in diese Signaltransduktionswege stehen noch keine derartigen Daten zur Verfügung.

rung von „Wo“-Aspekten eingestuft worden ist.³² Das lässt sich aber auch gut mit dem hier postulierten „Wann“-Aspekt in Beziehung setzen: Die für das paralemniskale System postulierte Art von „Wo“-Detektion ist die, zu kodieren, wann im so genannten *whisking cycle* (das aktive Vor- und Zurückbewegen der Vibrissen) welche Vibrisse berührt worden ist, also zeitliche Informationskodierung. Neuere Konzepte von Ahissar (persönliche Mitteilung) favorisieren auch tatsächlich die „Wann“-Kodierung durch den paralemniskalen Pfad. Wie wir und andere (siehe oben) gezeigt haben, können die Zielzellen des paralemniskalen Pfades in der *Lamina Va* sehr effektiv Eingänge innerhalb der eigenen Schicht

³² Vgl. Ahissar *et al.* (2000).

(intra- und transkolumnär) und aus der *Lamina IV* integrieren und das Ergebnis über ihre axonalen Projektionen an die anderen kortikalen Schichten, z. B. die Schicht II, weitergeben. Natürlich sollte nicht unerwähnt bleiben, dass für die verhaltensrelevante sensorische Reizverarbeitung nicht nur die angesprochenen lemniskalen und paralemniskalen Systeme, sondern auch noch übergeordnete kortikale Areale (sekundärer somatosensorischer Kortex, parietale Assoziationskortex) sowie ganz anders organisierte Projektionssysteme (cholinerges basales Vorderhirnsystem usw.) notwendig sein werden.

Danksagung

Wir möchten Herrn Univ.-Prof. Dr. K. Zilles für seine langjährige gute Unterstützung der Arbeitsgruppe recht herzlich danken, genauso wie unseren Kollegen, den Herren Univ.-Prof. Dr. H. Luhmann (jetzt Mainz) und Univ.-Prof. Dr. R. Kötter für die vielen vergangenen und aktuellen Beiträge zum Gelingen der Arbeiten. Auch dem BMFZ der Heinrich-Heine-Universität gebührt Dank für seine Unterstützung. Herr Ulrich Opfermann-Emmerich leistete exzellente histologische Arbeit bei der Färbung der Neurone.

Literatur

- AHISSAR, E., R. SOSNIK und S. HAIDARLIU. „Transformation from temporal to rate coding in a somatosensory thalamocortical pathway“, *Nature* 406 (2000), 302-306.
- ARMSTRONG-JAMES, M. A. „The nature and plasticity of sensory processing within adult rat barrel cortex“, in: E. G. JONES und I. T. DIAMOND (Hrsg.). *The barrel cortex of rodents*. New York 1995, 333-374.
- ARMSTRONG-JAMES, M. A. und K. FOX. „Spatiotemporal convergence and divergence in the rat S1 ‚barrel‘ cortex“, *Journal of Comparative Neurology* 263 (1987), 265-281.
- ARMSTRONG-JAMES, M. A., K. FOX und A. DAS-GUPTA. „Flow of excitation within rat barrel cortex on striking a single vibrissa“, *Journal of Neurophysiology* 68 (1992), 1345-1358.
- BEAULIEU, C. „Numerical data on neocortical neurons in adult rat, with special reference to the GABA population“, *Brain Research* 609 (1993), 284-292.
- FELDMEYER, D., V. EGGER, J. LÜBKE und B. SAKMANN. „Reliable synaptic connections between pairs of excitatory layer 4 neurones within a single ‚barrel‘ of developing rat somatosensory cortex“, *Journal of Physiology (London)* 521 (1999), 169-190.
- FELDMEYER, D., A. ROTH und B. SAKMANN. „Monosynaptic connections between pairs of spiny stellate cells in layer 4 and pyramidal cells in layer 5A indicate that lemniscal and paralemniscal afferent pathways converge in the infragranular somatosensory cortex“, *Journal of Neuroscience* 25 (2005), 3423-3431.
- FOX, K. „Anatomical pathways and molecular mechanisms for plasticity in the barrel cortex“, *Neuroscience* 111 (2002), 799-814.
- GOLDMAN-RAKIC, P. S. „Regional and cellular fractionation of working memory“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93 (1996), 13473-13480.
- ITO, M. „Processing of vibrissa sensory information within the rat neocortex“, *Journal of Neurophysiology* 54 (1985), 479-490.
- JENSEN, K. F. und H. P. KILLACKEY. „Terminal arbors of axons projecting to the somatosensory cortex of the adult rat. I. The normal morphology of specific thalamocortical afferents“, *Journal of Neuroscience* 7 (1987), 3529-3543.

- JONES, E. G. „Varieties and distribution of non-pyramidal cells in the somatic sensory cortex of the squirrel monkey“, *Journal of Comparative Neurology* 160 (1975), 205-267.
- JONES, E. G. „Anatomy of cerebral cortex: columnar input-output organization“, in: F. O. SCHMITT, F. G. WORDEN, G. ADELMANN und S. G. DENNIS (Hrsg.). *The organization of the cerebral cortex*. Cambridge, MA, 1981, 199-235.
- KAAS, J. H. „Topographic maps are fundamental to sensory processing“, *Brain Research Bulletin* 44 (1997), 107-112.
- KÖTTER, R., D. SCHUBERT, J. DYHRFJELD-JOHNSEN, H. J. LUHMANN und J. F. STAIGER. „Optical release of caged glutamate for stimulation of neurons in the in vitro slice preparation“, *Journal of Biomedical Optics* 10 (2005), 1-15.
- KÖTTER, R., J. F. STAIGER, K. ZILLES und H. J. LUHMANN. „Analysing functional connectivity in brain slices by a combination of infrared video microscopy, flash photolysis of caged compounds and scanning methods“, *Neuroscience* 86 (1998), 265-277.
- LU, S. M. und R. C. S. LIN. „Thalamic afferents of the rat barrel cortex: a light- and electron-microscopic study using Phaseolus vulgaris leucoagglutinin as an anterograde tracer“, *Somatosensory and Motor Research* 10 (1993), 1-16.
- LUND, J. S. „Spiny stellate neurons“, in: A. PETERS und E. G. JONES (Hrsg.). *Cellular components of the cerebral cortex*. New York 1984, 255-308.
- MANN, I. D., B. SAKMANN und M. BRECHT. „Sub- and suprathreshold receptive field properties of pyramidal neurones in layers 5A and 5B of rat somatosensory barrel cortex“, *Journal of Physiology (London)* 556 (2004), 601-622.
- MARKRAM, H., M. TOLEDO-RODRIGUEZ, Y. WANG, A. GUPTA, G. SILBERBERG und C. Z. WU. „Interneurons of the neocortical inhibitory system“, *Nature Reviews Neuroscience* 5 (2004), 793-807.
- MCCORMICK, D. A., B. W. CONNORS, J. W. LIGHTHALL und D. A. PRINCE. „Comparative electrophysiology of pyramidal and sparsely spiny stellate neurons of the neocortex“, *Journal of Neurophysiology* 54 (1985), 782-806.
- MOUNTCASTLE, V. B. „The columnar organization of the neocortex“, *Brain* 120 (1997), 701-722.
- PARRA, P., A. I. GULYAS und R. MILES. „How many subtypes of inhibitory cells in the hippocampus?“, *Neuron* 20 (1998), 983-993.
- PETERS, A. und E. G. JONES. „Classification of cortical neurons“, in: A. PETERS und E. G. JONES (Hrsg.). *Cellular components of the cerebral cortex*. New York 1984, 107-121.
- REN, J. Q., Y. AIKA, C. W. HEIZMANN und T. KOSAKA. „Quantitative analysis of neurons and glial cells in the rat somatosensory cortex, with special reference to GABAergic neurons and parvalbumin-containing neurons“, *Experimental Brain Research* 92 (1992), 1-14.
- SCHUBERT, D., R. KÖTTER, H. J. LUHMANN und J. F. STAIGER. „Morphology, electrophysiology and functional input connectivity of pyramidal neurons characterizes a genuine layer Va in the primary somatosensory cortex“, *Cerebral Cortex* 16 (2006), 223-236.
- SCHUBERT, D., R. KÖTTER, K. ZILLES, H. J. LUHMANN und J. F. STAIGER. „Cell type-specific circuits of cortical layer IV spiny neurons“, *Journal of Neuroscience* 23 (2003), 2961-2970.
- SCHUBERT, D., J. F. STAIGER, N. CHO, R. KÖTTER, K. ZILLES und H. J. LUHMANN. „Layer-specific intracolumnar and transcolumnar functional connectivity of layer V pyramidal cells in rat barrel cortex“, *Journal of Neuroscience* 21 (2001), 3580-3592.
- SIMONS, D. J. „Response properties of vibrissa units in rat SI somatosensory neocortex“, *Journal of Neurophysiology* 41 (1978), 798-820.

- SIMONS, D. J. „Neuronal integration in the somatosensory whisker/barrel cortex“, in: E. G. JONES und I. T. DIAMOND (Hrsg.). *The barrel cortex of rodents*. New York 1995, 263-289.
- SIMONS, D. J. und G. E. CARVELL. „Thalamocortical response transformation in the rat vibrissa/barrel system“, *Journal of Neurophysiology* 61 (1989), 311-330.
- SIMONS, D. J. und T. A. WOOLSEY. „Morphology of Golgi-Cox-impregnated barrel neurons in rat SmI cortex“, *Journal of Comparative Neurology* 230 (1984), 119-132.
- STAIGER, J. F., I. FLAGMEYER, D. SCHUBERT, K. ZILLES, R. KÖTTER und H. J. LUHMANN. „Functional diversity of layer IV spiny neurons in rat somatosensory cortex: Quantitative morphology of electrophysiologically characterized and biocytin labeled cells“, *Cerebral Cortex* 14 (2004), 690-701.
- STAIGER, J. F., R. KÖTTER, K. ZILLES und H. J. LUHMANN. „Connectivity in the somatosensory cortex of the adolescent rat: an in vitro biocytin study“, *Anatomy and Embryology* 199 (1999), 357-365.
- STAIGER, J. F., K. ZILLES und T. F. FREUND. „Distribution of GABAergic elements postsynaptic to ventroposteromedial thalamic projections in layer IV of rat barrel cortex“, *European Journal of Neuroscience* 8 (1996), 2273-2285.
- THOMSON, A. M. und A. P. BANNISTER. „Interlaminar connections in the neocortex“, *Cerebral Cortex* 13 (2003), 5-14.
- WAITE, P. M. E. und D. J. TRACEY. „Trigeminal sensory system“, in: G. PAXINOS (Hrsg.). *The rat nervous system*. New York 1995, 705-724.
- WELKER, C. „Microelectrode delineation of fine grain somatotopic organization of SmI cerebral neocortex in albino rat“, *Brain Research* 26 (1971), 259-275.
- WELKER, C. und T. A. WOOLSEY. „Structure of layer IV in the somatosensory neocortex of the rat: description and comparison with the mouse“, *Journal of Comparative Neurology* 158 (1974), 437-454.
- ZILLES, K. und A. WREE. „Cortex: areal and laminar structure“, in: G. PAXINOS (Hrsg.). *The rat nervous system*. New York 1995, 649-685.

**Graduiertenkollegs
der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf**

OSWALD WILLI

Das Graduiertenkolleg 1203 „Dynamik heißer Plasmen“

Einleitung

„Dynamik heißer Plasmen“ ist das Thema eines gemeinsamen Graduiertenkollegs (GK) zwischen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und dem Forschungszentrum Jülich. Es existiert seit dem 1. Oktober 2005 und umfasst die Gebiete der Laserplasmen und der Angewandten Mathematik, die an der Heinrich-Heine-Universität angesiedelt sind, und der Fusionsplasmen, die am Institut für Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich erforscht werden. Die strategische Partnerschaft zwischen der Heinrich-Heine-Universität und dem benachbarten Forschungszentrum hinsichtlich einer koordinierten und interdisziplinären Ausbildung auf unterschiedlichen Gebieten der Plasmaphysik gehört zu den Besonderheiten dieses GK. Am 9. November 2005 wurde das GK offiziell auf Schloss Mickeln eröffnet. Zur Eröffnungsfeier wurden zwei renommierte internationale Wissenschaftler, Prof. Gérard Mourou und Prof. Jean Jacquinot, eingeladen, die Vorträge in den Gebieten der relativistischen Laser-Plasma-Wechselwirkung mit dem Titel „Relativistic Optics, a New Route to Attosecond Physics and Relativistic Engineering „Optics Horizon““ und der magnetischen Fusionsforschung mit dem Titel „Fusion energy and ITER: a challenge for research and higher education“ hielten.

Das Gebiet der Hochtemperatur-Plasmaphysik ist eines der aktuellen und faszinierenden Felder in der Physik und der Technologie. Die Untersuchungen umfassen neue exotische Zustände der Materie im relativistischen Bereich, astrophysikalische Prozesse im Labor, Ionen- und Elektronenbeschleuniger und neue Themen des magnetischen Einschlusses von Fusionsplasmen. Letzteres Thema ist im Hinblick auf die neuesten Entwicklungen bei der erstmaligen Realisierung eines brennenden 500-MW-Fusionsplasmas im internationalen Projekt ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) besonders aktuell.

Da das GK sowohl laserproduzierte als auch magnetisch eingeschlossene Plasmen abdeckt, profitiert die Forschung vom Synergieeffekt der beiden modernen Felder der Hochtemperatur-Plasmaphysik. Die Arbeitsmöglichkeiten der lokalen experimentellen Einrichtungen, ein Kurzpulslasersystem in Düsseldorf und der Tokamak TEXTOR in Jülich, sind ausgezeichnet. Zusätzlich haben beide Gruppen Zugang zu bedeutenden internationalen und nationalen Großeinrichtungen, wie zum Beispiel bei JET (Großbritannien), ASDEX-upgrade (Garching), VULCAN Laser (Rutherford Appleton Laboratory, Großbritannien) und LULI Laser (Frankreich), sowie zu einigen kleineren Anlagen.

Durch die Vernetzung der verschiedenen Gruppen aus der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und dem Forschungszentrum Jülich kann ein breites Lehrangebot in der Hochtemperatur-Plasmaphysik mit den entsprechenden Synergieeffekten angeboten werden.

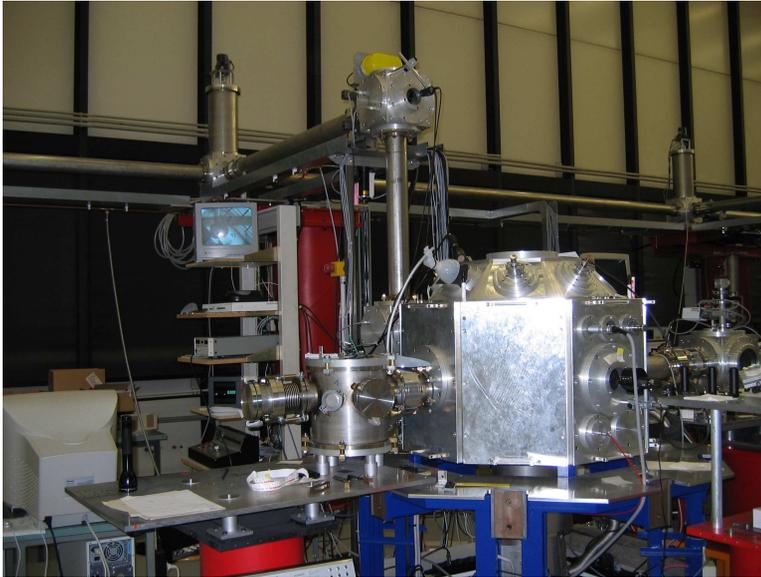


Abb. 1: Vakuumkammer für Laser-Plasma-Wechselwirkungsexperimente

Bestehend aus einer Reihe spezieller Vorlesungen, Trainingsklassen und internationaler Sommerschulen in experimentellen, numerischen und theoretischen Bereichen der Plasmaphysik und der Angewandten Mathematik ist es eine exzellente Ergänzung zu dem bereits existierenden Lehrplan der Basisausbildung in Plasmaphysik. Im GK arbeiten mehr als 20 Doktorandinnen und Doktoranden, wobei zwölf vom Kolleg gefördert werden. Weiterhin ist ein Postdoktorand tätig, der die beiden Gebiete des GK zusammenführt. Das GK arbeitet eng mit dem Sonderforschungsbereich TR 18 „Relativistische Laser-Plasma-Dynamik“ und dem in Jülich angesiedelten virtuellen Institut *ITER-relevant Plasma Boundary Physics* zusammen.

Überblick über die wissenschaftlichen Fragestellungen

Laser-Plasma-Wechselwirkung

Bahnbrechende Entwicklungen neuer Lasertechnologien (*chirped pulse amplification*) in den letzten Jahren erlauben, Laserpulse bis zu einer Leistung von mehreren Petawatt (Bil-liarden Watt) mit Pulsdauern im Subpikosekundenbereich zu erzeugen. Diese ultrakurzen, superintensiven Laserpulse erzeugen Energiedichten, die höher sind als die im Inneren der Sonne, was einzigartige Möglichkeiten zur Untersuchung fundamentaler physikalischer Prozesse eröffnet. Dadurch werden faszinierende Anwendungen in einem völlig neuen Parametergebiet ermöglicht. Die Laser-Wechselwirkung mit Plasmen liefert somit einzigartige Bedingungen für verschiedene Studien, insbesondere der relativistischen Physik. Die Thematik reicht von der Erzeugung und Anwendung von Attosekundenpulsen (trilli-

onster Teil einer Sekunde) bis zur Untersuchung von exotischen Materiezuständen unter relativistischen Bedingungen und der Entwicklung neuartiger Photonen- und Teilchenquellen.

Energiedichten von bis zu $2 \cdot 10^{11} \text{ J/cm}^3$ werden im Fokus erzeugt, wenn beispielsweise ein Petawatt-Laserpuls mit einer Energie von 500 J (Joule) und einer Pulsdauer von 500 fs (Femtosekunden) auf eine Fläche mit $5 \mu\text{m}$ (Mikrometer) im Durchmesser fokussiert wird. Zum Vergleich: Die Energiedichte im Inneren der Sonne beträgt 10^{10} J/cm^3 . Möglich wird dies durch Laserpulse, die nur noch wenige Femtosekunden dauern. Zum Vergleich: In 100 fs legt ein Lichtstrahl eine Strecke zurück, die der Dicke eines Haares entspricht. Weltweit erreichen heutzutage mehrere Lasersysteme routinemäßig Intensitäten von $5 \cdot 10^{20} \text{ W/cm}^2$. Der Druck, den das Licht dabei auf die Materie ausübt, liegt fokussiert bei $1,5 \cdot 10^{11} \text{ bar}$. Der Lichtdruck des Sonnenlichts auf der Erde ist mit $5 \cdot 10^{-11} \text{ bar}$ mehr als 20 Größenordnungen geringer als der Laserdruck. Das elektrische Feld übersteigt mit $2 \cdot 10^{11} \text{ V/cm}$ selbst die atomare Feldstärke im Wasserstoffatom von „nur“ $5,1 \cdot 10^9 \text{ V/cm}$ um zwei Größenordnungen. Numerische Simulationen sagen voraus, dass unter diesen Bedingungen extreme Magnetfelder entstehen, die eine Milliarde Mal größer sind als das Magnetfeld der Erde. Sobald der Laserpuls auf das Target auftrifft, wird die Materie sofort ionisiert und ein Plasma erzeugt. Die unter diesen Bedingungen ablaufenden physikalischen Prozesse sind stark relativistisch. Die Elektronen bewegen sich im Lichtfeld fast mit Lichtgeschwindigkeit, wodurch die Teilchen schwerer werden. Diese Disposition verändert die Eigenschaften der Teilchen, und so kann man relativistische Effekte im Labor beobachten. Die Laser-Wechselwirkung mit Plasmen liefert daher ideale Bedingungen für Studien der nichtlinearen Dynamik im relativistischen Bereich, der so genannten *relativistischen Laser-Plasmaphysik*. Dieser neue Bereich erlaubt exotische Materiezustände zu untersuchen, die Entwicklung einer so genannten *bubble accelerator*-Beschleunigertechnologie voranzutreiben und die Energieerzeugung durch lasergetriebene Fusion zu entwickeln.

Aber auch ohne gleich allerhöchste Intensitäten zur Verfügung zu haben, brachten Experimente mit ultrakurzen Laserpulsen eine Vielzahl unerwarteter Effekte zu Tage, die mittel- bis langfristig auch direkten wirtschaftlichen und medizinischen Nutzen versprechen. So wurde kürzlich demonstriert, dass mit ultrakurzen Laserpulsen Attosekunden-Röntgenpulse erzeugt werden können.¹ Durch sie wird erstmals ein neues physikalisches Regime zugänglich, wie zum Beispiel die Beobachtung ultraschneller elektronischer Vorgänge in Atomen. Weiterhin können mit einem ultrakurzen Laserpuls Plasmen mit Bedingungen erzeugt werden, die von großem Interesse für astrophysikalische Untersuchungen sind.²

Fusionsplasmen zur Energieerzeugung

Das zweite Gebiet des GK ist die Fusionsforschung, die am Forschungszentrum Jülich ausgeführt wird. Ziel der Fusionsforschung ist die Gewinnung von Energie, die bei der Verschmelzung von Wasserstoffkernen zu Helium frei wird. Zum Zünden muss ein Wasserstoffplasma auf hohe Temperaturen aufgeheizt werden, um die abstoßende Coulomb-Barriere der positiv geladenen Teilchen zu überwinden. Von allen möglichen Reaktionen liefert die Verschmelzung der Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium den größten

¹ Vgl. Hentschel *et al.* (2001: 509).

² Vgl. Osterholz *et al.* (2006).

Energiegewinn bei der niedrigsten Plasmatemperatur. Je ein Deuterium- und ein Tritiumkern verschmelzen dabei zu einem Heliumkern. Deuterium ist in nahezu unerschöpflichen Mengen im Meerwasser vorhanden. Das Tritium muss aus dem ebenfalls reichlich verfügbaren Element Lithium gebrütet werden. Ähnliche Bedingungen existieren auch in der Sonne, wo Kernverschmelzung für den Energiegewinn verantwortlich ist. Da die Sonnenmasse sehr groß ist, werden die Bedingungen zur Kernverschmelzung durch die Gravitationskraft herbeigeführt. Auf der Erde wird die kontrollierte Kernfusion in zwei verschiedenen Weisen vorangetrieben: durch den Trägheitseinschluss und durch den magnetischen Einschluss des Plasmas. Fusion durch den Trägheitseinschluss wird hauptsächlich in den USA und Frankreich mit dem Bau von MJ-Lasersystemen verfolgt. Der magnetische Einschluss wird weltweit mit dem Bau des großen ITER vorangetrieben. Dort werden Plasmen unter ähnlichen Bedingungen wie in Kraftwerken der Zukunft untersucht werden.

Nach etwa zwei Jahrzehnten der Forschung in modernen Tokamaks verschiedener Größe und Gestalt konnte eine Datenbank zusammengestellt werden, die ein betriebssicheres Design für ITER ermöglicht und die Wissenschaftler von dem Hauptziel überzeugt: Ein brennendes Fusionsplasma soll erzeugt werden, um das Prinzip eines Fusionsreaktors zu bestätigen. Trotzdem sind noch viele Fragen offen, da ein Fusionskraftwerk – das das ultimative Ziel der Fusionsforschung ist – zusätzliche Anforderungen erfüllen muss, die in aktuellen Anlagen wie beispielsweise JET (weniger als eine Minute Entladungsdauer) oder sogar in Forschungsreaktoren wie ITER, der acht Minuten Brennzzeit haben soll, keine Rolle spielen. Ein Kraftwerk muss über Monate hinweg kontinuierlich funktionieren. Folglich ist eine hohe Nutzbarkeit entscheidend für einen ökonomisch realisierbaren Fusionsreaktor, und neben anderen Problemen müssen die Fragen nach der Lebensdauer von Wandkomponenten, der Plasmastabilität und der Dauer von Hochenergieeinschlüssen beantwortet werden.

Als Konsequenz muss das Programm der Fusionsforschung des nächsten Jahrzehnts in zwei Richtungen gehen: (a) Der Bau von ITER soll zur ersten Demonstration einer signifikanten Leistungsgewinnung und Alphateilchenheizung führen und (b) ein begleitendes Forschungsprogramm muss der Entwicklung von Plasmabedingungen einschließlich Diagnostik- und Heizmethoden für ITER und anderen fortgeschrittenen Projekten für die Forschung, auch über ITER hinaus, nachgehen.

Die parallele Entwicklung von alternativen Konzepten könnte auch zu anderen Plasmaszenarien führen und damit möglicherweise zu Anlagen, die sich vom aktuellen ITER-Design unterscheiden. Mit diesen Entwicklungen hofft man, dass dieselbe Fusionsenergie mit Anlagen erreicht werden kann, die viel kleiner als ITER sind, und dass weitere Verbesserungen für den Dauerbetrieb und die Nutzbarkeit gemacht werden können.

Ein alternatives Projekt ist der neue Stellarator Wendelstein 7-X, der zurzeit in Greifswald konstruiert wird. Das Hauptziel ist zu demonstrieren, dass der Plasmaeinschluss in Stellaratoren vergleichbar mit dem in Tokamaks ist. Im Gegensatz zum Tokamak bieten Stellaratoren die intrinsische Fähigkeit, einen Dauerbetriebszustand ohne externe Stromversorgung möglich zu machen.

Die Dynamik heißer Plasmen ist ein entscheidendes Thema im Zusammenhang mit diesen Entwicklungen, besonders im Hinblick auf ein besseres grundlegendes Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse, was eine bessere theoretische Behandlung und neue Diagnostiken erfordert.

Die Forschung im GK konzentriert sich besonders auf eine breit gefächerte Ausbildung auf dem Gebiet der Hochtemperatur-Plasmaphysik. Es werden Themen angesprochen, die zu einem tieferen Verständnis der fundamentalen Transporteigenschaften in magnetischen Plasmen führt. Besonderer Wert wird auf den Transport in komplexen magnetischen Topologien gelegt, die entweder in magnetischen Inseln und ergodischen Zonen in Stellaratoren vorkommen oder mit Störfeldern vom neuen *dynamic ergodic divertor* im Tokamak TEXTOR in Jülich erzeugt werden können.

Literatur

- HENTSCHEL, M., R. KIENBERGER, Ch. SPIELMANN, G. A. REIDER, N. MILOSEVIC, T. BRABEC, P. CORKUM, U. HEINZMANN, M. DRESCHER und F. KRAUSZ. „Attosecond metrology“, *Nature* 414 (2001), 509-513.
- OSTERHOLZ, J., F. BRANDL, T. FISCHER, D. HEMMERS, M. CERCHEZ, G. PRETZLER, O. WILLI und S. ROSE. „Production of dense plasmas with sub 10 fs laser pulses“, *Physical Review Letters* 96 (2006), 085002.

AXEL GÖDECKE

Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen – Das Graduiertenkolleg 1089 auf dem Weg in das postgenomische Zeitalter

Am 1. April 2005 hat das Graduiertenkolleg (GK) 1089 „Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen“ seine Arbeit aufgenommen. In acht wissenschaftlichen Projekten und einem Ausbildungsprojekt forschen naturwissenschaftliche und medizinische Doktorandinnen und Doktoranden gemeinsam an Fragen des kardialen Proteoms. Neuartige Betreuungsstrukturen sollen dabei den wissenschaftlichen Nachwuchs mit den Synergieeffekten einer interdisziplinären biomedizinischen Forschung vertraut machen.

Hintergrund

In den vergangenen Jahren haben technische Neuentwicklungen zur Etablierung von automatisierten Hochdurchsatzmethoden in der DNA-Sequenzierung geführt. In Verbindung mit weltweit organisierten Schwerpunktprogrammen hat dies eine Explosion der Information über die Organisation ganzer Genome ausgelöst. 13 Jahre nach dem Start des humanen Genomprojekts (HGP) wurde im Jahr 2003 die Sequenz der drei Milliarden Basenpaare, die das menschliche Genom bilden, mit einer Genauigkeit von 99,999 Prozent publiziert. Zwar bestehen immer noch ca. 350 Lücken in der Sequenz, doch steht ein überraschendes Ergebnis bereits fest: Man benötigt viel weniger Gene für Aufbau und Funktion des Organismus Mensch als bisher erwartet. Ging man zu Beginn des HGP noch von einer Zahl von 100.000 verschiedenen Genen aus, so wurde diese Zahl bei Veröffentlichung der ersten, ungenauen Version der humanen Sequenz bereits auf 35.000 nach unten korrigiert. Mit dem Abschluss des HGP im Jahr 2003 gelten nun 19.599 proteinkodierende Gene als gesichert. Zusätzlich wurden 2.188 DNA-Abschnitte gefunden, die aller Voraussicht nach für weitere, bisher unbekannte Proteine kodieren. Wenn auch noch einige Variationsmöglichkeiten bestehen, liegt diese Zahl erstaunlich niedrig und ist nur unwesentlich höher als die ca. 19.000 Gene, die im Genom des Fadenwurms *Caenorhabditis elegans* gefunden wurden.

Dieser Befund wirft nun die Frage auf, wie ausgehend von einer verhältnismäßig geringen Zahl an Genen die Komplexität der darin gespeicherten biologischen Information so weit gesteigert werden kann, dass die komplizierten Strukturen und Funktionsabläufe im Organismus „Mensch“ sichergestellt werden können. Wie in Abbildung 1 dargestellt, bedient sich die Natur einer Vielzahl von Mechanismen, die den Informationsgehalt der

ursprünglich in der DNA gespeicherten Information durch posttranskriptionale und posttranslationale Mechanismen steigern.

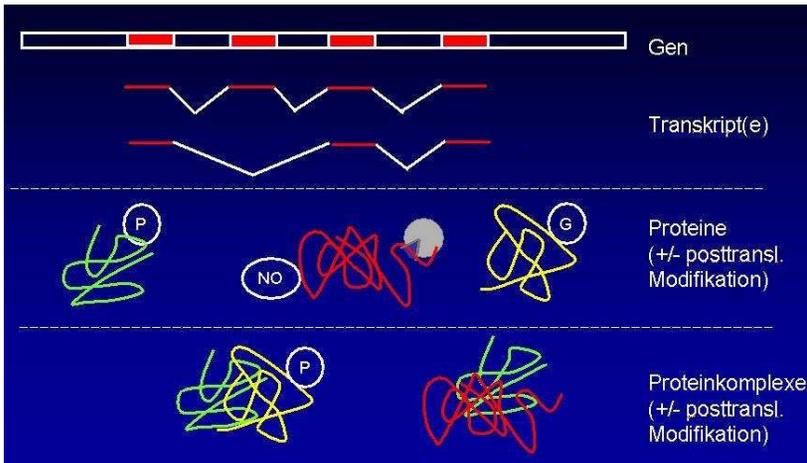


Abb. 1: Steigerung der Komplexität der in den Genen gespeicherten Information durch alternatives Splicing und posttranslationale Mechanismen wie Proteinmodifikationen durch Phosphorylierung, Nitros(y)lierung, Glykosylierung und proteolytische Spaltung oder die Bildung von Proteinkomplexen.

Zu diesen Mechanismen zählen auf der Ebene der Messenger-Ribonukleinsäure (mRNA) das alternative Splicing, bei dem es durch Neukombination verschiedener Exons zur Bildung von mRNA-Varianten kommt, die für ähnliche, aber zum Teil funktionell unterschiedliche Proteinvarianten kodieren. Ebenfalls verwirklicht, wenn auch in geringerem Umfang, wird das RNA-Editing, eine nachträgliche, spezifische Veränderung der mRNA-Sequenz, die zu Proteinen mit neuer Sequenz führt.

Außer den RNA-abhängigen Mechanismen spielt insbesondere die posttranslationale Modulation synthetisierter Proteine eine wichtige Rolle. Seit langem bekannt sind Modifikationen wie Phosphorylierung an Serin-, Threonin- und Tyrosinresten oder Glykosylierungen. Man weiß aber auch, dass eine stickstoffmonoxidabhängige (NO-abhängige) Nitrosierung oder eine Hydroxylierung an Prolylresten die Proteinfunktion entscheidend beeinflussen kann. Darüber hinaus kann eine proteolytische Prozessierung eine modulatorische Funktion besitzen.

Die Ausbildung von Proteinkomplexen über spezifische Interaktionsdomänen in einer zeitlich und räumlich koordinierten Weise stellt eine weitere Ebene dar, auf der die Funktion eines Proteins durch Einbindung in unterschiedliche Proteinkomplexe verändert werden kann.¹ So ist heute an die Stelle des frei diffundierenden Proteins, das nach Zusammentreffen mit einem Zielmolekül ein Signal weiterleitet, der Proteinkomplex getreten, in dem Komponenten mehrerer Signalwege konzentriert werden und so als Schnittstellen der

¹ Vgl. Aebersold (2003).

Signaltransduktion eine effiziente Signalweiterleitung und -integration ermöglichen. So vermutet man heute, dass die Vielfalt von Proteinmodifikationen und -interaktionen die Anzahl an funktionell unterschiedlichen Proteinen sechs- bis siebenfach über der Zahl der zugrunde liegenden Gene liegt.

Diese neuen Einsichten wurden – vergleichbar zur DNA-Sequenzierung in der Genomforschung – vor allem durch die rasanten technischen Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Massenspektrometrie (MALDI-TOF-MS, ESI-MS/MS) möglich, die eine immer empfindlichere Detektion und Identifizierung von Proteinen erlaubt. Zusammen mit den Fortschritten der Bioinformatik erleben wir gerade eine Revolution in der Biologie und der Medizin, da diese Technologien eine Entwicklung der Forschung weg vom Einzelmolekül hin zu einer Analyse komplexer Proteome und deren dynamischer Veränderungen unter physiologischen und pathologischen Situationen ermöglichen. Damit ist der entscheidende Schritt in das so genannte „postgenomische Zeitalter“ vollzogen, und es steht zu erwarten, dass die Proteomforschung in der Zukunft wesentlich die Erforschung, Diagnose und Behandlung humaner Erkrankungen vorantreiben wird.

Forschungsziele des Graduiertenkollegs 1089

Vor diesem Hintergrund ist das zentrale Forschungsziel des GK 1089, Modifikationen und Interaktionen ausgewählter Proteine im Herzen und ihre Bedeutung für die kardiale Funktion zu analysieren. Dabei kommen neueste Techniken der modernen Proteomforschung zum Einsatz, um ausgehend von proteinbiochemischen *In-vitro*-Untersuchungen die biologische Relevanz der Ergebnisse an Modellsystemen wie *isolierten Zellen* und *transgenen Tieren* bis hin zu *Untersuchungen am Patienten* zu überprüfen. Von den insgesamt acht wissenschaftlichen Teilprojekten befassen sich vier vorwiegend mit der funktionellen Analyse von Proteinmodifikationen, und vier weitere analysieren Fragen des kardialen Interaktoms. Die biologisch-medizinischen Fragestellungen betreffen dabei den Energiestoffwechsel, die kardiale Hypertrophie, die Funktionen von Myoglobin, die Funktionen von G_i -Proteinen und PI_3 -Kinasen, den komplexen Vorgang der Präkonditionierung durch volatile Anästhetika, die Funktion von Endothelzellen, die Apoptose und Nekrose und die Interaktionen von Thrombozyten mit extrazellulärer Matrix. Dabei sind die einzelnen Projekte des Forschungsprogramms inhaltlich und methodisch eng vernetzt.

Die Erforschung des Proteoms und Interaktoms ist eine junge, noch in der Entwicklung befindliche Disziplin mit hohen Anforderungen an biochemisch-molekularbiologisches Know-how und die analytisch-apparative Ausstattung. Im Wesentlichen haben zwei analytische Methoden die Grundlage für die Proteomanalyse geschaffen: die vor 25 Jahren etablierte 2D-Gelelektrophorese und die Entwicklung von sanfteren Ionisierungstechniken (MALDI und ESI) in der Massenspektrometrie.² Dem GK stehen durch das Proteinanalytische Zentrallabor des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums (BMFZ, Dr. Metzger) und in der Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Schrader verschiedene Massenspektrometer mit unterschiedlichen Spezifikationen zur Verfügung: ein MALDI-TOF für die *Peptide Mass Fingerprint*-Analyse und zwei ESI-Massenspektrometer, davon eines in der Kombination mit einer Iontrap (LCQ Deca XP Plus, Thermo-Electron) und das andere in der Kombination mit ESI-QqTOF (QSTAR XL, Applied Biosystems). Mit beiden

² Vgl. Neet und Lee (2002).

Massenspektrometern ist die LC-MS-Kopplung an eine Nanoflow-HPLC (Ultimate, LC-Packings) etabliert. Auf der Seite der Interaktomforschung hat die Tandem-Affinitätsreinigung (TAP-Technologie)³ zur Isolierung nativer Proteinkomplexe in den letzten Jahren zu dem erwähnten Paradigmenwechsel hinsichtlich der Vernetzung von Signalwegen in großen Proteinkomplexen geführt. Ein Schwerpunkt des GK ist die Übertragung dieser in der Hefe etablierten Technologie auf Säugerzellen und transgene Mäuse.

Das GK hat sich mit seinem interdisziplinären Team aus Medizinern, Chemikern und Biologen zum Ziel gesetzt, zu einem frühen Zeitpunkt aktuelle Fragen der biomedizinischen Forschung mit Hilfe dieser neuen Technologien zu bearbeiten. Im Rahmen seiner Teilprojekte wird modernste Technologie eingesetzt, die den weiten Bogen von den Bereichen der Proteinaufreinigung und -identifizierung über Fluoreszenz-Resonanz-Energie-Transfermethoden, Zelltransfektion und transgene Tiere bis hin zu operativ induzierten Herzinsuffizienzmodellen spannt. Die apparative Ausstattung beinhaltet dabei überwiegend Großgeräte der jüngsten Generation, so dass hier an vorderster Front des technologischen Fortschritts gearbeitet werden kann.

Ausbildungskonzept

Eine moderne biomedizinische Forschung kann heute nur durch Kooperation von Medizinern und Naturwissenschaftlern und die damit verbundene Bündelung des spezifischen Know-hows beider Gruppen erfolgreich sein. Interdisziplinäre Kooperation wird im GK 1089 vor allem durch die Struktur der Projektarbeit trainiert: Jedes Projekt weist zwei Dissertationsthemen aus, die methodisch ähnlich gelagert sind und/oder inhaltlich aufeinander aufbauen und jeweils von einem naturwissenschaftlichen und einem medizinischen Stipendiaten im Tandem bearbeitet werden. Neuartig ist auch die Betreuungsstruktur (Abb. 2): Jedem Kollegiaten werden neben dem Doktorvater (*Primärlabor*) zwei weitere Betreuer zugeordnet, die aus den zum jeweiligen Dissertationsprojekt komplementären Labors (*Komplementärlabor*) kommen. Als „Promotionsausschüsse“ haben die Betreuer die Aufgabe, das Projekt über alle Phasen der Promotion zu begleiten und sich regelmäßig mit dem Fortschritt des Projekts auseinander zu setzen. In der Regel wird jeder Stipendiat einen Teil seiner Arbeit in den Komplementärlabors anfertigen und das dort vorhandene spezifische Know-how in Anspruch nehmen. Die praktische Ausbildung der Stipendiaten wird durch ein Angebot von Methodenpraktika ergänzt. Um die Zusammenarbeit von Medizinern und Naturwissenschaftlern auf gleicher Augenhöhe zu fördern, werden vor allem für Promovierende aus der Medizin molekularbiologische Grundpraktika angeboten, während Naturwissenschaftler in klinischen Kursen mit patientenorientierten Fragen vertraut gemacht werden.

In einem eigenen Lehrprojekt wird das weitreichende Ausbildungsprogramm im GK 1089 (Gastrednerprogramm, Progress-Seminare, Klausurtagung, Methodenpraktika) koordiniert. Insbesondere werden im Rahmen dieses Projekts E-Learning-Module in Zusammenarbeit mit den Promovierenden entwickelt, die ein dezentrales, selbständiges Lernen fördern. Um eine gemeinsame theoretische Ausgangsbasis auf dem Gebiet der kardiovaskulären (Patho-)Physiologie zu erreichen, gleichzeitig aber die notwendigen Freiräume für die Forschung zu erhalten, nutzen die Kollegiaten das vor einigen Jahren unter Fe-

³ Vgl. Seraphin (2002).

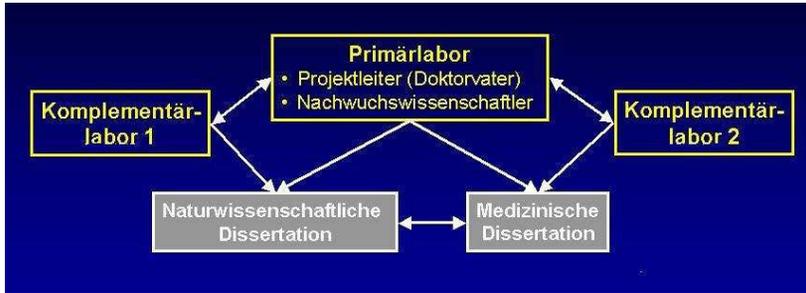


Abb. 2: Die Betreuungsstruktur im GK 1089. Jedes Teilprojekt wird gemeinsam von einem naturwissenschaftlichen und einem medizinischen Doktoranden im Primärlabor unter Anleitung des Projektleiters (= Doktorvater) und von Nachwuchswissenschaftlern bearbeitet. Zusätzlich begleiten die Leiter zweier Komplementärlabors den Fortgang der Arbeit.

derführung der Heinrich-Heine-Universität etablierte Lehrinformationssystem „Koronare Herzkrankheit“.⁴ Erweitert wird dieses System durch den Aufbau einer gemeinsamen, methodisch orientierten, digitalen Wissensbasis, in der das erarbeitete Methodenspektrum thesauriert und somit allen Kollegiaten zugänglich gemacht wird.

Übersicht über die Teilprojekte: Modifikation kardialer Proteine

S-Nitrosierung und Phosphorylierung von Proteinen von Herz- und Endothelzellen und chronische Effekte von NO auf das kardiale Proteom (Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader, Herz- und Kreislaufphysiologie)

Stickstoffmonoxid ist ein wichtiger gasförmiger Transmitter, der eine Vielzahl zellulärer Prozesse moduliert. Im Herzen dilatiert NO die Koronargefäße, moduliert aber auch direkt die kontraktile Funktion der Kardiomyozyten. Ziel des Projekts ist es, die Wirkung von NO auf Proteine des Herzens und koronarer Endothelzellen durch differenzielle proteomanalytische Verfahren zu untersuchen. Eine zentrale Rolle spielt hierbei der klassische NO/cGMP/PKG-Signalweg, über den eine Vielzahl von Substraten phosphoryliert wird.⁵ Neuere Untersuchungen zeigen, dass NO auch durch Nitrosierung von Zysteinresten in der Lage ist, die Funktion von Proteinen zu verändern. In diesem Projekt wird daher der Einfluss von NO auf die Phosphorylierung und Nitrosierung von Proteinen im Mäuseherzen untersucht, die herzspezifisch iNOS überexprimieren, und zwar in An- und Abwesenheit von Myoglobin, das als spezifischer NO-Scavenger fungieren kann.⁶

⁴ Vgl. <http://www.khk.uni-duesseldorf.de> (03.03.2006).

⁵ Vgl. Lincoln *et al.* (2001).

⁶ Vgl. Flögel *et al.* (2001).

Modifikation von kardialem Myoglobin durch N-Oxide (Univ.-Prof. Dr. Malte Kelm, Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Aachen)

Als bekannte biochemische Modifikation von Proteinen durch NO sind vor allem seine Nitros(yl)ierung von Hämgruppen und Zystein-Seitenresten zu nennen.⁷ Man weiß allerdings, dass in Abhängigkeit von den Redoxbedingungen der Zelle NO rasch zu seinen korrespondierenden N-Oxiden Nitrit, Nitrat und Peroxynitrit sowie seinen S-, N-, und C-Nitrosoverbindungen reagieren kann, die ihrerseits Proteine modifizieren.⁸ Am Beispiel von Myoglobin als quantitativ und funktionell einem der bedeutsamsten kardialen Proteine geht das Projekt „Modifikation von kardialem Myoglobin durch N-Oxide“ der Frage nach, inwieweit die einzelnen NO-Derivate Proteine modifizieren können. In diesem Projekt werden daher Mechanismen der Nitrierung und Nitrosylierung von Myoglobin durch physiologisch vorkommende N-Oxide mittels Gasphasen-Chemilumineszenz und MALDI-TOF untersucht. Nach der Identifikation der Modifikationen wird die physiologische Relevanz dieser Verbindungen in unterschiedlichen zellulären Assays und im isoliert perfundierten Herzen während Ischämie und Reperfusion erforscht und ihre Bedeutung für den Energiestoffwechsel und die kardiale Apoptose beleuchtet.

Kardioprotektion durch Anästhetika (Dr. Sabine Metzger, BMFZ, und Prof. Dr. Wolfgang Schlack, AMC Amsterdam, Niederlande)

Der stärkste endogene Schutzmechanismus des Herzens gegen die Folgen einer Ischämie ist die Präkonditionierung, d. h. eine kurze Myokardischämie, die einer längeren Ischämie vorgeschaltet ist. Durch Präkonditionierung kann der Myokardschaden in kritisch versorgten Arealen verringert werden. Interessanterweise können auch volatile Anästhetika eine Präkonditionierung auslösen.⁹ Neuere Ergebnisse zeigen, dass es erhebliche Unterschiede in der Signaltransduktion der ischämischen und der pharmakologischen, durch volatile Anästhetika ausgelösten Präkonditionierung gibt. Daher wird in diesem Projekt die durch pharmakologische Präkonditionierung ausgelöste Signaltransduktion mittels Proteomanalysen subzellulärer Fraktionen, die aus Myokardproben der Ratte und des Menschen gewonnen werden, unter Verwendung von 2D-Gelelektrophorese, MALDI und ESI-MS untersucht. In transgenen Mäusen soll darüber hinaus der Einfluss der zuvor identifizierten Kandidatenproteine auf die kardiale Präkonditionierung weiter untersucht werden.

Kardiale Apoptose, Caspasenaktivierung und Substratspaltung (Univ.-Prof. Dr. Klaus Schulze-Osthoff, Institut für Molekulare Medizin)

Apoptose und die damit verbundene Aktivierung von Proteasen der Caspasefamilie spielt vermutlich eine wichtige Rolle bei kardiovaskulären Erkrankungen. Die Aktivierung von Caspasen kann auf mehreren Ebenen durch NO beeinflusst werden, das sowohl anti- als auch proapoptotische Effekte besitzt. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die caspase-

⁷ Vgl. Gödecke (2006).

⁸ Vgl. Feelisch *et al.* (2002).

⁹ Vgl. Weber *et al.* (2005).

vermittelte Spaltung verschiedener zellulärer Substrate auch unabhängig von der Apoptose kardiale Funktionen beeinflussen kann. Zunächst werden herzspezifische Caspasesubstrate aus apoptotischen und vitalen Ratten-Kardiomyozyten mittels 2D-Elektrophorese und MS/MS identifiziert. In einem dazu parallelen Ansatz werden herzspezifische Caspasesubstrate über eine direkte *In-vitro*-Expressionsklonierung analysiert. Aufgrund der bisherigen Proteindatenbankanalysen wird erwartet, mit Hilfe beider Techniken mehrere Proteine des Myofilamentapparats als Caspasesubstrate zu identifizieren. Ferner wird die Modulation der Apoptoseinduktion und Caspasenaktivierung durch NO mittels zellfreier und zellulärer Systeme und in transgenen Mausmodellen untersucht.

Übersicht über die Teilprojekte: Interaktionen kardialer Proteine

Interaktion von Myoglobin mit zytosolischen Proteinen und Rolle bei der Substratselektion im Herzen

(Univ.-Prof. Dr. Fritz Boege, Zentralinstitut für Laboratoriumsdiagnostik, und Dr. Ulrich Flögel, Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie)

Myoglobin, der rote Muskelfarbstoff, dient vor allem der Sauerstoffspeicherung und dem Sauerstofftransport in der Muskulatur. In myoglobindefizienten Mäusen wurde gezeigt, dass es neben einer Erhöhung des Koronarflusses, der Kapillardichte und des Hämatokrits insbesondere zu einem Wechsel der Substratutilisation von der β -Oxidation zur glykolytischen Energiebereitstellung kommt, gemessen durch Proteomanalyse, ^{13}C -Isotopomeranalyse und ^{18}F FDG-PET.¹⁰ Allerdings sind die molekularen Mechanismen der Induktion dieser Phänotypumstellung bisher unbekannt. Daher sollen zunächst unter Anwendung dreier methodischer Aufreinigungsansätze – Koimmunpräzipitation, *Affinity-Capture* und Tandem-Affinitätsreinigung (TAP) – die zellulären Proteine angereichert werden, mit denen Myoglobin interagiert, um die oben genannte Umstellung des Energiestoffwechsels zu induzieren. Die nachfolgende Identifikation der Bindungspartner erfolgt mittels Massenspektrometrie. In der lebenden Zelle werden dynamische Untersuchungen dieser Proteininteraktionen durch Fluoreszenz-Resonanz-Energietransfer (FRET) untersucht. Als spiegelbildliches Modell der myoglobindefizienten Maus wird in Myoglobin überexprimierenden Zellen unter Anwendung der ^{13}C -NMR-spektroskopischen Isotopomeranalyse untersucht, inwieweit sich eine Umstellung von der glykolytischen Energiebereitstellung zur β -Oxidation erzielen lässt.

Protein-Protein-Interaktionen kardialer Ankyrin-Repeat-Proteine

(Univ.-Prof. Dr. Axel Gödecke, Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie)

Mechanische Belastung des Herzens führt häufig zu einer Hypertrophie des Myokards. Unklar ist, wie das mechanische Signal in eine veränderte Genexpression umgesetzt wird. Wir vermuten, dass das *Cardiac Ankyrin Repeat Protein* (CARP) und das CARP-homologe Protein ANKRD2 an der Registrierung mechanischen Stresses und der Weiterleitung eines Signals in den Zellkern beteiligt sind. Diese Vermutung stützt sich auf die Beobachtung, dass beide Proteine in Assoziation mit dem kontraktilem Apparat von Herzmus-

¹⁰ Vgl. Flögel *et al.* (2005).

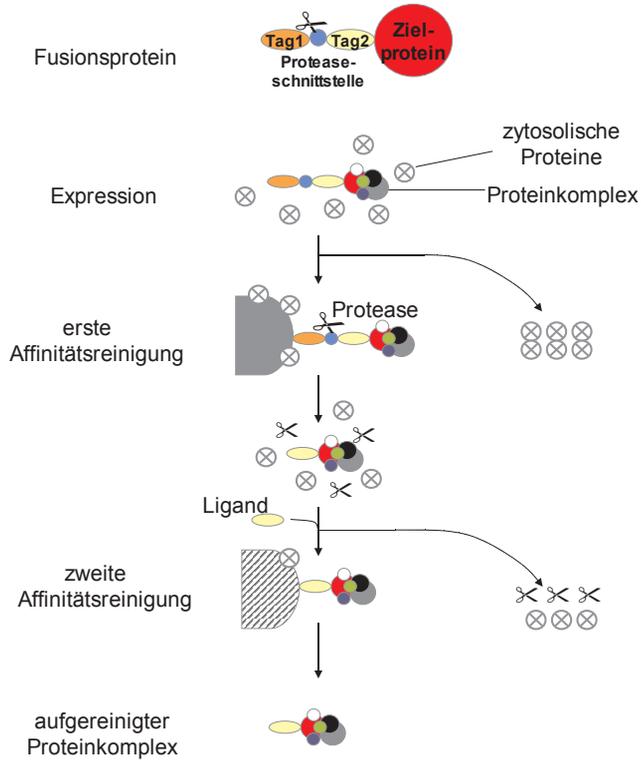


Abb. 3: Mehrere Projekte im GK arbeiten intensiv an der Übertragung der in Hefe bereits erfolgreich eingesetzten TAP spezifischer Proteinkomplexe auf Säugerzellen bzw. transgene Mäuse. Zur Nutzung der TAP-Technologie wird das Zielprotein, dessen Proteinkomplexe analysiert werden sollen, mit einem Doppel-Tag fusioniert, das eine zweifache Reinigung des Proteins und seiner Bindungspartner unter *nativen* Bedingungen erlaubt. Dieses Fusionsprotein wird in Zellen oder in einem Organ exprimiert, wo es mit seinen spezifischen Interaktionspartnern zu Proteinkomplexen assembliert. Nach dem Zellaufschluss erfolgt die erste Affinitätsreinigung, bei der eine große Menge der nicht komplexierten zellulären Proteine abgetrennt wird. Durch eine Protease-Spaltstelle zwischen den beiden Tags erfolgt die Elution der Komplexe, die aber noch mit verunreinigenden Proteinen kontaminiert sein können. Um diese von den Proteinkomplexen abzutrennen, erfolgt eine zweite Affinitätsreinigung über Tag2, so dass im Ergebnis reine Proteinkomplexe für eine massenspektrometrische Identifizierung der Komponenten zur Verfügung stehen.

kelzellen und im Zellkern nachgewiesen wurden.¹¹ Zur Überprüfung dieser Arbeitshypothese werden Bindungspartner von CARP bzw. ANKRD2, die an der Signaltransduktion beteiligt sind, einerseits mit Hilfe des Hefe-two-hybrid-Ansatzes, andererseits durch die TAP von Proteinkomplexen und Massenspektrometrie identifiziert. Um die Dynamik der Proteininteraktionen von CARP und ANKRD2 bei einer Hypertrophieentwicklung zu studieren, werden die mit einem Tandem-Affinitätstag versehenen Proteine in den Herzen transgener Mäuse exprimiert, so dass die Interaktionen von CARP und ANKRD2 auch *in vivo* untersucht werden können.

Rezeptor-/G-Protein-Spezifität der Regulation von Phosphoinositid 3-Kinase-Signalwegen im Kardiovaskularsystem (Univ.-Prof. Dr. Dr. Bernd Nürnberg, Institut für Biochemie und Molekularbiologie II)

Herz- und Gefäßsystem werden durch zahlreiche Neurotransmitter und Hormone beeinflusst, die vielfach über G-proteingekoppelte Zelloberflächenrezeptoren intrazelluläre Effektoren regulieren. Obwohl seit langem intensiv erforscht, ist der genaue Mechanismus der kardialen, adrenergen und muskarinischen Signaltransduktion noch nicht verstanden, da neben den „klassischen Wirkungen“ auf die Adenylylzyklase auch weitere Signaltransduktionswege z. B. über PI3-Kinasen (PI3K) aktiviert werden. Daher wird in diesem Projekt untersucht, inwieweit die kardiovaskulär exprimierte PI3K γ nicht nur durch Gi-gekoppelte, sondern auch durch Gs- und/oder Gq-gekoppelte Rezeptoren stimuliert wird und so differenziell die kardiale Kontraktilität, Hypertrophieentwicklung oder Apoptose moduliert. Durch Affinitätschromatographie an immobilisierter PI3K γ sollen Bindungspartner adsorbiert und über 2D-Gelelektrophorese und Massenspektrometrie analysiert werden. Bisher unverstanden sind Befunde, nach denen nur $\beta\gamma$ -Komplexe bestimmter Rezeptoren wie β_2 - oder M-Rezeptoren, nicht aber z. B. von β_1 -Rezeptoren die PI3K γ aktivieren können. In zellulären Systemen soll daher untersucht werden, ob die PI3K γ durch G $\beta\gamma$ -Komplexe aus Gq- oder Gi-Proteinen nach Angiotensin-II-Stimulation reguliert werden kann. Als Indikator einer PI3K γ -Aktivierung wird mittels Laser-Scanning-Mikroskopie die Membrantranslokation biofluoreszenter Pleckstrin-Homologie-Domänen analysiert (Abb. 4).

Bedeutung posttranslationaler Kollagenmodifikationen für die Thrombozytenadhäsion (PD Dr. Artur-Aaron Weber und Univ.-Prof. Dr. Jens Fischer, Institut für Pharmakologie und klinische Pharmakologie)

Die Adhäsion von Thrombozyten an das Subendothel wird durch die Interaktion zwischen dem thrombozytären GP Ib und dem an Kollagen gebundenen von-Willebrand-Faktor (vWF) vermittelt. Kollagen wird einer Vielzahl posttranslationaler Modifikationen unterzogen. Beispielsweise binden kleine, leucinreiche Proteoglykane an Kollagen, von denen bislang nur wenige (z. B. Biglycan, Decorin) identifiziert werden konnten. Die funktionelle Bedeutung der Kollagenmodifikationen für die Thrombozytenadhäsion unter Flussbedingungen ist bislang nicht bekannt. Diese Frage könnte klinisch relevant sein,

¹¹ Vgl. Miller *et al.* (2003).

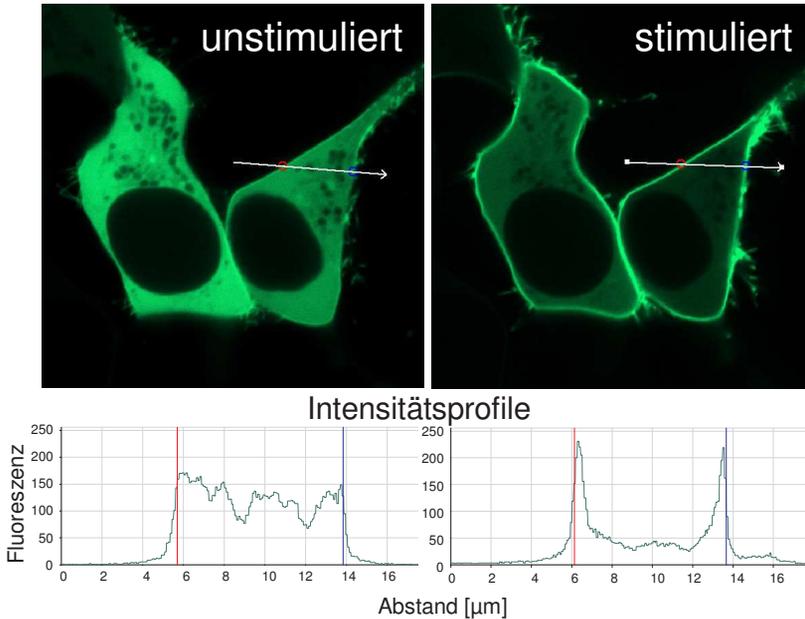


Abb. 4: Nachweis einer agonisteninduzierten Translokation biofluoreszenter Pleckstrin-Homologie-Domänenproteine. Pharmakologische Stimulation führt zu einer massiven Translokation des PHD-Proteins an die Zellmembran. Die Untersuchungen mittels Laser-Scanning-Mikroskopie wurden im Rahmen der Dissertation von Barbara Kurig aus dem Projekt von Univ.-Prof. Dr. Dr. Bernd Nürnberg durchgeführt.

da Proteoglykane (Biglycan, Decorin) in stabilen Koronarplaques angereichert werden und dort die Mechanismen der Thrombusbildung beeinflussen. Daher soll zunächst die Thrombozytenadhäsion an decorin- und biglykandefizienten bzw. überexprimierenden, glatten Muskelzellen untersucht werden.¹² Ergänzt werden die Analysen durch Experimente mit Kollagen von Decorin- und Biglycan-Knockout-Mäusen. Mittels Proteomanalyse werden weitere mit Kollagen interagierende Proteine und Substrate identifiziert. Außerdem wird der Frage nachgegangen, ob Biglycan eine Rolle für das Ausmaß einer Atherosklerose spielt und ob Abwesenheit von Biglycan zu strukturellen und funktionellen Konsequenzen in atherosklerotischen Läsionen führt.

Lehrprojekt: Aus- und Weiterbildung im Graduiertenkolleg mit einem webgestützten, multimedialen LernInformationssystem (Univ.-Prof. Dr. Ulrich K. M. Decking)

Während die medizinischen Kollegiaten bei Aufnahme in das GK eine ausreichende Kenntnis von Aufbau und Funktion des kardiovaskulären Systems erworben haben, liegt

¹² Vgl. Fischer *et al.* (2000).

bei einem großen Teil der naturwissenschaftlichen Kollegiaten ein unzureichendes Wissen über Physiologie und Pathophysiologie des kardiovaskulären Systems vor. Umgekehrt verfügen die Naturwissenschaftler über ein weitreichendes Verständnis molekularbiologisch-biochemischer Prozesse, das den Medizinstudierenden fehlt. Damit ist gerade zu Beginn ein effizientes gemeinsames Forschen kaum möglich.

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen eines spezifischen Lehrprojekts eine gemeinsame Wissensbasis geschaffen, die beiden Gruppen den Erwerb eines ähnlichen Wissensstandes ermöglicht. Alle Mitglieder des GK haben Zugang zu einem webbasierten, multimedialen Lernsystem zur kardiovaskulären Physiologie und Pathophysiologie, das vor kurzem unter Federführung der Heinrich-Heine-Universität aufgebaut wurde. Abhängig von ihrem individuellen Vorwissen können sie eigenständig die bereitgestellten Lerneinheiten nutzen. Zur Evaluation des Lernfortschritts wird derzeit an einem in das System integrierten Progress-Test gearbeitet.

Nach einer Einführung in das Schreiben webgerechter Texte sind die Kollegiaten nun in der Lage, sich am Ausbau des Lernsystems zu einem LernInformationssystem zu beteiligen, das als gemeinsame Wissensbasis des GK dient. Dazu erstellen die Kollegiaten zu speziellen Methoden ihrer Forschungstätigkeit multimediale Module, die die Grundlagen der verwendeten Methoden und den Ablauf von Experimenten zusammenfassen, so dass im Laufe der Zeit ein multimediales „E-Book“ der Proteomforschung entsteht.

Ein Jahr Graduiertenkolleg 1089 – eine Zwischenbilanz

Naturgemäß war das erste Jahr des Förderungszeitraums geprägt durch die Aufbauphase und Etablierung der Arbeitsgruppen. Die acht Stellen für die naturwissenschaftlichen Doktoranden konnten problemlos mit hoch motivierten und sehr gut ausgebildeten Naturwissenschaftlerinnen mit Abschlüssen in Biologie, Pharmazie und Biotechnologie besetzt werden. Die überwiegende Zahl der gewonnenen Mitarbeiterinnen entstammt nicht der Düsseldorfer Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, drei der acht Stipendien wurden an Stipendiatinnen aus Ungarn, Ägypten und Indien vergeben. Auf der Seite der Mediziner gelang es bisher, eine Gruppe exzellenter Studierender mit in der Regel überdurchschnittlichen Physikumsnoten für die Projekte zu begeistern. Besonders positiv macht sich das Tandemkonzept zur Bearbeitung der Forschungsthemen durch einen Mediziner und einen Naturwissenschaftler bemerkbar. Es ist bereits jetzt absehbar, dass diese enge Interaktion den Erwerb technischer Fertigkeiten und molekularbiologischer Kenntnisse durch die Medizinstudierenden fördert und somit die Fertigstellung anspruchsvoller medizinischer Doktorarbeiten in dem beschränkten zur Verfügung stehenden Zeitraum ermöglichen wird. Am Ende des ersten Jahres kann man also festhalten, dass sowohl inhaltlich als auch in der Ausbildung das GK 1089 auf einem guten Weg ist.

Weitere Informationen: im Internet unter <http://www.grk1089.uni-duesseldorf.de> oder über den Sprecher: axel.goedecke@uni-duesseldorf.de.

Literatur

- AEBERSOLD, R. „Constellations in a cellular universe“, *Nature* 442 (2003), 115-116.
- FEELISCH, M., T. RASSAF, S. MNAIMNEH, N. SINGH, N. S. BRYAN, D. JOURDHEUIL und M. KELM. „Concomitant S-, N-, and heme nitro(sy)lation in biological tissues and fluids: implications for the fate of NO in vivo“, *FASEB Journal* 16 (2002), 1775-1785.
- FISCHER J. W., M. G. KINSELLA, M. M. CLOWES, S. LARA, A. W. CLOWES und T. N. WRIGHT. „Local expression of bovine decorin by cell-mediated gene transfer reduces neointimal formation after balloon injury in rats“, *Circulation Research* 86 (2000), 676-683.
- FLÖGEL, U., M. W. MERX, A. GÖDECKE, U. K. M. DECKING und J. SCHRADER. „Myoglobin – A scavenger of bioactive NO“, *Proceedings of the National Academy of Science U.S.A.* 98 (2001), 735-740.
- FLÖGEL, U., T. LAUSSMANN, A. GÖDECKE, N. ABANADOR, M. SCHÄFERS, C. D. FINGAS, S. METZGER, B. LEVKAU, C. JACOBY und J. SCHRADER. „Lack of myoglobin causes a switch in cardiac substrate selection“, *Circulation Research* 96 (2005), e68-e75.
- GÖDECKE, A. „On the impact of NO: globin interactions in the cardiovascular system“, *Cardiovascular Research* 69 (2006), 309-317.
- LINCOLN, T. M., N. DEY und H. SELLACK. „cGMP dependent protein kinase signalling mechanisms in smooth muscle: from the regulation of tone to gene expression“, *Journal of Applied Physiology* 91 (2001), 1421-1430.
- MILLER, M. K., M. L. BANG, C. C. WITT, D. LABEIT, C. TROMBITAS, K. WATANABE, H. GRANZIER, A. S. MCELHINNY, C. C. GEORGIO und S. LABEIT. „The muscle ankyrin repeat proteins: CARP, ankrd2 and DARP as a family of titin-filament based stress response molecules“, *Journal of Molecular Biology* 333 (2003), 951-964.
- NEET, K. E. und J. C. LEE. „Biophysical characterization of proteins in the post-genomic era of proteomics“, *Molecular and Cellular Proteomics* 1 (2002), 415-420.
- SERAPHIN, B. „Identification of transiently interacting proteins and of stable protein complexes“, *Advances in Protein Chemistry* 61 (2002), 99-117.
- WEBER, N. C., B. PRECKEL und W. SCHLACK. „The effect of anaesthetics on the myocardium – new insights into myocardial protection“, *European Journal of Anaesthesiology* 22 (2005), 647-657.

**Zentrale wissenschaftliche
Einrichtungen der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

**Humanwissenschaftlich-Medizinisches
Forschungszentrum**

DIETER BIRNBACHER

**Das Humanwissenschaftlich-Medizinische
Forschungszentrum der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf**

Die Idee zur Gründung eines Humanwissenschaftlich-Medizinischen Forschungszentrums (HMFZ) geht auf das Jahr 2000 zurück. Bereits zu diesem Zeitpunkt entwickelte Univ.-Prof. Dr. Dr. Labisch, damals Dekan der Medizinischen Fakultät, die Konzeption eines Verbundes von Forschern, die Fragen im Schnittbereich von Medizin sowie Geistes- und Sozialwissenschaften bearbeiten und dabei auf die Kooperation mit Nachbardisziplinen angewiesen sind. In einem Entwurfspapier vom 30. November 2000 werden die möglichen Aufgabenstellungen eines solchen Forschungszentrums umrissen: wissenschaftliche Dienstleistung, Fort- und Weiterbildung, Beratung der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät, humanwissenschaftliche Begleitforschung zu neueren medizinischen Forschungsergebnissen, Dokumentation und Information. Die Weiterentwicklung dieses Konzepts durch eine im Herbst 2000 eingesetzte Arbeitsgruppe orientierte sich vor allem an dem seit 1991 erfolgreich arbeitenden Biologisch-Medizinischen Forschungszentrum (BMFZ). Wie das BMFZ im Überschneidungsbereich von Medizin und Naturwissenschaften sollte das HMFZ laufende Forschungen im Überschneidungsbereich von Medizin und Humanwissenschaften miteinander vernetzen, zu weiteren Kooperationen anregen und die Vorbereitung von interdisziplinären Forschungsanträgen finanziell unterstützen. Wie das BMFZ sollte auch das HMFZ unmittelbar dem Rektorat zugeordnet sein.

Ganz von ungefähr kam die Idee zu einem HMFZ nicht. Denn unmittelbar vorher waren unabhängig voneinander verschiedene Aktivitäten im Grenzbereich zwischen Medizin und Humanwissenschaften aufgenommen worden. Dazu gehörten die auf eine Initiative von Univ.-Prof. Dr. Dr. Labisch und Dr. Paul vom Institut für die Geschichte der Medizin zurückgehende Ringvorlesung „Ethik in der Medizin“, die inzwischen unter dem Namen „Gisela-Heidenreich-Vorlesungen“ zu einer festen Institution geworden ist, das 1999 gegründete „Institut für Rechtsfragen der Medizin“ der Juristischen Fakultät sowie die umfangreiche Vorbereitung eines fakultätsübergreifenden Sonderforschungsbereichsantrags „Hereditäre Tumorerkrankungen“, unter Federführung der Gynäkologie und unter Beteiligung von Vertretern aller fünf Fakultäten. Obwohl dem Antrag kein Erfolg beschieden war, hatte er doch immerhin das Gute, zum ersten Mal das Ausmaß deutlich zu machen, in dem sich Wissenschaftler der unterschiedlichsten Fächer mit Problemen im Umkreis der modernen Medizin unabhängig voneinander auseinandersetzen.

An die Öffentlichkeit trat das HMFZ – im Vorgriff auf seine spätere offizielle Gründung – zum ersten Mal mit einer interdisziplinären Tagung zum Thema „Patientenverfü-

gungen“, und zwar im Rahmen des Tages der Forschung am 14. November 2004. Beteiligt an dieser Veranstaltung waren Vertreter der Medizin, der Klinikseelsorge, der Philosophie und der Rechtswissenschaft. Im Dezember 2005 wurde dann schließlich eine Verwaltungs- und Benutzungsordnung erlassen und ein Gründungsvorstand eingesetzt, in dem alle fünf Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität vertreten sind. Zum Vorsitzenden wurde Univ.-Prof. Dr. Birnbacher (Philosophische Fakultät) bestimmt, zur stellvertretenden Vorsitzenden Univ.-Prof. Dr. Stoerig (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät), zu weiteren Vorstandsmitgliedern Univ.-Prof. Dr. Frister (Juristische Fakultät), Univ.-Prof. Dr. Vögele (Medizinische Fakultät) und Univ.-Prof. Dr. Wagner (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät). Alle Vorstandsmitglieder wurden von der konstituierenden Mitgliederversammlung am 21. April 2006 bestätigt. Dem HMFZ gehören nunmehr 36 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an, davon 14 aus der Medizinischen Fakultät, 14 aus der Philosophischen Fakultät, drei aus der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, zwei aus der Juristischen Fakultät, ein Kollege aus der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät und ein Kollege aus dem Rektorat.

Unter den Aufgabenstellungen des HMFZ werden die folgenden in den nächsten Jahren im Vordergrund stehen:

1. Die Anregung und finanzielle Förderung von fachübergreifenden Projekten zu Themen im Umkreis der modernen Medizin.
2. Die jährliche Veranstaltung einer gemeinsamen Tagung bzw. Vorlesungsreihe zu einem fachübergreifenden Thema von allgemeinem Interesse.
3. Die Verbesserung der Informationsbasis für fachübergreifende Projekte im Bereich der Ethik der Medizin.

Im September 2006 lagen dem Vorstand des HMFZ insgesamt fünf Anträge von Mitgliedern auf Projektförderung vor, von denen drei genehmigt, einer nicht genehmigt und einer mit der Aufforderung zu Präzisierungen zurückgestellt wurden. Außerdem wurde mit der Vorbereitung zweier Veranstaltungen begonnen, durch die das HMFZ nach außen hin sichtbar werden soll: ein „Auftaktsymposion“ mit dem Titel „Wer darf überleben? Der Streit um die Verteilungskriterien für Organtransplantate“, das sich mit den medizinischen, ethischen und juristischen Fragen im Zusammenhang mit der Verteilung von Organen befassen soll, sowie eine öffentliche interdisziplinäre Ringvorlesung „Zwei Geschlechter. Von den biologischen Grundlagen zu den Folgen für Individuum und Gesellschaft“ im Sommersemester 2007.

**DIETER BIRNBACHER und LEONORE
KOTTJE-BIRNBACHER**

**Ethische Fragen bei der Behandlung von Patienten
mit Persönlichkeitsstörungen**

Einleitung

Aus mehreren Gründen fordert die Behandlung von Patienten mit Persönlichkeitsstörungen in besonderer Weise die moralische Urteilskraft und die ethische Reflexion des Therapeuten heraus.

Erstens sieht sich der Therapeut bei diesen Behandlungen immer wieder vor die letztlich nur moralisch zu beantwortende Frage gestellt, wie er ein Gleichgewicht finden kann in dem Dilemma von oftmals unersättlichen Ansprüchen der Patienten und seinen eigenen Belastungsgrenzen. Einerseits haben diese Patienten unter anderem aufgrund ihres subjektiven Leidens einen besonders vordringlichen Anspruch auf therapeutische Hilfe. Andererseits sieht sich der Therapeut oftmals durch diese Patienten überfordert. Es ist ja keineswegs zufällig, dass diese Patienten gelegentlich Mühe haben, einen Behandlungsplatz zu finden, und dass es sich niedergelassene Therapeuten, die sich ihre Patienten aussuchen können, vielfach bequem machen und zugunsten ihrer eigenen seelischen Balance – etwa nach dem Motto „Nicht mehr als zwei Borderliner gleichzeitig“ – Behandlungsplätze rationieren. Mit ihren intensiven Sehnsüchten, angenommen zu werden, ihrer Unfähigkeit zu erkennen, wie sie auf andere wirken, ihren heftigen Ängsten und Unterstellungen negativer Intentionen sind sie für andere immens anstrengend. Patienten mit Persönlichkeitsstörungen weisen verstärkt Merkmale auf, die nach Umfragen von ihren Therapeuten als „schwierig“ empfunden werden, darunter Merkmale wie oral-forderndes oder vorwurfsvoll-entwertendes Verhalten, starke Regressionstendenzen, eine persistierende Idealisierungsneigung, negative therapeutische Reaktionen, Suizidalität oder die Tendenz, in der Therapie konstant zu schweigen¹

Zweitens gibt sich der Therapeut bei der Behandlung dieser Patienten in eine moralisch in besonderer Weise heikle Situation. Wegen der Ich-Schwäche dieser Patienten und der damit verbundenen erhöhten Abhängigkeit vom Therapeuten verfügt der Therapeut bei diesen Patienten über eine noch weiter gehende Machtfülle als sonst. Er ist dem Patienten nicht nur durch sein professionelles Wissen, sondern auch durch seine Ich-Stärke überlegen. Er bestimmt nicht nur darüber, welche Behandlungsbedingungen und Interventionsstrategien sinnvoll sind, sondern entscheidet aufgrund seiner klareren Realitätssicht auch darüber, wie die jeweilige Situation zu verstehen ist. Die Realitätssicht dieser Patienten ist in der Regel erheblich verzerrt. Charakteristisch für Patienten mit Persönlichkeitsstörungen sind Ich-Funktionsdefizite und wenig differenzierte Abwehrmechanismen.

¹ Vgl. Reimer (1991a: 174f.).

Die wichtigen Dimensionen der Realitätswahrnehmung und -prüfung, der Selbstwertregulation und der Affektmodulation mit Angst- und Frustrationstoleranz und Impulskontrolle sind nicht verlässlich verfügbar. Es dominieren Abwehrmechanismen, die die innere Welt auf Kosten des Realitätskontakts stabilisieren, wie Spaltung, Projektion, projektive Identifikation, Verleugnung, Idealisierung und Entwertung. Alle diese Faktoren führen dazu, dass Patienten mit Persönlichkeitsstörungen große Mühe haben, sich in der Welt zu orientieren und stabile Beziehungen zu gestalten und aufrechtzuerhalten.

Drittens zeigt die Erfahrung, dass Patienten mit Persönlichkeitsstörungen ihren Therapeuten in höherem Maße als andere Patienten eine Auseinandersetzung mit den eigenen Normen und Werten aufzwingen. Ihr Gewissen weicht von dem des Therapeuten gewöhnlich erheblich ab („rigides archaisches Über-Ich“ oder „defizitäres Über-Ich“), und auch wenn der Therapeut sein eigenes als gesünder empfindet, kann er doch kaum vermeiden, sich einerseits durch streng perfektionistische Forderungen in Frage gestellt und andererseits durch Wissenslücken, die ein Verhalten zulassen, das er sich selbst verbieten würde, verführt zu fühlen. Die abweichenden Maßstäbe des Patienten werden damit für den Therapeuten zu einer Herausforderung, seine eigenen Maßstäbe zu definieren und sich ihrer „Normalität“ durch Gründe zu vergewissern.

Das Vier-Prinzipien-Modell

Die amerikanischen Ethiker Tom Beauchamp und James Childress (1979) gehen in ihrem pragmatischen Ansatz einer Medizinethik von einem Quartett von Prinzipien aus:

1. dem Prinzip der Nichtschädigung (*non-malificence*),
2. dem Prinzip der Fürsorge (*beneficence*),
3. dem Prinzip der Respektierung von Selbstbestimmung (*autonomy*) und
4. dem Prinzip der Gerechtigkeit und Gleichheit (*justice*).

Der entscheidende Vorzug dieses so genannten Vier-Prinzipien-Modells ist, dass sich die Ethiker aller unterschiedlichen weltanschaulichen und philosophischen Ausgangspunkte über die Relevanz dieser Prinzipien für die Beurteilung moralischer Problemsituationen einig sind. Worin sie sich weniger einig sind, ist die Frage, welches relative Gewicht den verschiedenen Prinzipien jeweils zukommt und welches in Konfliktfällen Vorrang genießt. Die vier Prinzipien etablieren also „*Prima-facie*-Verpflichtungen“, die gegeneinander abgewogen werden müssen, um zu einem für eine konkrete Situation richtigen Ergebnis zu kommen.

Das *Prinzip der Nichtschädigung* verbietet, anderen Schaden an Leib, Leben oder Eigentum zuzufügen oder sie in diesen Hinsichten hohen Risiken auszusetzen. Es ist das unbestrittenste und schlechthin zentrale Prinzip nicht nur der ärztlichen Ethik (*primum non nocere*), sondern jeder Ethik überhaupt.

Das *Prinzip der Fürsorge* schließt an das Prinzip der Nichtschädigung an, geht jedoch in dreifacher Weise darüber hinaus: Während das Prinzip der Nichtschädigung lediglich die Unterlassung von Schädigungen (und Gefährdungen) gebietet, gebietet das Prinzip der Fürsorge die *Verhinderung von Schäden*, die *Beseitigung* oder *Linderung von Schäden* sowie (auch da, wo keine Schäden vorliegen oder zu befürchten sind) die *Verbesserung der Situation* anderer.

Das *Prinzip der Respektierung von Selbstbestimmung* meint die Achtung vor den Lebensplänen, Idealen, Zielen und Wünschen anderer, mögen diese auch mehr oder weniger unnachvollziehbar, abwegig oder moralisch bedenklich erscheinen. Dass der Wille anderer geachtet wird – gleichgültig, ob er seinerseits selbst- oder fremdbestimmt, rational oder affektgeleitet ist – und nicht einer wie immer gut gemeinten Fremdbestimmung unterworfen wird, ist eine Bedingung dafür, dass jeder Herr seines eigenen Lebens bleibt.

Das *Prinzip der Gerechtigkeit und Gleichheit* ist inhaltlich am offensten und bedarf am meisten der Ausfüllung durch konkretere (und kontroversere) Prinzipien. Als allgemein anerkanntes Prinzip kann aber zumindest das Prinzip der „formalen“ Gleichheit gelten, nach dem in relevanten Hinsichten ähnliche Fälle ähnlich beurteilt und behandelt werden müssen, und das Prinzip der Fairness, nach dem (außer bei besonderer Bedürftigkeit) bei gemeinschaftlichen Aktivitäten zwischen Geben und Nehmen ein Gleichgewicht herrschen sollte.

Von Kitchener (1984) wurde für den Bereich der Psychologie und Psychotherapie dem Vier-Prinzipien-Schema noch ein *fünftes* Prinzip hinzugefügt, nämlich das *Prinzip der Loyalität (fidelity)*, das die Schweigepflicht, die Pflicht zur Wahrhaftigkeit dem Patienten gegenüber und die Bereitschaft, für einen einmal angenommenen Patienten bevorzugt zur Verfügung zu stehen, beinhaltet.

Wie gestaltet sich die Umsetzung der angegebenen Prinzipien in der therapeutischen Praxis?

Die Umsetzung dieser Prinzipien in der therapeutischen Praxis vollzieht sich in vier Schritten:

1. *Situationsklärung*: Ein erster Schritt besteht darin, die Situation hinsichtlich aller für die ethische Beurteilung möglicherweise relevanten Sachdimensionen zu klären: Welche Störung liegt vor? Welche Prognose ist dem Patienten zu stellen? Welche Behandlungsoptionen existieren? Welche ist angesichts der besonderen Konstellation Erfolg versprechend? Welcher Aufwand ist dafür von Seiten des Patienten, aber auch von Seiten des Therapeuten zu erbringen? Mit welchen Komplikationen und Nebenwirkungen ist zu rechnen?
2. *Identifikation moralischer Problembereiche*: Im zweiten Schritt gilt es, die moralischen Problem- und Konfliktbereiche zu identifizieren, und zwar anhand der durch die fünf Prinzipien vorgegebenen Leitbegriffe: In welchen Hinsichten könnte die Therapie für den Patienten schädliche Auswirkungen haben? Durch welches therapeutische Vorgehen könnte das Schadensrisiko gemindert oder minimiert werden? Sprechen Gesichtspunkte der Fürsorge für ein gewisses Maß an paternalistischer Bevormundung? Ist die angeratene Vorgehensweise angesichts der Therapieziele sinnvoll? Habe ich bei der Wahl des Vorgehens meine eigenen Möglichkeiten und Grenzen berücksichtigt? Wie kann das Selbstbestimmungsrecht des Patienten gewahrt werden? Was weiß ich über das Wertesystem und die Einstellungen des Patienten? Ist der Patient an der Formulierung und Festlegung der Therapieziele angemessen beteiligt oder dränge ich dem Patienten eventuell eine Behandlung auf, die er nicht will oder deren Chancen und Risiken er unzureichend reflektiert hat? Wieweit sollte und kann die Entscheidung dem

Patienten überlassen werden? Ist die Behandlung unter Gesichtspunkten der Gerechtigkeit und Gleichheit vertretbar, oder stellt sie eine Über- oder Unterversorgung dar? Bin ich von meiner persönlichen Situation und von meinem Arbeitskontext her fähig und bereit, dem Patienten gegenüber die erforderliche Loyalität zu gewährleisten?

3. *Abwägen der eventuell widerstreitenden moralischen Verpflichtungen:* In einem dritten Schritt ist dann die schwierigste und am stärksten von subjektiven Faktoren geprägte Aufgabe zu bewältigen: die Abwägung der möglicherweise miteinander im Konflikt liegenden moralischen Gesichtspunkte gegeneinander. Häufig bestehen Konflikte insbesondere zwischen dem Fürsorgeprinzip und dem Prinzip der Respektierung von Selbstbestimmung. Wie weit ist in der gegebenen Situation ein paternalistisches Vorgehen berechtigt oder sogar erforderlich, das das Selbstbestimmungsrecht des Patienten zugunsten seines langfristigen Interesses verletzt? Liegen Bedingungen vor, die eine Verletzung der Pflichten aus dem Gebot der Loyalität (z. B. des Schweigegebots) rechtfertigen? Sind die Belastungen, die die Therapie dem Patienten auferlegt, angesichts der Erfolgsaussichten vertretbar?

Bei Abwägungen dieser Art geht es darum, eine Vorgehensweise zu finden, für die die ethische „Kosten-Nutzen-Rechnung“ möglichst positiv ausfällt. Als „Nutzen“ zählt dabei das Ausmaß, in dem die fünf Prinzipien erfüllt, als „Kosten“ das Ausmaß, in dem das eine oder andere dieser Prinzipien verletzt wird. Dabei kommt zu den Normverletzungen aber noch eine zusätzliche Kostendimension hinzu, nämlich die Belastungen, die ein bestimmtes Vorgehen für den Therapeuten selbst bedeutet. Der Therapeut hat nicht nur Pflichten, er hat auch Rechte, insbesondere das Recht, sich nicht alles zumuten lassen zu müssen. Er wird deshalb auch das, was ihn höchstpersönlich die Behandlung des Patienten an psychischer Energie, an Wohlbefinden, an materiellem Verzicht und an Belastung der Beziehung zu Kollegen „kostet“, in seine Erwägungen einbeziehen. Es ist schwierig, wenn nicht unmöglich, für diese Abwägung einen allgemeinverbindlichen Maßstab anzugeben. Aber durch solche Überlegungen (die man möglichst in Supervisionsgruppen miteinander anstellen sollte, um verschiedene Sichtweisen zusammenzutragen und zu diskutieren) wird die moralische Intuition geschärft und der Umgang mit den *prima facie* relevanten Prinzipien eingeübt.

4. *Realisierung:* Der letzte und entscheidende Schritt ist die Umsetzung der gefundenen Lösung in die Praxis. Dazu gehört Festigkeit wie Flexibilität – die Fähigkeit und Bereitschaft, das einmal gefundene Konzept zu praktizieren und daran festzuhalten, zugleich aber auch, bei neuen Erfahrungen und Überlegungen für Revisionen und Modifikationen offen zu sein. Der Schritt der Umsetzung scheint in der Praxis immer wieder Schwierigkeiten zu machen: In Umfragen geben 60 Prozent der praktizierenden Therapeuten zu, in ihrem Berufsalltag von Zeit zu Zeit gegen Gesetze oder ethische Prinzipien zu verstoßen.² Die bloße Kenntnis ethischer Regeln reicht offensichtlich nicht, um ihre Einhaltung zu gewährleisten.

Im Folgenden seien die ethischen Forderungen an das Therapeutenverhalten, die sich aus den angegebenen Prinzipien ergeben, im Einzelnen diskutiert.

² Vgl. Bersoff (1995: 66).

Nichtschädigung

Persönlichkeitsgestörte Patienten haben ein höheres Risiko als andere, durch eine Psychotherapie geschädigt zu werden. Indem sie ihre Therapeuten mehr als andere Patienten provozieren und belasten, besteht eine erhöhte Gefahr für unbedachte und schädigende Gegenübertragungsreaktionen. Dazu gehören aggressive Äußerungen, Versuche, den Patienten abzuschieben oder zu degradieren, masochistische Unterwerfung, Gegenagieren aus Angst vor Identitätsverlust oder eine Wiederauflage der ursprünglichen pathogenen Beziehung zwischen dem Patienten und einem Elternteil in der Psychotherapie.³ Wegen ihrer mangelnden Fähigkeit, sich in die Situation anderer einzufühlen, erwarten z. B. viele dieser Patienten vom Therapeuten, bei Bedarf immer für sie zur Verfügung zu stehen, und erleben jede Abgrenzung als Im-Stich-Lassen, Egoismus und Verrat. Auch starke Regressionstendenzen können auf Helfer provozierend wirken, besonders wenn diese selbst nicht im Gleichgewicht sind, sondern sich chronisch überlasten. Vorwurfsvoll-entwertendes Patientenverhalten weckt regelmäßig starke Gegenübertragungsgefühle. Es ist anstrengend, die sadistischen Projektionen von Patienten anzunehmen und die dabei ausgelösten Ohnmachts- und Versagensgefühle oder Wut und Bestrafungswünsche zu zügeln. Umgekehrt kann die Neigung, den Therapeuten zu idealisieren und depressive oder aggressive Gefühle aus der therapeutischen Beziehung herauszuhalten, bei Therapeuten, die sich gern idealisieren lassen, zu länger dauernden kollusiven Beziehungen führen – mit anschließender massiver Enttäuschung des Patienten, weil die Therapie nichts gebracht hat. Suizidalität schließlich setzt alle Therapeuten unter Druck wegen der Endgültigkeit des möglichen Todes und der Frage der inneren und äußeren therapeutischen Verantwortung.

Zu Schädigungen kommt es vor allem

1. durch *Unfähigkeit, mit dem massiven Übertragungsdruck angemessen umzugehen*. Wenn hier keine gute Dosierung und Verarbeitung gelingt, sondern der Therapeut aus eigener emotionaler Bedrängnis heraus in eine hilflose Position gerät, kann es dem Patienten nach der Behandlung schlechter gehen als vorher;
2. durch *falsche Einschätzung der Belastbarkeit und Eigenverantwortlichkeit des Patienten*. Vielfach wird eine Suizidgefährdung oder einsetzende Regression übersehen oder die Tragfähigkeit der therapeutischen Beziehung überschätzt;
3. durch *ungenügende Reflexion der eigenen Gegenübertragung und dem daraus entstehendem Mit- oder Gegenagieren*. Projektionen und projektive Identifikationen führen vielfach zu Kollusionen und Polarisierungen. Bei konkordanter Gegenübertragung kommt es zu unreflektierter Identifikation mit heftiger Parteinahme für den Patienten, entsprechender Wut auf Eltern, Chef oder Partner, moralischer Verurteilung und eventuell direkter Ermunterung des Patienten, sich gegen diese zu wehren (mit dem Risiko, durch das eigene Mitagieren das gesamte Umfeld des Patienten zu schädigen). Bei komplementärer Gegenübertragung kommt es zu unreflektiertem Agieren von Wiedergutmachtungswünschen oder von Ärgerreaktionen. Spürt der Therapeut im Patienten das leidende Kind, möchte er es gut versorgen und ihm bieten, was es braucht. Das führt leicht zu Selbstüberforderung und Überfürsorglichkeit, die den Patienten in einer passiven Position hält. Verhält sich der Patient dagegen provozierend und selbst-

³ Vgl. Rohde-Dachser (1979: 187f.).

destruktiv wie ein enttäushtes, wütendes Kind, besteht die Gefahr, dass der Therapeut aggressiv die Position der „bösen Eltern“ übernimmt.

Je nach dem Verhalten des Therapeuten entwickeln sich Patienten sehr unterschiedlich: Gesundheit und Krankheit, Progression und Regression entstehen als Wechselwirkung in der Behandlung, und es ist die professionelle Pflicht des Therapeuten, sich genügend fortzubilden und sich zumindest zu bemühen, den Patienten ein Angebot zu machen, bei dem sie sich gesund entwickeln können;

4. durch *Grenzverletzungen*. Am wichtigsten ist hier der *narzisstische und sexuelle Missbrauch* von Patienten innerhalb von Psychotherapien. Die Häufigkeit dieser schädigenden Grenzverletzungen ist erschreckend – etwa zehn Prozent der Therapeuten gaben in Befragungen zu, schon einmal mit Patienten eine sexuelle Beziehung gehabt zu haben⁴ –, aber auch der beteiligte Täterkreis. Es handelt sich weitgehend nicht um Berufsanfänger, sondern in der Mehrzahl um gut ausgebildete und beruflich gut etablierte Therapeuten, darunter etliche Lehranalytiker und Ausbilder. Es sind in der Mehrzahl Wiederholungstäter mit besonderer Anfälligkeit durch Persönlichkeitsstruktur, Lebenskrisen, mangelnde Selbstdisziplin und ethische Verankerung. In der Literatur⁵ sind das allmähliche Abgleiten der therapeutischen Beziehung in eine Beziehung, in der es vor allem um die Befriedigung der Bedürfnisse des Therapeuten geht, und das Leid, das dadurch für die betroffenen Patientinnen entsteht, prototypisch dargestellt.

Auch bei der *Behandlung von Kindern und Jugendlichen*, besonders wenn es um Kindesmissbrauch und Kindesmisshandlung geht, sind Grenzverletzungen durch Therapeuten und andere Helfer in Form von unüberlegtem, die Selbstbestimmung und Eigenarten der Patienten zu wenig achtendem Verhalten nicht selten. Übermäßige Betroffenheit oder Überidentifikation mit dem Kind führen zu vorschnellem Handeln, das weniger den Bedürfnissen des Kindes entspricht als dem eigenen Bedürfnis, etwas zu verändern. Eine professionelle Haltung dagegen sollte die Ambivalenz aller Familienmitglieder zwischen dem Wunsch nach Veränderung und der Angst vor dem Zerbersten der Familie berücksichtigen.⁶

Um Schädigungen nach Möglichkeit zu vermeiden, sollte jeder Therapeut sich um *ausreichende Fortbildung und Super- und Intervision* bemühen. Gerade Super- und Intervision sind wichtig, da der Austausch mit Kollegen, die nicht in die therapeutische Situation involviert sind, eine emotionale Distanzierung und einen klareren Blick ermöglichen. Zusammen mit daraus entstehenden neuen Ideen für die Behandlung ist das ein Weg zu konstruktiverer Weiterarbeit.

Nicht nur der Patient selbst kann durch eine Behandlung geschädigt werden, sondern auch Dritte, besonders Angehörige des Patienten. Durch das Hinzutreten des Therapeuten verändert sich die Balance in seinen sonstigen Beziehungen.⁷ Der Patient kann den Therapeuten als Verbündeten empfinden und sich dadurch offener und eventuell aggressiver mit seinen Eltern oder seinem Partner auseinandersetzen; oder er kann den Therapeuten idealisieren und seine Angehörigen verteufeln; oder er kann neue Sichtweisen in die Familie

⁴ Vgl. Heyne (1999: 68) und Reimer (1991b: 130).

⁵ Vgl. Heyne (1991), Reimer (1991b), Löwer-Hirsch (1998) und Heyne (1999).

⁶ Vgl. Hirsch (3 1994).

⁷ Vgl. Rohde-Dachser (1981).

einführen und Tabus brechen. Das alles kann zu erheblichem Aufruhr in den Familien und auch zu Erkrankungen von Angehörigen führen.⁸

Ethisch schwierige Fragen entstehen für den Therapeuten, wenn er über Patienten von gravierenden *Behandlungsfehlern seiner Kollegen* erfährt. Er muss dann abwägen, wie weit der Bericht zutrifft und ob er etwas tun sollte, wobei die allgemeine Loyalität Kollegen gegenüber (man will kein Nestbeschmutzer sein) und der spezielle Kontakt zu dem fraglichen Kollegen die Umsetzung eines als ethisch wünschenswert angesehenen Schritts erschweren. Daher ist die Versuchung groß, nur die Folgeprobleme des Patienten zu bearbeiten, ohne sich anderweitig in die Situation einzumischen. In einer amerikanischen Studie wurden Psychotherapeuten zu verschiedenen ethischen Problemsituationen Multiple-Choice-Antworten zur Auswahl vorgelegt.⁹ Eine Frage lautete: Was soll man tun, wenn eine Patientin berichtet, dass es ihr ganz schlecht geht, weil ihr voriger Therapeut eine sexuelle Beziehung zu ihr aufgenommen und dann abgebrochen hat, und dies die dritte Patientin ist, von der man von einem sexuellen Übergriff dieses Kollegen hört? Darauf antworteten zehn Prozent der befragten Therapeuten, man solle den Ärger der Patientin diskutieren, aber nicht auf die berufsethischen Standards zu sprechen kommen; 18 Prozent meinten, man solle den früheren Therapeuten anrufen und ihm sagen, dass das über ihn berichtete Verhalten nicht mit den Ethikrichtlinien vereinbar sei; 57 Prozent meinten, man solle der Patientin sagen, dass sie bei dem Ethikkomitee oder der Approbationsbehörde Beschwerde einlegen könne; 14 Prozent meinten, sie würden selbst gegen diesen Kollegen eine Ethikbeschwerde erheben.

Fürsorge

Das Prinzip der Fürsorge verlangt die *Verhinderung von Schäden*, die *Beseitigung* oder *Linderung von Schäden* und die *Verbesserung der Situation anderer*. Damit die Psychotherapie effektiv zur Verbesserung des Befindens des Patienten beitragen kann, sollte sich der Therapeut bei der Übernahme einer Behandlung überlegen, ob der Patient gut beraten ist, wenn er mit seinem Problem zu ihm kommt, oder ob er besser zu einem Kollegen geht, der einen anderen, in diesem Fall vielleicht besser indizierten therapeutischen Ansatz vertritt. Er sollte den Patienten in dessen eigenem besten Interesse beraten und dabei die Grenzen des eigenen fachlichen Könnens und der eigenen fachlichen Orientierung bedenken. Ferner sollte er mit ihm realistische Therapieziele vereinbaren, die der vom Patienten gewünschten Zieltiefe entsprechen und die zeitliche Limitierung der Therapie sowie seine tatsächlichen Lebensverhältnisse berücksichtigen. Schließlich sollte er Setting und Beziehungsangebot hinsichtlich Frequenz, Dauer, Regressionstiefe und Einbeziehung spezifischer Interventionsformen so gestalten, dass es auf die spezifischen Bedürfnisse des Patienten abgestimmt ist und seine Weiterentwicklung möglichst fördert.¹⁰ Jedes Setting – Einzel-, Gruppen- oder Familientherapie, ambulant oder stationär, hochfrequent oder niederfrequent – eröffnet spezifische Möglichkeiten, lädt zur Darstellung bestimmter Probleme

⁸ Vgl. Kottje-Birnbacher und Birnbacher (1995).

⁹ Vgl. Leonard *et al.* (1995).

¹⁰ Vgl. Grawe (1995).

me ein, spricht bestimmte kognitive und emotionale Potenziale an und birgt bestimmte, vorher zu bedenkende Risiken.¹¹

Der Therapeut ist nach dem Prinzip der Fürsorge verantwortlich für ein *professionell akzeptables therapeutisches Angebot* und muss dabei die Grenzen der Therapie – verfügbare Arbeitszeit, Lebensbedingungen und strukturelle oder konflikthafte Einschränkungen des Patienten – und die Therapieziele im Auge behalten. Störend können sich hier sowohl fachliche als auch persönlichkeitsbedingte Unzulänglichkeiten auswirken. Fachliche Unzulänglichkeiten sind meist die Folge ungenügender Aus- und Weiterbildung, denn Erfahrungs- und Informationsdefizite führen zu Fehleinschätzungen und unzweckmäßigem Vorgehen. Persönlichkeitsbedingte Unzulänglichkeiten sind die neurotischen Tendenzen des Therapeuten, die trotz der Bearbeitung in der Selbsterfahrung nicht genügend verändert werden konnten und in den Therapien zu Gegenagieren, defensiven Abwehrarrangements und Kollusionen mit dem Patienten führen, wofür die Struktur der therapeutischen Situation vielfältige Verführungs- und Gefahrenmomente bereithält. So können etwa eigene Nähe-Distanz-Probleme des Therapeuten eine engagierte, aber klar abgegrenzte therapeutische Beziehung erschweren. Wenig produktiv und damit wenig fürsorglich ist oft auch eine zu starke Identifikation mit dem Patienten. Der Wunsch, den Patienten gut zu verstehen, kann dann zur Ausblendung „störender“ Aspekte führen und so die Wahrnehmung und Bearbeitung unangenehmer Realitäten, illusionärer Hoffnungen, negativer Gefühle und Übertragungsanteile verhindern.

Respektierung von Selbstbestimmung

Das Prinzip der Respektierung von Selbstbestimmung meint die Achtung vor den Lebensplänen, Idealen, Zielen und Wünschen anderer, auch wenn man sie nicht teilt. Das Selbstbestimmungsrecht des Patienten impliziert vor allem seine Freiheit, ein Therapieangebot auszuschlagen und eine aufgenommene Therapie abzubrechen. Ethisch und rechtlich ist für die Aufnahme und Weiterführung einer Therapie immer der *informed consent* des Patienten notwendig. Der Therapeut muss dem Patienten genau erklären, welche Art Behandlung er ihm empfiehlt, wie die Rahmenbedingungen und das Setting aussehen sollen, welche positiven Wirkungen zu erwarten sind, welche Risiken auftreten können und welche Alternativen zur vorgeschlagenen Behandlung existieren. Durch eine klare und explizite Vereinbarung von Zielen, Regeln und Settingbedingungen wird die Situation für beide Beteiligten transparent und verlässlich, was für beide einen Schutz bedeutet.¹²

Bei der Vereinbarung der Therapieziele ist wichtig, dass der Therapeut gelernt hat, klar zwischen *Zielen* und *Mitteln* zu unterscheiden.¹³ Experte ist er nur hinsichtlich der Mittel (der einzusetzenden Verfahren), nicht hinsichtlich der Ziele der Therapie. Der Patient muss sich darauf verlassen können, dass der Therapeut keine anderen als die Ziele, in die er zu Anfang eingewilligt hat, verfolgt, und zwar auch dann, wenn der Therapeut die mit dem Patienten abgestimmten Ziele aufgrund abweichender Überzeugungen oder Präferenzen nur unvollkommen teilt. Gegenüber Werten und Überzeugungen des Patienten sollte der Therapeut normalerweise technische Neutralität wahren. Falls die Werte erheblich diver-

¹¹ Vgl. Fürstenau (1992).

¹² Vgl. Kernberg (1978).

¹³ Vgl. Kottje-Birnbacher und Birnbacher (1999).

gieren, kann eine Zusammenarbeit schwierig sein und sich aus Gründen der Fürsorge für den Patienten verbieten. Bei ausgesprochen antisozialen Normen wiederum wird eine Diskussion der Werte notwendiger Bestandteil der Therapie sein, etwa bei einem überzeugten Skinhead, dem das Leben und Wohlbefinden anderer völlig gleichgültig sind und der die Welt so „beschissen“ findet, dass es überhaupt nicht darauf ankommt, wie man sich in ihr verhält.

Bei der Behandlung persönlichkeitsgestörter Patienten besteht gelegentlich die Notwendigkeit massiver paternalistischer Eingriffe in deren Autonomie, z. B. die vorübergehende Einweisung in eine Klinik oder im Extremfall die Fixierung. Diese sind immer dann ethisch gerechtfertigt, wenn der Patient in der aktuellen Situation über zu wenig Möglichkeiten der Selbstverantwortung, Selbststeuerung und Selbstfürsorge verfügt und durch seine aggressiven oder selbstdestruktiven Impulse sich selbst oder anderen gefährlich wird. Schützende Grenzen zu setzen ist dann ein Element der Fürsorge für den Patienten.¹⁴

Gerechtigkeit und Gleichheit

Die allgemeine Versorgungsverpflichtung mit dem Anspruch jedes Patienten auf gleichen Zugang zu Behandlungsmöglichkeiten lässt sich im Bereich der ambulanten Versorgung mangels Nachweis- und Sanktionsmöglichkeiten praktisch kaum durchsetzen. Schwierige Patienten haben schlechtere Chancen, und Patienten, die angenehm im Umgang, flexibel in ihrer Zeitgestaltung und gut versichert sind, finden immer leichter einen Therapieplatz als andere. Angesichts der im Allgemeinen höheren Therapiebedürftigkeit der schwierigeren Patienten ist damit die Verteilungsgerechtigkeit gleich doppelt verletzt. Aber natürlich gibt es auch für jeden Therapeuten legitime Grenzen der Zumutbarkeit: Idealnormen sind wichtig als Orientierungsmarken und für das eigene Selbstverständnis, lassen sich aber nur begrenzt in die Praxis umsetzen. Sinnvolle Praxisnormen müssen auch Aspekte wie Zumutbarkeit und Durchsetzbarkeit berücksichtigen. Eine unüberschreitbare Grenze der Zumutbarkeit ist die körperliche und psychische Integrität: Fühlt man sich von einem Patienten körperlich bedroht, kann man kaum mit ihm therapeutisch arbeiten.¹⁵ Dasselbe gilt, wenn man von ihm stärker provoziert wird, als man im Stande ist, kognitiv und emotional zu verarbeiten, obwohl man Hilfe durch Supervisions- und Interventionsgruppen in Anspruch genommen hat. Therapieabbrüche wiederum haben belastende Nachwirkungen für alle Beteiligten. Insofern ist der Vorbehalt gegen die Übernahme besonders schwieriger Patienten durchaus nachvollziehbar, sollte jedoch von jedem Therapeuten mit seiner allgemeinen Versorgungsverpflichtung abgeglichen werden. Im Endeffekt sollte jeder bereit sein, seinen Anteil an schwierigen Behandlungen zu übernehmen, damit diese sich auf viele Schultern verteilen. Was ein fairer Anteil ist, ist natürlich schwer allgemein festzulegen. Zu hoffen ist auf eine Verfeinerung der moralischen Sensibilität durch den Austausch unter Kollegen. Daher sollten ethische Fragen anhand der in der Praxis anliegenden Entscheidungsprobleme in Supervisions- und Interventionsgruppen regelmäßig diskutiert werden.

¹⁴ Vgl. Sachsse (1994: 141ff.).

¹⁵ Vgl. Dulz und Schneider (1995: 69).

Loyalität

Abstinenz- und Schweigepflicht des Therapeuten machen die therapeutische Beziehung zu einer Vertrauensbeziehung, die der Patient als Entwicklungsraum nutzen kann. Gerade bei persönlichkeitsgestörten Patienten kommen jedoch nicht selten *unprofessionelle Settingvereinbarungen* mit *Beziehungsvermischungen* (*dual relationships*) vor, die die Entstehung eines therapeutischen Entwicklungsraums von vornherein verhindern.

Beziehungen auf Gegenseitigkeit zerstören die Professionalität der durch Regeln und Grenzen definierten therapeutischen Beziehung. Die Asymmetrie der Therapeut-Patient-Beziehung, die dadurch entsteht, dass der Therapeut den Patienten wesentlich besser kennt als der Patient den Therapeuten, schließt eine gleichrangige Geschäftsbeziehung aus. Ist der Therapeut gleichzeitig Liebhaber, Vermieter, Arbeitgeber oder bester Freund, ist die Beziehung keine professionelle mehr. Das Erkennen, Analysieren und Handhaben von Übertragungsprozessen wird unmöglich. Dass es dennoch zu solchen Beziehungsvermischungen kommt, erklärt sich meist durch Unaufmerksamkeit Nichtbedenken möglicher Probleme) und Gedankenlosigkeit („andere tun es auch“).¹⁶ Gelegentlich wird auch (rationalisierend) ein bewusster therapeutischer Zweck behauptet, z. B. die Entwicklung der sexuellen Erlebnisfähigkeit durch Erprobung von Sexualität in nährend-warmer, ganzheitlich-akzeptierender Atmosphäre. Natürlich muss man unprofessionelle Beziehungsvermischungen von belanglosen Alltagsbegegnungen unterscheiden. In Kleinstädten und ländlichen Regionen ist es fast unmöglich, Patienten zu finden, denen man im Alltag nicht begegnet.¹⁷

Auch *Verletzungen der Schweigepflicht* durch eine mit dem Patienten nicht abgesprochene Weitergabe von Informationen an Angehörige, Arbeitgeber oder Krankenkassen können zu Vertrauenskrisen führen und Therapien scheitern lassen. Besonders bei der Behandlung Jugendlicher kann die Schweigepflicht zum Problem werden, etwa wenn Eltern über den Drogenkonsum ihrer Kinder informiert werden wollen oder in Elterngesprächen indiskret erworbene Informationen vorlegen (z. B. Tagebuchaufzeichnungen oder Fotos). Auf der anderen Seite ist der Therapeut aber auch dem Allgemeinwohl verpflichtet, so dass, wenn etwa impulsive Patienten mit eingeschränkten Fähigkeiten der Selbststeuerung Außenstehenden gefährlich werden, ein Loyalitätskonflikt unausweichlich wird. Bei einem ernsthaften Risiko von Straftaten gegen Leib und Leben hat der Schutz des Dritten (bzw. die Rechtssicherheit) Vorrang. Berichtet etwa ein Patient, dass er kürzlich eine Frau vergewaltigt habe, Gott sei Dank aber ungesehen davongekommen sei, oder kündigt ein Patient an, seine Freundin umbringen zu wollen, da sie mit einem anderen Mann ausgegangen sei, ist die Gefahr für den Dritten ein zwingender Grund, die Polizei zu informieren bzw. die Freundin zu warnen. Andere Fälle sind weniger eindeutig.

Literatur

- BEAUCHAMP, T. L. und J. F. CHILDRESS. *Principles of biomedical ethics*. New York 1979.
 BERSOFF, D. N. (Hrsg.). *Ethical Conflicts in Psychology*. Washington, D.C., 1995.
 DULZ, B. und A. SCHNEIDER. *Borderline-Störungen. Theorie und Therapie*. Stuttgart 1995.

¹⁶ Vgl. Pope (1995).

¹⁷ Vgl. Wächter (1999).

- FÜRSTENAU, P. *Entwicklungsförderung durch Therapie. Grundlagen psychoanalytisch-systemischer Psychotherapie*. München 1992.
- GRAWE, K. „Grundriß einer Allgemeinen Psychotherapie“, *Psychotherapeut* 40 (1995), 130-145.
- HEYNE, C. *Tatort Couch. Sexueller Mißbrauch in der Therapie*. Zürich 1991.
- HEYNE, C. „Sexuelle Übergriffe in Beratung und Therapie – Typische Abläufe im Spannungsfeld von Machtmißbrauch und Manipulation“, in: C. QUINTEN und W. ROEB (Hrsg.). *Nach bestem Wissen und Gewissen. Ethik in der Psychotherapie. Texte aus der Suchttherapie, Praxis und Forschung, Fachklinik Thommener Höhe*. Bd. 11, 1. Darscheid 1999, 67-85.
- HIRSCH, M. *Realer Inzest. Psychodynamik des sexuellen Mißbrauchs in der Familie*. Berlin ³1994.
- KERNBERG, O. F. *Borderline-Störungen und pathologischer Narzißmus*. Frankfurt 1978.
- KITCHENER, K. S. „Intuition, critical evaluation and ethical principles. The foundation for ethical decisions in counseling psychology“, *The Counseling Psychologist* 12 (1984), 43-56.
- KOTTJE-BIRNBACHER, L. und D. BIRNBACHER. „Ethische Aspekte der Psychotherapie und Konsequenzen für die Therapeutenausbildung“, *Psychotherapeut* 40 (1995), 59-68.
- KOTTJE-BIRNBACHER, L. und D. BIRNBACHER. „Ethische Aspekte bei der Setzung von Therapiezielen“, in: H. AMBÜHL und B. STRAUSS (Hrsg.). *Therapieziele*. Göttingen (1999), 15-33.
- LEONARD, J., L. J. HAAS, J. L. MALOUF und N. H. MAYERSON. „Ethical dilemmas in psychological practice. Results of a national survey“, in: D. N. BERSOFF (Hrsg.). *Ethical conflicts in psychology*. Washington, D.C., 1995, 90-98.
- LÖWER-HIRSCH, M. *Sexueller Mißbrauch in der Psychotherapie. Zwölf Fallgeschichten: Elf Frauen und ein Therapeut*. Göttingen 1998.
- POPE, K. S. „Dual relationships in psychotherapy“, in: D. N. BERSOFF (Hrsg.). *Ethical Conflicts in Psychology*. Washington, D.C., 1995, 209-213.
- REIMER, C. „Schwierige Patienten und ihre Therapeuten“, *Praxis der Psychotherapie und Psychosomatik* 36 (1991a), 173-181.
- REIMER, C. „Ethik der Psychotherapie“, in: W. PÖLDINGER und W. WAGNER (Hrsg.). *Ethik in der Psychiatrie. Wertebegründung – Wertdurchsetzung*. Berlin 1991b, 127-147.
- ROHDE-DACHSER, C. *Das Borderline-Syndrom*. Bern 1979.
- ROHDE-DACHSER, C. „Dyade als Illusion?“, *Zeitschrift für psychosomatische Medizin und Psychotherapie* 27 (1981), 318-337.
- SACHSSE, U. *Selbstverletzendes Verhalten. Psychodynamik – Psychotherapie*. Göttingen 1994.
- WÄCHTLER, H. „Die Abstinenzregel und die Wirklichkeit“, *Psychotherapeut* 44 (1999), 387-389.

**Biotechnologie – Ein gemeinsamer
Forschungsschwerpunkt der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
und des Forschungszentrums Jülich**

KARL-ERICH JAEGER

Das Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie

Aktuelle Situation

Ein Beschluss des Aufsichtsrats des Forschungszentrums Jülich vom Frühjahr 2006 sieht vor, auf dem Gelände des Forschungszentrums ein *Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie* (ZMB) einzurichten. Dieser Beschluss beruht auf der Tatsache, dass seit vielen Jahren eine enge und sehr erfolgreiche Zusammenarbeit existiert zwischen den Jülicher Instituten für Biotechnologie 1 (IBT-1, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Hermann Sahl) und Biotechnologie 2 (IBT-2, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Christian Wandrey) mit dem ehemaligen Institut für Enzymtechnologie (IET, emeritierte Direktorin: Univ.-Prof. Dr. Maria-Regina Kula), das als Institut der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich angesiedelt ist. Diese Institute führen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur biotechnologischen Gewinnung von Pharma- und Agrowirkstoffen sowie von Feinchemikalien durch, wobei mikrobielle Zellen als Produktionsorganismen eingesetzt werden.

Nach der Emeritierung von Univ.-Prof. Dr. Kula wurden im Jahre 2002 aus dem ehemaligen IET zwei neue Institute gebildet, das Institut für Molekulare Enzymtechnologie (IMET, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger) und das Institut für Bioorganische Chemie (IBOC, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jörg Pietruszka), wobei für das IBOC ein zusätzliches Laborgebäude neu errichtet und im Frühjahr 2006 bezogen wurde.

Die Lokalisierung des IMET und des IBOC der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf dem Campus des Forschungszentrums in unmittelbarer Nachbarschaft der Biotechnologie-Institute IBT-1 und IBT-2 resultiert in der Konzentrierung von umfassendem Know-how und dem nahezu vollständigen Methodenspektrum der modernen Mikrobiellen Biotechnologie und ermöglicht es damit, im ZMB den vollständigen Weg „vom Gen zum Produkt“ zu gehen.

Wissenschaftliche Zielsetzungen

Unter der partnerschaftlichen Leitung des aus den Institutsleitern bestehenden Direktori-ums werden in den vier Instituten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Mikrobiellen Biotechnologie durchgeführt. Ziele sind dabei, das grundlegende wissenschaftliche Verständnis komplexer mikrobieller Systeme zu verbessern und zu einem quantitativen Verständnis von Biokatalysatoren und Bioprozessen zu gelangen sowie neue Wirkstoffen und Feinchemikalien mit neuen, nachhaltigen Produktionsverfahren herzustellen. Das Forschungsprogramm beruht auf einer fruchtbaren interdisziplinären Zusammenarbeit und der erfolgreichen Verbindung von erkenntnisorientierter Grundlagenforschung mit anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung. Durch die gemeinsame Nutzung von Infrastruktureinrichtungen werden die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der beteiligten Institute in effektiver Weise unterstützt. Die Mitarbeiter des Biotech-

nikums helfen bei der Übertragung von Prozessen aus dem Labor- in den Technikumsmaßstab. Die Werkstätten (Elektronikwerkstatt, mechanische Werkstatt sowie Foto- und Grafikwerkstatt) unterstützen die Wissenschaftler bei der Entwicklung und Fertigung nicht kommerziell erhältlicher Geräte sowie bei der Entwicklung nicht am Markt erhältlicher Softwarebausteine. Daneben erfolgt eine intensive Betreuung in allen IT-Fragen.

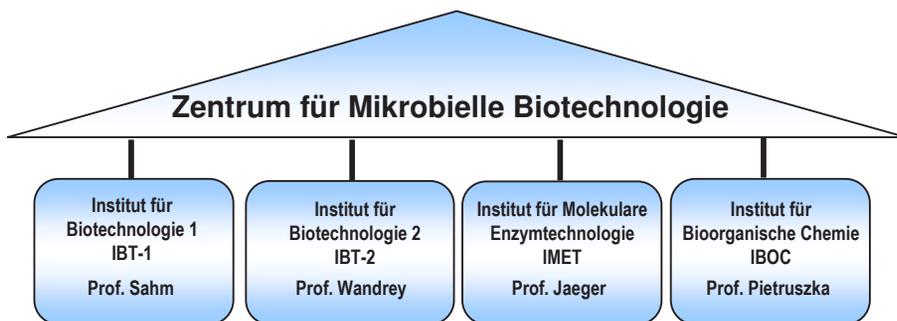


Abb. 1: Organisationsstruktur des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie

Die Institute des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie

Institut für Biotechnologie 1

Das IBT-1 forscht auf dem Gebiet der Angewandten Mikrobiologie und entwickelt Bakterienstämme zur Produktion von nieder- und hochmolekularen Wertstoffen. Unter dem Thema „Vom Gen zum Produkt“ stehen dabei insbesondere drei Arbeitsgebiete im Mittelpunkt: „Metabolic Engineering und Functional Genomics“, „Ganzzell-Biotransformation“ und „Bakterielle Proteinsekretion“. Im IBT-1 arbeiten 63 wissenschaftlich-technische Mitarbeiter, davon 28 Personalstellen aus der institutionellen Förderung, 22 Doktoranden und zehn Diplomanden.

Institut für Biotechnologie 2

Das IBT-2 befasst sich mit der Reaktions- und Verfahrenstechnik in der Biotechnologie zur Produktion von nieder- und hochmolekularen Wertstoffen. Unter dem Thema „Vom Gen zum Produkt“ stehen dabei vier Arbeitsfelder im Mittelpunkt: „Technische Biokatalyse“, „Mikrobielle Fermentationen“, „Zellkulturtechnik“ und „Isolierung von Bioprodukten“. Das IBT-2 beschäftigt 65 wissenschaftlich-technische Mitarbeiter, davon 28 Personalstellen aus der institutionellen Förderung, 21 Doktoranden und 13 Diplomanden.

Institut für Molekulare Enzymtechnologie

Das IMET bearbeitet die Molekularbiologie, Biochemie und Biotechnologie von Enzymen. Neue Biokatalysatoren werden aus Umwelt-DNA-Proben isoliert und bereits vorhandene Enzyme mit Methoden der gerichteten Evolution optimiert. Parallel werden neue

Expressionssysteme und Wirtsorganismen etabliert, wobei Bakterien der Gattungen *Rhodobacter* und *Pseudomonas* im Vordergrund stehen. Im IMET arbeiten 63 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter, davon acht auf Personalstellen der Heinrich-Heine-Universität, 13 Promovierte, 30 Doktoranden und zehn Diplomanden.

Institut für Bioorganische Chemie

Das IBOC betreibt am Zielmolekül orientierte Methodenentwicklung mit dem Ziel, z. B. Cyclopropan-haltige Naturstoffe in enantiomerenreiner Form zu synthetisieren. Enantiomerenreine Aminocyclopropane sind Synthesebausteine zur Herstellung auch natürlich vorkommender Antitumorwirkstoffe wie Belactosin A bzw. B sowie für verschiedene synthetische, antivirale Verbindungen oder Antidepressiva. Besondere Expertise besteht auf dem Gebiet der bororganischen Verbindungen auf der einen und der effizienten Nutzung von Biokatalysatoren für kinetische enzymatische Racematspaltungen auf der anderen Seite. Im IBOC arbeiten 21 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter, davon sieben auf Personalstellen der Heinrich-Heine-Universität, zwei Promovierte, acht Doktoranden und vier Diplomanden.

Einbindung in das Forschungszentrum Jülich

In seiner Gesamtausrichtung orientiert sich das ZMB an den langfristigen Erfordernissen zur Etablierung einer modernen systembiologisch orientierten Biotechnologie. Dazu werden thematische Brücken zu den Instituten für biologischen Informationsverarbeitung (IBI-1 und IBI-2), zur Umweltforschung (Institut für Chemie der Geosphäre, ICG III), zur Bioelektronik und Biomechanik (Institut für Schichten und Grenzflächen, ISG), und insbesondere zum John-von-Neumann Institut für Computing (NIC) sowie dem angegliederten Zentralinstitut für Angewandte Mathematik (ZAM) geschlagen.

Die Kooperationen mit dem IBI-1 und dem IBI-2 zielen auf die Aufklärung von Interaktionen zwischen Biomolekülen bzw. auf die Analyse von Proteinstrukturen, wobei sowohl Röntgenstrukturanalysen wie Kernresonanzspektroskopie (NMR) eingesetzt werden können. Wechselwirkungen zwischen Proteinen, mit DNA oder mit Metaboliten können mit isothermaler Titrationskalorimetrie oder mit *surface plasmon resonance* analysiert werden. Das IBI-1 und das IBI-2 können ihrerseits das Biotechnikum des ZMB nutzen, um ausreichende Mengen von Proteinen zur Kristallisation oder zur spektroskopischen Charakterisierung zu gewinnen.

In der Kooperation mit dem ICG-III (Phytosphäre) stehen die Anwendung der Massenspektrometrie für die Proteinanalytik sowie die Auftrennung von komplexen Proteingemischen durch gelelektrophoretische Methoden im Mittelpunkt. Mit dem ICG-IV (Agrosphäre) bestehen Kooperationen zur mikroskopisch-analytischen Charakterisierung von Bakterien unter bestimmten Umweltbedingungen. Besonders die Fluoreszenzspektroskopie und -mikroskopie in Verbindung mit der computergestützten Bildverarbeitung führten zu wesentlichen Beiträgen zum Polyphosphatstoffwechsel in einem industriell relevanten Bakterium. Die Methodenentwicklung zur Analyse von Metaboliten (LC-MS-Technik) erfolgt in enger Kooperation mit dem ICG. Während das ICG am Metabolismus von Pflanzenschutzmitteln interessiert ist, dienen die gleichen Methoden im ZMB zur Messung cytosolischer Metabolite in Bakterien.

Zum Institut für Schichten und Grenzflächen (ISG), das sich mit der Entwicklung von Bio- und Chemosensoren beschäftigt, bestehen Kontakte auf dem Gebiet der DNA-Chiptechnologie, die im ZMB für die Bakterien *Escherichia coli* und *Corynebacterium glutamicum* etabliert wurde. Ferner gibt es mit diesem Institut gemeinsame Interessen auf dem Gebiet der mikrobiellen Zellwandforschung.

Auch im Bereich der Chemie gibt es Kooperationen zwischen dem ZMB und dem Institut für Nuklearchemie, wie z. B. bei der stereoselektiven Markierung von Metaboliten und Radiopharmaka. Ferner besteht eine enge Kooperation mit der Zentralabteilung für chemische Analysen (ZCH). Das ursprünglich vom IBT angeschaffte NMR-Spektrometer (AMX-400 WB, Bruker) steht nun in der ZCH und wird gemeinsam für Stoffflussanalysen und die Identifizierung von Metaboliten eingesetzt. Im Bereich Proteomics etabliert das ZCH derzeit die Protein- und Peptidanalytik mit dem gemeinsam angeschafften Triple-Quadrupol-Gerät (QTrap 4000, Applied Biosystems). Diese Methode bildet eine optimale Ergänzung zu der bereits vorhandenen Protein- und Peptidanalytik durch MALDI-TOF-MS im IBT. Eine weitere Kooperation mit der ZCH dient dem Aufbau einer empfindlichen Analytik zum Nachweis bakterieller Signalmoleküle (Homoserinlactone) in Zellen und Kulturflüssigkeiten.

Mit dem John-von-Neumann Institut für Computing (NIC) und dem Zentralinstitut für Angewandte Mathematik (ZAM) werden zur Zeit zahlreiche Kooperationen etabliert. Die Arbeiten zur quantitativen Erfassung von zellulären Vorgängen mit Hilfe der so genannten „omics“-Technologien werden schon jetzt im Bereich der Charakterisierung von Stoffwechselnetzwerken durch das ZAM und das NIC wirkungsvoll unterstützt. In Zukunft wird sich eine noch engere Zusammenarbeit entwickeln auf dem Gebiet der mikrobiellen Systembiologie, also der Etablierung und Pflege von Datenbanken und der Analyse enormer Datenmengen für DNA und Proteine sowie der Modellierung von Proteinstrukturen und Funktionen. Solche anspruchsvollen und zugleich zukunftsweisenden Arbeiten können vom ZMB nur in Kooperation mit dem Jülicher Höchstleistungsrechenzentrum realisiert werden.

Einbindung in die Hochschullandschaft Nordrhein-Westfalens

Das Jülicher Modell garantiert seit Jahrzehnten eine enge Einbindung des Forschungszentrums Jülich in die Hochschullandschaft in Nordrhein-Westfalen. In der biotechnologischen Forschung gibt es die Besonderheit, dass mit dem IMET und dem IBOC zwei Institute der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich angesiedelt sind, um dort die hervorragende technisch-wissenschaftliche Infrastruktur des Zentrums mit nutzen zu können. Bedingt durch die Struktur des neuen ZMB bestehen also besonders intensive Beziehungen mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Darüber hinaus existieren zahlreiche gemeinsame Forschungs- und Lehrprojekte mit anderen Hochschulen in Nordrhein-Westfalen.

Einbindung in die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Neben den beiden Instituten IMET und IBOC ist auch das IBT nach dem Jülicher Modell eng mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verbunden. Sowohl der Institutsleiter, Univ.-Prof. Dr. H. Sahm, als auch sein Stellvertreter, Univ.-Prof. Dr. M. Bott, wurden von

der Heinrich-Heine-Universität berufen und für ihre Aufgaben am IBT beurlaubt. Univ.-Prof. Dr. H. Sahn hat an der Heinrich-Heine-Universität den Lehrstuhl für Biotechnologie inne, der zur Wissenschaftlichen Einrichtung Biologie (WE Biologie) der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät gehört. Weiterhin ist auch apl. Prof. Dr. R. Freudl Mitglied der WE Biologie. Univ.-Prof. Dr. M. Bott ist verbunden mit dem Institut für Biochemie, das zur WE Chemie dieser Fakultät zählt.

Im ZMB sind das IBT-1 und das IMET in der Lehre eng mit dem Institut für Mikrobiologie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät verbunden, dem neben dem kürzlich emeritierten Direktor Univ.-Prof. Dr. C. P. Hollenberg noch Univ.-Prof. Dr. J. Ernst (Abteilung für Molekulare Mykologie) und Univ.-Prof. Dr. J. Hegemann (Lehrstuhl für funktionelle Genomforschung an Mikroorganismen) angehören. Während das ZMB Bakterien als Forschungsobjekte nutzt, beschäftigen sich die Arbeitsgruppen am Institut für Mikrobiologie in Düsseldorf überwiegend mit Hefen und Pilzen. Den Studierenden können daher Kenntnisse und Erfahrungen sowohl mit prokaryontischen als auch mit eukaryontischen Mikroorganismen und deren Anwendung in der Biotechnologie vermittelt werden. Da an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Düsseldorf nur wenige Arbeitsgruppen mit Prokaryonten arbeiten, ist das ZMB ein wichtiger Partner bei der Ausbildung der Biologie- und Biochemiestudierenden der Mikrobiologie und mikrobiellen Biotechnologie.

Das IBOC sowie die Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. M. Bott am IBT-1 gehören der Wissenschaftlichen Einrichtung Chemie an und sind mit dem Institut für Biochemie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät eng verbunden, das von Univ.-Prof. Dr. H. Weiss und Univ.-Prof. Dr. L. Schmitt geführt wird. Alle Beteiligten sind tätig in der Lehre im Rahmen des seit kurzem an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät etablierten neuen Bachelor- und Masterstudiengangs „Biochemie“. Hier kann den Studierenden eine umfassende Ausbildung in den Bereichen organische und bioorganische Chemie sowie Biochemie geboten werden, was eine ideale Ergänzung zur molekularbiologischen und mikrobiologischen Ausbildung darstellt.

Kooperationen mit weiteren Hochschulen in Nordrhein-Westfalen

Die Institute des ZMB unterhielten und unterhalten zahlreiche Kooperationen mit anderen Hochschulen in Nordrhein-Westfalen. Gemeinsame Sonderforschungsbereiche und Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die gemeinsame erfolgreiche Bewerbung der BioRegion Rheinland im Rahmen des BioRegio-Wettbewerbs, gemeinsame BMBF-Verbundprojekte wie das Projekt „Stoffumwandlung mit Biokatalysatoren“ und neue Initiativen wie das Verbundprojekt „Mikrobielle Systembiotechnologie“ sowie die BioRiver-Initiative „Expression“ erfüllen diese Kooperationen mit Leben. Diese enge Vernetzung bietet sowohl für das ZMB als auch für die beteiligten Hochschulen ein erhebliches Potenzial für die Weiterentwicklung der biotechnologischen Forschung und deren Anwendung in Nordrhein-Westfalen. Beispiele für Kooperationen sind die Beteiligung am Sonderforschungsbereich 380 „Asymmetrische Synthesen mit chemischen und biologischen Methoden“ der RWTH Aachen (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. D. Enders); dem Graduiertenkolleg „Molekulare Physiologie“ an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. M. Grieshaber), eine Kooperation auf dem Gebiet der mi-

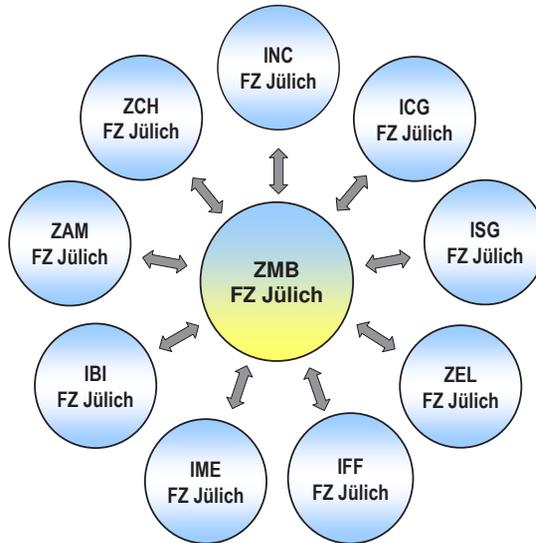


Abb. 2: Einbindung des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) in das Forschungszentrum (FZ) Jülich

krobiellen Aminosäuresekretion mit der Universität zu Köln (Univ.-Prof. Dr. R. Krämer); die Beteiligung am Europäischen Graduiertenkolleg 795 mit der Ruhr-Universität Bochum (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. M. Rögner) auf dem Gebiet der Biokatalyse; eine Kooperation auf dem Gebiet der mikrobiellen Genomforschung mit der Universität Bielefeld (Univ.-Prof. Dr. A. Pühler); die Beteiligung am Centrum Molekulare Biotechnologie (Masterstudiengang „Molekulare Biotechnologie“) an der Universität Bonn (Sprecherin: Univ.-Prof. Dr. H. Schnabel); die Beteiligung am Studiengang „Biochemie“ der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. H. Weiss); die Beteiligung am Graduiertenkolleg „Biokatalyse in unkonventionellen Medien“ der RWTH Aachen (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. J. Büchs) sowie eine Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Bioinformatik mit der Gesamthochschule Siegen (Univ.-Prof. Dr. W. Wiechert).

Kooperation mit der Industrie

Das ZMB kann auf langjährige erfolgreiche Industriekooperationen aufbauen. Durch die nunmehr realisierte Integration der Forschungsaktivitäten, die einen gemeinsamen Weg „vom Gen zum Produkt“ ermöglichen, dürfte die Attraktivität des Zentrums für zahlreiche Industriepartner noch weiter steigen. In der Vergangenheit haben die Jülicher Biotechnologieaktivitäten in erheblichem Maße zur Etablierung der fermentativen Aminosäuregewinnung bei der Degussa AG sowie zur Gründung der Firma Rhein Biotech und einer Reihe von Start-up-Firmen beigetragen. Im Februar 2005 gab die vom Institut für Biotechnologie mitinitiierte Firma Jülich Fine Chemicals ihre Fusion mit der amerikanischen Firma Codexis unter dem neuen Namen „Jülich Chiral Solutions“ bekannt. Dies hat eine

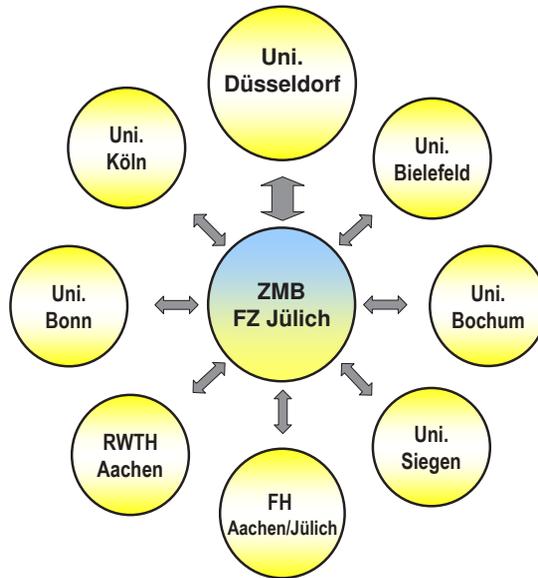


Abb. 3: Einbindung des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) in die Hochschullandschaft in Nordrhein-Westfalen

erhebliche Erweiterung ihrer Aktivitäten zur Folge. Im September 2006 erfolgte die erste Ausgründung einer Biotechnologie-Firma aus dem ZMB: die EVOcatal GmbH wird neue Biokatalysatoren für biotechnologische Anwendungen bereitstellen und wird geleitet vom Geschäftsführer Dr. Thorsten Eggert (IMET); als Gründungsgesellschafter fungieren außerdem apl. Prof. Dr. Werner Hummel und Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger (beide IMET) sowie Univ.-Prof. Dr. Detlef Riesner (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf).

Die Kooperation mit der Industrie erfolgt sowohl mit etablierten Firmen auf nationaler, aber auch europäischer und internationaler Ebene, als auch, wie oben beschrieben, über die Initiierung von Start-up-Firmen, die sich vornehmlich in Jülich angesiedelt haben. Während es bei der Kooperation mit größeren Firmen meist um produktbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten geht, sind kleinere Firmen auch an Technologieentwicklungen (*enabling technologies*) interessiert, die sie ihrerseits vermarkten können. Die zahlreichen Industriekooperationen tragen dazu bei, dass die Mitarbeiter des ZMB, insbesondere promovierte und technische Mitarbeiter, ohne Probleme Arbeitsplätze in der Industrie finden. Kooperationsprojekte mit der Industrie wurden sowohl bei den Jülicher Forschern als auch bei den Industriepartnern mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet.

Durch seine erfolgreichen Arbeiten unterstützt das ZMB unmittelbar den Strukturwandel am Chemiestandort Nordrhein-Westfalen. Die Globalisierung der Chemiemärkte hat bereits zu einer Abwanderung von Massenprodukten und damit zum Verlust von Arbeitsplätzen geführt. Biotechnologisch gewonnene Produkte sind gleichsam Produkte mit hohem „Software“-Anteil, für die die Rohstoffkosten weniger entscheidend sind und für

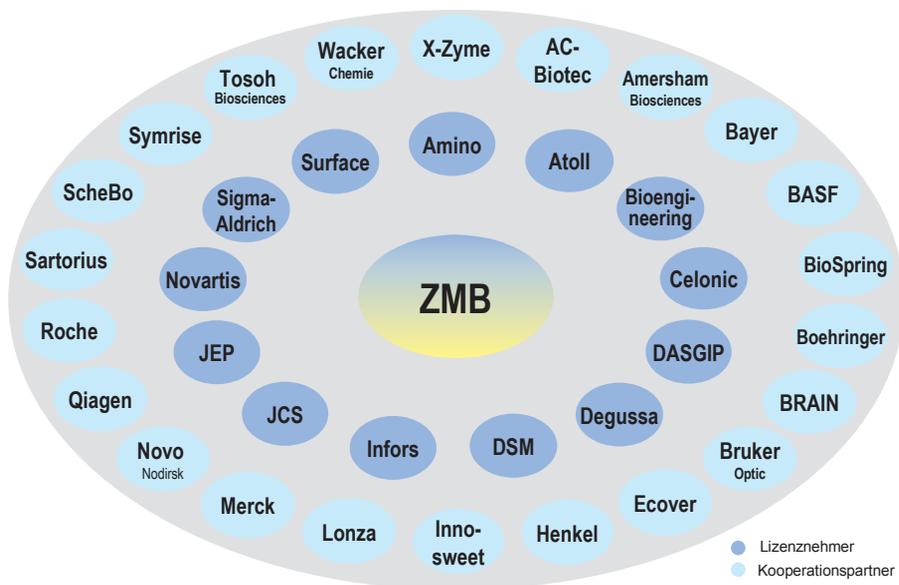


Abb. 4: Kooperationen des Zentrums für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) mit Unternehmen der Biotechnologieindustrie

die häufig auch noch ein Patentschutz zu erreichen ist. Über 200 Biotechnologen, die bisher in Jülich ihre Doktorarbeit angefertigt haben, haben nicht zuletzt in Nordrhein-Westfalen zum Teil schon während der Arbeit an ihrer Dissertation und auch danach während ihrer industriellen Tätigkeit zum Aufbau des erforderlichen *intellectual property* beigetragen.

Während in der Vergangenheit insbesondere die „Rote Biotechnologie“ mit ihrer hohen Wertschöpfung industriell erfolgreich war, bestehen über den Ansatz „quantitative Biologie“ jetzt auch große Chancen für das neue Arbeitsfeld „Weiße Biotechnologie“. Die Etablierung dieser Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts in Deutschland haben Jülicher Forscher maßgeblich begleitet, unter anderem durch die Bestandsaufnahme vorhandener und die Definition neuer biotechnologischer Prozesse.¹ Diese gemeinsam mit Industriepartnern durchgeführten Analysen lassen erkennen, dass über „maßgeschneiderte Mikroorganismen“ (*designer bugs*) neue biotechnologische Prozesse zugänglich werden, für die bisher kein alternativer Zugang mit Hilfe der klassischen „Feuer- und Schwertchemie“ bestand. Darüber hinaus können neue biotechnologische Produkte hergestellt werden, für die es bisher keine klassisch-chemischen Produktionsweisen gab.

¹ siehe z. B. Positionspapier der DECHEMA „Weiße Biotechnologie – Chancen für Deutschland“, BMBF-Initiative Futur „Biological Engineering“, Initiative der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zur „Weißen Biotechnologie“.

Zusammenfassung

Die verbindende Klammer zwischen den vier Instituten des ZMB ist die Erforschung und Entwicklung mikrobieller Biokatalysatoren, sowohl als ganze Zellen wie auch in Form isolierter Enzyme. Im IBT-1 steht die intelligente Verknüpfung von mikrobieller Systembiologie und Stammentwicklung im Zentrum des Interesses. Die rationale Entwicklung von Mikroorganismen für die Weiße Biotechnologie ist ein entscheidender Faktor für deren zukünftigen Erfolg. Im IBT-2 soll der Weg von der Systembiologie zur Systembiotechnologie beschritten werden. Die technische Evolution von Biokatalysatoren wird durch eine gerichtete Evolution von Bioprozessen unter nicht natürlichen Bedingungen ergänzt. Im IMET werden die molekularen Grundlagen der Vorgänge untersucht, die bei der Expression, Faltung und Sekretion von Enzymen in Mikroorganismen ablaufen. Ferner werden Methoden der gerichteten Evolution eingesetzt, um gezielt Enzyme mit neuen Eigenschaften zu identifizieren und für biotechnologische Anwendungen zu optimieren. Im IBOC steht die Anwendung enzymatischer Methoden in der Natur- und Wirkstoffsynthese im Vordergrund. Durch die Bereitstellung geeigneter Substrate und Referenzsubstanzen sollen neue Enzyme auf breiter Basis in der Synthesechemie nutzbar werden.

Die vorhandene Konzentrierung von wissenschaftlicher Expertise, methodischer Breite und apparativer Ausstattung machen das ZMB am Forschungszentrum Jülich zu einer in Deutschland einmaligen und international angesehenen wissenschaftlichen Einrichtung auf dem Gebiet der mikrobiellen Biotechnologie, die bei der Bewältigung der immensen Herausforderungen zur Etablierung einer neuen „bio-basierten Chemie“ eine entscheidende Rolle spielen wird.

**CHRISTIAN LEGGEWIE, THOMAS DREPPER, THORSTEN
EGGERT, WERNER HUMMEL, MARTINA POHL,
FRANK ROSENAU und KARL-ERICH JAEGER**

Molekulare Enzymtechnologie – Vom Gen zum industriellen Biokatalysator

Die Weiße Biotechnologie verwendet Mikroorganismen und Enzyme, um chemische Produkte herzustellen. Daher nimmt der Bedarf an neuen Enzymen als Biokatalysatoren für die Biotechnologieindustrie stetig und schnell zu. Am Institut für Molekulare Enzymtechnologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, das auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich angesiedelt ist, werden neue Enzymgene isoliert, Expressionssysteme und Bakterienstämme konstruiert, aber auch bereits vorhandene Enzyme mit Methoden der gerichteten Evolution optimiert. Daneben werden biotechnologisch relevante Enzymklassen untersucht, die zur Darstellung enantiomerenreiner Verbindungen verwendet werden können.¹

Einleitung

Die Weiße Biotechnologie umfasst die Herstellung einer Vielzahl unterschiedlicher chemischer Produkte mit Hilfe von Mikroorganismen. Die molekularen Werkzeuge der Weißen Biotechnologie sind Enzyme, also Proteine, die innerhalb lebender Zellen sehr spezifische Reaktionen katalysieren, und dies zumeist mit hoher Substratspezifität und Enantioselektivität, gleichzeitig aber in wässriger Umgebung und unter milden Reaktionsbedingungen. Diese Eigenschaften von Enzymen legen nahe, sie als Biokatalysatoren auch in der Chemieindustrie zu nutzen, um (1) chemische Reaktionen zu katalysieren, für die keine geeigneten chemischen Katalysatoren zur Verfügung stehen, und (2) „grüne Chemie“ zu betreiben, d. h., chemische Prozesse, die unter hohem Energieaufwand und unter Entstehung großer Mengen giftiger Abfallstoffe ablaufen, durch umweltschonende Bioprozesse zu ersetzen.

In Deutschland wurde die Weiße Biotechnologie, also der Einsatz biokatalytischer Verfahren in der Chemieindustrie, entscheidend geprägt durch die Arbeiten von Frau Univ.-Prof. Dr. Maria-Regina Kula, emeritierte Direktorin des Instituts für Enzymtechnologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf im Forschungszentrum Jülich. In enger Kooperation mit den benachbarten Jülicher Instituten für Biotechnologie I (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Hermann Sahn) und II (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Christian Wandrey) wurden

¹ Vgl. Leggewie *et al.* (2006a).

Enzyme isoliert, charakterisiert und biokatalytische Verfahren sowohl mit isolierten Enzymen wie mit ganzen Mikroorganismen etabliert, die heute eine bedeutsame Rolle in der Biotechnologieindustrie spielen. Das wohl bekannteste Beispiel für biotechnologische Anwendungen ist die kontinuierliche biokatalysierte Regenerierung des Kofaktors NADH mit dem Formiat/Formiatdehydrogenasesystem in einem Membranreaktor.² Industriell verwendet wird diese Reaktion z. B. in Kopplung mit einer NADH-abhängigen Leucindehydrogenase zur Herstellung von *L-tert*-Leucin oder zur Herstellung chiraler Alkohole durch stereoselektive Reduktion von Ketonen mit Alkoholdehydrogenasen (ADHs).

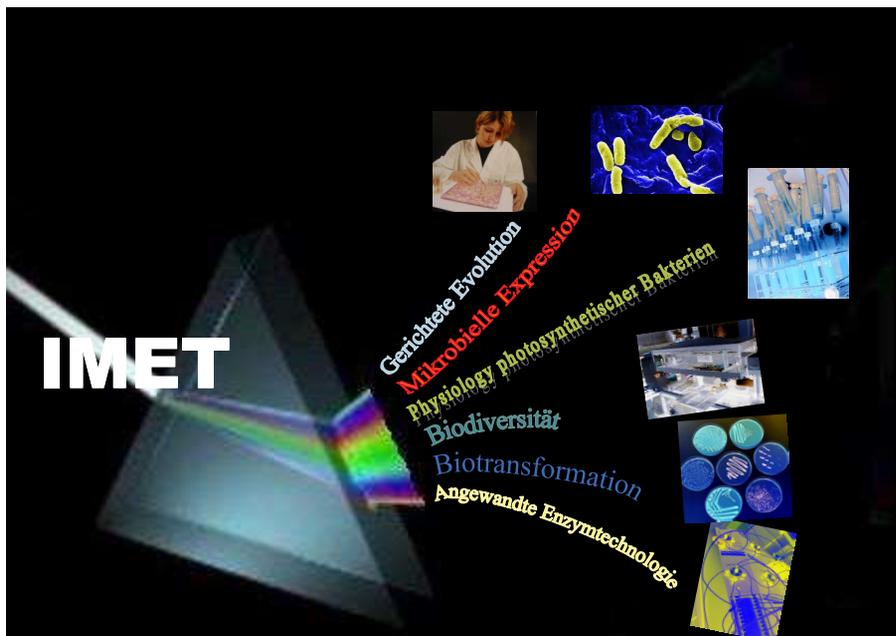


Abb. 1: Die Arbeitsgruppen am Institut für Molekulare Enzymtechnologie (IMET) der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

Heute heißt die ehemalige Wirkungsstätte von Frau Professor Kula „Institut für Molekulare Enzymtechnologie“ und gehört zum neu gegründeten Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB) im Forschungszentrum Jülich, dem neben den Instituten für Biotechnologie I und II auch das ebenfalls neu gegründete Institut für Bioorganische Chemie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jörg Pietruszka) angehört. Das ZMB repräsentiert eine auf nationaler Ebene einmalige Konzentration von Expertise, Methoden und apparativer Ausstattung auf dem Gebiet der Weißen Biotechnologie. Themenschwerpunkte am Institut für Molekulare Enzymtechnologie sind die Nutzung der Biodiversität, die Entwicklung von Expressionssystemen, die Optimierung

² Vgl. Wichmann *et al.* (1981: 2789).

von Enzymen mit molekularbiologischen Methoden und die Entwicklung von Biotransformationsreaktionen mit industriell relevanten Enzymen. Diese Themenbereiche werden in sechs verschiedenen Arbeitsgruppen bearbeitet (Abb. 1), wobei die verschiedenen Arbeitsfelder an vielen Stellen miteinander vernetzt sind. So werden beispielsweise Enzyme zur Anwendung in Biotransformationen (Arbeitsgruppen „Biotransformation“ und „Angewandte Enzymtechnologie“) zuvor durch Metagenom-Screening identifiziert (Arbeitsgruppe „Biodiversität“). Erfüllen die gefundenen Enzyme in ihrem Anwendungsspektrum nicht die Anforderungen, kann eine Optimierung durch rationale oder evolutive Verfahren erfolgen (Arbeitsgruppen „Gerichtete Evolution“ und „Angewandte Enzymtechnologie“). Voraussetzung für alle dargestellten Arbeitsfelder ist die Verfügbarkeit von Biokatalysatoren, die durch spezielle Expressionssysteme gewährleistet werden kann (Arbeitsgruppe „Mikrobielle Expressionssysteme“).

Die Biosphäre als Ressource für neue Biokatalysatoren

Enzyme mit neuen und definierten Eigenschaften zu identifizieren ist oftmals ebenso schwierig, wie die sprichwörtliche Stecknadel im Heuhaufen zu finden. Über viele Jahrzehnte wurden Mikroorganismen isoliert und im Labor kultiviert, die biotechnologisch interessante Biokatalysatoren produzierten. Jedoch konnte in den letzten Jahren mit neuen Nachweismethoden gezeigt werden, dass nur etwa ein Prozent aller in einer Umweltprobe vorhandenen Mikroorganismen unter Standardlaborbedingungen kultivierbar ist.³ Das genetische Potenzial der verbleibenden nicht kultivierbaren Mikroorganismen (bis zu 500.000 Arten in einem Gramm Boden) kann aber dennoch für die Biotechnologie genutzt werden. Die Gesamtheit der in einem definierten Habitat (z. B. in einer Bodenprobe) vorhandenen DNA wird als Metagenom bezeichnet; die DNA eines solchen Metagenoms kann unter Umgehung der Anzucht von Mikroorganismen im Labor direkt isoliert werden (Abb. 2). Die isolierte metagenomische DNA wird enzymatisch in passende Fragmentgrößen geschnitten, in geeignete Vektorsysteme kloniert und dann in einen heterologen Wirtsorganismus eingebracht; dies ist meistens das Darmbakterium *Escherichia coli*. So erhält man so genannte „Metagenombibliotheken“, bestehend aus vielen Tausend Klonen, die auf eine gesuchte Enzymaktivität untersucht werden können. Bei diesem Ansatz gibt es allerdings auch einige limitierende Faktoren. So ist das heterologe Wirtsbakterium *E. coli* oft nicht in der Lage, die „fremde“ DNA in ein aktives Enzym zu „übersetzen“, weil sich die physiologische Ausstattung von *E. coli* von der des unbekanntes Herkunftsorganismus unterscheidet. In den letzten Jahren wurden deshalb molekularbiologische Hilfsmittel entwickelt, die es ermöglichen, Enzyme aus Metagenomen entweder sequenzabhängig oder -unabhängig zu identifizieren. Hierzu können folgende Methoden eingesetzt werden: (1) Unter Umgehung eines Aktivitäts-Screenings können definierte Bereiche metagenomischer DNA mit Hilfe bekannter, konservierter Regionen eines Enzyms, der so genannten *metagenome sequence tags* (MSTs), im Reagenzglas mittels der Polymerasekettenreaktion (PCR) vervielfältigt werden. Mit dieser Technik wurden erfolgreich neue Nitrilhydratasen und Lipasen identifiziert.⁴ Allerdings lassen sich mit diesem Ansatz nur solche Biokatalysatoren finden, die bereits Ähnlichkeit zu bekannten Enzymen besitzen.

³ Vgl. Amann *et al.* (1995: 143).

⁴ Vgl. Bell *et al.* (2002: 2283) und Liebeton und Eck (2004: 557).

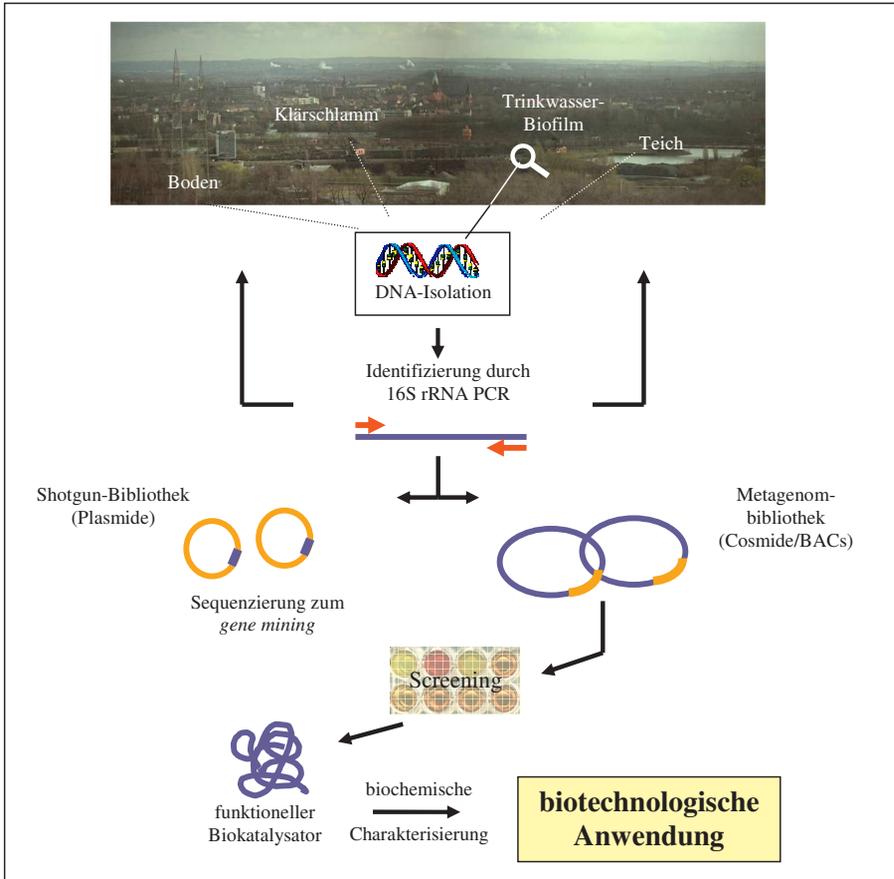


Abb. 2: Schematische Darstellung der Isolierung von Biokatalysatoren aus dem Metagenom. Die Gesamt-DNA aus verschiedenen Habitats, wie beispielsweise aus einem Trinkwasserbiofilm, wird zunächst isoliert und mittels 16S-rRNA-PCR die mikrobielle Zusammensetzung des Habitats analysiert. Anschließend wird die DNA partiell verdaut und entweder in Plasmide zur Sequenzierung oder in Cosmide bzw. BACs (*bacterial artificial chromosomes*) kloniert. Die Cosmid/BAC-Metagenombibliotheken werden auf verschiedene Biokatalysatoraktivitäten untersucht, wozu neue Hochdurchsatzverfahren und Expressionssysteme entwickelt und verwendet werden. Die identifizierten und enzymatisch aktiven Biokatalysatoren werden biochemisch charakterisiert und zur biotechnologischen Anwendung vorbereitet.

(2) Zur Steigerung der Effizienz bei der Produktion heterologer Enzyme in *E. coli* wurde ein Transposon (ein „springendes genetisches Element“) konstruiert.⁵ Dieses Transposon, das sich selbsttätig in metagenomische DNA inseriert, trägt einen starken Promotor, der die Expression der gesuchten Biokatalysatorgene entweder verstärkt oder überhaupt erst ermöglicht. (3) Zur Identifizierung gesuchter Biokatalysatoraktivitäten ist es erforderlich, effiziente Screeningsysteme einzusetzen. Hochdurchsatz-Screeningsysteme sind hierfür am besten geeignet, da Metagenombibliotheken sehr umfangreich sein können (eine Million Klone sind keine Seltenheit) und oftmals nur eine geringe Ausbeute an Klonen mit enzymatischer Aktivität zu erwarten ist.⁶ (4) Eine Alternative zum Hochdurchsatz-Screening ist der Einsatz von Selektionssystemen. Dazu werden Mikroorganismenstämme konstruiert, die nur dann wachsen können, wenn sie eine gesuchte Enzymaktivität besitzen. Hierbei kann ein entstehendes Produkt beispielsweise als alleinige Kohlenstoffquelle für den Produktionswirt *E. coli* dienen.

Nach der Identifizierung neuer Enzyme beginnt der zeitaufwändigste Teil auf dem Wege zum biotechnologisch verwendbaren Biokatalysator: Es erfolgt die Sequenzierung der Enzymgene, deren Klonierung und Überexpression und schließlich die Reinigung und Charakterisierung der Enzymproteine. Bisher sind nur wenige Enzyme metagenomischer Herkunft genauer untersucht worden; hierzu zählen verschiedene Esterasen, die wir in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. W. Streit (Universität Hamburg) biochemisch charakterisiert haben.⁷ In Kooperation mit Professor B. W. Dijkstra (Universität Groningen, Niederlande) gelang es uns kürzlich, die dreidimensionale Struktur einer dieser metagenomischen Esterasen zu bestimmen.

Die vergleichsweise noch sehr junge Metagenomforschung wird in Zukunft eine immer bedeutendere Rolle in der Weißen Biotechnologie spielen. Dabei wird die Weiterentwicklung und Verfeinerung der Methoden zur Identifizierung, Klonierung, funktionellen Überexpression und biochemischen Charakterisierung von neuen Biokatalysatoren es ermöglichen, in immer kürzerer Zeit neue Biokatalysatoren mit gewünschter Aktivität, Spezifität und Stabilität bereitzustellen.

Neue Expressionssysteme

Neue Biokatalysatoren können nur dann für die Weiße Biotechnologie nutzbar gemacht werden, wenn es gelingt, sie in ausreichender Menge herzustellen, um ihre Eignung unter Prozessbedingungen zu untersuchen. Deshalb befasst sich unser Institut mit mikrobieller Expressionstechnologie. Mögliche zelluläre Limitierungen für die Synthese von Biokatalysatoren werden identifiziert und anschließend optimiert, um eine effizientere Produktion heterologer Proteine zu ermöglichen.

Maßgeschneiderte Expressionsorganismen (*designer bugs*)

Die Überproduktion eines heterologen Biokatalysators stellt für die produzierende Zelle eine nicht-natürliche Stresssituation dar, deshalb erfordert die Optimierung der Protein- ausbeuten oftmals umfangreiche genetische und physiologische Manipulationen. Klassi-

⁵ Vgl. Leggewie *et al.* (2006b: 281).

⁶ Vgl. Henne *et al.* (2000: 3113).

⁷ Vgl. Elend *et al.* (2006: 3637).

sche Veränderungen sind die Optimierung von Plasmidkopienzahlen und Promotorstärken sowie die Anpassung heterologer Gene an die Codon-Benutzung des verwendeten Wirtstamms („Codon-Optimierung“). Weiterhin kann die Proteinproduktion individuell optimiert werden durch Inaktivierung „negativer“ Zellfunktionen (z. B. die Deletion von Proteasegenen) oder Überproduktion „positiver“ Faktoren (z. B. zellulärer Faltungshelfer, der so genannten Chaperone).⁸ Ein Beispiel für die Konstruktion eines maßgeschneiderten Expressionsorganismus ist ein genetisch veränderter Stamm des gramnegativen Bakteriums *Pseudomonas putida*, der in der Lage ist, eine biotechnologisch relevante Lipase aus dem pathogenen Bakterium *P. aeruginosa* heterolog zu sekretieren (Abb. 3). Hierzu wurden die Gene aller akzessorischen Proteine, die zur Produktion dieser Lipase im Ausgangsstamm notwendig sind, in den nicht-pathogenen Stamm *P. putida* transferiert, in diesem Falle ein spezifisches Chaperon-Gen und zwölf weitere Gene, die zur Bildung eines kompletten Sekretionsapparats vom Typ II erforderlich sind. Tatsächlich konnte gezeigt werden, dass die funktionelle Koexpression dieser Gene zur Sekretion der Lipase in das Kulturmedium führt.⁹

Der Einsatz genombasierter Analysetechniken wie Transcriptomics, Proteomics und Metabolomics erlaubt in Zukunft die effiziente und schnelle Parallelanalyse zahlreicher physiologischer Vorgänge innerhalb einer Zelle als Stressreaktion auf die Proteinüberproduktion. Solche Analysen werden genutzt für eine gezielte Optimierung der Wirtsorganismen im Hinblick auf die Überproduktion von Biokatalysatoren.

Neue mikrobielle Expressionsstämme

Ein entscheidendes Kriterium für die erfolgreiche Anwendung eines Biokatalysators in der Weißen Biotechnologie ist die Identifizierung eines zur Überexpression geeigneten Mikroorganismus. Neben dem „klassischen“ Wirtsorganismus *E. coli*, der vor allem zur Expression löslicher Proteine verwendet wird, finden grampositive Bakterien wie *Bacillus subtilis* oder *B. licheniformis* Verwendung; vor allem, wenn die Sekretion des Biokatalysators aus der Bakterienzelle erwünscht ist. Viele Biotechnologieunternehmen verwenden ein Portfolio aus verschiedenen Expressionsstämmen bestehend aus bakteriellen und eukaryontischen Mikroorganismen. Schon aus Kostengründen muss hierbei die Zahl der verwendeten Expressionsstämme möglichst klein gehalten werden, daher sind Stämme mit einem breiten Spektrum an metabolischen und physiologischen Fähigkeiten besonders attraktiv. Hierzu zählen zweifellos die gramnegativen Bakterien der Gattungen *Pseudomonas* und *Burkholderia*, deren Genomsequenzen entweder schon bekannt sind¹⁰ oder zurzeit mit Beteiligung unserer Arbeitsgruppe sequenziert werden.¹¹ Eine sehr interessante Eigenschaft dieser Bakterien, die sie von Standard-Expressionswirten wie *E. coli* unterscheidet, ist das Vorhandensein mehrerer komplexer Maschinerien zur Sekretion von Proteinen,¹² die prinzipiell genutzt werden können, um produzierte Biokatalysatoren in das Kulturmedium auszuschleusen, was eine einfache Abtrennung von den produzierenden Zellen ermöglicht und zu einer signifikanten Reduktion der Kosten für die Gewinnung

⁸ Vgl. Rosenau *et al.* (2004: 152).

⁹ Vgl. Rosenau und Jaeger (2004: 491).

¹⁰ *Pseudomonas putida* KT2440; vgl. Nelson *et al.* (2002: 799).

¹¹ *Burkholderia glumae* PG1, http://www.g2l.bio.uni-goettingen.de/projects/c_projects.html (18.09.2006).

¹² Vgl. Rosenau und Jaeger (2004: 491) und Rosenau und Jaeger (2003: 617).

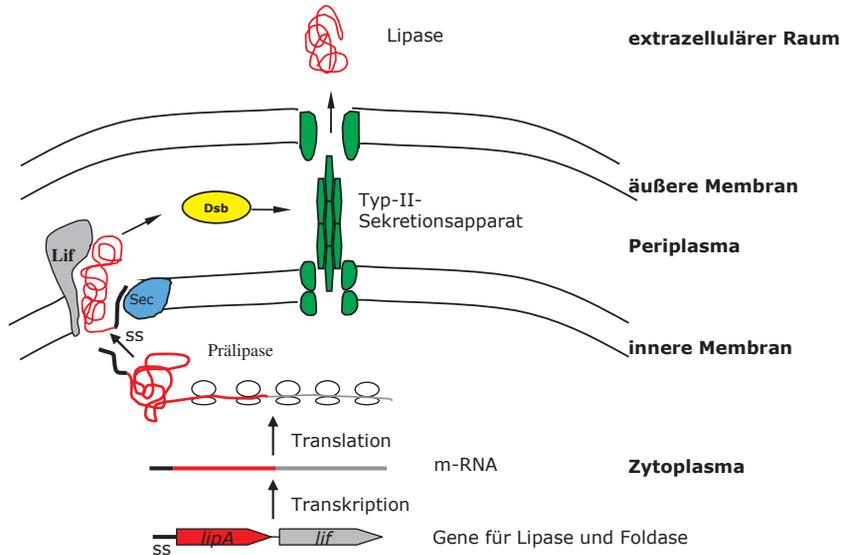


Abb. 3: Die Bildung und Freisetzung einer extrazellulären Lipase durch das Bakterium *Pseudomonas aeruginosa* ist ein komplizierter Prozess. Das Enzym wird von einem Lipasegen *lipA* kodiert, das zusammen mit einem zweiten Gen *lif*, das eine für diese Lipase spezifische Foldase kodiert, ein Operon bildet. Nach der Transkription dieser Gene erfolgt die Translation der entstandenen mRNA, d. h. deren Übersetzung in das Lipaseprotein an den Ribosomen. Dann erfolgt die Sekretion des bis dahin noch ungefalteten Lipaseproteins durch die Zytoplasmamembran der Bakterien, wobei die so genannte Signalsequenz (schwarz) abgespalten wird. Beim Durchtritt durch die Zytoplasmamembran erfolgt der Kontakt des Lipaseproteins mit der Foldase Lif, die in dieser Membran verankert ist. Das Enzym wird dann im Periplasma (dem Raum zwischen der Zytoplasma- und der äußeren Membran) in seine enzymatisch aktive Konformation überführt, wobei ein so genanntes Dsb-Protein eine Disulfidbrücke knüpft; dann wird die Lipase in das umgebende Medium sekretiert. Hierzu ist ein komplexer Sekretionsapparat erforderlich, der aus zwölf verschiedenen Proteinen besteht (der so genannte Typ-II-Sekretionsapparat). Aus dem Kulturüberstand kann die Lipase dann isoliert und für biotechnologische Anwendungen verwendet werden.

eines Biokatalysators führt. Dies ist einer der Gründe, weshalb das Bakterium *B. glumae* zur industriellen Produktion einer Lipase eingesetzt wird.¹³

Die heterologe Produktion von Membranproteinen und Enzymen, die komplexe Redox-Kofaktoren benötigen, ist nach wie vor sehr schwierig. In diesem Zusammenhang weist das phototrophe Bakterium *Rhodobacter capsulatus* aufgrund seiner besonderen Physiologie gegenüber anderen mikrobiellen Expressionswirten entscheidende Vorteile auf, die die

¹³ Vgl. Schmid *et al.* (2001: 258).

Überexpression der genannten Problemproteine in aktiver Form ermöglichen (Abb. 4):¹⁴ Unter phototrophen Wuchsbedingungen bildet *R. capsulatus* ein enorm vergrößertes vesikuläres Membransystem aus, das eine hohe intrinsische Aufnahmekapazität für Membranproteine aufweist. Darüber hinaus ist das Bakterium unter diesen Bedingungen in der Lage, nahezu alle beschriebenen Redox-Kofaktoren in großen Mengen zu synthetisieren und in entsprechende (heterologe) Proteine einzubauen. Maßgeschneiderte Überexpressionsvektoren mit *Rhodobacter*-spezifischen Kontrollelementen sowie zielgerichtet optimierte Expressionsstämme, die am Institut für Molekulare Enzymtechnologie entwickelt wurden, erlauben zudem die koordinierte Induktion der Membran- oder Kofaktorsynthese zusammen mit der effizienten Synthese des entsprechenden heterologen Zielproteins.

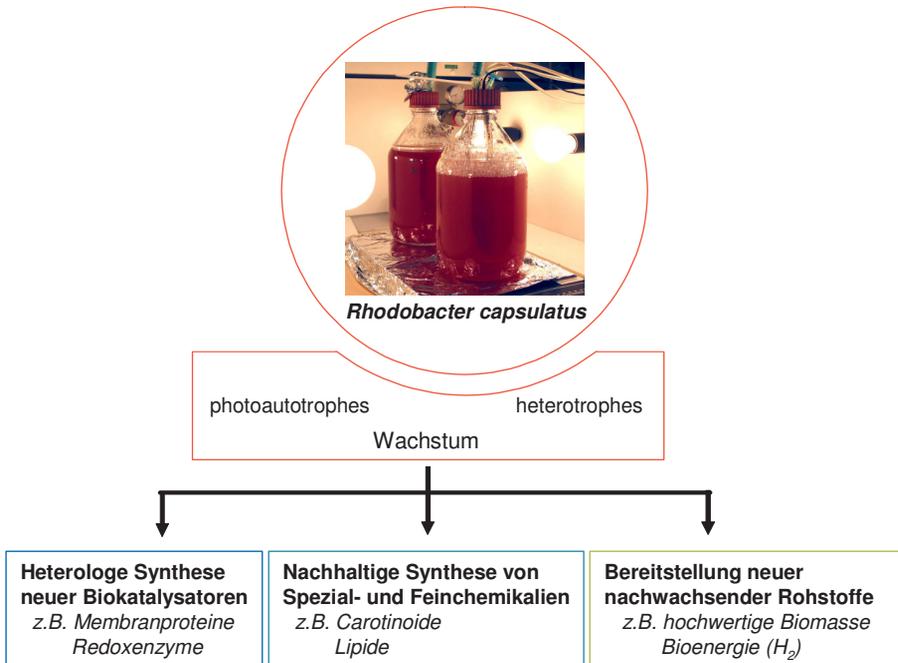


Abb. 4: Einsatzmöglichkeiten des phototrophen Bakteriums *Rhodobacter capsulatus* für die Weiße Biotechnologie.

Phototrophe Bakterien für eine nachhaltige Weiße Biotechnologie

Anoxygen-phototrophe Mikroorganismen wie das gramnegative Purpurbakterium *R. capsulatus* werden trotz ihres vielseitigen Zellstoffwechsels und des großen Potenzials für biotechnologische Produktionsverfahren bislang kaum eingesetzt. Dabei bieten phototrophe

¹⁴ Vgl. Drepper *et al.* (2005: 56).

Bakterien im Gegensatz zu herkömmlichen Mikroorganismen einige Vorteile. Beispielsweise kann *R. capsulatus* unter phototropen Wuchsbedingungen mit Licht als einziger Energiequelle auskommen. Das Bakterium vereint dabei auf hocheffiziente Weise energetische und stoffliche Kreisläufe, was es zu einem idealen Modellorganismus für eine zukunftsweisende phototrophe Biotechnologie macht. Unsere Forschungs- und Entwicklungsziele im Bereich der phototropen Biotechnologie umfassen die nachhaltige Produktion von (1) chemischen Produkten und (2) nachwachsenden Rohstoffen (Abb. 4).

Verwendung von *R. capsulatus* als lichtbetriebene Zellfabrik für die nachhaltige Produktion von Wertstoffen

Grundsätzlich ähnelt das Konzept, phototrophe Bakterien wie *R. capsulatus* für biotechnologische Anwendungen zu nutzen, Zielen der konventionellen Landwirtschaft: Elementare Stoffwechselleistungen wie die Photosynthese und CO₂-Fixierung werden hier genau wie bei herkömmlichen Nutzpflanzen eingesetzt, um Biomasse Energie sparend und CO₂-neutral zu erzeugen. Zusätzlich bietet *R. capsulatus* gegenüber Pflanzen und Algen den Vorteil, Luftstickstoff (N₂) biologisch fixieren zu können.¹⁵ Ein Entwicklungsziel am Institut für Molekulare Enzymtechnologie ist somit, *R. capsulatus* für die photobiotechnologische Produktion von Spezial- und Feinchemikalien sowie für die Erzeugung von Biowasserstoff als erneuerbare Energiequelle einzusetzen: (1) Mit Hilfe von Metabolic Design werden neue *R. capsulatus* Produktionsstämme erzeugt, die speziell lipophile Verbindungen wie z. B. Carotinoide oder Lipide in großen Mengen synthetisieren und im photosynthetischen Membransystem speichern können. (2) *R. capsulatus* ist ein idealer Organismus, um mit Hilfe von Nitrogenasen¹⁶ und Hydrogenasen¹⁷ aus Sonnenenergie Biowasserstoff als alternative Energiequelle zu erzeugen. Auch hier können durch konsequente Stammverbesserungen verschiedene physiologische Engpässe, die die Effizienz der Wasserstoffsynthese deutlich herabsetzen, überwunden werden,¹⁸ was in Zukunft eine hocheffektive H₂-Produktion mit *R. capsulatus* ermöglichen wird.

Molekulares Enzymdesign durch gerichtete Evolution

Enzyme wurden als zelluläre Biokatalysatoren im Rahmen natürlicher Evolutionsprozesse an ihre natürliche Umgebung angepasst; diese ist normalerweise ein wässriges Milieu bei neutralem pH-Wert sowie Normaldruck und moderaten Temperaturen. Der Einsatz von Biokatalysatoren für die Weiße Biotechnologie erfordert aber Umsetzungen mit nicht-natürlichen Substraten unter ebenfalls nicht-natürlichen Reaktionsbedingungen. Ein Beispiel ist die chirale Synthese von Hydroxynitrilen: Die durch die Oxynitrilase katalysierte Addition von Blausäure an Aldehyde oder Ketone muss in saurem Milieu (pH-Wert kleiner als 5,5) durchgeführt werden, um der Stabilität der Produkte Rechnung zu tragen; entsprechende Anforderungen sind an die pH-Stabilität der Enzyme zu stellen. Ein anderes häufig auftretendes Problem ist die fehlende Löslichkeit von Edukten und Produkten in Wasser.

¹⁵ Vgl. Masepohl *et al.* (2004: 141).

¹⁶ Vgl. Masepohl *et al.* (2004: 141).

¹⁷ Vgl. Vignais und Colbeau (2004: 159).

¹⁸ Vgl. Drepper *et al.* (2003: 2203).

Hier muss eine Biokatalysereaktion in organischen Lösungsmitteln stattfinden; auch dafür sind natürliche Enzyme oftmals ungeeignet.

Lösungen zu diesen Fragestellungen bieten die Techniken des *Enzyme Engineering*, wobei die räumliche Struktur eines Enzyms aufgeklärt und dann mit molekularbiologischen Methoden zielgerichtet manipuliert wird, um gewünschte neue Eigenschaften zu entwickeln. Allerdings ist nur für wenige Enzyme die dreidimensionale Struktur bekannt, so dass rationales Enzymdesign in der Mehrzahl der Fälle nicht angewendet werden kann. Ein alternativer molekularbiologischer Lösungsansatz kommt prinzipiell ohne jegliche Struktur und Funktionskenntnis aus und ist dem natürlichen Evolutionsprinzip aus zufälliger Mutation und anschließender Selektion nachempfunden. Dieser Ansatz wird analog zu seinem natürlichen Vorbild als gerichtete Evolution bezeichnet. Die Anwendung des „Mutations-Selektions-Prinzips“ wird im Labor durch zahlreiche Methoden zur zufälligen Mutagenese von Gensequenzen, der Selektion oder dem Screening zum Auffinden verbesserter Enzymvarianten möglich. Die Nachahmung des natürlichen Evolutionsprozesses im Labor ermöglicht zumindest theoretisch, durch Ausüben eines entsprechenden „Selektionsdrucks“ Biokatalysatoren mit jeder gewünschten Eigenschaft herzustellen. Tatsächlich konnte in den letzten Jahren gezeigt werden, dass Enzyme mit veränderter Substratspezifität, Thermostabilität, Lösungsmittelstabilität und Enantioselektivität im Labor evolviert werden können.¹⁹

Umfangreiche Studien zur Entwicklung enantioselektiver Lipasen mittels gerichteter Evolution wurden und werden an unserem Institut in Kooperation mit den Arbeitsgruppen von Univ.-Prof. Dr. M. T. Reetz und Univ.-Prof. Dr. W. Thiel (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr) durchgeführt. Durch aufeinander folgende Runden von Zufallsmutagenese und Hochdurchsatz-Screening (Abb. 5) konnten die extrazellulären Lipasen aus *Pseudomonas aeruginosa* (PAL) und *Bacillus subtilis* (BSL) gegenüber interessanten Modellsubstraten hinsichtlich ihrer Enantioselektivitäten optimiert werden.²⁰ Schrittweise konnten so aus dem nicht-enantioselektiven PAL-Wildtyp-Enzym Varianten mit hoher Enantioselektivität sowohl gegenüber dem *S*-Enantiomer wie dem *R*-Enantiomer des Substrats 2-Methyldekansäure-*p*-Nitrophenylester entwickelt werden. Außerdem wurden durch Anwendung komplexer theoretischer Methoden wie quanten- und molekularmechanischer Computermodellierungen rationale Erklärungen für die veränderten Enantioselektivitäten dieser Lipasevarianten abgeleitet.²¹ Die Enantioselektivität der BSL in der Desymmetrisierung von *meso*-1,4-Diacetoxy-2-cyclopenten wurde schrittweise verbessert. Interessanterweise zeigte sich hier, dass mit zunehmender Anzahl von Aminosäureaustauschen im Enzym dessen Stabilität signifikant abnahm.²² Daher wurde für dieses Enzym eine neue Evolutionsstrategie erprobt, die in einer Kombination aus rationalem und evolutivem Design besteht und als „rationale Evolution“ beschrieben werden kann. Zunächst wurden basierend auf der Kenntnis der räumlichen BSL-Struktur²³ zusätzliche Proteindomänen eingefügt, die das katalytische Zentrum des Enzyms flankieren.²⁴

¹⁹ Vgl. Jaeger und Eggert (2004: 305) sowie Bloom *et al.* (2005: 447).

²⁰ Vgl. Liebeton *et al.* (2000: 709) sowie Funke *et al.* (2003: 67).

²¹ Vgl. Bocola *et al.* (2004: 214).

²² Vgl. Funke *et al.* (2003: 67).

²³ Vgl. van Pouderooyen *et al.* (2001: 215).

²⁴ Vgl. Eggert *et al.* (2004: 139).

Im zweiten Schritt, der Evolutionsphase, wurden nun Mutationen in diese zusätzlichen Elemente eingefügt mit dem Ziel, in räumlicher Nähe des katalytischen Zentrums Aminosäureaustausche einzubringen, die eine Erhöhung der Enantioselektivität bewirken, ohne das Enzymrückgrat zu destabilisieren.

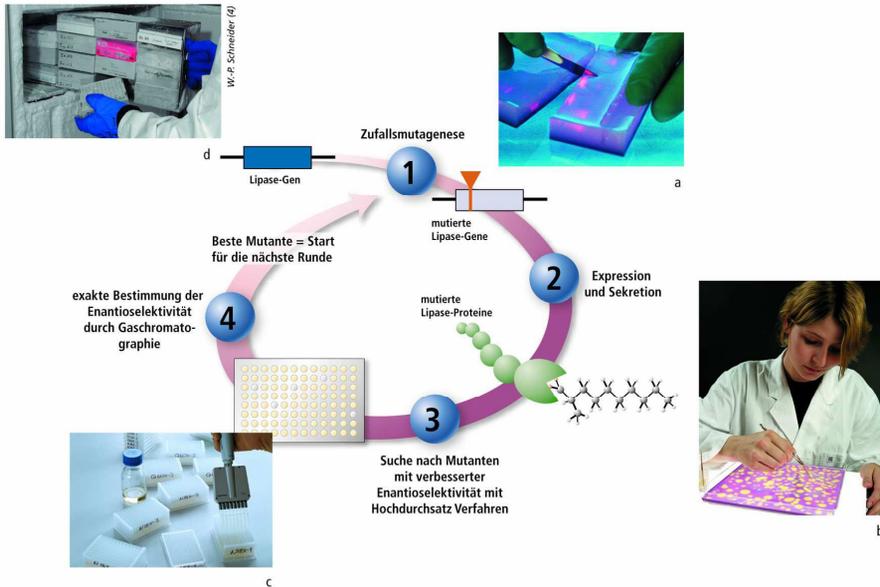


Abb. 5: Gerichtete Evolution zur Optimierung von Biokatalysatoren. (1) Durch Zufallsmutagenese eines Ausgangsgens entsteht eine so genannte Mutantenbibliothek. (2) Die Mutantengene werden in Bakterien vermehrt und in Enzyme übersetzt. (3) Mit verschiedenen Hochdurchsatz-Screeningmethoden werden die entstandenen Enzybibibliotheken auf verbesserte Varianten durchmustert und (4) abschließend genauer charakterisiert, bevor sie als Ausgangsmaterial in neue Evolutionsrunden wieder eingebracht werden. (Bildquelle: Forschungszentrum Jülich).

Die gerichtete Evolution als Kombination von effizienten Mutagenese- und Identifizierungsmethoden wird für die zukünftige Weiße Biotechnologie unverzichtbar sein, weil sie eine schnelle und kostengünstige Optimierung von Biokatalysatoren für unterschiedliche industrielle Einsatzgebiete ermöglicht.

Neue Biokatalysatoren für die Chemie

Für spezifische biokatalysierte Reaktionen können entweder isolierte Enzyme oder ganze Zellen eingesetzt werden; die Produkte sind Ausgangsverbindungen oder Zwischenstoffe für chemische Synthesen.

Enzyme zur Knüpfung von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen

Eine Gruppe von Biokatalysatoren mit enormer Bedeutung für die Chemieindustrie sind Enzyme, die den Aufbau von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen (C-C-Bindungen) katalysieren. Besonderes Interesse gilt dabei solchen Biokatalysatoren, die chirale Verbindungen als Bausteine für bioaktive Substanzen wie Pharmazeutika zugänglich machen. Da die verschiedenen Enantiomere eines Moleküls oft sehr unterschiedliche Wirkungen ausüben können, wird heute gefordert, dass jeweils beide Enantiomere eines Moleküls getrennt hergestellt und auf ihre Wirkung untersucht werden. Mit klassischen chemischen Methoden ist die Herstellung einzelner Enantiomere oftmals schwierig; hier sind Biokatalysatoren überlegen, die aufgrund der eigenen Chiralität ihrer aktiven Zentren diese Aufgabe in vielen Fällen sehr leicht lösen können. Wertvolle Bausteine für die bioorganische Synthese sind z. B. 2-Hydroxyketone, die durch Folgereaktionen an der Carbonyl- und der Hydroxylfunktion und auch an den Seitenketten R_1 und R_2 (Abb. 6) vielseitig modifiziert werden. Sie sind Bausteine z. B. der Taxolseitenkette, des Ephedrins und des Bupropions, dem Wirkstoff der „Raucherentwöhnungspille“.

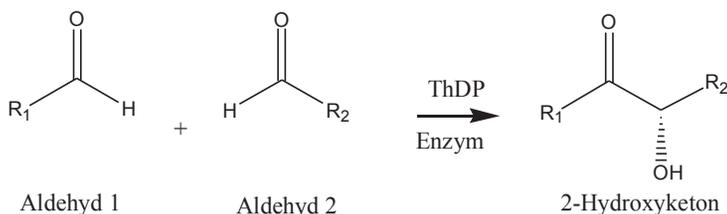


Abb. 6: Schematische Darstellung der Verknüpfung zweier Aldehyde zu einem chiralen 2-Hydroxyketon. Diese Reaktion kann von Thiamindiphosphat-abhängigen Enzymen katalysiert werden.

Geeignete Biokatalysatoren für den Aufbau solcher Moleküle enthalten den Kofaktor Thiamindiphosphat. Dieser ermöglicht durch eine „Umpolungsreaktion“ der Reaktivität an der Carbonylfunktion die C-C-Verknüpfung zwischen zwei Aldehyden zu chiralen 2-Hydroxyketonen (Abb. 6).²⁵ Sowohl die Chiralität als auch die Art und Größe der Seitenketten können durch die Wahl des entsprechenden Biokatalysators beeinflusst werden. Bedingt durch Unterschiede in der Größe und Form der aktiven Zentren, die tief im Inneren dieser Enzyme liegen und durch einen schmalen Kanal zugänglich sind, ändern sich das Substratspektrum und auch die Enantioselektivität. Das Spektrum der enzymatisch zugänglichen 2-Hydroxyketone ist somit unmittelbar von der Diversität der verfügbaren Biokatalysatoren abhängig. Durch Kombination geeigneter Enzyme kann daher ein „Baukasten“ zur Herstellung vieler verschiedener Zwischenstufen für die organische Synthese bereitgestellt werden. Mit drei bereits gut charakterisierten Enzymen – der Pyruvatdecarboxylase aus *Zymomonas mobilis*, der Benzoylformiatdecarboxylase aus *Pseudomonas putida* und der Benzaldehydlyase aus *Pseudomonas fluorescens* – sowie diversen Varianten dieser Biokatalysatoren konnte bereits ein wesentlicher Grundstein für den Aufbau eines solchen Baukastens gelegt werden.²⁶ Dieser wird stetig erweitert durch die konti-

²⁵ Vgl. Pohl *et al.* (2002: 5288) sowie Pohl *et al.* (2004: 335).

²⁶ Vgl. Iding *et al.* (2000: 1483), Dünkemann *et al.* (2002: 12084) sowie Lingen *et al.* (2002: 585).

nuierliche Untersuchung und Optimierung neuer ThDP-abhängiger Enzyme hinsichtlich ihres Potenzials zur C-C-Verknüpfung und deren Optimierung im Hinblick auf technisch relevante Aspekte wie Stabilität und Substratspektrum. Hierzu werden einerseits molekularbiologische Methoden wie die gerichtete Evolution und das rationale Proteindesign eingesetzt, andererseits werden die Selektivität und Stabilität dieser Biokatalysatoren durch reaktionstechnische Anpassung der jeweiligen biokatalytischen Reaktionen optimiert. Ziel ist der Aufbau einer Enzybibliothek, durch die eine enantiomere Hydroxyketonbibliothek mit maximaler Diversität zugänglich ist. Auf diesem Weg sollen neue Syntheserouten zu interessanten Produkten aufgezeigt werden, die den Anteil biokatalytischer Teilschritte beim Aufbau komplexer Moleküle weiter steigern sollen.

Ganzzellbiokatalyse zur Synthese chiraler Alkohole

Die asymmetrische Reduktion prochiraler Ketone ist eine der wichtigsten Reaktionen in der organischen Synthese. Enantiomerenreine Alkohole sind bedeutende chirale Bausteine der industriellen Spezial- und Feinchemie, deren Darstellung mit chemischen oder biokatalytischen Methoden erfolgen kann. Nachteile von chemischen Verfahren sind häufig extreme Reaktionsbedingungen sowie unzureichende optische Ausbeuten. Der Einsatz von Enzymen und dabei vor allem von ADHs hat entscheidende Vorteile, zu nennen ist hier insbesondere die Durchführung der Reaktionen unter milden Bedingungen und in wässrigen Systemen. Viele ADHs sind abhängig von den Nicotinamid-Kofaktoren NAD oder NADP und katalysieren den reversiblen Transfer eines Hydridions von NAD(P)H auf eine Carbonylverbindung. Aufgrund des hohen Preises ist die Regenerierung der oxidierten Kofaktoren sehr wichtig, die durch den Zusatz eines zweiten Substrats oder aber durch ein zweites Enzym (Abb. 7) erfolgen kann.

Zwei für industrielle Anwendungen sehr interessante ADHs wurden in unserem Institut isoliert und charakterisiert: eine (*R*)-spezifische, NADP-abhängige ADH aus *Lactobacillus*- und ein (*S*)-spezifisches NAD-abhängiges Enzym aus *Rhodococcus*-Stämmen. Diese Enzyme setzen ein breites Spektrum an Ketonen und Ketoestern stereospezifisch um und zeigen beide als gereinigte Proteine hohe Aktivitäten.²⁷ Beide Enzyme sind auch rekombinant verfügbar, so dass eine praktisch unbegrenzte Enzymversorgung gewährleistet ist. Tabelle 1 zeigt einige Produkte, die mit diesen beiden Enzymen präpariert werden können, wobei die Substrate auch bei hohen Konzentrationen (bis zu 1M) mit hoher Enantioselektivität reduziert werden.

Eine elegante Methode zur Produktion großer Mengen an ADH mit simultaner Kofaktorregenerierung stellt die Koexpression von ADH mit einem kofaktorregenerierendem Enzym dar.²⁸ Aus diesem Grund wurde die (*R*)-spezifische NADP-abhängige ADH aus *Lactobacillus kefir*²⁹ mit einer Reihe von Enzymen koexprimiert, die NADPH regenerieren.³⁰ Als kofaktorregenerierende Enzyme wurden Glucose-Dehydrogenase (GDH) aus *B. subtilis*, Malic Enzyme (MAE) aus *E. coli*, Isocitrat-Dehydrogenase (IDH) aus *B. subtilis*, Formiat-Dehydrogenase (FDH) aus *Candida boidinii* sowie FDH gekoppelt mit Pyridin-

²⁷ (*R*)-ADH: 350 U/mg; (*S*)-ADH: 1.000 U/mg.

²⁸ Vgl. Kataoka *et al.* (1997: 699).

²⁹ Vgl. Weckbecker und Hummel (im Druck), Hummel (1990: 15) sowie Bradshaw *et al.* (1992: 1532).

³⁰ Vgl. Weckbecker (2005).

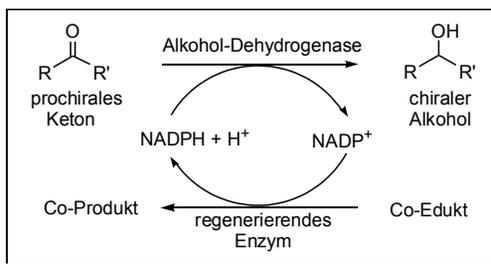


Abb. 7: Prinzip der enzymgekoppelten NADPH-Regenerierung.

(R)-Alkohol-Dehydrogenase (<i>Lactobacillus</i> sp.)	(S)-Alkohol-Dehydrogenase (<i>Rhodococcus</i> sp.)
<p>(S)-2-Bromo-1-(4-bromo-phenyl)-ethanol (97 % ee)</p>	<p>(S)-4-Cl-Phenylethanol (> 99 % ee)</p>
<p>(R,R)-2,5-Hexandiol (> 99 % ee)</p>	<p>(S)-4-Br-Phenylethanol (97 % ee)</p>
<p>(S)-6-Cl-5-hydroxy-3-oxo-hexansäure-<i>tert</i>-butylester (> 99,5 % ee)</p>	<p>(S)-2-Cl-Phenylethanol (> 99 % ee)</p>
<p>(R)-4-Hydroxy-6-trimethylsilylhex-5-ensäure-methylester (97 % ee)</p>	<p>(R)-2-Hydroxy-4-phenylbuttersäure-ethylester (96 % ee)</p>
<p>(R)-1-(4-Phenoxyphenyl)-ethanol (> 99 % ee)</p>	<p>(S)-1-Phenoxypropan-2-ol (> 99 % ee)</p>

Tabelle 1: Beispiele für Produkte, die mit der (R)- bzw. (S)-ADH durch Reduktion der Ketonvorstufe entsprechend Abbildung 7 hergestellt werden können.

Nucleotid-Transhydrogenase (PNT) aus *E. coli* verwendet.³¹ Im Gegensatz zu den anderen regenerierenden Enzymen ist die FDH strikt NAD-abhängig. Sie wurde gewählt, um die geringe NAD-Nebenaktivität der ADH auszunutzen. Das System mit PNT, die den Transfer von Redoxäquivalenten zwischen NADPH und NAD katalysiert, beruht dagegen wiederum auf der NADP-Abhängigkeit der ADH.

Nach der Konstruktion und Charakterisierung der Ganzzellbiokatalysatoren wurden verschiedene prochirale Ketone als Substrate in Ganzzellbiotransformationen eingesetzt. Als Beispiel wird hier Acetophenon, das Standardsubstrat der ADH aus *L. kefir*, beschrieben. Die spezifischen Zellaktivitäten, die bei der Reduktion von 10 mM Acetophenon mit den unterschiedlichen Systemen erreicht wurden, lagen im Bereich von ein bis 3.000 Enzymeinheiten pro Gramm Zellfeuchtmasse, wobei mit dem System ADH-GDH mit Abstand die besten Ausbeuten erreicht wurden. Das System GDH-ADH enthält zwar die gleichen Enzyme, allerdings ist die Reihenfolge der Gene auf dem Plasmid umgekehrt. Dieses Konstrukt lieferte deutlich schlechtere Zellaktivitäten (1.500 Enzymeinheiten pro Gramm Zellfeuchtmasse), was ein Beweis dafür ist, dass nicht nur die Expression der jeweiligen Enzyme, sondern auch deren Verhältnis zueinander eine wichtige Rolle spielt. Die beiden Systeme, die die FDH enthalten, lieferten dagegen vergleichsweise schlechte Ausbeuten (ein bis drei Enzymeinheiten pro Gramm Zellfeuchtmasse).

Die hohen erreichten Zellaktivitäten der meisten Systeme sind ein Maß für die Qualität dieser Ganzzellbiokatalysatoren und zeigen, dass mit diesen Stämmen effiziente asymmetrische Reduktionen möglich sind. Alle Reaktionen verliefen zudem mit ausgezeichneten Enantioselektivitäten von mehr als 99,9 Prozent *ee*. Dieses biokatalytische Verfahren ist also ein Paradebeispiel für die Effizienz der Weißen Biotechnologie zur Herstellung einer Vielzahl chiraler Verbindungen mit hohen optischen Ausbeuten und unter milden Reaktionsbedingungen.

Danksagung

Die Arbeiten am Institut für Molekulare Enzymtechnologie werden gefördert von der Europäischen Kommission, den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) sowie Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), dem Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU).

Wir danken zahlreichen Kooperationspartner aus Forschung und Industrie, insbesondere den Professoren Gerhard Gottschalk (Universität Göttingen), Wolfgang Streit (Universität Hamburg), Manfred T. Reetz, Walter Thiel (beide Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr) und Michael Müller (Universität Freiburg).

³¹ Vgl. Weckbecker und Hummel (2004: 1739).

Literatur

- AMANN, R. I., W. LUDWIG und K. H. SCHLEIFER. „Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation“, *Microbiological Reviews* 59 (1995), 143-169.
- BELL, P. J., A. SUNNA, M. D. GIBBS, N. C. CURACH, H. NEVALAINEN und P. L. BERGQUIST. „Prospecting for novel lipase genes using PCR“, *Microbiology* 148 (2002), 2283-229.
- BLOOM, J. D., M. M. MEYER, P. MEINHOLD, C. R. OTEY, D. MACMILLAN und F. H. ARNOLD. „Evolving strategies for enzyme engineering“, *Current Opinion in Structural Biology* 15 (2005), 447-452.
- BOCOLA, M., N. OTTE, K.-E. JAEGER, M. T. REETZ und W. THIEL. „Learning from directed evolution: theoretical investigations into cooperative mutations in lipase enantioselectivity“, *Chembiochem* 5 (2004), 214-223.
- BRADSHAW, C. W., W. HUMMEL und C.-H. WONG. „*Lactobacillus kefir* alcohol dehydrogenase: a useful catalyst for synthesis“, *Journal of Organic Chemistry* 57 (1992), 1532-1536.
- DREPPER, T., S. GROSS, A. F. YAKUNIN, P. C. HALLENBECK, B. MASEPOHL und W. KLIPP. „Role of GlnB and GlnK in ammonium control of both nitrogenase systems in the phototrophic bacterium *Rhodobacter capsulatus*“, *Microbiology* 149 (2003), 2203-2212.
- DREPPER, T., S. ARVANI, F. ROSENAU, S. WILHELM und K.-E. JAEGER. „High-level transcription of large gene regions: a novel T(7)RNA-polymerase-based system for expression of functional hydrogenases in the phototrophic bacterium *Rhodobacter capsulatus*“, *Biochemical Society Transaction* 33 (2005), 56-58.
- DÜNKELMANN, P., D. KOLTER-JUNG, A. NITSCHKE, A. S. DEMIR, P. SIEGERT, B. LINGEN, M. BAUMANN, M. POHL und M. MÜLLER. „Development of a donor-acceptor concept for enzymatic cross-coupling reactions of aldehydes: the first asymmetric cross-benzoin condensation“, *Journal of the American Chemical Society* 124 (2002), 12084-12085.
- EGGERT, T., C. LEGGEWIE, M. PULS, W. STREIT, G. VAN POUDEROYEN, B. W. DIJKSTRA und K.-E. JAEGER. „Novel biocatalysts by identification and design“, *Biocatalysis and Biotransformation* 22 (2004), 139-144.
- ELEND, C., C. SCHMEISSER, C. LEGGEWIE, P. BABIAK, J. D. CARBALLEIRA, H. L. STEELE, J.-L. REYMOND, K.-E. JAEGER und W. R. STREIT. „Isolation and biochemical characterization of two novel metagenome-derived esterases“, *Applied and Environmental Microbiology* 72 (2006), 3637-3645.
- FUNKE, S. A., A. EIPPER, M. T. REETZ, N. OTTE, W. THIEL, G. VAN POUDEROYEN, B. W. DIJKSTRA, K.-E. JAEGER und T. EGGERT. „Directed evolution of an enantioselective *Bacillus subtilis* lipase“, *Biocatalysis and Biotransformation* 21 (2003), 67-73.
- HENNE, A., R. A. SCHMITZ, M. BOMEKE, G. GOTTSCHALK und R. DANIEL. „Screening of environmental DNA libraries for the presence of genes conferring lipolytic activity on *Escherichia coli*“, *Applied and Environmental Microbiology* 66 (2000), 3113-3116.
- HUMMEL, W. „Reduction of acetophenone to R(+)-phenylethanol by a new alcohol dehydrogenase from *Lactobacillus kefir*“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 34 (1990), 15-19.
- INDING, H., T. DÜNNWALD, L. GREINER, A. LIESE, M. MÜLLER, P. SIEGERT, J. GRÖTZINGER, A. S. DEMIR und M. POHL. „Benzoylformate decarboxylase from *Pseudomonas putida* as stable catalyst for the synthesis of chiral 2-hydroxy ketones“, *Chemical European Journal* 6 (2000), 1483-1495.
- JAEGER, K.-E. und T. EGGERT. „Enantioselective biocatalysis optimized by directed evolution“, *Current Opinion in Biotechnology* 15 (2004), 305-313.

- KATAOKA, M., L. P. ROHANI, K. YAMAMOTO, M. WADA, H. KAWABATA, K. KITA, H. YANASE und S. SHIMIZU. „Enzymatic production of ethyl (R)-4-chloro-3-hydroxybutanoate: asymmetric reduction of ethyl 4-chloro-3-oxobutanoate by an *Escherichia coli* transformant expressing the aldehyde reductase gene from yeast“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 48 (1997), 699-703.
- LEGGEWIE, C., T. DREPPER, T. EGGERT, W. HUMMEL, M. POHL, F. ROSENAU und K.-E. JAEGER. „Weiße Biotechnologie“, *Chemie Ingenieur Technik* 78 (2006a), 1-10.
- LEGGEWIE, C., H. HENNING, C. SCHMEISSER, W. R. STREIT und K.-E. JAEGER. „A novel transposon for functional expression of DNA libraries“, *Journal of Biotechnology* 123 (2006b), 281-287.
- LIEBETON, K., A. ZONTA, K. SCHIMOSSEK, M. NARDINI, D. LANG, B. W. DIJKSTRA, M. T. REETZ und K.-E. JAEGER. „Directed evolution of an enantioselective lipase“, *Chemistry & Biology* 7 (2000), 709-718.
- LIEBETON, K. und J. ECK. „Identification and Expression in *E. coli* of novel nitrile hydratases from the metagenome“, *Engineering in Life Sciences* 4 (2004), 557-562.
- LINGEN, B., J. GRÖTZINGER, D. KOLTER, M.-R. KULA und M. POHL. „Improving the carboxylase activity of benzoylformate decarboxylase from *Pseudomonas putida* by a combination of directed evolution and site-directed mutagenesis“, *Protein Engineering* 15 (2002), 585-593.
- MASEPOHL, B., T. DREPPER und W. KLIPP. „Nitrogen fixation in the phototrophic purple bacterium *Rhodobacter capsulatus*“, in: W. KLIPP, B. MASEPOHL, J. R. GALLON und W. E. NEWTON (Hrsg.). *Genetics and regulation of nitrogen fixation in free-living bacteria*. Bd. II. Dordrecht u. a. 2004, 141-173.
- NELSON, K. E., C. WEINEL, I. T. PAULSEN, R. J. DODSON *et al.* „Complete genome sequence and comparative analysis of the metabolically versatile *Pseudomonas putida* KT2440“, *Environmental Microbiology* 4 (2002), 799-808.
- POHL, M., B. LINGEN und M. MÜLLER. „Thiamin-diphosphate-dependent enzymes: new aspects of asymmetric C-C bond formation“, *Chemistry* 8 (2002), 5288-5295.
- POHL, M., G. A. SPRENGER und M. MÜLLER. „A new perspective on thiamine catalysis“, *Current Opinion in Biotechnology* 15 (2004), 335-342.
- ROSENAU, F. und K.-E. JAEGER. „Design of systems for overexpression of *Pseudomonas* lipases“, in: A. SEVENDSEN (Hrsg.). *Enzyme Functionality: Design, Engineering, and Screening*. New York 2003, 617-631.
- ROSENAU, F. und K.-E. JAEGER. „Overexpression and Secretion of *Pseudomonas* Lipases“, in: J. L. RAMOS (Hrsg.). *Pseudomonas*. Bd. 3. New York 2004, 491-508.
- ROSENAU, F., J. TOMMASSEN und K.-E. JAEGER. „Lipase-specific foldases“, *Chembiochem* 5 (2004), 152-161.
- SCHMID, A., J. S. DORDICK, B. HAUER, A. KIENER, M. WUBBOLTS und B. WITTHOLT. „Industrial biocatalysis today and tomorrow“, *Nature* 409 (2001), 258-268.
- VAN POUDEROYEN, G., T. EGGERT, K.-E. JAEGER und B. W. DIJKSTRA. „The crystal structure of *Bacillus subtilis* lipase: a minimal alpha/beta hydrolase fold enzyme“, *Journal of Molecular Biology* 309 (2001), 215-226.
- VIGNAIS, P. M. und A. COLBEAU. „Molecular biology of microbial hydrogenases“, *Current Issues in Molecular Biology* 6 (2004), 159-188.
- WECKBECKER, A. und W. HUMMEL. „Improved synthesis of chiral alcohols with *Escherichia coli* cells co-expressing pyridine nucleotide transhydrogenase, NADP⁺-dependent alcohol dehydrogenase and NAD⁺-dependent formate dehydrogenase“, *Biotechnological Letters* 26 (2004), 1739-1744.

WECKBECKER, A. *Entwicklung von Ganzzellbiokatalysatoren zur Synthese von chiralen Alkoholen*. Dissertation. Düsseldorf 2005.

WECKBECKER, A. und W. HUMMEL. „Enzyme-catalyzed regeneration of nicotinamide coenzymes“, *Biocatalysis and Biotransformation*(im Druck).

WICHMANN, R., C. WANDREY, A. F. BÜCKMANN und M.-R. KULA. „Continuous enzymatic transformation in an enzyme membrane reactor with simultaneous NAD(H) regeneration“, *Biotechnology and Bioengineering* 23 (1981), 2789-2802.

**JÖRG PIETRUSZKA, ANJA C. M. RIECHE,
NIKLAS SCHÖNE und THORSTEN WILHELM**

Naturstoffchemie – Ein herausforderndes Puzzlespiel

Einleitung

Eine moderne Industriegesellschaft stellt hohe Anforderungen an die wissenschaftliche Forschung. Gesellschaftliche Probleme, wie zum Beispiel die Bevölkerungsexplosion und die damit zunehmend knapperen Nahrungsmittelressourcen oder die Bekämpfung von Krankheiten – auch zur Verbesserung der Lebensqualität im Alter –, stellen eine Herausforderung für die Wissenschaft dar. Eine Schlüsselrolle bei diesen Entwicklungen fällt der Synthesechemie zu, denn gerade diese kann durch gezielte Stoffumwandlungen entscheidende Fortschritte in der Medizin sowie in den Bio- und Materialwissenschaften initiieren. Ausgangspunkt für viele Entwicklungen war und ist die wissenschaftliche Neugier – die Faszination, die von neuen Strukturen ausgeht. Diese Aspekte sind auch wiederkehrende Bausteine bei der Betrachtung des komplexen Puzzles der Naturstoffchemie:

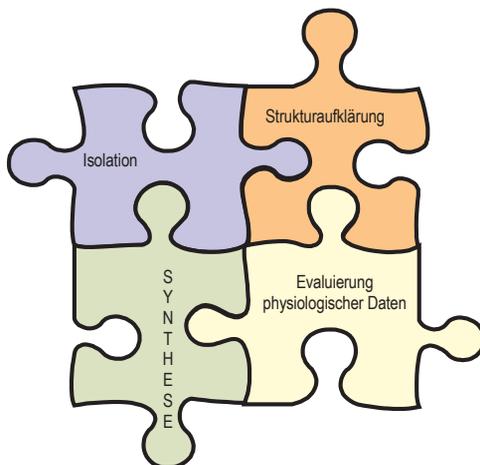


Abb. 1: Das Naturstoffpuzzle

Ein stark vereinfachtes Bild erhält man, wenn das interdisziplinäre Feld der Naturstoffchemie auf vier Teilaspekte reduziert wird, wobei die folgende Gewichtung selbstverständlich aus Sicht eines Synthetikers erfolgt: (1.) Am Anfang steht scheinbar die Isolation einer (hoffentlich) neuen Verbindung. Bei genauerer Betrachtung wird dieser Weg natürlich nur noch in seltenen Fällen beschritten, vielmehr ist eine zielgerichtete Suche Stand der Technik. Mit anderen Worten: Bevor mit dem Isolationsprozess begonnen werden kann, muss

die Naturstoffquelle bekannt sein und das physiologische Target feststehen. Ein geeignetes empfindliches Screening-Verfahren ist gegebenenfalls zunächst zu entwickeln. (2.) Wurde eine Verbindung im Idealfall in Reinform isoliert – und dies ist keinesfalls eine Selbstverständlichkeit –, so muss mit empfindlichsten analytischen Methoden die Strukturaufklärung erfolgen. Bei Kleinstmengen ist hier natürlich immer eine gewisse Unsicherheit gegeben. Speziell bei Substanzen aus marinen Quellen ist es keine Seltenheit, dass für ein Gramm Naturstoff mehr als eine Tonne Rohmaterial benötigt wird. Hier greift (3.) die Synthese im Puzzlespiel, denn letztlich kann in vielen Fällen nur diese die Strukturen verifizieren oder falsifizieren. Aber auch für einen weiteren Aspekt ist die Synthese essenziell: Natürliche Wirkstoffe sind in vielen Fällen zu komplex aufgebaut, als dass sie als Pharmaka eingesetzt werden könnten. Durch gezielte Modifikation können synthetisch einfacher zugängliche Substanzen bereitgestellt werden, wobei die physiologischen Eigenschaften dabei gegebenenfalls noch verbessert werden. (4.) Die Evaluierung und Reevaluierung der physiologischen Daten geht noch über diesen Punkt hinaus: Es gilt in jedem Falle zu beweisen, ob die Wirkung tatsächlich von der aufgeklärten Verbindung stammt oder vielmehr von einer nicht identifizierten Verunreinigung, das heißt einer Minderkomponente.

Offensichtlich ist die Naturstoffchemie mit großen Mühen verbunden, die im vorherigen Absatz tatsächlich nur ansatzweise angesprochen wurden. Trotzdem arbeiten viele Forscher mit Begeisterung in diesem interdisziplinären Spannungsfeld. Eine Motivation hierfür ist die Tatsache, dass derzeit ca. 61 Prozent aller neuen chemischen Struktureinheiten für Medikamente direkt oder indirekt auf Naturprodukte zurückzuführen sind.¹ Als spezielle Herausforderung gelten marine Naturstoffe,² da gerade mit diesen häufig faszinierende Eigenschaften verbunden sind. Die hohe Biodiversität bedingt, dass auch die unterschiedlichsten physiologischen Targets vielfach selektiv angesprochen werden können. Da die in der Natur vorhandene Biomasse bei weitem den Bedarf nicht deckt, ist gerade hier die Synthesechemie sowohl aus ökonomischen als auch aus ökologischen Gründen gefordert. In diesem Bereich liegt die Expertise des Arbeitskreises. Erneut sind es vier Aspekte, die uns zum Einstieg in ein Projekt zur Naturstofftotalsynthese motivieren: Natürlich können es die herausragenden physiologischen Eigenschaften der Verbindungen sein, aber auch die Strukturen selbst sind häufig entscheidend für uns. Die Strukturaufklärung steht im Vordergrund – hier sind eine erstklassige Analytik und speziell die Enantiomerenanalytik Pflicht. Aber auch die Faszination, die durch ungewöhnliche Strukturen hervorgerufen wird, kann „Auslöser“ für ein neues Projekt sein. Im Zentrum unseres Interesses steht die Methodenentwicklung, die häufig essenziell für die erfolgreiche Durchführung einer komplexen Synthese ist. Gleichzeitig wird dadurch der Werkzeugkasten für effiziente Synthesen kontinuierlich vergrößert. Ein letzter Punkt – und diesen dürfen wir an der Hochschule niemals aus dem Auge verlieren – betrifft die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses: In Bereichen hoher Interdisziplinarität kann die Lehre im besonderen Maße profitieren, und die Naturstoffchemie ist hierfür ein ideales Beispiel, denn es wird wenig andere Bereiche geben, in denen so viele Disziplinen miteinander verknüpft werden können, um hochwertige Lehre zu ermöglichen.

¹ Vgl. Butler (2004).

² Vgl. Newman *et al.* (2003) und Newman und Cragg (2004). Jährlich wird zu diesem Thema eine Übersicht publiziert; vgl. Blunt *et al.* (2005).

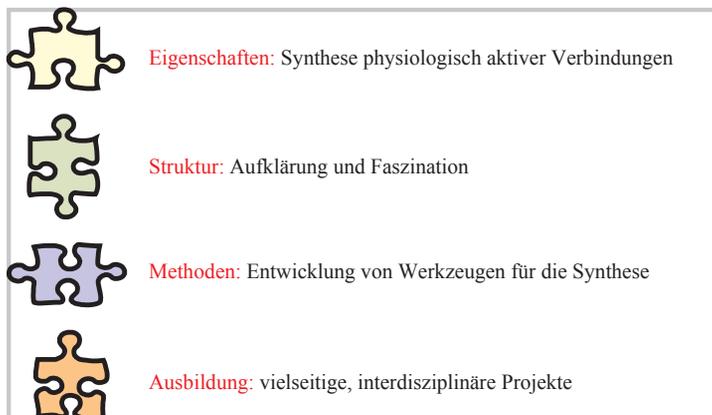


Abb. 2: Das Synthesepuzzle

Im Arbeitskreis wird derzeit eine Reihe von Naturstoffprojekten bearbeitet (siehe Abb. 3), deren erschöpfende Darstellung den Rahmen dieses Beitrages sprengen würde. Unser Synthesepuzzle soll am Beispiel des Oxylinprojektes kurz erläutert werden.

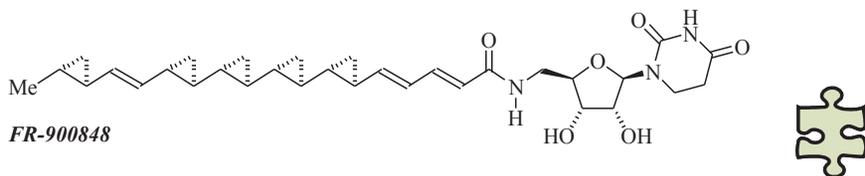
Das Oxylinprojekt

Strukturen

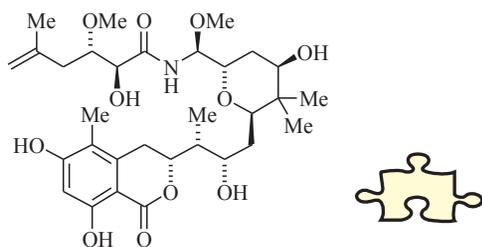
Als Oxyline³ werden Metabolite mehrfach ungesättigter Fettsäuren bezeichnet, die quasi von jedem Organismus produziert werden und jeweils unterschiedliche biologische Funktionen besitzen. Durch die besonderen Bedingungen in Wasser (unter anderem geringere Sauerstoffkonzentration und UV-Belastung) können Meeresorganismen im Vergleich zu terrestrischen Quellen strukturell vielfältigere Oxyline generieren. Um eine Ordnung in diese Gruppe von Naturstoffen zu bringen, sind verschiedene Ansätze denkbar: Aus biologischer Sicht besteht die Möglichkeit, sie entweder nach ihrer Funktion oder nach den generierenden Organismen zu klassifizieren. Da beide Punkte nicht zwangsläufig als gesichert gelten dürfen, erscheint die Systematisierung nach auftretenden funktionellen Gruppen vernünftiger. Eine grobe Einteilung erfolgte durch Gerwick *et al.*, die in der nachfolgenden Priorität carbocyclische, heterocyclische und acyclische Verbindungen unterschieden. Schwerpunkt unserer Arbeiten sind die carbocyclischen Oxyline mit Cyclopropyllactoneinheit, wobei alle bislang bekannten Verbindungen ein transsubstituiertes Cyclopropan besitzen. Innerhalb dieser Gruppe ist die Unterscheidung aufgrund der Größe des Lactonringes angebracht: Bekannt sind 6-Ringe (Constanolactone A-G, ein Oxylin aus *Plexaura homomalla*, sowie das Aplidilacton), 8-Ringe (Solandelactone A-I), 9-Ring-Lactone (Halicholacton und Neohalicholacton) sowie ein 13-Ring (Hybridilacton).⁴

³ Übersichten: Vgl. Gerwick (1993) und Gerwick *et al.* (1993).

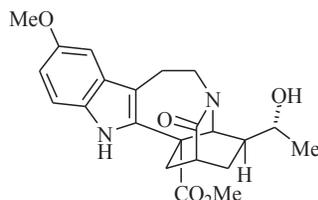
⁴ Zusammenstellung relevanter Referenzen zur Substanzklasse: Vgl. Pietruszka und Wilhelm (2003).



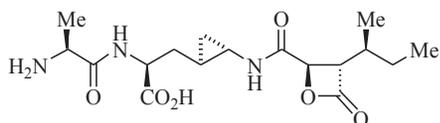
- Isolation aus *Streptovertillium fervens*
- selektives Fungizid (LD₅₀ für Säuger: > 1g/kg)



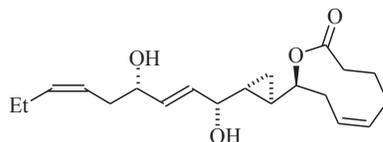
- Isolation aus den marinen Schwämmen *Ircinia ramosa* bzw. *Psammocinia sp.*
- cytotoxisch (hohe Tumorzell-Selektivität)



- Isolation aus den Regenwäldern Madagaskars (*Tabernaemontana calcarea*)
- cytotoxisch



- Isolation aus *Streptomyces sp.*
- selektives Antitumor-Antibiotikum



- Isolation aus dem Meeresschwamm *Halichondria okadaei*
- 5-Lipoxygenase-Inhibitor

Abb. 3: Zielverbindungen

Unser Interesse gilt den bislang am besten untersuchten Constanolactonen (aus der Rotalge *Constantinea simplex*) sowie den Solandelactonen (aus dem Hohltrieb *Solanderia secundata*). Neben Gemeinsamkeiten (z. B. identische acyclische Seitenketten) gibt es auch einige signifikante Unterschiede (z. B. Cyclopropankonfiguration): Während die Constanolactone typische Eicosanoide sind, deren Biogenese leicht aus Arachidon- bzw. Eicosapentaensäure (C₂₀-Fettsäuren) erklärt werden kann, werden die Solandelactone aus C₂₂-Fettsäuren gebildet. Daneben dürfen die Strukturen der 6-Ring-Verbindungen als geklärt gelten (eine Reihe von Totalsynthesen haben diese untermauert), während eine Bestätigung durch Kristallstrukturanalyse bzw. Synthese bei den 8-Ring-Lactonen noch aussteht. Gerade in der Strukturaufklärung liegt ein großer Reiz für die Synthese dieser Substanzklasse.

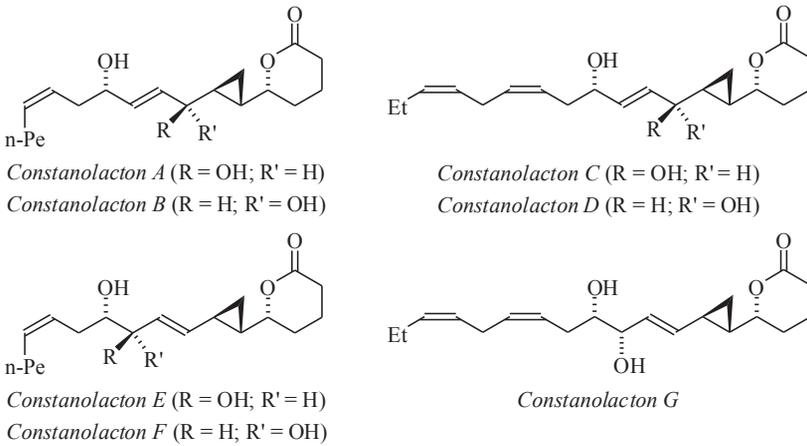


Abb. 4: Marine Oxylipine mit Cyclopropyllactoneinheit (6-Ring)

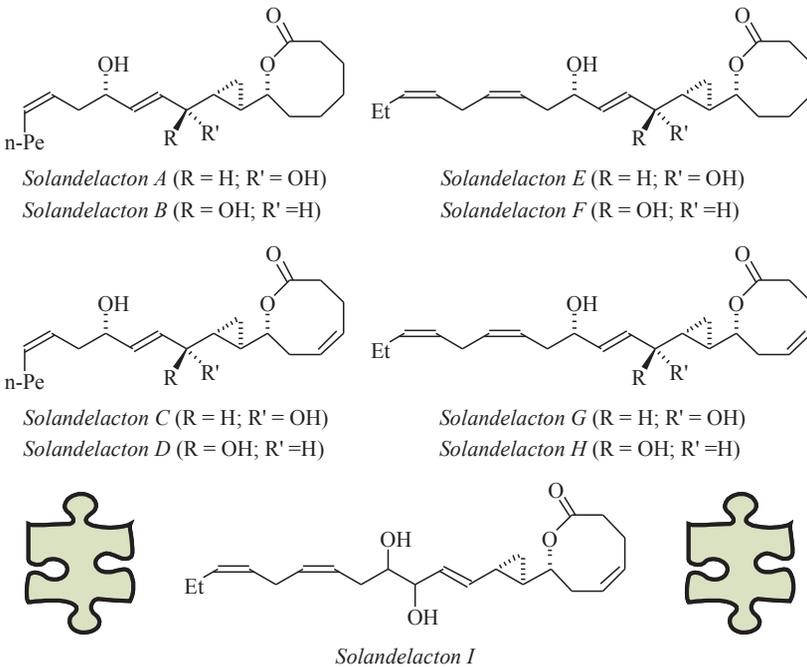


Abb. 5: Marine Oxylipine mit Cyclopropyllactoneinheit (8-Ring)

Eigenschaften⁵

Obwohl die Biogenese der Oxylipine mit Cyclopropylactoneinheit weitestgehend geklärt ist, bleibt unverständlich, zu welchem Zweck die marinen Organismen diese Oxylipine generieren. Für viele andere Vertreter der Klasse ist hingegen bekannt, dass sie physiologisch durchaus aktiv sind; beispielsweise wirken einige Substanzen, die in Korallen auftreten, auf manche Fischarten toxisch und dienen mithin als Fraßschutz. Zunehmend werden mittlerweile die physiologischen Eigenschaften untersucht. So ist vom Aplidilacton bekannt, dass es in hohen Konzentrationen *in vitro* als Phospholipase-A₂-Aktivator wirkt. Überraschend wenige Daten wurden für die weiteren Oxylipine mit Cyclopropylactoneinheit zusammengestellt. Die Inhibition des Farnesyl-Transferproteins (einige Solandelactone) sowie der 5-Lipoxygenase (beispielsweise beim Halicho- und Neohalicholacton) dient als Anhaltspunkt für die Aktivität dieser Gruppe. Dieser letztgenannte Eingriff in den Stoffwechselweg der Arachidonsäure erscheint besonders interessant, initiiert doch die 5-Lipoxygenase in Säugern die Bildung von Leukotrienen, die an Entzündungsprozessen maßgeblich beteiligt sind. Speziell die „Cysteinyl-Leukotriene“ LTC₄, LTD₄ und LTE₄ sind äußerst potente Bronchokonstriktoren: Sie werden durch Allergene verursacht übermäßig ausgeschüttet und gelten als Hauptursache von Bronchialasthma. Eine Inhibition der Lipoxygenase könnte somit zur Entwicklung neuer Wirkstoffe gegen chronische Erkrankungen führen.

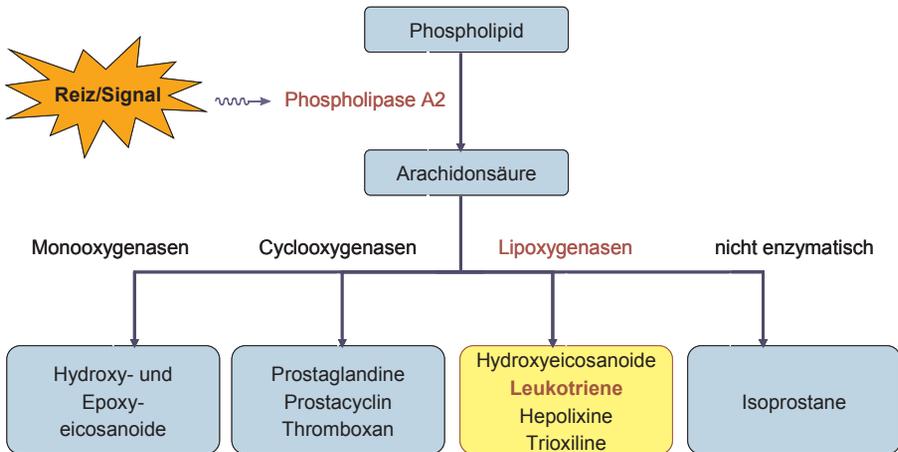


Abb. 6: Hauptwege des Arachidonsäurestoffwechsels

Neuere Studien zeigen zudem, dass der Arachidonsäurestoffwechsel auch beim Tumorstadium eine Rolle spielt. Die enzymatische Lipidperoxidation – initialer Schritt bei Cyclooxygenase- und Lipoxygenaseoxidation – ist eine nicht risikolose Erfindung der Natur, die organische Radikale, Peroxide und weitere Verbindungen freisetzen kann, die zu oxidativem Stress in der Zelle führen. In Tierversuchen und bei menschlichen Lungen-

⁵ Vgl. Marks (2000) und Steele *et al.* (1999).

krebszelllinien konnten positive Effekte bei Verwendung von 5-Lipoxygenase-Inhibitoren bereits bestätigt werden. Systematische Untersuchungen mit synthetisierten Reinsubstanzen der Cyclopropyllactone stehen noch aus und sind ein weiteres Ziel des Projektes.

Methodenentwicklung

Vom Standpunkt der Synthesestrategie aus lassen sich alle ausgewählten Zielverbindungen auf zwei etwa gleich große Fragmente zurückführen: die „Westhälfte“ (acyclische Seitenkette) und die „Osthälfte“ (Cyclopropyllactoneinheit). In Abbildung 7 ist dies konkret am Beispiel des Constanolacton A gezeigt, wobei sich die finale Kupplung bereits mehrfach bewährt hat. Die Herausforderung besteht somit darin, die Bausteine mit möglichst effizienten Methoden aufzubauen. Unsere unterschiedlichen Ansätze sind in diesem Unterkapitel zusammengefasst.

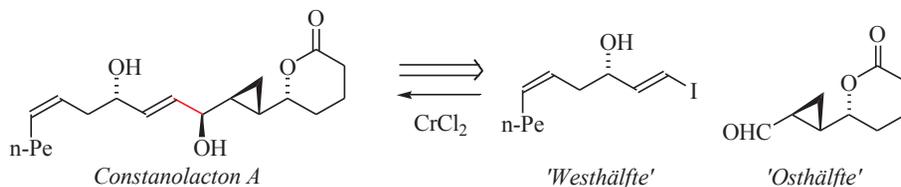


Abb. 7: Synthesestrategie (Constanolacton A)

Cyclopropaneinheit

Cyclopropylboronsäureester⁶

Ausgangspunkt für unsere Untersuchungen war der Wunsch, möglichst universell einsetzbare enantiomerenreine Cyclopropanbausteine zu generieren. Durch den erfolgreichen Einsatz von Cyclopropylboronsäureestern sind wir diesem Ziel näher gekommen. Die leicht aus Alkinen erhältlichen diastereomerenreinen Verbindungen zeichnen sich durch eine ungewöhnlich hohe Stabilität aus; Diastereomerentrennungen sind möglich, aber auch vielfältige Transformationen der Reste „R“ in Gegenwart der Borgruppierung. Trotzdem besteht die Möglichkeit, das gesamte Synthesepotenzial des Bors in der Folge zu nutzen: Aus nur einem Intermediat können unterschiedlichste Verbindungen über Suzuki-Kupplungen, Matteson-Homologisierungen oder Oxidationen hergestellt werden – eine Tatsache, die vor dem Hintergrund der Bereitstellung von Substanzbibliotheken von aktueller Bedeutung ist.

Das Konzept wurde zudem in der Naturstoffsynthese angewendet, wobei mit dem Dicypteren A ein Duftstoff marinen Ursprungs generiert wurde. Durch die Verwendung der Matteson-Homologisierung auf geeignete diastereomere Cyclopropanbausteine (Abb. 8) konnten zudem geeignete Schlüsselbausteine für die Oxylipine gewonnen werden.

⁶ Vgl. Garcia Garcia *et al.* (2003), Hohn und Pietruszka (2004), Hohn *et al.* (2006), Luthle und Pietruszka (1999), Luthle und Pietruszka (2000a), Luthle und Pietruszka (2000b) sowie Pietruszka und Witt (2000).

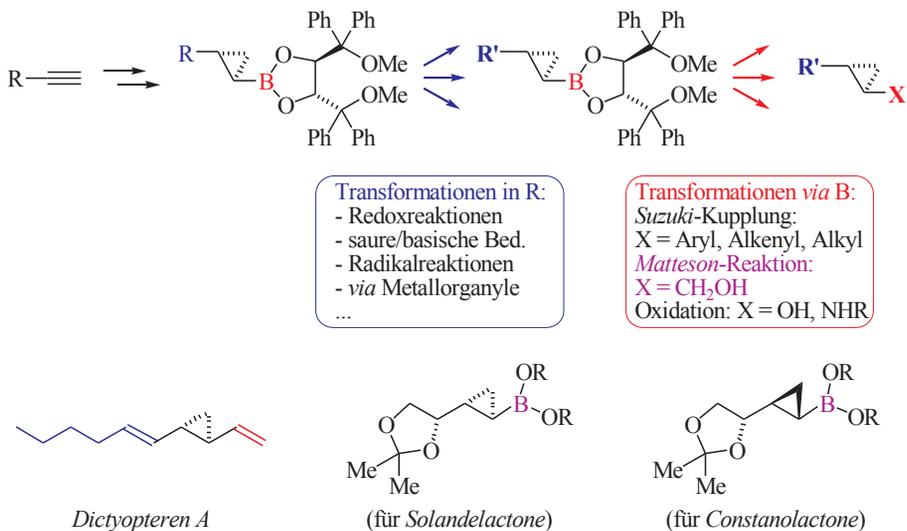


Abb. 8: Schlüsselbausteine via Cyclopropylboronsäureester

Enzymreaktionen⁷

Im Sinne der effizienten Totalsynthese der marinen Oxylipine hat sich ein alternativer Ansatz durchgesetzt: Über die lipasekatalysierte Hydrolyse von aus Zimtalkohol synthetisierten Cyclopropanen können geeignete enantiomerenreine Bausteine für alle marinen Oxylipine mit Cyclopropyllactonstruktur gewonnen werden (Abb. 9). Dabei dient in jedem Falle die Phenylgruppe als maskierte C_1 -Einheit. Die Arbeiten sind zudem Grundlage für neue Ansätze, um zukünftig auf enzymatischem Wege Schlüsselbausteine für Naturstoffprojekte bereitzustellen.

Lactonsynthese⁸

Den Abschluss der Synthesen bildeten erfolgreiche Sequenzen zum Aufbau der Lactoneinheiten (Abb. 10). Je nach Ringgröße mussten unterschiedliche Schlüsselreaktionen herangezogen werden, wobei jeweils die Ausgangsposition durch eine reagenzkontrollierte Allyladdition an geeignete Aldehyde geschaffen wurde: Während der 6-Ring in der Folge erfolgreich über eine Ringschlussmetathese aufgebaut werden konnte, scheiterte diese bei der 8-Ringsynthese. Die klassische „Makrolactonisierung“ führte hier zur Ringbildung. Die Cyclopropyllactone stehen somit zur Totalsynthese bereit.

Seitenkette

Die Seitenketten der marinen Oxylipine haben eine relativ einheitliche Struktur. Herausragendes Element ist dabei die enantiomerenreine Homoallyleinheit, wobei jeweils die Doppelbindung in allen Fällen *Z*-konfiguriert vorliegt. Obwohl eine Reihe klassischer Verfahren Verwendung finden kann, haben wir nach effizienteren Alternativen gesucht.

⁷ Vgl. Pietruszka *et al.* (1999) sowie Pietruszka *et al.* (2003).

⁸ Vgl. Pietruszka und Wilhelm (2003).

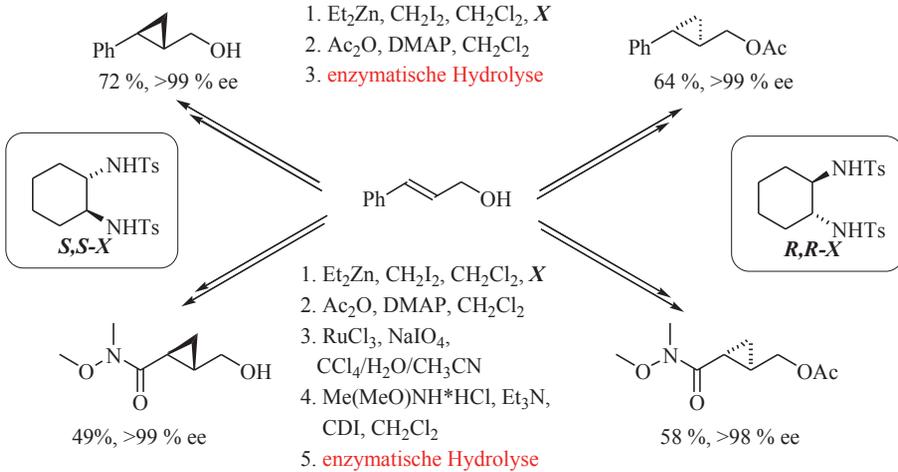


Abb. 9: Schlüsselbausteine via enzymatische Hydrolyse

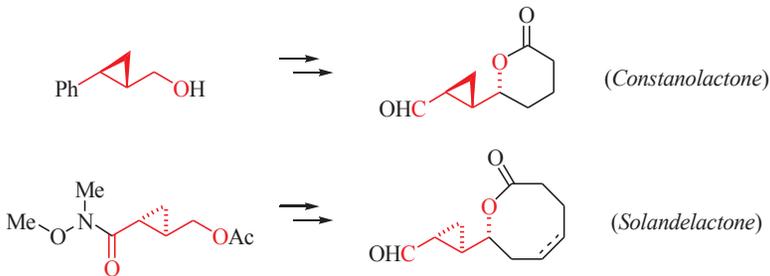


Abb. 10: Aufbau der Cyclopropyllactoneinheiten

Ausgangspunkt waren die Arbeiten zu den ungewöhnlich stabilen Boronsäureestern. Wir konnten zeigen, dass diese Verbindungen auch unter harschen Bedingungen in Umlagerungen eingebracht werden können. Damit wurde es möglich – speziell auch durch sich anschließende Transformationen –, verschiedenste neue Reagenzien für die enantioselektive Allylladdition herzustellen. Das besondere an dieser Gruppe von Allylborverbindungen ist zudem, dass sie alle hochselektiv *Z*-konfigurierte Homoallylalkohole liefern.⁹ Auf diesem Wege konnten nicht nur entscheidende Produkte für die Seitenkette der marinen Oxy-lipine bereitgestellt werden, sondern vielmehr ein genereller Zugang zu stereochemisch einheitlichen Vertretern der Substanzklasse erarbeitet werden.

⁹ Vgl. Pietruszka und Schöne (2003), Pietruszka und Schöne (2004) sowie Pietruszka und Schöne (2006).

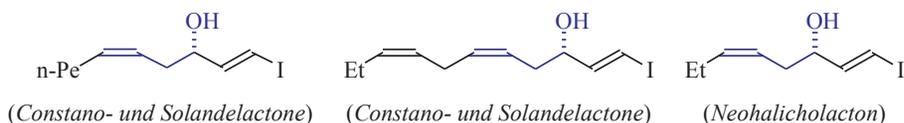


Abb. 11: Bausteine für die Seitenketten der marinen Oxylipine

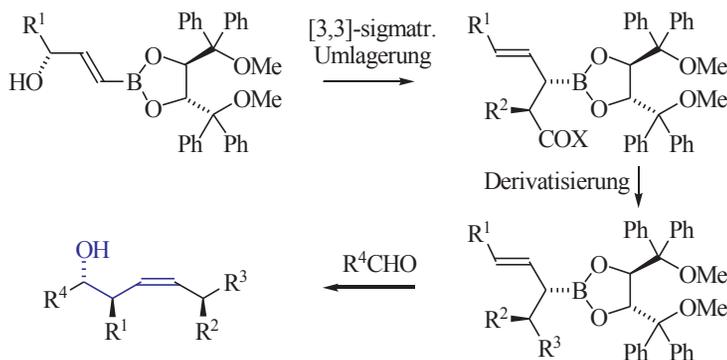


Abb. 12: Enantiomerenreine Z-konfigurierte Homoallylalkohole

Lehre

Natürlich fließen generell alle wissenschaftlichen Erfahrungen direkt oder indirekt in die Lehre mit ein, selten jedoch in dem Maße wie die im Unterkapitel „Enzymreaktionen“ beschriebenen Sequenzen. Sie bilden eine Grundlage für das Masterpraktikum „Enzymkatalyse“ im Studiengang „Biochemie“ sowie im Diplomstudiengang „Chemie“. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Molekulare Enzymtechnologie (Direktor: Univ.-Prof. Dr. K.-E. Jäger) werden die präparierten Substrate mit den dort isolierten Enzymen umgesetzt. Um die Vielzahl unterschiedlicher Substrat-Enzym-Kombinationen effizient evaluieren zu können, wird mit Hilfe eines Syntheseroboters im Praktikum ein High-Throughput-Screening durchgeführt. Das Ergebnis kann schnell durch einen Farbumschlag visualisiert werden und nur die „Hits“ werden zur Quantifizierung näher untersucht. So können immer bessere Enzyme für ausgewählte, nicht-natürliche Substrate gefunden werden. Natürlich ist das angeführte Praktikum nur eines von vielen möglichen Beispielen für interdisziplinäre Lehre; ähnliche Konzepte lassen sich nicht nur im Zusammenspiel mit der Biologie, sondern sicherlich auch mit weiteren Fächern, die der Naturstoffchemie nahe stehen – wie der Pharmazie oder der Medizin –, erarbeiten.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Oxylipinprojektes wurden die wichtigen Puzzlebausteine einer Naturstofftotalsynthese in aller Kürze angedeutet. Das interdisziplinäre Forschungsgebiet bietet aus unserer Sicht die optimale Mischung aller Aspekte, die für ein attraktives Synthesziel ausschlaggebend ist: Die Strukturen sind ansprechend, wobei gleichzeitig für einige Vertreter

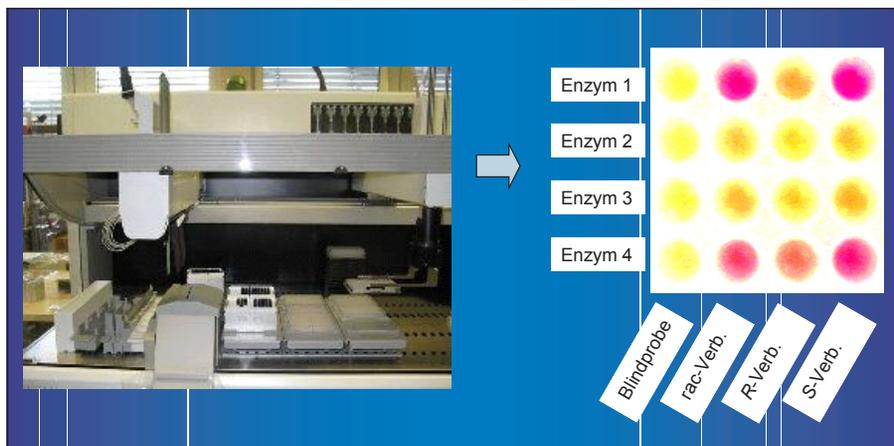


Abb. 13: High-Throughput-Screening im Praktikum (Ausschnitt aus einer Mikrotiterplatte)

der Strukturbeweis noch aussteht. Das physiologische Target ist relevant – beispielsweise sind Lipoxxygenase-Inhibitoren von pharmakologischem Interesse. Die entwickelten Methoden führten nicht nur zur Totalsynthese, sondern bildeten zudem ein wertvolles Fundament für vielfältige weitere Projekte. Auch die Ausbildung kam und kommt nicht zu kurz: So werden zum einen Mitarbeiter im Rahmen ihrer Diplom- und Doktorarbeiten ausgebildet, zum anderen gibt es aber auch eine direkte Rückkopplung zur Lehre, denn aufbauend auf den Ergebnissen konnte ein interdisziplinäres Masterpraktikum etabliert werden.

Danksagung

Wir bedanken uns bei allen Mitarbeitern, Kollegen und Praktikanten des Arbeitskreises sowie den Kooperationspartnern, die direkt oder indirekt am Projekt beteiligt waren oder sind. Unser Dank gilt insbesondere auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft für ihre großzügige Unterstützung sowie der Degussa Stiftung für die Gewährung eines Promotionsstipendiums (Anja C. M. Rieche).

Literatur

- BLUNT, J. W., B. R. COPP, M. H. G. MUNRO, P. T. NORTHCOTE und M. R. PRINSEP. „Marine Natural Products“, *Natural Products Reports* 22 (2005), 15-61.
- BUTLER, M. S. „The Role of Natural Product Chemistry in Drug Discovery“, *Journal of Natural Products* 67 (2004), 2141-2153.
- GARCIA GARCIA, P., E. HOHN und J. PIETRUSZKA. „Synthesis of Enantiomerically Pure Vinylcyclopropylboronic Esters via Cross-Metathesis“, *Journal of Organometallic Chemistry* 680 (2003), 281-285.
- GERWICK, W. H. „Carbocyclic Oxylipins of Marine Origin“, *Chemical Reviews* 93 (1993), 1807-1823.

- GERWICK, W. H., D. G. NAGLE und P. J. PROTEAU. „Oxylipins from Marine Invertebrates“, *Topics in Current Chemistry* 167 (1993), 119-180.
- HOHN, E. und J. PIETRUSZKA. „General, Enantiomerically Pure Cyclopropane Building Blocks: Synthesis and Transformations of 2-Iodocyclopropylboronic Esters“, *Advanced Synthesis & Catalysis* 346 (2004), 863-866.
- HOHN, E., J. PIETRUSZKA und G. SOLDUGA. „Synthesis of Enantiomerically Pure Cyclopropyl Trifluoroborates“, *Synlett* (2006), 1531-1534.
- LUITHLE, J. E. A. und J. PIETRUSZKA. „Synthesis of Enantiomerically Pure Cyclopropanes from Cyclopropylboronic Acids“, *The Journal of Organic Chemistry* 64 (1999), 8287-8297.
- LUITHLE, J. E. A. und J. PIETRUSZKA. „Synthesis of Enantiomerically Pure *cis*-Cyclopropylboronic Esters“, *European Journal of Organic Chemistry* (2000a), 2557-2562.
- LUITHLE, J. E. A. und J. PIETRUSZKA. „(2*R*,3*R*)-1,4-Dimethoxy-1,1,4,4-tetraphenyl-2,3-butanediol: Chiral Auxiliary and Efficient Protecting Group for Boronic Acids“, *The Journal of Organic Chemistry* 65 (2000b), 9194-9200.
- MARKS, F. „Ein riskantes Bravourstück der Evolution: Der Stoffwechsel der Arachidonsäure“, *Biologie in unserer Zeit* 30 (2000), 342-353.
- NEWMAN, D. J., G. M. CRAGG und K. M. SNADER. „Marine Natural Products as Sources of New Drugs over the Period 1981-2002“, *Journal of Natural Products* 66 (2003), 1022-1037.
- NEWMAN, D. J. und G. M. CRAGG. „Marine Natural Products and Related Compounds in Clinical and Advanced Preclinical Trials“, *Journal of Natural Products* 67 (2004), 1216-1238.
- PIETRUSZKA, J., T. WILHELM und A. WITT. „Kinetic Enzymatic Resolution of Cyclopropane Derivatives“, *Synlett* (1999), 1981-1983.
- PIETRUSZKA, J. und A. WITT. „Enantiomerically pure cyclopropylboronic esters: auxiliary- versus substrate-control“, *Journal of the Chemical Society, Perkin Transaction 1* (2000), 4293-4300.
- PIETRUSZKA, J. und N. SCHÖNE. „[3,3]-Sigmatrope Umlagerungen von Bor-haltigen Allylalkoholen: Synthese von Allyladditionsreagentien“, *Angewandte Chemie* 115 (2003), 5796-5799.
- PIETRUSZKA, J. und T. WILHELM. „Total Synthesis of Marine Oxylipins Constanolactone A and B“, *Synlett* (2003), 1698-1700.
- PIETRUSZKA, J., A. C. M. RIECHE, T. WILHELM und A. WITT. „Kinetic Enzymatic Resolution of Cyclopropane Derivatives“, *Advanced Synthesis & Catalysis* 345 (2003), 1273-1286.
- PIETRUSZKA, J. und N. SCHÖNE. „New 1,3-Disubstituted Enantiomerically Pure Allylboronic Esters via Johnson Rearrangement of Boron-substituted Allyl alcohols“, *European Journal of Organic Chemistry* (2004), 5011-5019.
- PIETRUSZKA, J. und N. SCHÖNE. „New Enantiomerically Pure Allylboronic Esters in Allyl Additions: Synthesis and NMR Investigation of Intermediates“, *Synthesis* (2006), 24-30.
- STEELE, V. E., C. A. HOLMES, E. T. HAWK, L. KOPELOVICH, R. A. LUBET, J. A. CROWELL, C. C. SIGMAN und G. J. KELLOFF. „Lipoxygenase Inhibitors as Potential Cancer Chemopreventives“, *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention* 8 (1999), 467-483.

**Institute an der Heinrich-Heine-
Universität Düsseldorf**

Institut für umweltmedizinische Forschung

JEAN KRUTMANN

Das Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH

Einleitung

Im Mittelpunkt der modernen umweltmedizinischen Forschung steht die Aufklärung der molekularen Wirkungsmechanismen von Umwelttoxinen, die zu Gesundheitsschäden beim Menschen führen. Diese Erkenntnisse sind die Voraussetzung für Abschätzungen von Gesundheitsrisiken der Bevölkerung sowie für präventive und therapeutische Maßnahmen. Im Institut für umweltmedizinische Forschung (IUF) an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH werden umweltmedizinisch relevante Mechanismen in den Arbeitsbereichen Zellbiologie, Immunologie/Allergologie, Toxikologie, Partikelforschung, Epidemiologie und Molekulare Altersforschung fächerübergreifend untersucht. Das IUF widmet sich mit einer Vielzahl von Forschungsarbeiten den biologischen Wirkungen, die Umweltschadstoffe (insbesondere Partikel und nicht-ionisierende Strahlung) auf den menschlichen Organismus ausüben. Dabei stehen umweltinduzierte Alterungsprozesse und Störungen des Immunsystems im Vordergrund.

Organisationsstruktur

Das IUF wurde im Jahr 2001 in der Rechtsform einer gemeinnützigen GmbH gegründet. Alleiniger Gesellschafter ist die Gesellschaft zur Förderung umweltmedizinischer Forschung e.V. – ein Zusammenschluss von sieben renommierten medizinischen Fachgesellschaften. Das IUF wird vom Land Nordrhein-Westfalen institutionell gefördert. Es hat derzeit 117 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, von denen nahezu zwei Drittel über projektgebundene Fördermittel des Bundesministeriums für Umwelt, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der EU, der Deutschen Krebshilfe und anderer Drittmittelgeber finanziert werden.

Institutsdirektor und wissenschaftlicher Leiter des IUF ist Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann, der als Inhaber des Lehrstuhls für umweltmedizinische Forschung Mitglied der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist. Kaufmännischer Geschäftsführer des IUF ist Michael Hövelmann. Die innere wissenschaftliche Struktur des IUF ergibt sich aus dem Zusammenwirken von zurzeit sechs Arbeitsbereichen: Zellbiologie, Immunologie/Allergologie, Toxikologie, Partikelforschung, Epidemiologie und Molekulare Altersforschung.

Durch einen Kooperationsvertrag ist das IUF mit dem Status eines An-Institutes eng an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angebunden. Es existieren zahlreiche inhaltliche Verflechtungen der wissenschaftlichen Aktivitäten. So trägt das IUF mit seinem Forschungsprogramm wesentlich zum Forschungsschwerpunkt „Umweltmedizin und Altersforschung“ der Medizinischen Fakultät bei. Das IUF ist mit Projekten im Sonderfor-

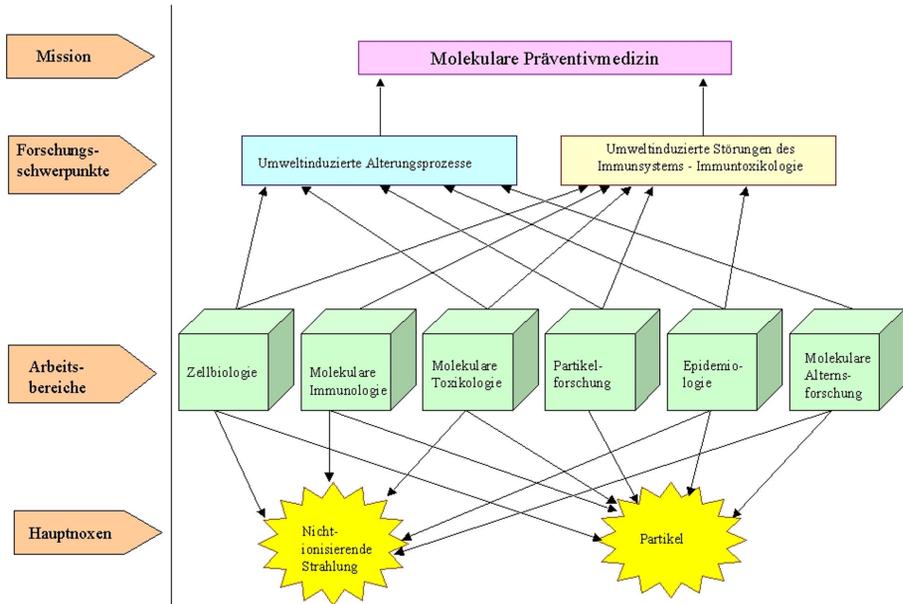


Abb. 1: Übersicht über die Forschungsstruktur des Instituts für umweltmedizinische Forschung

schungsbereich (SFB) 503 „Molekulare und zelluläre Mediatoren exogener Noxen“ und im SFB 575 „Experimentelle Hepatologie“ beteiligt. Zudem ist Professor Krutmann Initiator und Sprecher des Graduiertenkollegs (GK) 1033 „Molekulare Ziele von Alterungsprozessen und Ansatzpunkte der Altersprävention“ und einer SFB-Initiative zum Thema „Umweltinduzierte Alterungsprozesse“. Auch am kürzlich bewilligten GK 1427 „Nahrungsinhaltsstoffe als Signalgeber nukleärer Rezeptoren im Darm“ (Sprecherin: Univ.-Prof. Dr. Regine Kahl) ist das IUF mit sechs von insgesamt neun Projekten maßgeblich beteiligt.

Aufgaben und Forschungsschwerpunkte

Zentrale Aufgabe des IUF ist die präventivmedizinische Erforschung molekularer Mechanismen umweltinduzierter Erkrankungen. Durch die Analyse und Bewertung des Risikos, das exogene Noxen für die Gesundheit des Menschen darstellen, sollen die Gesundheitsvorsorge im Hinblick auf Umweltbelastungen verbessert und präventive bzw. therapeutische Ansätze entwickelt werden. Dabei konzentrieren sich die Forschungsarbeiten des IUF auf die molekularen Mechanismen vorzeitiger Alterungsprozesse, degenerativer Erkrankungen sowie umweltinduzierter Veränderungen von Immunantworten, insbesondere Allergien. In diesem Zusammenhang stehen derzeit vor allem zwei Umweltnoxen im Zentrum des Interesses: Schwebstäube und nicht-ionisierende Strahlung. Zur Analyse ihrer Wirkungsmechanismen werden modernste zellbiologische, immunologische und molekular-

larbiologische Methoden eingesetzt. Ergänzt werden diese Arbeiten durch epidemiologische Studien. Eine Übersicht über die Forschung des IUF gibt Abbildung 1.

Die im Institut vorhandene wissenschaftliche Kompetenz ermöglicht es, fächerübergreifende Untersuchungen durchzuführen. So verfügt das IUF über eine vermutlich bundesweit einmalige Expertise in den Bereichen Zellbiologie, Immunologie und Allergologie, Toxikologie, Epidemiologie und Molekulare Altersforschung. Neben *In-vitro*-Untersuchungen an kultivierten Zellen werden *In-vivo*-Untersuchungen sowohl an Tiermodellen als auch in einer extra hierfür eingerichteten klinischen Untersuchungseinheit am Menschen durchgeführt. Somit betreibt das IUF sowohl Grundlagen- wie auch angewandte Forschung.

Arbeitsbereich Zellbiologie

Im Arbeitsbereich Zellbiologie gibt es derzeit drei Arbeitsgruppen, die sich mit der Analyse der Beeinflussung unterschiedlicher zellulärer Strukturen durch Umwelttoxine (Partikel, UV- und Infrarotstrahlung sowie Schwermetalle) befassen. Von besonderem Interesse sind zurzeit (a) Wirkungen auf die Zellmembran und die sich daraus ergebenden Signalprozesse in der Zelle, die zur Induktion von Genexpression führen, (b) Effekte auf die Struktur und die Funktion des Zellkerns, insbesondere die Proteindegradation durch das nukleäre Ubiquitin-Proteasomen-System, und (c) die an der durch Infrarotstrahlung induzierten Signaltransduktion beteiligten Prozesse, insbesondere die Rolle von oxidativem Stress.

UV-induzierte Signaltransduktion

Der Schwerpunkt der Arbeiten der Gruppe von PD Dr. Susanne Grether-Beck liegt auf der Analyse der photobiologischen und molekularen Grundlagen der Induktion von Genexpression durch ultraviolette Strahlung im langwelligen UVA-Bereich. Dies ist deshalb von wesentlicher Bedeutung, weil gerade dieser Anteil des UV-Spektrums nicht durch die Ozonschicht in der Stratosphäre adsorbiert wird und somit die Erdoberfläche in vollem Ausmaß erreicht. Es konnte gezeigt werden, dass eine Bestrahlung mit physiologischen UVA-Dosen zu einer Aktivierung von Genen in den Keratinozyten der Basalschicht der Oberhaut führt. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass unter „physiologischer Dosis“ eine Bestrahlung verstanden wird, der ein Spaziergänger in unseren Breiten an einem sonnigen Frühjahrsstag während eines Spazierganges von etwa 30 Minuten ausgesetzt ist. An der Genaktivierung sind reaktive Sauerstoffspezies initial beteiligt. Hierdurch kommt es zur Freisetzung von sekundären Botenstoffen. Die aus einem wesentlichen Bestandteil der Zellmembran, dem Sphingomyelin, generierten Ceramide führen dann zur Aktivierung von Transkriptionsfaktoren und zur Induktion einer Vielzahl von Genen.

Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich mit der Analyse der Rolle der so genannten *Rafts* in der UVA-induzierten Signaltransduktion. Rafts sind Mikrodomänen in der Zellmembran, die sich durch eine veränderte Lipid- und Proteinzusammensetzung von der restlichen Membran unterscheiden. Sie bestehen aus Aggregaten von Sphingomyelin und Cholesterin und dienen als Plattform für die Signaltransduktion. Innerhalb der ersten Stunde nach einer UVA-Bestrahlung konnte in der Membran bestrahlter Keratinozyten – infolge einer nicht-enzymatischen Hydrolyse von Sphingomyelin – eine Freisetzung von Signal-

ceramiden beobachtet werden, die durch Singulett-Sauerstoff ausgelöst wird. Anschließend kommt es über die Aktivierung des Transkriptionsfaktors Aktivatorprotein-2 (AP2) zur Aufregulation von UVA-induzierbaren Genen wie dem ICAM-1-Gen. Eine Analyse der Lipidzusammensetzung der Mikrodomänen zeigt nun, dass eine UVA-Bestrahlung zu einer Reduktion des Sphingomyelingehaltes führt, die mit einer Zunahme des Ceramidgehaltes in diesen Strukturen einhergeht. Zudem nimmt auch der Cholesterolgehalt bei einer Bestrahlung mit UVA in den Rafts drastisch ab. Eine Erhöhung des Sterolgehaltes der Zellen führt zu einer vollständigen Hemmung der UVA-induzierten Signalkaskade auf der Ebene der Ceramidbildung, der Aktivierung von AP2 und der Induktion des interzellulären Adhäsionsmoleküls-1 (ICAM-1).¹ In den Mikrodomänen kommt es infolge der Sterolzugabe zu einem Anstieg sowohl des Sphingomyelin- als auch des Cholesterolgehaltes. Untersuchungen mit Inhibitoren der *De-novo*-Synthese von Sphingolipid bzw. Cholesterolgehaltes sollen nun die Frage klären, ob eine Veränderung des Sphingomyelin- oder des Cholesterolgehaltes für die UVA-induzierte Bildung von Ceramiden in den Mikrodomänen von Bedeutung ist. Erste Befunde deuten darauf hin, dass eine Hemmung der Cholesterolsynthese auf Ebene der Delta-7-Sterolreduktase zu einer Verringerung des Cholesterols und einem Anstieg des Sphingomyelingehaltes in den Rafts führt.

Die menschliche Haut ist einem breiten Spektrum elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt. Die im natürlichen Sonnenlicht enthaltene UVA- und die kurzwelligere UVB-Strahlung konnten als Ursache für verschiedene, die menschliche Haut schädigende Phänomene ermittelt werden. Eine Schädigung der DNS und die Verstärkung von oxidativem Stress durch UV-Strahlung können grundlegende Mechanismen wie Proliferation, Apoptose und Signaltransduktionsprozesse beeinflussen. Bislang wurden die durch UVA- und UVB-Strahlung ausgelösten Prozesse stets getrennt voneinander betrachtet, und es war nicht bekannt, ob diese sich wechselseitig beeinflussen können. Genau dies konnten wir nun auf Signaltransduktionsebene feststellen und am Beispiel der Aktivierung dreier wichtiger MAP-Kinasen (*mitogen activated protein kinases*) charakterisieren. Es zeigte sich, dass eine kombinierte Bestrahlung mit UVA (30 J/cm²) und UVB (100 J/m²) zu einer weit geringeren Aktivierung der MAP-Kinasen ERK1 und 2 führt als eine Einzelbestrahlung mit den jeweiligen UVA- bzw. UVB-Dosen. Anders verhält es sich mit den MAP-Kinasen p38 (SAPK) und JNK1/2. Während die Einzelbestrahlung mit UVA oder UVB hier keine Aktivierung auslöst, führt die Kombination beider Strahlungsqualitäten zu einer signifikanten Verstärkung der Aktivierung, die bei weitem höher ist, als es durch einen rein additiven Effekt zu erklären wäre. Dieser *Crosstalk* zwischen UVA- und UVB-induzierten Signaltransduktionsprozessen konnte sowohl für primäre humane dermale Keratinozyten als auch für primäre humane Hautfibroblasten gezeigt werden.² Das Ziel weiterer Untersuchungen wird es sein, biologische Konsequenzen dieses *Crosstalk*-Phänomens aufzuzeigen.

Infrarotinduzierte Signaltransduktion

Die Arbeitsgruppe von Dr. Peter Schröder untersucht die biologische Wirkung von Infrarotstrahlung (IR-Strahlung), über deren molekulare Auswirkungen auf die menschliche

¹ Vgl. Grether-Beck *et al.* (2005).

² Vgl. Schieke *et al.* (2005).

Haut bisher wenig bekannt ist. Wichtigste Quelle der IR-Strahlung ist die Sonne. So enthält das Sonnenlicht auf Meereshöhe neben dem ultravioletten (UV) und dem sichtbaren Anteil etwa 50 Prozent IR-Strahlung, die zum größten Teil dem energiereichsten Infrarot-A-Bereich (IR-A-Bereich) zuzuordnen ist. Zusätzlich wird der Mensch infraroter Strahlung aus anderen Quellen wie Saunen, Heizungen und Öfen sowie durch gezielte Anwendung im medizinischen Bereich ausgesetzt. Zellkulturversuche an menschlichen Hautzellen (dermale Fibroblasten) zeigten, dass in den Hautzellen durch IR-Strahlung ein Mechanismus aktiviert wird, wie er auch für UV-Strahlung bekannt ist.³ So kam es nach Bestrahlung der Hautzellen zu einer gesteigerten Expression des Enzyms Kollagenase. Die Kollagenase ist in der Lage, das Eiweiß Kollagen, einen wesentlichen Bestandteil des Bindegewebes (z. B. der Haut), abzubauen. Dieser Vorgang findet im Körper normalerweise – beispielsweise bei der Wundheilung – in einer genau regulierten Form statt. Durch UV-Strahlung kommt es jedoch zu einer unregulierten und überschießenden Aktivierung dieses Vorganges. Die Folge ist eine Zerstörung des Hautbindegewebes, die sich nach Jahren in der Entstehung von Falten äußert. Die Fähigkeit von IR-Strahlung, diesen Mechanismus ebenfalls zu aktivieren, deutet auf eine mögliche Beteiligung der IR-Strahlung an der vorzeitigen Hautalterung hin. Neuste noch nicht veröffentlichte Arbeiten zeigen zudem, dass es nicht nur in isolierten Hautzellen, sondern auch in der intakten menschlichen Haut zu einer Aufregulation von Kollagenase nach IR-A-Bestrahlung kommt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, nach Möglichkeiten zu suchen, die Haut vor IR-Strahlung zu schützen. Weitere Untersuchungen müssen zudem klären, in welchem Umfang IR-Strahlung im Vergleich zur UV-Strahlung zur Hautschädigung beiträgt. Weiterführende Untersuchungen zeigen, dass IR-A-Strahlung in der Lage ist, so genannte reaktive Sauerstoffspezies zu erzeugen. Reaktive Sauerstoffspezies sind dafür bekannt, bei zahlreichen Krankheitsprozessen (z. B. Krebsentstehung) eine wichtige Rolle zu spielen. Ihr Vorkommen lässt vermuten, dass die Wirkung von IR-A-Strahlung noch weitere negative Auswirkungen hat, als dies bislang bekannt ist.

Umweltnoxen und Zellkern

Die Arbeitsgruppe von PD Dr. Anna von Mikecz untersucht die Effekte von Stäuben, insbesondere Nanopartikeln (1-100 nm), auf die Struktur und Funktion im Zellkern. Aufgrund der ständig wachsenden industriellen und biotechnologischen Verwendung der Nanotechnologie sowie der zunehmenden Verbreitung von Nanopartikeln, insbesondere in urbanen Zentren (Verkehr), steht die Aufklärung biologischer Effekte und Wirkmechanismen dieses neuen Umweltschadstoffs im Vordergrund. Der eukaryotische Zellkern (Nukleus) erfüllt mit der Transkription, Maturierung von Ribonukleinsäure (RNS) und der Ribosomenbiosynthese grundlegende Funktionen der Genexpression. Diese Vorgänge sind nicht diffus im Zellkern verteilt, sondern in eine funktionelle, nukleäre Architektur integriert. Ein typisches Kennzeichen des Interphase-Zellkerns ist seine Organisation in visuell und funktionell definierte subnukleäre Kompartimente. Diese Substrukturen des Zellkerns sind dynamisch organisiert und bilden sich aufgrund von nukleären Aktivitäten wie Replikation der DNS, Transkription und Prozessierung von RNS und Biogenese von Ribosomen. Die engen Struktur- und Funktionsbeziehungen im Zellkern ermöglichen eine flexible Modu-

³ Vgl. Schieke *et al.* (2003) sowie Schröder *et al.* (2006).

lation der Genexpression, d. h. als Antwort auf Umwelteinflüsse bilden sich spezifische subnukleäre Strukturen, die sowohl physiologische als auch pathologische Zustände der Zelle widerspiegeln können. Kürzlich konnte erstmals nachgewiesen werden, dass Nanopartikel im Gegensatz zu größeren Partikeln bis in den Zellkern vordringen und die nukleäre Architektur und Funktion verändern.⁴ In den Untersuchungen an Zellkulturen wurden fluoreszenzmarkierte Modellpartikel aus Siliziumdioxid (SiO₂) verwendet. Im Zellkern verursachen die Nanopartikel abnormale Eiweißansammlungen, wie sie sonst bei neurodegenerativen Erkrankungen, z. B. der Chorea Huntington, beobachtet werden. Diese Proteinaggregate bilden sich nicht spontan zurück; sie können jedoch durch die Gabe von spezifischen Aggregationshemmern reduziert werden. Neben den strukturellen Veränderungen blockieren die Nanopartikel wichtige Funktionen des Zellkerns, wie die Replikation und Transkription der DNS, so dass sich die Zellen nicht mehr teilen und in einen Zustand der zellulären Seneszenz geraten. Zusammengefasst stellt die durch Nanopartikel induzierte Proteinaggregation im Zellkern somit einen pathologischen Vorgang dar, der mit neurodegenerativen Erkrankungen, Autoimmunität und vorzeitiger Alterung in Verbindung gebracht wird.

Der Zytotoxizität exogener Noxen wirkt eine Qualitätskontrolle entgegen, die vornehmlich durch das Ubiquitin-Proteasomen-System geleistet wird.⁵ Deshalb wurde in der Arbeitsgruppe ein *In-situ/nucleo*-Test für proteasomale Proteolyse entwickelt. Solche *In-situ*-Analysen dienen zum einen der Charakterisierung von Proteinaggregaten im Hinblick auf ihre proteolytische Aktivität. Zum anderen konnte erstmals proteasomale Aktivität im Zellkern nachgewiesen werden.⁶ Die Proteindegradation erfolgt in nukleoplasmatischen Fokussen, die mit bekannten subnukleären Strukturen und nanopartikelinduzierten Proteinaggregaten überlappen. Diese *In-situ*-Nachweise für proteasomale Proteolyse ermöglichen zukünftig vergleichende Untersuchungen zur Rolle des nukleären Ubiquitin-Proteasomen-Systems bei den initialen Schritten der Genexpression in unbelasteten und in mit Nanopartikeln behandelten Zellen.

Arbeitsbereich Immunologie/Allergologie

Im Arbeitsbereich Immunologie/Allergologie wird den Wirkungen von Umwelttoxinen auf das Immunsystem nachgegangen. Es wird untersucht, durch welche Mechanismen Umwelteinflüsse immuntoxische Wirkungen hervorrufen können bzw. an der Pathogenese allergischer Erkrankungen beteiligt sind. Die Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Irmgard Förster geht schwerpunktmäßig Fragen der Immunregulation durch dendritische Zellen nach. Die Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Charlotte Esser untersucht die Rolle des Arylhydrocarbonrezeptors in der Immuntoxikologie, während sich der Gruppe von Univ.-Prof. Dr. Ernst Gleichmann mit der Induktion von Immuntoleranz gegen Nickel beschäftigt. Die Forschungsaktivitäten dieses Arbeitsbereichs wurden bereits im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004* ausführlich dargestellt.⁷

⁴ Vgl. Chen und v. Mikecz (2005).

⁵ Vgl. v. Mikecz (2006).

⁶ Vgl. Rockel *et al.* (2005).

⁷ Vgl. Förster *et al.* (2005).

Arbeitsbereich Toxikologie

Die Forschungsaktivitäten im Arbeitsbereich Toxikologie konzentrieren sich auf die Charakterisierung der molekularen Mechanismen, die der Tumor promovierenden Wirkung von Dioxin, Partikeln und UV-Strahlung sowie der endokrinen Wirkung von Umweltchemikalien zugrunde liegen. Im Vordergrund der Forschungsarbeiten steht die Analyse der Funktion des Arylhydrocarbonrezeptors (AhR) bei der durch UV-Strahlung bzw. durch Dioxin induzierten Modulation von Zellwachstum und -differenzierung. Zudem werden die molekularen Mechanismen der partikelinduzierten Tumorbildung mit *In-vitro*-Modellen untersucht, wobei die Frage, ob geno- oder zytotoxische Prozesse zur Tumorentstehung führen, im Vordergrund steht. Im Arbeitsbereich Toxikologie gibt es derzeit drei Arbeitsgruppen: Die Gruppe von Univ.-Prof. Dr. Josef Abel untersucht die molekularen Grundlagen und die Gruppe von Dr. Ellen Fritsche die funktionelle Relevanz des AhR-Signaling. Die Arbeitsgruppe von Dr. Klaus Unfried beschäftigt sich mit Partikel-Zell-Interaktionen.

Die Rolle des AhR-Signalweges in der UVB-induzierten Signaltransduktion

In den Arbeitsgruppen von Univ.-Prof. Dr. Josef Abel und Dr. Ellen Fritsche besteht eine langjährige Expertise bezüglich der über den AhR vermittelten adversen gesundheitlichen Wirkungen von Dioxin und verwandten Substanzen sowie der Rolle dieses Rezeptors bei der Regulation der Genexpression. In aktuellen Untersuchungen steht die Rolle des AhR-Signalweges in der UVB-induzierten Signaltransduktion im Vordergrund. Solare UVB-Strahlung (290-320 nm) kann eine Vielzahl von Schäden an der menschlichen Haut, einschließlich Hautkrebs, hervorrufen. Forschungsergebnisse der letzten Jahre zeigen, dass UVB-induzierte Stressantworten in Keratinozyten durch zwei unterschiedliche Signalwege ausgelöst werden: Der eine Signalweg beginnt auf der Ebene der Zellmembran und ist durch ein Clustering von Oberflächenrezeptoren wie z. B. dem *Epidermal Growth Factor Receptor* (EGFR) charakterisiert; der zweite beginnt mit der Bildung von DNS-Photoprodukten (Cyclobutanpyrimidindimeren) im Zellkern. Eigene Untersuchungen haben Hinweise auf die Existenz eines dritten UVB-induzierten Signalweges ergeben, der im Zytoplasma durch die Aktivierung des AhR initiiert wird. Es zeigte sich, dass eine Stimulation humaner Keratinozyten mit UVB, aber nicht mit UVA, zu einer Translokation des AhR mit konsekutiver Induktion der Expression von Zytochrom P450 1A1 führt. Photoprodukte von Tryptophan wurden als endogene Liganden des AhR diskutiert. Die Untersuchungen zur Aufklärung der

AhR-vermittelten Signaltransduktion nach UVB-Strahlung wurden in immortalisierten Keratinozyten (HaCaT-Zellen) durchgeführt. In neueren Untersuchungen wurde die Messenger-Ribonukleinsäure (mRNA) und Proteinexpression der Cyclooxygenase-2 (COX-2) als Endpunkt für UVB-abhängiges EGFR-Signaling etabliert. Durch Hemmung des AhR mit dem AhR-spezifischen Inhibitor 3'Methoxy-4'Nitroflavon ließ sich die COX-2-mRNA- und Proteinexpression teilweise hemmen. Da zuvor nachgewiesen wurde, dass der AhR die UVB-abhängige Internalisierung des EGFR kontrolliert und ausführlich in der Literatur beschrieben ist, dass die Induktion von COX-2 nach UVB EGFR-abhängig ist, bedeutet dies, dass der AhR als zytoplasmatisches Zielmolekül für die UVB-induzierte Signaltransduktion identifiziert wurde.⁸

⁸ Vgl. Rannu und Fritsche (im Druck).

Untersuchungen zur Expression und Funktion des AhR-Repressors

Der AhR-Repressor (AhRR) ist ein neues AhR-reguliertes Gen, dessen Funktion noch nicht genau bekannt ist. Aufgrund von Befunden aus transienten Überexpressionsexperimenten nimmt man an, dass der AhRR suppressiv in die AhR-Signalkaskade eingreift, indem er das Transportmolekül ARNT (*AhR nuclear transporter*) sequestriert und dadurch inaktiviert.⁹ Untersuchungen an C57BL6-Tieren ergaben eine starke Variation bezüglich der AhRR-Expression in den verschiedenen Organen. Die höchsten AhRR-mRNS-Gehalte waren in den Gehirnen und Herzen nachweisbar, während in anderen Organen wie Leber, Lunge und Thymus die AhRR-mRNS-Gehalte etwa um den Faktor zwei bis zehn niedriger sind. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der AhRR-Expression konnten nicht gefunden werden. Untersuchungen an AhR-defizienten Tieren¹⁰ zeigten, dass die Expression des AhRR in den untersuchten Organen etwa um zwei bis drei Größenordnungen niedriger ist, was darauf hinweist, dass auch *in vivo* die konstitutive Expression des AhRR über die AhR-Signalkaskade reguliert wird. Weiterhin wurde die Induzierbarkeit des AhRR nach akuten Gaben von Benzo(a)pyren untersucht und die Responsivität in Organen mit der von Zytochrom P450 1A1 (CYP1A1) verglichen. Eine Induktion des AhRR durch Benzo(a)pyren war in den Herzen und Gehirnen der Tiere nicht nachweisbar, während in den anderen untersuchten Organen eine drei- bis zehnfache Zunahme der AhRR-mRNS-Gehalte gefunden wurde. Messungen der CYP1A1-Expression ergaben, dass gerade in Herzen, die eine hohe AhRR-Expression haben, die stärkste Zunahme von CYP1A1 nachweisbar ist. Die Induzierbarkeit von CYP1A1 war nicht invers mit der Expressionshöhe des AhRR korreliert. Die Funktion des AhRR scheint aufgrund der Daten nicht mit dem einfachen Begriff „Repressor“ definierbar zu sein.

Zur weiteren Charakterisierung der Funktion und Regulation des AhRR wurden Untersuchungen an verschiedenen Zelllinien des Menschen durchgeführt, die eine hohe (HeLa), mittlere (HepG2) und niedrige (A549) Expression des AhRR aufweisen. In HeLa- und A549-Zellen ist der AhRR nach Belastung mit AhR-Agonisten nicht induzierbar, während in HepG2-Zellen der AhRR auf Protein- und Transkriptebene auf Gaben von AhR-Agonisten reagiert. Auch der Respons von CYP1A1 auf AhR-Agonisten ist in den verschiedenen Zellen unterschiedlich: keine Induktion in HeLa-Zellen, mäßige bis starke Induktion in A549- und HepG2-Zellen. Mit verschiedenen experimentellen Ansätzen ließ sich nachweisen, dass Hypermethylierung und/oder Histondeacetylierung für die Nichtresponsivität des AhRR in A549- und HeLa-Zellen verantwortlich sind. Erste Untersuchungen mit siRNA zeigten, dass mit dem Grad der Abnahme der AhRR-Message die Transkripte für CYP1A1 in HeLa-Zellen zunehmen, was für eine Funktion des AhRR bei der Transkriptionskontrolle von CYP1A1 spricht, möglicherweise über eine Rekrutierung von Histon-Deacetylasen.

Normale humane neurale Progenitorzellen als entwicklungsneurotoxisches Modell

In der Umwelt vorkommende endokrine Disruptoren sind Chemikalien, die schädliche Auswirkungen auf das Hormonsystem haben und dadurch die Entwicklung des mensch-

⁹ Vgl. Haarmann-Stemmann und Abel (im Druck).

¹⁰ Vgl. Bernshausen *et al.* (im Druck).

lichen Gehirns stören. Die hierfür verantwortlichen Mechanismen werden nur sehr unzureichend verstanden. Es ist jedoch bekannt, dass eine Störung im Gleichgewicht von Schilddrüsenhormonen für eine Störung der Hirnentwicklung verantwortlich sein kann. In der Arbeitsgruppe von Dr. Ellen Fritsche wurde erstmals ein menschliches *In-vitro*-Modell entwickelt, mit dem es möglich sein wird, Moleküle hinsichtlich ihres entwicklungsneurotoxischen Potenzials zu untersuchen. Hierfür wurden normale menschliche Progenitorzellen (NHNP-Zellen) verwendet, die die Fähigkeit haben, in Neurone und Gliazellen auszdifferenzieren. In diesem Zellmodell soll der Mechanismus der endokrinen Disruption näher charakterisiert werden. Die Arbeiten zur Störung des Schilddrüsenhormonsystems durch PCB118 wurden kürzlich publiziert.¹¹ Anhand von Differenzierungsstudien mit dem Schilddrüsenhormonrezeptor(THR)-Antagonisten NH-3 und *All-trans*-Retinolsäure konnte nachgewiesen werden, dass sowohl der THR-Antagonist als auch die *All-trans*-Retinolsäure die durch Trijodthyronin (T3) und PCB118 vermittelte Oligodendrozytenbildung vollständig inhibieren. Somit konnte gezeigt werden, dass die endokrine Störung des Schilddrüsenhormonsystems durch PCB118 in NHNP-Zellen THR-abhängig ist.

Interaktion zwischen Partikel und Zelle

Umweltstäube sind in der Lage, eine Vielzahl von Erkrankungen beim Menschen hervorzurufen. Die Art und Ausprägung der pathologischen Endpunkte wird dabei von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Partikel beeinflusst. Kritische Parameter in diesem Zusammenhang sind Partikelgröße, Oberflächenladungen und Kontaminationen mit reaktiven Verbindungen. In der Arbeitsgruppe von Dr. Klaus Unfried werden die molekularen Mechanismen der Interaktion zwischen Partikel und Zelle untersucht, die zu pathologischen Endpunkten führen. In den bisherigen Arbeiten konnte gezeigt werden, dass Integrine eine Schlüsselrolle für partikelinduzierte pathogene Reaktionen der Zelle einnehmen. Integrine sind membranständige Rezeptormoleküle, die wichtige Funktionen in der Informationsübertragung von der extrazellulären Matrix ins Zellinnere – und in umgekehrter Richtung – übernehmen. Untersuchungen der mRNS-Expressionsmuster während der durch Faserstaub induzierten Kanzerogenese haben Hinweise auf Signaltransduktionskaskaden ergeben, die im direkten Zusammenhang mit Integrinen stehen. Interventionsversuche mit spezifischen Inhibitoren von β 1-Integrin ergaben deutliche Effekte auf den durch Faserstaub induzierten Zelltod (Apoptose) und die Proliferation von Lungenepithelzellen *in vitro*. Dieser Effekt konnte in den relevanten Signaltransduktionswegen anhand einer Verringerung der Aktivierung spezifischer Signalproteine (Erk1/2, PKB) nachvollzogen werden.¹² Laufende Untersuchungen gehen den molekularen Mechanismen der Signalperzeption und -transduktion durch Integrine nach. Der Effekt von Partikeln auf die Integrinausrüstung der Zelle und die Verteilung der Integrine auf der Zellmembran werden mit immunhistochemischen Methoden untersucht. Um den Verlauf der partikelspezifischen, integrinabhängigen Signaltransduktion und ihre Bedeutung für die Ausprägung pathogener Endpunkte aufzuklären, werden Inhibitorstudien für spezifische Signalwege durchgeführt. Darüber hinaus wird die Rolle der Integrine bei der Aufnahme der Partikel in die Zelle untersucht. Durch spezifische Inhibitoren der Endozytose kann

¹¹ Vgl. Fritsche *et al.* (2005).

¹² Vgl. Berken *et al.* (2003).

die Bedeutung dieses Prozesses für die Ausprägung pathogener Endpunkte analysiert werden. Durch Nutzung von Partikeln mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften sollen Partikelcharakteristika definiert werden, die entscheidend für die Induktion der integrinabhängigen Partikeleffekte sind.

Arbeitsbereich Partikelforschung

Im Bereich Partikelforschung werden die molekularen Mechanismen gesundheitsschädigender Wirkungen untersucht, die aus der Belastung mit Umweltpartikeln resultieren. Sowohl *Real-life*-Partikel wie Feinstäube der Außenluft, inhalierbare Quarzpartikel und Nanopartikel als auch sorgfältig entwickelte Modellpartikel werden in *In-vitro*- und *In-vivo*-Experimenten eingesetzt. Gegenwärtige Forschungsprojekte konzentrieren sich auf die partikelinduzierte Aktivierung von Signalwegen, die bei der Ausbildung entzündlicher und proliferativer Prozesse eine Rolle spielen,¹³ sowie auf die Effekte von Partikeln hinsichtlich einer DNS-Schädigung und -Reparatur.¹⁴ Im Arbeitsbereich Partikelforschung gibt es zwei Arbeitsgruppen: Die Gruppe von Dr. Roel Schins konzentriert sich auf die Wirkungen von Partikeln und partikelinduzierten chronischen Entzündungen auf die Schädigung und Reparatur der DNS. Das Team von Dr. Catrin Albrecht untersucht die molekularen Mechanismen der partikelinduzierten Entzündung und hierbei insbesondere die Rolle von alveolaren Makrophagen.

Partikelbedingte Entzündung, oxidativer Stress und Schädigung in der Lunge

Untersuchungen weisen darauf hin, dass die durch Partikel induzierte akute neutrophile Entzündung durch eine Aktivierung des Transkriptionsfaktors NF κ B (*nuclear factor kappa B*) sowie Hochregulation von TNF α (Tumornekrosefaktor alpha) und MIP-2 (*macrophage inflammatory protein 2*) vermittelt wird. Obwohl Alveolarmakrophagen in diesem Prozess eine Schlüsselposition einnehmen, gibt es Hinweise, dass auch direkte Effekte der Partikel auf das Lungenepithel am Entzündungsgeschehen beteiligt sein können.¹⁵ Daher wurde die Aktivierung des NF κ B-Signaltransduktionsweges in Lungenepithelzellen nach direkter Quarzbehandlung oder Stimulation mit dem Zellkulturüberstand quarzaktivierter alveolarer Makrophagen untersucht. Die Stimulation mit Entzündungsmediatoren resultierte in einer schnelleren und stärkeren NF κ B-Aktivierung als eine direkte Belastung mit Quarzpartikeln, gezeigt an der Degradierung des Inhibitorproteins I κ B α sowie dessen Phosphorylierung. Diese Phosphorylierung sowie die des stromaufwärts aktiven Kinasekomplexes IKK α/β konnte auch *in vivo* nachgewiesen werden. Da sich die Hinweise verstärken, dass TNF α nicht als zentraler Mediator der durch Quarzpartikel induzierten Entzündung fungiert, kommen andere Mediatoren in Frage, wie z. B. stabile reaktive Sauerstoffspezies. Deshalb richteten sich nachfolgende Untersuchungen auf die Redox-Regulierung von NF κ B. Da dem Protein APE1/Ref-1 neben seiner AP-Endonuklease-Aktivität bei der DNS-Reparatur auch eine Funktion bei der Regulation redoxsensitiver

¹³ Vgl. Albrecht *et al.* (2004a).

¹⁴ Vgl. Knaapen *et al.* (2004).

¹⁵ Vgl. Albrecht *et al.* (2004b).

Transkriptionsfaktoren, wie z. B. NF κ B, zugeschrieben wird, wurde Lungengewebe nach Quarzexposition hinsichtlich der Ref-1-Expression untersucht und erstmals *in vivo* nach Partikelexposition eine Erhöhung festgestellt.¹⁶

Untersuchungen zu Mechanismen der partikelinduzierten Genotoxizität

In der Arbeitsgruppe von Dr. Roel Schins werden die molekularen Mechanismen der partikelinduzierten Entzündungsreaktion in der Lunge und deren Bedeutung für die Mutagenese anhand einer Vielzahl von *In-vitro*- und *In-vivo*-Modellen untersucht.¹⁷ Dabei werden verschiedene Modellstäube (z. B. mit Benzo[a]pyren oder Eisensulfat beschichtete Rußpartikel) verglichen. In Untersuchungen an transgenen Big-Blue-Ratten, denen die Partikel intratracheal instilliert wurden, zeigten die Modellpartikel deutliche Unterschiede hinsichtlich der subchronischen entzündlichen bzw. genotoxischen Eigenschaften, die anhand der bronchoalveolaren Lavageflüssigkeiten (z. B. Entzündungszellprofile, Myeloperoxidaseaktivität, Stickstoffmonoxid (NO), *monocyte chemoattractic protein-1*) und der Lungengewebe (z. B. Expression von I κ B α , B[a]P-diolepoxide-Addukte, 8-Hydroxydeoxyguanosin) bestimmt wurden. Da sich diese Beobachtungen zumindest teilweise mit einer Induktion der DNS-Reparatur erklären lassen, wurde *in vivo* die Expression der Reparaturproteine Ogg1 und APE/Ref-1 mittels Western-Blot untersucht und die Aktivität der DNS-Reparatur im Comet-Assay bestimmt. Die bisherigen Ergebnisse sprechen dafür, dass Partikel bzw. deren Bestandteile in der Tat die DNS-Reparatur *in vivo* beeinflussen können. Um die Kinetiken von Entzündung und Genotoxizität in Relation zur DNS-Reparatur näher zu untersuchen, wurde eine weitere akute Studie mit denselben Materialien durchgeführt; die Proben werden derzeit ausgewertet.

Arbeitsbereich Epidemiologie

Die Entstehung und Entwicklung von Atemwegserkrankungen und Allergien im Kindesalter sowie Alterungsprozesse und damit verbundene Erkrankungen (Hautalterung, chronisch obstruktive Lungenerkrankungen) werden im Arbeitsbereich Epidemiologie mittels Kohorten- und Panelstudien sowie in wiederholten Querschnittstudien untersucht. Insbesondere wird überprüft, inwieweit diese Prozesse durch Partikelimmissionen aus dem Straßenverkehr, UV-Strahlung, biogene (Pollen) und/oder genetische Faktoren verursacht oder modifiziert werden. Humanmedizinische Wirkungen (Bio- und Effektmonitoring) spezifischer Schadstoffe wie Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bilden einen weiteren Schwerpunkt der Forschung in diesem Arbeitsbereich. Die Arbeitsgruppe von PD Dr. Ursula Krämer untersucht die Rolle des Umwelteinflusses bei Allergien und Alterungsprozessen. Die Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Ulrich Ranft beschäftigt sich mit den gesundheitlichen Folgen raumbezogener Umweltbelastungen (so genannter Hot Spots) in Nordrhein-Westfalen.

¹⁶ Vgl. Albrecht *et al.* (2005).

¹⁷ Vgl. Knaapen *et al.* (2005) sowie Borm *et al.* (2005).

Wirkungen von Belastungen durch verkehrsbedingte Luftverunreinigungen

Der motorisierte Straßenverkehr ist die Hauptquelle für Partikel, mit denen die Menschen aus westlichen Industrienationen belastet sind. Die emittierten Partikel haben einen enormen Einfluss auf Morbidität und Mortalität der Bevölkerung. Aus experimentellen Expositionsstudien am Menschen ist bekannt, dass insbesondere Dieselrußpartikel einen adjuvanten Effekt auf die Entstehung einer allergischen Sensibilisierung haben und dass sie die allergische Entzündungsreaktion bei Personen, die bereits sensibilisiert sind, verstärken können. Zusätzlich können Schadstoffe, die aus dem Straßenverkehr stammen, sowohl die Allergenfreisetzung wie auch die Freisetzung von proinflammatorischen Substanzen aus Pollen verstärken.

Die Arbeitsgruppe von PD Dr. Ursula Krämer hat zahlreiche Studien über die gesundheitlichen Wirkungen von Partikeln und verkehrsbedingten Expositionen durchgeführt. So wurde bei neunjährigen Kindern aus Düsseldorf ein Zusammenhang zwischen der verkehrsbedingten Luftverunreinigung und den Symptomen von Heuschnupfen und allergischer Sensibilisierung beobachtet.¹⁸ Untersuchungen an älteren Frauen aus dem Ruhrgebiet zeigten, dass eine Langzeitexposition mit Partikeln sowie das Wohnen in der Nähe einer verkehrsreichen Straße zu einem vermehrten Auftreten chronisch obstruktiver Lungenerkrankungen sowie zu einer Verschlechterung der Lungenfunktion führt.¹⁹ Zudem wurde eine Erhöhung der kardiopulmonalen Mortalität beobachtet. Auch bei Kindern, die langfristig gegenüber Partikeln exponiert waren und in der Nähe einer verkehrsreichen Straße lebten, zeigten sich eine verminderte totale Lungenkapazität und ein erhöhter Atemwegwiderstand. Nach der Wiedervereinigung ging in Ostdeutschland die Konzentration von Schwebstaubpartikeln in der Luft deutlich zurück, gleichzeitig kam es zu einem Anstieg des Kraftfahrzeugverkehrs. Die niedrigeren Partikelbelastungen waren von einer Verbesserung der Lungenfunktionswerte bei sechsjährigen Kindern begleitet. Bei Kindern, die in der Nähe verkehrsreicher Straßen lebten, wurde dieser positive Effekt jedoch wieder aufgehoben.²⁰

Mehrere Studien weisen auf eine Beteiligung straßenverkehrsbezogener Schadstoffe an der Verstärkung von Symptomen des allergischen Asthmas und des Heuschnupfens hin; für das allergische Ekzem sind die Untersuchungsergebnisse nicht eindeutig.²¹ Um den Einfluss der Exposition mit Partikeln aus dem Straßenverkehr und der Allergenexposition auf die Atopie-Entwicklung von Kindern abschätzen zu können, läuft derzeit eine Untersuchung an über 6.000 Kindern, die zwischen 1996 und 2000 in den Städten München, Leipzig und Duisburg und im Kreis Wesel geboren wurden. Die Untersuchung der jetzt sechsjährigen Kinder beinhaltet eine Fragebogenerhebung, einen Lungenfunktions-test, eine Hautbegutachtung sowie eine Blutentnahme zur Bestimmung von spezifischem Immunglobulin E (IgE) und der DNS. Parallel dazu wurde an jeweils 40 Messstationen in den Untersuchungsgebieten die kleinräumige Verteilung der Partikel- und Rußimmis-sionen aus dem Straßenverkehr ermittelt. Zur Bestimmung der Allergenexposition wurden an denselben Messpunkten Birkenpollen während der Blüte im April gesammelt und deren Freisetzung von Allergenen sowie von proinflammatorischen Substanzen gemessen.

¹⁸ Vgl. Krämer *et al.* (2000).

¹⁹ Vgl. Schikowski *et al.* (2005).

²⁰ Vgl. Sugiri *et al.* (2006).

²¹ Vgl. Krämer (2004).

Birkenpollen, die in der Nähe verkehrsreicher Straßen gesammelt wurden, wiesen einen erhöhten Gehalt an proinflammatorischen Substanzen auf. Derzeit läuft die Auswertung der Studie.

Gesundheitliche Folgen raumbezogener Umweltbelastungen in Nordrhein-Westfalen

In der Nähe industrieller Emittenten in Nordrhein-Westfalen sind Immissionsbelastungen in Wohngebieten trotz erfolgreicher Umweltschutzmaßnahmen der letzten Jahrzehnte immer noch von gesundheitlicher Bedeutung für die betroffene Bevölkerung. Metalle (Blei, Nickel, Chrom, Cadmium) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in Schwebstäuben sind hierbei von besonderem Interesse. In so genannten Hot-Spot-Untersuchungen werden deshalb an umschriebenen Belastungsschwerpunkten in der Umgebung von Industriestandorten in Nordrhein-Westfalen humanmedizinische Wirkungsuntersuchungen durchgeführt. Als Studienpopulation der epidemiologischen Querschnittstudien wurden einzuschulende Kinder und ihre Mütter ausgewählt. Ein Biomonitoring von Blei, Cadmium, Nickel und Chrom zeigte einen signifikanten Zusammenhang der internen Belastung mit der Immissionsbelastung.²² DNS-Einzel- und Doppelstrangbrüche sowie alkalilabile Stellen wurden mittels der alkalischen Version des Comet Assay (Einzelzell-Gelelektrophorese) in peripheren Lymphozyten als Biomarker einer DNS-Exposition untersucht. Bei Müttern und ihren Kindern zeigte sich eine deutlich höhere Belastung der DNS in der Umgebung eines industriellen Hot Spots im Vergleich zu einem ländlichen Referenzgebiet. Eine auffällige Häufung einer Nickelsensibilisierung wurde bei Kindern aus der Wohnumgebung eines Stahlwerkes beobachtet. Ebenso wurde eine Häufung von Infekten und Symptomen der oberen wie auch der unteren Atemwege im Zusammenhang mit erhöhten Schwebstaubbelastungen und dabei insbesondere mit den Inhaltsstoffen Nickel und Chrom nachgewiesen.²³

Endokrine Wirkungen persistierender organischer Schadstoffe

Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass persistierende organische Schadstoffe, wie z. B. PCB oder Dioxine, mit dem Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsensystem sowie dem Hypothalamus-Hypophysen-Keimdrüsensystem interagieren können. In einer Geburtskohorte werden mögliche Auswirkungen solcher endokriner Störungen durch eine pränatale Exposition auf die kindliche Entwicklung untersucht. Hinsichtlich einer Interaktion mit dem Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsensystem konnten bei den Neugeborenen keine eindeutigen Wirkungen beobachtet werden. Ebenso zeigten motorische und mentale Entwicklungsindikatoren keine Auffälligkeiten innerhalb der ersten zwei Lebensjahre der Kinder bei erhöhter Belastung mit persistierenden organischen Schadstoffen. Frühere vergleichbare Untersuchungen hatten bei deutlich höheren Dioxin- und PCB-Expositionen im vierten Lebensjahr geringfügige, aber signifikante Wirkungen auf die kindliche Entwicklung feststellen können. Als ein auffälliges Ergebnis allerdings, über das bislang in der Literatur noch nicht berichtet worden war, zeigten sich signifikante Zusam-

²² Vgl. Wilhelm *et al.* (2005).

²³ Vgl. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2004).

menhänge zwischen den Sexualhormonspiegeln (Testosteron, Östradiol) der Neugeborenen und der pränatalen Exposition gegenüber persistierenden organischen Schadstoffen. Dieser Befund weist auf eine mögliche Interaktion mit dem Hypothalamus-Hypophysen-Keimdrüsensystem hin.

Umweltfaktoren und Krebserkrankungen

Die Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Ulrich Ranft hat eine langjährige Erfahrung mit der Durchführung von Fall-Kontroll-Studien in der Krebsforschung und war an mehreren großen internationalen Studien beteiligt.²⁴ Unter anderem wurde in einer von der EU geförderten Fall-Kontroll-Studie das Risiko einer Arsenbelastung, die von einem Kohlekraftwerk in der Slowakei ausging, für die Entwicklung eines Nicht-Melanom-Hautkrebses untersucht. Es zeigte sich ein erhöhtes Risiko der exponierten Bevölkerung für diese Erkrankung infolge der Arsenbelastung in der Umwelt.²⁵ Im Rahmen dieser Studie sowie einer anderen Untersuchung in Rumänien und Kirgisien wurden DNS-Proben der exponierten Bevölkerung mit sehr unterschiedlichem genetischen Hintergrund gesammelt, um Polymorphismen Fremdstoff metabolisierender Enzyme (NAT2, GSTM1) und Reparaturgene zu untersuchen. Dabei wurde eine ausgeprägte ethnische Differenz im Hinblick auf den NAT2-Genotyp zwischen der asiatischen Bevölkerung in Kirgisien und der kaukasischen Bevölkerung gefunden.²⁶

Arbeitsbereich Molekulare Alternsforschung

Die Forschungsarbeiten im Bereich Molekulare Alternsforschung beschäftigen sich mit der Untersuchung der Mechanismen, durch die Umwelttoxine zu einem vorzeitigen Alterungsprozess führen. Von besonderem Interesse sind hierbei die Fähigkeit von Umwelttoxinen, das so genannte „mitochondriale Altern“ in menschlichen Zellen auszulösen, die Fähigkeit von IR-Strahlung, eine vorzeitige Alterung der menschlichen Haut zu bewirken sowie Einflüsse von Umwelttoxinen auf die Proteinoxidation und Proteindegradationsprozesse. Diese Untersuchungen werden überwiegend an zwei Modellorganen durchgeführt: der Haut sowie dem Nervensystem. Zudem wird untersucht, ob bestimmte Altersgruppen sich durch eine spezifische Empfindlichkeit gegenüber Umwelttoxinen auszeichnen. Hierbei werden erstmals Biomarker bestimmt, die eine Aussage darüber erlauben, ob Umwelttoxinen bei bestimmten Altersgruppen zu degenerativen bzw. Alterungsprozessen in menschlichen Geweben führen.

Die Rolle mitochondrialer DNS-Mutationen bei der Lichtalterung der menschlichen Haut

Unter allen Umweltfaktoren ist die UV-Strahlung der Sonne für die vorzeitige Hautalterung am bedeutendsten. Die genauen Mechanismen, über die die UV-Strahlung diese

²⁴ Vgl. Kogevinas *et al.* (2003), Puente *et al.* (2006), Pesch *et al.* (2000a), Pesch *et al.* (2000b), Pesch *et al.* (2002) sowie Pesch *et al.* (2005).

²⁵ Vgl. Pesch *et al.* (2002).

²⁶ Vgl. Rabstein *et al.* (2006).

so genannte Lichtalterung bewirkt, sind noch ungeklärt. In der Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann wurden in den letzten Jahren Hinweise gewonnen, dass Mutationen der mitochondrialen DNS (mt-DNS) beim Prozess der Lichtalterung eine kritische Rolle spielen: So ist lichtgealterte Haut durch vermehrte Mutationen des mitochondrialen Genoms charakterisiert. Nach wiederholter Exposition gegenüber UVA-Dosen, die denjenigen eines Sommerurlaubs entsprachen, wurden in kultivierten primären menschlichen Fibroblasten singulett-sauerstoffmedierte mt-DNS-Mutationen beobachtet.²⁷ Auch *in vivo* konnten nach wiederholter, dreimal täglicher Exposition von zuvor unbestrahlter Haut gegenüber physiologischen UV-Dosen über zwei Wochen Mutationen der mt-DNS in der menschlichen Haut nachgewiesen werden. Diese Mutationen persistieren über mindestens 16 Monate, was darauf hinweist, dass sie ein molekulares Merkmal der Lichtalterung sind.²⁸ Um die Validität dieses Biomarkers für die aktinische Schädigung der menschlichen Haut zu überprüfen, wird derzeit in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Epidemiologie untersucht, ob die Nutzung von Sonnenbänken ebenfalls mt-DNS-Mutationen auslöst und – falls ja – ob verschiedene Altersgruppen hierfür eine unterschiedliche Empfindlichkeit aufweisen.

Bei einigen Personen persistieren die UVA-induzierten mt-DNS-Mutationen nicht nur, sondern nehmen mit der Zeit ohne weitere Bestrahlung zu. In der mitochondrialen Theorie des Alterns wurde postuliert, dass diese Mutationen Folge eines *Circulus vitiosus* sind, in dem oxidativer Stress zur Entstehung mitochondrialer DNS-Mutationen führt, die wiederum – durch Störung der oxidativen Phosphorylierung – eine vermehrte Bildung reaktiver Sauerstoffspezies und damit eine verstärkte Mutagenese zur Folge haben. So kann die beobachtete Zunahme der mt-DNS-Mutationen ohne weitere UV-Bestrahlung ein erster Beleg dafür sein, dass dieser *Circulus vitiosus* tatsächlich *in vivo* vorkommt.

Aktuelle Untersuchungen sollen nun die Mechanismen aufklären, über die Mutationen der mt-DNS zu morphologischen Veränderungen führen, wie sie bei der Hautalterung auftreten. Erste Untersuchungen zeigten, dass durch UVA-Strahlung induzierte Mutationen der mt-DNS in primären menschlichen Hautfibroblasten von funktioneller Bedeutung sind und molekulare Konsequenzen haben, die eine kausale Rolle dieser Mutationen bei der Lichtalterung vermuten lassen. So führte die Induktion von mt-DNS-Mutationen nicht nur zur Störung mitochondrialer Funktionen, sondern auch zu einer gesteigerten Expression der Matrix-Metalloproteinase-1, während deren Inhibitor TIMP (*tissue inhibitor of matrix-metalloproteinases*) unverändert blieb. Diese Imbalance ist bekanntermaßen an der Lichtalterung der menschlichen Haut beteiligt. Die Ergebnisse weisen auf einen Zusammenhang zwischen mt-DNS-Mutationen, Energiestoffwechsel und einem Genexpressionsprofil in den Fibroblasten hin, das funktionell mit einer vermehrten Matrixdegeneration und somit einer Faltenbildung der Haut korreliert ist.

Um der Frage nachzugehen, ob diese funktionellen Veränderungen tatsächlich Folge der mt-DNS-Mutation sind oder unabhängig davon auftreten, beispielsweise als direkte Folge der UV-Strahlung, wurden folgende Strategien entwickelt: (1) Im ersten Ansatz wurde die UV-induzierte Bildung mitochondrialer DNS-Deletionen nachgeahmt, indem bei unbestrahlten menschlichen Hautfibroblasten die mt-DNS mit Ethidiumbromid schrittweise

²⁷ Vgl. Berneburg *et al.* (2004).

²⁸ Vgl. Berneburg *et al.* (1999).

entfernt wurde. In der ersten Behandlungswoche, als nur ein Teil der mt-DNS depletiert und eine teilweise Reduktion mitochondrialer Aktivität zu beobachten war, zeigten die Fibroblasten ein Genexpressionsprofil, das demjenigen in lichtgealterter Haut stark glich. (2) Im zweiten Ansatz wurden menschliche Hautäquivalente entwickelt, die aus primären menschlichen Fibroblasten gebildet wurden, die konstitutiv, d. h. auch ohne UVA-Exposition UVA-induzierbare Mutationen in ihrer mt-DNS ausbilden. Derzeit werden diese Hautäquivalente mit Hautäquivalenten aus normalen, gesunden Fibroblasten im Hinblick auf Parameter verglichen, die bei der Lichtalterung von Bedeutung sein könnten. (3) Der dritte Ansatz basiert auf der kürzlich gemachten Beobachtung, dass primäre Fibroblasten von Patienten mit Cockayne-Syndrom A (CSA) oder B (CSB) eine erhöhte Empfindlichkeit für UVA-induzierte mitochondriale Mutagenese aufweisen. Es zeigte sich, dass die CSA- und CSB-Proteine in Mitochondrien vorkommen und dass ihre Empfindlichkeit für UVA-induzierte mitochondriale Mutagenese durch die Transfektion von CSB-Zellen mit dem Wildtyp-Gen normalisiert wird. Diese Untersuchungen haben eine zuvor unbekannte Funktion von CS-Proteinen aufgezeigt und bilden die Grundlage für weitere Untersuchungen, in denen normale, empfindliche und resistente Zellen für menschliche Hautäquivalente verwendet werden, um der Rolle von UVA-induzierten mt-DNS-Mutationen bei der Hautalterung nachzugehen. Zudem wird die Relevanz dieser Beobachtungen *in vivo* an CSB-Knockout-Mäusen überprüft werden.

Durch den Einsatz der genannten *In-vitro*- und *In-vivo*-Modelle ließ sich auch zeigen, dass eine Prävention UVA-induzierter mt-DNS-Mutationen und der funktionellen Folgen generell möglich ist. Bislang erfolgreiche Strategien beinhalten den Einsatz von Mikronährstoffen wie Carotinoiden, Energieäquivalenten wie Kreatin, UV-Filtern, in Liposomen verkapselter DNS-Reparaturenzyme und bestimmter Antioxidantien.

Proteinstoffwechsel und Zellalterung

Die Arbeitsgruppe von PD Dr. Tilman Grune beschäftigt sich mit Proteinoxidationsprozessen, die bei der zellulären Alterung ebenfalls eine Rolle spielen. Im Stoffwechsel der Zelle entstehen ständig oxidierende Verbindungen. Zusätzlich entfalten viele Umwelttoxine, Arznei- und Genussmittel ihre toxische Wirkung durch freie Radikale und andere aktive Oxidantien. So kommt es permanent zu einer Zell- und Gewebeschädigung durch oxidativen Stress. Im Laufe der Evolution hat sich ein vielschichtiges antioxidatives Schutzsystem herausgebildet, das auf die Verhinderung von Oxidationsreaktionen oder die Reparatur von Oxidationsschäden ausgerichtet ist. Es konnte nachgewiesen werden, dass Säugerzellen über die Fähigkeit zur Steigerung der Proteolyserate nach oxidativem Stress verfügen. So führen oxidative Schädigungen normalerweise zu einem erhöhten Abbau modifizierter Proteine durch das proteasomale System, aber unter Umständen kommt es zur Akkumulation solcher oxidierten Proteinformen. Diese Prozesse spielen bei einigen, vor allem neurodegenerativen Erkrankungen, aber auch beim physiologischen Alterungsprozess eine Rolle.

Einer der zentralen Punkte der Untersuchungen der Arbeitsgruppe ist die Messung der Aktivität und der Regulation intrazellulärer proteolytischer Systeme – unter anderem des Proteasoms – während der Alterung. Dabei konnte erstmals die intrazelluläre Verteilung oxidierteter Proteine mittels mikroskopischer Verfahren nachgewiesen werden. Diese Un-

tersuchungen werden zurzeit weitergeführt und auf Alterungsmodelle übertragen. In dem eingesetzten Alterungsmodell mit Fibroblasten ließ sich die während der natürlichen Alterung vorkommende Proteinoxidation *in vitro* simulieren. Ebenfalls war ein Abfall der proteolytischen Aktivität des Proteasoms zu beobachten.²⁹

Um die Bedeutung von Proteinoxidation und Hemmung des Proteasoms für die Organalterung zu klären, werden Untersuchungen an primären humanen Hautzellen und *in vivo* an menschlicher Haut durchgeführt. Fibroblasten werden *in vitro* UVA-Strahlung ausgesetzt und Vitalität, Prozesse der Proteinoxidation sowie Veränderungen des proteasomalen Systems untersucht. In einem *In-vivo*-Bestrahlungsmodell wird in Hautbiopsien die Übertragbarkeit der Befunde auf den Menschen geprüft. Es kommt in beiden Modellen unter UVA-Behandlung zu einem massiven Anstieg der Proteinoxidation. Durch verschiedene zu testende Substanzen wird versucht, diese Proteinoxidation zu verhindern. Aktuelle Arbeiten gehen der funktionellen Relevanz dieser Veränderungen für die Lichtalterung der Haut nach. Hierbei interessieren insbesondere Veränderungen des Kollagenstoffwechsels der Haut.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen der intrazellulären Proteolyse in Zellen des Nervensystems stehen mikrogliale Zellen, Astrozyten und Neuronen. Mikrogliale Zellen werden vor allem im Hinblick auf ihre Möglichkeit, die Gewebshomöostase im Gehirn aufrechtzuerhalten, untersucht. Dabei werden sowohl der Umsatz endogener Proteine als auch die Aufnahme und der Abbau exogener oxidierte Proteine geprüft. Diese Studien werden in Abhängigkeit des Aktivierungsgrades der Mikroglia durchgeführt. Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit dem Turnover des *tau*-Proteins in Neuronen. Trotz der Erkenntnis, dass das *tau*-Protein eine zentrale Rolle in der Pathophysiologie der Alzheimer'schen Erkrankung spielt, ist nach wie vor unklar, inwieweit der Turnover des *tau*-Proteins geregelt wird. Der Turnover des *tau*-Proteins hängt wesentlich von der posttranslationalen Modifizierung dieses Proteins ab. Eine besondere Rolle hierbei scheinen der Oxidationsgrad und die Phosphorylierung des *tau*-Proteins zu spielen. In einem weiteren Projekt werden die Proteinoxidation und die Proteolyse in Astrozyten unter den Bedingungen der hepatischen Enzephalopathie untersucht. Unter diesen Bedingungen kommt es durch den gestörten Leberstoffwechsel zu einer Hyperammoniämie. Diese löst in den Astrozyten eine Aktivierung der Glutaminsynthetase aus. Glutamin akkumuliert in Astrozyten und führt zu einer Schwellung dieser Zellen. Diese Schwellung ist mit oxidativem Stress und einer Akkumulation oxidierte Proteine verbunden. In diesem Projekt wird untersucht, inwieweit diese Proteinoxidation reversibel ist und ob das proteasomale System dabei eine Rolle spielt.

Stressinduzierte Signaltransduktion

In der zweiten Hälfte des Jahres 2006 wird PD Dr. Tilman Grune das IUF verlassen, um einem Ruf auf eine W3-Professur an der Universität Stuttgart-Hohenheim zu folgen. Als sein Nachfolger wird PD Dr. Lars-Oliver Klotz, bisher Hochschuldozent am Institut für Biochemie und Molekularbiologie I der Heinrich-Heine-Universität, die Leitung einer Forschungsgruppe im Arbeitsbereich Molekulare Alternsforschung übernehmen. Durch dieses neue Team wird sich der Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe auf die Biochemie der stressinduzierten Signaltransduktion verlagern. Insbesondere wird der durch oxidati-

²⁹ Vgl. Grune *et al.* (2005).

ven Stress bedingten Modulation von Signaltransduktionswegen nachgegangen, die an der Regulation der zellulären Seneszenz beteiligt sind (Phosphoinositid-3-Kinase, FoxO-Proteine).

Bei suboptimaler Versorgung von Organismen mit Brennstoffen im Sinne einer Kalorienrestriktion wird bei unterschiedlichen Organismen eine Verlängerung der Lebenszeit beobachtet.³⁰ Dies wird zum einen der verringerten metabolischen Bildung reaktiver Sauerstoffspezies und der somit verzögerten oxidativen Schädigung von Biomolekülen zugeschrieben und zum anderen der unter Kalorienrestriktion veränderten Aktivität zellulärer Signalkaskaden. Aus Studien an *Caenorhabditis elegans* gingen als die Langlebigkeit des Organismus bedingende Gene solche hervor, die für Komponenten von Signalkaskaden kodieren, die der menschlichen insulinabhängigen zellulären Signalübertragung homolog sind. Insbesondere der Forkhead-Transkriptionsfaktor Daf-16 scheint an der Regulation des Alterungsprozesses beteiligt zu sein. Die Pendanten in Säugerzellen, Transkriptionsfaktoren der FoxO-Familie (FoxO1, 3a und 4), sind Endpunkte des durch Insulin stimulierbaren Phosphoinositid-3-Kinase(PI3K)/Akt-Signalweges und werden von der Serin/Threonin-Kinase-Akt phosphoryliert und inaktiviert. Beim Säuger hätte somit eine verringerte Brennstoffzufuhr durch Kalorienrestriktion eine verminderte Insulinausschüttung und damit eine geringere Aktivierung dieser Kaskade zur Folge. Da der PI3K/Akt-Weg auch insulinunabhängig durch Stressfaktoren aktiviert werden kann,³¹ kann man vermuten, dass auf diese Weise als „insulinmimetisch“ zu bezeichnende Stressfaktoren wie Schwermetallionen und bestimmte Formen von oxidativem Stress einer Kalorienrestriktion entgegenwirken und durch insulinunabhängige Aktivierung von Signalkaskaden zur beschleunigten zellulären Seneszenz beitragen. Daher wird in weiteren Untersuchungen die stressinduzierte Aktivierung der PI3K/Akt/FoxO-Kaskade hinsichtlich der Konsequenzen für die Zellalterung charakterisiert; dabei sollen verschiedene Umwelteinflüsse (Schwermetallionen, UV-Strahlung und diverse reaktive Sauerstoffspezies) als Stimuli verglichen werden.

Ausblick

In naher Zukunft wird die translationale Forschung – also jener Prozess, bei dem Ideen und neue Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung unmittelbar in neue Strategien zur Prävention und Therapie von Erkrankungen umgesetzt werden – wachsende Bedeutung erlangen. Das IUF verfügt mit seinem breiten Spektrum von Methoden und Testsystemen, die sowohl zellbasierte *In-vitro*-Modelle, humane Organmodelle und Tierexperimente als auch Humanuntersuchungen und epidemiologische Studien einschließen, über die idealen Voraussetzungen für translationale Forschung. Kooperationen mit klinischen Einrichtungen werden einerseits zur Umsetzung neuer Erkenntnisse in der Klinik führen, andererseits fließen klinische Beobachtungen in neue grundlagenwissenschaftliche Fragestellungen ein. Zudem führt die Kooperation mit der Industrie zu neuen Produkten, die der Prävention oder Behandlung umweltbedingter Gesundheitsstörungen dienen. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die Kooperation des IUF mit einem Biotechnologieunternehmen bei der Entwicklung eines völlig neuartigen Produktes zur Prävention feinstaubbedingter

³⁰ Vgl. Sohal und Weindruch (1996).

³¹ Vgl. Klotz *et al.* (2000) sowie Schieke *et al.* (2004).

Atemwegserkrankungen. Die Entwicklung eines Wirkstoffs auf Basis extremolythaltiger Aerosole soll künftig als Atemwegsspray durch Feinstaub verursachte Lungenerkrankungen wie Asthma oder Fibrose verhindern. Das Projekt war Sieger beim Zukunftswettbewerb Ruhrgebiet und wird auf Empfehlung der Jury durch das Land Nordrhein-Westfalen gefördert.

Literatur

- ALBRECHT, Catrin, Paul J. A. BORM und Klaus UNFRIED. „Signal transduction pathways relevant in the neoplastic effects of fibrous and non-fibrous particles“, *Mutation Research – Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 553 (2004a), 23-35.
- ALBRECHT, Catrin, Roel P. F. SCHINS, Doris HÖHR, Andrea BECKER, Tingming SHI, Ad M. KNAAPEN und Paul J. A. BORM. „Inflammatory time course following quartz instillation: role of TNF α and particle surface“, *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology* 31 (2004b), 292-301.
- ALBRECHT, Catrin, Ad M. KNAAPEN, Andrea BECKER, Doris HÖHR, Petra HABERZETTL, Frederic J. VAN SCHOOTEN, Paul J. A. BORM und Roel P. F. SCHINS. „The crucial role of particle surface reactivity in respirable quartz-induced reactive oxygen/nitrogen species formation and APE/Ref-1 induction in rat lung“, *Respiratory Research* 6 (2005), 129.
- BERKEN, Andrea, Josef ABEL und Klaus UNFRIED. „ β 1-integrin mediates asbestos induced phosphorylation of AKT and ERK1/2 in a rat pleural mesothelial cell line“, *Oncogene* 22 (52) (2003), 8524-8528.
- BERNEBURG, Mark, Susanne GRETHER-BECK, Viola KÜRTEIN, Thomas RUZICKA, Karlis BRIVIBA, Helmut SIES und Jean KRUTMANN. „Singlet oxygen mediates the UVA-induced generation of the photoaging-associated mitochondrial common deletion“, *Journal of Biological Chemistry* 274 (1999), 15345-15349.
- BERNEBURG, Mark, Heidi PLETTENBERG, Kathrin MEDVE-KÖNIGS, Anette PFAHLBERG, Thomas RUZICKA, Heiner GERS-BARLAG, Olaf GEFELLER und Jean KRUTMANN. „Induction of the photoaging-associated mitochondrial common deletion in vivo in human skin“, *Journal of Investigative Dermatology* 122 (2004), 1277-1283.
- BERNSHAUSEN, Thorsten, Bettina JUX, Charlotte ESSER, Josef ABEL und Ellen FRITSCHKE. „Tissue distribution and function of the Aryl Hydrocarbon Receptor Repressor (AhRR) in C57BL/6 and Aryl Hydrocarbon Receptor deficient mice“, *Archives of Toxicology* (im Druck).
- BORM, Paul J. A., Gonca CAKMAK, Erich JERMANN, Christel WEISHAUPT, Pascal KEMPERS, Frederic J. VAN SCHOOTEN, Günter OBERDÖRSTER und Roel P. F. SCHINS. „Formation of PAH-DNA adducts after in vivo and in vitro exposure of rats and lung cells to different commercial carbon blacks“, *Toxicology and Applied Pharmacology* 205 (2005), 157-167.
- CHEN, Min und Anna VON MIKECZ. „Formation of nucleoplasmic protein aggregates impairs nuclear function in response to SiO $_2$ nanoparticles“, *Experimental Cell Research* 305 (2005), 51-52.
- FÖRSTER, Irmgard, Ernst GLEICHMANN, Charlotte ESSER und Jean KRUTMANN. „Pathogenese und Prävention von umweltbedingten Erkrankungen des Immunsystems“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004*. Düsseldorf 2005, 101-114.
- FRITSCHKE, Ellen, Jason E. CLINE, Ngoc-Ha NGUYEN, Thomas S. SCANLAN und Josef ABEL. „PCBs disturb differentiation of normal human neural progenitor cells: clue for involvement of thyroid hormone receptors“, *Environmental Health Perspectives* 113 (2005), 871-876.
- GRETHER-BECK, Susanne, Andreas TIMMER, Ingo FELSNER, Heidi BRENDEN, Daniela BRAMMERTZ und Jean KRUTMANN. „Solar UVA radiation-induced signaling involves a ceramide-

- mediated autocrine loop leading to de novo synthesis“, *Journal of Investigative Dermatology* 125 (2005), 545-553.
- GRUNE, Tilman, Klaus MERKER, Tobias JUNG, Nicolle SITTE und Kelvin J. A. DAVIES. „Protein oxidation and degradation during postmitotic senescence“, *Free Radical Biology and Medicine* 1 39(9) (2005), 1208-1215.
- HAARMANN-STEMMANN, Thomas und Josef ABEL. „The Arylhydrocarbon Receptor Repressor (AhRR): Structure, Expression, and Function“, *Biological Chemistry* (im Druck).
- KLOTZ, Lars-Oliver, Stefan Michael SCHIEKE, Helmut SIES und Nikki J. HOLBROOK. „Peroxynitrite activates the phosphoinositide 3 kinase/Akt pathway in human skin fibroblasts“, *Biochemical Journal* 352 (2000), 219-225.
- KNAAPEN, Ad M., Paul J. A. BORM, Catrin ALBRECHT und Roel P. F. SCHINS. „Inhaled particles and lung cancer“, *International Journal of Cancer* 109 (2004), 799-809.
- KNAAPEN, Ad M., Roel P. F. SCHINS, Paul J. A. BORM und Frederic J. VAN SCHOOTEN. „Nitrite enhances neutrophil-induced DNA strand breakage in pulmonary epithelial cells by inhibition of myeloperoxidase“, *Carcinogenesis* 26 (2005), 1642-1648.
- KOGEVINAS, Manolis, Andrea T MANNETJE, Sylvaine CORDIER, Ulrich RANFT, Carlos A. GONZALEZ, Paolo VINEIS, Jenny CHANG-CLOUDE, Jürgen WAHRENDORF, Anastasia TZONOU, Karl-Heinz JÖCKEL, Consol SERRA, Stefano PORRU, Martine HOURS, Eberhard GREISER und Paolo BOFFETTA. „Occupation and bladder cancer among men in Western Europe“, *Cancer Causes and Control* 14 (2003), 907-914.
- KRÄMER, Ursula, Thilo KOCH, Ulrich RANFT, Joachim RING und Heidrun BEHRENDT. „Traffic related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas“, *Epidemiology* 11 (2000), 64-70.
- KRÄMER, Ursula. „Partikelbelastung und allergische Erkrankungen bei Kindern. Welche Zusammenhänge zeigen sich in epidemiologischen Studien?“, *Der Hautarzt* 55 (2004), 1106-1116.
- LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) „Humanmedizinische Wirkungsuntersuchungen innerhalb kleinräumiger Belastungsareale mit umschriebenen Belastungsschwerpunkten (‘Hot Spot’-Untersuchungen)“, *Fachberichte LUA NRW* 5. Essen 2004, 221-240.
- PESCH, Beate, Johannes HAERTING, Ulrich RANFT, Andreas KLIMPEL, Burkhard OELSCHLÄGEL, Walter SCHILL und MURC STUDY GROUP. „Occupational risk factor for renal cell carcinoma: agent-specific results from a case-control study in Germany“, *International Journal of Epidemiology* 29 (2000a), 1014-1024.
- PESCH, Beate, Johannes HAERTING, Ulrich RANFT, Andreas KLIMPEL, Burkhard OELSCHLÄGEL, Walter SCHILL und MURC STUDY GROUP. „Occupational risk factor for urothelial carcinoma: agent-specific results from a case-control study in Germany“, *International Journal of Epidemiology* 29 (2000b), 238-247.
- PESCH, Beate, Ulrich RANFT, Pavel JAKUBIS, Mark J. NIEUWENHUIJSEN, Andre HERGEMOLLER, Klaus UNFRIED, Marian JAKUBIS, Peter MISKOVIC und Tom KEEGAN. „Environmental arsenic exposure from a coal-burning power plant as a potential risk factor for nonmelanoma skin carcinoma: results from a case-control study in district of Prievidza, Slovakia“, *American Journal of Epidemiology* 155 (2002), 798-809.
- PESCH, Beate, Yon KO, Hiltrud BRAUCH, Ute HAMANN, Volker HARTH, Sylvia RABSTEIN, Christiane PIERL, Hans-Peter FISCHER, Christian BAISCH, Christina JUSTENHOVEN, Ulrich RANFT und Thomas BRÜNING. „Factors modifying the association between hormone-replacement therapy and breast cancer risk“, *European Journal of Epidemiology* 20 (2005), 699-711.
- PUENTE, Diana, Patricia HARTGE, Eberhard GREISER, Kenneth P. CANTOR, Will D. KING, Carlos A. GONZALEZ, Sylvaine CORDIER, Paolo VINEIS, Elsebeth LYNGE, Jenny CHANG-CLOUDE,

- Stefano PORRU, Anastasia TZONOU, Karl-Heinz JÖCKEL, Consol SERRA, Martine HOURS, Charles F. LYNCH, Ulrich RANFT, Jürgen WAHRENDORF, Debra SILVERMAN, Francisco FERNANDEZ, Paolo BOFFETTA und Manolis KOGEVINAS. „A pooled analysis of bladder cancer case-control studies evaluating smoking in men and women“, *Cancer Causes and Control* 17 (2006), 71-79.
- RABSTEIN, Sylvia, Klaus UNFRIED, Ulrich RANFT, Thomas ILLIG, Melanie KOLZ, Hans-Peter RIHS, Chinara MAMBETOVA, Mariana VLAD, Thomas BRÜNING und Beate PESCH. „Variation of the N-acetyltransferase 2 (NAT2) Gene in unrelated Kyrgyz and Romanian individuals: from single nucleotide polymorphisms to predicted phenotype“, *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention* 15 (2006), 138-141.
- RANNUG, Agneta und Ellen FRITSCHKE. „The aryl hydrocarbon receptor and light“, *Biological Chemistry* (im Druck).
- ROCKEL, Thomas Dino, Dominik STUHLMANN und Anna VON MIKECZ. „Proteasomes degrade proteins in focal subdomains of the human cell nucleus“, *Journal of Cell Science* 118 (2005) 5231-5242.
- SCHIEKE, Stefan Michael, Peter SCHROEDER und Jean KRUTMANN. „Cutaneous effects of infrared radiation: from clinical observations to molecular response mechanisms“, *Photodermatology Photoimmunology Photomedicine* 19 (2003), 228-234.
- SCHIEKE, Stefan Michael, Claudia VON MONTFORT, Darius P. BUCHCZYK, Andreas TIMMER, Susanne GRETHER-BECK, Jean KRUTMANN, Nikki J. HOLBROOK und Lars-Oliver KLOTZ. „Singlet oxygen-induced attenuation of growth factor signaling: possible role of ceramides“, *Free Radical Research* 38 (2004), 729-737.
- SCHIEKE, Stefan Michael, Karsten RUWIEDEL, Heiner GERS-BARLAG, Susanne GRETHER-BECK und Jean KRUTMANN. „Molecular crosstalk of the ultraviolet (UV) A and UVB signaling responses at the level of mitogen-activated protein kinases“, *Journal of Investigative Dermatology* 124 (2005), 857-859.
- SCHIKOWSKI, Tamara, Dorothea SUGIRI, Ulrich RANFT, Ulrike GEHRING, Joachim HEINRICH, H.-Erich WICHMANN und Ursula KRÄMER. „Long-term particle and traffic related exposure is associated with COPD in women“, *Respiratory Research* 6 (2005), 152.
- SCHRÖDER, Peter, Stefan Michael SCHIEKE und Akimichi MORITA. „Premature skin aging by infrared radiation, tobacco smoke and ozone“, in: Barbara A. GILCHREST und Jean KRUTMANN (Hrsg.). *Skin aging*. Berlin und Heidelberg 2006, 45-54.
- SOHAL, Rajindar S. und Richard WEINDRUCH. „Oxidative stress, caloric restriction, and aging“, *Science* 273 (1996), 59-63.
- SUGIRI, Dorothea, Ulrich RANFT, Tamara SCHIKOWSKI und Ursula KRÄMER. „The influence of large scale airborne particle decline and traffic related exposure on children's lung function“, *Environmental Health Perspectives* 114 (2006), 282-288.
- VON MIKECZ, Anna. „The nuclear ubiquitin-proteasome system (nUPS)“, *Journal of Cell Science* 119 (2006), 1977-1984.
- WILHELM, Michael, Georg EBERWEIN, Jürgen HÖLZER, Jutta BEGEROW, Dorothea SUGIRI, Dieter GLADKE und Ulrich RANFT. „Human biomonitoring of cadmium and lead exposure of child-mother pairs from Germany living in the vicinity of industrial sources (Hot Spot Study NRW)“, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 19 (2005), 83-90.

**Institute in Zusammenarbeit mit der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

**Düsseldorfer Institut für
Dienstleistungs-Management**

WINFRIED HAMEL

Das Düsseldorfer Institut für Dienstleistungs-Management – Eine virtuelle Forschungseinrichtung

Die Initiative

Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurde im Herbst 1989 gegründet – genauer: Sie hat angefangen zu arbeiten, ohne dass die erforderliche Infrastruktur mit Professoren, Mitarbeitern, Räumen, Büroausstattung, spezifischen Düsseldorfer Verwaltungskennnissen und Ähnlichem zur Verfügung gestanden hätte. Stattdessen waren mehr als 160 Studienanfänger da, die erwartungsvoll ihrem neuen Studiengang „Betriebswirtschaftslehre“ entgegenblickten. Dass dieses Experiment, quasi aus dem Stand heraus einen vollen Lehrbetrieb mit vollständigem Lehrangebot darzustellen, gelang, ist zahlreichen engagierten Personen zu verdanken, die sich seit der ersten Stunde für diese Fakultät einsetzten und den Ehrgeiz hatten, das Wagnis zu bestehen und auf einen guten Weg zu bringen.

Die Fakultät konnte innerhalb dreier Jahre in einem von den ursprünglichen Planungen abweichenden niedrigeren Umfang errichtet werden. Die Berufungspolitik der Fakultät und der sie unterstützenden Persönlichkeiten führte in dieser Zeit dazu, eine „Mannschaft“ zu formen, die sich trotz aller Individualität der einzelnen Personen als „verschworene Gemeinschaft“ fühlte, die die Fakultät zu einem anspruchsvollen Forschungs- und Lehrkörper entwickeln wollte. Erleichtert wurde diese Absicht durch die Kleinheit der Fakultät: Zunächst ausgestattet mit neun Lehrstühlen – von denen einer nach Errichtung der Juristischen Fakultät an diese abgegeben wurde –, bildete sie mit dann acht Kollegen eine überschaubare Gruppe, die einfach ständig zusammenarbeiten musste, nicht zuletzt aufgrund der noch zu erbringenden Vervollständigung der fakultären Infrastruktur sowie der vielfältigen Gremienverpflichtungen. So waren etwa alle Professoren Mitglieder des Fakultätsrats – alle Beschlüsse wurden getroffen, ohne dass auch nur ein einziger Kollege bei den Beratungen nicht hätte dabei sein können. Es kann nur als Glücksfall bezeichnet werden, dass diese enge Kooperation stattfinden musste und natürlich auch stattfand.¹

Der Umfang der Fakultät ließ und lässt es nicht zu, eine weitgehende fachliche Spezialisierung darzustellen. Das Ausbildungsideal dieser Fakultät musste und muss sich auf „General Management“ beschränken.² Damit aber befindet sich die Fakultät in einer Situation,

¹ Durch Einwerbung eines Stiftungslehrstuhls (1998) und Übertragung von Kapazität aus der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät zur Errichtung des innovativen grundständigen Studiengangs „Wirtschaftschemie“ (2002) ist die Fakultät inzwischen auf zehn Lehrstühle „angewachsen“ – und bildet damit immer noch die kleinste Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät an einer deutschen Universität.

² Dennoch ist es gelungen, eine gewisse Schwerpunktsetzung einzurichten, die insbesondere auf dem Sektor der Finanzdienstleistungen beruht, wobei drei Lehrstühle ein abgestimmtes Lehrprogramm anbieten. Eine

die ihr wenig Möglichkeiten einräumt, ein spezifisches Profil, quasi ein „Alleinstellungsmerkmal“, zu gestalten – auch alle anderen betriebswirtschaftlich orientierten Fakultäten an deutschen Universitäten bilden künftige Manager aus.

Die tragenden Mitglieder der Fakultät strebten an, eine gewisse Profilschärfung vor allem ihres Forschungsfeldes zu erreichen. Da lag es nahe, die Entwicklung der Wirtschaftspraxis zu beobachten und zu prognostizieren, welche Veränderungen in Zukunft den Kerngehalt wirtschaftlichen Handelns ausmachen würden. Zwei derartige Entwicklungen wurden analysiert: Auf der einen Seite war zu erkennen, dass die Wirtschaftspraxis vermehrt in eine Informations- oder Wissensgesellschaft mutiert, auf der anderen Seite waren die Veränderungen zur Dienstleistungsgesellschaft nicht zu übersehen.³ In einem intensiven, längeren Diskussionsprozess stimmten die professoralen Mitglieder der Fakultät darin überein, dass der Sektor der Dienstleistungen eine Bedeutung erlangen wird, die derzeit immer noch nicht endgültig absehbar, gleichwohl aber in wissenschaftlicher Hinsicht vergleichsweise wenig durchdrungen ist. Damit war der Startschuss für eine stärkere forschungsorientierte Ausrichtung der Fakultät zugunsten des Dienstleistungsmanagements gegeben. Die Überlegungen hierzu mündeten in einer Verabredung, dienstleistungsorientierte Forschungsaktivitäten von Fakultätsmitgliedern unter einem einheitlichen Dach zu bündeln – die Idee eines wissenschaftlichen Instituts für Dienstleistungsmanagement stand im Raum und bedurfte „nur noch“ der strukturierenden Umsetzung. Diese erfolgte durch die Verabschiedung einer Satzung des „Düsseldorfer Instituts für Dienstleistungsmanagement (DID)“ durch die Gründer am 20. Mai 1998⁴ und deren Genehmigung durch einstimmigen Beschluss des Fakultätsrats am 17. Juni 1998.

Die Zielsetzung

Die Satzung des DID enthält einen Katalog von Aktivitäten, die die Zielsetzung des Instituts konkretisieren. Die entsprechenden Bestimmungen des § 2 lauten:

Das DID hat die Aufgabe, wissenschaftliche Grundlagen des Dienstleistungs-Managements zu bearbeiten und im Rahmen konkreter Projekte anwendungsorientierte Lösungen von Fragestellungen des Dienstleistungs-Managements zu entwerfen. Das DID nimmt Anregungen aus der Praxis auf und pflegt eine enge Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis im Dienstleistungs-Management. Die Forschungsergebnisse werden in einer hierfür einzurichtenden Publikationsreihe der Öffentlichkeit zugänglich gemacht oder in anderer geeigneter Weise publiziert, z. B. über Kongresse, Foren, Workshops, Seminare, Vortragsreihen.

Damit ist zunächst die *inhaltliche* Zielsetzung des DID angesprochen. Sie besteht in der intensiven wissenschaftlichen Beschäftigung mit allen Problemen des Dienstleistungssektors. Dazu gehört zunächst eine Spezifizierung und Differenzierung dessen, was unter „Dienstleistung“ verstanden werden kann oder soll, zumal es bis heute keine Definition gibt, die als „herrschende Meinung“ gelten könnte. Lediglich werden einige Merkmale wie

weitere Schwerpunktsetzung erfolgte im Bereich der Steuerlehre, in dem eine enge Kooperation zwischen dem betriebswirtschaftlichen Lehrstuhl für Steuerlehre und dem juristischen Lehrstuhl für Steuerrecht besteht.

³ Eine trennscharfe Differenzierung zwischen „Informationsgesellschaft“ und „Dienstleistungsgesellschaft“ ist kaum möglich, dennoch lassen sich zwischen beiden Entwicklungen relevante Unterschiede erkennen.

⁴ Zu den Gründern gehörten: Univ.-Prof. Dr. W. Berens, Univ.-Prof. Dr. B. Günter, Univ.-Prof. Dr. W. Hamel, Univ.-Prof. Dr. R. Schirmeister, Univ.-Prof. Dr. H.-D. Smeets und Univ.-Prof. Dr. H. J. Thieme.

„Immaterialität“, „Mitwirkung des externen Faktors“, „Nichtlagerfähigkeit“ sowie „Nutzen stiftende Aktivität“ in den meisten Abgrenzungsversuchen genannt. Es gehört auch dazu, diejenigen realen Wirtschaftsbereiche zu identifizieren, die dem Dienstleistungssektor zugeordnet werden können, und Typologien zu entwickeln, um die Vielfalt der Erscheinungsformen einigermaßen sortieren zu können. Es muss bedacht werden, dass bei vielen Dienstleistungen auch materielle Bestandteile erforderlich sind, so dass die Abgrenzung von „Dienstleistung“ und „(materieller) Produktion“ schwierig ist und vielfach lediglich auf der Betrachtungsweise des Forschers beruht. Sodann geht es um Fragen der optimalen Strukturen in und Handlungen von Dienstleistungsinstitutionen, zumindest im Hinblick auf deren ökonomische Ausgestaltung. Die Entwicklung von „Betriebswirtschaftslehren für Dienstleister“ wäre hier ebenfalls zu nennen, denn daran fehlt es noch in erheblichem Umfang. Als weiteres Feld lässt sich der – fast schon flächendeckende – Transformationsprozess des Übergangs von materiell-produzierenden zu immateriell-dienstleistenden Unternehmen nennen, der in der Wirtschaftspraxis häufig zu beobachten ist, für den bisher aber kaum Handlungsempfehlungen erarbeitet worden sind. Vor allem in hochentwickelten Industrieländern – diese Bezeichnung erscheint heute bereits fragwürdig – mit hohen Lohnkosten ist in Verbindung mit der Globalisierung im Sinne eines ungehinderten Güterausstauschs über alle Ländergrenzen hinweg ein derartiger Übergang zu erkennen. Effiziente Handreichungen für diesbezügliche Transformationen ist die Betriebswirtschaftslehre weitgehend schuldig geblieben. Auch Fragen der Kalkulation von Dienstleistungen sowie deren rechnungstechnische Behandlung – einschließlich des Ausweises in Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnung – werden von den Forschungsbemühungen im Dienstleistungssektor umschlossen. Probleme des Dienstleistungsmarketings, der Beschaffung von Services, des Qualitätsmanagements von Dienstleistungen, des Managements der Finanzdienstleister und Aspekte der Dienstleistungsinnovationen sind weitere Akzentsetzungen. Und schließlich sind auch die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen der Veränderung der Wirtschaftslandschaft Untersuchungsgegenstände, die bisher vernachlässigt worden sind.⁵ Weitere Ziele, die von einem Institut wie dem DID verfolgt werden können, ergeben sich im Lauf der Entwicklung sowie nach Interessenlage der forschenden Mitglieder.

Die *formale* Zielsetzung des DID lässt sich mit „Flexibilität“, „Aufwandsminimierung“ und „Außenwirkung“ kennzeichnen. Die Flexibilität bezieht sich dabei in erster Linie auf die Mitwirkung im Institut: Es sollte jedes Fakultätsmitglied, das sich mit Fragen des Dienstleistungsmanagements beschäftigt, die Gelegenheit haben, innerhalb des DID seine Forschungsinteressen wahrzunehmen. Damit ist verbunden, dass es weder Zwangsmitgliedschaften noch Aufnahmeürden geben konnte – allein die Freiwilligkeit des individuellen Forschens sollte ausreichen, sich allein oder mit anderen Kollegen zusammen Problemen des Dienstleistungsmanagements anzunehmen.

Die Aufwandsminimierung als Zielsetzung bedeutet, dass das DID selbst nicht über einen bürokratischen Apparat verfügen wollte und will, sondern allein auf die Aktivitäten des jeweiligen Forschers bezogen ist. Es bedarf lediglich einer gegenseitigen Information, bisweilen auch einer gegenseitigen Abstimmung, um dienstleistungsorientierten

⁵ Man denke etwa an die Auseinandersetzungen innerhalb der Europäischen Union um die Verabschiedung der „Dienstleistungsrichtlinie“, die die Freizügigkeit der Dienstleistungsanbieter innerhalb der Union zum Gegenstand hat und die insbesondere von deutscher Seite aus nachhaltig in Frage gestellt wurde – vor allem aus gesamtwirtschaftlichen und arbeitsmarktbezogenen Befürchtungen heraus.

Forschungsaktivitäten nachzugehen. Zwar ist es erforderlich, für Koordination und Kommunikation einen Ansprechpartner, quasi eine Schaltstelle, zu haben, aber eine derartige Minimalstruktur lässt sich durch die Infrastruktur der beteiligten Lehrstühle auffangen. Getragen wird das gesamte Institut vom guten Willen der Mitwirkenden – was naturgemäß nur möglich ist, wenn die Mitglieder des Instituts in gegenseitigem, wohlwollendem Respekt verbunden sind. Hier erweist sich die geringe Größe der Fakultät als förderlich.

Das dritte Formalziel – die Außenwirkung – betrifft den Auftritt der Fakultät bei dienstleistungsorientierten Aktivitäten gegenüber Dritten. Es sollte eine eigene Adresse geschaffen werden, die signalisiert, dass ein spezifisches Forschungsfeld bearbeitet wird, das sich von anderen wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten mit anderen Schwerpunktsetzungen abhebt. Es wäre auch möglich gewesen, derartige Institute an einzelne Lehrstühle anzubinden, wie das in Deutschland durchaus zu erkennen ist, aber hier ging es darum, von vornherein den Kooperationsgedanken des Zusammenarbeitens mehrerer Forscher herauszustellen. Durch diese gemeinsame „Firma“ soll darüber hinaus signalisiert werden, dass die Befassung mit Dienstleistungsfragen nicht eine temporäre Erscheinung sein soll, die mit dem Ausscheiden eines Initiators aus der Universität ihre Beendigung findet, sondern Zeit übergreifend Bestand hat. Der jederzeitig mögliche Eintritt eines Fachkollegen in das Institut ist geeignet, diese Kontinuität sicherzustellen. Hierzu dient auch die Satzungsregelung, dass ein entpflichteter Kollege weiterhin Mitglied im DID bleiben kann, so dass dessen wissenschaftliche Kompetenz dem Institut nicht verloren gehen muss. Diese Bestimmung kann sich insofern als besonders hilfreich erweisen, als ein entpflichtetes Mitglied des Instituts sich zeitlich und inhaltlich stärker Dienstleistungsfragen widmen kann als ein Kollege, der mit den „normalen“ universitären Aufgaben hinreichend ausgelastet ist.

Durch diese inhaltlichen und formalen Zielsetzungen ergibt sich das Muster eines „virtuellen Instituts“, das in der deutschen Universitätslandschaft nur selten – vielleicht sogar erstmals – anzutreffen ist. Um das Institut jedoch mit einer gewissen Verbindlichkeit auszustatten, wurde angestrebt, dass die Heinrich-Heine-Universität diese Konstruktion billigt und das DID als integralen Bestandteil der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät einrichtet – dies konnte erreicht werden.

Die Struktur

Die Struktur des DID folgt seiner strategischen Zielsetzung. Dem Virtualitätsgedanken entsprechend gibt es eine lediglich rudimentäre Struktur dergestalt, dass alle Mitglieder des Instituts als dessen Direktoren fungieren, die aus ihrer Mitte für jeweils zwei Jahre einen Geschäftsführenden Direktor sowie dessen Stellvertreter wählen – bei Zulässigkeit der Wiederwahl. In anlassbezogen einberufenen Sitzungen des gesamten Direktoriums werden alle anfallenden Entscheidungen gefällt und erforderliche Informationen ausgetauscht. Ein ebenfalls fallweise bestellter Protokollant hält die Ergebnisse der Beratungen fest.

Die Fakultät ermöglicht dem Institut die Mitnutzung von Fakultätsräumen, insbesondere für den Fall, dass für Institutsprojekte Mitarbeiter eingestellt werden und diese eine räumliche Unterbringung benötigen.⁶ Insofern liegt eine minimale Infrastruktur vor, die

⁶ Die Universität hat dem DID in seiner Anfangsphase eigene Räume im Haus der Akademie der Wissenschaften

es erlaubt, den Forschungsbemühungen abseits vom laufenden Betrieb der akademischen Lehre nachzugehen, in einer Atmosphäre der ruhigen Effektivität.

Zu den Strukturmerkmalen lässt sich auch der Aufbau einer institutseigenen Bibliothek rechnen. Zwar ist die Fakultät bestrebt, keine eigenständige Bibliothek für den allgemeinen Studienbetrieb zu unterhalten, da der diesbezügliche Aufwand, vor allem an Räumen und Mitarbeitern, derart hoch ist, dass die Fakultät entschieden hat, sich damit nicht belasten zu wollen. Das schließt jedoch nicht aus, dass jeder Lehrstuhl einen kleinen Handapparat eingerichtet hat, der die ständig verfügbar zu haltenden Standard- und Spezialwerke aufweist – die natürlich auch von den Studierenden genutzt werden können. Auf das DID wurde dieser Wunsch erweiternd übertragen, so dass im Verlauf der vergangenen Jahre eine kleine Spezialbibliothek für Dienstleistungsliteratur eingerichtet werden konnte. Diese Bibliothek steht selbstverständlich nicht nur den Direktoren und Forschern des DID zur Verfügung, sondern auch allen anderen Interessenten, sofern die Werke nicht in der Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) vorgehalten werden.

Der Aufbau dieser kleinen Bibliothek erfolgte indessen nicht aus Haushaltsmitteln, sondern ausschließlich über Spendengelder. Seit Bestehen der Fakultät erhält sie Jahr für Jahr einen nicht unbedeutenden Spendenbetrag⁷ zur Anschaffung spezieller Werke, die die ULB nicht anschaffen kann. Die Fakultät hat sich darauf verständigt, einen Teil dieser Zuwendungen für das DID zu nutzen, so dass sich eine derartige Möglichkeit eröffnete.

Die Finanzierung

Jedes Institut – auch jedes virtuelle –, das Aktivitäten entfaltet, bedarf der Finanzierung. Im Sinne des Aufwandsminimierungsziels wird zwar kein eigenständiger Haushalt des Instituts geführt, dennoch fallen Aufwendungen und damit Ausgaben an, die es zu decken gilt. Aufgrund der forschungsorientierten Ausrichtung fallen derartige Ausgaben jedoch nur dann an, wenn eine konkrete Aktivität vollzogen wird – ansonsten steht das Institut quasi in Bereitschaft, ohne Ausgaben zu verursachen. Zu den „institutsexistenzorientierten“ Aktivitäten gehören natürlich auch die koordinierenden Sitzungen des Direktoriums, die einer gewissen Vor- und Nachbereitung bedürfen und damit geringfügige Aufwendungen verursachen. Für den „normalen“ Bürobedarf tragen die jeweiligen Lehrstühle – insbesondere der des Geschäftsführenden Direktors – die anfallenden Kosten. Für Sonderaktivitäten ist jeweils eine Finanzierung sicherzustellen, die in Abhängigkeit von der Art der Aktivität eingeworben werden muss.

Sofern es sich um umfangreichere Projekte handelt, werden die Auftraggeber um eine Finanzierung – voll oder partiell – ersucht, sofern es sich um Veranstaltungen wie Workshops oder Kongresse handelt, wird ein Teilnehmerbeitrag erhoben, der so kalkuliert ist, dass die anfallenden Kosten gedeckt werden. Hier konkretisiert sich auch die Einbettung des DID in die Fakultät und damit in die Universität: Teilnehmergebühren sind nach öffentlich-rechtlichen Grundsätzen zu kalkulieren und von der Universitätsverwaltung aufgrund eines Kostenplans genehmigen zu lassen. Dadurch wird sichergestellt, dass sich das

Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellt – wie auch anderen Instituten benachbarter Fakultäten. Diese – angemieteten – Räume sind dem Sparzwang begrenzter Haushaltsmittel zum Opfer gefallen. Dennoch gebührt der Universität großer Dank für diese Unterstützung.

⁷ Die Spenden stammen aus der privaten Dr. Jörg Bankmann-Stiftung. Herrn Dr. Bankmann ist das DID für diese großzügige Unterstützung außerordentlich dankbar.

Institut nicht „unter der Hand“ zu einem gewerblichen Betrieb entwickelt, der mit dem generellen Auftrag der Universität als öffentliche Forschungs- und Bildungseinrichtung nicht vereinbar wäre.

Trotz aller Zurückhaltung bei ausgabenträchtigen Aktivitäten sowie einer generellen Sparsamkeit kann es nicht ausbleiben, dass ein ungedeckter Finanzierungsbedarf entsteht, der einer Regulierung bedarf. Um dies zu gewährleisten, wurde am 19. Mai 1999 die „Forschungs-Stiftung Dienstleistungs-Management“ als unselbständige Stiftung unter dem Dach der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. gegründet, aus deren Erträgen Finanzierungsleistungen für die DID-Aktivitäten erbracht werden können. Auch wenn das Stiftungskapital noch keine Größenordnung erreicht hat, die es erlauben würde, aus den Erträgen ständige Mitarbeiter – auch in Teilzeit – zu finanzieren, liegt doch ein finanzielles Sicherheitspolster vor, das es erlaubt, Aktivitäten zu beginnen, bevor die endgültige Finanzierung gesichert ist.

In der bisherigen Historie des DID ist es stets gelungen, über Projektfinanzierungen sowie aus Teilnehmergebühren oder aus Lehrstuhlmitteln alle anfallenden Ausgaben zu decken. Das Stiftungskapital konnte sogar durch satzungsgemäße Rücklagenbildung geringfügig aufgestockt werden. Allerdings – wie die Verhältnisse in der Hochschulforschung aktuell liegen – gibt es auch im DID mehr Projektideen als Finanzierungsmöglichkeiten. Viele interessante Untersuchungsfragen warten noch auf die finanzielle Unterstützung, die eine Realisierung ermöglichen würde.

Die Foren

Das DID will nicht nur eine Dachmarke und Adresse für die Fakultät sein, sondern sich aktiv mit der Wirtschaftspraxis austauschen. Dabei sollen universitäre Entwicklungen genauso vorgestellt wie auch Anregungen aus der Wirtschaftspraxis aufgenommen werden. Um diesen Dialog zu gestalten und zu fördern, hat das DID eine Veranstaltungsreihe initiiert, die diesen Austausch ermöglicht. Unter dem Stichwort „Düsseldorfer Forum Dienstleistungs-Management“ wird einmal im Jahr – vornehmlich im Herbst – zu einer Diskussionsveranstaltung eingeladen, in der aktuelle Themen des Dienstleistungssektors zwischen akademischen und wirtschaftspraktischen Experten erörtert werden. Dabei referieren sowohl Mitglieder des DID wie auch Persönlichkeiten aus der Wirtschaft, um anschließend in der Podiumsdiskussion die vorgetragenen Aspekte zu vertiefen. Durch begleitendes Material wird die Nachbearbeitung der Foren ermöglicht.

Dankenswerterweise stellte der Industrie-Club Düsseldorf – überzeugt von der Tragfähigkeit und Relevanz der DID-Zielsetzungen – jeweils den Tagungsraum zur Verfügung und unterstützte durch den Verzicht auf eine Nutzungsgebühr die Arbeit des DID auch materiell.⁸

Bisher sind die folgenden Foren veranstaltet worden:

Im ersten Forum am 4. März 1999 mit dem Titel „Dienstleistungs-Management – Garant erfolgreicher Wirtschaft. Ein Institut eröffnet Perspektiven“ stellte sich das DID vor, indem alle Direktoren in kurzen Vorträgen diejenigen Projekte erläuterten, die von ihnen durchgeführt oder geplant wurden.

⁸ In den ersten Jahren lud der Industrie-Club sogar zum anschließenden Empfang ein, um dem DID den Start in der Wirtschaftspraxis zu erleichtern – auch hierfür gebührt ihm großer Dank.

Im zweiten Forum – bereits im November 1999 – mit dem Titel „Dienstleistung beginnt im Kopf – und ganz oben. Wege aus der ‚Servicewüste‘“ wurde – auch anhand eines eindrucksvollen praktischen Beispiels – verdeutlicht, dass Dienstleistung eine Wirtschaftsaktivität darstellt, die nur dann erfolgreich sein kann, wenn das gesamte Unternehmen und an seiner Spitze die Geschäftsleitung aktiv daran mitwirken. Dienstleistungen sind keine lästige Zutat zu Verkäufen, sondern integraler Bestandteil der Wirtschaftsbeziehung zum Kunden. Über den Service definiert sich vielfach die Qualität der Kundenbindung.

Das dritte Forum (2000) beschäftigte sich mit dem Thema „Wandel im Handel. Perspektiven und Probleme“. Hierbei wurden die Perspektiven der Einzelhandelslandschaft in Deutschland aufgezeigt, wie sie sich aus Sicht der Wissenschaft und der Praxis darstellen. Referenten der Wirtschaftspraxis kamen aus einem großen Filialunternehmen und aus einem Betrieb des Elektronikhandels.

Im vierten Forum (2001) gingen die Teilnehmer der Frage nach: „Kapital für den Mittelstand – nach Basel ‚II‘ knapper und teurer?“ Angesichts der Kreditvergaberichtlinien der Zentralbanken ergeben sich für die mittelständische Wirtschaft neue Anforderungen hinsichtlich ihrer Kreditwürdigkeit und damit Bonität, die durch Rankings erfasst wird. Anhand des Rankings werden Kreditvolumina und -bedingungen – vor allem Zinssätze – festgelegt, was für viele Unternehmen eine Verknappung von Fremdmitteln zur Folge haben kann. Auch hier trugen Persönlichkeiten der mittelständischen Wirtschaftspraxis ihre Erwartungen und Besorgnisse vor und suchten gemeinsam mit den Wissenschaftlern nach gangbaren Lösungen.

Das fünfte Forum (2002) beschäftigte sich mit dem Problemfeld der „Unternehmensnachfolge“. Der Generationenwechsel in Deutschland weist in den kommenden Jahren dramatische Auswirkungen auf: Mehrere hunderttausend mittelständische Unternehmen bedürfen der Verjüngung oder des Ersatzes der Inhaber, oft Gründer, und damit des Übergangs in andere Hände. Dies stellt gleichermaßen ein ökonomisches wie auch psychologisches Problem dar, das gern verdrängt wird – und dann fehlt die Zeit für einen geordneten Übergang. Auf die hiermit verbundenen Fragestellungen gingen die Wirtschaftspraktiker ein, nachdem eine wissenschaftliche Bestandsaufnahme vorgetragen worden war.

Im bisher letzten Forum (2005) wurde das Thema aufgegriffen: „Hedge Fonds – Schädlinge oder Nützlinge?“ Durch die negative Presse über die als „Heuschrecken“ titulierten Finanzdienstleister wurde eine populistische Einschätzung provoziert, die diese Institutionen als schädlich für die Volkswirtschaft betrachtete – vielfach aus Unkenntnis über den Charakter und die Wirkungen von Hedge Fonds. Im Forum – unter Beteiligung von Experten der Hedge Fonds-Anbieter – konnten die positiven und negativen Aspekte derartiger Dienstleistungen dargestellt und erörtert werden. Als sprechendes Ergebnis dieser Veranstaltung kann die Aussage eines unternehmerisch tätigen Teilnehmers gewertet werden, er habe im Anschluss an das Forum in Hedge Fonds investiert.

Die Reihe der Foren wird weitergeführt; im Herbst 2006 wird das Thema lauten: „Die Alten halten. Konzepte und Erfahrungen zur Beschäftigung Älterer“. Angesichts der demographischen Entwicklung in Deutschland, aber auch angesichts der Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt sowie der mangelnden Berufsfähigkeit zahlreicher Schulabgänger wird die Beschäftigung mit der Beschäftigung älterer Menschen zu einem herausfordernden Problem. Hier soll das Forum innovative Beiträge leisten und Erfahrungen aus der Wirtschaftspraxis beisteuern.

Die Projekte

Neben den individuellen Aktivitäten einzelner Mitglieder des DID und den gemeinsam veranstalteten Foren führt das Institut Projekte in Zusammenarbeit mit externen Organisationen durch. Durch diese Aktivitäten wird der Zielsetzung Rechnung getragen, solche Dienstleistungsprobleme wissenschaftlich zu bearbeiten, die aus der Wirtschaftspraxis stammen und damit einen aktuellen Diskussionsbedarf begründen. Hierbei kann die Initiative zur Projektgestaltung von Mitgliedern des DID ausgehen, in der überwiegenden Zahl der Fälle stammt die Anregung aber aus der Praxis. Und so sind bereits einige Projekte durchgeführt worden, andere werden derzeit bearbeitet, weitere befinden sich im Stadium der Konzipierung – einschließlich der Verhandlungen mit potenziellen Mitfinanziers. Als abgeschlossene Projekte sind zu nennen:

Projekt „Kapitalversorgung von KMU“

Univ.-Prof. Dr. H. Jörg Thieme und Frau Dipl.-Kff. Sybille Gerhard erarbeiteten hier ein Grundlagenkonzept für die Kapitalversorgung kleinerer und mittlerer Unternehmen in Nordrhein-Westfalen. Auftraggeber war das Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, das auch die Finanzierung des Projekts übernommen hatte. Kernproblem war die Analyse alternativer Finanzierungsformen und -instrumente, die zukünftig an die Stelle der traditionellen Bankenkreditfinanzierung der kleinen und mittleren Unternehmen rücken werden. Dabei war die Eigenkapitalerhöhung durch eine Fondslösung unter Einschluss der regionalen Düsseldorfer Börse besonders bedeutsam. Das Projekt wurde in der Zeit von Juli bis Oktober 2000 durchgeführt.

Projekt „Schloß Mickeln“

Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf konnte das im Ortsteil Himmelgeist gelegene Schloss Mickeln als Gästehaus erwerben, das allerdings einer umfangreichen Sanierung bedurfte. Zur Nutzung des Gästehauses war ein Betreiberkonzept zu erstellen, das die Beherbergungs- und Bewirtschaftungsaktivitäten qualifizieren sollte. Hierzu wurde ein externes Gutachten in Auftrag gegeben, das jedoch zahlreiche Fragen offen ließ. Die Verwaltung der Universität bat das DID, das Gutachten zu prüfen und gegebenenfalls ein verändertes Betreiberkonzept zu erstellen. Zur Abwicklung dieses Projekts wurde ein wissenschaftlicher Mitarbeiter – Dipl.-Kfm. Kay Schlenkrich – in Teilzeit eingestellt, der unter Betreuung eines DID-Mitglieds – Univ.-Prof. Dr. Winfried Hamel – ein Konzept erarbeitete, das später Grundlage des Gästehausbetriebs wurde. Da es sich in diesem Fall um eine universitätsinterne Beauftragung handelte, erfolgte die Betreuung des Projekts durch das DID-Mitglied als Element der Fakultätsarbeit, d. h. ohne zusätzlichen Finanzbedarf.

Projekt „PASS“

Die Stadt Düsseldorf strebt an, ihre Dienstleistungen gegenüber den Bürgern qualitativ zu verbessern. Dazu bedarf es zunächst einer Bestandsaufnahme, um den *Status quo* zu ermitteln, von dem aus Verbesserungsmaßnahmen ergriffen werden können. Im Rahmen einer Ausschreibung lobte die Stadtverwaltung den Auftrag aus, eine empirische Erhebung über die Zufriedenheit der Sport treibenden Bürger mit den Außensportanlagen durchzuführen. Das DID bewarb sich um diesen Auftrag und bekam den Zuschlag. Das Projekt erhielt den Titel „PASS“ (Performance-Analyse der städtischen Sportanlagen). Bestandteil des Auftrags war auch die Entwicklung einer Erhebungskonzeption mit geeigneten Fragebögen und Interviewleitfäden sowie die Durchführung der Erhebungen vor Ort. Das Institut

stellte für diese Aufgabe studentische Mitarbeiter – Bernhard Graß, Julia Anna Knoll und Sebastian Swienty – ein, die unter Anleitung einer ebenfalls für dieses Projekt eingestellten wissenschaftlichen Mitarbeiterin als Projektleiterin – Dipl.-Kff. Poh-Lee Tang – und unter Aufsicht eines DID-Mitglieds – Univ.-Prof. Dr. Winfried Hamel – mit Unterstützung des wissenschaftlichen Mitarbeiters Dipl.-Kfm. Kay Schlenkrich das Projekt im Jahr 2004 durchführten und einen umfangreichen Bericht einschließlich einer umfassenden Dokumentation erstellten. Zusätzlich wurden zahlreiche Vorschläge zur Erhöhung der Dienstleistungsqualität erarbeitet, begründet und der Stadtverwaltung zur Prüfung und eventuellen Umsetzung übergeben. Finanziert wurde das Projekt von der Stadt Düsseldorf.

Projekt „PASSD“

Im Zusammenhang mit der Befragung der Sport Treibenden beabsichtigte das Sportamt der Stadt Düsseldorf, auch die Zufriedenheit der Sportfunktionäre mit der Verwaltungstätigkeit der städtischen Dienststelle zu erfassen. Im Sinne einer Tandemuntersuchung übernahm das DID auch dieses Projekt, das in zeitlicher Nähe zum Hauptprojekt durchgeführt wurde, aber aufgrund der anderen Erhebungsgesamtheit sowie anderer Aussageabsicht eine eigenständige Gestaltung erforderte. Dieses Projekt erhielt den Namen „PASSD“ (Performance-Analyse des Sportamtes der Stadt Düsseldorf). In diesem Fall basierte die Erhebung ausschließlich auf Fragebögen, die jedoch auch offene Fragen enthielten, die zur Meinungsäußerung der Befragten genutzt werden konnten und auch genutzt wurden. Auch hier wurde ein umfassender Bericht einschließlich vollständiger Dokumentation erstellt, Optimierungsansätze vorgeschlagen und der Stadt übergeben. Das Projekt wurde von denselben Personen betreut, die auch das Projekt „PASS“ durchgeführt hatten.

Projekt „Chemie-Park“

Ein weiteres Projekt, die Entwicklung eines Kriteriensystems für die optimale Gestaltung der Dienstleistungen in chemieorientierten Gewerbeparks, befindet sich noch in Bearbeitung. Es geht hierbei darum, welche Angebote an Infrastruktur, Serviceleistungen und Kooperationsmöglichkeiten ein Gewerbepark aufweisen muss, um als optimaler Standort von Chemiebetrieben gelten zu können. Dieses Projekt wird von 2005 bis 2007 in Kooperation mit einem Chemieunternehmen bearbeitet, das sich an der Finanzierung des Mitarbeiters – Dipl.-Kfm. Hans-Christian Rabenhorst –, der die Studie durchführt, maßgeblich beteiligt. Die Betreuung dieses Projekts liegt in der Hand von Univ.-Prof. Dr. Bernd Günter, einem Mitglied des Direktoriums des DID. Ergebnis dieses Projekts wird unter anderem eine Publikation sein, die durch die allgemeine Veröffentlichung jedermann zugänglich sein wird, der sich mit Fragestellungen dieser Art beschäftigt. Der Ansatz des Projekts ist zwar im Sinne einer anwendungsorientierten Konkretisierung auf Chemieparcs bezogen, weist aber darüber hinausgehende Aspekte auf: Zum Beispiel sind einzurichtende Einkaufszentren oder geplante Gewerbegebiete mit vergleichbaren Problemen konfrontiert, so dass die Standortoptimierung auch dort zum Tragen kommen kann.

Die Weiterungen

Das DID hat sich als Nukleus eines Forschungsschwerpunkts etabliert und durch eine Reihe von Aktivitäten in der Wirtschaftspraxis Resonanz gefunden. Damit ist ein Grundstein gelegt, der es erlaubt, auf den Anfängen aufzubauen und ein Kompetenzzentrum zu entwickeln, das die Profilierung der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-

Heine-Universität präzisiert. Die Tragfähigkeit der Idee einer virtuellen Institution hat ihre erste Bewährungsprobe bereits bestanden: Bedingt durch das Erreichen der Altersgrenze ist ein Direktor der Instituts aus dem aktiven Dienst der Universität ausgeschieden, aber gleichwohl Mitglied des DID geblieben, um seine dienstleistungsorientierten Forschungen unter der gemeinsamen „Firma“ fortzuführen. Als hilfreich wird dabei angesehen, dass das Institut über eine – wenn auch minimale – Infrastruktur verfügt, die es erlaubt, unter verhältnismäßig ordentlichen Arbeitsbedingungen tätig zu sein. Die institutseigene Bibliothek, die in Kooperation mit der ULB eingerichtet wurde, ist für die Forschungsaktivitäten auf der Habenseite zu buchen. Dasselbe gilt für die Möglichkeit der Raumnutzung, die die Fakultät gewährt hat. Dadurch sind Gegebenheiten geschaffen, die Anlass zu der Erwartung geben, dass die Aktivitäten des DID nicht nur fortgeführt werden, sondern eine weitere Intensivierung erfahren. Dies wäre dem DID zu wünschen.

Institut für Internationale Kommunikation

CHRISTINE SCHWARZER und MATTHIAS JUNG

**Universitätsnah wirtschaften – Das Institut für
Internationale Kommunikation in Zusammenarbeit mit
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.**

Einleitung: der institutionelle Hintergrund

Um jede Hochschule herum existiert eine Reihe von rechtlich selbständigen Institutionen, die Bildung und Forschung mit dem gesellschaftlichen Umfeld vernetzen. Diese juristischen Körperschaften nehmen verschiedene Aufgaben wahr und sind in sehr unterschiedlicher Weise mit der Hochschule verbunden. Das Spektrum reicht von Fördervereinen über selbständige wissenschaftliche Institute bis hin zu Firmen, die als Spin-offs ehemaliger Absolventen oder Mitarbeiter ihre räumliche und personelle Nähe zur Hochschule gewahrt haben und durch Praktikumsplätze oder Drittmittel die Forschung und Lehre ihrer Alma Mater weiterhin unterstützen.

Bei der Finanzierungsgrundlage bilden Forschungsinstitute, die ihrerseits von öffentlichen Geldern und Sponsoren abhängen, den einen Pol und erfolgreiche privatwirtschaftliche Unternehmen den anderen. Dazwischen stehen gemeinnützige Vereine und GmbHs, die zwar von Staats wegen Steuerfreiheit (bezogen auf Umsatz-, Gewerbe- und Körperschaftssteuer) genießen, aber keinerlei öffentliche Gelder als Grundsubvention erhalten. Der Unterhalt eines so genannten „Zweckbetriebs“ sichert ihnen ökonomische Unabhängigkeit. Im Gegenzug für die Steuerfreiheit sind bei den gemeinnützigen Körperschaften aber auch keine „Gewinnentnahmen“ für private Zwecke oder besondere Begünstigungen der Mitglieder erlaubt. Bei den nicht profitorientierten Gesellschaftsformen müssen etwaige Überschüsse statt dessen als „zweckgebundene Rücklage“ ausgewiesen und früher oder später für satzungsgemäße Vereinszwecke verausgabt werden.

Non-Profit-Organisationen findet man vor allem im Bildungssektor, wo sie öffentlich-rechtliche Institutionen vielfach ergänzen. Einige der größten Weiterbildungsanbieter in Deutschland sind gemeinnützige Vereine, etwa die Bildungswerke der großen Verbände und Gewerkschaften. Allgemein liegt der „dritte Sektor“ seit vielen Jahren als Kompromiss zwischen „mehr Markt, weniger Staat“ und „nur Markt, kein Staat“ im Trend.¹

In diesem kurz skizzierten Umfeld ist auch das Institut für Internationale Kommunikation in Zusammenarbeit mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. (IIK Düsseldorf e.V.) zu sehen, das als Ausgründung aus der Germanistik auf eine bald 20-jährige Geschichte zurückblicken kann. Die Gründung des Instituts 1989 durch Univ.-Prof. Dr. Georg Stötzel und Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth war von zwei Anlässen geprägt: Einerseits bestand die Notwendigkeit, kostenpflichtige Deutschkurse für Studienbewerber rechtlich sauber abwickeln zu können, andererseits war im Zeichen der Wende in Osteuropa der enorme Bedarf an Weiterbildung für osteuropäische Akademiker nach hiesigen Standards

¹ Vgl. Priller (2001).

offensichtlich, der mit einschlägigen Programmen der Bundesregierung massiv gefördert wurde und so zu einer erheblichen Anschubfinanzierung für das Institut führte. Gleichzeitig hat das IIK Düsseldorf e.V. sich von Anfang an als Mittler zwischen Hochschule und Wirtschaft definiert, so dass nicht zuletzt Konzepte im Bereich „interkulturelle Wirtschaftskommunikation und Fremdsprachen“ entstanden.

Nach dem Vorbild des IIK Düsseldorf e.V. wurden in den folgenden Jahren weitere universitätsnahe IIKs 1994 in Jena von Univ.-Prof. Dr. Jürgen Bolten und in Bayreuth gegründet, die aber seitdem jeweils eine eigenständige Entwicklung genommen haben. Das Düsseldorfer Institut ist heute eine der erfolgreichsten hochschulnahen Ausgründungen im Bildungsbereich und gilt sowohl deutschlandweit als auch international als Kompetenzzentrum für Deutsch als Fremdsprache. Bei allen personellen und konzeptionellen Veränderungen, die das IIK Düsseldorf e.V. im Laufe der Jahre, auch unter permanentem wirtschaftlichen Druck, realisiert hat, ist es bis heute eng mit seiner Ursprungsfakultät und der gesamten Heinrich-Heine-Universität verbunden geblieben und agiert vielfach zu deren Nutzen: unmittelbar finanziell durch die gezahlten Nutzungsentgelte für Räume und Infrastrukturen, die regelmäßig ausgeschütteten Fördermittel der „zweckgebundenen Rücklage“ und die eingeworbenen Drittmittel; indirekt durch seine Flexibilität, hohes Innovationstempo und die Erhöhung der Attraktivität des Standortes Düsseldorf, da es jedes Jahr Tausende, speziell internationale Studierende und Wissenschaftler für Sprachkurse und Weiterbildungen nach Düsseldorf holt.

Zahlen, Fakten, Arbeitsfelder

Ein paar Zahlen mögen das derzeitige Aktivitätsvolumen des IIK Düsseldorf e.V. verdeutlichen: Das Institut hat im Laufe seiner Entwicklung elf volle Stellen, verteilt auf 20 Personen, geschaffen (Stand: 1. August 2006) und seine Einnahmen zehn Jahre in Folge jährlich gesteigert, auf rund 1,5 Millionen € 2005 und voraussichtlich knapp zwei Millionen € 2006 (vgl. Abb. 1). Eingeschlossen hierin sind die Umsätze der 2003 gegründeten Tochter-GmbH, die speziell für Firmen arbeitet und in die der steuerpflichtige „Gewinnbetrieb“ des IIK Düsseldorf e.V. ausgegliedert wurde. Der e.V. als alleiniger Gesellschafter bestimmt aber dennoch über die GmbH und schöpft deren Gewinne ab, nachdem sie versteuert worden sind.

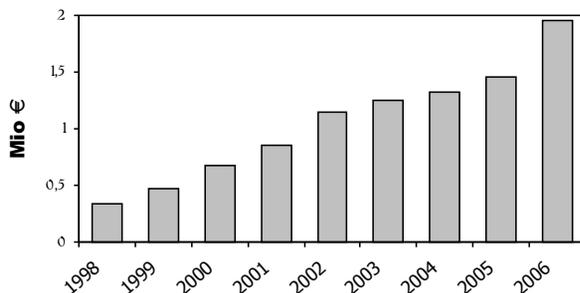


Abb. 1: Entwicklung der Einnahmen des IIK Düsseldorf von 1998 bis 2006 (Wert 2006 geschätzt)

Abbildung 2 zeigt bezogen auf die Einnahmen, wie sich die Aktivitäten des IIK Düsseldorf e.V. inhaltlich verteilen. Deutlich wird dabei der quantitativ hohe Anteil von Deutschkursen für Studium und Beruf, wobei allerdings Kurse in anderen Sprachen – vor allem Englisch – und Weiterbildungsangebote außerhalb von Sprachkursen derzeit der am schnellsten wachsende Bereich sind.

Im Laufe des Jahres 2006 werden ca. 100 verschiedene Kursangebote in 225 Kursen veranstaltet, 20.000 Unterrichtsstunden erteilt und 3.000 externe sowie 3.000 interne Prüfungen für rund 7.000 Teilnehmer („Belegungsfälle“) durchgeführt. Da viele der Teilnehmer für die Kursangebote des IIK Düsseldorf e.V. aus ganz Deutschland oder direkt aus dem Ausland extra nach Düsseldorf kommen, nimmt nicht zuletzt der „Servicebereich“ einen wichtigen Platz ein. Er ist vielfach der Schlüssel für erfolgreiche Kursangebote, wie die Abbildung 2 ebenfalls zeigt. So werden im Jahr aktuell ca. 1.000 Unterkünfte vermittelt, für rund 400 Personen Abholungen organisiert sowie ca. 50 Wochenendexkursionen für 800 Teilnehmer und noch einmal so viele gesellige Veranstaltungen durchgeführt. Dazu gehört auch die Organisation von Verpflegung im Umfang von rund 8.000 Mittagessen und 6.000 Frühstücken.

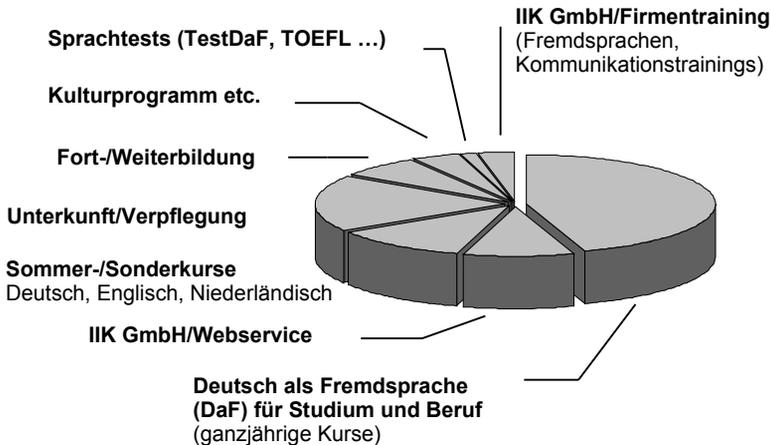


Abb. 2: Einnahmen des IIK Düsseldorf e.V. 2005 nach Arbeitsfeldern

Der Servicebereich ist darüber hinaus entscheidend für die vielen ausländischen Hochschulen, mit denen das IIK Düsseldorf e.V. zusammenarbeitet und für die es Auslandssemester oder Kurse organisiert. Die Anzahl dieser institutionellen Partner ist kontinuierlich gestiegen und umfasst z. B. Hochschulen in Russland (Moskau, Ufa, Novosibirsk), der Ukraine (Kiew), Japan (Nagasaki), China (Hongkong), Frankreich (Cergy-Pontoise), Großbritannien (Leicester), Irland (Cork) und seit 2005 auch die erste deutsche Auslandsuniversität, die 2003 neu gegründete German University in Cairo (GUC). Besonders viele Deutschkursteilnehmer sind Sommerkursstipendiaten des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes (DAAD), die frei zwischen den in der einschlägigen DAAD-Broschüre aufgeführten Kursangeboten wählen können. Das IIK Düsseldorf e.V. holt hier bundesweit mit die meisten Stipendiaten an einen bestimmten Hochschulstandort, wie eine DAAD-in-

terne Zählung 2002 ergab.² Seitdem ist die Zahl der DAAD-Stipendiaten weiter gestiegen. Der DAAD ist unter den öffentlichen Institutionen in Deutschland der wichtigste Partner des Instituts. Das IIK Düsseldorf e.V. führt in seinem Auftrag auch Fortbildungen für ausreisende DAAD-Lektoren durch oder erledigt spezifische Webaufträge. Wegen seiner besonderen Kombination von Kursangeboten, Dozentenfortbildung und Internetkompetenz erhält das IIK Düsseldorf e.V. auch Aufträge von vielen anderen öffentlichen Institutionen in Deutschland, wie z. B. dem Pädagogischen Austauschdienst (PAD), dem Bundessprachenamt, dem Fachverband Deutsch als Fremdsprache (FaDaF), der Kultusministerkonferenz, Ministerien oder anderen Hochschulen in Deutschland. Regelmäßig ist das Institut auch Partner in zahlreichen europäischen Projekten, zuletzt im Netzwerkprojekt „DaF-Südost“ zur Qualitätsverbesserung der Aus- und Fortbildung Deutsch als Fremdsprache.³

Das Dozentenfortbildungsprogramm nimmt daher einen wichtigen Platz in der Palette der IIK-Angebote ein, auch wenn es quantitativ deutlich hinter den Sprachkursen zurücksteht. Seit der Gründung des IIK Düsseldorf e.V. haben rund 1.500 Deutschdozenten an ausländischen Hoch- und Sekundarschulen an diesen Fortbildungen in Düsseldorf oder vor Ort in ihrer Heimatinstitution teilgenommen, meist mit Stipendien des DAAD, des PAD oder der Europäischen Kommission. Sie bilden ein weltweites Netzwerk von IIK-Ehemaligen und bleiben häufig mit dem Institut dauerhaft in Kontakt; unter anderem deswegen, weil das IIK Düsseldorf e.V. seit 1997 zwei große Internetportale mit kostenlosen Angeboten für Deutschlehrende und -lernende betreibt, die derzeit von mehr als 1.000.000 Besuchern pro Jahr (genau 942.637 in 2005, Tendenz weiter steigend) genutzt werden.⁴ Dazu gehören auch zwei Online-Newsletter, die seit acht Jahren jeden Monat mit Tipps für den Deutschunterricht allgemein bzw. speziell zum Thema „Deutsch im Beruf“ erscheinen. Beide Newsletter haben zusammen über 20.000 echte Abonnenten, d. h. solche mit funktionierenden E-Mail-Adressen, von denen ca. 12.000 Germanisten an Schulen und Hochschulen im Ausland unterrichten. Im Unterschied zu reinen „Linktipps“, wie diese von Verlagen oder Institutionen wie dem Goethe-Institut verschickt werden, enthalten diese „Infobriefe“ echte redaktionelle Artikel, Unterrichtsskizzen, für Lehrer aufbereitete aktuelle landeskundliche Themen und anderes mehr.

Der Ruf, den das IIK Düsseldorf e.V. als Kompetenzzentrum für Deutsch als Fremdsprache genießt, hat nicht zuletzt dazu geführt, dass alle führenden Verlage für Deutsch als Fremdsprache mit dem Institut zusammenarbeiten, Anzeigen in den Online-Medien schalten, die Erstellung von Materialien in Auftrag geben oder, wie der Klett-Verlag, ihre Webpräsenz und Newsletter für Deutsch als Fremdsprache vom IIK Düsseldorf e.V. gestalten lassen.

Nach Deutsch nimmt Englisch quantitativ gesehen den zweiten Platz im Kursangebot des IIK Düsseldorf e.V. ein. Auch hier werden studien- und berufsvorbereitende Angebote für fortgeschrittene Studierende und meist jüngere Berufstätige gemacht, bei denen entsprechende Bildungsvoraussetzungen vorliegen und die dann auch gemeinsam unterrichtet werden. Aufgrund der konsequenten Leistungsorientierung arbeiten alle diese Kurse auf einschlägige Prüfungen wie den internationalen Hochschulzugangstest für Englisch, den *Test of English as a Foreign Language* (TOEFL; rund 1.000.000 Prüfungen weltweit

² Platz 3 nach Bremen und Freiburg; vgl. Deutscher Akademischer Austausch Dienst (2003: 81).

³ Vgl. <http://www.daf-netzwerk.org> (30.10.2006).

⁴ Vgl. <http://www.deutsch-als-fremdsprache.de> (30.10.2006) und <http://www.wirtschaftsdeutsch.de> (30.10.2006).

pro Jahr), hin oder führen als Berufsqualifizierung zum *Test of English for International Communication* (TOEIC). Beide Tests können dann auch am Prüfungszentrum des IIK Düsseldorf e.V. abgelegt werden.

Die Kompetenzen, die im IIK Düsseldorf e.V. angesiedelt sind, werden nicht zuletzt von Firmen nachgefragt, die Sprachtrainings für Fach- und Führungskräfte suchen. Kompakte „Immersionstrainings“ (ein bis vier Wochen intensives Sprachtraining rund um die Uhr) oder berufsbegleitender Abend- oder Wochenendunterricht decken diesen speziellen Bedarf. Bei fortgeschrittenen Lernern geht dieses Sprachcoaching häufig in ein allgemeines (interkulturelles) Kommunikationstraining über. Diese Angebote werden für Firmen aus dem Raum Düsseldorf, aber auch für internationale Kunden maßgeschneidert, angefangen vom Britischen Außenministerium, das Diplomaten ans IIK Düsseldorf e.V. schickt, bis hin zu großen internationalen Konzernen wie dem Energierversorgungsunternehmen EDF (Electricité de France).

Das IIK Düsseldorf e.V. hat Sprachkurse immer als wichtigen Teilbereich einer allgemeinen, speziell interkulturellen Kommunikationskompetenz angesehen. Konsequenterweise wurden deshalb von Anfang an Dozentenfortbildungen und allgemeine Kommunikationstrainings angeboten. Auch dieser Weiterbildungsbereich expandiert und zieht mehr und mehr Firmenkunden an, die ihre Mitarbeiter in offene Angebote wie die Basistrainerschulung „Train the Trainer“ schicken oder beim IIK Düsseldorf e.V. individuelle „In-Company-Trainings“ ordern. Neben mittelständischen Firmen sind dies z. B. auch internationale Konzerne wie EADS, St. Gobain, LVMH, Gerling, Schering, Philipp Morris oder wiederum öffentliche Institutionen wie Ministerien. Diese Aufgabe übernimmt dann die IIK Firmenservice GmbH. Gerade im Bereich Kommunikations- und Firmentrainings hat es sich in den letzten Jahren positiv ausgewirkt, dass das IIK Düsseldorf e.V. den Austausch mit der Abteilung für Weiterbildung und Beratung an der Philosophischen Fakultät fruchtbar ausbauen konnte und hierdurch einen weiteren Professionalisierungsschub im Hinblick auf die wissenschaftliche Weiterbildung erhielt, die nicht zuletzt durch die Einführung gestufter Studiengänge an Bedeutung gewinnt.⁵ Das Motto „für Studium und Beruf“, unter das das IIK Düsseldorf e.V. seine Angebote stellt, spiegelt seine doppelte Orientierung wider. Gemeinsam sind beiden Zielgruppen der akademische Bildungshintergrund bzw. das akademische Bildungsziel und die Abschluss- bzw. Leistungsorientierung; d. h., das Institut ist im Hinblick auf bestimmte Bildungsmilieus klar positioniert.⁶

Beziehungen zur Hochschule

Wie eingangs erwähnt, gibt es an fast allen Hochschulen in Deutschland im weitesten Sinne mit dem IIK Düsseldorf e.V. vergleichbare Institutionen, die Weiterbildungsdienstleistungen erbringen und kommunikative Schlüsselkompetenzen vermitteln, aber sehr unterschiedlich ausgestaltet sind. Die Freie Universität Berlin, die Universität Hannover und die Universität Mannheim haben allgemeine Service-GmbHs neu gegründet, in denen aber Weiterbildung und Sprachen, speziell Deutsch als Fremdsprache, eine große Rolle spielen und mehr oder weniger selbständige Abteilungen sind. Die Universität Dresden überführt ihr Sprachenzentrum in eine GmbH, was aber aufgrund des Bestandsschutzes für die Plan-

⁵ Vgl. Schwarzer und Koblitz (2001).

⁶ Vgl. Barz (2000).

stellen komplizierte Übergangsregelungen erfordert. Die Viadrina in Frankfurt an der Oder hat ebenfalls eine GmbH gegründet, die vor allem Sprachdienstleistungen für Firmen erbringen soll. Eine gemeinnützige GmbH als ursprüngliche Ausgründung der RWTH Aachen fungiert mittlerweile als Sprachenzentrum der Fachhochschule Aachen. Das gemeinnützige IIK e.V. in Bayreuth veranstaltet an der dortigen Universität Sommerkurse und Dozentenfortbildungen, während das neu gegründete IIK e.V. in Göttingen gerade nicht die Sommerkurse, sondern Vorbereitungskurse während des gesamten Jahres durchführt. In Bielefeld werden kostenpflichtige Sprachkurse über das Zentrum für wissenschaftliche Weiterbildung e.V. abgewickelt, in Essen übernimmt diese Aufgabe das IKS e.V. Die Münchner Universitäten wiederum haben ebenfalls einen Verein für sprachliche Vorbereitungskurse gegründet („Deutschkurse für Ausländer an der Universität München e.V.“), für dessen Leitung sie eine Planstelle finanzieren.

Dies sind nur einige der Beispiele, die auf den beiden bisherigen Treffen des 2005 gegründeten Düsseldorfer Arbeitskreises „Universitätsnah Wirtschaften“ zusammengetragen und verglichen wurden. Bei all diesen im Detail so unterschiedlichen Konstellationen ist doch das Verhältnis zur Bezugshochschule die immer wiederkehrende Frage: Welchen Nutzen zieht die Hochschule aus der Körperschaft? Werden diese Einrichtungen in mittel- und langfristigen Hochschulentwicklungsplänen mitgedacht? Welche spezifischen Vor- und Nachteile bieten sie?

Grundsätzlich scheinen universitätsnahe Körperschaften als kleine flexible Einheiten, die sehr viel weniger Zwängen als eine öffentlich-rechtliche Hochschule unterliegen – wie geschaffen für Zeiten, in denen effizientes Wirtschaften immer dringender wird und Markt- bzw. Wettbewerbselemente vom Gesetzgeber in zunehmendem Maße in den Rahmenbedingungen des Bildungssystems verankert werden. Was die reale Marktabhängigkeit und die ökonomische Professionalität angeht, gibt es hier allerdings gravierende Unterschiede. Das zeigt sich nicht nur in der Ausgestaltung der Verträge, den festgelegten Steuerungselementen und den personellen Verbindungen, sondern ist auch eine Frage der vor Ort gelebten Praxis. Häufig sind die entsprechenden Ausgründungen nur formalrechtlich selbständig, faktisch aber in jeder Beziehung (Räume, Personal, Personalabrechnungen) in die normale Universitätsverwaltung integriert, oder sie verfügen über kein eigenes Personal und werden erst dann aktiviert, wenn es gilt, ein Drittmittelprojekt abzuwickeln oder bestimmte Mitarbeiter mit befristeten Verträgen unterzubringen. Oft ist ein Großteil der Einnahmen garantiert und langfristig festgeschrieben.

Ein echter wirtschaftlicher Anpassungsdruck entsteht erst dann, wenn ein solches Institut für seine Einnahmen und Ausgaben selbst verantwortlich ist, alle in Anspruch genommenen Ressourcen bezahlt und alle Mitarbeiterstellen unmittelbar von den selbst erzielten und selbst zu verantwortenden Einnahmen und Ausgaben abhängen. Das ist beim IIK Düsseldorf e.V. der Fall, wenn es auch ein langer, manchmal schmerzhafter und immer noch anhaltender Lernprozess ist. Hieraus erklärt sich aber auch die Anpassungsfähigkeit des Instituts, die Transparenz der Kosten-Nutzen-Rechnung in seinen Beziehungen zur Universität und die Dynamik seiner Entwicklung, nachdem der Schritt zur Vollkostenrechnung und die Einsicht in dessen Notwendigkeit erst einmal vollzogen waren.

Die Beziehungen zur Heinrich-Heine-Universität, insbesondere zur Philosophischen Fakultät, aus der das IIK Düsseldorf e.V. 1989 entstanden ist, sind traditionell eng. Formal zeigt sich das an der Zusammensetzung der Mitgliedschaft, des Vorstandes des IIK

Düsseldorf e.V. und dem Sitz des IIK Düsseldorf e.V. auf dem Campus. Seit der Rahmen-Kooperationsvereinbarung vom 16. Januar 2003 entsendet das Rektorat einen offiziellen Vertreter in den erweiterten Vorstand des IIK Düsseldorf e.V. Auch sind IIK-Mitarbeiter typischerweise Absolventen (Führungskräfte) oder Studierende (Hilfskräfte) der Heinrich-Heine-Universität, wobei an dieser Stelle gerade im Managementbereich die Notwendigkeit der externen Erfahrung außerhalb des Bildungsbereiches und der philologischen Fächer betont werden muss.

Leistungen und Ressourcen der Hochschule wie beispielsweise Räume werden – vertraglich geregelt – nur gegen entsprechende Zahlungen in Anspruch genommen. Die vom IIK Düsseldorf e.V. erzielten Überschüsse werden in die so genannten „zweckgebundenen Rücklagen“ beziehungsweise in die zum Funktionieren (z. B. Vorfinanzierung von Gehältern) notwendige „Betriebsmittelrücklage“ eingestellt und zeitnah im Sinne der Vereinszwecke („Förderung des internationalen Austausches“) für satzungsgemäße Internationalisierungsprojekte vor allem an der Heinrich-Heine-Universität gestiftet.⁷ Unmittelbar finanziell profitiert die Hochschule also einerseits zentral durch Mieten und Nutzungsentgelte, die in den allgemeinen Haushalt einfließen, und andererseits dezentral über die einzelnen Institute, die Drittmittel für Internationalisierungsprojekte erhalten – Drittmittel, die helfen, die Einsparungen der Hochschule und der öffentlichen Hand in diesem Bereich aufzufangen.

Das vielfältige und wachsende Weiterbildungsangebot des IIK Düsseldorf e.V. findet überwiegend in der vorlesungsfreien Zeit ganztägig und in der Vorlesungszeit nach 18 Uhr oder an Wochenenden statt. Durch diese antizyklische Nutzung kommt es zu keiner Beeinträchtigung der akademischen Lehre. Stattdessen trägt das IIK Düsseldorf e.V. zur Belebung des Campus bei, der damit „wohnlicher“ wird. Jede Ausweitung der Aktivitäten des IIK Düsseldorf e.V. wirkt sich unmittelbar in Form eines Anstiegs der gezahlten Nutzungsentgelte aus, wie die Abbildung 3 zeigt. Diese steigen deshalb seit zehn Jahren parallel zur Entwicklung der Einnahmen des Instituts und könnten beispielsweise bei der gewünschten Nutzung von mehr Büroraum in der Hochschule kurzfristig noch deutlich wachsen.

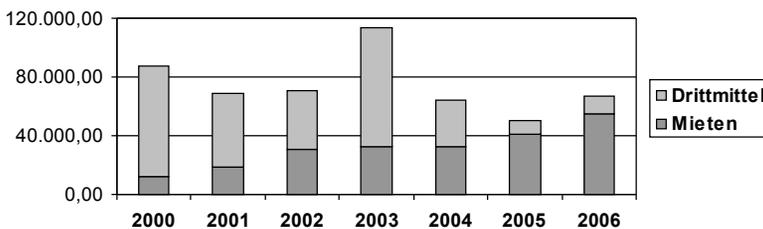


Abb. 3: Finanzmittel des IIK Düsseldorf e.V. für die Heinrich-Heine-Universität in € (Wert 2006 geschätzt)

Die Fördermittel, die an die Hochschule fließen, spiegeln dagegen – mit einem Jahr Verspätung, da sie per Beschluss der Mitgliederversammlung aus den Rücklagen des Vor-

⁷ Detaillierte Informationen zum IIK Düsseldorf e.V. inklusive des Geschäftsberichts 2005 zum Download finden sich auf <http://www.iik-duesseldorf.de> (30.10.2006) im Bereich „Über uns“.

jahres entnommen werden – die Überschüsse oder Defizite in der Jahresrechnung wider. So hat sich das IIK Düsseldorf e.V. beispielsweise nach Verlusten in den Jahren 2003 und 2004 nicht nur intern umstrukturiert, sondern auch die Fördermittel deutlich reduziert. Als Reaktion auf die seit 2005 wieder positiven Beträge der Jahresrechnung steigen die ausgeschütteten Fördermittel seit 2006 dann auch prompt wieder an. Über die Verwendung der Fördermittel entscheiden Mitgliederversammlung und Vorstand, so dass die Interessen der Heinrich-Heine-Universität jederzeit gewahrt sind.⁸ Die Rechnungsprüfung erfolgt extern durch die renommierte Wirtschaftsprüfungsgesellschaft PriceWaterhouseCooper, was angesichts des Finanzvolumens eine Selbstverständlichkeit ist, um die notwendige Objektivität zu gewährleisten und den ehrenamtlichen Vorstand in die Lage zu versetzen, seine Aufsichtsfunktion gegenüber der Geschäftsführung effektiv auszuüben.

Die Hochschule profitiert also insgesamt und unmittelbar finanziell von den Aktivitäten und vom Erfolg des IIK Düsseldorf e.V.. Allein von 2000 bis 2005 sind der Heinrich-Heine-Universität so über das IIK Düsseldorf e.V. rund 450.000 € an direkten Einnahmen (Mieten), Fördermitteln und eingeworbenen Drittmitteln (Projektgeldern) zugutegekommen. Interessant sind dabei angesichts der allgemeinen Finanzprobleme des Universitäts Haushaltes vor allem die vom IIK Düsseldorf e.V. gezahlten Nutzungsentgelte, da sie im Unterschied zu Drittmiteleinahmen nicht zweckgebunden sind und eine relativ konstante Größe darstellen. Außerdem handelt es sich hier um Nettoeinnahmen, für deren Erzielung Universitätsressourcen (Stellen), die in eine Vollkostenrechnung eingehen müssten, nur minimal beansprucht werden.

Trotz der historischen Wurzeln in der Philosophischen Fakultät, die das IIK Düsseldorf e.V. als „fakultätseigene Firmengründung“⁹ erscheinen lassen, hat sich das Institut aber immer mehr zu einem Partner für alle Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität und für das Universitätsklinikum, aber auch für andere Düsseldorfer Hochschulen entwickelt. So sind mittlerweile Vertreter aus allen Fakultäten Mitglieder des IIK Düsseldorf e.V. und es existieren gute Beziehungen zu anderen Weiterbildungsstellen innerhalb der Universität, etwa zum Bildungszentrum des Universitätsklinikums oder einer anderen universitätsnahen Körperschaft, der „Düsseldorf Business School GmbH“. Auch präsentiert sich das Institut zusammen mit anderen Weiterbildungsangeboten an der und um die Heinrich-Heine-Universität jedes Jahr am Tag der Forschung, veranstaltet Kolloquien und zwei internationale Empfänge pro Jahr und trägt so vielfach zur universitären Geselligkeit auf dem Campus bei.

Die Ausweitung der Aufgaben drückt beispielhaft das Projekt „Sommeruniversität“ aus, das vom IIK Düsseldorf e.V. 2002 vorgeschlagen wurde und seit 2005 in einem speziellen Kooperationsvertrag geregelt ist. Ziel ist es, ein kontinuierliches, sich finanziell selbst tragendes Weiterbildungsangebot im Sommer zu etablieren, das keine Hochschulressourcen bindet, sondern sogar zusätzliche Nettoeinnahmen generiert und dabei gleichzeitig den Transfer von Düsseldorfer Forschung und Lehre über die Erstausbildung hinaus fördert. In diesem konkreten Beispiel einer *Public Private Partnership*¹⁰ übernimmt das IIK

⁸ Die geförderten Projekte sind in der IIK-Reihe „Dokumente zur Weiterbildung und Internationalisierung an Hochschulen“ seit 2003 dokumentiert und können auch im Internet heruntergeladen werden; siehe den Bereich „Über uns“ auf <http://www.iik-duesseldorf.de> (30.10.2006).

⁹ Borsö (2001: 233).

¹⁰ Vgl. Schirmeister und Hirsch (2005), speziell S. 56.

Düsseldorf e.V. nicht nur die operative Abwicklung, sondern stellt neben Finanzmitteln auch unentgeltlich Personalressourcen zur Verfügung, die nicht gesondert als Fördermittel aufgeführt werden. Die Fachpresse verfolgt derartige Modelle aufmerksam und zählt die Heinrich-Heine-Universität deshalb zu den „neuen Spielern“ auf dem Weiterbildungsmarkt.¹¹

Schließlich arbeitet das IIK Düsseldorf e.V. regelmäßig mit dem Studentenwerk und verschiedenen internationalen Studierendenorganisationen wie ELSA (Juristische Fakultät) und AIESEC (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät) auf dem Campus zusammen, unterhält aber auch gute Beziehungen zur Fachhochschule Düsseldorf und anderen Bildungsinstitutionen in Düsseldorf und Nordrhein-Westfalen, d. h., es ist nicht nur in internationale, sondern auch in regionale Netzwerke vielfach eingebunden.

Natürlich profitiert das Institut auch umgekehrt stark von der Universität. Die flexible Nutzung von Unterrichtsraum, der nur bei Bedarf angemietet wird, wiegt andere Nachteile bei den Räumen teilweise auf. Die Verbindung mit der Universität ist eine hervorragende Referenz, und die Nähe zu einem riesigen Pool von Experten, Studierenden und Absolventen und zum akademischen Beziehungsnetzwerk sind weitere Standortvorteile. Dennoch gilt es zu betonen, dass das IIK Düsseldorf e.V. nicht als Universität auftritt und strikt darauf achtet, dass dieses Missverständnis auch nicht entsteht. Es führt sein eigenes Logo, hat eigene E-Mail-Adressen, eine universitätsnahe, aber eigene Corporate Identity und profitiert von seinem Markennamen, den es über die Jahre mit einem klaren Profil aufgebaut hat. Das zählt im Wettstreit mit anderen Hochschulstandorten in Deutschland, an denen es rund 110 Universitäten und 160 Fachhochschulen und eine Vielzahl ähnlicher Angebote gibt. Überproportional viele internationale und überregionale Kursteilnehmer im Bereich „Deutsch als Fremdsprache“ entscheiden sich bewusst für das IIK Düsseldorf e.V., das ihnen von Mittlern und ehemaligen Kursteilnehmern empfohlen worden ist oder sie durch sein Angebot überzeugt. Hier kommt dem IIK Düsseldorf e.V. nicht zuletzt sein großes Beziehungsnetzwerk, das es seit seiner Gründung weltweit aufgebaut hat, zugute.

Aktuelle Beispiele

Als exemplarisch für die Synergien, die bei der Zusammenarbeit zwischen der Heinrich-Heine-Universität und dem IIK Düsseldorf e.V. als *Public Private Partnership* entstehen, seien zwei aktuelle Beispiele angeführt.

Der wichtigste akademische Sprachzugangstest und eine Referenz weltweit ist der oben schon erwähnte TOEFL, hinter dem der Educational Testing Service in Princeton, USA, steht. Er wird nicht nur von jedem ausländischen Studienbewerber in den USA und in den meisten anderen Ländern mit englischsprachigen Studiengängen verlangt, sondern ist auch zunehmend eine Zugangsvoraussetzung für Studiengänge in Deutschland. Seine Stärke ist die weltweite Standardisierung, die durch eine zentrale Verwaltung bei dezentraler Durchführung garantiert ist. Der TOEFL ist somit ein wichtiger Faktor in universitären Internationalisierungsstrategien.

Das IIK Düsseldorf e.V., schon bei seiner Gründung 1989 TOEFL-Testcenter, nahm 2004 nach längerer Unterbrechung die Prüfungsdurchführung wieder auf. 2005 schließlich führte das Institut als eines der ersten Zentren weltweit die neue internetbasierte Version

¹¹ Gloger (2006: 72f.).

des TOEFL ein. Die technischen Voraussetzungen (100-prozentige Verfügbarkeit und eine Fehlertoleranz von null am Testtag) und organisatorischen Herausforderungen (Tests an Abenden und Wochenenden) lassen sich aber öffentlich-rechtlich nur schwer und vor allem nicht kostendeckend bewältigen, so dass kaum eine Hochschule in Deutschland Prüfungscenter ist. Den kommerziellen Anbietern fehlen jedoch die Computerkapazitäten.¹²

Die Zusammenarbeit der Hochschule mit einer flexiblen, universitätsnahen Organisation, die ein einschlägiges Profil aufweist, löst dieses Dilemma: Die Computerräume werden gegen Bezahlung von der Hochschule gestellt – wiederum antizyklisch an Abenden, Wochenenden und Feiertagen, so dass es zu keiner Einschränkung der Lehre kommt. Die Personalressourcen, die gesamte Organisation und Abwicklung sowie das rechtliche und wirtschaftliche Risiko übernimmt das IIK. Genau dieses Kooperationsmodell findet sich auch in Aachen und Hannover, zwei der nach Düsseldorf größten Testcenter in Deutschland. Es bietet viele Vorteile, denn zu den direkten Einnahmen für die Hochschule (in Düsseldorf jährlich ein fünfstelliger Betrag) kommt ein gewichtiger indirekter Nutzen für den Hochschulstandort hinzu:

- Düsseldorfer Studierende können nun monatlich zwischen drei bis fünf Prüfungsterminen vor Ort wählen und müssen nicht mehr wie früher sehr weit fahren (oft viele Hundert Kilometer).
- Für Studierende und Absolventen wurden sinnvolle Verdienstmöglichkeiten geschaffen.¹³
- Die für die Testdurchführung notwendige technische Zuverlässigkeit erfordert zusätzliche Wartungsanstrengungen durch das TOEFL-Team, die allen Nutzern der Computerräume zugutekommen.
- Mit dem deutschlandweit größten Testcenter, dem der Educational Testing Service einen privilegierten Partnerstatus eingeräumt hat, gibt es vor Ort einen besonderen Service (etwa Gruppenprüfungen zu Wunschterminen) und anerkannte Beratungserfahrung.

Funktionieren kann eine solche Kooperation auf Dauer nur, wenn sie beiden Partnern Vorteile bietet. Die erfolgreiche Transferrolle zum Nutzen der Hochschule beruht hier auf der finanziellen und rechtlichen Unabhängigkeit der durchführenden Institution. Der reibungslose Ablauf der Prüfungen ist aber nur mit einer intensiven Vernetzung und offenen Kooperationsbereitschaft der betreffenden Hochschulstellen zu gewährleisten.

Im zweiten aktuellen Beispiel geht es ebenfalls um eine Transferrolle des IIK Düsseldorf e.V., diesmal allerdings nicht als Schnittstelle zu anderen Bildungsinstitutionen im Ausland, sondern unmittelbar zur Wirtschaft. So wurde ein von verschiedenen Unternehmen, insbesondere der Düsseldorfer Henkel KGaA, initiiertes innerbetriebliches Weiterbildungskonzept – auf der DIDACTA 2006 in Hannover mit dem Innovationspreis des Bundesinstituts für Berufliche Bildung ausgezeichnet – vom IIK Düsseldorf e.V. zu einem offenen Angebot weiterentwickelt. Die Fortbildung zum zertifizierten „Firmentrainer für fremdsprachige Unternehmenskommunikation“, die mit der Verleihung des *Corporate*

¹² Allein am Standort Düsseldorf werden 2006 ca. 2.500 Prüfungen an knapp 50 Terminen durchgeführt.

¹³ Das TOEFL-Team umfasst circa 20 Personen und wird von einem Absolventen der Heinrich-Heine-Universität geleitet.

Communication and Language Trainer Certificate (CLTC) abschließt, ist eine Premiere in Deutschland und wurde unter hoher Aufmerksamkeit der Fachpresse im Rahmen der Düsseldorfer Sommeruniversität 2005 erfolgreich auf dem Bildungsmarkt eingeführt.

Durch seine Anbindung an den Arbeitskreis „Fremdsprachen und Wirtschaft“, die jährliche Düsseldorfer Konferenz „Sprachen und Beruf“, die Mitwirkung von Firmenvertretern als Dozenten oder Jurymitglieder bei der Fortbildung und durch ein spezielles *Steering Committee* bleibt das Angebot dauerhaft mit der Wirtschaft verbunden. Die Durchführung im Rahmen der Düsseldorfer Sommeruniversität stellt die Veranstaltung in den Kontext eines größeren Weiterbildungsprogramms für Trainer und Dozenten und sorgt dafür, dass die Inhalte auch in universitäre Weiterbildungsstudiengänge einfließen können. Um die Folgen der (Voll-)Kostenpflichtigkeit sozial abzufedern, schreibt das IIK Düsseldorf e.V. jährlich ein bis zwei Stipendien für freiberufliche Firmentrainer aus bzw. bemüht sich, entsprechende Sponsoren zu finden.

Fazit

Diese beiden abschließenden Beispiele für Düsseldorfer „Premieren“, die das IIK Düsseldorf e.V. initiiert hat, machen das Spektrum der Transferfunktionen deutlich, die das Institut zwischen Hochschule und Wirtschaft erfüllt. Auf dem seit Jahren schwierigen Bildungsmarkt, auf dem profitorientierte Unternehmen, öffentlich-rechtliche Institutionen und gemeinnützige Körperschaften konkurrieren, beweist das IIK Düsseldorf e.V., dass effizientes Wirtschaften bei gemeinnütziger Ethik und zum Nutzen der Bezugshochschule im Sinne eines „social entrepreneurship“¹⁴ möglich ist.

Die „unternehmerische Kultur“, die sich in einer wirtschaftlich eigenverantwortlichen Institution wie dem IIK Düsseldorf e.V., das unter vollen Marktbedingungen operiert und dennoch gemeinnützige Ziele realisiert, entwickelt hat, ja notwendigerweise entwickeln musste, ist angesichts des ganz anders gearteten universitären Erfahrungshorizonts für Hochschulangehörige nicht immer auf Anhieb nachzuvollziehen. Diese Kultur ist auch Resultat eines spezifischen Sozialisierungs- und Professionalisierungsprozesses, der sich von der akademischen oder administrativen Professionalität öffentlich-rechtlicher Hochschulen substantziell unterscheidet.¹⁵ Es geht nicht darum, eine Gruppe von Werten, Denk- und Handlungsweisen durch eine andere zu ersetzen, sondern beide vielmehr zum größtmöglichen Gesamtnutzen geschickt zu kombinieren. Hochschulen sind sinnvollerweise multikulturelle Lebenswelten. Würden Forschung und Lehre allein von kurzfristigen Profiteinteressen bestimmt, wäre dies fatal; ebenso fatal wäre es aber, nicht gleichzeitig die unternehmerische Kultur in geeigneten Bereichen zu stärken – eine Kultur, die neue Kräfte freisetzt, die aber auch finanzielle Freiheit benötigt und die wirtschaftlichen Konsequenzen ihrer Entscheidung selbst zu tragen hat. In der grundsätzlichen Stärkung des unternehmerischen Elements inklusive Wettbewerb scheinen sich die Hochschulreformer weitestgehend einig.¹⁶

Das Geflecht von universitätsnahen Institutionen wird in Zeiten, in denen Hochschulen im Wettbewerb stehen und stärker denn je gefordert sind, sich zu öffnen und effizient zu

¹⁴ Brinckerhoff (2000).

¹⁵ Vgl. Jung (2006).

¹⁶ Vgl. Müller-Böling (2000).

wirtschaften, immer wichtiger. Die Stärke und Vitalität dieses Netzwerks lässt sich geradezu als Indikator für solche Universitäten ansehen, die den Wandel besonders erfolgreich bewältigen, wie Burton Clark (1998 und 2004) in seinen Fallstudien herausgearbeitet hat. Universitätsnahe privatrechtliche Körperschaften können periphere Dienste oft effizienter abwickeln und erlauben es der Hochschule, sich auf ihre Kernaufgaben in Forschung und Lehre – auch im Sinne einer eindeutigen Profilbildung – zu konzentrieren. Sie helfen, die Ressourcen einer Hochschule zu schonen und die Einnahmen zu diversifizieren. Damit verringern sie die Abhängigkeiten von einzelnen Geldgebern, seien es öffentliche Stellen oder private Firmen. Mit Fehlentwicklungen müssen sie selbst fertig werden, ohne dabei die Hochschule zu belasten – sie mindern zudem also finanzielle wie rechtliche Risiken. Sie führen Zielgruppen an die Universität heran, die diese allein nicht oder zumindest nicht in diesem Umfang erreichen würde. Bedingungen dafür sind eine unternehmerische Kultur und transparenter gegenseitiger Nutzen, so dass die Flexibilität der universitätsnahen Einrichtungen auch Bestandteil der Flexibilisierung der Hochschule wird. Unter diesen Umständen können Institutionen wie das IIK Düsseldorf e.V. die Attraktivität und Konkurrenzfähigkeit ihrer Bezugshochschule in vielfacher Hinsicht stärken und ihren bescheidenen, aber dennoch wichtigen Beitrag zu einer dynamischen Hochschulentwicklung im Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung und Internationalisierung leisten.

Literatur

- BARZ, Heiner. *Weiterbildung und soziale Milieus*. Neuwied 2000.
- BORSÒ, Vittoria. „Wohin steuert die Philosophische Fakultät?“, in: Gert Kaiser (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002, 223-236.
- BRINCKERHOFF, Peter C. *Social entrepreneurship: the art of mission based venture development*. New York 2000.
- CLARK, Burton R. *Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation*. New York 1998.
- CLARK, Burton R. *Sustaining Change in Universities: Continuities in Case Studies and Concepts*. London 2004.
- DEUTSCHER AKADEMISCHER AUSTAUSCH DIENST. *Hochschulsummerkurse in Deutschland – Status Quo und Perspektiven*. Bonn 2003.
- GLOGER, Axel. „Die wichtigsten Trends der Weiterbildungsbranche“, in: Jürgen GRAF (Hrsg.). *Seminare 2006*. Bonn 2006.
- JUNG, Matthias. „Vom Sprachwissenschaftler zum Bildungsmanager oder: Die allmähliche und notwendige Veränderung des Bewusstseins beim Wirtschaften“, in: Hans BARKOWSKI (Hrsg.). *Umbürche. Vorträge der Jahrestagung Deutsch als Fremdsprache 2005*. Regensburg 2006, 459-467.
- MÜLLER-BÖLING, Detlev. *Die entfesselte Hochschule*. Gütersloh 2000.
- PRILLER, Eckhard. *Der Dritte Sektor international: Mehr Markt – weniger Staat?* Berlin 2001.
- SCHIRMEISTER, Raimund und Lilia Monika HIRSCH. „Wissenschaftliche Weiterbildung – Chance zur Kooperation mit der Wirtschaft?“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004*. Düsseldorf 2005, 51-60.
- SCHWARZER, Christine und Joachim KOBLITZ. „Weiterbildung im Kontext gestufter Studiengänge“, in: Ulrich WELBERS (Hrsg.). *Studienreform mit Bachelor und Master*. Neuwied 2001.

**Zentrale Einrichtungen der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Universitäts- und Landesbibliothek

IRMGARD SIEBERT und CAROLA SPIES

Aufbruch in die Zukunft – Der 94. Deutsche Bibliothekartag in Düsseldorf

In den bereits vorliegenden *Jahrbüchern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* Neuer Folge hat die Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) ihre Aufgaben, ihre Struktur, ihre Projekte und ihre Ziele dargestellt. Ihr Handeln wird von dem Gedanken bestimmt, sich durch Innovationen neuen Herausforderungen zu stellen und zeitgemäße Dienstleistungen anbieten zu können. Zu den großen Herausforderungen der beiden letzten Jahre gehörte die Ausrichtung des 94. Bibliothekartags, der vom 15. bis 18. März 2005 in Düsseldorf stattfand. Veranstalter des Bibliothekartags, der heute zu einem der größten fachwissenschaftlichen Kongresse Deutschlands zählt, sind der Verein Deutscher Bibliothekare e.V. (VDB) und der Berufsverband Information Bibliothek e.V. (BIB). Der Kongress ist die wichtigste Plattform für den Austausch und die Fortbildung von Bibliothekarinnen und Bibliothekaren aus dem deutschsprachigen Raum.

Die ULB wertete die im Mai 2003 an sie herangetragene Anfrage, den Bibliothekartag 2005 vorzubereiten, als Bestätigung ihrer erfolgreichen Arbeit und als Aufforderung, den eingeschlagenen Weg weiter zu beschreiten. Vor diesem Hintergrund nahm sie die große Aufgabe gerne an, auch in der Hoffnung, den Innovationsschub, der von einer derartigen Tagung in der Regel ausgeht, zu beeinflussen und davon profitieren zu können. Ausschlaggebend für die positive Entscheidung war des Weiteren, dass die Bibliothekare erst einmal in Düsseldorf getagt hatten, und zwar genau 50 Jahre zuvor.¹ Die örtliche Vorbereitung und technische Durchführung hatte seinerzeit die Landes- und Stadtbibliothek übernommen. Da diese selbst über keine geeigneten Räume verfügte, fanden alle Veranstaltungen außerhalb der Bibliothek statt, die großen beispielsweise im Robert-Schumann-Saal. Mit mehr als 500 Teilnehmern war diese Tagung die am stärksten besuchte der Nachkriegszeit.

Die Organisation des Düsseldorfer Bibliothekartags lag in den Händen eines Komitees unter der Leitung der ULB, das sich seit Dezember 2003 im monatlichen Rhythmus traf. Zusätzlich stellte die ULB eine wissenschaftliche Mitarbeiterin zunächst in Teilzeit, in den letzten Monaten mit vollem Stundendeputat ein. Um insbesondere den Schreib- und Organisationsaufwand zu reduzieren, wurden erstmals viele Arbeitsprozesse wie die Bearbeitung der Anmeldungen, die Korrespondenz mit den Referentinnen und Referenten, der Zahlungsverkehr oder die Verwaltung der Tagungsräume und ihre Zuordnung zu den Sektionen auf der Basis selbst entwickelter Datenbanken automatisiert. Für diese Rationalisierung sowie für die Struktur und das Design des von einem Mitarbeiter der Bibliothek erstellten Webauftritts erhielt die ULB sehr viel Lob, und es erreichten sie zahlreiche Anfragen mit der Bitte, die Nachnutzung zu erlauben.

¹ Vgl. Wieder (1955).

„Geld ist rund und rollt weg, aber Bildung bleibt“

Das Motto des Bibliothekartags, „Geld ist rund und rollt weg, aber Bildung bleibt“, wurde bei Heinrich Heine, dem Namenspatron der Düsseldorfer Universität, entlehnt. Dass der Tagung in Düsseldorf ein Motto von Heinrich Heine vorangestellt wurde, mutet selbstverständlich an. Erstaunlich war jedoch, ein im 21. Jahrhundert aktuelles Problem durch Heine bereits vor fast 200 Jahren so trefflich formuliert zu finden. Unter diesem Leitgedanken wurden Schwerpunkte bei den Themenkreisen „Wissensgesellschaft“, „Bildung“ und „Ausbildung“ gesetzt. Sie alle stehen im Zeichen der Haushaltskrise der öffentlichen Hand hinsichtlich der Frage nach der Finanzierung von Bildung und den Kosten der Infrastruktur, die die ca. 20.000 haupt- und nebenamtlich geführten Bibliotheken in Deutschland benötigen. Bildung und Bildungspolitik sind ohne ausreichende finanzielle Ressourcen nicht vorstellbar. Das Schlagwort von der „Wissensgesellschaft“ ist zwar in Zeiten von PISA-Studien und Hochschulmisere in aller Munde, doch öffentlich wird wenig darüber reflektiert, wer Wissen wie speichert, erschließt und bereitstellt. Bibliotheken spielen hierbei *die* zentrale Rolle, weil sie den Zugang zu den Informationsquellen für Bildung und Forschung ermöglichen. Anders als viele Mottos der vergangenen Bibliothekartage – beispielsweise „Bibliotheken, Portale zum globalen Wissen“ – provozierte das Heine-Zitat Bibliothekare und Politiker sehr intensiv zum Nachdenken und zur Positionierung.

Das Konzept

Nachdem der 93. Bibliothekartag in Leipzig im Jahr 2004 versucht hatte, auf Basis eines neuen Konzepts – mittels Großveranstaltungen, zu denen prominente Redner und Diskussionsteilnehmer eingeladen worden waren – verstärkt eine breitere Öffentlichkeit anzusprechen, legte der Düsseldorfer Bibliothekartag seinen Schwerpunkt wieder bewusst auf die hohe fachliche Qualität des Kongressprogramms.² Mit mehr als 300 Vorträgen, Workshops und Arbeitssitzungen unterbreitete die Programmkommission ein umfangreiches Themenangebot. In über 50 Sektionen wurden neue Projekte, technische Entwicklungen und strategische Überlegungen zum nationalen und internationalen Bibliothekswesen vorgestellt. Dazu gehörte beispielsweise die Präsentation „Bibliothek 2007 und dann?“, in der die Weiterentwicklung des deutschen Bibliothekswesens thematisiert wurde – „ein Thema, das alle angeht“³, so Max Plassmann, einer der Programmkoordinatoren. Auch hinsichtlich der Finanzierung müssen Bibliotheken neue Modelle entwickeln. In den Sektionen „Sponsoring/Fundraising – Chancen und Grenzen“ und „Wie teuer sind Geschenke – oder können wir uns Geschenk und Tausch noch leisten“ ging es um die Frage, ob Geschenke, Sponsoring und Refinanzierung ein Ausweg aus der Finanzmisere der Bi-

² In Leipzig war das Interesse der Öffentlichkeit trotz der drei publikumswirksamen Schwerpunktveranstaltungen gering. Aufgrund dieser Tatsache stand das Kongresskonzept in der Kritik. Die Fachzeitschrift *BuB* überschrieb ihren Artikel mit Stimmungen und Meinungen zum Kongress bezeichnenderweise mit folgender Äußerung Adalbert Kirchgäßners, Bibliothek der Universität Konstanz: „Es war einen Versuch wert – leider ist er nicht geglückt“. Infolgedessen forderte Kirchgäßner, „zum früheren Konzept zurückzukehren und die Fachveranstaltungen über vier Tage zu verteilen.“ (Leuze *et al.* 2004: 423); vgl. auch Reisser *et al.* (2004). Max Plassmann, Mitglied der Düsseldorfer Programmkommission, die dieser Forderung folgte, beurteilt die Schwächen des Leipziger Kongresses wie folgt: „Wenn man sowohl Bibliothekaren als auch Nichtbibliothekaren etwas bieten möchte, sind letztlich beide Gruppen unzufrieden.“ (Schleh 2005: 193).

³ Schleh (2005: 193).



Abb. 1: Plakat des 94. Deutschen Bibliothekartags

blibliotheken sein können. Die Themenkreise „Wissengesellschaft“, „Bildung“ und „Ausbildung“, auf denen entsprechend dem Motto des Bibliothekartags der Schwerpunkt des Programms lag, wurden intensiv ausgeleuchtet. So wurden die Möglichkeiten der Vermittlung von „Informationskompetenz in einer veränderten Bildungslandschaft“ zum einen für den Bereich der öffentlichen und zum anderen für den Bereich der wissenschaftlichen Bibliotheken ausgelotet. Für die öffentlichen Bibliotheken gilt es, nach PISA an einer neuen Kooperation zwischen Schule und Bibliothek zu arbeiten. Vor dem Hintergrund des PISA-Schocks wurde eine Vielzahl von Projekten gestartet, die in den Sektionen „Leseförderung auf vielen Wegen“ und „Lernort Bibliothek“ vorgestellt wurden. Das nordrhein-westfälische Projekt „Bist du schon lesekalisch?“ stellt beispielsweise die frühkindliche Leseförderung in den Mittelpunkt. „Freestyle“ heißt ein aussichtsreiches Konzept, umgesetzt in der Stadtbücherei Düsseldorf-Benrath, das junge Menschen in die modern gestaltete Freizeitbibliothek lockt. Den Hochschulbibliotheken bietet die im Bologna-Prozess europaweit ausgehandelte Studienreform, die in die drei Studiengänge Bachelor, Master und Promotion einteilt, die Chance, sich in die Studiengänge einzubringen. Es ist sowohl für die Hochschule als auch für die Bibliothek sinnvoll, Informationskompetenz als Schlüsselqualifikation in den neuen Studiengängen zu verankern. Die sich daraus ergebenden neuen Anforderungen an die wissenschaftlichen Bibliotheken und das nutzerorientierte Fachreferat wurden in sechs Vorträgen aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. In den Sektionen „Alternative Publikationsformen“ und „Neuausrichtung der Informations- und Publikationswesen“ ging es um das derzeit viel und häufig auch kontrovers diskutierte Thema „Open Access“. Neben Bibliothekaren zählten dabei Vertreter aus der Politik sowie Wissenschaftler verschiedenster Disziplinen zu den Vortragenden. Aus Anlass der EU-Erweiterung wurde eine Veranstaltung der bibliothekarischen Partner aus den neuen EU-Mitgliedsstaaten in das Programm aufgenommen. Fünf Vertreter aus den neuen Beitrittsländern berichteten in kurzen Referaten über die Situation der Bibliotheken in ihren Heimatländern. Die Veranstaltung wurde vom Verein Deutscher Bibliothekare (VDB) und Bibliothek & Information International (BI-International) organisiert. Einen weiteren Blick über die Landesgrenzen hinweg boten die Sektionen „Innovationen und Informationen aus dem Ausland“ und „Facetten europäischer Bibliotheksarbeit“.

Für jede Besucherin und jeden Besucher war etwas dabei: ob sie oder er aus einer wissenschaftlichen oder öffentlichen Bibliothek kam, sich für das alte Buch, für neue Medien oder die aktuellsten Managementtheorien interessierte. So konnte man sich beispielsweise auch über digitale Bibliotheken und Portale, Historische Sammlungen im digitalen Zeitalter, Suchmaschinen, *catalogue enrichment*, neue Strukturen des Informationsmanagements, personalisierte Dienstleistungen, NS-Raubgut, Bestandserhaltung oder auch alternative Berufsfelder informieren. Die knapp 3.000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Deutschland und dem angrenzenden Ausland waren zur bibliothekarischen Fachdiskussion eingeladen und aufgefordert, das Gehörte und Gesehene Gewinn bringend für ihr persönliches Innovationsmanagement einzusetzen. Das „Düsseldorfer Konzept“ wurde gut angenommen, was die hohe Teilnehmerzahl und viele positive Stimmen belegen. Die VDB-Vorsitzende Daniela Lülfi zog in der Abschlussveranstaltung ein positives Resümee. Es habe sich gezeigt, „dass die Diskussion *face to face* offenkundig durch nichts zu



Abb. 2: Bibliothekare bevölkern den Campus

ersetzen sei.“⁴ Und die Fachpresse schloss sich diesem positiven Fazit unumwunden an.⁵ So war beispielsweise zu lesen: „In Düsseldorf wurde die Messlatte hoch gehängt.“⁶ Neben dem Fortbildungsprogramm und der Ausstellung erwartete die Kongressteilnehmerinnen und -teilnehmer auch ein facettenreiches Rahmenprogramm mit 70 Veranstaltungen. Bei Führungen durch die Düsseldorfer Bibliothekslandschaft, Besichtigungen von Schloss Benrath, Rundgängen durch die Düsseldorfer Altstadt und Ausflügen zur Museumsinsel Hombroich und zur Zeche Zollverein in Essen bestand die Möglichkeit, Düsseldorf und die nähere Umgebung kennen zu lernen.

Festrede in der Tonhalle

Die Festrede von Herrn Professor Walther Ch. Zimmerli am Eröffnungsabend in der Tonhalle stellte nicht nur einen hervorragenden Auftakt zum Thema „Geld und Bildung“ dar, sondern hat auch entscheidend zu der für den Düsseldorfer Bibliothekartag charakteristischen Aufbruchstimmung beigetragen. Der Präsident der VolkswagenAutoUni forderte in seinem Vortrag „Bildung in der Nicht-Wissensgesellschaft – Wie kommt Geist zu Geld?“ die Anwesenden unter Berufung auf die bedeutendsten Philosophen der Vergangenheit auf, die Zukunft engagiert anzugehen. Seine zentrale These war, Bibliotheken müssten

⁴ Rothe und Schleh (2005: 492).

⁵ Vgl. Rothe und Schleh (2005: 492).

⁶ Beyreuther-Raimondi (2005: 180).

handeln, denn die Trägerschaft der Bildungseinrichtungen, die in der Vergangenheit von der Kirche auf den Staat übergegangen sei, würde allmählich von der Wirtschaft übernommen werden. Die Zukunft gehöre ganz deutlich der Wirtschaftshochschule. Die Wirtschaft sei jedoch nur bereit, Einrichtungen zu fördern, die über ein quantitativ wie qualitativ wettbewerbsfähiges, kundenorientiertes Serviceangebot verfügten. Deshalb sei es für alle Bibliotheken äußerst wichtig, sich zukünftig am Bildungsmarkt gut zu positionieren und attraktive Konzepte zu entwickeln. Der Festrede waren Grußworte von Staatssekretär Hartmut Krebs als Vertreter der nordrhein-westfälischen Landesregierung, Stadtdirektor Hans-Heinrich Grosse-Brockhoff als Vertreter der gastgebenden Stadt, Rektor Alfons Labisch als Vertreter der gastgebenden Universität, vom BIB-Vorsitzenden Klaus-Peter Böttger als Vertreter der Veranstalter und von der Direktorin der ULB, Irmgard Siebert, als Vertreterin der gastgebenden Bibliothek vorausgegangen. Vieles, was in den nächsten Tagen thematisiert wurde, wurde in diesen Grußworten schon angesprochen. So machte sich beispielsweise Krebs die Forderung nach Open Access zu Eigen, Böttger sprach sich für gesetzliche Regelungen sowie eine klare Definition des bildungspolitischen Auftrags von Bibliotheken aus und Siebert plädierte für eine wirkungsvolle Öffentlichkeitsarbeit, um dem schlechten Image, dem verqueren Bild der Bibliothek entgegenzuwirken: „Alle reden von Pisa, alle diskutieren über das Thema Bildung und Elite, niemand spricht von Bibliotheken“, so Siebert.⁷ Die Fachpresse urteilte, „die Grußredner wussten, wovon sie sprachen, und dass sie im Zweifelsfall eher das Positive betonten, muss erlaubt sein“⁸, und berichtete sehr ausführlich über die Eröffnungsveranstaltung.⁹

Herausforderungen der Zukunft annehmen

Tenor des Düsseldorfer Bibliothekartags war demnach, dass das Bibliothekswesen die Herausforderungen der Zukunft annehmen und sich auch durch sinkende Etats nicht davon abhalten lassen solle, unablässig neue innovative Dienstleistungen zu entwickeln. Es wurde jedoch auch deutlich, dass das hohe Potenzial der Bibliotheken für Gesellschaft, Kultur, Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Bildung sich nur dann entfalten kann, wenn die Finanzierung gesichert ist. Bibliotheken stehen seit langem vor der schwierigen Aufgabe, einerseits neue Medien und Dienste bereitzustellen und andererseits den traditionellen Auftrag der Erhaltung und Bewahrung von Kulturgut zu erfüllen. Während der Tagung wurde daher mehrfach, z. B. auf der Pressekonferenz und in der Sektion „Bibliothek 2007 und dann?“, die Forderung nach einer politischen bzw. gesetzlichen Verankerung von Bibliotheken laut. Ein solches, die Aufgaben festschreibendes und damit die Ausstattung und Qualität der Bibliotheken sicherndes Gesetz gibt es u. a. schon in Finnland. Von einer gesetzlichen Verankerung und einem umfassenden Entwicklungsplan versprechen sich die deutschen Bibliotheken eine größere Sicherheit in Bezug auf ihre finanzielle Ausstattung, aber auch eine Optimierung der überregionalen Kooperation.

⁷ Siebert (2006: 18).

⁸ Rothe und Schleh (2005: 493).

⁹ Vgl. neben Rothe und Schleh (2005) insbesondere Stühn (2005), aber auch Beyreuther-Raimondi (2005) und Kessen (2005).



Abb. 3: Firmenausstellung

Wissenschaft und Wirtschaft als Partner

Auf der den Bibliothekartag traditionellerweise begleitenden Firmenausstellung zeigten 120 Firmen ihre Produkte und Dienstleistungen. Neu in Düsseldorf war die umfassende Integration der Partner aus der Wirtschaft, zum einen durch die Aufnahme von Firmenvorträgen in das Fortbildungsprogramm und zum anderen durch die räumliche Nähe der Ausstellungsflächen zu den Hörsälen. Sowohl das Fortbildungsprogramm als auch die Ausstellung fanden in den Gebäuden der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität statt. Für den Veranstalter der Ausstellung, Düsseldorf-Congress, stellte die Organisation in den Universitätsgebäuden mit ihren vielen Treppen, Säulen und Türen eine schwierige Aufgabe dar. Doch gerade die daraus resultierenden kurzen Wege und das enge Miteinander wurden von allen Beteiligten äußerst positiv bewertet. Unkompliziert konnten an allen Ständen Kontakte geknüpft, Informationen erfragt oder intensive Gespräche geführt werden. Die Aussteller berichteten am Ende der Tagung von einer guten Frequentierung ihrer Stände und interessanten Kontakten. In den *B.I.T. online Kongress-News* lobten sie: „Hier in Düsseldorf ist das ein wirklich gelungener Versuch der Integration von Ausstellern und Teilnehmern!“ (Leopold-R. Kugel, DABIS aus Wien), „Wir kommen mit den Teilnehmern hier sehr gut ins Gespräch.“ (Daniela Bloch, 3M Bibliothekssysteme aus Neuss) oder „Wir freuen uns über das Interesse an unserem Produkt und die angenehme Aufnahme unseres Hauses im Kreis der Bibliothekare.“ (Ul-

rich Kammerer, UKMC aus Ettlingen).¹⁰ In der Fachzeitschrift *BuB* wurden diese Aussagen wie folgt kommentiert: „[...] bei Begegnungen auf dem Campus und während der Atempausen im Café vernahm man ausnahmslos zufriedene Töne [...]. Sogar von den ansonsten notorisch unzufriedenen Ausstellern, die sich inmitten der stark frequentierten Fußgängerzone platziert fanden.“¹¹

Veröffentlichung der Vorträge

Damit der Bibliothekartag über die Veranstaltungswoche und das Jahr 2005 hinaus wirken kann, wurden die wichtigsten Vorträge in einem Tagungsband¹² publiziert. Darüber hinaus wird es einen speziellen Düsseldorfer Tagungsband geben. VDB und BIB stellen außerdem gemeinsam einen Publikationsserver zur Verfügung, auf dem die Präsentationen des Bibliothekartags, die bereits unmittelbar nach dem Kongress eingesehen werden konnten, liegen.¹³

Resonanz in den Medien

In den Medien erfuhr der Düsseldorfer Bibliothekartag eine ausgesprochen positive Resonanz, was beweist, dass Bibliotheken Aufmerksamkeit erregen können, wenn sie sach- und problemorientiert an die Öffentlichkeit herantreten. So waren in der regionalen und überregionalen Presse unter folgenden Titeln ausführliche Darstellungen zu lesen: „Wissens-Triebwerke für die Zukunft“¹⁴, „Bibliotheken fördern Lust am Lesen“¹⁵, „Lesesäle sind voll wie nie zuvor“¹⁶, „Bibliothekare: Mehr Geld für Bildung nötig“¹⁷ und „Elektronischer Selbstbetrug. Bibliotheken brauchen keine Digitalisierung“¹⁸. Der ULB bot der Bibliothekartag zudem die Möglichkeit, ihre Position im Bildungs- und Kulturbetrieb der Stadt ganz im Sinne des angestrebten Wirkens über die Universität hinaus auch in das städtische und regionale Umfeld – Stichwort „Universität in der Stadt“ – zu festigen. Unterstützt wurde sie darin vor allem durch die *Rheinische Post*, die vor und während der Tagung unter dem Titel „Blicke in die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf“ eine Serie von speziell auf die ULB bezogenen Artikeln brachte. Ihre kompetenten Darstellungen „Der Info-Agent“¹⁹, „Durch Raub gerettet“²⁰ und „Geheimnisse in Buchdeckeln“²¹ gaben dem Laien einen guten Einblick in die aktuellen Aufgaben und die Arbeit der Bibliothek. Auch der Rundfunk beschäftigte sich mehrmals während der Tagungswoche mit den Themen der Bibliothekare. Unter anderem brachte der WDR in seiner Hörfunksendung „Resonanzen –

¹⁰ „Stimmen der Aussteller“, *B.I.T. online Kongress-News: 94. Deutscher Bibliothekartag 2005 Düsseldorf* 4 (18.03.2005), 6.

¹¹ Rothe und Schleh (2005: 492).

¹² Vgl. Lülfi und Siebert (2006).

¹³ Vgl. <http://www.bib-info.de/opus/> (13.06.2005).

¹⁴ *Rheinische Post* (16.03.2005).

¹⁵ *Rheinische Post* (16.03.2005).

¹⁶ *Westdeutsche Zeitung* (16.03.2005).

¹⁷ *Westdeutsche Zeitung* (16.03.2005).

¹⁸ *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (15.03.2005).

¹⁹ *Rheinische Post* (10.03.2005).

²⁰ *Rheinische Post* (19.03.2005).

²¹ *Rheinische Post* (21.03.2005).

Die Welt aus dem Blickwinkel der Kultur“ ein ausführliches Gespräch mit der Direktorin der ULB.²²

Eine ähnliche Vielfalt wie das Fortbildungsprogramm des Bibliothekartags wies die Berichterstattung über eben dieses in der Fachpresse auf – auch wenn nirgends der Platz war, „aus allen 52 Sektionen zu berichten“²³. Neben Überblicksdarstellungen, die unisono die Aufbruchstimmung auf dem Bibliothekartag hervorhoben,²⁴ wurden Artikel über einzelne Sektionen²⁵ veröffentlicht. Die Auswahl fiel auf ganz unterschiedliche Themenkreise, wobei natürlich die großen Themen wie „Bibliothek 2007“ oder „Open Access“ eine breitere Rezeption erfuhren. Es findet sich aber beispielsweise auch ein „Streifenzug durch die Sektionen ‚Bestandserhaltung‘ und ‚Historische Sammlungen im digitalen Zeitalter“²⁶. Einen weiteren Fokus richtet die Fachpresse auf alle Veranstaltungen, in denen die Angelegenheiten des Berufs zur Diskussion standen: Ausbildung, Bildung, Qualifikation, Kompetenz, Fortbildung, Tarifverträge und alternative Berufsfelder. Ergänzend zum Tagungsband sind in der Fachpresse nicht nur Vorträge, sondern auch die häufig gründlichen, auf hohem Niveau und damit vorbildlich verlaufenden Diskussionen – so das Urteil des Moderators der Abschlussveranstaltung, Hans Geleijnse von der Universitätsbibliothek Tilburg (Niederlande)²⁷ – dokumentiert.

Bildung bringt die besten Zinsen

Mit dem Schwerpunktthema Bildung und Geld hat der Düsseldorfer Bibliothekartag den Nerv der Zeit getroffen. In nahezu allen großen überregionalen Zeitungen wurde schon lange vor dem Bibliothekartag vor allem im Kontext der PISA-Studie über den Zusammenhang zwischen Wissen, Bildung, wirtschaftlichem Wohlstand und Wachstum reflektiert. „Wissen ist für Deutschland die Voraussetzung für künftiges Wachstum“ konnte man zum Beispiel in der *Süddeutschen Zeitung* unter der Überschrift „Wirtschaft will Bildung gezielt fördern“ lesen. Sie berichtete über eine Gruppe von Unternehmen, zu denen unter anderem BASF, Bosch und ThyssenKrupp gehörten, die eine Initiative zur gezielten Förderung der Lese-, Schreib- und Rechenkompetenz junger Menschen gegründet hatten. Als Motiv gaben sie an, dass ihnen Deutschland „am Herzen“ liege und es ihnen wichtig sei, dass die Bundesrepublik bei Wissen und Know-how international in der „Spitzenklasse“ spiele und nicht weiter zurückfalle.²⁸ Dass Investitionen in Bildung die „besten Zinsen“ zahle, ist auch die Auffassung der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft, die in der von ihr in Auftrag gegebenen Studie „Bildung neu denken“ empfiehlt, zukünftig mindestens 25 Prozent mehr für Bildung, vom Kindergarten bis zur beruflichen Weiterbildung, auszugeben. Sie begründete ihr Engagement damit, dass die beim PISA-Test erfolgreicher-

²² „Geld ist rund und rollt weg, aber Bildung bleibt.“ Gespräch mit Irmgard Siebert, ULB Düsseldorf, zum Deutschen Bibliothekartag in Düsseldorf. WDR 3, „Resonanzen – Die Welt aus dem Blickwinkel der Kultur“ (18.03.2005, 19.00-19.45 Uhr).

²³ Stühn (2005: 64).

²⁴ Vgl. Beyreuther-Raimondi (2005), Kessen (2005), Rothe und Schleh (2005) sowie Stühn (2005).

²⁵ Vgl. Dörr (2005), Forum Zeitschriften GeSIG e.v. auf dem Düsseldorfer Bibliothekartag 2005 (2005), Frindt (2005), Gier (2005), Holste-Flinspach (2005), Kulzer (2005), Lazarus (2005), Moravetz-Kuhlmann (2005) sowie Thormann (2005).

²⁶ Frindt (2005: 74).

²⁷ Vgl. Rothe und Schleh (2005: 503).

²⁸ Vgl. *Süddeutsche Zeitung* (27.01.2005).

ten Länder zu den ersten zehn Wachstumsländern zählten.²⁹ Die Politik unterstützt diese Forderungen zumindest verbal. Bundeskanzler Gerhard Schröder sprach sich für deutlich steigende Investitionen im Bildungsbereich aus. Noch in diesem Jahrzehnt wolle er die Bildungsausgaben um 20 Prozent auf drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts anheben.³⁰

Ohne Bücher keine Universität

Für Bildung müsse mehr getan und mehr ausgegeben werden – in diesem Punkt scheinen sich Politiker, Unternehmer und Bibliotheksmanager einig zu sein. In dem von der Bundesvereinigung Deutscher Bibliotheksverbände und der Bertelsmann Stiftung erarbeiteten und publizierten Strategiekonzept *Bibliothek 2007* wird ebenfalls nachdrücklich auf die Bedeutung der Erfolgsfaktoren Wissen, Lernen und Information hingewiesen.³¹ „Hochwertige Informationen und schnelle Wissensvermittlung“, heißt es dort, seien Voraussetzungen lebenslangen Lernens. Den Bibliotheken komme die Rolle des Managers und Anbieters analoger und digitaler Medien zu – eine Aufgabe, die von keiner anderen öffentlichen Institution geleistet werde. In Deutschland fehle es bisher allerdings an einer vorausschauenden Bibliothekspolitik und -planung. In der Tat vermisst man in der in der letzten Zeit geführten grundsätzlichen Debatte über eine nationale bildungspolitische Initiative eine Diskussion über die Rolle der Bibliotheken. Dabei ist klar erwiesen, dass die Länder, die in der PISA-Studie der OECD am besten abgeschnitten haben, nicht nur über gute Schulen, sondern auch über optimal ausgestattete und öffentlich anerkannte Bibliotheken verfügen, die in die jeweiligen Bildungsprozesse eingebunden sind.³²

In der Regel zählen die wissenschaftlichen Bibliotheken wie die ULB zu den *zentralen* Einrichtungen einer Universität, d.h. das Ansehen, das Niveau, die Ausstattung und die Qualität dieser Einrichtung sind, was bisher leider von nur wenigen gesehen wird, auch zentral für den Erfolg von Forschung und Lehre. Bei der Einweihung des Neubaus der ULB Düsseldorf sagte der damalige nordrhein-westfälische Wissenschaftsminister, dass es ohne Bücher, ohne geordnete Büchersammlung keine Universität gebe. Obgleich sich an diesem Sachverhalt nichts geändert hat, hört man solche Sätze nicht mehr oder nicht mehr in dieser Deutlichkeit, vermutlich weil man die finanziellen Konsequenzen einer solchen Aussage fürchtet. Da Bibliotheken schon lange keine reinen Büchersammlungen mehr sind, sondern auch Informations- und Forschungszentren, brauchen sie nicht nur mehr Geld für Bücher und neue Medien, sondern auch für die Verlängerung der Öffnungszeiten, für Innovationen und Experimente, für strukturelle Weiterentwicklungen sowie auch für die Gestaltung des Ortes Bibliothek als Lern- und Kommunikationszentrum.

Professionelle Öffentlichkeitsarbeit

Trotz der schwierigen finanziellen, personellen und strukturellen Rahmenbedingungen haben die wissenschaftlichen Bibliotheken wie kaum eine andere Einrichtung im letzten Vierteljahrhundert ihr Dienstleistungsangebot zielgerichtet und maßgeschneidert auf

²⁹ Vgl. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (29.10.2004).

³⁰ Vgl. *Süddeutsche Zeitung* (18.09.2004).

³¹ Vgl. Bertelsmann Stiftung und Bundesvereinigung Deutscher Bibliotheksverbände (2004: 15).

³² Vgl. Bertelsmann Stiftung und Bibliothek & Information Deutschland (2005).

die Wünsche ihrer Kundinnen und Kunden hin ausgerichtet. Öffnungszeiten am Samstag und Sonntag bis 20, 22, 24 Uhr und länger sind keineswegs unüblich, und ein großer Teil der Bestände und Dienstleistungen kann auf dem heimischen PC abgerufen werden. Selbstaussleihe, Online-Auskunft, elektronische Publikation, Digitalisierung, Komfortliefersdienste und Online-Fernleihe haben früher übliche Wartezeiten auf ein Minimum reduziert.³³ Ohne Geld für Unternehmensberatungen verändern und modernisieren Bibliotheken ihre Organisationsstrukturen, professionalisieren ihre Personalauswahl, optimieren die Geschäftsprozesse, entwickeln strategische Konzepte und experimentieren mit neuen Betriebsformen. Von vielen unbemerkt erledigen sie dabei auch noch das Alltagsgeschäft, das häufig ein Massengeschäft ist.

Gleichwohl ist das Image der Bibliotheken in der Öffentlichkeit nicht gut, scheint das Bild von der verstaubten, antiquierten, kundenunfreundlichen Einrichtung unausrottbar zu sein. Dies kann das folgende Beispiel verdeutlichen: Anlässlich der Eröffnung der Berliner Volkswagen-Universitätsbibliothek gab es in der Zeitung *Die Welt* einen Artikel mit der Überschrift „Weit entfernt vom Weltniveau“.³⁴ Darin führt der Autor aus, dass Bibliotheken mit Weltniveau, von denen es in Deutschland nur wenige gebe, über lange Öffnungszeiten, automatisierte Selbstaussleihe, Wireless Lan und digitalisierte Bestände verfügen. Diese, eine Bibliothek nobilitierenden Dienstleistungen sind aber nicht nur in Berlin, sondern auch in Düsseldorf und anderswo schon lange Realität. Daran wird deutlich, dass es zwingend erforderlich ist, gegen dieses verquere Bild der Bibliotheken, dass in den Medien und der Gesellschaft noch immer existiert, gezielt durch eine professionelle Öffentlichkeitsarbeit vorzugehen. Die hohe Wertigkeit der Arbeit und der Bestände der Bibliotheken muss noch stärker als bisher durch eine unseren Leistungen angemessene Form der Selbstdarstellung zum Ausdruck gebracht werden. Dabei müssen auch neue Wege gesucht und gefunden werden, um den Kundinnen und Kunden, aber auch den Unterhaltsträgern die Wichtigkeit der Einrichtung Bibliothek zu verdeutlichen.

Die ULB hat diesen Weg im letzten Jahr sehr entschieden beschritten durch die Publikation einer professionell gestalteten Imagebroschüre, das Redesign ihrer gesamten Informationsbroschüren, die Implementierung eines neuen, ansprechenden und für Transparenz sorgenden Leitsystems und die Optimierung des gesamten Ambiente. Durch die Ausrichtung von Lesewettbewerben oder Veranstaltung von Laptop-Verkaufsaktionen spricht sie neue Publikumskreise an und macht so auch auf andere Weise als durch traditionelle Formen der Öffentlichkeitsarbeit auf sich aufmerksam. Sie scheut auch nicht davor zurück, ihre Attraktivität durch das Angebot nicht-geistiger Genüsse zu erhöhen. Seit längerem ist sie mit den Planungen einer Cafeteria befasst, die als Ort der Entspannung, der Muße, der Kommunikation das Profil einer Bibliothek ergänzt.

Auch die Ausrichtung des 94. Deutschen Bibliothekartags diene letztlich dem Ziel, die Heinrich-Heine-Universität und ihre Bibliothek einem nationalen Publikum und den Bürgerinnen und Bürgern der Stadt Düsseldorf als leistungsfähige moderne Forschungs- und Studieneinrichtung zu präsentieren. Dies erfolgte nicht nur durch die aufwändige organisatorische Vorbereitung, sondern auch durch intensive Beteiligung am wissenschaftlichen Programm. Es war erklärtes Ziel der Bibliothek, dem 94. Deutschen Bibliothekartag über

³³ Vgl. dazu Siebert (2004) sowie Peerenboom und Siebert (2005).

³⁴ *Die Welt* (11.12.2004).

das Motto und das Rahmenprogramm hinaus eine Düsseldorfer Note zu geben. Insgesamt waren die ULB, die Stadtbüchereien und die Heinrich-Heine-Universität mit etwa 15 Vorträgen vertreten. Mit einem ausgesprochen breiten Themenspektrum konnten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ULB die Sektionen „Informationskompetenz in einer veränderten Bildungslandschaft“, „Historische Sammlungen im digitalen Zeitalter“, „Probleme mit dem Image“, „Bibliothek 2007 und dann?“, „Vier Jahre Aleph in Nordrhein-Westfalen“, „Personalisierte Dienstleistungen“ und andere mehr bereichern. Diese Vorträge werden in Kürze in einem eigenen Düsseldorfer Tagungsband publiziert werden.

Durch die Verlängerung ihrer Öffnungszeiten im August 2003 und die Liberalisierung ihrer Zulassungsbedingungen hat die ULB Düsseldorf in den letzten beiden Jahren ihre Benutzungszahlen um 20 Prozent steigern können und auch viele wissenschaftliche Benutzer aus den umliegenden Städten angezogen. Sie kann sich darüber hinaus gut vorstellen, zukünftig auch exzellente, maßgeschneiderte und kostenpflichtige Dienstleistungen für private und kommerzielle Nutzer wie Firmen oder Anwaltskanzleien zu erbringen, für die die Aufrechterhaltung einer eigenen Bibliotheksinfrastruktur wesentlich teurer wäre als die Inanspruchnahme einzelner Dienstleistungen, für die tatsächlich ein Bedarf besteht. Erste Gespräche in dieser Richtung haben bereits stattgefunden.

Auswirkungen des Globalhaushalts

Es gibt nur wenige Einrichtungen, die sich in den letzten 25 Jahren so positiv verändert haben wie Bibliotheken. Dennoch sind sie noch lange nicht am Ende ihres Veränderungsprozesses angekommen. Der Globalhaushalt fordert es, Technik und neue Medien ermöglichen es, dass weiter automatisiert, rationalisiert, Schwerpunkte gesetzt, Prozesse optimiert, Innovationen vorangetrieben, die Kundenorientierung intensiviert und lieb gewonnene Positionen in Frage gestellt werden. Es kann und wird kein einheitliches Konzept für die Bibliothek der Zukunft geben. Jede Bibliothek wird sich auf der Basis ihrer Ressourcen und Rahmenbedingungen sowie der Analyse der Bedürfnisse ihrer Klientel ein eigenes Konzept basteln müssen.

Zurzeit scheint absehbar zu sein, dass die ULB Düsseldorf wie die meisten anderen wissenschaftlichen Bibliotheken auch wegen nicht hinreichender Etats und aufgrund der Dominanz ihrer aktuellen Aufgabe, Triebwerk der Wissenschaft zu sein, den anderen Teil ihres Auftrags, für künftige Generationen zu bewahren, nicht mehr wird erfüllen können. Tonnenweise werden weltweit einst wertvolle wissenschaftliche Ergebnisse makuliert, und Millionen von Bänden zerbröseln, weil das Geld für Lagerung und Erhaltung fehlt. Unter dem Druck, handlungsfähig zu bleiben, wird so manche radikale Idee geboren. Die eine Bibliothek überlegt, sämtliche Zeitschriftenabonnements auf einen Schlag zu stornieren, um endlich Ruhe zu haben vor dem alljährlich sich wiederholenden Abbestelldrama auf Raten, andere denken darüber nach, den gesamten Altbestand zu digitalisieren und die Originale vermutlich auf Nimmerwiedersehen in Salzstollen zu verfrachten. Auch die jüngste, in der Universitätsbibliothek Mainz entwickelte Idee, Literatur, die älter als 15 Jahre ist und in den letzten 15 Jahren nie ausgeliehen wurde, zu makulieren, stellt eine interessante Provokation dar. Sie hat für Schlagzeilen gesorgt, die Hochschulleitung aufgeschreckt und die Zwangslage, in der die Bibliotheken sich befinden, deutlich gemacht.³⁵

³⁵ Vgl. *Frankfurter Rundschau* (09.03.2005) und *Süddeutsche Zeitung* (11.03.2005).

Mehr Geld für Bildung und Bibliotheken

Düsseldorf ist keine Insel der Seligen. Um nicht nur international und national, sondern auch regional wettbewerbsfähig zu bleiben, benötigt die Bibliothek eine Aufstockung ihres Etats für Literatur und Investitionen um wenigstens eine Million € pro Jahr. Sie hat dies in der Vergangenheit nachdrücklich gegenüber der Leitung der Universität deutlich gemacht und wird es in Zukunft weiterhin tun. Es darf nicht sein, dass die Universitätsbibliothek der Landeshauptstadt, die darüber hinaus auch noch umfangreiche landesbibliothekarische Aufgaben wahrnimmt, in Nordrhein-Westfalen in Bezug auf die zur Verfügung stehenden Literatur- und Investitionsmittel den letzten Platz einnimmt und sogar von den ehemaligen Gesamthochschulbibliotheken Wuppertal, Duisburg-Essen, Paderborn und Siegen überholt wird. Der Ruf und das Niveau des Dienstleistungsangebots einer Bibliothek hängen zwar nicht nur vom Geld ab. Es ist auch nachvollziehbar, dass angesichts der Situation der öffentlichen Haushalte die Etats der Bibliotheken nicht jedes Jahr um die Preissteigerungsraten der naturwissenschaftlichen Zeitschriften erhöht werden können. Obgleich vor Ort fehlende Literatur und Informationen inzwischen wesentlich schneller als früher durch spürbar verbesserte und beschleunigte Dienstleistungen vor allem in den Bereichen Dokumentlieferungen und Online-Fernleihe für die Kundinnen und Kunden weniger als Mangel spürbar ist, gibt es letztlich keine wirkliche Alternative zu einem guten lokalen Informationsangebot. Dies beweist unter anderem die jüngste Forderung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Konstanzer Universität, die 24-Stunden-Öffnung der Bibliothek zugunsten der Weiterführung von Zeitschriftenabonnements zurückzunehmen.

Optimierung der Strukturen

Erklärte Strategie der ULB in den letzten Jahren war es, trotz verschlechterter Rahmenbedingungen im personellen und finanziellen Bereich ihre Dienstleistungen durch interne Schwerpunktverschiebungen und die Rationalisierung von Geschäftsgängen zu optimieren. Dabei ist es ihr auch gelungen, ihr Angebot auf dem Gebiet der Bringbibliothek intensiv auszubauen und schon bestehende Dienstleistungen wie Dokumentlieferung und Fernleihe wesentlich zu vereinfachen, zu beschleunigen und zu personalisieren. Auf die letzte große Etatkürzung im Jahr 2004, die vor allem zu einer dramatischen Reduktion der naturwissenschaftlichen Zeitschriftenabonnements geführt hat, hat die Bibliothek zum Beispiel mit der Entwicklung des Düsseldorfer Alerting Service (DAS) reagiert: Sie kaufte 17.000 Inhaltsverzeichnisse von Zeitschriften, aus denen sich die Kundinnen und Kunden ein individuelles Profil zusammenstellen können. Sofort nach Erscheinen der neuen Hefte werden ihnen die gewünschten Inhaltsverzeichnisse per E-Mail und bei Bedarf auch die Volltexte innerhalb von 24 Stunden zur Verfügung gestellt. Mit dieser *Surrogatdienstleistung* konnten die negativen Folgen des lokalen Bestandsabbaus zumindest gemildert werden.

Bisher gelang es, die von der Universität im Kontext des Qualitätspakts und des Globalhaushalts beschlossene Personalverminderung um insgesamt 23 Stellen durch interne Umstrukturierungen und Rationalisierungen aufzufangen, so dass er für die Kundinnen und Kunden nicht spürbar war. An ihrem Ziel, ihre Dienstleistungen stets zu optimieren, wird die Bibliothek weiterhin festhalten, sie wird dies zukünftig aber nur noch durch

grundlegende Änderungen ihres Angebots, d.h. konkret durch eine Verringerung der Zahl der Bibliotheksstandorte, realisieren können.

Das einheitlich strukturierte und zentral verwaltete Bibliothekssystem der Heinrich-Heine-Universität besteht zurzeit aus der Zentralbibliothek, zwölf Fachbibliotheken und der Medizinischen Abteilung. Zu Zeiten der Dominanz der Printmedien, die insbesondere in den Naturwissenschaften sehr zügig in den letzten Jahren zu Ende gegangen ist, war dieses System in hervorragender Weise geeignet, Forschung, Studium, Lehre und Weiterbildung rasch und effizient mit den jeweils benötigten Medien zu versorgen. Die einzelnen bibliothekarischen Einrichtungen hatten klar gegeneinander abgegrenzte Aufgaben im Gesamtsystem der Informationsversorgung und -vermittlung zu erfüllen; ihre Bestände, Aufgaben und Dienstleistungen ergänzten sich wechselseitig.³⁶

Heute macht die Aufteilung zwischen Fach- und Zentralbibliothek vor allem in denjenigen Fächern, deren Informationsversorgung fast zu 100 Prozent über elektronische Medien erfolgt, die jeder Wissenschaftler und auch jeder Studierende am eigenen Arbeitsplatz auf dem PC zur Verfügung hat, nicht nur sachlich keinen Sinn mehr, sondern lässt sich auch unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht mehr rechtfertigen.

Eine Vielzahl von Bibliotheksstandorten bedeutet zwangsläufig einen hohen Personaleinsatz, weil auch bei geringer Nutzung zumindest die Öffnungszeiten gewährleistet werden müssen. Durch eine Verlagerung von Fachbibliotheksfunktionen in die Zentralbibliothek würden sich die Dienstleistungen zwar ändern, aber zugleich auch verbessern. Die Nutzerinnen und Nutzer könnten dann sofort von den wesentlich längeren Öffnungs- und Servicezeiten der Zentralbibliothek profitieren und hätten die bis jetzt über zwei Standorte verteilten Bestände ihres Faches an einem Ort beisammen. Innerhalb des Bibliothekssystems der Heinrich-Heine-Universität gibt es bereits eine Fakultät, nämlich die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, die bei ihrer Gründung im Jahr 1990 aus finanziellen Gründen bewusst auf die Einrichtung einer Fachbibliothek verzichtete und sich für die ausschließliche Nutzung der Zentralbibliothek entschied. Die Erfahrungen der Mitglieder der Fakultät, der Studierenden und der ULB mit dieser Lösung sind ausgesprochen positiv. Dieses bewährte Modell ließe sich – unter der Voraussetzung, dass die Bibliothek sehr rasch einen Erweiterungsbau erhält – problemlos auf andere Fächer übertragen. Die Bibliothek hat entsprechende Gespräche mit der Universitätsleitung, dem Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, der Ständigen Kommission für die Universitäts- und Landesbibliothek und den Professorinnen und Professoren eingeleitet. Einige Fachvertreter stehen dieser Idee sehr skeptisch gegenüber. Die Bibliothek ist aber zuversichtlich, sie sukzessive davon überzeugen zu können, dass dies der beste Weg für einen integrierten barrierefreien und schnellen Zugriff auf relevante wissenschaftliche Information ist. Nur ein schlankes Bibliothekssystem wird den in finanzieller und personeller Hinsicht voraussichtlich dornigen Weg des Globalhaushalts ohne Verschlechterung ihres Angebots meistern können.

Literatur

BERTELSMANN STIFTUNG und BUNDESVEREINIGUNG DEUTSCHER BIBLIOTHEKSVERBÄNDE (Hrsg.). *Bibliothek 2007. Strategiekonzept*. Gütersloh 2004.

³⁶ Vgl. dazu ausführlicher Siebert (2002: 368f.).

- BERTELSMANN STIFTUNG und BIBLIOTHEK & INFORMATION DEUTSCHLAND (Hrsg.). *Vorbildliche Bibliotheksarbeit in Europa, Singapur und den USA. International Best-Practice-Recherche*. Gütersloh 2005.
- BEYREUTHER-RAIMONDI, Angelika. „Geld ist rund rollt weg, aber Bildung bleibt.“ Kleine Nachlese zum 94. Bibliothekartag in Düsseldorf“, *B.I.T. online* 8 (2005), 177-180.
- DÖRR, Marianne. „Mehr Kooperationen zwischen Archiven und Bibliotheken. Podiumsdiskussion auf dem 94. Bibliothekartag in Düsseldorf“, *Bibliotheksdienst* 39 (2005), 826-830.
- „Forum Zeitschriften GeSIG e.V. auf dem Düsseldorfer Bibliothekartag 2005“, *Bibliotheksdienst* 39 (2005), 683.
- FRINDT, Bettina. „Die Bedeutung historischer Bestände für Bibliotheken: Wertsteigerung, technische Herausforderung, finanzielle Belastung? Ein Streifzug durch die Sektionen Bestandserhaltung und Historische Sammlungen im digitalen Zeitalter auf dem Bibliothekartag 2005 in Düsseldorf“, *ProLibris* 2 (2005), 74.
- GIER, Natalie. „Alternative Publikationsformen. Sektion 38 auf dem 94. Deutschen Bibliothekartag“, *ProLibris* 2 (2005), 73.
- HOLSTE-FLINSPACH, Karin. „Alternative Berufsfelder. Eine Start-Up-Veranstaltung beim Bibliothekartag 2005“, *B.I.T. online* 8 (2005), 181-182.
- KESSEN, Kathrin. „Aufbruchstimmung auf dem Bibliothekartag in Düsseldorf“, *ProLibris* 2 (2005), 58-63.
- LEUZE, Jasmin, Adalbert KIRCHGÄSSNER, Dale ASKEY, Hartmut JANCZIKOWSKI und Jürgen PLEININGER. „Es war einen Versuch wert – leider ist er nicht geglückt“. Teilnehmer sagen ihre Meinung zum neuen Konzept des Leipziger Kongresses“, *BuB* 56 (2004), 423-425.
- LÜLFING, Daniela und Irmgard SIEBERT (Hrsg.). *Geld ist rund und rollt weg, aber Bildung bleibt. 94. Deutscher Bibliothekartag in Düsseldorf 2004*. Frankfurt am Main 2006. (Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie/Sonderhefte; 89)
- MORAVETZ-KUHLMANN, Monika. „Wie teuer sind Geschenke – oder: Können wir uns Geschenke und Tausch noch leisten? Bericht über Vorträge und Diskussion anlässlich des Bibliothekskongresses in Düsseldorf am 18.03.2005“, *Bibliotheksdienst* 39 (2005), 774-779.
- PEERENBOOM, Klaus und Irmgard SIEBERT. „Prozessoptimierung am Beispiel der Nutzung der Selbstausleihe. Ein Projekt der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf in Zusammenarbeit mit der 3M Deutschland GmbH“, *Bibliotheksdienst* 39 (2005), 474-486.
- REISSER, Michael, Manfred ROTHE und Bernd SCHLEH. „Gestärkter Dachverband und umstrittenes Konzept. ‚Information Macht Bildung‘: 2500 Bibliothekare und Informationsexperten diskutieren in Leipzig“, *BuB* 56 (2004), 404-417.
- ROTHE, Manfred und Bernd SCHLEH. „Darum ist es am Rhein so schön. Der 94. Deutsche Bibliothekartag in Düsseldorf“, *BuB* 57 (2005), 492-503.
- SCHLEH, Bernd. „So ein bisschen (Fort-)Bildung zielt den ganzen Menschen. Bibliothekare auf den Spuren Heinrich Heines. Große Themenvielfalt in Düsseldorf“, *BuB* 57 (2005), 192-198.
- SIEBERT, Irmgard. „Die Universitäts- und Landesbibliothek – Aufgaben, Leistungen, Struktur und Ziele“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität 2001*. Düsseldorf 2002, 361-372.
- SIEBERT, Irmgard. „Die Universitäts- und Landesbibliothek im 21. Jahrhundert“, in: *Beiträge zum Doppeljubiläum der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf – 25 Jahre Universitäts- und Landesbibliothek, 100 Jahre Landes- und Stadtbibliothek*. Düsseldorf 2004, 31-42. (Schriften der Universitäts- und Landesbibliothek; 37)

- SIEBERT, Irmgard. „Weit entfernt vom Weltniveau? Rede anlässlich der Eröffnung des 94. Deutschen Bibliothekartags am 15.3.2005“, in: LÜLFING und SIEBERT (2006), 17-21.
- STÜHN, Andrea. „Geld ist rund und rollt weg, aber Bildung bleibt. (Heinrich Heine) – Einige Blicke zurück auf den diesjährigen Deutschen Bibliothekartag“, *ProLibris* 2 (2005), 64-70.
- THORMANN, Klaus. „Probleme mit dem Image? Vorträge der Sektion 6 auf dem 94. Deutschen Bibliothekartag am Dienstag, 15.03.2005“, *ProLibris* 2 (2005), 72.
- WIEDER, Joachim. „Der Bibliothekartag in Düsseldorf. 31. Mai bis 3. Juni 1955“, *Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie* 2 (1955), 214-255.

Universitätsrechenzentrum

STEPHAN OLBRICH, NILS JENSEN und GABRIEL GAUS

EVITA – Effiziente Methoden zur Visualisierung in tele-immersiven Anwendungen

Ziel des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Vorhabens und HLRN¹-Großprojekts „EVITA“² ist die Weiterentwicklung und Erprobung des netzverteilten Simulations- und Visualisierungsframeworks DSVR (*Distributed Simulation and Virtual Reality Environment*) im Kontext hochaufgelöster numerischer Simulationen zeitabhängiger Strömungen. Entsprechende Anforderungen liegen beispielsweise bei der Untersuchung von turbulenten atmosphärischen oder ozeanischen Phänomenen, bei Planungsmaßnahmen im Städte- oder Hafenbau und bei der Entwicklung von Maschinen oder Fahrzeugen vor. In vielen Fällen können dabei praktische Versuche aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oder der Machbarkeit nicht durchgeführt werden und werden durch virtuelle Experimentierumgebungen – z. B. einen virtuellen Windkanal – ersetzt.

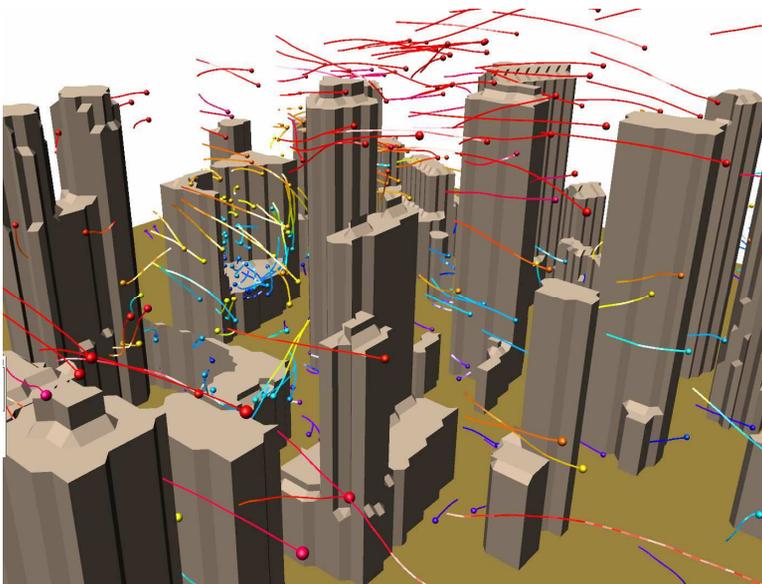


Abb. 1: Interaktive Visualisierung mit DSVR: Simulation der Gebäudeumströmung in einem Stadtteil von Tokio

¹ Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen (<http://www.hlrn.de>).

² DFG-Zeichen: OL 241/1-1, Laufzeit: 1. April 2005 bis 31. März 2007 (2 WM); HLRN-Projektkenung nik00015.

Der bisherige Entwicklungsstand ermöglichte, die Eignung der verwendeten Lösungsansätze in massiv-parallelen Anwendungen zu demonstrieren und im Produktionsbetrieb einzusetzen. Es werden effiziente Algorithmen zur Aufbereitung von gebietszerlegt vorliegenden Simulationsergebnissen und Ergänzungen der Middleware entwickelt, die einer zunehmenden Komplexität der Anwendungen gerecht werden, weitere Daten- und Gittertypen zulassen und zu Verbesserungen bei der Exploration komplexer Skalar- und Vektorfelder führen:

- (a) parallelisierte, eng verzahnte Realisierung der Isosurface-Extraktion aus Skalarfeldern und der Simplifizierung der Polygonkomplexität sowie Varianten beim Rendering;
- (b) *Direct Volume Rendering* von Skalarwerten auf nicht-äquidistanten Gitterpunkten;
- (c) Partitionierter Ansatz zur Strömungsvisualisierung durch Vorverarbeitung in Grafik- und Metadaten sowie eine interaktive, parametrisierte und adaptive 3-D-Darstellung;
- (d) effiziente netzverteilte Ansätze zur visuellen und haptischen³ Darstellung;
- (e) Optimierung der Codierungs-, Transport- und Speicherungstechniken an den Schnittstellen der partitionierten netzverteilten Visualisierungspipeline.

Die Verfahren zur Volumen- und Strömungsvisualisierung werden im Rahmen aufwändiger numerischer Simulationsanwendungen komplexer instationärer Phänomene evaluiert und in Produktivläufen angewandt.

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten

Stand der Forschung

Eine hochaufgelöste Simulation instationärer Strömungsphänomene stellt hohe Anforderungen an die numerischen Verfahren sowie an die Konzepte, Algorithmen und Techniken zur dreidimensionalen Visualisierung bzw. zur Unterstützung der Exploration in mehreren Stufen der Immersion. Entsprechend der darzustellenden skalaren und vektoriellen Ergebnisdatentypen wird bei der Aufbereitung zwischen Volumen- und Strömungsvisualisierung unterschieden. Interaktive Renderingverfahren nutzen geometrie- und voxelbasierte Ansätze. Ergänzend zur visuellen wird die haptische Präsentation einbezogen. Typische Verfahren sind in Tabelle 1 aufgeführt.

An den Modulen der Simulations- und Visualisierungspipeline (siehe auch Abb. 2) und an deren Schnittstellen existieren technisch bedingte Engpässe, die die Komplexität der darstellbaren Simulationsergebnisse einschränken:

- *Rechenleistung*: numerische Simulation, Visualisierungsfiler und -mapper;
- *Datenvolumen/-raten*: Rohdaten, aufbereitete Daten, Geometriedaten, Pixeldaten;
- *Renderingleistung (Polygon- und Pixelraten)*: 3-D-Geometrie- und Voxel-Rendering.

Probleme können bei der Wahrnehmung und Interpretation komplexer Darstellungen auftreten:

³ Bei der Haptik geht es hier um die Nutzung des Tastsinns, z. B. durch den Einsatz von Force-Feedback-Geräten, so genannter *haptic displays*, in einer Virtual-Reality-Anwendungsumgebung.

	3-D-Geometrie-Rendering (Polygone, Linien, Punkte)	Voxel-Rendering (<i>Direct Volume Rendering</i>)
3-D-Skalarfelder visuell	eingefärbte Schnittflächen, Iso-Oberflächen (z. B. <i>Marching-Cubes</i> -Algorithmus)	Transferfunktion (Skalar → Farbe, Transparenz)
haptisch	Transferfunktion (Schnittebene → <i>Spring-and-Mass</i> -Materialmodell)	Transferfunktion (Skalar → Viskosität)
3-D-Vektorfelder visuell	<i>Hedgehog</i> , Strom-, Bahn-, Streichlinien, <i>Illuminated/Haloed/Transparent Lines</i> , Partikelverlagerung, Bänder	3-D-LIC (<i>Line Integral Convolution</i>)
haptisch	Bewegungsabdämpfung und -verstärkung	

Tabelle 1: Kategorisierung von 3-D-Visualisierungsverfahren (Auswahl)

- *Mehrdeutigkeiten* bei vektoriellen 3-D-Darstellungen;
- *Verdeckungseffekte*, z. B.
 - bei der Kombination von Iso-Oberflächen mit weiteren Verfahren;
 - bei zu dichter Platzierung von Linienelementen im Raum;
 - bei ungeeigneten Transferfunktionen (z. B. Opazität bei 3-D-LIC);
- *Bewegtbild-Fehlinterpretationen* durch ungenügende oder schwankende Bildraten.

Die Anforderungen an den Interaktions- und Automatisierungsgrad der Simulations- und Visualisierungsmethoden sowie deren Parametrisierung (z. B. für *Computational Steering*) hängen von den möglichen Betriebsmodi – Batch, Interaktion und Immersion – ab.

In den verschiedenen, für den hier fokussierten Anwendungszweck verfügbaren Produkten und Forschungsanwendungen⁴ wurden so genannte *Problem Solving Environments* bzw. *Virtual Labs* realisiert, die für das Gesamtsystem (a) eine möglichst generalisierte Funktionalität bieten und (b) effizient ablaufen sollen. Teilweise widersprechen sich die beiden letztgenannten Anforderungen, so dass Kompromisse eingegangen werden müssen.

Übersicht über netzverteilte Simulations- und Visualisierungsansätze

Zu den bekannten Lösungsansätzen zu den Aufgabenstellungen, die sich in netzverteilten Simulations- und Visualisierungssystemen (insbesondere in *High-Performance Computing and Networking*-Kontexten) ergeben, gehören:

- geeignete Verteilung der Module der Visualisierungspipeline auf verschiedene spezialisierte Rechner, die über ein Kommunikationsnetz und Speichersysteme – synchron oder asynchron – gekoppelt betrieben werden;
- Skalierung und Latenzreduktion durch
 - Parallelisierung (speziell der Visualisierung), inklusive Unterstützung von Cluster- und Message-Passing-Architekturen (MPI); verfügbare Software ist dagegen oft nur für *Shared-Memory*-Architekturen ausgelegt und unterstützt daher die im Hoch- und Höchstleistungsrechnerbereich eingesetzten Clustertechnologien nicht;

⁴ Z. B. AMIRA, COVISE, DSVR, GeoFEM, pV3, SciRun, VIS-5D, VTK.

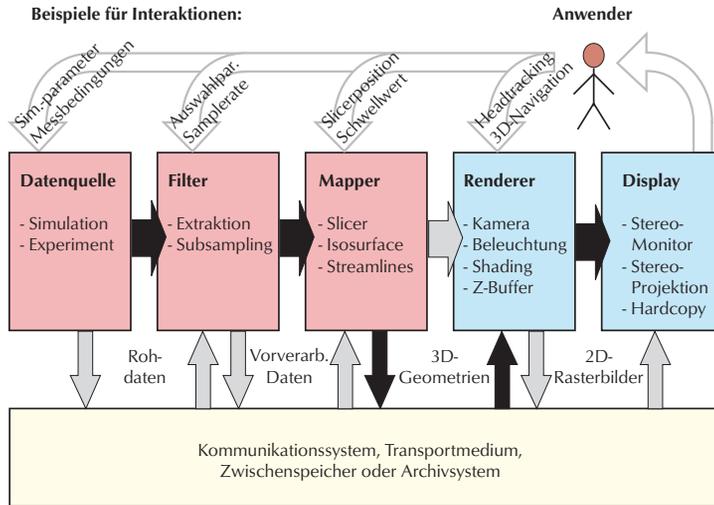


Abb. 2: Visualisierungspipeline: Datenquelle, Filter, Mapper, Renderer, Display. Die unterschiedliche Einfärbung der Module und Verbindungspfade soll die im Projekt verfolgte Partitionierung verdeutlichen.

- Pipelining⁵;
- optimierten Einsatz „schneller Netze“ (z. B. 10-Gbit/s-Ethernet);
- Reduktion des Datenvolumens bzw. der Anzahl von Grundprimitiven durch
 - Datenextraktion mittels *Visualization Filtering* und *Mapping*;⁶
 - Geometrie-Vereinfachung (Reduktion der Polygon-Komplexität);
 - Kompression von 3-D-Szenendaten, z. B. durch MPEG4-BIFS;⁷
- hierarchische Ansätze, z. B. für *Focus-and-Context*-Visualisierung;
- automatisierte und adaptive Verfahren zur
 - daten- und sichtabhängigen Platzierung bei Liniendarstellungen;
 - Extraktion von Merkmalen zur Hervorhebung beim *Direct Volume Rendering* (z. B. im Zusammenhang mit 3-D-LIC-Verfahren),
 - Bereitstellung von Transferfunktionen und Schwellwerten;
- Nutzung von Multimedia- und Internet-Technologien
 - zum netzverteilten WWW-integrierten Abruf von Animationen (Video-Streaming, 3-D-Streaming);

⁵ Daten *in transit*; Streaming, speziell „Streaming HDF5“ (vgl. <http://hdf.ncsa.uiuc.edu/HDF5/> (23.10.2006)), asynchrone I/O.

⁶ *Subsampling*, Iso-Oberflächen, Strom-, Bahn- und Streichlinien.

⁷ Vgl. ISO/IEC 14496-1 (1999).

- zur entfernten Initiierung von Simulations- und Visualisierungsanwendungen (Grid-Computing: *Visualization Grid*, Visualisierungsportal);
- zur *Intra-Stream*-Synchronisierung (konstante Update-Rate);
- zur *Inter-Stream*-Synchronisierung (zeitlich synchronisierte Komposition von 3-D-Szenen).

Die im Rahmen früherer Projekte entwickelte Software DSVR unterstützt bereits mehrere der aufgeführten Ansätze. Im EVITA-Projekt werden weitere Punkte bearbeitet.

Besonderheiten bei der Darstellung dreidimensionaler Strömungsfelder

Die visuelle Darstellung komplexer *instationärer Strömungen* in drei Dimensionen ist nur lückenhaft verstanden und erprobt.⁸ Bei der Aufbereitung von Ergebnissen aus *Grand-Challenge*-Simulationen entstehen vor allem im Zusammenhang mit den gewünschten interaktiven und explorativen Visualisierungsszenarien Probleme durch die Größe der Datensätze. So resultiert eine Rechnung mit einer Auflösung von 1.000³ Gitterpunkten und 1.000 Zeitschritten bei Verwendung einer 64-bit-Genauigkeit in einem 3-D-Strömungsergebnisdatensatz mit einem Datenvolumen von 24 Terabyte. Da diese Datenmenge nur schwer handhabbar ist, wurden Ansätze entwickelt, die auf einer Datenextraktion unmittelbar an der Quelle der auf massiv-parallelen Rechnern gebietszerlegt vorliegenden Daten beruhen und somit die parallele Rechnerarchitektur mit zur effizienten visuellen Aufbereitung nutzen können. Darüber hinaus werden Streamingverfahren eingesetzt, um Verarbeitungs- und Präsentationsmodule im Datenfluss zu koppeln, um letztlich die Zwischenspeicherung großer Datensätze möglichst zu vermeiden und eine zeitnahe Aufbereitung zu unterstützen.⁹

Eigene Vorarbeiten

Am Regionalen Rechenzentrum für Niedersachsen, Universität Hannover, (RRZN)¹⁰ wurden seit dem Jahr 1996 *Virtual Lab*-Komponenten realisiert, um aufwändige numerische Simulationen in einer explorativen Visualisierungs- und Interaktionsumgebung ablaufen zu lassen. Ziel war die Unterstützung der in Abbildung 3 dargestellten Szenarien:

- Client-Server-Beziehung: Präsentation und Exploration;
- *Peer-to-Peer*: Diskussion und Annotation;
- Sekundärnutzung: Capturing und Re-Play.

Es wurden auf technischer Seite *Infrastruktur*,¹¹ *Middleware*¹² und *Anwendungen*¹³ entwickelt, installiert und erprobt. Basis der Softwareentwicklung ist DSVR. Diese Software wurde vom Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V. (DFN-Verein) mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Projekten „DFN-Expo“ (innovative Informationsdienste und Präsentationstechnologien) und

⁸ Vgl. Olbrich *et al.* (2001a).

⁹ Vgl. Ahrens *et al.* (2001), Jensen *et al.* (2002), Olbrich und Pralle (2001) sowie Olbrich *et al.* (2001b).

¹⁰ <http://www.rzn.uni-hannover.de>.

¹¹ *High Performance Computing*, Multimediaausstattung, 3-D-Betrachtung durch virtuelle Realität und Kommunikationsnetze.

¹² Netzdienste sowie Protokolle zur Daten- und Medienkommunikation.

¹³ *Content*-Erstellung, Ergänzung von Interaktionselementen und didaktische Einbindung.

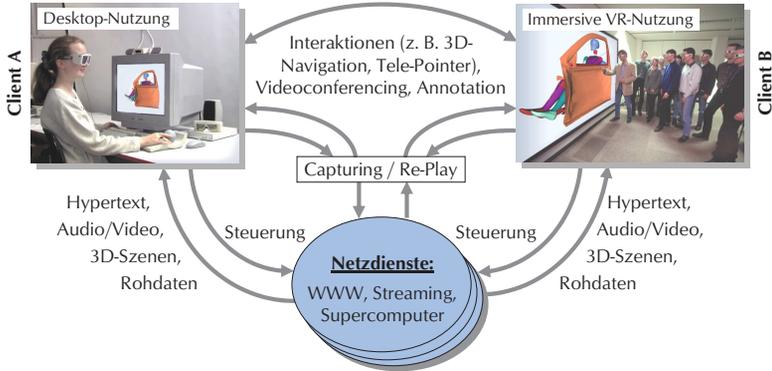


Abb. 3: Modellierung typischer Nutzungsszenarien – Präsentation, Exploration, Diskussion, Annotation, Capturing und Re-Play – in einem verteilten System, hier mit zwei Clients und einer Server-Infrastruktur

„Anwendung der Tele-Immersion in Weitverkehrsnetzen“ (*Grid-Computing* und virtuelle Realität in Gigabitnetzen) entwickelt¹⁴ und inzwischen im Forschungszentrum L3S¹⁵ vom originären E-Science-Anwendungsumfeld in E-Learning-Szenarien adaptiert.¹⁶

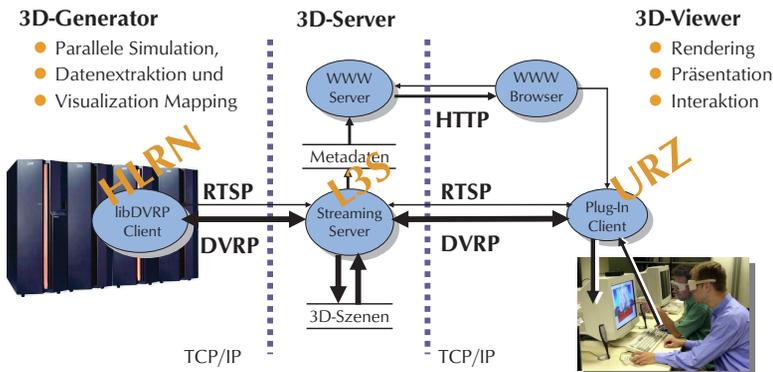


Abb. 4: Drei netzverteilte Prozesse des DSVR-Visualisierungssystems: 3-D-Generator, 3-D-Server und 3-D-Viewer.

DSVR implementiert netzverteilte Module der Visualisierungspipeline (Filter, Mapper, Renderer und Display), wobei bis 2005 die Datenübertragung ausschließlich zwischen

¹⁴ Vgl. Meier *et al.* (2004), Olbrich und Pralle (2001), Olbrich und Pralle (1998), Olbrich und Pralle (1999), Olbrich *et al.* (2001b), Olbrich *et al.* (2001a) sowie Olbrich *et al.* (2002).

¹⁵ Ehemals Learning Lab Lower Saxony (www.l3s.de).

¹⁶ Vgl. Einhorn *et al.* (2003), Jensen *et al.* (2002), Jensen *et al.* (2003a), Jensen *et al.* (2003b), Jensen (2004), Jensen *et al.* (2004a), Jensen *et al.* (2004b) sowie Olbrich und Jensen (2003).

dem so genannten *Visualization Mapping* und dem *Rendering* stattfand (siehe Abb. 4). Im EVITA-Projekt wird die Datenübertragung durch clientseitige Filter und Mapper erweitert. Zu den herausragenden Merkmalen gehören

- *libDVRP*: parallele Aufbereitung von gebietszerlegt vorliegenden Ergebnisdaten;
- *Streaming*: Erzeugung, Transport und Präsentation von 3-D-Daten im Pipelining;
- *interaktive 3-D-Präsentation und -Navigation*: WWW-integrierter Viewer;¹⁷
- *Computational Steering*: Rückkanal zur Steuerung laufender Simulationen.

Parallele Datenextraktion – libDVRP

Der Prozess der Aufbereitung von Simulationsergebnissen in geometrische Beschreibungen von 3-D-Szenen wird als *Visualization Mapping* bezeichnet. Der Visualisierungsprozess beinhaltet den Transport von Rohdaten zu einem Mapping-Prozess, der auf einem separaten Rechner läuft. Bedingt durch die anfallenden großen Datenmengen besteht an dieser Stelle potenziell ein Engpass in Bezug auf verfügbare Datenkapazität und Übertragungsrates. Außerdem kann der Rechenaufwand für das Mapping so hohe Anforderungen stellen, dass zur zeitnahen Aufbereitung wiederum ein Hoch- bzw. Höchstleistungsrechner verwendet werden müsste. Daher wird in DSVR der Ansatz verfolgt, die Verarbeitung unmittelbar an der Datenquelle durchzuführen. In massiv-parallelen Simulationen kann damit die Aufgabe der Datenextraktion (Filter und Mapper) gemäß der ohnehin vorgenommenen Gebietszerlegung ebenfalls parallelisiert ablaufen. Ein weiterer Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass die aufbereiteten Ergebnisse, die visualisiert werden sollen, ein wesentlich geringeres Datenvolumen aufweisen als die Simulationsergebnisse.

Der Ansatz der *parallelen Datenextraktion* wurde als Bibliothek von Visualisierungsfunktionen implementiert, die eine Schnittstelle zu den Programmiersprachen Fortran oder C besitzt. Die Methoden der libDVRP zur Ausgabe der 3-D-Szenensequenzen (a) erzeugen lokal Daten, (b) übermitteln die Daten an einen ftp-Server oder (c) streamen die Daten zu einem speziellen „3-D-Streaming-Server“.

Zur effizienten Codierung der 3-D-Szenen wurde ein binäres Datenformat „DVR“ entwickelt. Das DVR-Format wurde anhand der folgenden Gesichtspunkte entworfen:

- möglichst schneller Transport der Daten;
- möglichst geringer Rechenaufwand bei der Decodierung der Datenströme;
- möglichst effiziente Unterstützung des 3-D-Renderingprozesses.

Über Aufrufe der libDVRP-Schnittstelle können diese Daten direkt generiert werden. Damit ergibt sich eine deutliche Leistungssteigerung der gesamten Visualisierungspipeline gegenüber der vorher üblichen Erzeugung und Weiterverarbeitung von Standardformaten zur Beschreibung von 3-D-Szenen wie dem Klartextformat VRML (*Virtual Reality Modeling Language*).¹⁸ Alternativ können jedoch bei Bedarf auch aus anderen Anwendungen erzeugte VRML-Dateien durch eine separate Software in DVR-Dateien konvertiert werden.

¹⁷ Browser-Plug-in oder javabasiert

¹⁸ Vgl. ISO/IEC 14496-1 (1999).

Streaming

Zu den Engpässen beim Visualisieren zählt die Latenz beim Erzeugen, bei der Übertragung und beim Einlesen von Zwischendateien. Diese Vorgänge werden optimiert, wenn der Verarbeitungsprozess die Daten *by reference* bzw. über *shared memory* übermittelt bekommt oder die Übertragung in einem Datenfluss (Streaming) ohne Zwischenspeicher stattfindet. Die zuletzt genannte Methode ermöglicht auch die zeitlich überlappende Ausführung von gekoppelten Verarbeitungsprozessen.

Das hier implementierte *3-D-Streaming-Verfahren* arbeitet ähnlich dem Video-Streaming und nutzt das Steuerungsprotokoll RTSP (*Real-Time Streaming Protocol*).¹⁹ An Stelle der üblichen Pixelbildsequenzen überträgt es jedoch dreidimensionale geometrische Szenenbeschreibungen. Ein spezialisierter „3-D-Streaming-Server“ stellt Funktionen bereit, um derartige 3-D-Animationen zu speichern und auszuspielen.

Entsprechende Client-Funktionalitäten sind im „3-D-Generator“ (libDVRP) sowie im „3-D-Viewer“ enthalten. Im Wiedergabemodus stehen aus dem Video-Streaming bekannte Funktionen (*Play, Pause, Skip*) zur Verfügung. Der Benutzer wird auf der 3-D-Viewer-Seite visuell über den Fortschritt der Wiedergabe der 3-D-Sequenz informiert. Im Fall der Online-Visualisierung, d. h. bei gleichzeitigem Ablauf von Simulationsrechnung und Visualisierung, kann zudem der Fortschritt der Simulation abgelesen werden. Wiedergabe und Simulation lassen sich durch die Option „track at end“ synchronisieren (*Inter-Stream-Synchronisation*). Die maximale Update-Rate wird durch die Transport- und Renderingzeiten begrenzt. Die gewünschte Rate wird in einem Benutzerdialog vorgegeben. Sollte diese Rate nicht erreicht werden, kann der Benutzer per Option zwischen den Alternativen entscheiden, entweder die vollständige Sequenz auf Kosten der Bildrate zu betrachten oder unter Beibehaltung der *Intra-Stream-Synchronisation* einzelne 3-D-Szenen zu überspringen.

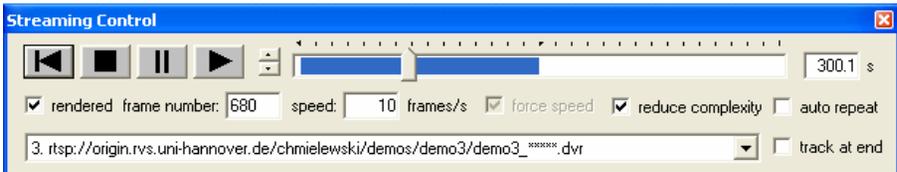


Abb. 5: Interaktionsmenü zur Ausspielung von 3-D-Szenensequenzen

Interaktive 3-D-Präsentation und -Navigation

Der 3-D-Viewer des DSVR-Systems ist als Plug-in zur Einbindung in WWW-Browser ausgelegt. Die Implementierung in C, die auf der 3-D-Grafikbibliothek OpenGL aufsetzt, ermöglicht eine effiziente Multiplattformlösung, mit der unter den Betriebssystemen Microsoft Windows, Linux, SGI Irix, Sun Solaris und HP/UX gute Ergebnisse erzielt wurden. Unterstützt werden auch geräte- und treiberspezifische Erweiterungen, etwa zur Performance-Optimierung, zur Qualitätsverbesserung, zur stereoskopischen Darstellung und zur Mehrflächenprojektion (z. B. Holobench im RRZN, siehe Abb. 6).

¹⁹ Vgl. Schulzrinne *et al.* (1999).

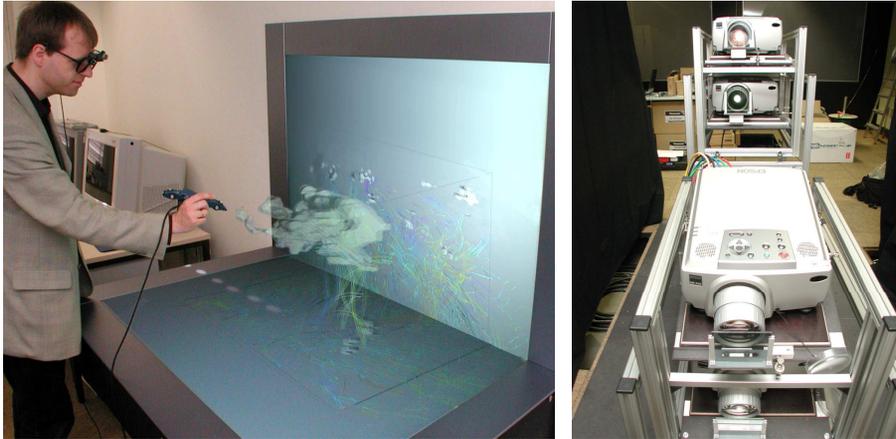


Abb. 6: Holobench – Zweiflächen-3-D-Stereoprojektionstisch am RRZN (je 90 cm x 120 cm, 1.366 x 1.024 Pixel).

Der 3-D-Polygon-Renderer ist mit einer großen Anzahl von Darstellungsoptionen versehen, die über Pop-up-Menüs jederzeit geändert werden können. Dies betrifft beispielsweise das Rendering von grafischen Grundprimitiven wie Punkten, Linien, Polygonen oder Kugeln. In Abbildung 7 ist gezeigt, wie eine 3-D-Szene aus einer gemeinsam mit dem Institut für Meteorologie und Klimatologie an der Universität Hannover durchgeführten Strömungsvisualisierung mit verschiedenen Verfahren gerendert werden kann. So ist es z. B. möglich, nachträglich die Transparenz von Bahnlinien zu verändern und Halos und Beleuchtung hinzuzufügen. Außerdem können Kugelköpfe von Partikelbahnen mit wählbarer Auflösung als Punkte oder platonische Körper dargestellt werden. Schließlich sind sowohl die Linienstärke als auch die Punktgröße – jeweils in Pixel – einstellbar.

Computational Steering

Bei der Betrachtung von Resultaten einer simultan ablaufenden Simulation (*Co-Visualization*) können Parameter interaktiv verändert werden. Die Spezifikation der steuerbaren Parameter und auch die Auswertung der über den Rückkanal des netzverteilten Simulations- und Visualisierungssystems vermittelten Informationen geschehen im Simulationsprogramm mithilfe der Middleware-Schnittstelle libDVRP. Dafür kommen beliebige Parameter infrage. Darüber hinaus erlaubt dieser Mechanismus eine zeitweilige Unterbrechung der Simulation, z. B. um eine Diskussion über die Zwischenergebnisse zu unterstützen.

Ziele und Arbeitsprogramm

Ziel von EVITA ist die Untersuchung, Entwicklung und Erprobung leistungsfähiger Techniken zur multimodalen Exploration von Simulationsergebnissen. Die komplexen Ergebnisse numerischer Simulationen, die auf parallelen Rechnerarchitekturen durchgeführt werden, müssen dazu effizient aufbereitet und mittels visueller und haptischer Virtual-

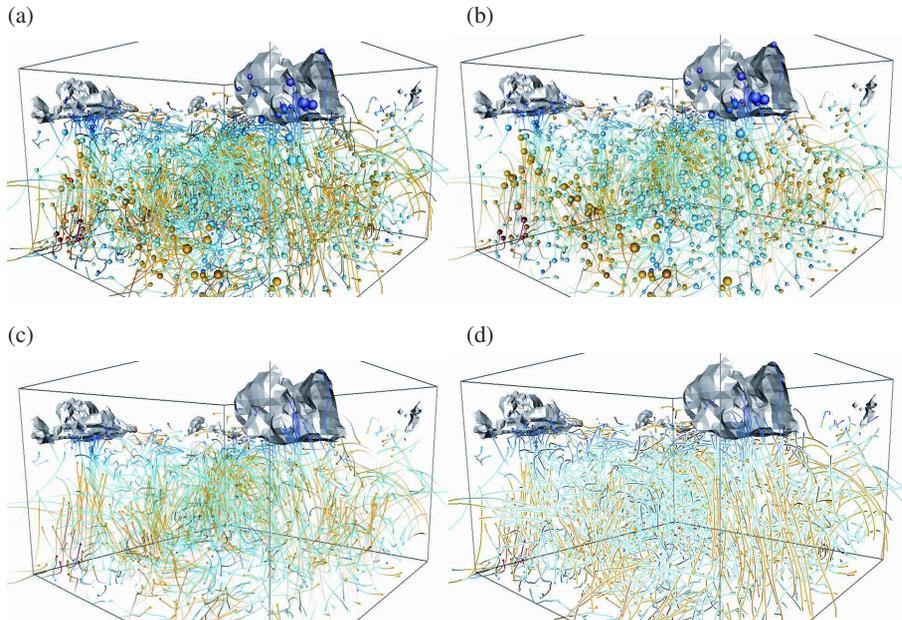


Abb. 7: Beispiele für den Einsatz verschiedener Renderingoptionen zur Strömungsvisualisierung in der Anwendung „Atmosphärische Turbulenz“ (Simulation einer konvektiven Grenzschicht): (a) Partikelverlagerung mit Kugeln und Bahnlinien als *Illuminated Lines* dargestellt; (b) Bahnlinien mit nach hinten zunehmender Transparenz dargestellt; (c) Partikel als Punkte (statt der Kugeln) dargestellt; (d) Bahnlinien als *Haloed Lines* dargestellt. Die Visualisierung der instationären Strömung erfolgte mittels Partikelverlagerung und Bahnlinien (eingefärbt gemäß Temperatur), die Visualisierung der Luftfeuchtigkeit (Wolken) mittels Isosurface.

Reality-Präsentations- und Interaktionstechniken möglichst zeitnah und intuitiv dargestellt werden. Das Projekt dient vor allem zur Ergänzung von Projekten, in denen instationäre (d. h. zeitabhängige) Strömungen in hoher Auflösung auf massiv-parallelen Supercomputern simuliert werden. Exemplarisch sind hierzu die Projekte des Instituts für Meteorologie und Klimatologie (z. B. „Stadt-LES“²⁰ und „Konvektionsorganisation“²¹, Software: PALM²²)²³ sowie des Instituts für Strömungsmechanik („Strömungssimulation von Hafenbecken“²⁴, Software: Telemac) an der Universität Hannover zu nennen. Dort wurde

²⁰ Hochauflösende Grobstruktursimulationen turbulenter Strömungen im Einflussbereich von Gebäuden unter Berücksichtigung thermischer Effekte (DFG-Zeichen: RA 617/6-1, HLRN-Projektkenung nik00008).

²¹ Untersuchung physikalischer Mechanismen zur Zellenverbreiterung und Organisation von Konvektion bei Kaltluftausbrüchen mittels hochauflösender Grobstruktursimulationen (DFG-Zeichen: JA 1115/1-1, HLRN-Projektkenung nik00011).

²² *Parallel Large-Eddy Simulation Model*, Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität Hannover.

²³ Vgl. Raasch und Schröter (2001).

²⁴ SEDYMO – Modelle für die Feinsedimentdynamik in Hafenbecken (HLRN-Projektkenung nii00006).



Abb. 8: Interaktionsmenü zur Fernsteuerung der Simulationsrechnung

das am RRZN entwickelte DSVR-Visualisierungssystem bereits an vorhandene Simulationssoftware angekoppelt und – z. B. zur Erkundung turbulenter Strömungen – praktisch eingesetzt. Jedoch sind noch weitere Untersuchungen und Entwicklungen erforderlich, die im Rahmen des Projekts durchgeführt werden.

A1	Produktionsmäßiger, möglichst komfortabler Einsatz <i>verschiedener Szenarien</i> zur netzverteilten Simulation und <i>multimodalen Präsentation und Interaktion</i> : a) Batch-Simulation und -Datenextraktion mit asynchroner Präsentation; b) Online-Präsentation gemäß Fortschritt der Simulationsrechnung; c) interaktive Simulation und Präsentation, einschließlich der Simulationssteuerung.
A2	Hohe <i>Skalierbarkeit</i> der Simulationsanwendung hinsichtlich Prozessoranzahl, Gitterauflösung und Zeitschrittzahl bei möglichst geringer Belastung des Simulationsprozesses durch die Aufbereitung für die multimodale Präsentation.
A3	Möglichst hoher <i>Automatisierungsgrad</i> der Datenextraktion für Volumen- und Strömungsdaten aufgrund der meist als Batch-Prozess (siehe A1 a)) ablaufenden Simulation.
A4	Unterstützung verschiedenartiger <i>Datentypen, Gitterformen und Gebietszerlegungen</i> .

Übersicht 1: Anforderungen im Projektkontext

Die Anforderungen A1 bis A4 stellen den Ausgangspunkt für die vorgesehenen Arbeiten dar:

- Untersuchungen zur visuellen und haptischen Darstellung in einem verteilten System:
 - Ergänzung durch komplexe, zeitabhängige haptische Präsentationen;
 - optimierte Codierung und Übertragung visueller und haptischer Repräsentationen;
 - flexible Anpassung an Kommunikationsplattformen bis hin zur Offline-Nutzung;
- effiziente Algorithmen zur Aufbereitung gebietszerlegt vorliegender Daten:
 - parallelisierte Isosurface-Extraktion mit integrierter Polygonsimplifizierung;²⁵
 - *Direct Volume Rendering* für Skalarwerte auf nicht-äquidistanten Gittern;
 - neuartige Ansätze zur Strömungsvisualisierung durch Liniendarstellungen.

²⁵ Vgl. Jensen *et al.* (2003b).

Die zu erwartenden Ergebnisse dieses Projekts sind:²⁶

- Erkenntnisse bezüglich des Skalierungsverhaltens gekoppelter hochaufgelöster Simulations- und Visualisierungsanwendungen auf massiv-parallelen Rechnern;
- Studien zur Untersuchung und Entwicklung neuer Algorithmen zur Datenextraktion und -visualisierung hochaufgelöster, zeitabhängiger Skalar- und Vektorfelder;
- Programmpaket und Dokumentation zur anwendungs- und plattformübergreifenden Unterstützung von massiv-parallelen Simulations- und Visualisierungsumgebungen;
- 3-D-Animationen aus Ergebnissen von Simulationsläufen, die im Rahmen der geplanten gekoppelten Anwendungen erstellt werden.

Wissenschaftliche Integration

Bezüglich der Forschung, Entwicklung und Anwendung im Visualisierungsbereich bestehen bereits seit längerer Zeit Kontakte zwischen der Arbeitsgruppe und weiteren deutschen (z. B. im Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ), Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS), Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB)) und internationalen Visualisierungsgruppen. So wurde gemeinsam mit dem ZIB das vom BMBF geförderte DFN-Projekt „Anwendung der Tele-Immersion in Weitverkehrsnetzen“ (2001-2003) durchgeführt.²⁷ Darin wurden die Grundlagen für das DFG-Projekt „EVITA“ sowie das HLRN-Großprojekt „EVITA“ gelegt.

EVITA wird am Forschungszentrum L3S und am Rechenzentrum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf durchgeführt. Das L3S ist eine Zentrale Einrichtung der Universität Hannover und auf dem Gebiet innovativer Informations-, Lern- und Wissenstechnologien international vernetzt.

Die Arbeitsgruppe arbeitet seit vielen Jahren mit verschiedenen Instituten zusammen, die den bisherigen Stand der entwickelten Visualisierungsansätze bereits im Rahmen der Erprobung sowie auch im Produktionsbetrieb angewandt haben. Dazu zählt vor allem die Arbeitsgruppe von PD Dr. Siegfried Raasch im Institut für Meteorologie und Klimatologie (IMUK) an der Universität Hannover. Das bisher größte Szenario, das mit dem am IMUK entwickelten PALM gerechnet wurde, hat eine Dimension von 2.304 x 2.304 x 500 Gitterpunkten und lief auf 192 CPUs einer NEC-SX6 am Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ). PALM wird auch in internationalen Kooperationen (z. B. Japan, Korea) entwickelt und genutzt. Daher besteht weitreichendes Interesse an der DSVR-Software zur Visualisierung von Ergebnissen aus PALM.

Ressourcenbedarf auf dem HLRN-Rechner

Im Rahmen der Entwicklungen, Skalierungstests und Parameterstudien – sowohl Simulations- als auch Visualisierungsparameter – werden auf dem HLRN-Rechner im Wesentlichen zwei verschiedene PALM-Szenarien mit unterschiedlichen Auflösungen und Simulationsbedingungen als Datenquelle für die Visualisierung atmosphärischer turbulenter Konvektionsströmungen verwendet:

²⁶ Der Begriff der Visualisierung steht hier für die verallgemeinerte multimodale Präsentation (visuell und haptisch).

²⁷ Vgl. Meier *et al.* (2004).

- (a) Small_cbl_p3d: 80 x 80 x 50 Gitterpunkte, 300 bis 4.500 Zeitschritte, bis zu acht CPUs, ca. 150 MB Hauptspeicher;
- (b) Large_cbl_p3d: 2.048 x 2.048 x 96 Gitterpunkte, 3.600 Zeitschritte, bis zu 128 CPUs, ca. 150 GB Hauptspeicher, ca. 40 NPL²⁸ Rechenzeitbedarf.

Obige Abschätzung ergibt sich aus Erfahrungen mit bereits durchgeführten Rechnungen im Rahmen von HLRN-Großprojekten des Instituts für Meteorologie und Klimatologie, z. B. nik00008 und nik00011. Der Rechenaufwand unter Einbindung der Visualisierungssoftware liegt dabei etwas über dem für die reine Simulation.²⁹

Szenario (a) dient zur Weiterentwicklung der Visualisierungssoftware DSVR sowie zum grundlegenden Testen von Funktionalitäten. Szenario (b) dient zur Erfassung des Skalierungsverhaltens des gekoppelten PALM/DSVR-Systems hinsichtlich der rechnerbezogenen Aspekte CPU-Bedarf, Kommunikationsanteil und Effizienz bzw. *Speed-up* sowie der auf die Visualisierung bezogenen Aspekte, wie die Variation des Iso-Oberflächenschwellwerts oder die Bewertung verschiedener Polygonreduktions- und Strömungsvisualisierungsverfahren.

Eine hohe örtliche und zeitliche Szenenauflösung ist dabei nicht nur für korrekte Simulationsergebnisse, sondern ebenso für eine Visualisierung in guter Qualität mit interaktiver Wahl der Perspektive und exakter Beurteilungsmöglichkeit des Modellverhaltens von Bedeutung. Eine flüssig ablaufende Darstellung einer Simulation erfordert ca. 25 Bilder pro Sekunde; damit ergibt sich ein Bedarf von 1.500 Zeitschritten, um etwa eine Minute Präsentation zu ermöglichen. Besonders zu Beginn einer Simulation ist in der Regel von einer Visualisierung der Daten keine nennenswerte Information zu erwarten, da sich Turbulenzen, Strömungen und Temperaturverteilungen erst noch ausbilden müssen. Daher wird die Möglichkeit genutzt, zunächst einige „vollständige“ Simulationsläufe durchzuführen und deren Ergebnisse als Ausgangsszenarien für die Parameterstudien zu nutzen. Aufgrund der großen Datenmengen ist ein Kompromiss zwischen Rechenzeit und Speicherkapazität erforderlich.

Da die Visualisierungssoftware aus Effizienzgründen sehr eng in die Berechnungsläufe eingebunden ist, ist es erforderlich, die Simulation von einem Startpunkt aus jeweils neu zu berechnen. Einer der wesentlichen Gründe dafür ist, dass eine vollständige Speicherung der PALM-Ergebnisdaten aufgrund der großen Datenvolumina³⁰ und den daraus folgenden Engpässen in Bezug auf Datenkapazitäten und Datenraten konzeptionell ausgeschlossen ist.

Literatur

AHRENS, J., K. BRISLAWN, K. MARTIN, B. GEVECI, C. C. LAW und M. PAPKA. „Large-Scale Data Visualization Using Parallel Data Streaming“, *IEEE Computer Graphics and Applications* 21(4) (2001), 34-41.

²⁸ „Norddeutsche Parallelrechner-Leistungseinheit“, Abrechnungseinheit des HLRN-Systems (IBM p690). 1 NPL: Gesamtleistung eines Rechenknotens (bestehend aus 32 Prozessoren vom Typ Power 4 mit 1,3 GHz) während einer Stunde.

²⁹ Vgl. Olbrich *et al.* (2001b).

³⁰ Szenario (b): 23 Variablen x 8 Byte/Variable x 2.048 x 2.048 x 96 Gitterpunkte x 3.600 Zeitschritte = 240 Terabyte.

- EINHORN, R., N. JENSEN, S. OLBRICH und K. CHMIELEWSKI. „Aufbau und Entwicklung von Multimedia-Infrastrukturen und -Services für innovative E-Learning-Anwendungen“, in: J. VON KNOP, W. HAVERKAMP und E. JESSEN (Hrsg.). *Security, E-Learning, E-Services. 17. DFN-Arbeitstagung über Kommunikationsnetze, Düsseldorf*. Bonn 2003, 541-567. (GI-Edition. Lecture Notes in Informatics)
- ISO/IEC 14496-1. *Information Technology – Coding of audio-visual objects, Part 1: Systems*. 1999.
- JENSEN, N., S. OLBRICH, H. PRALLE und S. RAASCH. „An Efficient System for Collaboration in Tele-Immersive Environments. 4th Eurographics Workshop on Parallel Graphics and Visualization, Blaubeuren, Germany, 9.-10.09.2002“, in: D. BARTZ, X. PUEYO und E. REINHARD (Hrsg.). *Parallel Graphics and Visualization*. New York 2002, 123-131.
- JENSEN, N., S. SEIPEL, W. NEJDL und S. OLBRICH. „CoVASE – Collaborative Visualization for Constructivist Learning. CSDL 2003 – 5th International Conference on Computer Support for Collaborative Learning. 14.-18.06.2003, Bergen, Norway“, in: B. WASSON, S. LUDVIGSEN und U. HOPPE (Hrsg.). *Designing for Change in Networked Learning Environments*. Dordrecht u. a. 2003.
- JENSEN, N., S. SEIPEL, G. VON VOIGT, S. RAASCH, S. OLBRICH, K. CHMIELEWSKI, R. EINHORN und W. NEJDL. „Heuristic Evaluation of a Virtual Lab System“. Technical Report L3S Q4 2003. VASE 3, L3S. Universität Hannover 2003.
- JENSEN, N. *Supporting Experiential Learning in Virtual Laboratories*. German Online Research Conference. Duisburg 2004.
- JENSEN, N., S. SEIPEL, G. VON VOIGT, S. RAASCH, S. OLBRICH und W. NEJDL. „Development of a Virtual Laboratory System for Science Education and the Study of Collaborative Action“, in: Lorenzo CANTONI und Catherine MCLOUGHLIN (Hrsg.). *Proceedings of the AACE World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2004)*. Lugano 2004a, 2148-2153.
- JENSEN, N., G. VON VOIGT, W. NEJDL und S. OLBRICH. „Development of a Virtual Laboratory System for Science Education“, *Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-enhanced Learning* 6(2) (2004b). <http://imej.wfu.edu/articles/2004/2/03/index.asp> (15.11.2006).
- MEIER, K., C. HOLZKNECHT, S. KABELAC, S. OLBRICH und K. CHMIELEWSKI. „3D Visualization of Molecular Simulations in High-Performance Parallel Computing Environments“, *Molecular Simulation* 30(7) (2004), 469-477.
- OLBRICH, S. und H. PRALLE. „High-Performance Online Presentation of Complex 3D Scenes“, in: H. R. VAN AS (Hrsg.). *IFIP International Conference on High Performance Networking (HPN '98), Vienna, Austria, September 1998*. Dordrecht u. a. 1998, 471-484.
- OLBRICH, S. und H. PRALLE. „Virtual reality movies – real-time streaming of 3D objects“, *Computer Networks – The Challenge of Gigabit Networking*. Selected papers from the TERENA-NORDUnet Networking Conference 1999, June 7-10, 1999, Lund, Sweden). Bd. 31, Nr. 21. Amsterdam u. a. 1999, 2215-2225.
- OLBRICH, S. und H. PRALLE. *A Tele-Immersive, Virtual Laboratory Approach based on Real-Time Streaming of 3D Scene Sequences*. Proceedings of ACM Multimedia Conference 2001. Ottawa 2001.
- OLBRICH, S., H. PRALLE, S. RAASCH und K. MEIER. „Tele-Immersive Visualisierung mittels 3D-Streamingverfahren im Gigabit-Wissenschaftsnetz“, *DFN-Mitteilungen* 57 (2001a), 12-15.
- OLBRICH, S., H. PRALLE und S. RAASCH. *Using Streaming and Parallelization Techniques for 3D Visualization in a High-Performance Computing and Networking Environment*. HPCN 2001 – International Conference on High Performance Computing and Networking Europe, Amsterdam, Netherlands, 25.06.-27.06.2001. In: LNCS. Bd. 2110. Berlin u. a. 2001b, 231-240.

- OLBRICH, S., T. WEINKAUF, A. MERZKY, H. KNIPP, H.-C. HEGE und H. PRALLE. „Lösungsansätze zur Visualisierung im High Performance Computing und Networking Kontext“, in: J. VON KNOP und W. HAVERKAMP (Hrsg.). *Zukunft der Netze. Die Verletzbarkeit meistern. 16. DFN-Arbeitstagung über Kommunikationsnetze, Düsseldorf*. Bonn 2002, 269-279. (GI-Edition. Lecture Notes in Informatics)
- OLBRICH, S. und N. JENSEN. „Lessons Learned in Designing a 3D Interface for Collaborative Inquiry in Scientific Visualization. HCI 2003 – 10th International Conference on Human-Computer Interaction. 22.-27.06.2003, Crete, Greece“, in: C. STEPHANIDIS und J. JACKO (Hrsg.). *Human-Computer Interaction – Theory and Practice*. Bd. 2. Mahwah, NJ, 2003, 1121-1125.
- RAASCH, S. und M. SCHRÖTER. „A Large-Eddy Simulation Model performing on Massively Parallel Computers“, *Meteorologische Zeitschrift* 10 (2001), 363-372.
- SCHULZRINNE, H., A. RAO und R. LANPHIER. *Real Time Streaming Protocol (RTSP)*. RFC 2326, April 1998.

Universitätsprachenzentrum

ELMAR SCHAFFROTH, PETER HACHENBERG und CHIARA DE MANZINI-HIMMIRICH

Kompetent Sprachen lehren und lernen – Das Universitätssprachenzentrum stellt sich vor

Das von der Prorektorin für Internationale Angelegenheiten initiierte Universitätssprachenzentrum¹ ist die jüngste unter den Zentralen Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. 2005 gegründet, ist es seine Aufgabe, Studierende und andere Angehörige der Universität mit hochwertigen, studienbezogenen Fremdsprachenkursen, die sich an den Niveaus des „Europäischen Referenzrahmens für Sprachen“ orientieren, zu versorgen.

Fremdsprachenkurse für Hörerinnen und Hörer aller Fakultäten entsprechen dem Bildungsziel der Europäischen Union, eine polyglotte fachliche Qualifizierung zu erreichen, um den Anforderungen des nicht mehr nationalstaatlich begrenzten Arbeitsmarktes zu entsprechen. Es kann somit nicht mehr nur um den Erwerb von Fremdsprachenkenntnissen gehen, sondern um die fachlich basierte Beherrschung mindestens einer Fremdsprache als Arbeitssprache.

Da die meisten Fächer durch veränderte Qualifikationskontexte einen steigenden internationalen Bezug aufweisen, der sich mit der Einführung international kompatibler, gestufter Studiengänge (mit Pflichtpraktika, die auch im Ausland absolviert werden können) verstärken wird, bleibt die Nachfrage nach Fremdsprachenerwerb nicht auf die klassische Klientel der Studierenden der Fremdsprachenphilologien beschränkt.

Eine organisatorische Schwäche des bisherigen Sprachangebots für Hörerinnen und Hörer aller Fakultäten an der Heinrich-Heine-Universität war die dezentrale Organisation innerhalb der Hochschule. Durch die Gründung des Universitätssprachenzentrums werden die Kurse von der universitären Öffentlichkeit nun als integrativer Bestandteil des akademischen Lehrangebots wahrgenommen. Unter dem Dach des „USZ“ werden Anfänger- und Fortgeschrittenenkurse sowie landeskundlich und fachsprachlich orientierte Veranstaltungen in zahlreichen Fremdsprachen und ein breites Angebot in Deutsch als Fremdsprache gebündelt und zentral vermarktet.²

¹ Vgl. Borsò (2005: 44f.).

² Siehe die Homepage des USZ unter <http://www.usz.uni-duesseldorf.de> (26.09.2006).

Struktur des Universitätssprachenzentrums

Das USZ besteht aus zwei Abteilungen, der Abteilung I (Studienggebiet Deutsch als Fremdsprache) und der Abteilung II (Moderne Fremdsprachen), denen jeweils eine Leiterin bzw. ein Leiter vorsteht.

Die Organe des USZ sind das Direktorium, die Geschäftsführung und der Wissenschaftliche Beirat.

Das Direktorium leitet das USZ und besteht aus dem Direktor (bzw. der Direktorin) und seinen beiden Stellvertretern. Diese Positionen werden von einer Lehrstuhlinhaberin bzw. einem Lehrstuhlinhaber aus den Bereichen Anglistische Sprachwissenschaft, Germanistische Sprachwissenschaft und Romanistische Sprachwissenschaft besetzt. Damit ist gewährleistet, dass Fachleute, d. h. Sprachwissenschaftler, für die genuinen Belange des USZ verantwortlich zeichnen: für die Rekrutierung von Lehrpersonal, die Organisation sowie für Inhalte und Durchführung des Lehrprogramms. Dem Direktorium obliegt zudem die Qualitätskontrolle am USZ, wobei es die Expertise des Wissenschaftlichen Beirates aus Fakultätsvertretern heranziehen kann.

Der Geschäftsführer (bzw. die Geschäftsführerin) führt die Geschäfte des USZ und ist dem Direktorium bei der Erfüllung seiner Aufgaben verantwortlich. Zu den Aufgaben des Geschäftsführers gehören z. B. die Erarbeitung der Jahresplanung, die Erstellung des Jahresberichtes, die Einberufung der Sitzungen des Direktoriums und die Unterrichtung des Direktoriums in Angelegenheiten von grundsätzlicher Bedeutung. Der Geschäftsführer des USZ ist gleichzeitig Leiter einer der beiden Abteilungen – die jeweils andere Abteilung leitet die stellvertretende Geschäftsführerin bzw. der stellvertretende Geschäftsführer. Derzeit ist Dr. Peter Hachenberg, Leiter der Abteilung I, Geschäftsführer des USZ und Dott.ssa Chiara de Manzini-Himmrich, Leiterin der Abteilung II, stellvertretende Geschäftsführerin. Geleitet wird das USZ seit seiner Gründung von Univ.-Prof. Dr. Elmar Schafroth (Romanistik).

Der Wissenschaftliche Beirat setzt sich zusammen aus je einer Professorin bzw. einem Professor aus den Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität. Er berät das USZ in Fragen von grundsätzlicher wissenschaftlicher und organisatorischer Bedeutung.

Aufgaben und Ziele

Das USZ unterstützt die Fakultäten und wissenschaftlichen Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität und deren Mitglieder und Angehörige bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben durch Angebote im Bereich der Fremdsprachenausbildung, insbesondere durch

- die Organisation und Durchführung von studienvorbereitenden und -begleitenden, auch fachsprachlich orientierten Deutschkursen für internationale Studierende sowie die Abnahme der entsprechenden Prüfungen und Zertifizierungen. Diese Aufgabe obliegt der Abteilung I des USZ, „Studienggebiet Deutsch als Fremdsprache“;
- die Organisation und Durchführung von studienbegleitenden und -vorbereitenden curricularen und optionalen, auch fachsprachlich orientierten Fremdsprachenkursen sowie die Abnahme der entsprechenden Prüfungen und Zertifizierungen. Hierfür ist die Abteilung II des USZ, „Moderne Fremdsprachen“, verantwortlich.

- die Veranstaltung von Sprach- und Kulturkursen für Externe (z. B. im Rahmen der Düsseldorfer Sommeruniversität).

Moderne Fremdsprachen

Das Programm des USZ im Bereich „Moderne Fremdsprachen“ umfasst ein weit gefächertes Spektrum an allgemein- und auch fachsprachlich ausgerichteten Fremdsprachenkursen. Insbesondere die letztere Domäne soll künftig im Sinne einer stärkeren Orientierung an den fächerspezifischen *skills* ausgebaut werden. So existieren bereits Kurse zur fachbezogenen Texterschließung und zur kommunikativen Kompetenz (etwa Englisch, Italienisch und Spanisch für Mediziner oder Italienisch, Französisch, Spanisch und Tschechisch für Historiker, Italienisch für Studierende der Kultur- und Medienwissenschaften oder Französisch für Juristen). Weitere Kurse, besonders für Studierende der Wirtschaftswissenschaften, sollen hinzukommen. Geplant sind dabei Lehrveranstaltungen, in denen z. B. Verhandlungsgespräche, Firmen- und Projektpräsentationen oder E-Mail-Korrespondenz in einer Fremdsprache geübt werden.

Es versteht sich von selbst, dass alle Sprachkurse gemäß den Vorgaben des „Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen“, der integraler Bestandteil des Europäisierungsprozesses der Universitäten ist, konzipiert werden. Für alle Sprachkurse werden künftig zudem *credit points* vergeben. Die Anbindung an Zertifizierungssysteme wird verstärkt ausgebaut.³

Welche Sprachen werden derzeit vom USZ angeboten? Neben den „klassischen“ europäischen Sprachen Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch, für die mehrere Kurstypen und -niveaus eingerichtet wurden, gibt es – mindestens – Grund- und Aufbaukurse in Chinesisch, Japanisch, Neugriechisch, Niederländisch, Polnisch, Portugiesisch, Russisch, Thai und Tschechisch.

Des Weiteren werden Vorbereitungskurse auf die „DELE“-Prüfungen des Instituto Cervantes angeboten, um den Erwerb des offiziellen Sprachdiploms „Spanisch als Fremdsprache“ (*Diplomas de Español como Lengua Extranjera*, DELE) zu ermöglichen.

Zu einer Düsseldorfer Besonderheit gehören die in der vorlesungsfreien Zeit angebotenen Intensivkurse für Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch, die insbesondere (aber nicht ausschließlich) für angehende Studierende eines Romanistik- oder Anglistik-Bachelorstudiums gedacht sind, um das Studieneingangsniveau für Englisch bzw. für die erste romanische Sprache des Bachelorstudiengangs „Romanistik“ (für die zweite romanische Sprache werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt) noch vor Studienbeginn zu ermöglichen.

Ebenfalls in Form von Intensivkursen, bisher in Englisch und Französisch, wird Studierenden von Master- und Promotionsstudiengängen (z. B. für den Masterstudiengang „Las Américas/The Americas/Les Amériques“) die Möglichkeit geboten, die geforderten Sprachniveaus zu erreichen (ein Kursbeispiel: „English for academic purposes: understanding scientific and academic texts“).

Dieser Sektor wird ebenfalls erweitert werden, so dass schon bald etwa Italienischkurse für das deutsch-italienische Promotionsprogramm „Interkulturalität und Kommunikati-

³ Das USZ ist Mitglied im „Arbeitskreis der Sprachenzentren“ (AKS), der Interessenvertretung der Sprachenzentren an deutschsprachigen Hochschulen.

on“ (Düsseldorf/Triest) oder Französischkurse für das deutsch-französische Doppeldiplom (Düsseldorf/Nantes) Bestandteil des USZ-Angebots sein werden.

Für Studierende der Heinrich-Heine-Universität, die im Rahmen ihres Studiums oder ihrer Weiterbildung (Praktika, Austauschprogramme) einen Aufenthalt im Ausland planen, werden des Weiteren kompakte Intensivkurse in der vorlesungsfreien Zeit angeboten. Das jetzige Programm (Niederländisch, Tschechisch und Russisch) für September 2006 und Februar/März 2007 wird ab Sommer 2007 erweitert.

Das Universitätssprachenzentrum als Partner des Konfuzius-Instituts an der Heinrich-Heine-Universität

Das USZ ist zudem Kooperationsinstitut bei der Errichtung eines Konfuzius-Instituts an der Heinrich-Heine-Universität. Dabei handelt es sich um ein von chinesischer Seite über die Botschaft der Volksrepublik mit der Heinrich-Heine-Universität und der Landeshauptstadt Düsseldorf initiiertes Gemeinschaftsvorhaben. Es trägt dazu bei, das institutionelle Netz zur Förderung der deutsch-chinesischen Zusammenarbeit in Düsseldorf zu verstärken. Die entsprechende Vereinbarung zwischen Universität, Stadt und chinesischer Seite wurde am 27. Juni 2006 unterzeichnet.

Das mit dem nationalen chinesischen Erziehungsministerium assoziierte Office of Chinese Language Council International (Hanban) – vergleichbar mit dem Goethe-Institut oder dem British Council – hat die Aufgabe, zur weltweiten Verbreitung der chinesischen Kultur und Sprache beizutragen. Hanban etabliert dazu an interessanten Standorten auf allen Kontinenten Konfuzius-Institute, vorzugsweise in Zusammenarbeit mit Universitäten. Das erste Institut entstand 2004 in Seoul, in Deutschland wurden unter anderem ein Hauptstadtinstitut in Berlin sowie ein Institut in Erlangen-Nürnberg gegründet. Als Partner für den Aufbau des Düsseldorfer Konfuzius-Instituts steht die renommierte Beijing Foreign Studies University (BFSU) zur Verfügung.

Das Konfuzius-Institut in Düsseldorf wird chinesische Sprachkurse und -tests, Seminare zur Landeskunde und zur Kultur, spezielle Veranstaltungen für Firmenkunden, eine umfangreiche Bibliothek sowie eine weitere Palette von Aktivitäten anbieten.

Zur Geschichte des Studiengbietes Deutsch als Fremdsprache

Die Geschichte des Studiengbietes Deutsch als Fremdsprache (DaF) lässt sich zurückverfolgen bis ins Jahr 1981. Auf Initiative des damaligen Lehrstuhlinhabers für Germanistische Sprachwissenschaft, Georg Stötzel, der im Jahr 2001 emeritiert wurde, wurden die seinerzeit verstreut stattfindenden „Deutschkurse für Ausländer“, wie es damals hieß, zusammengefasst und unter das Dach des „Lehrgebietes Deutsch als Fremdsprache (DaF)“ gestellt, das von dieser Zeit an als Unterabteilung der Germanistischen Sprachwissenschaft fungierte. Die erste offizielle Deutschprüfung für ausländische Studienbewerberinnen und -bewerber fand im Oktober 1981 statt. Über die Jahre veränderte sich das Deutschkursprogramm für internationale Studierende, wie sie neuerdings in Anlehnung an den englischen Sprachgebrauch immer häufiger genannt werden, gemäß den Anforderungen der Zeit. Zusätzlich zu den auf das Studium vorbereitenden Sprachkursen wurde ein studienbegleitendes Programm entwickelt, das sich vor allem – wenn auch nicht ausschließlich –

an ERASMUS-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer und andere Austauschstudierende wendet. Nach der Neubezeichnung „Lehr- und Forschungsgebiet DaF“ in den 1980er Jahren erfolgte 1998 die Umbenennung in „Studiengbiet Deutsch als Fremdsprache“, das schließlich 2005 seine Dienste unter das Dach der Zentralen Einrichtung „Universitäts-sprachenzentrum“ stellte.⁴

Aufgabenbereiche des Studiengbietes Deutsch als Fremdsprache

Studienvorbereitende Sprachkurse und Sprachprüfungen

Ein Kernbereich der Aufgaben des Studiengbietes DaF ist nach wie vor die Ausbildung internationaler Studienbewerberinnen und -bewerber im Hinblick auf die obligatorische „Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang“ (DSH), die bundesweit neben dem „Test Deutsch als Fremdsprache“ (TestDaF) die Standardprüfung vor der Aufnahme eines Hochschulstudiums in Deutschland darstellt und auf einer Rahmenordnung von Hochschulrektoren- und Kultusministerkonferenz beruht.⁵ Zur Vorbereitung auf die DSH werden verschiedene Kurstypen angeboten, die allesamt entgeltpflichtig sind, so zehnwöchige Intensivkurse mit insgesamt 200 Unterrichtsstunden (Entgelt: 600 €) und zweiwöchige Kurse mit 60 Unterrichtsstunden (Entgelt: 300 €). Im Sommersemester 2006 besuchten ca. 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer diese Kurse. Diejenigen, die den Zehnwochenkurs wählen, werden als ordentliche Studierende mit dem Status „Besucher/-in Deutschkurs“ eingeschrieben, Kurzzeitteilnehmerinnen und -teilnehmer werden nicht immatrikuliert.

Studienbegleitendes Sprachkursprogramm

Das Studiengbiet organisiert ein umfangreiches, studienbegleitendes Deutschkursprogramm, das sich einerseits an Studierende wendet, die die DSH bereits bestanden haben, aber ihr Deutsch weiter verbessern wollen, und andererseits an im Rahmen von ERASMUS oder anderen Abkommen eingeschriebene Studierende sowie Gastwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler. In einigen Bachelor- und Masterstudiengängen ist eine obligatorische, zumindest aber anrechenbare Deutschausbildung für internationale Studierende vorgesehen, so bereits als obligatorisches Sprachpraxismodul für internationale Studierende im BA-Programm des Instituts für Sprache und Information. Für den erfolgreichen Besuch der Sprachkursveranstaltungen können an Austauschstudierende im Rahmen des European Credit Transfer System (ECTS) *credit points* vergeben werden. Insbesondere ERASMUS-Studierende (z. B. aus den Wirtschaftswissenschaften) benötigen für ihre Heimatuniversitäten fast durchgängig entsprechende Leistungspunkte aus Deutschkursen.

⁴ Jedoch bleibt laut § 6 (1) der Geschäftsordnung des USZ vom 7. Dezember 2005 die Zugehörigkeit des Studiengbietes Deutsch als Fremdsprache zum Germanistischen Seminar (Lehrstuhl für Germanistische Sprachwissenschaft) von der Zugehörigkeit zum USZ unberührt (Amtliche Bekanntmachungen der Heinrich-Heine-Universität Nr. 20/2005, 12. Dezember 2005).

⁵ Die an der Heinrich-Heine-Universität noch geltende Prüfungsordnung vom 20. März 2001 wird gegenwärtig novelliert und an die „Rahmenordnung über Deutsche Sprachprüfungen für das Studium an deutschen Hochschulen“ (Beschluss des 202. Plenums der Hochschulrektorenkonferenz vom 8. Juni 2004 sowie der Kultusministerkonferenz vom 25. Juni 2004) angepasst. Seit 2002 ist das Studiengbiet auch lizenziertes Institut zur Abnahme des TestDaF, einer international einheitlichen Deutschprüfung, die mehrmals pro Jahr abgenommen und von TestDaF-Institut in Hagen erarbeitet wird. Sowohl die DSH als auch der TestDaF sind entgelt- bzw. gebührenpflichtig (DSH: 100 €, TestDaF: 130 €; Stand: Juni 2006).

Im Sommersemester 2006 wurden von der Grund- bis zur Oberstufe 15 solcher Kurse im Umfang von zwei bis vier Semesterwochenstunden (SWS) angeboten – insgesamt 41 SWS. An diesem Programm, das sich ausschließlich aus den Entgelten der oben beschriebenen studienvorbereitenden Kurse und Prüfungen finanziert, nahmen im Sommersemester 2006 ca. 300 Studierende teil. Die Tendenz ist eindeutig steigend.

Internationale Sommerkurse

Eine feste Größe im Angebot des Studiengbietes DaF sind seit vielen Jahren die Internationalen Sommerkurse, die seit 2004 unter dem Dach der Düsseldorfer Sommeruniversität stattfinden. Das Kursangebot richtet sich an Studierende und Berufstätige aus aller Welt und umfasst Kurse für die Grund-, Mittel- und Oberstufe gemäß den Niveaustufen A1 bis C2 des „Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen“. Während der Sprachkurse können die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht nur ihre Deutschkenntnisse verbessern, sondern auch Düsseldorf und seine Umgebung in abwechslungsreichen Exkursionen kennen lernen. An den Sommerkursen 2005 nahmen 136 Deutsch Lernende teil, die vornehmlich aus Japan, China, Russland, Spanien und Italien sowie aus weiteren, überwiegend europäischen Ländern stammten.

Multimediales Deutschlernen

Für alle bisher genannten Kurse bietet das Studiengbiet umfangreiche Möglichkeiten des multimedialen Lernens an. Die Palette reicht vom Online-Training für die DSH – ein bundesweit einmaliges Online-Trainingprogramm mit kompletten Prüfungen und Selbstevaluation – bis zur Möglichkeit des mobilen Deutschlernens (28 Notebooks) für Hörerinnen und Hörer aller Fakultäten mit neuen Medien (Internet und CD-ROM) im Rahmen des Projektes „Notebook University“ der Heinrich-Heine-Universität. Auf den Servern der Philosophischen Fakultät liegt eine Vielfalt weiterer Software, die über das Inter- oder Intranet erreichbar ist.

Zusatzqualifikation Deutsch als Fremdsprache

Seit dem Wintersemester 2004/2005 bietet das Studiengbiet DaF die so genannte „Zusatzqualifikation Deutsch als Fremdsprache“ an, ein fächerübergreifendes, insgesamt sechs SWS umfassendes Wahlmodul im Rahmen des Bachelor- und Masterstudiengangs Germanistik und anderer Studiengänge der Philosophischen Fakultät sowie des Studium Universale. Zielgruppe sind deutsche und ausländische Studierende, die im Rahmen einer Auslandstätigkeit (z. B. als Lektorin bzw. Lektor des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes (DAAD), Sprachassistentin bzw. Sprachassistent, Dozentin bzw. Dozent des Goethe-Instituts oder als einheimische Lehrkraft im Ausland) oder im Unterricht mit Jugendlichen oder Erwachsenen an nicht-schulischen Trägern im Inland (z. B. Goethe-Institute, Volkshochschulen und andere öffentliche Träger, private Sprachschulen usw.) das Deutsche als eine fremde Sprache unterrichten wollen. Der Bedarf ist – nicht zuletzt aufgrund des neuen Zuwanderungsgesetzes – sehr hoch und kann bei weitem nicht gedeckt werden. 35 Plätzen steht eine Nachfrage von etwa 150 Bewerbungen pro Turnus

gegenüber. Es bestehen deshalb Überlegungen, das Programm im Hinblick auf eine gebührenpflichtige Zusatzqualifikation auszuweiten.

Internationale Beziehungen

Im Laufe der letzten 25 Jahre hat das Studiengebiet ein vielfältiges Geflecht von Beziehungen zu ausländischen Partnern weltweit aufgebaut. Stellvertretend seien hier genannt der sehr fruchtbare Austausch mit der Ryukyu-Universität, Okinawa (Japan), sowie insbesondere die ebenfalls sehr intensiven Beziehungen mit Chinas renommiertester Fremdsprachenhochschule, der Beijing Foreign Studies University (BFSU), die seit Juni 2006 offizielle Partnerhochschule der Heinrich-Heine-Universität und – wie schon erwähnt – Kooperationsinstitut bei der Errichtung des Konfuzius-Instituts Düsseldorf ist.

Literatur

BORSÒ, Vittoria. „Internationalisierung als Aufgabe der Universität“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004*. Düsseldorf 2005, 33-49.

**Sammlungen in der Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf**

SILVIA BOOCHS

Die Faksimile-Sammlung Urselmann in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Faksimiles ersetzen – wenn sie gut gemacht sind – für einen Großteil aller wissenschaftlichen Fragestellungen die Einsichtnahme in das Original. Sie ermöglichen in der Regel, alle äußeren Details der Schrift und der Illustration, ja sogar des Einbandes nicht nur zu betrachten, sondern auch wissenschaftlich zu untersuchen. Nur dort, wo zum Beispiel die haptische Beschaffenheit des Pergaments oder der innere, nicht sichtbare Aufbau des Einbandes eine Rolle spielen, bleibt es zwingend, das Original zu konsultieren. Doch für den weitaus überwiegenden Teil der historischen, philologischen und kunsthistorischen Fragestellungen bietet das gut gemachte Faksimile alles Notwendige.

Faksimiles können so dazu dienen, den nicht zu bestreitenden Nachteil des Unikatcharakters gerade von mittelalterlichen Handschriften aufzuheben: die Zerstreung der Überlieferung auf Bibliotheken und Archive in der ganzen Welt, die den einzelnen Wissenschaftler immer wieder zu weiten und kostspieligen Reisen zwingt. So manches Forschungsvorhaben scheitert so allein an Kosten und Aufwand solcher Reisen.

Dieses Problem besteht auch in der Lehre und Ausbildung, denn Studierende haben in der Regel noch geringere Möglichkeiten, zu den Originalen zu reisen. Überdies werden diese durch zu starke Benutzung gefährdet. In der Lehre ist es zwar sinnvoll, eine größere Zahl von Studierenden schon früh an eine Arbeit mit den Quellen heranzuführen, damit sich aus dieser die kleinere Zahl derer herausbilden kann, die sich später tatsächlich wissenschaftlich mit ihnen auseinandersetzen will und kann. Es wäre jedoch verantwortungslos, wertvolle Handschriften Semester für Semester durch Dutzende von Händen gehen zu lassen. Faksimiles sind zwar ihrerseits auch nicht ohne Wert, jedoch nimmt sich dieser im Vergleich relativ gering aus. Sie ermöglichen daher bei gezielter Sammlung unabhängig vom Ort der Aufbewahrung der Originale eine Verbesserung der Situation von Forschung und Lehre an einer Universität. Nicht zufällig richteten sich daher schon seit langem verschiedene Sammlungsbestrebungen innerhalb der Heinrich-Heine-Universität auf den Erwerb von Faksimiles, so etwa im Bereich der Älteren Germanistik und der Älteren Anglistik. Die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf (ULB) hat einen Grundstock aus der früheren Landes- und Stadtbibliothek übernommen und nach Möglichkeit versucht, diesen zu erweitern.

Diesen Bestrebungen sind jedoch wegen der hohen Kosten guter Faksimiles enge Grenzen gesetzt. Mehrere Tausend € pro Band sind hier eher die Regel als die Ausnahme. Diese Kosten ergeben sich aus dem sehr aufwändigen Herstellungsprozess. Jedes Detail, jede Farbschattierung, auch jeder Schaden der Vorlage muss exakt reproduziert werden. Das erfordert spezielle Verfahrensweisen und vor allem Spezialisten, die in der Lage sind,

das zu tun. Von vornherein steht dabei fest, dass die Kosten dafür nicht über eine große Auflage erwirtschaftet werden können, sondern sich über wenige, an Liebhaber zu verkaufende Exemplare amortisieren müssen. Dabei haben die Verlage die öffentliche Hand nur am Rande im Blick. Vielmehr konzentrieren sie sich auf nahe liegenden wie nachvollziehbaren Gründen auf finanzkräftige private Sammler. Trotz aller Vorteile, die Faksimiles für Forschung und Lehre bieten, ist deshalb festzustellen, dass sie sich in Anbetracht immer leerer werdender öffentlicher Kassen nicht im wünschenswerten Maße in frei zugänglichen Bibliotheken befinden.

Neuerdings wird vielfach als Ausweg aus dieser Kostenproblematik die Digitalisierung von Handschriften propagiert, jedoch kann diese tatsächlich nur begrenzt Abhilfe schaffen. Denn abgesehen davon, dass eine gute Digitalisierung nicht billig ist und daher von den aufbewahrenden Institutionen schon allein quantitativ nur sehr begrenzt durchgeführt werden kann, ist es dem Digitalisat so gut wie unmöglich, hinsichtlich der Übereinstimmung mit dem Original mit einem guten Faksimile zu konkurrieren. Insbesondere ist es sehr schwer, wirklich farbechte Digitalisate herzustellen, und selbst wenn sie erzeugt werden können, muss auch der Computer des Benutzers entsprechend kalibriert sein, um sie nutzen zu können. Digitalisierung kann daher niemals das Original oder das Faksimile ersetzen, sobald farbgetreue Abbildungen erforderlich sind. Und das trifft insbesondere auf die kunsthistorische Auswertung von Prachthandschriften zu, die ihrerseits häufig als Faksimile reproduziert werden, weil sie die Sammelleidenschaft eher anregen als die in der Realität viel häufigeren, aber weitgehend schmucklosen Gebrauchshandschriften.

Eine solche Sammelleidenschaft hat die Düsseldorfer Brüder Hans († 2003) und Heinz Urselmann über Jahre hinweg angetrieben. Sie trugen nach und nach eine bedeutende Sammlung von fast 90 Faksimiles mit den dazugehörigen Kommentarbänden und Dokumentationsmappen, 50 wertvollen Kunstbüchern und 26 einzelnen Dokumentationsmappen zusammen, die im Sommer 2005 der ULB als Geschenk übergeben wurde.

Der Bestand ist außerordentlich breit gefächert, sowohl im Hinblick auf den zeitlichen als auch den inhaltlichen Rahmen. Nachbildungen wie die des *Book of Kells* aus der Zeit um 800, Besonderheiten wie das Buchaltärchen Philipps des Guten aus dem 15. Jahrhundert, zahlreiche Stundenbücher, die nicht nur durch ihre außergewöhnlichen Einbände beeindruckend, das gewichtige, ca. 14 Kilogramm schwere Graduale von St. Katharinental (um 1312), großformatige Bibeln wie die wertvolle neunbändige Wenzelsbibel bis hin zu Partituren von Haydn und Mozart gehören dazu.

Die Sammlung wurde also nicht um einen inhaltlichen Schwerpunkt herum aufgebaut, sondern ermöglicht es dem Interessierten in ihrer weit gefächerten Streuung, einen ebenso weit gefächerten Überblick über wichtige Stilentwicklungen und Etappen der abendländischen Buchillustration zu gewinnen. Sie dient also in besonders hohem Maße der Lehre, zumal sie bereits vorhandene Bestände ergänzt und wesentlich erweitert. Dies aus eigenen Mitteln zu erreichen wäre angesichts der Haushaltslage auch in Jahrzehnten nicht durchführbar gewesen. Es ist allerdings kaum möglich, den finanziellen Wert der Sammlung exakt zu beziffern, denn zahlreiche Bände sind bereits vergriffen und daher gar nicht mehr oder nur zu einem erhöhten Preis zu beschaffen. Über Geld redet man zudem angesichts des großzügigen Mäzenatentums der Brüder Urselmann nicht unbedingt offen; allenfalls über eine Größenordnung, und die liegt deutlich im Bereich eines Einfamilienhauses, wobei offen bleiben soll, ob dieses eher auf dem Land oder mehr in der Düsseldorfer Innen-

stadt liegen sollte. So ist die ULB in Vertretung der Universität den Brüdern Urselmann zu außerordentlichem Dank verpflichtet – zumal die Schenkung der Sammlung nicht ihr einziges Engagement darstellt. Die Übernahme zahlreicher Buchpatenschaften für die Restaurierung von Handschriften und Alten Drucken ist ebenfalls hervorzuheben.

Im Folgenden sollen einige herausragende Stücke aus der Sammlung Urselmann kurz vorgestellt werden. Es handelt sich um Werke aus dem Faksimile Verlag Luzern, der die freundliche Genehmigung zum Abdruck ausgewählter Seiten erteilt hat.

***Book of Kells* (um 800)**

Faksimile *Dublin, Trinity College: Ms. 58 (A 1.6.)*

Zusammen mit dem *Book of Lindisfarne* zählt das *Book of Kells* zu den Hauptwerken der insularen Buchkunst. Es ist wohl die berühmteste und bekannteste Handschrift der Bibliothek des Trinity College in Dublin, beindruckend besonders durch ihre Größe, Gestaltung und Ausschmückung.

Bis heute ist nur die Provenienz aus dem Kloster Kells, County Meath in Irland, gesichert: Hier wurde das Buch – nach einem Diebstahl im Jahr 1007 im Boden vergraben – wieder aufgefunden. Die Entstehung auf der Insel Iona (Insel vor der Westküste Schottlands) und die Datierung in die Zeit um 800 sind Hypothesen. Das Evangeliar ist nicht vollständig erhalten: Einige Einleitungsseiten zu Beginn der Evangelien fehlen, und das Johannesevangelium endet in der Mitte des 17. Kapitels. Der Text der Evangelien ist eine Mischung des Textes der Vulgata mit vielen Worten und Texten, die durch die insulare Kirche aus einer frühen altlateinischen Bibelübersetzung tradiert wurden. Neben den vier Evangelien sind andere Texte enthalten, so Kanontafeln, die seinerzeit von Eusebius von Cäsarea (nach 260-339) zusammengestellte Konkordanzverzeichnisse enthalten, *Breves causae*, *Argumenta* und Kommentare sowie für das Kloster Kells wichtige besitzrechtliche Urkunden oder Briefe.

Die großartige Qualität des in insularer Unziale von vermutlich drei Händen geschriebenen Manuskripts lässt darauf schließen, dass es in einem herausragenden Skriptorium seiner Zeit entstanden sein muss. Von den insgesamt erhaltenen 680 Seiten sind nur zwei ohne farbige Ausschmückung. Ganzseitige Porträts, die einleitenden Textseiten zu Beginn der Evangelien und die zahlreichen Illustrationen und Ornamente sind in keiner anderen Handschrift in solcher Fülle vorhanden. Drei Maler lassen sich unterscheiden: der „Goldschmied“, der den Eindruck von Metallarbeiten hervorrufen konnte, der „Illustrator“, der Figuren und Szenen gestaltete, und der „Porträtmaler“. Allerfeinste Pinselstriche ermöglichten die mikroskopisch kleinen verschlungenen Linien, die komplizierteste Muster bilden. Die Farben bestehen aus mineralischen Pigmenten, oder es wurden Pflanzen- oder Tierfarben verwendet, jedoch kein Gold. Besonders hervorzuheben ist die ausgefeilte Technik, Farbschichten so aufzutragen, dass damit besondere Farb- und Lichteffekte erreicht werden.



Folio 188^r: Initialierseite Q[oniam] zum Beginn des Lukasevangeliums (Originalformat ca. 33 × 35 cm; nach der Faksimile-Edition des Faksimile Verlags Luzern – <http://www.faksimile.ch>)

Bamberger Apokalypse (1000-1200)

Faksimile *Bamberg, Staatsbibliothek: Ms. Bibl. 140*

Bis 1803 befand sich im Besitz des Bamberger Kollegiatsstiftes St. Stephan eine Handschrift, deren Entstehungszeit nur annähernd bestimmt werden kann. Sicher ist nur durch einen in den alten Bibliotheksverzeichnissen erwähnten Schenkungsvermerk, dass sie von Kaiser Heinrich II. (1002-1024) und seiner Gemahlin Kunigunde dem Stift übereignet wurde. Der Schenkungsvermerk befand sich auf dem Einband, der, mit Gold und kostbaren Steinen versehen, 1803 von der scheinbar wertlosen Handschrift getrennt versteigert wurde und seitdem verschwunden ist. Seit 1805 befindet sich die Handschrift im Besitz der heutigen Staatsbibliothek Bamberg.

Während der Ottonischen Zeit nahm das Reichenauer Skriptorium eine führende Stellung ein. Hier entstand die für ihre Zeit einzigartige *Bamberger Apokalypse* vermutlich im ersten Viertel des 11. Jahrhunderts. Wegen des in ihr enthaltenen Kaiserbildes wird angenommen, dass sie von Kaiser Otto III. (980-1002) in Auftrag gegeben worden sein könnte, aber nach wie vor ist unklar, ob es sich bei der Abbildung um Otto III. oder Heinrich II. handelt.

Apokalypsen sind Texte, die sich mit dem Weltende befassen, meist verbunden mit Vorstellungen von Weltgericht und -erneuerung. Die Offenbarung des Johannes ist die einzige Version, die sich im Neuen Testament wiederfindet. Während im Hoch- und Spätmittelalter Apokalypsedarstellungen weit verbreitet sind, sind sie im Frühmittelalter eher selten. In der vorliegenden Handschrift wurde nun hierzu nach dem Kaiserbild und der symbolischen Darstellung von Tugend und Laster noch in einzigartiger und ungewöhnlicher Weise ein liturgisches Buch, ein Evangelistar, angefügt. Ein Evangelistar enthält die für die Messliturgie benötigten Lesungen aus den vier Evangelien. Während bei der Ausschmückung des Apokalypseteils Gold überwiegt, wird im Evangelistar Silber bevorzugt, außerdem enthält es fünf ganzseitige Miniaturen, während im Apokalypseteil 50 Illustrationen vorhanden sind. Im Apokalypseteil beginnen die Sätze vorzugsweise mit „Et ...“. Hier war der Miniator gezwungen, ein und denselben Buchstaben immer wieder anders zu gestalten: Eine geniale Idee war es deshalb, den Buchstaben mal in kapitaler, mal unzialer Schreibweise darzustellen.

cipulis eius quia surrexit. & ecce precedet
uos in galileam. Ibi eum uidebitis: ecce
predixi uobis.



Folio 69^v: Die drei Frauen am Grab (Originalformat ca. 29,5 × 20,4 cm; nach der Faksimile-Edition des Faksimile Verlags Luzern – <http://www.faksimile.ch>)

Buch der Welt – *Sächsische Weltchronik* (um 1225)

Faksimile *Gotha Forschungs- und Landesbibliothek: Ms. Memb. I 90*

Der Begriff „Weltchronik“ steht für eine Gattung der Geschichtsschreibung bzw. -dichtung, die schon seit der Antike gepflegt wurde. Sie spannt in der Regel den Bogen von der Erschaffung der Welt bis zum Jüngsten Gericht und bietet kompendienartig das historische Wissen der jeweiligen Zeit. Das Gothaer Exemplar der *Sächsischen Weltchronik* – sie wurde zeitweise Eike von Reggow zugeschrieben – enthält die älteste erhaltene Fassung in niederdeutscher Sprache.

Einleitend wird die Geschichte von der Herkunft der Sachsen erzählt. Danach beginnt die Chronik mit dem Schöpfungstag, der auf den 18. März (!) festgelegt wird. Ihr Schwerpunkt liegt in der Darstellung der Ereignisse um die Wende vom 12. zum 13. Jahrhundert im dänisch-norddeutschen Raum. Die Zeitreise endet mit Friedrich II. (1194-1250), dem letzten Stauferkaiser. Es folgen tabellarische Übersichten zur Geschichte des Frühchristentums und zur Welt-, Papst- und Kaisergeschichte, die Genealogie der Welfen und die der mit dem Welfenhaus verwandten Grafen von Flandern. Zusammenfassend gibt das Buch den umfassendsten Überblick über Welt-, Reichs-, Kirchen- und Landesgeschichte, der von der Historiographie des Mittelalters in volkssprachlicher Form herausgebracht wurde.

Die Handschrift wurde fast ausschließlich von nur einem Schreiber angefertigt, zwei weitere Hände der gleichen Zeit haben sie vollendet. Besonders hervorzuheben ist das hier perfekt gelungene Zusammenspiel von Bild und Schrift: Die Illustrationen stehen genau neben dem zugehörigen Text; als eine Art bildlicher Kommentar erläutern sie den Inhalt und verdeutlichen den Erzählverlauf der durchlaufend geschriebenen 10.000 Textzeilen.

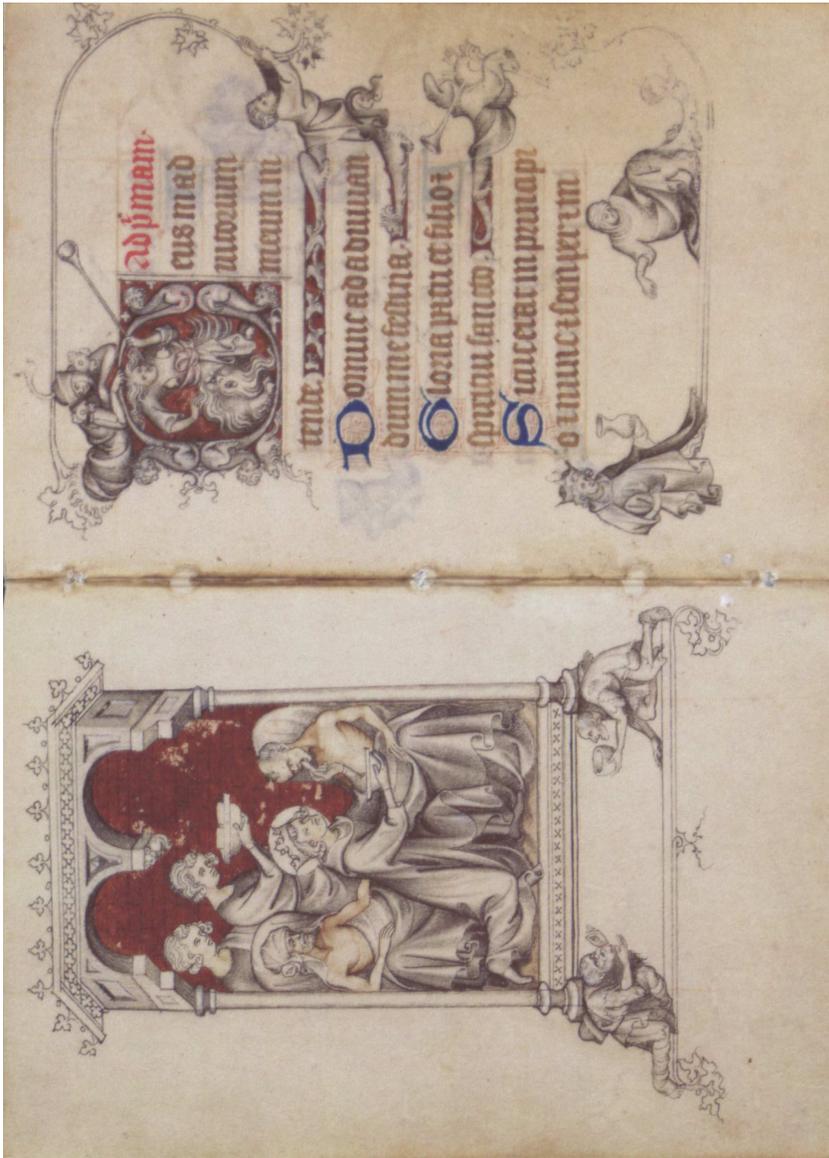
Unter den 43 erhaltenen Versionen der *Sächsischen Weltchronik* – davon nur vier mit Illustrationen – ist das Gothaer Exemplar wohl das älteste. Die Datierung der Handschrift ist nicht eindeutig festzulegen. Aufgrund paläographischer und kunsthistorischer Vergleiche wird ihre Entstehung um 1275 angenommen. Bis zum 17. Jahrhundert wurde sie in Wittenberg aufbewahrt, danach befand sie sich in Gotha. Als Kriegsbeute des Zweiten Weltkrieges wurde sie 1946 nach St. Petersburg verschleppt und kehrte erst zehn Jahre später nach Gotha zurück.

Stundenbuch der Jeanne d'Evreux (1325-1328)

Faksimile New York, The Metropolitan Museum of Art: The Cloisters: Acc. No. 54.1.2.

Eines der kleinsten Stundenbücher der Welt wurde für Jeanne d'Evreux (vor 1313-1371), die dritte Gemahlin König Karls IV. von Frankreich (1294-1328, König seit 1322) angefertigt, das sie vermutlich im Jahr der Hochzeit erhielt. Drei Jahre später starb der letzte König aus dem Hause der Capetinger. Die Thronfolgestreitigkeiten lösten den 100-jährigen Krieg zwischen Frankreichs und England aus. Während ihrer langen Witwenschaft spielte Jeanne d'Evreux eine führende Rolle am französischen Hof, war Kunstmäzenin und förderte und unterstützte die Kirche. In Ihrem Testament vermachte sie das *bien petit livret d'oraisons* dem regierenden König Karl V. (1338-1380, König seit 1364) aus dem Hause Valois, später befand sich die Handschrift im Besitz von dessen Bruder Jean, Duc de Berry (1340-1415). Beide zählen zu den größten Bibliophilen ihrer Zeit; Karl V. allein besaß über 900 Handschriften.

Im 12. Jahrhundert entwickelte sich das Genre der Stundenbücher: Gebets- und Andachtsbücher, bestimmt für den persönlichen Gebrauch adeliger Laien. Das hier vorliegende beginnt mit einem Kalender, in dem die wichtigsten Heiligenfeste festgehalten sind. Das Marienoffizium enthält den Gebetszyklus, der sich an die Jungfrau Maria richtet, das Ludwigoffizium Gebete, die dem erst 1297 heiliggesprochenen König Ludwig IX. (1214-1270) gewidmet sind. Die in ihrer Klarheit und Eleganz beeindruckenden 25 Miniaturen sowie alle Initialen wurden bis ins kleinste Detail von Jean Pucelle († 1334) geschaffen. Er benutze dazu die Demigrisaille-Technik, eine in ihrer Zartheit an Elfenbeinschnitzerei erinnernde Grau-in-grau-Malerei. Durch die Schattierungen der Farbe Grau konnte er einen dreidimensionalen Raumeindruck schaffen, der ganz dem von Italien her beeinflussten Kunstgeschmack der Zeit entsprach. Ebenso herausragend sind die unzähligen virtuos gestalteten Drölerien, die sich auf fast allen Seiten tummeln: Sie zeigen Figuren mit unterschiedlichsten Musikinstrumenten oder auch Waffen, Ritter in obskuren Rüstungen sowie Tanz- und Spielszenen. Insgesamt schmückten das Stundenbuch über 700 virtuos gestaltete Marginalfiguren und 115 figürliche Initialen; sie geben ein anschauliches Bild der damaligen Zeit wieder.



Ludwigsoffizium folio 142^v: Speisung der Kranken / folio 143^r: AD PRIMAM Deus in adiutorium meum intende... (Originalformat 9 x 6 cm; nach der Faksimile-Edition des Faksimile Verlags Luzern – <http://www.faksimile.ch>)

Ottheinrich-Bibel (um 1425)

Faksimile München, Bayerische Staatsbibliothek: Cgm. 8010/I.2.

Otto Heinrich von der Pfalz (1502-1559), ein umfassend gebildeter Renaissancefürst, war leidenschaftlicher Büchersammler. Seinem Engagement ist es zu verdanken, dass 1556 in der Heidelberger Heilig-Geist-Kirche die „Pfälzische Landesbibliothek“ entstand. Durch den „Ottheinrichsbau“ auf dem Schlossgelände sollte neuer Raum geschaffen und die Grundlagen für die „Bibliotheca Palatina“ gelegt werden. Seine testamentarischen Bestimmungen sorgten für finanzielle und personelle Ausstattung der Bibliothek in der Zukunft.

Vor 1530 erwarb er die später nach ihm benannte Prachtbibel, die bereits rund 100 Jahre vorher entstanden war. Auftraggeber war ursprünglich der Wittelsbacher Ludwig der Bärtige von Bayern-Ingolstadt (1365-1447), der die Handschrift in Regensburg, wo man seit dem 10. Jahrhundert auf die Herstellung von Prachthandschriften spezialisiert war, anfertigen ließ. Diese erste bekannte Ausgabe des Neuen Testaments in frühneuhochdeutscher Sprache wurde zweispaltig in einer monumentalen Textualis geschrieben. Die beiden hervorragenden Maler, die die Handschrift illuminierten, sind nach den Evangelien benannt, die sie ausgeschmückt haben: Matthäus- und Markusmeister.

Als Ottheinrich die Bibel erwarb, waren die Illustrationen noch nicht fertiggestellt. Mit der Ausführung der Miniaturen beauftragte er den Lauinger Maler Mathias Gerung (um 1500-1568/70), der, von ihm hoch geschätzt, noch öfter für Ottheinrich arbeiten sollte. Gerung benutzte für seine Arbeit auch Motive aus Holzschnitten Dürers und Cranachs, aber es gelang ihm in Vollendung, das 100 Jahre zuvor festgelegte ikonographische Programm zu befolgen: Neben den für die Illustrationen vorgesehenen freien Stellen befanden sich (und befinden sich noch heute) Maleranweisungen in lateinischer Sprache.

Während des 30-jährigen Krieges gelangte nach der Eroberung Heidelbergs 1622 die Handschrift nach München, dann nach Gotha. Die ursprünglich einbändige Bibel wurde Ende des 19. Jahrhunderts in acht Teilbände zerlegt, von denen die beiden ersten Anfang des 20. Jahrhunderts wieder zusammengebunden wurden. Die Bände 3 bis 6 und 8 befinden sich heute wieder in Heidelberg, die Bände 1/2 und 7 konnten von der Bayerischen Staatsbibliothek München aus Privatbesitz erworben werden.

Marcus

wider. Vnd sy liessen die schar.
Da namen sy in also da: er
was in dem schiff: vnd zway
andere schiff waren mit ym.
Vnd ist war den ein gross ge-
witer der wint. vnd die küll
liessen sich in das schiff: also
das das schiff erfüllt ward.
Vnd er was in dem hundertten
des schiffs schlufft auf einem
füll. vnd sy weckten in auff.
vnd sprachen zu ym. Was ist
es gehört dir nicht zu das wir

verderben. Vnd da stand er
auff vnd brot dem wint. vnd
er sprach zu dem vier. Schweig
vnd verthum. Vnd der wint
hört auff: vnd ist ein grosse
still werden. Vnd er sprach zu
in. Was leyt ir vordag: Noth
dann habt ir nicht den gelau-
ben. Vnd sy vordachten sich mit
grosser vordacht. Vnd sy sprach
zu euander. Wänt du wer ist
der: wanu der wint vnd das
mer gehorlamet ym.



Indem Jhesu der zween z. den
andern nicht zu dem schiff ist
er in einem schiff: als sy zu
den andern sprachen: Was ist
es gehört dir nicht

Das v. Capitel
Vnd da sy über
mer gefürten
da kamen sy in
das reich gena-

lenorum. Vnd da sy aus giengt
von dem schiff: zu hant lieff
ym ein mensich engegten von
den grebern mit dem vrannt
geilt: der het sein wanig in

***De Sphaera* (um 1470)**

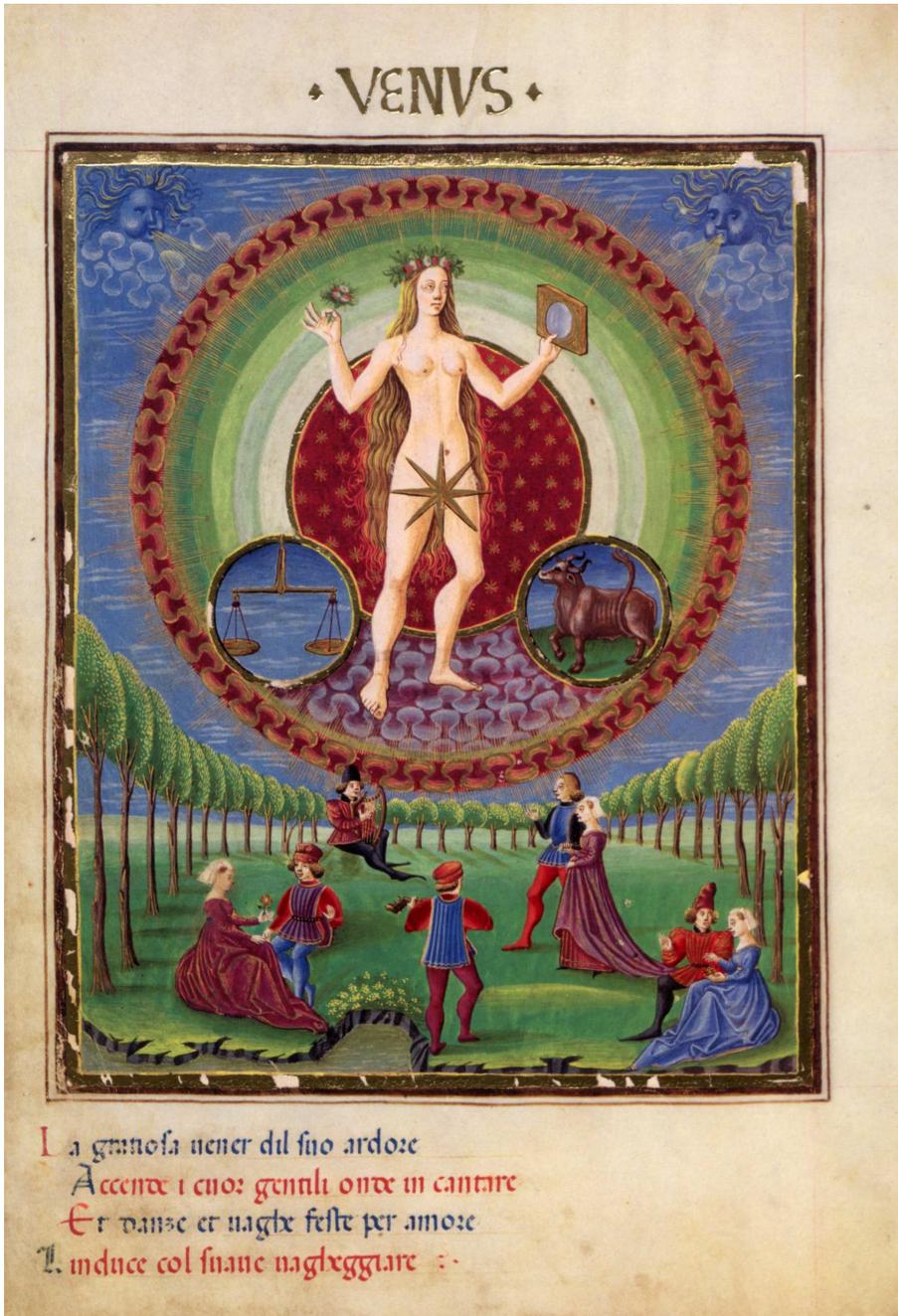
Faksimile Modena, Biblioteca Estense: α.X.2.14. = Lat.209

Die Astronomie und die Astrologie gehören zu den ältesten aller Wissenschaften. Der Ursprung der Sterne, ihr Weg am Himmel und die Frage nach dem Einfluss der Kräfte des Himmels auf das irdische Leben beschäftigten die Menschen schon in längst vergangenen Zeiten.

Mailand war in der Zeit der Renaissance eines der Zentren der italienischen Astrologie. An den Höfen der Visconti und später der Sforza war genauso wie in der Bevölkerung der Glaube an die Kraft der Sterne tief verwachsen. Hier entstand die zunächst namenlose Handschrift als Werk eines anonymen Autors. Ein Schreiber ließ sich auch nicht ermitteln, und so erhielt die Handschrift den Namen *De Sphaera coelestris et planetarum descriptio*, kurz: *De Sphaera*. Der Weg der Handschrift von Mailand nach Ferrara und später von dort nach Modena wird mit der Hochzeit Anna Sforzas mit dem zukünftigen Fürsten Alfonso d'Este (1491) in Zusammenhang gebracht.

15 ganzseitige Miniaturen, neun astronomische Zeichnungen und eine „Klimatafel“ werden dem Buchmaler Cristoforo de Predis (1440/1445-vor 1487) zugeschrieben. Predis war seit seiner Geburt – vermutlich in Mailand – taubstumm. Die körperliche Behinderung könnte die künstlerische Sensibilität des begabten Buchmalers verstärkt haben. Er galt um 1471 als der herausragende Miniator am Hofe der Sforza.

Auf insgesamt nur 32 Seiten wird vor und nach den Miniaturen das damalige Wissen über die astronomischen Gegebenheiten des von der Erde aus sichtbaren Himmels auf astronomischen Zeichnungen festgehalten. Die Erde wird als Zentrum des Universums verstanden, ganz entsprechend der ptolemäischen Theorie, dass die Sterne das Schicksal der Menschen beeinflussen. Die Miniaturen der Versoseiten beginnen mit einer Darstellung der Wappenembleme der Visconti und der Sforza und beschreiben die Planeten Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond. Den Planeten zugeordnet sind die jeweiligen Sternzeichen. Die gegenüberliegenden Seiten beinhalten Szenen, die die guten oder schlechten Einflüsse veranschaulichen, die von den Planeten bzw. Sternzeichen ausgehen. Diese und auch die beiden Landschaftsbilder, die sich topographisch in die Ebene einordnen lassen, geben ein überaus lebendiges und detailliertes Bild der Zeit und der Lebensgewohnheiten wieder.



Folio 9^v: VENUS *La gratiosa uener dil suo ardore...* (Originalformat 24,5 × 17 cm; nach der Faksimile-Edition des Faksimile Verlags Luzern – <http://www.faksimile.ch>)

Schwarzes Stundenbuch (um 1475)

Faksimile *New York, Pierpont Morgan Library: M. 493*

Ein Grund für die große Bedeutung dieser Handschrift wird schon durch ihre Benennung deutlich: Neben den luxuriösen Purpur-Handschriften, deren Pergamentseiten seit der Spätantike rot eingefärbt bzw. getränkt wurden, bilden die „schwarzen“ Handschriften eine ähnlich kostbare, besondere Gruppe, von der weltweit nur noch drei Exemplare in gebundenem Zustand erhalten sind. Die Handschrift entstand um 1475 in Brügge, damals eine der Handelsmetropolen Europas und durch seine Weltoffenheit auch Anziehungspunkt für die Kunst. Hier und in Gent ließen sich zahlreiche Buchmaler nieder und es entwickelte sich bald ein Zentrum der Buchmalerei.

Schwarz galt am burgundischen Hof als Farbe der vornehmen Lebensart. Zur Herstellung der Handschrift wurde ausschließlich geschwärztes Pergament verwandt. Dies war aufwändig, musste doch das Pergament mit Ruß behandelt oder, wie in diesem Fall, in einer Eisen-Kupfer-Lösung eingefärbt werden. Die Haltbarkeit und die Geschmeidigkeit des Materials wurden dadurch allerdings sehr beeinträchtigt. Als Tinten oder Farben kamen außer Gold- und Silbertinte nur Blattgold, Bleiweiß und Deckfarben in Frage. Das *Schwarze Stundenbuch* zeichnet sich durch die ganzseitigen Miniaturen aus, die aufwändig von strahlend blau grundierten Bordüren umgeben sind, die Initialen smaragdgrün hinterlegt. Der Text ist durchgehend mit Silbertinte geschrieben, die Kapitelanfänge sind mit Goldtinte hervorgehoben.

Der Auftraggeber der Handschrift ist unbekannt. Sicher ist nur, dass sie im Umfeld des burgundischen Hofes zur Zeit Karls des Kühnen († 1477) erstellt wurde. Das Stundenbuch ist vom Inhalt her sehr konventionell. Enthalten sind Kalender, Heilig-Kreuz- und Heilig-Geist-Horen, Marienmesse, Marienoffizium, Bußpsalmen, Litanei und Totenoffizium. Seltsamerweise zeigt dieses so ungewöhnliche und anspruchsvolle Buch keinerlei persönliche Bezüge zu seinem Auftraggeber oder Besitzer; weder Besitzerzeichen noch Wappen sind vorhanden. Auch der Meister des *Schwarzen Stundenbuches* ist nach wie vor unbekannt; es sind keine Vergleichshandschriften vorhanden.



Folio 29^v: Mariae Verkündigung (Originalformat 17 × 12 cm; nach der Faksimile-Edition des Faksimile Verlags Luzern – <http://www.faksimile.ch>)

Musterbuch des Giovannino de Grassi (Ende 14. Jahrhundert)

Faksimile Bergamo, Biblioteca Civica „Angelo Mai“: Cassaf. 1.21

Erst nach mühevollen Recherchen konnte der maßgebliche Künstler ermittelt werden, nach dem letztendlich das vorliegende Musterbuch benannt wurde: Giovannino de Grassi († 1397). Grassi war Schüler von Giotto di Bondone (wahrscheinlich 1266-1337) und Taddeo Gaddi (um 1300-1366). Er arbeitete zuerst in Florenz, später in Mailand. 1389 erstmalig als Maler an der Kathedrale von Mailand erwähnt, wurde er 1391 als *campo-maestro* bezeichnet. Er war als Zeichner und Bildhauer, Planer und Baumeister am Bau des Mailänder Domes beteiligt, der 1386 begonnen wurde.

Giovannino de Grassis Vielseitigkeit und scharfe Beobachtungsgabe waren die Grundlage für die Entwicklung eines ganz eigenen Stils. Die von ihm ausgemalten erhaltenen Handschriften zeichnen sich durch ihre schier unerschöpfliche Phantasie in der Ausgestaltung der Bordüren aus. Auf lebhafteste Weise stellt er wilde Tiere und Vögel in eine genau beobachtete Naturlandschaft. Das vorliegende, am Hofe der Visconti entstandene Musterbuch ist ein prägnantes Beispiel für seine Kunstfertigkeit. Doch nur einige Lagen der Handschrift lassen sich Grassi zuschreiben, der Rest dürfte durch die Hände seiner unmittelbaren Nachfolger und in seiner Werkstatt entstanden sein. 77 Zeichnungen und ein Alphabet aus 24 Buchstaben bilden die Vorlagen für Künstler, die hier Muster für ihre eigenen Arbeiten finden konnten. Die Zeichnungen sind höchst unterschiedlich: Blumen- und Wappentypen, Haus- und exotische Tiere sowie Bordüren und Friese – ein Alphabet, dessen Buchstaben aus menschlichen und tierischen Figuren zusammengesetzt sind.

Die Handschrift wurde auf Ziegenpergament geschrieben. Die Zusammenstellung der 62 Seiten der Handschrift erscheint willkürlich. Alle Lagen haben unterschiedliche Formate, selbst innerhalb einer Lage sind die Blätter verschieden beschnitten. Man kann davon ausgehen, dass zumindest im ersten Jahrhundert nach dem Entstehen der Zeichnungen die einzelnen Blätter im Bedarfsfall Malern und Zeichnern zur Verfügung gestellt wurden, sie also unabhängig voneinander aufbewahrt wurden. Erst Ende des 16. Jahrhunderts wurde das Buch in die Form gebracht, die wir heute vorfinden.



Folio 30': das „Figurenalphabet“ (Originalformat 26 × 18,6 bis 22,7 × 17 cm; nach der Faksimile-Edition des Faksimile Verlags Luzern – <http://www.faksimile.ch>)

UTE OLLIGES-WIECZOREK

Ein „wahres Arkadien“ – Die Thomas-Mann-Sammlung Dr. Hans-Otto Mayer (Schenkung Rudolf Groth) in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Als ein „wahres Arkadien“ für die Forschung rühmte der Düsseldorfer Germanist und Thomas-Mann-Forscher Univ.-Prof. Dr. Herbert Anton vor einigen Jahren die Thomas-Mann-Sammlung Dr. Hans-Otto Mayer (Schenkung Rudolf Groth) in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf (ULB). Nirgendwo sonst sei derart komprimiert und kompakt Leben, Werk und Wirkungsgeschichte Thomas Manns in Dokumenten und Sekundärliteratur zusammengefasst wie in dieser Sammlung.¹ Die Thomas-Mann-Sammlung der ULB stellt in der Tat neben dem Thomas-Mann-Archiv der Eidgenössischen Hochschule in Zürich und dem Buddenbrookhaus in Lübeck die bedeutendste Forschungsstätte zu Thomas Mann und seiner Familie im deutschsprachigen Raum dar. Archiv, Museum und Dokumentationsstätte – so könnte man die unterschiedlichen Zielsetzungen dieser drei Einrichtungen grob unterscheiden. Mit ca. 400 Benutzern im Jahr und Hunderten von schriftlichen und mündlichen Anfragen ist die Thomas-Mann-Sammlung die am höchsten frequentierte Sondersammlung der ULB. Ihre Nutzer sind nicht nur die Studierenden und Lehrenden der Heinrich-Heine-Universität; regelmäßig wird sie von vielen auswärtigen Gästen aus aller Welt konsultiert.

Die Thomas-Mann-Sammlung Dr. Hans-Otto Mayer wurde 1969 mit Hilfe einer Spende des Bankiers Rudolf Groth durch die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. von dem Düsseldorfer Buchhändler und Germanisten Dr. Dr. h. c. Hans-Otto Mayer erworben und der Universität Düsseldorf gestiftet. Seit 1980 befindet sie sich als Präsenzbibliothek in der ULB in eigenen Räumen im ersten Lesegeschoss der Zentralbibliothek.

Entstehungsgeschichte der Sammlung

Der Düsseldorfer Buchhändler und Germanist Hans-Otto Mayer hatte aus Faszination für den Autor bereits in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts mit der systematischen Sammlung der Werke Thomas Manns begonnen. Hans-Otto Mayers Interesse an Thomas Mann wurde schon als Jugendlicher durch die Lektüre der *Buddenbrooks* geweckt. Seine Begeisterung für das Werk, für das Thomas Mann 1929 den Nobelpreis erhalten hatte,

¹ Vgl. (1992: 8).

erklärte Mayer in einem Vortrag vor der Thomas-Mann-Gesellschaft in Lübeck am 28. Januar 1981 folgendermaßen:

Dieser Roman vom Niedergang des Großbürgertums wurde mir zur ersten faszinierenden Lektüre meines Lebens, sie öffnete mir die Gedankenwelt Thomas Manns und führte mich zu einer mein ganzes Leben dauernden Beschäftigung mit dem unermesslichen Schatz eines sich immer wieder neu offenbaren reichen Kunstwerkes. Die Lektüre der ‚Buddenbrooks‘ war sozusagen das Saatkorn für die große Ernte, die ich in diesem langen Leben einfahren konnte. Dabei wurde und werde ich immer wieder gefragt, wie mich als Süddeutschen ein solches Werk aus einer ganz anderen Lebensatmosphäre so ergreifen konnte. Nun die ‚Buddenbrooks‘ waren nicht nur neben dem ‚Stechlin‘ die Lieblingslektüre meiner Mutter. In meiner großen Familie gab es verwandte Gestalten, es gab Sonderlinge wie Christian Buddenbrook, auch die kaufmännische Situation meiner Familie, in deren Mittelpunkt ein großes Hotel in Stuttgart stand, ähnelte dem nördlichen Vorbild. Und bei jeder passenden oder unpassenden Gelegenheit wurde zitiert: ‚Sei glücklich Du gotes Kind‘. Oder als leichte Verwarnung: ‚Kind, sei nich-t sa domm‘. Und beim Abschied bekam man ‚mit leider knallendem Geräusch einen Kuß auf die Stirne‘.²

Mayer sammelte in den folgenden Jahren alle Erst- und Neuausgaben der Werke Thomas Manns. In der Zeit des Nationalsozialismus wurde Mayers Sammeltätigkeit natürlich erheblich erschwert. Thomas Manns Bücher durften in Deutschland nicht mehr erscheinen; der Autor selbst befand sich zunächst im Schweizer, dann im amerikanischen Exil. Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs nahm Mayer seine Sammeltätigkeit schnell wieder auf. Nun erst begann er auch eine systematische Sammlung und dokumentarische Erschließung der Sekundärliteratur zu Thomas Mann.

Die Sammeltätigkeit Mayers richtete sich nicht auf den Erwerb von Originalmanuskripten. Es sind lediglich zwei kleinere Arbeiten Thomas Manns in der Originalhandschrift vorhanden. Zum einen die „Erklärung zu der Aufforderung der ‚Gesellschaft zur Bekämpfung der Unmenschlichkeit‘, Buchenwald zu besuchen“ – eine Presseerklärung, die Thomas Mann im Jahr 1949, an einem Tisch der Empfangshalle des Gästehauses der Stadt Frankfurt stehend, auf einen Briefbogen des Gästehauses schrieb. Mayer erhielt sie von Gottfried Bermann Fischer zu seinem 60. Geburtstag geschenkt. Das andere Original, das sich in der Sammlung befindet, ist der Aufsatz „In memoriam Menno ter Braak“ vom 25. August 1947 – ein Geschenk der Familie Mann zu Mayers 65. Geburtstag. Daneben gibt es zwei Korrekturfahnen mit eigenhändigen Eintragungen Thomas Manns sowie 45 Originalbriefe bzw. -karten.

Hans-Otto Mayers Beziehung zu Thomas Mann

Obwohl Thomas Mann und Hans-Otto Mayer Zeitgenossen waren, gab es nur wenige persönliche Kontakte. Nach seiner persönlichen Beziehung zu Thomas Mann gefragt, antwortete Hans-Otto Mayer in seinem Vortrag:

Man erwartet bei mir zahlreiche persönliche Briefe an mich, Dedikationsstücke seiner Bücher mit Widmungen, Erinnerungen an Besuche bei ihm. Leider kann ich damit nicht aufwarten. Eine gewisse Scheu hielt mich davon ab, mich in irgend einer Form an ihn persönlich zu wenden.³

² Mayer (1981: 2).

³ Mayer (1981: 11).

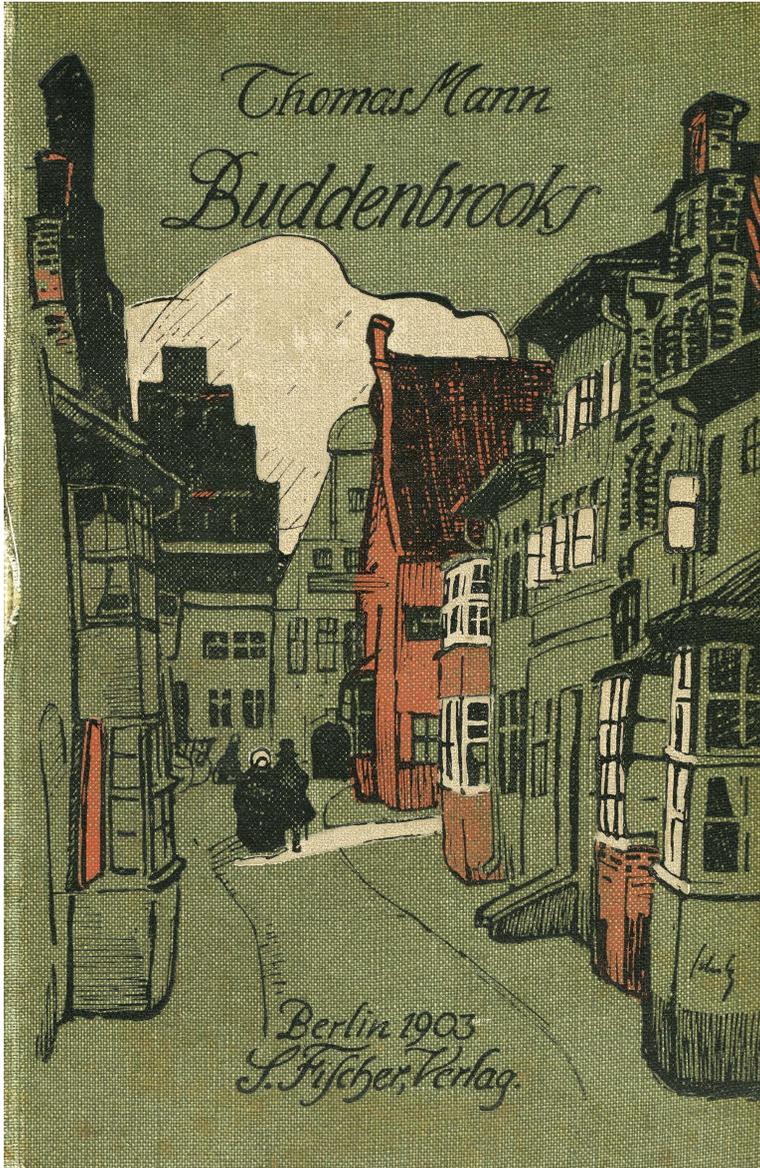


Abb. 1: Buchumschlag der *Buddenbrook*-Ausgabe 1903. Das Haus von Thomas Manns Großmutter, Elisabeth Mann, in Lübeck, Mengstraße 4, wurde als „Buddenbrook-Haus“ bekannt. Der Umschlag der Volksausgabe der *Buddenbrooks* von 1903 zeigt die bekannte Straße in Lübeck. Mit dem Geschenk dieses Werkes begann 1919 die Faszination Hans-Otto Meyers für Thomas Mann.

Am 28. Mai 1954 kam es zu einer persönlichen Begegnung zwischen Dichter und Sammler in der von Mayer geführten Schrobsdorff'schen Buchhandlung in Düsseldorf. Thomas Mann weilte anlässlich einer Lesung des Felix Krull in Düsseldorf und besuchte auf Mayers Einladung dessen Sammlung. Thomas Mann, der viele seiner Werke und Manuskripte bei seiner Flucht vor den Nationalsozialisten verlor, kommentierte die Mayer'sche Sammlung seiner Werke mit dem Satz: „Sie haben aber viel mehr, als ich noch besitze [...] die meisten meiner eigenen Bücher in den Erstaussgaben sind mir in meinem Landhaus in Nidden abhanden gekommen.“⁴



Abb. 2: Thomas Mann im Gespräch mit Hans-Otto Mayer in der Schrobsdorff'schen Buchhandlung in Düsseldorf im Jahr 1954 (Foto: Thomas-Mann-Sammlung der ULB).

Nach dem Tod Thomas Manns im Jahr 1955 hatte Mayer Kontakt zur Familie Mann und zu den bedeutendsten Thomas-Mann-Forschern, die seine Sammlung benutzten und bereicherten. Zusammen mit dem Thomas-Mann-Forscher Hans Bürgin erschien 1965 im S.-Fischer-Verlag eine Chronik des Lebens Thomas Manns.⁵ 1977 bis 1982 gab er ebenfalls zusammen mit Hans Bürgin ein vierbändiges Regestenwerk zu den Briefen Thomas Manns heraus.⁶

Schwerpunkte und Besonderheiten der Thomas-Mann-Sammlung

Werkausgaben und Erstaussgaben

Hans-Otto Mayer sammelte sämtliche erhältliche Ausgaben der Werke Thomas Manns, neu oder antiquarisch, in Zeitschriften, Übersetzungen, Briefen oder auch nur in Typo-

⁴ Mayer (1981: 11).

⁵ Vgl. Mayer und Bürgin (1965).

⁶ Vgl. Bürgin und Mayer (1977-1987).

graphien. Alle Werkausgaben und nahezu alle Erstveröffentlichungen der Werke Thomas Manns sind deshalb in der Sammlung vorhanden.

Besondere Rara sind die Erstausgaben der frühen Werke, so des *Kleinen Herrn Friedemann*, der erste Erzählungsband, der 1898 erschien. Aber auch die Erstausgaben sämtlicher anderer Werke Thomas Manns sind in der Sammlung vorhanden. Eine Besonderheit stellt die in den USA erschienene Erstausgabe des *Doktor Faustus* dar. Die in der Thomas-Mann-Sammlung vorliegende hektographierte Erstausgabe wurde in den USA hergestellt und veröffentlicht, um Thomas Mann den amerikanischen Urheberrechtsschutz zu sichern. Von amerikanischen Autoren wurde verlangt, die Erstausgabe eines Werkes als amerikanisches Druckerzeugnis zu publizieren. Deshalb wurde der hektographierte Text in nur 50 Exemplaren in Amerika verbreitet. Die Thomas-Mann-Sammlung der ULB besitzt das Exemplar Nr. 40, signiert von Thomas Mann. Gleichzeitig erschien der *Doktor Faustus* im Rahmen der Stockholmer Gesamtausgabe der Werke Thomas Manns im S.-Fischer-Verlag.

Selbstverständlich sind auch sämtliche Gesamtausgaben der Werke Thomas Manns in der Thomas-Mann-Sammlung vorhanden. Dazu gehört beispielsweise die zu Thomas Manns 50. Geburtstag vom S.-Fischer-Verlag publizierte Ausgabe der bis 1925 erschienenen Werke. Diese Werkausgabe enthält eine Radierung von Max Liebermann, die das Porträt Thomas Manns zeigt. In der Thomas-Mann-Sammlung ist dieses Porträt auch im Original vorhanden. Aber auch die in der DDR publizierten Ausgaben sowie eine kostbare zwölfbändige, in Kalbsleder gebundene Werkausgabe, die der S.-Fischer-Verlag anlässlich des 80. Geburtstages von Thomas Mann in nur 25 Exemplaren druckte und die nicht in den Handel gelangte, gehören zur Sammlung.

Übersetzungen

Ein weiterer Schwerpunkt der Sammlung liegt auf Übersetzungen der Werke Thomas Manns. Mehr als 1.200 Übersetzungen in über 40 Sprachen gehören zur Sammlung. Thomas Manns Werke in chinesischer, japanischer, arabischer, indischer, aber auch in den gängigen Fremdsprachen sind vorhanden.

Privat- und Pressedrucke

Hans-Otto Mayer bemühte sich nicht nur um die Buchhandelsausgaben, sondern auch um die im Rahmen der Buchkunstbewegung zu Anfang des 20. Jahrhunderts besonders gepflegten Privat- und Pressedrucke sowie um besonders illustrierte Ausgaben, die in der Regel durch Autor und Künstler signiert wurden.

So befindet sich beispielsweise die 1912 erschienene so genannte Hundertdruckausgabe des *Tod in Venedig* in einem handgebundenen Ledereinband in der Sammlung. Eine Besonderheit stellt auch der im Phantasia-Verlag München publizierte Privatdruck der Erzählung *Wälsungenblut* dar, der in einer nummerierten Ganzleder- und Halblederausgabe mit Illustration von Thomas Theodor Heine erschien. In enger Anlehnung an Richard Wagners „Walküre“ behandelt Thomas Mann in dieser Erzählung das Motiv des Inzests. Auf Verlangen des Schwiegervaters Thomas Manns wurde die bereits 1905 entstandene Erzählung zunächst nicht veröffentlicht. Sie erschien erst 1921 als Privatdruck mit Steinzeichnungen von Thomas Theodor Heine in geringer Auflagenzahl.

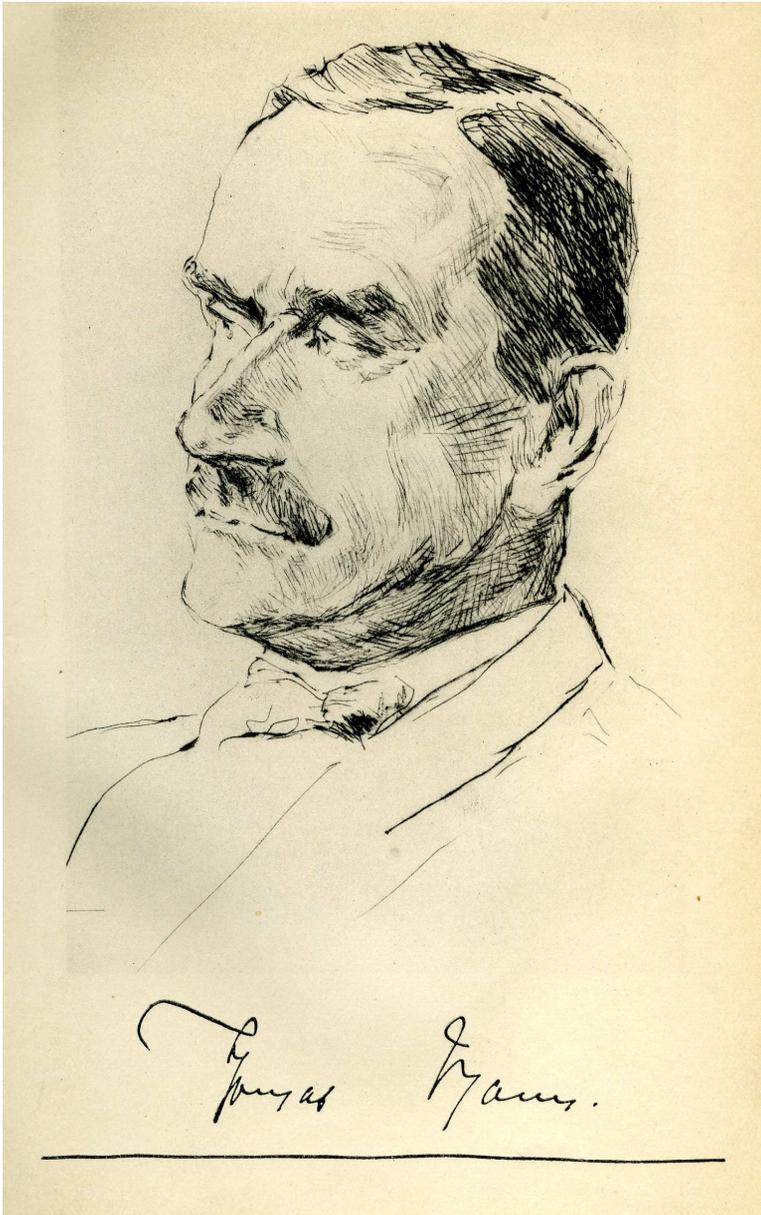


Abb. 3: Thomas Mann, Porträtdarstellung von Max Liebermann, 1925. Das Porträt wurde im Auftrag des S.-Fischer-Verlags für die zehnbändige Werkausgabe angefertigt, die anlässlich des 50. Geburtstages von Thomas Mann erschien.



Abb. 4: Illustration von Thomas Theodor Heine zur Erzählung *Walsungenblut*, die 1921 im Phantasmus-Verlag in München als Privatdruck erschien.

Zu den Rara der Sammlung gehört ferner ein Zyklus farbiger Lithographien zum *Tod in Venedig* von Wolfgang Born (1893-1949), zu dem Thomas Mann ein ausführliches Vorwort schrieb. Das letzte Bild, betitelt „Der Tod“, zeigt eine Vision des Protagonisten Gustav von Aschenbach, der das Opfer einer Knabenliebe wird. Der schöne Knabe Tadzio erscheint hier als Todesbote in der Pose des winkenden Hermes Psychopompos. Thomas Mann hatte das Äußere Gustav Aschenbachs nach dem Vorbild des Komponisten Gustav Mahler gestaltet, dessen Tod ihn beim Schreiben der Erzählung überraschte. Dem Illustrator war dieser Zusammenhang allerdings nicht bekannt. Umso mehr ist Thomas Mann von der Darstellung Aschenbachs überrascht. Im Vorwort zu den Illustrationen schreibt er:

Auch bei Ihnen, dem Illustrator, war nicht die Rede davon, denn weder hatten Sie Mahler gekannt, noch war Ihnen von mir über jenen heimlich-persönlichen Zusammenhang etwas anvertraut wor-



Abb. 5: „Der Tod“ – Bild aus dem Zyklus farbiger Lithographien zum *Tod in Venedig* von Wolfgang Born.

den. Trotzdem – und dies ist es, worüber ich beim ersten Anblick fast erschrak – zeigt der Kopf Aschenbachs auf Ihrem Bilde unverkennbar den Mahler’schen Typ.⁷

Besondere Ausgaben

Erwähnenswert sind ferner einiger Ausgaben, die die politische Bedeutung Thomas Manns und seinen Kampf gegen den Nationalsozialismus veranschaulichen. So existiert beispielsweise eine Tarnausgabe des *Briefwechsels mit Bonn*. Sie erschien 1937 unter der Tarnbezeichnung *Briefe deutscher Klassiker. Wege zum Wissen. Verlag Ullstein, Berlin 1937*. Diese Ausgabe wurde unter der Hand vertrieben und verteilt.

Vier Hefte der Flugblätter „Die andere Seite“, die im Jahr 1942 von der britischen Luftwaffe über Deutschland abgeworfen wurden und jeweils eine der Rundfunksendungen Thomas Manns neben anderen Texten enthielten, zeigen, dass die Alliierten den Texten

⁷ Mann (1921: o. S.). Als Buch erschienen die Illustrationen erst 1990 im Verlag „Der Morgen“, Berlin; vgl. Mann (1990).

Thomas Manns eine große Bedeutung für ein politisches Umdenken der Deutschen zumaßen.

Vom *Zauberberg* gibt es in der Sammlung einen „Verbilligten Sonderdruck für deutsche Kriegsgefangene“. Er erschien 1945 in der Bücherreihe „Neue Welt“ und wurde laut Stempel für ein Kriegsgefangenenlager in Camp Perry, Ohio, angeschafft. Mit abgedruckt ist eine Einführung in den *Zauberberg* für Studierende der Universität Princeton.

Thomas-Mann-Porträts

Zur Sammlung gehören außerdem einige Thomas-Mann-Porträts bedeutender Künstler, unter anderem von Gunter Böhmer, Horst Janssen, Max Liebermann und Eugen Spiro. Wertvolle Porträtskizzen und handsignierte Zeichnungen von Thomas Theodor Heine, von Marino Marini, Pit Morell, Eugen Spiro, Paul Citroen und andere kostbare Bibliophilen- und Luxuseditionen ergänzen den Gesamtbestand.

Die Thomas-Mann-Sammlung heute

Die Thomas-Mann-Sammlung in der ULB stellt heute die größte Spezialbibliothek zu Thomas Mann und seiner Familie im deutschsprachigen Raum dar. Im Mittelpunkt der Arbeit in der Thomas-Mann-Sammlung steht die Dokumentation, das heißt das Sammeln und Erschließen aller Werke und Publikationen von und über Thomas Mann.

Einen Überblick über die Bestände gibt folgende Aufstellung (Stand: November 2005):

Gesamtausgaben der Werke Thomas Manns	286 Bände
Werke, Auszüge, Tagebücher, Notizbücher	54 Bände
Einzelausgaben – Romane	270 Bände
Erzählungen	218 Bände
Essays	177 Bände
Unselbständige Beiträge in Sammelwerken und Werken anderer Autoren	490 Bände
Übersetzungen aus über 40 nicht-deutschsprachigen Ländern	1.296 Bände
Sekundärliteratur/Monographien	1.199 Bände
Sekundärliteratur/Sammelwerke	1.512 Bände
Umkreisliteratur	233 Bände
Literatur zur Familie Mann	578 Bände
Allgemeines, z.B. Literaturgeschichten, Bibliographien, Nachschlagewerke	285 Bände
Einzelne Drehbücher, Typoskripte von Rundfunksendungen, Filmrollen, Fiches, Schallplatten	84 Einheiten
Gebundene Zeitschriften	763 Bände
Einzelne Zeitschriftenhefte	1.450 Stück

Hinzu kommen die Aufsätze aus Zeitschriften und Sammelbänden, die sich im Lesesaal der ULB befinden, sowie die Kopien von Aufsätzen, die über Fernleihe bestellt werden. Die Katalogisierung und intellektuelle Erschließung dieser wissenschaftlichen Aufsätze stellt heute einen Schwerpunkt der Arbeit in der Thomas-Mann-Sammlung dar. Jährlich werden etwa 800 neue Titelaufnahmen für Monographien, Aufsätze oder Zeitungsartikel in den Katalog eingefügt.

Das Ausschnittarchiv der Thomas-Mann-Sammlung

Eine Fundgrube für die Forschung zu Thomas Mann und seiner Familie stellt das Ausschnittarchiv der Sammlung dar. Es wurde nach 1945 von Hans-Otto Mayer begründet und enthält heute über 30.000 Zeitungsausschnitte zu Thomas Mann und zu Angehörigen der Familie Mann. Jährlich kommen etwa 500 Artikel hinzu, die über einen Zeitungsausschnittendienst bezogen und systematisch in Mappen abgelegt werden. Darüber hinaus beinhaltet das Archiv auch (Aufsatz-)Kopien, Fotos, Porträtkopien, Prospekte, Ausschnitte aus Antiquariats- und Auktionskatalogen und diverse andere Materialien.

Erweitert wurde das Ausschnittarchiv 1977 durch die Ausschnittsammlung des Thomas-Mann-Forschers Hans Bürgin. 1998 erfuhr dieser Bestand durch den Nachlass Harry Matters, insbesondere durch seine umfangreiche Sammlung von Dokumenten zu der von ihm erstellten Bibliographie *Die Literatur über Thomas Mann*⁸, eine bedeutende Ergänzung. Der Nachlass Matter enthält darüber hinaus eine Zeitungsausschnittsammlung, die chronologisch geordnet ist und vor allem die Rezeption der Werke Thomas Manns in der DDR widerspiegelt.

Die Einzelerschließung der Dokumente im Ausschnittarchiv erfolgt nach einer fein differenzierten Systematik. Die systematische Erschließung von Zeitungsartikeln stellt eine Besonderheit im Vergleich zu anderen Ausschnittsammlungen dar, die meist chronologisch geordnet sind. Der Benutzer erhält also eine Mappe zu einem Thema und nicht nur einen Artikel, auf den er zufällig gestoßen ist. Häufig ist für auswärtige Benutzer das thematisch geordnete Ausschnittarchiv der Grund für ihren Besuch.

Die Dokumente des Ausschnittarchivs werden seit 2006 in den EDV-Katalog der Thomas-Mann-Sammlung aufgenommen. Für die Zeit davor besteht ein Zettelkatalog, der die Dokumente systematisch verzeichnet. Die Systematik des Ausschnittarchivs kann im Internet eingesehen werden.⁹

Briefsammlung

Einen weiteren Schwerpunkt der Sammlung stellen die Kopien von mehr als 5.000 Thomas-Mann-Briefen dar. In der Forschung wird die Anzahl der Briefe, die Thomas Mann im Laufe seines Lebens geschrieben hat, auf ca. 25.000 bis 30.000 geschätzt. Ca. 20.000 Briefe dürften noch erhalten oder nachweisbar sein.¹⁰ Ca. 5.000 Briefe Thomas Manns, die bisher nicht veröffentlicht wurden, liegen in der Thomas-Mann-Sammlung der ULB in Abschriften, Fotokopien und Durchschlägen vor. Mit den im Druck verbreiteten Briefen,

⁸ Vgl. Matter (1972).

⁹ Weitere Informationen zur Sammlung, zu den Katalogen usw. stehen im Internet unter folgender Adresse zur Verfügung: http://www.ub.uni-duesseldorf.de/home/ueber_uns/sonder/mann (09.06.2006).

¹⁰ Vgl. Bartelt (1985: 229-230).

die natürlich ebenfalls vorhanden sind, ist also rund die Hälfte der Briefe, die Thomas Mann geschrieben hat, in der Thomas-Mann-Sammlung einsehbar.

Die Kopien der Briefe Thomas Manns entstanden im Zusammenhang mit dem Briefregestenwerk, das Hans-Otto Mayer und Hans Bürgin erarbeiteten. Es erschien in den Jahren 1977 bis 1987 in fünf Bänden. Die hier verzeichneten Briefe sind in der Sammlung fast alle als Kopie vorhanden.¹¹

Die Kataloge der Thomas-Mann-Sammlung

Sämtliche Bücher, wissenschaftliche Aufsätze, aber auch Zeitungsartikel werden in den Online-Katalog der Thomas-Mann-Sammlung aufgenommen, der im Internet frei verfügbar ist.¹² Der Katalog der Thomas-Mann-Sammlung verzeichnet insgesamt (Stand: Januar 2006) 6.200 Bücher, wissenschaftliche Aufsätze und Zeitungsartikel zu Thomas Mann und seiner Familie, die seit 1995 publiziert wurden. Jährlich kommen etwa 800 Titelaufnahmen hinzu.

Der Online-Katalog der Thomas-Mann-Sammlung ist zurzeit die beste Möglichkeit, sich über Publikationen zu Thomas Mann und seiner Familie zu informieren, da eine Personalbibliographie zu Thomas Mann für die Erscheinungsjahre nach 1995 nicht zur Verfügung steht. Nach der Umstellung auf das Katalogisierungssystem ALEPH im Winter 2006 wird der Katalog sämtliche Funktionalitäten des allgemeinen ULB-Katalogs haben und damit den Nutzern aus der Heinrich-Heine-Universität ein bereits vertrautes Rechercheumfeld bieten.

Sämtliche Monographien und Aufsätze aus Sammelbänden und wissenschaftlichen Zeitschriften, die in den Katalog aufgenommen werden, werden durch Schlagworte intellektuell erschlossen. Neuerscheinungen, die für die Thomas-Mann-Sammlung gekauft werden sowie aktuelle Aufsätze zu Thomas Mann können monatlich abgefragt werden. Hinweise auf Rezensionen zu den Neuerscheinungen werden ebenfalls direkt mitgeliefert. Künftig soll der Katalog auch durch gescannte Inhaltsverzeichnisse der neu erworbenen Monographien angereichert werden.

Bis 1995 wurde als Nachweis für die Bestände der Thomas-Mann-Sammlung ein umfangreicher Kartenkatalog geführt. Günter Gattermann publizierte diesen 1991 als gedruckten Katalog (Redaktionsschluss für den Katalog: Januar 1990).¹³ Die Karteikarten wurden dafür fotomechanisch reproduziert. Dieser neun Bände umfassende Katalog der Thomas-Mann-Sammlung enthält über 38.000 Eintragungen auf fast 4.000 Seiten. Er besteht aus einem alphabetischen Verfasser- und Titelkatalog in sechs Bänden, einem Sachkatalog nach Themen in zwei Bänden und einem Katalog nach Werken in einem Band.

Werke über Thomas Mann, die in der Zeit von 1990 bis 1995 publiziert wurden, werden nach und nach in den Online-Katalog der Thomas-Mann-Sammlung aufgenommen.

¹¹ Vgl. Bürgin und Mayer (1977-1987).

¹² Internetadresse des Online-Katalogs der Thomas-Mann-Sammlung: http://kant.ub.uni-duesseldorf.de/F?local_base=due02&func=*&ind=b-0 (09.06.2006).

¹³ Vgl. Gattermann (1991).

Ausblick

Die Entstehungsgeschichte der Thomas-Mann-Sammlung der ULB verdeutlicht, dass die Sammlung vor allem dokumentarischen Charakter hat. Das Sammeln der Primär- und Sekundärliteratur in jeglicher Form und deren Erschließung stehen im Mittelpunkt. Der umfassende Bestand an Erst- und Werkausgaben, die zahlreichen bibliophilen und besonderen Ausgaben der Werke Thomas Manns, die bedeutende Sammlung von Monographien und wissenschaftlichen Aufsätzen über Thomas Mann, der sehr umfangreiche Online-Katalog, eine mehr als 30.000 Dokumente umfassende systematische geordnete Ausschnittsammlung sowie die große Anzahl von Kopien der Briefe Thomas Manns bieten eine gute Basis für die Thomas-Mann-Forschung – ein wahres Arkadien, das einen hervorragenden Beitrag zur Profilbildung der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf leistet.

Literatur

- BARTELT, Frauke. „Thomas Mann-Sammlung Dr. Hans Otto Mayer (Schenkung Groth) in der Universitätsbibliothek Düsseldorf“, *Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie* 32 (1985), 227-234.
- BÜRGIN, Hans und Hans-Otto MAYER. *Die Briefe Thomas Manns. Regesten und Register*. Bd. 1: 1889-1933; Bd. 2: 1934-1943; Bd. 3: 1944-1950; Bd. 4: 1951-1955 und Nachträge; Bd. 5: *Empfängerverzeichnis und Gesamtregister*. Frankfurt 1977-1982 bzw. 1987.
- Düsseldorfer Uni-Zeitung*. „„Unser Arkadien!“ Katalog der Thomas-Mann-Sammlung in 9 Bänden erschienen“, 21 (1992) 1, 8-9.
- GATTERMANN, Günter (Hrsg.). *Universitätsbibliothek Düsseldorf. Katalog der Thomas-Mann-Sammlung*. 9 Bde. Bern 1991.
- MANN, Thomas. *Der Tod in Venedig. Neun farbige Lithographien zu Thomas Manns Novelle von Wolfgang Born*. München 1921.
- MANN, Thomas. *Der Tod in Venedig. Neun farbige Lithographien zu Thomas Manns Novelle von Wolfgang Born*. Berlin 1990.
- MATTER, Harry. *Die Literatur über Thomas Mann. Eine Bibliographie 1898-1969*. 2 Bde. Berlin und Weimar 1972.
- MAYER, Hans-Otto. *Aus einem sechzigjährigem Sammlerleben. Vortrag vor der Thomas-Mann-Gesellschaft in Lübeck am 28.1.1981*. 1981. (Manuskript, S. 2, TMS B XI, 102.)
- MAYER, Hans-Otto und Hans BÜRGIN. *Thomas Mann. Eine Chronik seines Lebens*. Frankfurt am Main 1965.

**Geschichte der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

MAX PLASSMANN

Die Jubiläumsfeiern der Medizinischen Akademie Düsseldorf: 1932 – 1948 – 1973

Im Jahr 2005 konnte die Heinrich-Heine-Universität ihren 40. Geburtstag feiern. Gleichzeitig begannen intensive Vorbereitungen für die Feier des 100. Geburtstages des Universitätsklinikums, dessen Gründung als Allgemeine Städtische Krankenanstalten in Verbindung mit einer Akademie für praktische Medizin im Jahr 1907 den Ursprung auch der Universität insgesamt markiert – sie kann also nur zwei Jahre nach dem 40. mit einigem Recht ihren 100. Geburtstag begehen.

Die Universität feierte 1985 ihren 20. Jahrestag, während der zehnte (1975) und der 30. (1995) nicht begangen wurden. Der zehnte lag wohl auch in zu großer Nähe zur Feier des 50. Jubiläums der Medizinischen Akademie Düsseldorf im Jahr 1973, die sich auf die 1923 vollzogene Umwandlung dieser Vorgängerin der Universität aus der älteren Akademie für praktische Medizin bezog. 1948 hatte man den 25. Geburtstag der Akademie gefeiert, während 1932 das 25-jährige Bestehen der Städtischen Krankenanstalten (gegründet 1907) Anlass zur Feier war.

Die Vielzahl dieser Daten mag den Eindruck von Beliebigkeit erwecken. Es scheint fast, als ob die akademische Gemeinschaft in regelmäßigen Abständen einen Grund zum Feiern suche und dabei Jubiläen konstruiere. Entscheidend ist jedoch nicht die Feier als solche, sondern vielmehr die Selbstvergewisserung, der Rückblick auf das bisher Geleistete und die Schaffung einer Tradition, die die weitere Entwicklung der eigenen Hochschule begleiten soll. Universitäten unterscheiden sich hier nicht wesentlich von Kommunen, Vereinen und Verbänden, die sich alle mit dem historischen Rückblick für die Herausforderungen der Gegenwart und der Zukunft rüsten. So wird im Jubiläum „die regelmäßige Inszenierung der Eigengeschichte für die institutionelle Selbstvergewisserung und für die Formulierung zukunftsorientierter Geltungsansprüche eingesetzt“¹. Nicht selten fehlt dabei den Akteuren das Bewusstsein für diesen Charakter der Jubiläumsfeier als Inszenierung. Nichts scheint natürlicher, als einen vom Kalender vorgegebenen Anlass zu feiern. Eine besondere Rechtfertigung für seine Feier erscheint daher nicht erforderlich.

Doch diese Selbstverständlichkeit der Feier bestimmter Jubiläen ist genauso konstruiert wie die Jubiläen selbst, die immer einen bestimmten Punkt aus einer Gründungsgeschichte herausgreifen und ihn als Anfang definieren.² Die aufeinander folgenden Feierlichkeiten

¹ Müller (2004: 7).

² So kam es im Zuge der 40-Jahr-Feier der Heinrich-Heine-Universität zu einer absurden Diskussion darüber, ob Düsseldorf oder Bielefeld die letzte der in Nordrhein-Westfalen gegründeten Universitäten alten Stils vor der Einführung von Gesamthochschulen sei: Die Verwirrung darüber resultierte daraus, dass die eine den Kabinettsbeschluss zu ihrer Gründung, die andere die Aufnahme des Studienbetriebs als traditionsbildenden

zu untersuchen dient daher nicht so sehr einer Momentaufnahme des akademischen Zeremoniells der jeweiligen Zeit. Vielmehr zeigen die Jubiläumsfeiern wie in einem Brennspiegel das Selbstverständnis einer Institution und derer, die sie tragen, auf; gleichzeitig machen sie deutlich, welche Zukunftsvisionen entwickelt wurden und wer die Deutungsmacht hatte zu bestimmen, welches Jubiläum wie zu feiern war – und welches nicht.³

Arthur Schloßmann, Direktor der Kinderklinik von 1907 bis 1932, wurde im Jahr 1867 geboren. 1947 stand also sein 80. Geburtstag an, und da er bereits 1932 verstorben war, auch der 15. Jahrestag seines Todes. Beide Jubiläen gehören jedoch nicht unbedingt in die Kategorie der zu feiernden „runden“ Jahrestage. Dennoch schlug Ende 1946 – fast schon zu spät für die Vorbereitung einer großen Feier – einer seiner Schüler, Obermedizinalrat Eduard Peretti aus Grevenbroich, in einem Schreiben an den Verein der Ärzte Düsseldorfs vor, angesichts der großen Verdienste Schloßmanns, diese beiden Anlässe zu begehen. Der Verein beschloss jedoch, in dieser Sache nicht selbst tätig zu werden, und sandte das Schreiben an den Rektor der Medizinischen Akademie, wobei der Vereinsvorstand weder empfehlend noch ablehnend Stellung nahm, sich also undifferenziert verhielt.⁴ Dieses Verhalten – offensichtlich wollte man weder Verantwortung für eine Feier noch für ihre Ablehnung tragen – mochte aus der Erinnerung an die heikle Problematik der Ehrung Schloßmanns 15 Jahre zuvor resultieren: Nach seinem Tod im Jahr 1932 wurde eine Gedenkfeier abgehalten, in deren Verlauf Schloßmann von verschiedener Seite, so auch vom damaligen Oberbürgermeister Robert Lehr, überschwänglich als Arzt, Wissenschaftler und Mensch gelobt wurde.⁵ Im Anschluss daran regte Lehr an, ein Schloßmann-Denkmal in den Krankenanstalten errichten zu lassen.⁶ Die Planungen dazu wurden aufgenommen, und die Produktion des Denkmals schritt trotz einiger Widrigkeiten schnell und plangemäß voran. Anfang Dezember 1932 wurde die feierliche Eröffnung auf den März 1933 terminiert.⁷ Acht Tage vor dem Termin erfolgte jedoch plötzlich eine Absage der Feier „mit Rücksicht auf die augenblickliche Lage und im Hinblick auf die aussergewöhnliche Belastung der Verwaltung“⁸, und das Denkmal wurde bis auf den bereits gemauerten Sockel nicht aufgestellt, sondern eingelagert. Dass es dabei blieb und die Aufstellung nicht einige Monate später erneut angesetzt wurde, zeigt, wie sehr die Entscheidung nach der nationalsozialistischen „Machtergreifung“ offensichtlich entweder ideologisch motiviert war oder vom Wunsch diktiert wurde, nicht mit den Nationalsozialisten aneinander zu geraten, indem man einen – wenn auch konvertierten – Juden öffentlich ehrte. Es ist rückschauend nicht mehr zu entscheiden, ob der Einzelne der Absage der Feier aus Antisemitismus, aus einer Feindschaft zu Schloßmann oder auch deshalb nicht widersprach, weil Störungen etwa durch die SA zu befürchten waren. Jedenfalls fand auch in der Folge niemand mehr den Mut, die Aufstellung des Denkmals doch noch zu verlangen und durchzusetzen. Die

Anfangspunkt ansah, man also schlicht nicht vergleichbare Anfangspunkte gesetzt hatte. Ausgangspunkt war ein Bericht im *Düsseldorfer Express* vom 17. Januar 2006, S. 18.

³ Vgl. Müller (2004) sowie Blecher und Wiemers (2004).

⁴ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Verein der Ärzte Düsseldorfs an Rektor, 18.1.1947; Peretti an Verein der Ärzte, 25.12.1946.

⁵ Vgl. *Abschiedsworte* (1932).

⁶ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 569, fol. 29r: Oberbürgermeister an Beigeordneten Haas, 18.6.1932. Vgl. auch Woelk (1997: 67f.).

⁷ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 569, fol. 56r: Oberbürgermeister an Beigeordneten Haas, 5.12.1932.

⁸ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 569, fol. 79r: Vermerk Oberbürgermeister, 10.3.1933.

Entscheidung zur Absage der Feierlichkeiten war nicht von einem akademischen Gremium, sondern von der Stadt ausgegangen, letztlich sogar vom Oberbürgermeister selbst.⁹ Eine direkte Schuld oder Verfehlung ist also bei der Professorenschaft nicht festzustellen, sehr wohl aber eine indirekte, sich nicht dagegen gewehrt zu haben. Ein entsprechender Protest ist nicht überliefert.¹⁰

In jedem Fall musste der Vorgang nach 1945 in doppelter Hinsicht peinlich sein: Zum einen hatte man das Andenken an einen der unbestritten bedeutendsten und bekanntesten Professoren der Akademie verdunkelt, so dass man auch eine gute Möglichkeit, der jungen Hochschule Beachtung und eine Tradition zu verschaffen, ungenutzt gelassen hatte – dies jedenfalls rückschauend betrachtet; 1933 wäre es wohl eher zu einer negativen Presse gekommen. Und zum anderen handelte es sich dabei um einen NS-konformen Akt der Verdrängung von Juden aus dem öffentlichen Leben – und das unabhängig davon, ob der Einzelne dies nun bewusst betrieben oder nur passiv geduldet hatte. In jedem Fall bildete der Vorgang einen dunklen Fleck in der Geschichte der Akademie, den es aus Sicht einiger Professoren zu tilgen galt.

Die Akademie nahm also den Gedanken einer Schloßmann-Ehrung zu seinem 80. Geburtstag am 16. Dezember 1947 auf. Dass mit Fritz Goebel der Direktor der Kinderklinik gerade Rektor der Akademie war und damit großen Einfluss auf die Entscheidung für eine Feier hatte, kann in zweifacher Hinsicht diesen Entschluss gefördert haben. Zu einen war die Erinnerung an einen bedeutenden Vorgänger im Amt dem Ruf der Kinderklinik und damit dem eigenen sicher nicht abträglich. Zum anderen hätte aber eine Ablehnung der Ehrung ausgerechnet durch Goebel, der in diese Stellung nur durch die – wenn auch nicht ihm anzulastende – Vertreibung von Schloßmanns Nachfolger und Schwiegersohn, Albert Eckstein, im Jahr 1935 gekommen war, einen unangenehmen Nachgeschmack hinterlassen können.¹¹ Goebel, dessen Verhältnis zu Eckstein offenbar nicht gespannt war, nutzte die Gelegenheit, den abgerissenen direkten Kontakt zu ihm wieder aufzunehmen und ihn und seine Frau zu der Feier zu laden.¹² Ebenso wurde der in Cambridge lebende Sohn Schloßmanns, Hans, eingeladen.¹³ Eckstein wollte sich bemühen, zu der Feier zu erscheinen – er lebte noch im türkischen Exil –, und versicherte Goebel, ihm sei bewusst, dass die Kinderklinik und damit das Erbe seines Schwiegervaters bei ihm in guten Händen sei.¹⁴ Auch Hans Schloßmann dankte für die Absicht, glaubte jedoch nicht, an der Feier teilnehmen zu können.¹⁵ Dennoch war die Zustimmung beider erreicht, ohne die eine Schloßmann-Ehrung leicht im Eklat hätte enden können.

Die Überlieferung bricht jedoch an dieser Stelle ab, und es hat daher den Anschein, dass die geplante Feier nicht stattfand. Vielleicht wurde sie auf das folgende Jahr verschoben, weil Hans Schloßmann und Albert Eckstein nicht erscheinen konnten. Allerdings wird anhand der nun für den Sommer 1948 geplanten Feier auch eine deutliche Akzentverschiebung deutlich, die möglicherweise auch ein Grund für die neue Terminfestsetzung

⁹ Vgl. auch Woelk (1997: 61f.).

¹⁰ Vgl. Woelk (1997: 64).

¹¹ Zu Eckstein vgl. Bürgel und Rieni (2005: 25–28).

¹² Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Rektor an Albert Eckstein, 5.3.1947 (Entwurf).

¹³ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Rektor an Hans Schloßmann, 5.3.1947 (Entwurf).

¹⁴ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Eckstein an Rektor, 8.4.1947.

¹⁵ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Hans Schloßmann an Rektor, 29.4.1947.

war. Denn 1948 konnte man den 25. Geburtstag der Medizinischen Akademie feiern, so dass der Anlass der Veranstaltung sich mehr auf die Institution als auf eine Person beziehen konnte. Dennoch wurde der Gedanke einer Schloßmann-Ehrung nicht aufgegeben, sondern blieb im Gegenteil so stark, dass fast von einem doppelten Anlass gesprochen werden kann, auch wenn der 80. Geburtstag und der 15. Todestag nicht mehr herangezogen werden konnten. Im Zuge der Feier sollte nämlich das Schloßmann-Denkmal mit nunmehr 15-jähriger Verzögerung eingeweiht werden. Gleichzeitig beantragte der Akademische Rat die Benennung einer Straße nach Schloßmann.¹⁶ Der Wille, vor aller Öffentlichkeit das gute Verhältnis zur Schloßmann-Familie zu demonstrieren, wird anhand der Verschiebung des Termins der Feier von Mai auf Juli deutlich, weil die Ecksteins vorher nicht nach Deutschland kommen konnten.¹⁷

Über die konkreten Vorbereitungen zu den Feierlichkeiten in der Folgezeit ist nichts bekannt. Sie gewannen jedoch durch einen Antrag des Ordinarius für Psychiatrie, Franz Sioli, Ende Mai an Intensität. Darin bezeichnet er es als „wünschenswert, daß die Medizinische Akademie sich an diesem Tage in der Weise zur Geltung bringt, daß sie eine oder einige Persönlichkeiten zu Ehrendoktoren promoviert und einen oder einige Ehrenbürger [...] ernennt“¹⁸. Es fehlt eine aussagekräftige nähere Begründung dieses Vorschlags. Mit ihm wurde jedoch in jedem Fall der Feier eine neue Wendung gegeben: weg von der Ehrung Schloßmanns hin zur Ehrung der Akademie selbst, die weniger passiv gedenkend als aktiv Ehrenpromotionen und -bürgerschaften verleihend in Szene gesetzt werden sollte. Dabei dachte Sioli zu einem Gutteil an Personen, die direkt nichts mit der Akademie zu tun hatten, nämlich an die Dichter Herbert Eulenberg aus Düsseldorf und – da auch ein auswärtiger geehrt werden müsse – Otto Flake aus Baden-Baden sowie an den früheren Intendanten des Düsseldorfer Schauspielhauses, Gustav Lindemann. Verdienste um die Akademie oder um die medizinische Wissenschaft konnten alle drei nicht für sich beanspruchen, so dass der Vorschlag Siolis programmatisch zu verstehen ist. Ihre Ehrung diente dem Schmuck der Akademie mit Größen aus dem kulturellen Leben und kann gleichzeitig als erster Vorbote des 20 Jahre später dezidiert erhobenen Anspruchs gelten, Medizin interdisziplinär zu betreiben und dazu auch die geistige und kulturelle Bedingtheit des menschlichen Lebens in den Blick nehmen zu wollen.¹⁹ Daneben nimmt sich die ebenfalls von Sioli vorgeschlagene Ernennung des Präsidenten der Industrie- und Handelskammer, Josef Wilden, und des Geschäftsführers des Vereins der Eisenhüttenleute, Otto Petersen, zu Ehrenbürgern eher profan aus. Hier ging es mehr um die Etablierung guter Beziehungen zur Wirtschaft, die sich einmal auszahlen konnten.

Die Diskussion über diese Vorschläge im Akademischen Rat war offensichtlich lang; sie waren also nicht unumstritten. Das Protokoll der Sitzung²⁰ überliefert jedoch keine Einzelheiten – mit Ausnahme des zwischenzeitlich durch den Pharmakologen Hellmut Weese vorgebrachten, dann aber wieder zurückgezogenen Antrags, auch den Industriellen Hugo Henkel zum Ehrenbürger zu machen.

¹⁶ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Rektor an Oberstadtdirektor, 20.2.1948 (Entwurf).

¹⁷ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Vermerk Krankenanstalten vom 17.1.1948.

¹⁸ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Sioli an Rektor, 31.5.1948.

¹⁹ Vgl. Plassmann und Riener (2003: 503).

²⁰ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Auszug aus dem Protokoll der Sitzung des Akademischen Rates vom 17.6.1948.

Das Kernproblem der Debatte scheint jedoch der Stellenwert der Schloßmann-Ehrung im Zuge der Feierlichkeiten gewesen zu sein. Mit dieser sollte nach den Planungen des Programms begonnen werden. Zwei Ansprachen von Goebel und dem nunmehrigen Rektor Erich Boden sollten den Wissenschaftler und den Menschen Schloßmann würdigen. Der Rest des Programms sollte dann der Akademie gelten. Wenn nun jedoch eine größere Zahl von Ehrungen vorgenommen wurde, die jede für sich wenigstens eine kurze Laudatio und eine Dankrede erforderten, so musste Schloßmann schon allein quantitativ ins Hintertreffen geraten. Er wäre dann nur noch einer unter vielen, und seine Präsenz als Denkmal könnte leicht hinter der physischen Präsenz der neuen Ehrendoktoren und -bürger verblassen.

Es ist nun nicht ersichtlich, ob Sioli und offenbar eine größere Gruppe anderer Professoren genau dies beabsichtigten, oder ob es nur als ein zwangsläufiger Nebeneffekt des Vorschlags anzusehen ist. Da man nicht unbedingt darauf rechnen konnte, dass eine Ablehnung von Siolis Vorschlag geheim blieb, hätte eine solche leicht zu einer Verstimmung bei den in Düsseldorf nicht unwichtigen Persönlichkeiten führen können. Einmal offen vorgeschlagen, konnte ihre Ehrung nicht ohne Gesichtsverlust verweigert werden.

Boden, der seinerseits unter der nationalsozialistischen Verfolgung gelitten hatte und dem daher mehr als anderen aus persönlicher Erfahrung eine Form von Wiedergutmachung an der verfolgten Familie Schloßmann am Herzen lag, machte schließlich den Vorschlag, auch Albert Eckstein und Hans Schloßmann zu Ehrenbürgern zu ernennen. Damit wäre ohne eine Zurückweisung der Liste von Sioli der Bogen zurück zur Schloßmann-Familie geschlagen worden. In der Diskussion hierüber wurde aus nicht überlieferten Gründen daraus ein Ehrendoktor für Eckstein. Das Abstimmungsergebnis fiel dann zugunsten aller vorgeschlagener Herren aus. Eckstein konnte gemeinsam mit Wilden und Petersen mit 13 Ja-Stimmen bei keiner Gegenstimme oder Enthaltung die meiste Zustimmung für sich verbuchen. Eulenberg und Lindemann waren ebenfalls noch weitgehend unumstritten, beide erhielten elf Ja-Stimmen bei jeweils zwei Enthaltungen. Otto Flake erhielt nur noch sieben Ja-Stimmen bei sechs Enthaltungen, was verständlich ist, weil er in keiner Beziehung zu Düsseldorf oder zur Akademie stand und ein zwar bekannter, aber nicht bedeutender Schriftsteller war, es also eigentlich keinen ersichtlichen Grund gab, ausgerechnet ihn zu ehren. Es wird daher auch nicht recht klar, warum Sioli ihn in Vorschlag gebracht hatte; vermutlich liegt der Grund in einer persönlichen Vorliebe. Die Zustimmung der anderen Professoren resultierte aus dem Gefühl heraus, Sioli nichts abschlagen zu wollen.

Bemerkenswert an der Abstimmung ist schließlich, dass für die Ehrenbürgerschaft von Hans Schloßmann nur sechs Ja-Stimmen gezählt wurden. Hinzu kamen sechs Enthaltungen und die einzige Gegenstimme für einen der Nominierten überhaupt. Über die Gründe dafür kann man nur spekulieren, sie mögen auch individuell ausgeprägt gewesen sein. Deutlich wird aber, dass die Jubiläumsfeier nur mit Mühe an den früheren Gedanken einer Schloßmann-Ehrung anknüpfen konnte und dass es nicht unbedingt eine breite Unterstützung für die Idee gab, durch den Sohn den Vater zu würdigen.

Die Folge des Kompromisses, durch Erweiterung der Liste der zu ehrenden Personen den Charakter einer Schloßmann-Feier zu erhalten, war geradezu eine Inflation der nunmehr auszusprechenden Ehrungen. Insgesamt sieben Personen wurden in den Tagen unmittelbar nach der Sitzung darüber benachrichtigt, dass ihnen die jeweilige Ehrung zu-

gedacht war.²¹ Rektor August Lindemann ergriff überdies die Gelegenheit, den Glückwunsch an den Präsidenten der Industrie- und Handelskammer, Josef Wilden, mit der Anregung zu verbinden, eine Fördergesellschaft für die Akademie zu gründen, über die „potente Herren bzw. grosse Werke“²² die Arbeit der Akademie unterstützen sollten. Hierin ist die Keimzelle für die dann 1955 gegründete Freundesgesellschaft zu sehen, und es wird deutlich, welcher praktischer Nutzen sich hinter der Ehrung Wildens verbarg.

Das Vorgehen des Akademischen Rates war jedoch schlecht vorbereitet und überhastet. Die Feier war auf den 3. Juli 1948 angesetzt, so dass kaum Zeit für eine Vorbereitung blieb. So hatte man versäumt, vor Benachrichtigung der potenziellen Ehrenbürger die Genehmigung des damals für Hochschulen zuständigen Kultusministeriums einzuholen. Ein diesbezüglicher, von der Kultusministerin Christine Teusch persönlich gezeichneter Erlass ging erst am 2. Juli, einen Tag vor der Feier, bei der Akademie ein und musste dort ernüchternd wirken: Die Frage der Düsseldorfer Ehrungen war vom Kabinett behandelt worden, das aus verschiedenen Gründen ablehnend Stellung nahm. Offenbar wurde hier das Problem im Kontext einer allgemeinen Debatte über Formen und Umfang öffentlicher Ehrungen diskutiert, die nach dem Ende des Nationalsozialismus neu definiert werden mussten. Die Akademie hatte hier dem Kabinett vorgegriffen, was dort auf wenig Begeisterung stieß. Überdies hielt man dort alle geplanten Ehrungen außer der für Eckstein für „unnötig und unbegründet“²³, und selbst hier gab man zu bedenken, dass nach einhelliger Rechtsauffassung ein auf ordentlichem Wege erworbener Doktorgrad nicht noch einmal ehrenhalber verliehen werden könne. Insgesamt regte Teusch an, von den Ehrungen wenigstens weitgehend abzusehen und in Zukunft besser begründete Vorschläge früher einzureichen. Selbstverständlich sei auch, dass die vorgeschlagenen Personen politisch nicht belastet sein dürften.

Der Akademie stand nach Eingang des Erlasses die große Peinlichkeit bevor, die bereits verständigten Herren benachrichtigen zu müssen, dass aus ihrer Ehrung doch nichts werde. Diese Blöße wollte man sich jedoch nicht geben. Schon am 1. Juli, als man wohl mündlich vorab von dem Erlass erfahren hatte, war eine Sondersitzung des Akademischen Rates einberufen worden, in der man auf dem alleinigen Recht der Hochschule beharrte, Ehrungen vorzunehmen, und daher die Stellungnahme der Landesregierung als bloße Anregung verstanden wissen wollte, der man zu folgen nicht verpflichtet war. Der Akademische Rat beschloss daher auf Antrag des Pathologen Paul Huebschmann, die Ehrenpromotion für Eckstein in eine Ehrenbürgerschaft umzuwandeln, um so den sachlichen Bedenken zu begegnen, und von einer Ehrung Hans Schloßmanns ganz Abstand zu nehmen, um der Regierung hinsichtlich der zu großen Zahl wenigstens etwas entgegenzukommen.²⁴ Der Festakt wurde am 3. Juli entsprechend gefeiert.

Ein Schreiben an Hans Schloßmann, in dem ihm gegenüber die Rücknahme seiner Ehrung begründet wird, ist nicht erhalten. Insgesamt hatte die Feier einen etwas unglücklichen Charakter. Sowohl Hans Schloßmann als auch die Landesregierung waren dupiert worden, und bis zuletzt blieb unklar, ob sie ihrer hauptsächlichen Bestimmung nach ei-

²¹ Vgl. Benachrichtigungsschreiben in Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141.

²² Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Rektor an Wilden, 17.6.1948 (Entwurf).

²³ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Erlass Kultusministerium an Medizinische Akademie, 1.7.1948.

²⁴ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Auszug aus dem Protokoll der außerordentlichen Sitzung des Akademischen Rates am 1.7.1948.

ne Schloßmann- oder eine Akademiefeier sein sollte. Und schließlich hatte man mit Otto Flake einen Ehrendoktor ernannt, der dem nationalsozialistischen Regime nicht ganz fern gestanden hatte. Deshalb kam es 1951/1952 noch zu Debatten darüber, ob ihm der Ehrendoktor abzuerkennen sei, die jedoch schließlich im Sande verliefen.²⁵

Die öffentliche Wirksamkeit der Veranstaltung beschränkte sich auf einen nicht allzu ausführlichen Artikel in der *Rheinischen Post*, der den eindeutigen Schwerpunkt auf die Ehrung des demnach volkstümlichen Schloßmann legte und den 25. Jahrestag der Akademie dabei eher beiläufig erwähnte.²⁶ Anwesend waren der dann doch nicht geehrte Hans Schloßmann und Albert Eckstein, dazu sind Vertreter der Ministerien unter den Gästen genannt, was darauf hinweist, dass die Kultusministerin selbst oder gar der Ministerpräsident nicht gekommen waren.

Mangels aussagekräftiger Quellen ist es nicht möglich, die Motivlagen der Protagonisten von 1947/1948 zuverlässig zu klären. Von der Absicht einer Wiedergutmachung an Schloßmann selbst und seiner Familie ist nirgendwo explizit die Rede. Es gibt aber auch keine gegenteiligen Voten, eine Wiedergutmachung sei nicht notwendig. Die Haltungen und Absichten der Professorenschaft scheinen jedoch unausgesprochen zwischen diesen Polen geschwankt zu haben, ohne dass hier Wortführer und Meinungsmacher zu bestimmen wären. Goebel und Boden scheinen eher der Schloßmann-Ehrung nahegestanden zu haben, Sioli und Huebschmann wollten sie wohl eher hinter dem Akademiejubiläum zurücktreten lassen – doch kann es Zufall sein, dass ausgerechnet diese Namen genannt werden. Der Konflikt zwischen personaler und institutioneller Ehrung wurde ohnehin nicht voll ausgetragen und entschieden, so dass sich das Ergebnis durchaus als missglückt und unausgeglichen bezeichnen lässt. In einen größeren Zusammenhang gesetzt bewegte sich die Akademie 1948 in dem allgemeinen gesellschaftlichen Spannungsfeld zwischen dem Wunsch, Unrecht wieder gutzumachen und Verfolgte zu rehabilitieren, und einer Schlussstrichmentalität, die die eigene, zum Teil unrühmliche Rolle im Nationalsozialismus unter den Tisch fallen lassen wollte.²⁷ Dazu musste man sich von der Schloßmann-Ehrung lösen und sich einem Jubiläum zuwenden, das zugleich auf das Jahr 1923 verwies und so einen vornationalsozialistischen Bezug hatte und zukunftsorientiert begangen werden konnte, indem programmatisch Personen aus Kultur und Wirtschaft geehrt wurden. Diese konnten in Zukunft nicht nur mit finanziellen Mitteln zum Aufbau beitragen, sondern schufen auch ideell ein neues Fundament für die weitere Arbeit. Gerade mit Lindemann und Eulenbergs als Ehrendoktoren ließ sich trefflich demonstrieren, dass man durch die Barbarei des Nationalsozialismus klassisch bildungsbürgerliche Ideale gerettet hatte.

Es muss offen bleiben, ob die Zurückdrängung des Gedankens einer Schloßmann-Ehrung von einer affirmativen Haltung zum Nationalsozialismus oder von Antisemitismus einzelner Professoren zeugt, oder ob hier andere denkbare Motive am Werk waren, etwa persönliche Rivalitäten oder eine Abneigung gegen Schloßmann als Person, der bei all seinen Verdiensten auch als schwieriger und bei der Wahrung seiner Interessen rücksichtsloser Charakter geschildert wurde.²⁸ Umgekehrt kann auch nicht ohne weitere Belege davon

²⁵ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 141: Auszug aus dem Protokoll der Sitzung des Akademischen Rates am 29.1.1952.

²⁶ Vgl. *Rheinische Post* (07.07.1948), 4.

²⁷ Vgl. Zieher (2005: 139f.).

²⁸ Vgl. Renner (1967: 22f.).

ausgegangen werden, dass es den Schloßmann-Befürwortern dezidiert um die Wiedergutmachung des nationalsozialistischen Unrechts ging. Individuelle Motivlagen lassen sich aus Mangel an einschlägigen Quellen auf beiden Seiten nicht herausarbeiten.

Es ist ohnehin möglich, dass hier unbewusst gehandelt wurde, dass also nirgendwo dezidiert über diese Fragen, die aus heutiger Sicht interessieren, diskutiert wurde. So ist nur rückschauend erkennbar, dass 1947/1948 auf der einen Seite der Gedanke der Wiedergutmachung und auf der anderen der Blick in die Zukunft im Rahmen einer Schlussstrichmentalität im Widerstreit lagen, ohne dass sich jedoch eine Seite ganz durchsetzen konnte.

Das wird besonders deutlich, wenn man die Feier von 1948 mit derjenigen vergleicht, die 1932 – zufällig wenige Tage nach Schloßmanns Tod, dessen Wirken daher beiläufig gewürdigt wurde – aus Anlass des 25. Jubiläums der 1907 gegründeten Allgemeinen Städtischen Krankenanstalten abgehalten wurde.²⁹ Überschattet wurde sie durch die schwere allgemeine Wirtschaftskrise, die zur Bescheidenheit zwang.³⁰ Es wurde daher nur in einem weitgehend internen Kreis gefeiert, und eine zunächst geplante Festschrift aus der Feder des Medizinhistorikers Wilhelm Haberling konnte, obgleich bereits fertiggestellt, aus Kostengründen nicht gedruckt werden.³¹ 1932 ging es im Unterschied zur 25-Jahrfeier 1948 weit mehr um Rückblick als um Ausblick in die Zukunft. Die Reden, die 1932 gehalten wurden, beschäftigten sich ganz überwiegend mit einer Würdigung des Vergangenen, und Haberlings Festschrift verlängerte gar die Vorgeschichte der Krankenanstalten bis in das 15. Jahrhundert, sollte also eine Tradition schaffen, die Düsseldorf in eine Reihe mit den „alten“ Universitäten stellte. Der rückschauende Charakter der Feier von 1932 spiegelt sich auch in der reichhaltigen Presseberichterstattung über das Ereignis wider.³² Hier steht eindeutig der zum Teil um Jahrhunderte verlängerte Rückblick im Vordergrund. Der Unterschied zu 1948 liegt in den jeweiligen Zeitumständen: 1932 sah man sich in schwerer Zeit, knüpfte gedanklich an die vermeintlich besseren Zeiten vor dem Ersten Weltkrieg und an die zuvor erbrachten eigenen Leistungen an und zog daraus die Motivation für die weitere Arbeit. 1948 sah man sich auch in schwerer Zeit, jedoch waren der unbefangene Rückblick oder gar das direkte Anknüpfen an die eigene Arbeit der letzten 15 Jahre durch den Nationalsozialismus versperrt. So musste sich der Blick viel stärker als 1932 nach vorne richten, jedenfalls solange man nicht an einer tiefen Auseinandersetzung mit dem Nationalsozialismus und dem eigenen Verhalten in den Jahren 1933 bis 1945 interessiert war. Die Verknüpfung des Jubiläumsgedankens mit dem Gedenken an Schloßmann machte es jedoch fast unmöglich, die Feier zu begehen, ohne gleichzeitig die Rolle und Haltung der Akademie im Nationalsozialismus anzusprechen. Dies mag ein wichtiger Grund für einen Teil der Professorenschaft gewesen sein, der Frage durch eine Zurückdrängung der Schloßmann-Ehrung aus dem Wege zu gehen.

²⁹ Details dazu gehen hervor aus einer längeren maschinenschriftlichen Zusammenfassung ohne Kennzeichnung des Verfassers, die sowohl von den Ereignissen berichtet als auch die gehaltenen Reden im Wortlaut festhält und Teile des ungedruckten Manuskripts der geplanten Festschrift enthält; überliefert in Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 937.

³⁰ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 560, fol. 25r-v: Oberbürgermeister an Städtische Krankenanstalten, 31.5.1932.

³¹ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 560, fol. 21r: Oberbürgermeister an Beigeordneten Haas, 12.4.1932. Später wurde das Manuskript leicht aktualisiert gedruckt als Beitrag im *Düsseldorfer Jahrbuch*: vgl. Haberling (1934/1936).

³² Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 560, fol. 102r-109r: Pressedokumentation.

Die Idee einer Jubiläumsfeier wurde 1971 wieder aktuell, als man sich auf den 50. Geburtstag der Medizinischen Akademie im Jahr 1973 vorbereiten konnte. Das Institut für Geschichte der Medizin und sein Direktor Hans Schadewaldt hatten diesen Anlass schon seit längerem im Auge gehabt. Vorausschauend war in einer Reihe von Dissertationen die Geschichte einzelner Kliniken und Institute bearbeitet worden, so dass Schadewaldt nun anbieten konnte, in einer Festschrift die Ergebnisse zu bündeln.³³ Für 1948 war schon angesichts der Zeitumstände und der geringen zur Verfügung stehenden Zeit von einer derartigen Publikation nicht die Rede gewesen, und 1932 war ja das Manuskript von Schadewaldts Amtsvorgänger Haberling nicht zum Druck gekommen. Dennoch greift die Form der Jubiläumsvorbereitung das damalige Vorhaben wieder auf, mit einem umfassenden, über die eigentliche Akademiegründung weit hinausgreifenden historischen Rückblick – und zusätzlich in einer begleitenden Ausstellung in der Stadtparkasse Düsseldorf – eine Tradition zu schaffen, an deren Spitze sich die nunmehrige, erst wenige Jahre alte Universität Düsseldorf setzen konnte. Dabei enthält die Festschrift neben einem kurzen Rückblick bis in die Antike auch Beiträge, die sich dem Aufbau der neuen Universität widmen, so dass der Aspekt des Aufbruchs in ihr stärker zum Tragen kommt als im alten Haberling'schen Werk.³⁴

Die Feierlichkeiten selber setzten jedoch noch einen zweiten, in die Zukunft gerichteten Akzent: den der Studienberatung. Am Veranstaltungstag, dem 12. Mai 1973, sollte statt eines großen Festakts ein zwanglos gestalteter Tag der offenen Tür mit Freibier und Musik stattfinden, der Schülerinnen und Schülern aus Düsseldorf die Gelegenheit zum Kennenlernen der Universität und der damals noch recht neuen, nun weitgefächerten Studienmöglichkeiten bieten sollte. Dieser Tag sollte mit einer zentralen Begrüßungsveranstaltung in den neu errichteten Institutsbauten eingeleitet werden, und den Abschluss bildete der alljährlich durchgeführte, nun aber auf den gleichen Tag gelegte Universitätsball.³⁵

Die Feierlichkeiten hatten so einen doppelten Charakter: den eines traditionsschaffenden weitläufigen Rückblicks, der sich indes weitgehend auf die wenn auch wirkungsmächtige, da bis heute nicht als Standardwerk abgelöste Festschrift beschränkte, und den in die Zukunft blickenden, der vor allem mit der Studienberatung die kommenden Studierenden ansprach und auf die jüngste Erweiterung der Studienmöglichkeiten hinwies. Die Universität präsentierte sich so als gleichzeitig altherwürdig und traditionsreich wie modern und entwicklungsfähig. Die Schwierigkeiten, die man 1948 mit dem unmittelbar zurückliegenden Nationalsozialismus gehabt hatte, spielten dabei keine Rolle mehr; er erschien nur als Episode in einer längeren Geschichte, und er belastete die jungen, neu gegründeten Fakultäten vorerst gar nicht.

Zukunftsweisend war auch das Verhalten der Studierendenschaft bei den Jubiläumsvorbereitungen, die selbstbewusst ankündigte, ein „Teach In“ als eigene Parallelveranstaltung zum Jubiläum zu veranstalten, und sich davon auch nicht durch den vom Rektor angebotenen Kompromiss abhalten ließ, den AStA-Vorsitzenden ein Grußwort während der

³³ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/5, 478: Schadewaldt an Rektor, 2.11.1971.

³⁴ Vgl. Schadewaldt (1973).

³⁵ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/5, 478: Aktenvermerk über die Vorbereitung zur Jubiläumsfeier, 3.7.1972.

Eröffnung sprechen zu lassen.³⁶ Der AStA produzierte darüber hinaus eine immerhin 42 Seiten starke, universitätskritische Gegen-Festschrift³⁷, und gegen die offizielle musikalische Begleitung durch ein Heeresmusikkorps spielte eine „Beatband“³⁸ an. Von einer Ordinarienuniversität alten Stils, die sich allein nach Maßgabe der Vorstellungen der Professorenschaft in einer Jubiläumsfeier präsentieren und selbst definieren konnte, war man in den frühen 1970er Jahren also weit entfernt. Eine geschlossene Selbstdarstellung und Außenwirkung trat fortan hinter eine vielschichtige, plurale zurück.³⁹ Dass dies jedoch schon 1948 eher den Realitäten entsprochen hätte und schon damals die Geschlossenheit der Professorenschaft nur noch formal gewahrt wurde, zeigen die widerstreitenden Parteien in den damaligen Jubiläumsvorbereitungen.

Literatur

- Abschiedsworte am Sarge Arthur Schlossmanns bei der Trauerfeier der Städt. Krankenanstalten.* Düsseldorf, am 8. Juni 1932.
- BLECHER, Jens und Gerald WIEMERS (Hrsg.). *Universitäten und Jubiläen. Vom Nutzen historischer Archive. Frühjahrstagung der Fachgruppe 8: Archivare an Hochschularchiven und Archiven wissenschaftlicher Institutionen im Verband deutscher Archivarinnen und Archivare vom 18.3. bis 20.3.2003 in Leipzig.* Leipzig 2004.
- BÜRGEL, Katrin und Karoline RIENER. *Wissenschaftsemigration in Nationalsozialismus. Der Kinderarzt Albert Eckstein und die Gesundheitsfürsorge in der Türkei.* Düsseldorf 2005.
- HABERLING, Wilhelm. „Die Geschichte der Düsseldorfer Ärzte und Krankenhäuser bis zum Jahre 1907“, *Düsseldorfer Jahrbuch* 38 (1934/1936), 1-141.
- MÜLLER, Winfried. „Das historische Jubiläum. Zur Geschichtlichkeit einer Zeitkonstruktion“, in: Winfried MÜLLER, Wolfgang FLÜGEL, Iris LOOSEN und Ulrich ROSSEAU (Hrsg.). *Das historische Jubiläum. Genese, Ordnungsleistung und Inszenierungsgeschichte eines institutionellen Mechanismus.* Münster 2004, 1-75.
- PLASSMANN, Max und Karoline RIENER. „Die ersten Jahre der Universität Düsseldorf (1965-1970) – Von der ‚schleichenden‘ Gründung bis zum Namensstreit“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2002.* Düsseldorf 2003, 503-512.
- RENNER, Karl. *Die Geschichte der Düsseldorfer Universitätskinderklinik von ihrer Begründung im Jahr 1907 bis zum Jahr 1967.* Düsseldorf 1967.
- SCHADEWALDT, Hans (Hrsg.). *Von der Medizinischen Akademie zur Universität Düsseldorf. 1923-1973. Festschrift anlässlich des 50jährigen Jubiläums der Gründung der Medizinischen Akademie am 13. Mai 1923.* Berlin 1973.
- WOELK, Wolfgang. „Jüdische Ärzte in der Stadt und an der Medizinischen Akademie Düsseldorf im Nationalsozialismus (1933-1938)“, in: Michael G. ESCH, Kerstin GRIESE, Frank SPARING und Wolfgang WOELK (Hrsg.). *Die Medizinische Akademie Düsseldorf im Nationalsozialismus.* Essen 1997, 55-85.
- ZIEHER, Jürgen. *Im Schatten von Antisemitismus und Wiedergutmachung. Kommunen und jüdische Gemeinden in Dortmund, Düsseldorf und Köln.* Berlin 2005.

³⁶ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/5, 478: Aktenvermerk über die Vorbereitung zur Jubiläumsfeier, 11.12.1972.

³⁷ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 8/1, 242.

³⁸ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/5, 479: Aktenvermerk über die Vorbereitung zur Jubiläumsfeier, 9.5.1973.

³⁹ Ablesbar auch an der Presseberichterstattung, die zum Teil dem AStA und seinen Aktionen mehr Raum widmete als dem offiziellen Programm; vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/5, 479: Presseauschnittsammlung.

THORSTEN HALLING und JÖRG VÖGELE

**Kommunikationsnetzwerke in der Hochschulmedizin.
Ernst Derra und der Neubau der
Chirurgischen Klinik in den 1950er Jahren¹**

„Netz“ und „Netzwerk“ sind in den letzten Jahren zu „kulturellen Leitmetaphern der modernen Gesellschaft und ihrer Wissenschaften“² avanciert. Als umfassendstes Kommunikationsnetzwerk gilt das Internet. Von großer Bedeutung für Forschung und Lehre ist insbesondere die Vernetzung von wissenschaftlichen Datenbanken – von der Literaturrecherche über die Aufsatzbestellung bis zur Volltextsuche in digitalisierten Originalquellen –, die einen schnellen Zugriff auf dezentrale Wissensbestände ermöglicht. Außerdem hat der direkte Informationsaustausch zwischen einzelnen Wissenschaftlern und Forschergruppen, beispielsweise durch Mailinglisten und thematische Internetforen, enorm an Dynamik gewonnen.³ In der Medizin ist die datenbankgestützte Informationsanalyse zentraler Bestandteil der so genannten *evidence-based medicine*.

Wissenschaft als Kommunikationssystem

Die *scientific communities* entwickelten allerdings schon viel früher eine Vielzahl von strukturierten und zielgerichteten sozialen und kommunikativen Netzwerken. In der wissenschaftshistorischen Analyse lassen sich durch die Rekonstruktion dieser Netzwerke die vielfältigen Verbindungen und Beziehungen aufzeigen und strukturieren, die den Prozess der „Wissensproduktion“ bestimmen. Dieser wissenschaftliche Erkenntnisprozess galt in der Wissenschaftstheorie lange als weitgehend autonom, d. h. allein der „Wahrheit“ verpflichtet. Soziale und institutionelle Bedingungen für die Ausbildung neuer Disziplinen gerieten erst seit den 1960er Jahren in den wissenschaftstheoretischen und -soziologischen Fokus.⁴ Wissenschaften, insbesondere die Medizin als Handlungswissenschaft, und ihre Protagonisten sind in gesellschaftliche Prozesse eingebunden und daher auch den sozioökonomischen Erwartungshaltungen moderner Gesellschaften unterworfen.⁵ In der *Actor Network Theory* wird dieses soziale Netzwerk in den Wissenschaften um unbelebte Akteu-

¹ Wir danken Nina Kleinöder und Moritz Liebe für ihre vielfältige Unterstützung.

² Böhme (2004: 26).

³ Vgl. zur Bedeutung für die Geschichtswissenschaft: Epple und Haber (2005); weniger kritisch für die Medizin vgl. Spangenberg (²2003).

⁴ Vgl. Whitley (1984).

⁵ Vgl. zu den wichtigsten Tendenzen in der Wissenschaftssoziologie: Weingart (2003).

re – beispielsweise Instrumente oder technische Geräte – erweitert, die mit den Forschern und miteinander in eine Wechselbeziehung treten.⁶

Dabei stellen die auf diese Weise (re-)konstruierten Netzwerke eben nicht nur ein retrospektives Konstrukt dar, sondern repräsentieren einen Teil der zeitgenössischen, intersubjektiven Wahrnehmung und sind vielfach intentional geknüpft und gepflegt worden. Mit dem aus der Soziologie entlehnten methodischen Instrumentarium der *Sozialen Netzwerkanalyse* werden in zunehmendem Maße auch historische Netzwerke untersucht.⁷

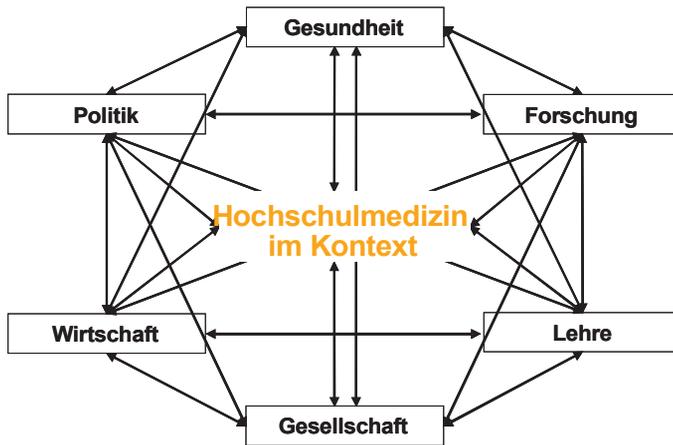


Abb. 1: Einflussfaktoren auf die Hochschulmedizin

Am Beispiel der 1907 gegründeten Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf und der im gleichen Jahr eröffneten „Akademie für praktische Medizin“ sollen die verschiedenen Einflussfaktoren auf eine Klinik bzw. eine Hochschule (Abb. 1) sowie insbesondere das komplexe Beziehungsgeflecht von Hochschulmedizin und Öffentlichkeit analysiert werden.⁸ Welche Bedeutung haben diese Institutionen für die Stadt, welchen Einfluss übt wiederum die Stadt aus? In welchem Zusammenhang stehen wissenschaftliche Reputation und Medienwirksamkeit? Diese Überlegungen stehen im Kontext eines Forschungsprojekts zur Vorbereitung des 2007 zu feiernden 100-jährigen Bestehens der genannten Institutionen, und dieser Beitrag stellt das Konzept exemplarisch für die Nachkriegszeit (ca. 1945-ca. 1960) vor. Im Mittelpunkt stehen die Planungen für eine neue Chirurgie in den 1950er Jahren und das öffentliche Wirken des Herzchirurgen Ernst Derra (1901-1979), der seinen akademischen Kollegen als ein „Wissenschaftler internationalen Ranges“⁹ galt und auch in der breiten Öffentlichkeit eine außerordentliche Popularität genoss.

⁶ Vgl. Latour (1996); vgl. dazu auch das von Bruno Latour entwickelte Modell für einen „Kreislauf wissenschaftlicher Tatsachen“: Latour (2002: 119ff.).

⁷ Vgl. Erickson (1997).

⁸ Vgl. Fangerau und Halling (im Druck).

⁹ Todesanzeige Ernst Derras von Rektor und Senat der Universität Düsseldorf (Druckvorlage).

Die Medizinische Akademie nach der Diktatur¹⁰

Am Ende des Zweiten Weltkriegs unterschied sich die Situation in Düsseldorf im Wesentlichen nicht von der vergleichbarer Großstädte. Auf die Städtischen Krankenanstalten waren 1941 die ersten Bomben gefallen, schwere Beschädigungen erfolgten 1943 und 1944.¹¹ 1945 waren zehn Gebäude mehr oder weniger beschädigt, so dass die medizinische Versorgung nach 1945 zunächst durch Mangel und Improvisation gekennzeichnet war.¹² Bis 1951 waren die meisten Trümmer beseitigt, und durch hohe Zuwendungen des Landes infolge der großen Zerstörungen und des Status als Landeshauptstadt gestaltete sich die Finanzsituation der Stadt relativ günstig.¹³

Für die Personalstruktur der medizinischen Akademie waren die Entnazifizierungsverfahren von zentraler Bedeutung.¹⁴ Auch die nach 1945 berufenen Professoren mussten sich den zuständigen Entnazifizierungsausschüssen stellen. Dazu gehörte auch der 1946 aus Bonn auf den Lehrstuhl für Chirurgie berufene Ernst Derra.¹⁵ Er wurde wegen seiner Mitgliedschaft in der NSDAP (1937-1945) und seiner Funktion als Sturmführer im Nationalsozialistischen Fliegerkorps (1938-1945) in Kategorie III eingestuft. Dies bedeutete, dass er sein Amt als Klinikdirektor behalten, aber nicht befördert werden durfte. Er wurde außerdem vom passiven und aktiven Wahlrecht ausgeschlossen, durfte die britische Zone nicht ohne Genehmigung verlassen und sein Vermögen wurde gesperrt.¹⁶ Gutachten seines akademischen Lehrers in Bonn Erich von Redwitz und der Bonner Fakultät entlasteten ihn.¹⁷

Die städtische Krankenhauspolitik ist demnach vor dem Hintergrund einer wirtschaftlich und gesellschaftlich immer noch angespannten, aber zunehmend zukunftsorientierten Stimmung zu analysieren. Unabhängig von den Kriegszerstörungen war der Baubestand der Städtischen Krankenanstalten insgesamt veraltet. Mit Ausnahme der Medizinischen Klinik, die 1925 in einen Neubau gezogen war, waren alle großen Kliniken noch in den teilweise wieder aufgebauten Gebäuden von 1907 untergebracht. Eine Zeitungsglosse beschrieb den Zustand der Chirurgie: „Die völlig veraltete jetzige Chirurgie ist den Akademie-Initiatoren bereits geraume Zeit ein Dorn im Auge. Ihre Kapazität genügt zwar noch den Bedürfnissen eines mittleren Kreiskrankenhauses, nicht aber dem Non-Stop-Betrieb einer Medizinischen Akademie.“¹⁸

¹⁰ Die Verhältnisse an der Medizinischen Akademie während und nach der Zeit des Nationalsozialismus sind in den letzten Jahren intensiv erforscht worden; vgl. Esch *et al.* (1997) sowie Woelk *et al.* (2003).

¹¹ Vgl. Esch und Sparing (1997: 307, 312-316).

¹² Vgl. Bayer (2004: 189).

¹³ Vgl. Henning (1981: 779-781).

¹⁴ Vgl. Wolters (2003).

¹⁵ Vgl. zur Berufung: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/12, 336.

¹⁶ Vgl. Einreichungsbescheid Nr. 003473 vom 12. September 1947, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/12, 336, Bl. 1.

¹⁷ Redwitz hebt die fachliche Qualifikation hervor und beschreibt die Schwierigkeiten und Widerstände unter anderem seitens des Ministeriums, Derra in Anstellung zu behalten, zu habilitieren und später zum Oberarzt zu befördern. Diese wurden darauf zurückgeführt, dass Derra „[b]efore as well after 1933 [...] never held back in university circles with his adverse opinion of, and his political attitude towards National-socialism [...]“; in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/12, 336, Bl. 23. Vgl. zu Derra in Bonn: Forsbach (2006).

¹⁸ *Der Fortschritt Düsseldorf* vom 30. Januar 1953.

Städtische Krankenhauspolitik und der Neubau der Chirurgischen Klinik

„Der Rat der Stadt stimmt dem Projekt des Neubaus einer Chirurgie zu und billigt den vorgelegten Finanzierungsplan mit der Maßgabe, daß mit der Ausführung des Projektes sofort begonnen werden kann.“¹⁹ Nur drei Monate nach diesem Beschluss des Düsseldorfer Stadtrates begannen die Arbeiten zum ersten großen Klinikneubau auf dem Gelände der Städtischen Krankenanstalten der Nachkriegszeit. Im Juni 1958 erfolgte die Inbetriebnahme des 20,4 Millionen DM teuren Neubaus mit 374 Betten und sechs Operationssälen. Dieser Klinikneubau stand damit in der Tradition des ambitionierten Bauprogramms von 1907, auch wenn die ursprünglich zeitgleich projektierte chirurgische Poliklinik erst zwischen 1960 und 1962 realisiert werden konnte. Zeitgleich plante die Stadt noch weitere Krankenhausum- und -neubauten, unter anderem das Krankenhaus Benrath.²⁰ In nur fünf Jahren errichtet, stellte die neue Chirurgische Klinik also einen finanziellen wie organisatorischen Kraftakt für die Stadt Düsseldorf dar. Die Beweggründe für eine solche „große Lösung“, die maßgeblichen Protagonisten, Gremien und Interessengruppen sowie die begleitenden öffentlichen Debatten sollen im Folgenden untersucht werden.

Die Idee eines Neubaus war allerdings keineswegs neu, schon 1938 wurde

wegen laufender Überbelegung, Gefährdung der den Fortschritten der Medizin angepassten chirurgischen Versorgung der Patienten, wegen hygienischer und sanitärer Mißstände, Mangels an Nebenräumen und dergleichen der Bau einer neuen Chirurgischen Klinik projektiert und 1 Jahr später mit den Ausschachtungsarbeiten begonnen.²¹

In der Begründung von 1938 wurde ferner auf die zunehmende Bedeutung der Unfallchirurgie aufgrund der „ungeheuer verstärkte[n] Motorisierung auf allen Gebieten des öffentlichen Lebens“ hingewiesen. Dabei sei zu berücksichtigen,

dass bei einem grösseren Unglück, z. B. auf der Reichsautobahn in der Umgebung von Düsseldorf, die Chirurgische Klinik der hiesigen Krankenanstalten fast ausschließlich für die Unterbringung von Verletzten in Frage kommt, da sie durch ihre Lage am südlichen Zubringer für diese Fälle besonders geeignet erscheint.²²

Bemerkenswert ist, dass auch der Bericht von 1952 die „räumlichen, hygienischen, sanitären, und betrieblichen Mißstände in der Chirurgischen Klinik“ sehr ähnlich, teilweise wortwörtlich, beschrieb und die regionale Bedeutung bei der Versorgung von Unfallopfern betonte. Obwohl sich die Bedingungen in der Chirurgie nach Kriegsende erwartungsgemäß also nicht verändert hatten, war die erwähnte Baugrube aber wieder mit Bauschutt und Klinikabfällen verfüllt worden.²³ Das 1954 gewählte Gelände schließt direkt nördlich an den ursprünglichen Bauplatz von 1938 an.

¹⁹ Ratsprotokoll vom 25. Januar 1955, Anlage zu Punkt N1.

²⁰ Vgl. Aktennotiz des Verwaltungsdirektors Berg an den Beigeordneten van den Bonngaard vom 27. November 1952 (Abschrift), in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

²¹ Schreiben des Kreisarztes im Gesundheitsamt der Stadt Düsseldorf an den Regierungspräsidenten – Medizinabteilung – (Zweitschrift) vom 11. Dezember 1952, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

²² Begründung für den Neubau einer Chirurgischen Klinik an der Medizinischen Akademie auf dem Gelände der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1938, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

²³ Ein Detail, das erst 2006 während der Erdarbeiten für den Bau des Operativen Zentrums II (ZOM II) an eben diesem Bauplatz und der Suche nach eventuellen Blindgängern wieder relevant wurde.

Interessant sind Provenienz und Empfänger des Gutachtens von 1952. „Unter Zuziehung des Klinikdirektors, Herrn Prof. Dr. Derra“, führte das Gesundheitsamt der Stadt Düsseldorf – die für die Städtischen Krankenanstalten zuständige Aufsichtsbehörde – eine Besichtigung durch. Empfänger war aber nicht die Stadtverwaltung, sondern der Regierungspräsident. Im abschließenden Appell wird deutlich, dass schon in diesem frühen Stadium der Bemühungen auch eine landespolitische Unterstützung anvisiert wurde: „Ich bitte, im Interesse der notwendigsten chirurgischen Versorgung der Bevölkerung um tatkräftige gesundheitsbehördliche Unterstützung dieses Projektes sowohl bei der Stadtverwaltung als auch bei der Landesbehörde.“²⁴

Wer die treibende Kraft hinter diesem Gutachten war, lässt sich nicht mehr mit Sicherheit feststellen, doch liegt die Vermutung nahe, dass die Krankenhausverwaltung das alte Gutachten von 1938 wieder hervorgeholt hatte und gemeinsam mit Derra an den Kreisarzt herangetreten war. An der Motivation Derras, in modernen Operationssälen die immer aufwändigeren Eingriffe am Herzen vornehmen zu können, ist ebenso wenig zu zweifeln wie am Interesse der Stadt, einen zunehmend auch international prominenten Ordinarius in Düsseldorf zu halten. Ob es allerdings bereits 1953, als Derra einen ehrenvollen Ruf auf den Lehrstuhl seines akademischen Lehrers von Redwitz in Bonn erhielt, entsprechende Zusagen für einen Neubau gab, ist nicht feststellbar.²⁵

Für die Institution Städtisches Krankenhaus müssen zudem standortpolitische Faktoren berücksichtigt werden. Krankenhäuser in der Größenordnung und Ausstattung der Städtischen Krankenanstalten und Hochschulen wie die Medizinische Akademie sind Faktoren einer höheren Zentralität. Prestigedenken verbindet sich mit der Hoffnung auf indirekte ökonomische Vorteile durch eine verbesserte Infrastruktur, die Unternehmen und Menschen anzieht. Die Institutionen sind durch ihren Konsum- und Investitionsgüterverbrauch aber auch als direkte Wirtschaftsfaktoren wirksam. Auch in der späteren Eröffnungsrede Derras fanden sich standortpolitische Erwägungen sehr deutlich: „Viele sachkundige Besucher aus allen Teilen unserer Erde haben bisher schon bekundet, daß das Objekt aufgrund ganz neuartiger Konzeptionen im Krankenhausbau richtungsweisend sein wird in Deutschland und Europa und darüber hinaus.“ Anschließend schmeichelte er den beteiligten Personen und verwies zugleich indirekt auf die schwierige Bauphase:

Die Instanzen und Personen, die durch ihren Einsatz und ihre Mühe den Bau vorangetrieben haben, haben der Stadt ein Denkmal gesetzt, das wie wenige andere Baulichkeiten den Namen Düsseldorfs hinausträgt in die Welt. Die Zukunft wird beweisen, daß ihr Weitblick sich würdig anreihet der sozialen Aufgeschlossenheit der Männer, die vor 50 Jahren die Städtischen Krankenanstalten und die Medizinische Akademie begründeten. Der Bau hat schwere finanzielle Opfer erfordert. Die Kranken, welche in dieser Klinik Heilung suchen und finden werden, werden es der Bürgerschaft, ihren Vertretern und dem Lande Nordrhein-Westfalen, das seine materielle Unterstützung nicht versagte, danken.²⁶

²⁴ Schreiben des Kreisarztes im Gesundheitsamt der Stadt Düsseldorf an den Regierungspräsidenten – Medizinabteilung – (Zweitschrift) vom 11. Dezember 1952, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

²⁵ Vgl. Aktenvermerk des Verwaltungsdirektors vom 4. September 1953, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/12, 336, Bl. 63: „Herr Prof. Dr. Derra hat den Ruf nach Bonn nicht angenommen. In der Angelegenheit ist nichts mehr zu veranlassen.“ Auch wenn es keinerlei Hinweise auf Bleibeverhandlungen gibt, könnte alles andere als eine entsprechende Zusage Derras Ablehnung kaum hinreichend erklären.

²⁶ Festvortrag Professor Ernst Derra: „Die Aufgaben der Chirurgischen Klinik im Rahmen der Städtischen Krankenanstalten und der Medizinischen Akademie zu Düsseldorf“, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 722.

Das angesprochene Netzwerk von beteiligten Personen entspann sich im Wesentlichen um den Architekten Konstanty Gutschow, Professor Derra als Direktor der alten und neuen Klinik sowie als medizinischen Sachverständigen, den Verwaltungsdirektor der Krankenanstalten, Emil Berg (ab Dezember 1956 Heinz Schöne), den Oberstadtdirektor Dr. Walter Hensel als Vorsitzender des Kuratoriums der Städtischen Krankenanstalten, seinen zuständigen Beigeordneten Heinz Heusler und den Vorsitzenden des Krankenhausausschusses, Ratsherr Dr. Fritz Vomfelde. Dominiert wurde der Kommunikationsprozess dementsprechend von der städtischen Verwaltung, unterstützt durch die Ministerialbürokratie. Auch wenn die politischen Mandatsträger in den zuständigen Gremien nominell mindestens gleich stark vertreten waren, zeigte sich doch immer wieder ein enormes Informationsdefizit. Neben Stadtrat und Krankenhausausschuss beschäftigten sich der Haupt-, der Bau-, der Finanz- und der Kulturausschuss sowie spezielle Koordinierungs- und Sonderausschüsse mit dem Neubau. Intensiv begleitet wurden die politischen Entscheidungen und Baufortschritte von der lokalen, teilweise auch von der überregionalen Presse.

Planungseuphorie

Analog zum Baufortschritt sind vier Phasen im Kommunikationsprozess erkennbar. In der Planungsphase sind es zunächst die geschilderten Gutachten, die dafür sorgen, ein virulentes Problem auf die politische Agenda zu setzen. Nicht weiter zu rekonstruieren sind die informellen Absprachen, die am 12. Januar 1953 im Krankenhausausschuss dem ersten formellen Beschluss zum Neubau der Chirurgie vorangegangen waren.²⁷ Die Zusammensetzung des Gremiums verdeutlicht allerdings die starke Beteiligung der Städtischen Krankenanstalten. Neben Schöne und zwei seiner Beamten gehörten ihm unter anderem auch der Ärztliche Direktor und die Oberin an. Als Berichterstatter zu einzelnen Themen wurden ferner Derra, der Architekt Gutschow sowie gelegentlich deren Mitarbeiter geladen. Insgesamt befasste sich der Krankenhausausschuss noch in weiteren 25 Sitzungen mit dem Neubau der Chirurgie. Generell hat dieses Gremium weniger initiiert als vielmehr im Nachhinein und zunächst ohne größere inhaltliche Diskussion das Verwaltungshandeln legitimiert. So waren lange vor dem Beschluss des Krankenhausausschusses intensive Verhandlungen mit den zuständigen Landesministerien geführt worden, denn schon am 25. Februar 1953 genehmigten Finanz- und Innenministerium einen Zuschuss von 500.000 DM für den ersten Bauabschnitt der Chirurgischen Klinik. Interessanterweise war der Regierungspräsident und damit die zuständige Mittelbehörde nicht über den Vorgang informiert.²⁸

Die strategische Allianz von städtischer Verwaltung und einflussreichen Beamten der Ministerialbürokratie des Landes zeigt auch die Zusammensetzung des Preisrichterkollegiums für den Architektenwettbewerb, denn zu den elf Preisrichtern gehörten unter anderem auch zwei Ministerialdirigenten.²⁹ Mit Derra, der bereits das vom Hochbauamt erarbeitete Bauprogramm beeinflusst hatte,³⁰ und Ratsherr Vomfelde richteten hier auch

²⁷ Vgl. Beschlussfassung über den Neubau einer Chirurgischen Klinik, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 719.

²⁸ Vgl. Schreiben des Regierungspräsidenten an die Stadtverwaltung Düsseldorf vom 30. März 1953, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

²⁹ Vgl. Bauwettbewerb, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 709.

³⁰ Vgl. Erläuterungsvortrag von Derra über den Neubau der Chirurgischen Klinik, in: Universitätsarchiv Düs-

zwei der späteren Bauherren. Das Preisgericht empfahl den Entwurf der Architektengemeinschaft Gutschow und Nissen aus Hamburg zur Ausführung.³¹ Im Januar und Februar 1954 wurden die Wettbewerbsentwürfe im Kunstverein der Öffentlichkeit vorgestellt. In den ersten Pressemeldungen erhielt der Siegerentwurf positive Kritiken.³² Zur Ausführung kam dieser Entwurf allerdings nicht, denn aus der Vorgabe der Kostenreduktion resultierte eine Reduzierung des Bauvolumens. Die Diskussion, unter anderem über den Verbleib der Urologie im Altbau, mehr Dreibettzimmer, Verzicht auf Ärzte- und Schwesternwohnungen und eine Verschiebung der Ausführung des Ausbaus der Poliklinik, erfolgte wiederum mit Derra als Mittelpunkt und außerhalb des Krankenhausausschusses.³³ Im November 1954 beschlossen Krankenhaus- und Bauausschuss die Ausführung des modifizierten Projekts. Der Rat billigte die Gesamtkosten von 15.425.884 DM, auch wenn von den eingeplanten Landeszuschüssen von insgesamt 3,7 Millionen DM bis dahin nur 500.000 DM fest zugesagt waren.³⁴ Die Befürworter, wie Bürgermeister Glock, betonten, „daß der Neubau der Chirurgie aus sanitären und hygienischen Gründen nicht mehr länger hinausgeschoben werden könnte. Außerdem solle man nicht außer acht lassen, daß die Chirurgie einen überörtlichen Ruf habe, den es zu erhalten gelte.“³⁵ Dennoch blieben auch in der öffentlichen Wahrnehmung die enormen Kosten im Mittelpunkt, wobei die überregionale Bedeutung auch negativ gedeutet und kritisiert wurde, dass nur 40 Prozent der Bettenkapazität den Düsseldorf-Patienten zugute kommen.³⁶

Bauphase

In einer zweiten Phase beschränkte sich die Kommunikation vorwiegend auf die städtischen Verwaltungsebenen, hier insbesondere Hensel, Heusler und Berg (später Schöne), die Klinik, d. h. Derra und seine Oberärzte, und das Architekturbüro, d. h. Gutschow und mindestens drei weitere Architekten. Obwohl die Oberin an den Sitzungen des Krankenhausausschusses teilnahm, ist die Beteiligung der Pflege am Diskussionsprozess um den Neubau der Chirurgie, insbesondere etwa um die Ausstattung der Stationen, nicht nachweisbar.³⁷ Wiederum intensiv waren die Kontakte zu den beauftragten Baufirmen.

seldorf 1/2, 709: „Beim Neubau einer Klinik ist zu bedenken, dass sachgemäße Behandlungsmöglichkeit verbunden sein muss mit einer Entlastung des Personals. Und gleichzeitig müssen wir alles tun, um das Dasein der Kranken möglichst bequem zu gestalten.“

³¹ Vgl. Protokoll der Sitzung des Preisgerichts am 14. und 15. Dezember 1953, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 709.

³² Vgl. unter anderem *Neue Rhein-Zeitung* vom 6. Februar 1954: „Chirurgie auf dem Papier fertig“; *Düsseldorfer Nachrichten* (heute *Westdeutsche Zeitung*) vom 6. Februar 1954: „Ein Blick in die neue ‚Chirurgische‘“.

³³ Vgl. Aktennotiz von Dipl.-Ing. Heyne vom Städtischen Hochbauamt vom 18. März 1954, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 709: „Es wurde nun in eingehenden Erörterungen seitens der Herren Professor Dr. Derra, Oberverwaltungsdirektor Berg, der Architekten und der Herren des technischen Dezernats untersucht, wie es möglich ist, diese Verkleinerung zu erzielen.“ Alle hier diskutierten Einsparmöglichkeiten enthielt allerdings schon das Schreiben von Gutschow an Derra vom 6. März 1954.

³⁴ Vgl. Zusammenstellung der Gesamtkosten des Neubaus der Chirurgischen Klinik, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

³⁵ Vgl. Ratsprotokoll vom 25. Januar 1955, Anlage zu Punkt N1.

³⁶ Vgl. *Neue Rhein-Zeitung* vom 20. Januar 1955: „Die Stadt baut die Chirurgie. Finanzausschuß bewilligte erste Kosten“; *Düsseldorfer Nachrichten* vom 20. Januar 1955: „Chirurgie-Neubau kann begonnen werden. Finanzausschuß genehmigte Vorgriff auf das neue Etatjahr – In drei Jahren müssen 16 Millionen aufgebracht werden“.

³⁷ Mit Aufnahme des Klinikbetriebs begann allerdings eine interne Auseinandersetzung um die Besetzung der Chirurgischen Klinik mit Krankenschwestern. In den frühen 1960er Jahren litten die deutschen Krankenhäuser

Bei einem Bau dieser Größenordnung ist eine Vielzahl von Unternehmen beteiligt, so dass sich auch hier ein sehr komplexes Netzwerk von instrumentellen, d. h. zielgerichteten Kontakten um Aufträge ergibt. Auch unter Berücksichtigung des im Vergleich zur Struktur der heutigen Baubranche weit geringeren Konzentrationsgrades in den 1950er Jahren sowie fehlender europäischer Ausschreibungsverfahren ist der hohe Anteil an Düsseldorfer Firmen auffallend. Die mit dem Bau beauftragten Firmen waren zu 79 Prozent in Stadt und Region ansässig. Von den Einrichtungsgegenständen, die bis zur Eröffnung geliefert worden waren, kamen 65 Prozent aus Düsseldorf und den Nachbarstädten, lediglich 4,8 Prozent stammten aus ausländischer Produktion.³⁸ Schon weit vor Beginn der Auftragsvergabe dienten sich viele Unternehmen der Stadtverwaltung an. Auch persönliche Kontakte zur lokalen Politik wurden genutzt, um sich Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Beispielsweise wandte sich der Direktor einer Firma von Metallfenstern aufgrund einer „langjährigen Bekanntschaft“ an einen Ratsherrn, der Mitglied des Krankenhausschusses war.³⁹ Ob die Intervention direkten Einfluss auf den späteren Auftrag mit einem Volumen von 600.000 DM hatte, ist nicht nachweisbar. Immerhin war dieser Ratsherr auch Mitglied des Unterausschusses, der über die Vergabe der Aufträge für Fenster entschied.⁴⁰

Kostenexplosion und öffentliche Kritik

Wie für öffentliche Bauprojekte nicht ungewöhnlich, wurde auch der Kostenplan für die Neue Chirurgie schon bald nach Baubeginn überschritten. Bis 1957 mussten bereits über vier Millionen DM Nachtragsmittel durch den Rat bewilligt werden,⁴¹ nur drei Monate später musste der Rat erneut zusätzliche Mittel, diesmal 900.000 DM, bereitstellen. Insgesamt verteuerte sich der Neubau damit um über fünf Millionen DM, d. h. 30 Prozent der ursprünglich veranschlagten Summe. Dementsprechend beschäftigte der Neubau der Chirurgie die politischen Gremien der Stadt mit Baufortschritt in zunehmendem Maße.

In dieser dritten Phase wurden nun im Stadtrat Verantwortlichkeiten gesucht und auch schnell gefunden. Den Architekten wurde ein Versagen bei der Bauleitung und der Verwaltung mangelnde Transparenz bei den Planänderungen und mangelnde Bauaufsicht vorgeworfen. Auffällig sind die besonderen Kommunikationspraktiken der professionellen Unwissenheit. Wenn Glock betonte, „daß die Mitglieder des Rates nicht der Auffassung sein konnten, daß in der Chirurgie mit 90.000 cbm die Urologie, die Neurochirurgie und die Poliklinik nicht enthalten seien“⁴², könnte dies auf eine tatsächlich mangelnde Information durch die Verwaltung hinweisen. Befremdlich ist jedoch, wenn Bürgermeister Vomfelde, immerhin in alle Planänderungen unmittelbar involviert, ausführte, „daß bei der Reduzie-

unter einem generellen Fachkräftemangel; so konnten auch in den Städtischen Krankenanstalten viele Stellen nicht besetzt werden. Speziell in der Chirurgie seien zudem, so klagte Derra, zu wenige Planstellen vorgesehen. Er argumentiert dabei, „daß es sich an der Chirurgischen Klinik um ein besonders schweres Krankengut handelt“ (Schreiben von Derra an die Oberin vom 24. März 1962, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 3/14, 393).

³⁸ Vgl. Verzeichnisse der am Bau beteiligten Firmen sowie von Firmen, die bisher Aufträge für die Einrichtung der Neuen Chirurgie erhalten haben, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 730.

³⁹ Schreiben F. an L. I. vom 20. Mai 1955 (Abschrift), in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

⁴⁰ Vgl. Protokoll der Sitzung des Unterausschusses des Krankenhausausschusses vom 6. Februar 1956, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 719.

⁴¹ Vgl. Ratsbeschluss vom 1. Oktober 1957, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 496.

⁴² Stenographischer Bericht über die ordentliche Sitzung des Rates der Landeshauptstadt Düsseldorf am 30. Januar 1958: Beschluss zur Nachforderung der 900.000 DM.

rung des Wettbewerbsprogramms von 138.000 cbm auf 90.000 cbm die Absicht bestand, eine voll funktionsfähige Chirurgie zu bauen. In dem Bauvolumen von 90.000 cbm sei die Poliklinik jedoch nicht enthalten gewesen.⁴³ Während die Presse, die den Neubau regelmäßig und wohlwollend publizistisch begleitet hatte,⁴⁴ auch die Nachfinanzierung 1957 noch sehr differenziert beurteilte und die organisatorischen und technischen Neuheiten feierte,⁴⁵ waren die Berichte von nun an sehr kritisch gegenüber Verwaltung und Stadtrat.⁴⁶

Die neue Chirurgie im internationalen Interesse

Am 26. Juni 1958 erfolgte die Eröffnung, die trotz aller finanziellen Schwierigkeiten groß gefeiert werden sollte.⁴⁷ In den Kontext dieser vierten Kommunikationsphase gehören drei unterschiedlich erfolgreiche Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit: Publikationen, Führungen und Pressearbeit. Schon 1957 begannen die Planungen für eine etwa 150 Seiten starke, zunächst bescheiden „Merkbuch“ genannte Publikation, um „im Interesse der Medizinischen Akademie und der Stadt [...] den internationalen Besuchern aus der Fachwelt auf dem baulichen und organisatorischen Sektor ein umfassendes Bild von der neuen Klinik zu vermitteln.“⁴⁸ Die Herausgabe einer umfangreichen Denkschrift scheiterte, da die Annoncenwerbung nicht erfolgreich genug war: Kosten von 67.000 DM standen Einnahmen von 25.000 DM gegenüber. In Anbetracht der Baukosten von 20 Millionen DM war der politische Wille offenbar nicht mehr vorhanden, diese verhältnismäßig kleine Summe aufzubringen. Obwohl nicht am Bau beteiligt, also nicht direkt wirtschaftlich profitierend, bot sich der Inhaber eines Hoch-, Beton- und Stahlbauunternehmens an, „den noch erforderlichen Betrag [...] zu beschaffen“, da er „die Herausgabe dieser Festschrift im Interesse der guten Sache für nützlich halte“⁴⁹. Es ist anzunehmen, dass der Unternehmer sich für Folgeaufträge, z. B. den Bau der Poliklinik (1960-1962), empfehlen wollte. Sicher nachzuweisen ist allerdings eine ganz andere, nämlich verwandtschaftliche Beziehung zu den Krankenanstalten, denn sein Sohn war als Oberarzt an der Chirurgischen Klinik tätig. Pikant an dem Angebot, dass an Derra direkt gerichtet war, erscheint das kurz vorher eröffnete und zügig abgeschlossene Habilitationsverfahren dieses Oberarztes.⁵⁰ Schöne, Heusler, Derra und Gutschow, die auch hier im Zentrum eines intensiven Kommunikati-

⁴³ Stenographischer Bericht über die ordentliche Sitzung des Rates der Landeshauptstadt Düsseldorf am 30. Januar 1958: Beschluss zur Nachforderung der 900.000 DM.

⁴⁴ Zum Beginn der Planungen vgl. unter anderem *Düsseldorfer Nachrichten* vom 12. Mai 1953: „In Kürze: Modernste Chirurgische Klinik“. Zum Beginn der Bauarbeiten 1955 vgl. unter anderem *Neue Rhein-Zeitung* vom 10. Mai 1955: „Bagger am Werk für die neue große Chirurgie“. Zum Richtfest 1956 vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 21. Januar 1956: „Neue Chirurgie vor Richtfest“.

⁴⁵ Vgl. unter anderem *Neue Rhein-Zeitung* vom 11. Oktober 1957: „Krankenstadt verschlingt noch viele Millionen Mark“; *Rheinische Post* vom 9. Oktober 1957: „Kleinigkeiten aus der Chirurgie“.

⁴⁶ Vgl. unter anderem *Neue Rhein-Zeitung* vom 29. Januar 1958: „Bauleitung hat bei der neuen Chirurgie versagt“; *Rheinische Post* vom 8. Februar 1958: „Kannte die Stadt die Baukosten?“

⁴⁷ Zunächst war eine Verknüpfung mit dem Jubiläum zum 50-jährigen Bestehen der Krankenanstalten geplant. Da man den Termin 1957 aber nicht einhalten konnte, blieb dieses Jubiläum ungefeiert; vgl. den Beitrag von Max Plassmann (2006) in diesem Band.

⁴⁸ Sitzungsprotokoll des Krankenhausausschusses vom 22. Oktober 1957, Pkt. 7: Herausgabe eines Merkbuches über den Neubau Chirurgie, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 730.

⁴⁹ Schreiben R. an Prof. Ernst Derra vom 3. Oktober 1958, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 730.

⁵⁰ Protokoll über die Sitzung des Akademischen Rates vom 18. Dezember 1958, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 147.

onsgeflechts aus städtischem Werbeamt, einer Werbeagentur, einem Fotografen und den Inserenten standen, gelang es dennoch nicht, die konkreten Verlagsverhandlungen abzuschließen.⁵¹ Erst 1960 erschien eine schmale Broschüre, die vor allem die baulichen Eckdaten enthält.⁵²

Die genannten internationalen und nationalen Fachbesucher, unter anderem Vertreter der Krankenkassen und sonstiger Versicherungsträger, kamen hingegen tatsächlich bereits während der Bauphase und wurden aufwändig betreut.⁵³ In den ersten Jahren kamen nahezu wöchentlich Besuchergruppen aus den ganzen Welt: von der Volkshochschulgruppe aus Mettmann über Beamte aus dem französischen Gesundheitsministerium bis zu Ärzten aus Nordrhodesien.⁵⁴ Das in der Pressemitteilung zur Besichtigung einer Studiengruppe des Internationalen Krankenhausverbandes hervorgehobene außergewöhnlich hohe „Interesse der ausländischen Fachkreise für das deutsche Krankenhauswesen“⁵⁵ wurde gefördert durch die politischen Bemühungen, nach der Diskreditierung der deutschen Medizin infolge der Verbrechen während der Zeit des Nationalsozialismus wieder Anschluss an die internationale Diskussion im Gesundheitswesen zu finden.

Ebenso erfolgreich ist die abschließende Pressearbeit der Stadt einzuschätzen. In den Wochen vor und nach der Eröffnung wurde überregional, vom *Mannheimer Morgen* bis zum *Flensburger Tageblatt*, über den Neubau der Düsseldorfer Chirurgie mit positivem bis euphorischem Tenor berichtet. Nun wieder enthusiastisch äußerte sich auch die Lokalpresse: „Von den beiden Architekten Gutschow und Nissen wurden beim Bau der neuen chirurgischen Klinik ausländische Vorbilder glücklich zu etwas einheitlich Neuem vereinigt.“⁵⁶

Krankenanstalten und Medizinische Akademie im Stadtgespräch

Klinik und Hochschule befinden sich als regionales Zentrum einer stationären Maximalversorgung im allgemeinen öffentlichen Interesse, insbesondere bei „Skandalen“ oder institutionell einschneidenden Ereignissen, wie beispielsweise Jubiläen, Neuberufungen, Sterbefällen oder wie geschildert bei Neu- oder Erweiterungsbauten. Die öffentliche Wahrnehmung differenziert sich entsprechend des heterogenen Aufgabenprofils der Hochschulmedizin in eine Vielzahl von Teilbereichen, die letztendlich ein spezifisches, aber keineswegs statisches Image der Institutionen als Ganzes prägen. Dabei ist die interpersonale Kommunikation über die tatsächliche oder vermeintliche Qualität der medizinischen Versorgung, der Ausstattung von Krankenzimmern, des Essens und besonders der pflegerischen Versorgung in der Regel weitaus einflussreicher als die Medienberichterstattung.⁵⁷

Die Hochschule erreicht mit ihren Kernkompetenzen Forschung und Lehre in erster Linie relativ genau definierte Teilöffentlichkeiten (Studierende, *scientific community*). Die

⁵¹ Vgl. die Korrespondenz in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 730.

⁵² Vgl. Oberstadtdirektor und Dezernat Städtische Krankenanstalten (1960).

⁵³ Vgl. Vorschlagsliste der Pflegekostenabteilung der Städtischen Krankenanstalten vom 25. September 1958, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 904.

⁵⁴ Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 523.

⁵⁵ Presseinformation der Deutschen Krankenhausgesellschaft vom 15. September 1958, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 904.

⁵⁶ *Rheinische Post* vom 10. April 1958: „Operationen auf dem Bildschirm. Eine der modernsten chirurgischen Kliniken Europas wird bald in Düsseldorf in Betrieb genommen“.

⁵⁷ Vgl. zur Bedeutung der interpersonalen Kommunikation: Schenk (1995).

Popularisierung wissenschaftlichen Wissens wird nur von einem kleinen Teil der Wissensproduzenten selbst, vor allem aber von Journalisten betrieben. Darüber hinaus sind die einzelnen Hochschulen unter anderem als Expertenpool für aktuelle Forschungsfragen und als Prestigeinstitution einer Stadt stark in die lokale Presseberichterstattung eingebunden.⁵⁸

Die ausgewertete Zeitungsausschnittsammlung⁵⁹ kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, dennoch zeigen sich bestimmte Schwerpunkte und Tendenzen innerhalb der Berichterstattung. Neben der lokalpolitischen Debatte, die wir am Beispiel des Neubaus der Chirurgie dargestellt haben, finden sich in der ausgewerteten Tagespresse der Jahre 1949 bis 1960 insgesamt knapp 1.500 Berichte und Meldungen zu den Städtischen Krankenanstalten und zur Medizinischen Akademie aus den Bereichen Gesellschaft, Gesundheit, Lehre, Wirtschaft, Wissenschaft und Biographisches. Bis zum Jahr 1960 hatte sich die Zahl der Berichte pro Jahr im Betrachtungszeitraum mehr als verzehnfacht. Informiert wurde unter anderem über allgemeine, teilweise besonders publikumswirksame Veranstaltungen wie die in Düsseldorf erstmals 1955 durchgeführte Hochschulwoche,⁶⁰ über neue medizinische Möglichkeiten wie die Einführung der Herz-Lungen-Maschine in Düsseldorf,⁶¹ über Fortbildungen⁶² und Studentenwohnheime,⁶³ über wissenschaftliche Tagungen,⁶⁴ über Jubiläen wie den 50. Jahrestag der Gründung der Städtischen Krankenanstalten 1957⁶⁵ sowie über Ernennungen, runde Geburtstage und akademische Ehrungen von Professoren und Dozenten der Akademie. Durch die relativ geringe Anzahl von Dozenten schafften es nicht nur Ordinarien, denen auch heute noch oft ein Bericht oder zumindest eine Meldung gewidmet wird, sondern in der Regel auch Privatdozenten, anlässlich ihrer Antrittsvorlesungen in den Lokalteil der Düsseldorfer Tageszeitungen zu gelangen.⁶⁶

Ein prägnantes Beispiel sowohl für eine personenzentrierte Berichterstattung als auch für das breite Spektrum akademischer Fest- und Erinnerungskultur ist wiederum Ernst Derra. Kein anderer Professor der Akademie war seinerzeit in der Öffentlichkeit so präsent. Seine spektakulären Herzoperationen⁶⁷ trugen dazu ebenso bei wie sein Engagement bei den Düsseldorfer Jonges, dem einflussreichen Heimatverein der Stadt. In mindestens 150 Artikeln wurde Derra erwähnt – häufig im Zusammenhang mit medizinischen Fach-

⁵⁸ Vgl. zu den Spezifika des Medizinjournalismus: Roloff (1972).

⁵⁹ Vgl. Stadtarchiv Düsseldorf XXIV 1825, 1991, 2053, 2054, 2101, 2102, 2103, 2104.

⁶⁰ 24 Berichte und drei kurze Meldungen erschienen zum Thema „Hochschulwoche 1955“, die erste Ankündigung bereits im Mai; vgl. unter anderem *Neue Rhein-Zeitung* vom 10. Mai 1955: „Hochschule im Herbst“.

⁶¹ Vgl. unter anderem *Kölnische Rundschau* vom 9. November 1958: „Erste Herz-Lungen-Maschine wird in Düsseldorf aufgestellt“; *Neue Rhein-Zeitung* vom 25. Februar 1959: „Eine viertel Stunde stand das Herz des Kranken still“.

⁶² Z. B. die jährlichen Fortbildungen der Ärztekammer Nordrhein, auf der immer mehrere Ordinarien der Klinik vortrugen; vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 30. Januar 1959: „Zweihundert Mediziner kommen“; *Neue Rhein-Zeitung* vom 10. Februar 1960: „Ärzte informieren sich über Herz-Lungen-Maschine“.

⁶³ Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 17. Juni 1957: „Klubzimmer für Ausländer“.

⁶⁴ Vgl. unter anderem *Düsseldorfer Nachrichten* vom 18. September 1956: „Europas Herzchirurgen kommen nach Düsseldorf“; *Neue Rhein-Zeitung* vom 3. Juli 1958: „Bedeutende Ärzte sehen zu, wie Prof. Derra operiert“.

⁶⁵ Vgl. unter anderem *Düsseldorfer Nachrichten* vom 26. Juli 1957: „Von Jan Wellem bis zur neuen Chirurgie“.

⁶⁶ Vgl. auch *Düsseldorfer Nachrichten* vom 11. Mai 1959: „Zwei neue Gesichter im Lehrkörper“.

⁶⁷ Vgl. unter anderem *Fuldaer Volkszeitung* vom 7. Dezember 1955: „Blick in das geöffnete Herz“.

kongressen oder aber auch populären Vorträgen.⁶⁸ Berichte und Festschriften erschienen auch zu runden Geburtstagen,⁶⁹ zu besonderen Ehrungen,⁷⁰ zum Berufsjubiläum⁷¹ und zur Emeritierung.⁷² Kurz vor seinem Tod veranstaltete die Chirurgie ihm zu Ehren einen Kongress zu 30 Jahren Herzchirurgie in Düsseldorf.⁷³ Nachrufe gab es in der Tagespresse, den Heimatblättern, den Publikationen der Universität und in medizinischen Fachzeitschriften.⁷⁴ Im Vergleich zu anderen Wissenschaften ist die Erinnerungskultur innerhalb der Medizin generell sehr ausgeprägt. Kaum eine allgemeinmedizinische oder spezielle Fachzeitschrift verzichtet auf Berichte – in der Regel von Schülern und Kollegen verfasst – zu Geburtstagen oder Todesfällen bekannter Fachvertreter.⁷⁵ Auch nach seinem Tod blieb Derra einer der prominentesten Vertreter der Universität, deren Gründung er mit auf den Weg gebracht hatte.⁷⁶

Geprägt wurde die Berichterstattung durch die lokalen und regionalen Zeitungen. Nach Ende der Lizenzpflicht im September 1949 waren in Düsseldorf, wenn auch nur kurzfristig, über zehn Tages- und Wochenzeitungen herausgegeben worden, von denen vier etwa zwei Drittel der Berichte über die Krankenanstalten und die Medizinische Akademie veröffentlichten.⁷⁷ Insgesamt sind 80 Tages- und Wochenzeitungen vertreten, davon neun überregionale und 39 nordrhein-westfälische.

Während die Erwähnung der einzelnen Institute und Kliniken stark differiert, liegt der Anteil der unter der Kategorie „Allgemeines“ zusammengefassten Berichte, die nicht allein einer Klinik oder einem Institut zuzuordnen sind oder aber die Akademie als Ganzes betreffen, bei durchschnittlich 45 Prozent. Dazu gehören immer wiederkehrende Ereignisse wie die Wahl des Rektors⁷⁸ und die Hochschulwoche. Die hohe Zahl von Berichten im Jahr 1953 geht vorwiegend auf die auch überregional beachtete Einweihung der wiederaufgebauten (Pathologie, Hygiene und Pharmakologie) sowie der ersten neu errichteten (Anatomie, Physiologische Biochemie) wissenschaftlichen Institute⁷⁹ und ferner auf die Jubiläumstagung der Vereinigung der Verwaltungsleiter Deutscher Krankenanstalten⁸⁰

⁶⁸ Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 28. August 1954: „Professor Derra operierte in Buenos Aires“; *Düsseldorfer Nachrichten* vom 24. Mai 1957: „Abschlusskundgebung des Verbandstages Rotkreuzschwester. Prof. Derra über moderne Herzchirurgie“.

⁶⁹ Vgl. zu den Berichten unter anderem *Rheinische Post* vom 4. März 1961: „Der Meister der Herzchirurgie. Professor Derra wird am 6. März 60 Jahre alt“; *Rheinische Post* vom 4. März 1966: „Blick in das kranke Herz. Professor Ernst Derra 65 Jahre alt“; *Neue Rhein-Zeitung* vom 12. März 1966: „Fackelzug der Studierenden“. Vgl. zur Festschrift: Irmer (1966).

⁷⁰ Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 3. Mai 1965: „Medaille der Humboldt-Gesellschaft für Derra“. Vgl. auch Lingmann (1968: 37-39).

⁷¹ Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 15. März 1968: „Sein Leben: Das Herz. Professor Derra ist 40 Jahre Arzt“.

⁷² Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 26. März 1968: „Derra: ‚Ich lege das Messer aus der Hand‘“; *Düsseldorfer Nachrichten* vom 21. April 1970: „Chirurg nimmt Abschied“.

⁷³ Vgl. Bircks (1980).

⁷⁴ Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 12. Mai 1979: „Prof. Derra lebt in der Erinnerung weiter“.

⁷⁵ Vgl. unter anderem Irmer (1979) und Franke (1979).

⁷⁶ Z. B. wurde 2001 an seinen Geburtstag vor 100 Jahren erinnert und 2002 eine Straße unweit seines damaligen Wohnhauses nach ihm benannt; vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 6. März 2001.

⁷⁷ *Rheinische Post*, *Düsseldorfer Nachrichten*, *Der Mittag* (1964 eingestellt) und *Neue Rhein-Zeitung*.

⁷⁸ Vgl. unter anderem *Der Mittag* vom 24. Februar 1960: „Prof. Derra wurde Rektor“.

⁷⁹ Vgl. unter anderem *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 22. Januar 1953: „Schwerpunkt Virusforschung“. Vgl. hierzu auch Schadewaldt (1973: 74).

⁸⁰ Vgl. unter anderem *Düsseldorfer Nachrichten* vom 23. Mai 1953: „Fünfzig Jahre Dienst am Kranken“.

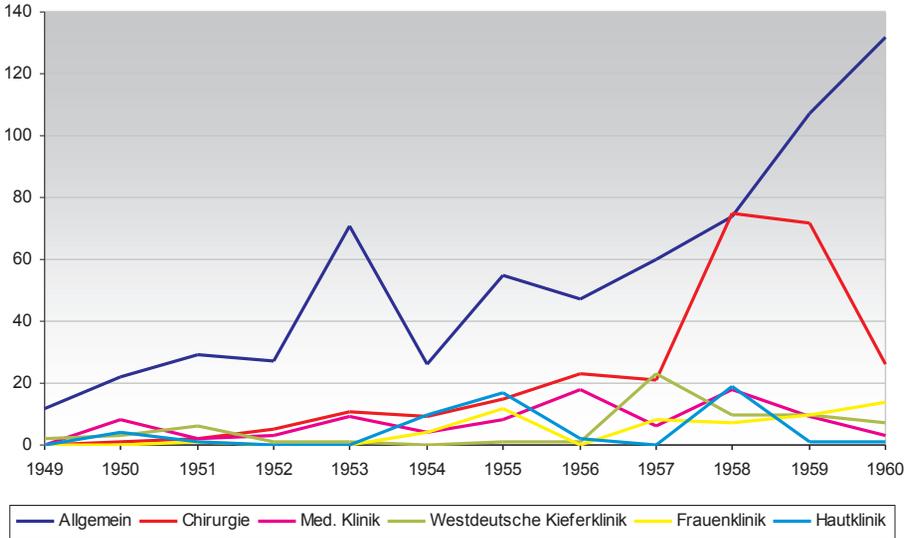


Abb. 2: Die Städtischen Krankenanstalten und die Medizinische Akademie in der Presse (1949-1960);
Quelle: Stadtarchiv Düsseldorf XXIV 1825, 1991, 2053, 2054, 2101, 2102, 2103, 2104

zurück. Auch 1960 beherrschte mit den Plänen zur Erweiterung der Akademie zu einer Volluniversität ein übergreifendes Thema die Berichterstattung.⁸¹ Die am häufigsten vertretene Einzelklinik ist die Chirurgie mit über 260 Berichten, Meldungen, Interviews und Kommentaren.

In Bezug auf die Textsorte dominieren dabei die Berichte, d. h. Artikel mit mehr als 29 Zeilen, gegenüber kürzeren Meldungen. Interviews, Glossen oder Kommentare sind selten. Im Stil variieren die Berichte zwischen informativ und plakativ; so lauteten die Schlagzeilen zur Ankunft der Herz-Lungen-Maschine beispielsweise „Ärzte prüfen Herz-Lungen-Maschine“⁸² oder aber „Prof. Derra packte gleich die Kiste aus“⁸³. Gerade im Zusammenhang mit dem Neubau der Chirurgie und der Herz-Lungen-Maschine fanden auch immer wieder Superlative Verwendung, die den jeweils einzigartigen Charakter und damit die Bedeutung Düsseldorfs auf dem Gebiet der Chirurgie herausstellen sollten.⁸⁴ Nicht zu übertreffen ist das Urteil über die neue Chirurgie, das einem „Vertreter des berühmten amerikanischen Walter Reed Hospitals“ zugeschrieben wurde: „Die beste Klinik diesseits

⁸¹ Vgl. *Neue Rhein-Zeitung* vom 18. Mai 1960: „Ausbau der Medizinischen Akademie dringend nötig“.

⁸² *Der Mittag* vom 15. November 1958.

⁸³ *Neue Rhein-Zeitung* vom 10. November 1958.

⁸⁴ Vgl. unter anderem *Rheinische Post* vom 15. November 1958: „Hilfe für viele Herzranke. Herz-Lungen-Maschine arbeitet ab Frühjahr. Prof. Derra und seine Ärzte stellen sie vor: „Es ist die modernste Maschine ihrer Art, die es auf der Welt gibt. Nur drei sind bisher hergestellt worden. Zwei arbeiten in den USA, wo die deutschen Ärzte Dr. Löhr und seine Mitarbeiter in der Mayo-Klinik in Rochester (Minnesota) sich mit der Arbeitsweise der Maschine vertraut machten.““

und jenseits des Ozeans.“⁸⁵ Selten waren Sensationsmeldungen, wie etwa der Fall der herzkranken Ingrid oder die Notoperation nach einem Krankentransport per Helikopter.⁸⁶

Über das Verhältnis zwischen gezielter Pressearbeit seitens der Klinik bzw. Akademie und der Berichterstattung können aufgrund der Quellenlage keine eindeutigen Aussagen getroffen werden. Eine eigene Presseabteilung erhielt die Akademie, dann schon Universität, erst 1972. Bei Kurzmeldungen oder auch Berichten, die nahezu wortgleich sind oder aber dasselbe Foto verwenden, kann von gezielten Pressemeldungen ausgegangen werden. Ansonsten deuten Einzelüberlieferungen auf eine Interaktion hin. Derra reagierte 1960 mit einem Leserbrief auf einen Bericht der *Düsseldorfer Nachrichten*, in dem seiner Meinung nach zu Unrecht von einer Fehldiagnose eines vorbehandelnden Krankenhauses berichtet wurde.⁸⁷ Eine Aktennotiz weist auf eine andere unerwünschte Meldung hin:

Soeben wird mir die „Revue“ vom 25.7.59 vorgelegt, in der steht, dass ich für Herrn Forssmann einen Lehrstuhl an unserer Medizinischen Akademie empfohlen hätte. Um allen Kalkulationen zuvorzukommen, halte ich mich für verpflichtet Ihnen mitzuteilen, dass diese Behauptung der Zeitung absolut unwahr ist. [...] Es ist übel, wie ich in die Sache hineingeflochten wurde, obwohl ich mich peinlichst aus der ganzen Angelegenheit herausgehalten habe.⁸⁸

Der Hintergrund der Debatte um den Nobelpreisträger Werner Forssmann (1904-1979), der die Chirurgie am Evangelischen Krankenhaus in Düsseldorf leitete und bei seinen Zeitgenossen eher umstritten war,⁸⁹ verweist auf die wissenschaftliche Reputation, die durchaus im Kontrast zur Wahrnehmung in der allgemeinen Öffentlichkeit stehen kann.

Wissenschaftliche Reputationssysteme und Publikationsnetzwerke

Richard Whitley beschrieb die soziale und intellektuelle Organisation von Wissenschaften als „Reputationssystem“. Die Aufgabe des Wissenschaftlers, neue Erkenntnisse zu produzieren, ist mit einer „Aufgabenunsicherheit“ (*task uncertainty*) verbunden, die eine dauernde Rückversicherung mit wissenschaftlichen Kollegen erfordert. Damit stellt der Forscher sicher, auch weiterhin auf das von seinem Denkkollektiv geteilte gemeinsame wissenschaftliche Ziel hinzuwirken. Die mit der Zunahme von Wissenschaftlern einhergehende Konkurrenzsituation um Ressourcen konstituierte ein Reputationssystem, in dem das Ansehen, das ein Forscher unter seinen Kollegen genießt, über seine weitere Karriere bestimmt.⁹⁰ Diese Reputation ergibt sich aus seinen sozialen Kontakten und Publikationen. Die Anzahl der Publikationen und die Häufigkeit der Zitation dieser Beiträge gelten als Indikator für das Verhältnis zwischen individueller Forscherleistung und Repräsentation dieser Leistung.⁹¹

⁸⁵ *Rheinische Post* vom 15. Dezember 1960: „Beste Klinik beiderseits des Ozeans“.

⁸⁶ Vgl. *Der Mittag* vom 26. Oktober 1955: „Fünf Herzoperationen dann war Ingrid gerettet“; *Düsseldorfer Nachrichten* vom 8. Dezember 1960: „Hubschrauber brachte schwerkranke Frau von Tübingen zur neuen Chirurgie“.

⁸⁷ Vgl. *Düsseldorfer Nachrichten* vom 10. Oktober 1960: „Fehldiagnose“.

⁸⁸ Schreiben Ernst Derras an den Vorsitzenden des Kuratoriums der Medizinischen Akademie, OstD Hensel, vom 22. Juli 1959, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/12, 336, Bl. 67.

⁸⁹ Forssmann als Nobelpreisträger wird heute allerdings gerne für die Düsseldorfer Universitätsgeschichte in Anspruch genommen; vgl. Schadewaldt (1981).

⁹⁰ Vgl. Whitley (1984).

⁹¹ Vgl. zum Konzept der Quantifizierung von Forschung: de Solla Price (1974).

Von Derra wurden in den 1950er Jahren 48 Publikationen von 70 Autoren insgesamt 111-mal zitiert. Davon entfielen 17,3 Prozent auf seine Schüler, Mitarbeiter und Kollegen und 4,3 Prozent auf ihn selbst. Quantitativ liegt Derra damit im Betrachtungszeitraum hinter vielen seiner Kollegen. Von Bedeutung ist aber nicht nur die absolute Zahl von Zitationen, sondern besonders die Zitationshäufigkeit eines einzelnen Beitrags. Während beispielsweise Beiträge des Pharmakologen Walter Kikuth bis zu 200-mal zitiert wurden, erreicht kein Beitrag Derras einen Wert von mehr als 20 Zitationen, und lediglich acht Prozent wurden mehr als sechsmal zitiert.⁹² Auffällig ist darüber hinaus, dass über die Hälfte der Zitationen aus Aufsätzen der *Deutschen Medizinischen Wochenschrift*, also einer allgemeinmedizinischen Zeitschrift, stammen. Daraus ergibt sich ein wiederum im Vergleich mit den Düsseldorfer Kollegen vergleichsweise hoher Anteil an zitierenden Aufsätzen in deutscher Sprache.

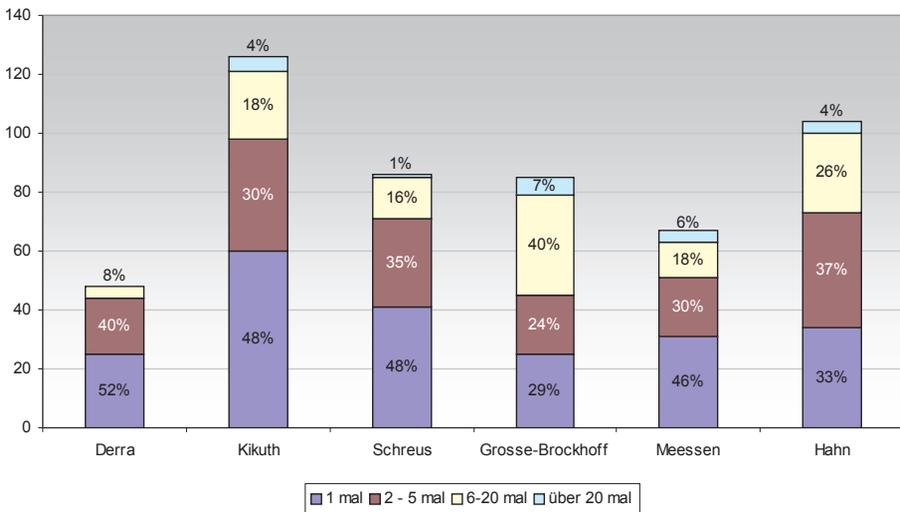


Abb. 3: Anzahl der zitierten Publikationen und Häufigkeit der Zitationen (1945-1960); Quelle: Science Citation Index Expanded (Web of Science: <http://portal.isiknowledge.com>; 30.05.2006)

Auch wenn die Zitationshäufigkeit insgesamt und auch je Publikation in den 1960er und 1970er Jahren zunimmt, bleibt ein merkwürdiges Missverhältnis zwischen öffentlicher Aufmerksamkeit, die immer auch auf Derras wissenschaftlichen Ruf verweist, und bibliometrischem Befund. Eine mögliche Erklärung ist Derras Forschungsschwerpunkt, die operativen Verfahren in der Thorax-Herzchirurgie.⁹³ Die Rezeption durch Kollegen erfolgte hier sehr oft durch persönliche Anschauung und Vorträge. Ergebnisse aus experimenteller Forschung, wie sie Kikuth oder Hahn betrieben, werden hingegen vor allem durch Publikationen verbreitet.

⁹² Der Aufsatz „Spontanhypoglykämie und Pankreasinseltumor“, *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 73 (1948), 274-278, wurde siebenmal zitiert, so häufig wie kein anderer.

⁹³ Vgl. als Überblick: Schulte (2001).

Weitere Indikatoren für Derras wissenschaftliche Reputation sind die Karrieren seiner Schüler und Mitarbeiter, die Ordinariate, Universitätsprofessuren und Chefarztposten erhielten,⁹⁴ die Rufe nach Tübingen (1952) und Bonn (1953), sein Wirken an der Spitze der maßgeblichen Fachgesellschaften,⁹⁵ die Herausgabe von Handbüchern⁹⁶ und die Etablierung neuer Lehrstühle bzw. Disziplinen. Derra war unter anderem maßgeblich an der Verselbständigung der Anästhesie,⁹⁷ Urologie, Neurochirurgie und Radiologie in Düsseldorf beteiligt.

In die beschriebenen wissenschaftlichen Reputationsnetzwerke ist auch die Lehre einzu beziehen. Neben den typischen Lehrer-Schüler-Stammbäumen als eine klassische Form der innerwissenschaftlichen Vernetzung ist es die generelle Vermittlungskompetenz, die Image und Attraktivität des Hochschulstandortes bestimmt. Auch wenn qualitative und quantitative Aspekte der Krankenversorgung in der politischen Auseinandersetzung überwogen, diente in den Gutachten sowohl von 1938 als auch von 1952 die Verbesserung der akademischen Lehre als wichtiges Argument für die Errichtung eines Neubaus.

Die hiesige Medizinische Akademie kann für sich in Anspruch nehmen, als eine der bedeutendsten mit an führender Stelle zu stehen. Um aber das Vertrauen auf die hier gelehrt hohe ärztliche Kunst weiter zu erhalten und zu sichern, muss andererseits den hierher kommenden Studenten eine Gewähr für eine würdige Unterkunft gegeben sein.⁹⁸

Die Hörsäle in der neuen Chirurgie waren technisch auf dem neuesten Stand, und sogar in den Operationssälen bestand die Gelegenheit zur Lehre, ohne die Patienten zu gefährden: „Zwei von den insgesamt sechs elipsenförmigen Operationssälen haben Zuschauerkuppeln für die Studenten der Medizinischen Akademie Düsseldorf. Fernsehkameras sollen gelegentlich Operationen auf den Bildschirm im Hörsaal übertragen.“⁹⁹

Die Quellsituation zur Qualität der akademischen Lehre ist allgemein ungünstig, da sich Studierende in der schriftlichen Überlieferung in der Regel nur quantitativ wiederfinden. Für die Hochschulmedizin in Düsseldorf z. B. erschließt eine Zeitzeugenbefragung die Studienbedingungen für die Nachkriegszeit zumindest teilweise. Auf die Frage, welche Professoren ihnen in guter oder schlechter Erinnerung geblieben seien, nannten über 75 Prozent Derra, und nur ein einziger hatte negative Erfahrungen gemacht. Er galt als „bayerisches Original“ oder „bayerisch-gemütlich“.¹⁰⁰

⁹⁴ Vgl. zum akademischen Stammbaum: Irmer (1966: 9) und Lingmann (1968: 40).

⁹⁵ 1957: Tagungspräsident der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung; 1960: Tagungspräsident der European Society of Cardiovascular Surgery in Düsseldorf; 1962: Präsident der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie.

⁹⁶ Vgl. Derra (8 1969).

⁹⁷ 1953 wurde er von der Deutschen Ärztekammer „wegen der Einführung der Fachärzte für Anaesthesiologie in der Tri-Zone“ gehört; vgl. Schreiben Derras an Verwaltungsoberdirektor Berg vom 24. Januar 1953, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/12, 336, Bl. 61.

⁹⁸ Begründung für den Neubau einer Chirurgischen Klinik an der Medizinischen Akademie auf dem Gelände der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1938, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 703.

⁹⁹ *Rheinische Post* vom 10. April 1958: „Operationen auf dem Bildschirm. Eine der modernsten chirurgischen Kliniken Europas wird bald in Düsseldorf in Betrieb genommen“. Vgl. auch Oberstadtdirektor und Dezernat Städtische Krankenanstalten (1960: 28-31).

¹⁰⁰ Zeitzeugenprojekt „Medizinstudium in Düsseldorf“, 2005-2006 unter der Leitung von Thorsten Halling.

Fazit

Am Beispiel des Neubaus der Chirurgie konnten die vielfältigen Beziehungen aufgezeigt werden, in denen die Hochschulmedizin agiert. Kommuniziert wurde in formellen und informellen Strukturen, in zeitlich gestaffelter Intensität durch mediale Vermittlung und interpersonale Kommunikation.

Der Neubau der Chirurgie muss wiederum im Gesamtkontext einer insgesamt weitgehend veralteten Bausubstanz der Städtischen Krankenanstalten betrachtet werden. Fast alle Klinikdirektoren versuchten mit und nach ihrer Berufung, Neu- und Umbauten ihrer Kliniken zu erreichen.¹⁰¹ Da die Stadt diese Investitionen nicht leisten konnte, forcierte der akademische Rat unter Federführung Ernst Derras Anfang der 1960er Jahre den Ausbau der Medizinischen Akademie zur Volluniversität.¹⁰²

Literatur

- BAYER, Karen. „Die Medizinische Akademie Düsseldorf zwischen Diktatur und Demokratie“, in: Karen BAYER, Frank SPARING und Wolfgang WOELK (Hrsg.). *Universitäten und Hochschulen im Nationalsozialismus und in der frühen Nachkriegszeit*. Wiesbaden 2004, 183-196.
- BIRCKS, Wolfgang (Hrsg.). *Medical and surgical management of tachyarrhythmias. Symposium held on the occasion of the 30. anniversary of the Düsseldorf Heart Centre 1979*. Berlin 1980.
- BÖHME, Hartmut. „Einführung. Netzwerke. Zur Theorie und Geschichte einer Konstruktion“, in: Jürgen BARKHOFF, Hartmut BÖHME und Jeanne RIOU (Hrsg.). *Netzwerke. Eine Kulturgeschichte der Moderne*. Köln 2004, 17-36.
- DERRA, Ernst, Willi BECKER und Walther HENSEL. *Denkschrift über den Ausbau der Düsseldorfer Medizinischen Akademie zu einer Vollfakultät*. Düsseldorf 1960.
- DERRA, Ernst (Hrsg.). *Handbuch der Thoraxchirurgie, Chirurgische Operationslehre*. Leipzig 8 1969.
- DE SOLLA PRICE, Derek J. *Little Science, Big Science: Von der Studierstube zur Großforschung*. Frankfurt am Main 1974.
- EPPLE, Angelika und Peter HABER (Hrsg.). *Vom Nutzen und Nachteil des Internet für die historische Erkenntnis. Version 1.0*. Zürich 2005.
- ERICKSON, Bonnie H. „Social networks and History: A Review Essay“, *Historical Methods* 30 (1997), 149-157.
- ESCH, Michael G., Kerstin GRIESE, Frank SPARING und Wolfgang WOELK. *Die Medizinische Akademie Düsseldorf im Nationalsozialismus*. Essen 1997.
- ESCH, Michael G. und Frank SPARING. „Die Medizinische Akademie Düsseldorf im Krieg: die Kriegschroniken der Städtischen Krankenanstalten“, in: ESCH *et al.* (1997), 295-317.
- FANGERAU, Heiner und Thorsten HALLING. „Wissenschaft im Kontext. Forscher- und Institutionen-Netzwerke im frühen 20. Jahrhundert“, in: Jörg VÖGELE, Heiner FANGERAU und Thorsten NOACK (Hrsg.). *Geschichte der Medizin – Geschichte in der Medizin: Forschungsthemen und Perspektiven*. Münster u. a. (im Druck), 25-40.
- FORSBACH, Ralf. *Die medizinische Fakultät der Universität Bonn im „Dritten Reich“*. München 2006.

¹⁰¹ Im Oktober 1958, also kurz nach der Eröffnung der Chirurgischen Klinik, trat beispielsweise der 1954 berufene Internist in Verhandlungen mit der Stadt über den Umbau der Medizinischen Klinik I ein; vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 681.

¹⁰² Vgl. Derra *et al.* (1960).

- FRANKE, Hermann. „In memoriam Professor Dr.med.h.c. Dr.med.h.c. Ernst Derra 6.3.1901-9.5.1979“, *Fortschritte der Medizin* 27 (1979), 1197-1198.
- HENNING, Friedrich-Wilhelm. *Düsseldorf und seine Wirtschaft. Zur Geschichte einer Region. Bd. 2: Von 1860 bis zur Gegenwart*. Düsseldorf 1981.
- IRMER, Wolfgang. *Zum 65. Geburtstag des Direktors der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf, Dr.med. Dr.med.h.c. Ernst Derra, c. ö. Professor für Chirurgie*, Bonn 1966.
- IRMER, Wolfgang. „In Memoriam – Ernst Derra“, *Medizinische Welt* 30 (1979), 1658.
- LATOUR, Bruno. „On Actor Network Theory. A Few Clarifications“, *Soziale Welt* 47 (1996), 369-381.
- LATOUR, Bruno. *Die Hoffnung der Pandora: Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*. Frankfurt am Main 2002.
- LINGMANN, Hiltrud. *Die Geschichte der Chirurgischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf von 1907 bis 1965*. Düsseldorf 1968.
- OBERSTADTDIREKTOR und DEZERNAT STÄDTISCHE KRANKENANSTALTEN (Hrsg.). *Die Chirurgische Klinik der Städtischen Krankenanstalten Düsseldorf*. Düsseldorf 1960.
- PLASSMANN, Max. „Die Jubiläumsfeiern der Medizinischen Akademie Düsseldorf: 1932 – 1948 – 1973“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006*. Düsseldorf 2006, 669-678.
- ROLOFF, Eckart Klaus. *Die Berichterstattung über Herztransplantationen in der westdeutschen Presse. Eine aussagenanalytische Fallstudie zu Phänomenen des Medizinjournalismus*. Salzburg 1972.
- SCHADEWALDT, Hans. *Von der Medizinischen Akademie zur Universität Düsseldorf 1923 – 1973. Festschrift anlässlich des 50jährigen Jubiläums der Gründung der Medizinischen Akademie am 18. Mai 1923*. Berlin 1973.
- SCHADEWALDT, Hans. „Dr. med. Dr. med. h.c. Werner Forssmann“, in: UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (Hrsg.). *Jahrbuch der Universität Düsseldorf 1978-80*. Düsseldorf 1981, 35-38.
- SCHENK, Michael. *Soziale Netzwerke und Massenmedien. Untersuchungen zum Einfluß der persönlichen Kommunikation*. Tübingen 1995.
- SCHULTE, Hagen D. „A reflection on the life and legacy of Ernst Derra on his 100th birthday“, *Thoracic & Cardiovascular Surgeon* 49 (2001), 251-253.
- SPANGENBERG, Harald. *Der Internet-Lotse – als Mediziner das Internet richtig nutzen*. Stuttgart und New York ²2003.
- WEINGART, Peter. *Wissenschaftssoziologie*. Bielefeld 2003.
- WHITLEY, Richard. *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*. Oxford 1984.
- WOELK, Wolfgang, Frank SPARING, Karen BAYER und Michael G. ESCH (Hrsg.). *Nach der Diktatur. Die Medizinische Akademie Düsseldorf vom Ende des Zweiten Weltkriegs bis in die 1960er Jahre*. Essen 2003.
- WOLTERS, Astrid. „Die Entnazifizierung an der Medizinischen Akademie Düsseldorf“, in: WOELK et al. (2003), 89-113.

Chronik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

ROLF WILLHARDT

Chronik 2005/2006

2005

4. Januar Nach Mitteilung von Univ.-Prof.Dr. Wilhelm Sandmann wurden 2004 erstmals in einem Jahr 100 Nieren transplantiert.
5. Januar Die neue Broschüre „Schule zu Ende. Und dann?“ erscheint. Vorge stellt werden 21 Ausbildungsberufe in der Heinrich-Heine-Universität und im Universitätsklinikum.
13. Januar Pressekonferenz mit Dr. Marianne Koch im Rathaus, Kampagnenstart „Düsseldorf gegen Darmkrebs“.
17. Januar Die Universitäts- und Landesbibliothek bietet als neuen Service eine Online-Auskunft an. Sie erweist sich als Riesenerfolg.
18. Januar Tonia Sorrentino erhält für ihre Bachelorarbeit „Pascal Croci: Auschwitz. Grenzen und Möglichkeiten einer Darstellung des Holocaust in der Bande Dessinée“ den Antisemitismuspreis der Philosophischen Fakultät.
20. Januar Eröffnung der Ausstellung: „Frieden – Menschenrechte – und die Kinder: Janusz Korczak“ in der Universitäts- und Landesbibliothek. Übergabe des privaten Korczak-Archivs von Barbara Engemann an die Universitäts- und Landesbibliothek.
20. und 21. Januar Jean Narvaez, Kanzler der französischen Partneruniversität Nantes, zu Besuch in der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

21. Januar Promotionsfeier der Medizinischen Fakultät: 113 Doktorurkunden werden überreicht. PD Dr. Carsten Korth erhält den Hörlein-Preis.
26. Januar Neujahrsempfang des Rektors und Neujahrskonzert.
31. Januar Die Amerikanistin Dr. Nicole Schröder erhält den „Preis für die Beste Dissertation“ der Philosophischen Fakultät im Jahr 2004.
1. Februar Das Projekt „Kunstpfad“ wird der universitären Öffentlichkeit im Rahmen einer Sonderveranstaltung vorgestellt.
2. Februar Im Rahmen einer Akademischen Feier der Juristischen Fakultät werden Dr. Peter Meier-Beck und Dr. Ulrich Prinz zu Honorarprofessoren ernannt.
2. Februar Dr. Johannes Hermann erhält den „Preis für die Beste Dissertation“ der Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät im Jahr 2004.
7. Februar Am Rosenmontag zählt die Universitäts- und Landesbibliothek mit 2.500 die meisten Besucher an einem Tag.
17. Februar Erste Veranstaltung der Vortragsreihe „Universität in der Stadt“. Kooperationspartner sind die Heinrich-Heine-Universität, die Volkshochschule Düsseldorf und die Evangelische Stadtakademie.
20. Februar Erstmals „Tag der Gesundheitsforschung“ im Universitätsklinikum; er ist der Kinder- und Jugendmedizin gewidmet.
21. Februar Die Ministerin für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Hannelore Kraft, und Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch unterzeichnen die zweite Zielvereinbarung.
10. bis 12. März Gesundheitstage-Krebs-NRW: 3.000 Besucher informieren sich über die drei häufigsten Krebsarten in Deutschland: Darm-, Prostata- und Brustkrebs. Initiator der Veranstaltung ist Univ.-Prof. Dr. Stefan Roth, Strahlentherapeut am Universitätsklinikum.
11. März Die LIONS-Hornhautbank legt ihre Bilanz 2004 vor: Insgesamt wurden 907 Transplantate begutachtet und konserviert. Das entspricht einer Steigerung von 13 Prozent gegenüber dem Vorjahr.
14. März Das Studentenwerk Düsseldorf legt die Jahresbilanz 2004 vor. Genau 1.000.228 Mensaeissen wurden an den Hochschulen der Landeshauptstadt ausgegeben, über 26 Millionen € an BAföG ausbezahlt und 3.275 Wohnheimplätze zur Verfügung gestellt. Trotz schwieriger Rahmenbedingungen ist das vergangene Geschäftsjahr erfolgreich verlaufen und es konnte ein Überschuss von 966.741 € erzielt werden.

15. bis 18. März 94. Deutscher Bibliothekartag mit 3.000 Teilnehmern und mehr als 300 Vorträgen, Arbeitssitzungen und Workshops sowie einem umfangreichen Rahmenprogramm, ausgerichtet von der Universitäts- und Landesbibliothek.
23. März Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch und der Düsseldorfer Oberbürgermeister Joachim Erwin unterzeichnen im Rathaus den Vertrag der Stiftungsprofessur „Gartenkunst“. Sechs Jahre lang übernimmt die Stadt die Kosten für diese Juniorprofessur.
30. März Dr. Rutger Leliveld erhält den Ulrich-Hadding-Forschungspreis des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums.
1. April Beginn des Sommersemesters 2005.
1. April „Düsseldorfer Forum“: Experten der Universität diskutieren mit Journalisten aus aktuellem Anlass zum Thema „Sterbehilfe“.
8. April Benefiz-Konzert („Rhythmus im Blut“) unter anderem mit Grace Bumbry zugunsten der Blutspendezentrale in der Tonhalle.
8. April Die Juristische Fakultät verleiht Prof. Dr. Carsten P. Claussen die Ehrendoktorwürde.
9. April Pflanztag mit ehrenamtlichen Helfern im Botanischen Garten.
13. April Vorstellung des Projekts „Grünes Klassenzimmer“. Kooperationspartner sind der Botanische Garten der Heinrich-Heine-Universität, die Stiftung Schloss und Park Benrath sowie die Stiftung Schloss Dyck.
14. April „Akademien als Träger kultureller Identität“: Ausstellung und Tagung im Gerhard-Hauptmann-Haus, organisiert von Prof. Dr. Gertrude Cepl-Kaufmann (Germanistisches Seminar).
20. April Einweihung eines neuen Bettenhauses in der Frauenklinik. Es bietet Platz für 74 Patientinnen; Kosten: fünf Millionen €.
20. April Öffentliche Vorstellung des Projekts „Kunstpfad“ in der Düsseldorfer Kunsthalle.
22. April Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch und Redaktionsleiter em. Univ.-Prof. Dr. Hans Süsmuth (Historisches Seminar) stellen auf einer Pressekonferenz das *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2004* vor.
23. April Frühjahrspflanzenbörse im Botanischen Garten.
26. April Der Kunsthistorikerin Dr. Wiebke Windorf wird im Düsseldorfer Industrie-Club der drupa-Preis 2005 überreicht.

26. April Gründung des Universitätssprachenzentrums.
29. April Vorstellung des „Düsseldorfer Brustzentrums“.
30. April 7. „NRW-Tag der Reise- und Impfmedizin“, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (Direktor der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie) und Dr. Joachim Richter (Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie).
- Mai Im Vergleich zum drastischen Einbruch der Studierendenzahlen zwischen den Sommersemestern 2003 und 2004 von insgesamt 23.805 Immatrikulierten im Jahr 2003 auf 17.383 im Jahr 2004 hat sich die Zahl in diesem Sommersemester stabilisiert. An der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf sind im Mai 16.938 Studierende eingeschrieben. Eine Spitzenposition nimmt die Universität mit ihrem Frauenanteil von 57,6 Prozent ein. Größte Fakultät ist nach wie vor die Philosophische (7.071 Studierende), gefolgt von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen (4.244), der Medizinischen (2.941), der Juristischen (1.460) und der Wirtschaftswissenschaftlichen (1.074). Der Ausländeranteil beträgt 17 Prozent und liegt damit weit über dem Bundesdurchschnitt.
1. Mai Eröffnung der Ausstellung „Antarktis – Impressionen vom anderen Ende der Welt“ in der Universitäts- und Landesbibliothek. Die Ausstellung wurde organisiert von Prof. Dr. Sieglinde Ott (Botanisches Institut).
4. Mai Dr. Jan Volker Heinisch und Dr. Dirk Andreas Zetsche teilen sich den „Preis der Goethe-Buchhandlung für die Beste Dissertation der Juristischen Fakultät“ 2004.
8. Mai 160 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Universitätsklinikums nehmen am „Düsseldorf Marathon“ teil. Das Universitätsklinikum beteiligt sich außerdem mit drei Massagezelten und einem Aktionszelt zum Familien-Fitness-Check.
11. Mai Die Gewerkschaft ver.di ruft zum Warnstreik am Universitätsklinikum auf. ver.di fordert die tarifvertragliche Gleichstellung zwischen den Beschäftigten von kommunalen Krankenhäusern und Universitätskliniken.
13. Mai Vorstellung des Buches von Albrecht Alexander Geister: *Zur Geschichte der Westdeutschen Kieferklinik*.
17. Mai Im Forschungszentrum Jülich wird ein neues biomolekulares *Nuclear Magnetic Resonance*-Zentrum (NMR-Zentrum) eingeweiht. Leiter ist Univ.-Prof. Dr. Dieter Willibold.

18. Mai Zwei Forschungsvorhaben der Heinrich-Heine-Universität gehören zu den Gewinnern des NRW-Exzellenzwettbewerbs „Geisteswissenschaften gestalten Zukunftsperspektiven“. Das Projekt „Kulturelle Variationen und Repräsentationen des Alter(n)s“ wird mit insgesamt 193.000 € gefördert. Beteiligt sind Univ.-Prof. Dr. Monika Gomille (Anglistik VI), Univ.-Prof. Dr. Henriette Herwig, Univ.-Prof. Dr. Hans-Georg Pott (Germanistik IV), Univ.-Prof. Dr. Andrea von Hülsen-Esch (Kunstgeschichte), Univ.-Prof. Dr. Johannes Siegrist (Medizinische Soziologie; in Kooperation mit Archana Singh-Manoux, Paris, und David Blane, London) sowie Univ.-Prof. Dr. Jörg Vögele, Dr. Christoph auf der Horst, Dr. Heiner Fangerau und Dr. Thorsten Noack (Geschichte der Medizin). Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò (Romanistik I) bekommt für das Jahr 2005 eine Teilförderung von 35.000 € („Migrations- und Erinnerungskulturen: Beiträge zu einer friedfertigen Epistemologie des sozialen Raums in globalisierten Gesellschaften“).
19. Mai Beim Ranking des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) schneiden die Fächer Jura und Sozialwissenschaften hervorragend ab.
19. Mai Die Heinrich-Heine-Universität, die RWTH Aachen, die Stiftung Schloss und Park Benrath und die Stiftung Schloss Dyck gründen das wissenschaftliche „Institut für Gartenkunst und Landschaftskultur“ auf Schloss Dyck.
22. Mai Landtagswahl in NRW, Regierungswechsel. Das bisherige „Ministerium für Wissenschaft und Forschung“ wird in „Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie“ umbenannt.
23. bis 25. Mai „Schnupperstudium Physik“ für Schülerinnen und Schüler.
1. Juni Neu eingerichtet wird der Sonderforschungsbereich 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“; Sprecherin ist Univ.-Prof. Dr. Christel M. Marian (Institut für Theoretische Chemie).
1. Juni 12. Internationales Symposium zur Hepatischen Enzephalopathie auf Schloss Burg, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie).
1. Juni Eröffnung der Fachbibliothek Jura im neuen Juridicum II.
1. Juni Zehn Jahre LIONS-Hornhautbank.
2. Juni Dipl.-Kffr. Vera Michel erhält den Konrad-Henkel-Examenspreis der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät.

3. Juni Symposium „Japanische Tradition, westliche Moderne. Wie japanisch ist die Kultur Japans?“, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Michiko Mae (Modernes Japan).
7. Juni Der Erzbischof von Köln, Josef Kardinal Meissner, besucht die Katholische Hochschulgemeinde und diskutiert mit Professoren.
8. Juni Sport Dies.
8. Juni Der Abiturienten-Infotag des Hochschulteams der Agentur für Arbeit ist ein großer Erfolg: Über 800 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 12 und 13 besuchen die Veranstaltung auf dem Campus.
9. bis 11. Juni 204. Tagung der Niederrheinisch-Westfälischen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Hans Georg Bender (Frauenklinik).
10. Juni Als erste außeruniversitäre Forschungseinrichtung in Deutschland erhält das Forschungszentrum Jülich eine eigene medizinische Bettenstation. Möglich ist dies durch eine bislang einzigartige Genehmigung auf der Grundlage einer Kooperation mit der Heinrich-Heine-Universität und dem Universitätsklinikum.
20. Juni Otto Georg erhält die Ehrendoktorwürde der Juristischen Fakultät. Bei der Verleihung auf Schloss Mickeln sind auch Altbundespräsident Johannes Rau, Dr. h.c. Paul Spiegel, Avi Primor (ehemaliger israelischer Botschafter in der Bundesrepublik Deutschland) und Pierre Mauroy (ehemaliger französischer Premierminister) anwesend.
20. Juni Studierende bauen vor der Universitäts- und Landesbibliothek ein Zelt-Camp (Motto: „Miete sparen für 2006“). Sie wollen damit gegen die Einführung von Studiengebühren im kommenden Jahr protestieren. Am 22. Juni besuchen Rektor Labisch und Prorektor Schirmeister die Studierenden und diskutieren mit ihnen.
21. Juni PD Dr. Norbert Zimmermann erhält den Edens-Preis.
22. Juni Dr. Ralf Murjahn erhält den „Preis der Goethe-Buchhandlung für die Beste Dissertation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät“ 2004.
24. und 25. Juni Erstmals findet ein „Tag des wissenschaftlichen Nachwuchses“ statt. Fast 200 junge Forscherinnen und Forscher, meist aus der Medizin, beteiligen sich.
29. Juni Die ersten Absolventen der Masterstudiengänge in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen und der Philosophischen Fakultät erhalten ihre Urkunden.

1. Juli Die Juristische Fakultät verleiht Dr. Klaus Hansmann und Kanzler Ulf Pallme König die Honorarprofessur.
1. Juli Sommerfest im Universitätsklinikum.
2. Juli Eröffnung der Ausstellung „Schreiben gegen den Krieg. Ingeborg Bachmann 1926-1973“ in der Universitäts- und Landesbibliothek.
7. und 8. Juli Telefonaktion der Zentralen Studienberatung zum Thema „Was will ich studieren?“.
11. bis 22. Juli *Summer School* der Juristischen Fakultät mit dem Interdisciplinary Center of Herzliya, Israel, zum Thema „Europäisches Wirtschaftsrecht“.
13. Juli Ab sofort gilt in der Universitäts- und Landesbibliothek striktes Handy-Verbot.
20. Juli Promotionsfeier der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Es werden 80 Doktorurkunden verliehen.
22. Juli Promotionsfeier der Medizinischen Fakultät. Dr. Alexander Meves erhält den „Preis für die Beste Dissertation“ der Medizinischen Fakultät im Jahr 2004. Der Clawiter-Preis geht an Dr. Sven Waßmann.
9. August Übergabe der Sammlung Urselmann an die Universitäts- und Landesbibliothek.
15. bis 21. August XX. Weltjugendtag in Köln. In der Halle des Sportinstituts übernachten 370 junge französische Pilger und Schloss Mickeln beherbergt hohe katholische Würdenträger, unter anderem Józef Kardinal Glemp (Warschau). Der Generalsekretär des Weltjugendtages, Dr. Heiner Koch, war mehrere Jahre katholischer Hochschulpfarrer in Düsseldorf.
20. August Eröffnung der Ausstellung „Wasserstreifen“ von Ria Blumenthal im Botanischen Garten.
30. August Die Bezirksvertretung stimmt den Plänen des Universitätsklinikums zu, im Bereich der Moorenstraße ein Parkhaus mit 309 Plätzen für Mitarbeiter, Patienten und Besucher zu errichten. Das sich dort befindende Sparkassengebäude soll abgerissen werden.
9. September Der Klinische Vorstand stellt im Rahmen einer Pressekonferenz den „Qualitätsbericht UKD“ vor.

10. September 72 Musiker des Universitätsorchesters, 800 Kilogramm Gepäck und acht Kisten mit Instrumenten starten mit Dirigentin Silke Löhrl zu einer großen Asientournee (Rückkehr am 1. Oktober). Insgesamt sechs Konzerte in China und Japan stehen auf dem Programm. Über 5.000 begeisterte Zuhörer feiern das Düsseldorfer Studierendenensemble, das Beethoven, Wagner und Schumann spielt. Auch der Rektor fliegt nach Japan. Das dortige Konzert in der Keio-Universität in Tokio ist der offizielle Beitrag des Landes Nordrhein-Westfalen zum Deutschland-Jahr in Japan.
11. bis 14. September „Jahrestagung deutscher Chemiker“ auf dem Campus.
14. September Große Medienresonanz auf einer Pressekonferenz mit Univ.-Prof. Dr. Bernd Grabensee (Nephrologie) und Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Sandmann (Chirurgie): Eine 71-jährige Frau spendete ihrem 18-jährigen Enkel eine Niere.
17. September Herbstliche Pflanzenbörse im Botanischen Garten.
19. September Gründung des Neuroimmunologischen Labors/Kompetenzzentrums. Dessen Leiter sind Univ.-Prof. Dr. Hans-Peter Hartung und Univ.-Prof. Dr. Friedrich Boege.
19. September Bestnoten im Ranking des *FOCUS* für Düsseldorfs Medizinstudierende. An keiner anderen deutschen Universität absolvierten die künftigen Ärzte in so kurzer Zeit ihr Studium.
20. September Die Medien melden: 150 Biochemie-Klausuren in der Medizin müssen wiederholt werden. Studierende hatten geklagt. Nach Auffassung des Oberverwaltungsgerichts enthielt das Prüfungsverfahren Mängel.
24. September Erster „Tag der Ausbildung“ im Universitätsklinikum.
25. September Verabschiedung von Frank Müller, der fünf Jahre lang Studierendenpfarrer in der Katholischen Hochschulgemeinde war. Er übernimmt eine Pfarrstelle in Köln.
27. September Personalversammlung Universität.
30. September Vorstellung „UniKid“, Zentrum für Reproduktionsmedizin (Univ.-Prof. Dr. Hans Georg Bender, Frauenklinik).
1. Oktober Beginn des Wintersemesters 2005/2006. In den Fächern Germanistik, Anglistik und Geschichte wird erstmals der lokale Numerus clausus („Orts-NC“) eingeführt.
1. Oktober Univ.-Prof. Dr. Christoph J. Börner tritt sein Amt als neuer Dekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät an.

4. Oktober Auf einer Pressekonferenz stellt Univ.-Prof. Dr. Rüdiger Krauspe (Orthopädie) das neue Operations-Navigationssystem „Cappa“ vor.
8. Oktober Der ehemalige Düsseldorfer Oberbürgermeister Peter Müller (1961-1964) verstirbt im Alter von 89 Jahren. Für seinen Einsatz um die Belange der Universität wurde ihm 1974 die Ehrensatorienwürde verliehen.
13. Oktober Kanzler Prof. Ulf Pallme König wird zum Sprecher des Arbeitskreises Hochschulmedizin gewählt.
14. Oktober Erstmals wird eine Hotline der Studienberatung für Erstsemester eingerichtet.
20. Oktober In feierlicher Form begeht die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. (GFFU), eine der bedeutendsten deutschen Universitätsfördergesellschaften, im Industrie-Club ihr 50-jähriges Bestehen. Wie GFFU-Präsident Altrektor Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Gert Kaiser mitteilt, hat die Gesellschaft allein in den letzten 25 Jahren der Universität mehr als 36 Millionen € an Fördermitteln zur Verfügung gestellt. Im Geschäftsjahr 2004 betrug die finanzielle Unterstützung fast 2,9 Millionen €. Das sind über 18 Prozent mehr als im Vorjahr.
21. Oktober Jubiläum des 75-jährigen Bestehens der Diätschule, begangen mit dem „Stoffwechselfest“, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie) und Dr. Martin Schwarz (Diätschule).
23. Oktober Studierende des Studiengangs „Literaturübersetzen“ stellen ihr Projekt „ReLü“ (Online-Rezensionszeitschrift zur Literaturübersetzung) auf der Frankfurter Buchmesse vor.
25. Oktober Der italienische Philosoph Giorgio Agamben hält im Rahmen eines Humboldt-Stipendiums seine erste Vorlesung an der Heinrich-Heine-Universität.
26. Oktober Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch und der Rektor der Moskauer Lomonosov-Universität, Prof. Vladislav P. Sherstyuk, unterzeichnen einen Kooperationsvertrag.
28. Oktober Gründung des Jeffrey-Modell-Foundation-Zentrums für Immundefekte am Universitätsklinikum; Leiter ist Univ.-Prof. Dr. Ulrich Göbel (Kinderonkologie).
31. Oktober Offizielle Einweihung des Juridicums II und Eröffnung der Ausstellung „Acrylbilder von Jörn Kadow“.

3. November Bilanz der „Sommeruniversität 2005“ des Instituts für Internationale Kommunikation (1. Juli bis 15. Oktober): 2.000 zahlende Teilnehmer. Das ist eine 30-prozentige Steigerung gegenüber 2004.
4. November Das Sozialwissenschaftliche Institut eröffnet den Masterstudiengang „Politische Kommunikation“.
5. November Erstmals findet in der Universität eine Einführungsveranstaltung für neue Mitarbeiter der Verwaltung statt.
6. November Martinszug im Universitätsklinikum.
9. November Eröffnung des Graduiertenkollegs „Dynamik heißer Plasmen“ auf Schloss Mickeln. Sprecher ist Univ.-Prof. Dr. Oswald Willi.
13. November „Tag der Forschung“: Mit 180 Projekten ist das Programm so reichhaltig wie noch nie. Besonderen Zuspruch finden Veranstaltungen für Kinder, wie z. B. die „Physikalische Spielweise“.
16. November Festakt „40 Jahre Universität Düsseldorf“ im Konrad-Henkel-Hörsaal mit 600 Gästen. Grußworte sprechen unter anderem Ministerpräsident Jürgen Rüttgers und Oberbürgermeister Joachim Erwin. Den Festvortrag hält Univ.-Prof. Dr. Hermann Lübbe. Im Rahmen der Veranstaltung erhalten Staatssekretär Hans-Heinrich Grosse-Brockhoff, Bernd Hebbing und Dr. Gustav-Adolph von Halem die Ehre senatorenwürde.
16. November bis 6. Januar 2006 Ausstellung „40 Jahre Universität Düsseldorf“ in der Universitäts- und Landesbibliothek.
16. November Mehrere hundert Beschäftigte des Universitätsklinikums folgen einem Aufruf der Gewerkschaft ver.di zum Warnstreik. Grund: Die Gewerkschaft fordert für 30.000 Mitarbeiter der Universitätskliniken in Nordrhein-Westfalen die Übernahme des Tarifvertrags für kommunale Krankenhäuser.
16. bis 19. November MEDICA.
17. November Am Institut für Biochemie und Molekularbiologie I wird unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Helmut Sies in der Mediziner- ausbildung erstmals ein Praktikumsversuch komplett am Computer durchgeführt.
17. November Verleihung des „Preises des Freundeskreises des Seminars für Kunstgeschichte“ an Annika Forjahn, M.A.
18. November Der Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen wird an Univ.-Prof. Dr. Oswald Willi (Experimentalphysik) verliehen.

22. November Den Mitarbeitern der Zentralen Universitätsverwaltung werden die Ergebnisse einer Zufriedenheitsbefragung vorgestellt.
24. November Symposion „Agamben/Benjamin“ in der Kunsthalle, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò (Romanistik I) und Univ.-Prof. Dr. Bernd Witte (Germanistik II).
24. bis 26. November 180. Jahrestagung der Rheinisch-Westfälischen Gesellschaft für Innere Medizin. Deren Präsident ist Univ.-Prof. Dr. Bodo Eckehard Strauer.
25. November Jubilarehrung (25-jähriges, 40-jähriges) von Universität und Universitätsklinikum.
29. November Erste Vorlesung der neu gegründeten „Kinderuniversität“; Rahmenthema: „Von Römern, Rittern und höfischen Damen“. Der Althistoriker Univ.-Prof. Dr. Bruno Bleckmann spricht über „Römer, Gallier und Germanen“.
30. November Rund 3.000 Studierende demonstrieren vor dem Landtag gegen die Einführung von Studiengebühren. Die Landtagspräsidentin will später gegen acht von ihnen Anzeige wegen „Störung der Tätigkeit eines Gesetzgebungsorgans“ erstatten.
30. November Rund 400 Beschäftigte des Universitätsklinikums treten erneut in einen Warnstreik.
30. November bis 2. Dezember Dritter studentischer Kurzfilmwettbewerb („Filmfest“).
1. Dezember Ernennung von Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich zum Lehrstuhlinhaber für das Fach „IT-Management“ und zum neuen Leiter des Universitätsrechenzentrums.
2. Dezember Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät: Verleihung des Konrad-Henkel-Examenspreises an Daniel Reimsbach (Thema der Arbeit: „Investitionsrechnerische Markenbewertung“).
2. Dezember 250 Ärztinnen und Ärzte des Universitätsklinikums treten für eine Stunde in einen Warnstreik.
2. Dezember Verleihung des Jühling-Doktorandenpreises der Medizinischen Fakultät an Dr. Christiane Bellin (Thema der Dissertation: *Untersuchungen zum Einfluss des Diabetes mellitus auf die extrazelluläre Superoxiddismutase*).

2. und 3. Dezember Symposium „Tödliche Seuchen 2005 – 100 Jahre Medizin-Nobelpreis Robert Koch“, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Heinz Mehlhorn (Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie) und Prof. Dr. Jürgen Grüntzig (Augenarzt).
4. Dezember bis 4. Februar Ausstellung „Letzte najes – Eine jiddische Zeitung im deutsch besetzten Wilna von 1916“ im Zeitungsmuseum Aachen. Mitkonzeption: Univ.-Prof. Dr. Marion Aptroot (Jiddische Kultur, Sprache und Literatur).
7. und 8. Dezember Symposium „Cervantes und die jüdische Tradition“ im Goethe-Museum, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò (Romanistik I).
8. Dezember Unterzeichnung des Kooperationsvertrags zwischen der Heinrich-Heine-Universität und dem museum kunst palast Düsseldorf für das Projekt „Junge Nacht“ (Medien- und Kulturwissenschaften).
10. Dezember Forum „Junge Heine-Forscher“ im Heine-Institut.
12. Dezember Die Broschüre „Flotte I-Dötzchen – das kleine 1x1 für gesunde Schulkinder“ wird im Rahmen einer Pressekonferenz vorgestellt. Konzipiert hat sie die Universitätskinderklinik unter Federführung von Univ.-Prof. Dr. Ertan Mayatepek.
13. Dezember An Heines Geburtstag gibt die Universität offiziell den neuen Heine-Gastprofessor bekannt. Es ist der Satiriker, Zeichner und Lyriker Robert Gernhardt. Im Januar und Februar 2006 wird er fünf Vorlesungen zum Thema „Leiden, Lieben, Lachen – Eine Führung durch das Haus der Poesie“ halten.
15. Dezember Das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum (HMFZ) wird gegründet.
20. Dezember Tinatin Kiguradze aus Georgien erhält den Preis des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes für hervorragende Leistungen ausländischer Studierender.

2006

11. Januar Erste Vorlesung des Satirikers, Zeichners und Dichters Robert Gernhardt im Rahmen der Heine-Gastprofessur. Gesamtthema: „Leiden, lieben, lachen – eine Führung durch das Haus der Poesie“.
Der Vortrag trägt den Titel „Von nichts kommt nichts – Ein Gang durch poetische Krabbelstuben, Kinderzimmer, Klassen- und Clubräume“. Der Konrad-Henkel-Hörsaal ist bis zum letzten Platz gefüllt, auch die weiteren vier Veranstaltungen sind extrem gut besucht, das Medienecho ist enorm. Im Auditorium überwiegt die ältere Generation.
15. Januar Sandra Lenz beginnt ihre Tätigkeit als Managerin des „Familienberatungsbüros“ der Heinrich-Heine-Universität.
16. bis 27. Januar Hochschulinformationswochen („Schnupper-Uni“).
16. Januar Ausstellungseröffnung „fac simile – mach es ähnlich. Faksimiles aus der Sammlung Urselmann“ in der ULB.
26. Januar Der Landtag diskutiert das Thema „Studienbeiträge“. Studierende demonstrieren.
27. Januar Der japanische Botschafter Toshiyuki Takano informiert sich bei seinem Antrittsbesuch in NRW auf dem Campus über die Düsseldorfer Japanologie. Die Geschäftsführende Direktorin des Ostasien-Instituts, Univ.-Prof. Dr. Michiko Mae, stellt den Studiengang „Modernes Japan“ vor.
27. Januar Alt-Bundespräsident Johannes Rau stirbt. 1985 verlieh die Philosophische Fakultät der Universität Düsseldorf dem damaligen NRW-Ministerpräsidenten die Ehrendoktorwürde. Johannes Rau hatte auch als NRW-Wissenschaftsminister das Werden und Wachsen der Universität mit viel Sympathie und Wohlwollen begleitet. Unvergessen sind seine großen Grundsatzreden, etwa 1989 beim Festakt zur Namensgebung der Heinrich-Heine-Universität oder die Laudatio zur Verleihung der Ehrendoktorwürde an Paul Spiegel 2004.
30. Januar Examensfeier der Philosophischen Fakultät, Preisverleihung „Beste Dissertation 2005“ an Dr. Roland Gruschka (Jiddische Kultur, Sprache und Literatur).
31. Januar Die Patientenbücherei des UKD (1973 eingerichtet als eine Zweigstelle der Stadtbücherei Düsseldorf) schließt.

- Februar Ausstellungseröffnung im Rathausfoyer „40 Jahre Universität Düsseldorf“ durch Oberbürgermeister Joachim Erwin und Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch.
1. Februar Jürgen Hüntten tritt seinen Dienst als neuer Katholischer Hochschulpfarrer an. Sein Vorgänger Frank Müller hatte in eine Kölner Gemeinde gewechselt.
6. Februar Akademisches Festkonzert des Universitätsorchesters (Leitung: Silke Löhr) in der ausverkauften Tonhalle. Anlass ist das 40jährige Jubiläum der Universität.
8. Februar Dr. Susanne Mayr (Institut für Experimentelle Psychologie) erhält den Preis „Beste Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät 2005“.
8. Februar „Wettbewerbsfähige Hochschulen in NRW“ lautet der Titel einer Veranstaltung in der Industrie- und Handelskammer Düsseldorf. Es sprechen u. a. Innovationsminister Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart, der Rektor der RWTH Aachen, Univ.-Prof. Dr. Burkhard Rauhut, und Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch. Über 200 Unternehmer informieren sich.
10. Februar 3. Mastermeeting des Sozialwissenschaftlichen Instituts.
10. Februar Promotionsfeier der Medizinischen Fakultät, Verleihung der „Goldenen Promotion“ nach 50 Jahren.
13. Februar Mit der Frühschicht beginnt im Universitätsklinikum ein Mitarbeiterstreik. Er wird 16 Wochen dauern.
14. Februar In einer Pressekonferenz stellt Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme (Direktorin des Instituts für Rechtsmedizin) ein von der EU mit 500.000 Euro gefördertes Forschungsprojekt zur Altersschätzung vor. Ziel: Kampf gegen Kinderpornografie.
17. Februar Das UKD teilt mit, dass man bei Verdachtsfällen auf den Vogelgrippevirus H5N1 gut vorbereitet sei (Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger/ Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie; Univ.-Prof. Dr. Hartmut Hengel, Institut für Virologie).
19. Februar „Tag der Gesundheitsforschung“ im UKD, Motto: „Die Welt im Gehirn“; geringe Resonanz in der Bevölkerung.
3. März Dramatischer Rückgang bei den Blutspenden. Grund: Viele Bürger nehmen offenbar an, dass auch die Blutspendezentrale bestreikt wird. Das ist nicht der Fall.

6. März Der Marburger Bund ruft im UKD seine Mitglieder zur Arbeitsniederlegung auf.
11. März Ausstellungseröffnung im Stadtmuseum: „Überschreitungen. Das Wechselspiel von Wirtschaft und Kunst im 19. Jahrhundert“. Mitgewirkt bei dem Projekt haben Studierende der Wirtschaftsgeschichte (Seminar „Berufsfeld Museum“).
13. März Univ.-Prof. Dr. Helmut Erich Gabbert (Pathologie) wird zum neuen stellvertretenden Ärztlichen Direktor des UKD gewählt.
16. bis 18. März Schüler-Messe „Einstige Abi“ in Köln. Die Heinrich-Heine-Universität ist mit einem neu konzipierten Stand der Zentralen Studienberatung vertreten. Großer Erfolg: 29.000(!) informieren sich über das Ausbildungsangebot.
18. März Der 1000. Prüfling absolviert innerhalb fünf Monate den TOEFL-Test (englischer Sprachtest) beim Institut für Internationale Kommunikation, einer Ausgründung der Heinrich-Heine-Universität. Rund 20 Prozent aller TOEFL-Prüfungen in Deutschland werden derzeit auf dem Düsseldorfer Campus durchgeführt.
20. März Vertragsunterzeichnung zwischen der Paul- und Marianne-Pap-Stiftung und der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. Die neue Stiftung unterstützt die Kinderklinik des UKD.
21. März Rektor Labisch präsentiert die Heinrich-Heine-Universität bei einer Veranstaltung der Industrie- und Handelskammer Aachen.
22. März Zum ersten Mal treten auch die Assistenzärzte des UKD in den Ausstand.
28. März Personalversammlung der nichtwissenschaftlichen Beschäftigten der Heinrich-Heine-Universität.
29. März Dr. Jürgen Knobloch (Institut für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Tiere) erhält den Hadding-Forschungspreis des BMFZ.
29. März Univ.-Prof. Dr. Stefan Zimmer (Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde) erhält den Hufeland-Preis.
29. März Tagung der Landeskonferenz der Gleichstellungsbeauftragten in Schloss Mickeln.
29. März Tagung des BMFZ „Development, Differentiation and Disease“.
30. März Tagung europäischer Strahlentherapeuten (Univ.-Prof. Dr. Wilfried Budach, Univ.-Prof. Dr. Stefan Roth, Strahlenklinik).

- 1. April Das Studienbeitragsgesetz tritt in Kraft.
- 1. April Univ.-Prof. Dr. Johannes Dietlein (Staats- und Verfassungsrecht) ist neuer Dekan der Juristischen Fakultät.
- 3. April Schreiben des UKD an alle Mitarbeiter. Der Streik hat bislang dramatische Folgen: Rückgang der Patientenzahlen um 32 Prozent, Rückgang der OP-Kapazität um 41 Prozent.
- 3. April Vorlesungsbeginn des Sommersemesters 2006. Immatrikuliert sind 16.410 Studierende, rund 500 (ca. 3 Prozent) weniger als im Sommersemester 2005. Der Anteil ausländischer Studierender beträgt weiterhin 17 Prozent, der Frauenanteil 57,3 Prozent. Größte Fakultät ist die Philosophische (6.343), ihr folgen die Mathematisch-Naturwissenschaftliche (4.503), die Medizinische (2.989), die Juristische (1.473) und die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät (1.102).
- 5. April Personalversammlung im UKD.
- 11. April Dreistündige Sondersitzung des Senats. Beschlossen wird die Einführung von Studienbeiträgen ab dem Sommersemester 2007 in Höhe von 500 Euro. Ursprünglich war das Wintersemester 2006/2007 vorgesehen. Ausgenommen sind von den Zahlungen Studienanfänger im 1. Hochschulsemester.
- 12. April ver.di-Vorsitzender Frank Bsirske spricht zu den Streikenden des UKD.
- 13. April Eröffnung der Ausstellung „Samuel Beckett und die deutsche Kultur“ in der ULB.
- 19. April Wertvolles Präsent: Prof. Dr. Günter Klein und sein Bruder Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Klein schenken der Universität zum Jubiläum einen französischen Bildteppich (ca. 1700), er hängt im Sitzungssaal 2 der Universitätsverwaltung.
- 22. und 23. April Die „Junge Nacht im museum kunst palast“ – eine Kooperation des Museums mit dem Erziehungswissenschaftliches Institut und dem Institut für Medien- und Kulturwissenschaft – ist ein großer Publikumserfolg.
- 22. April „Pflanzenbörse“ im Botanischen Garten.
- 26. April Erste Vorlesung der neuen Reihe „Chancen und Herausforderungen des Alterns“. Die Veranstaltungen sind Teil des „Studium Universale“.
- 30. April Paul Spiegel, Präsident des Zentralrates der Juden in Deutschland und Ehrendoktor der Philosophischen Fakultät, stirbt.

2. Mai Beginn der Kinder-Ringvorlesung. Rahmenthema: „Warum ist die Welt so bunt?“. Organisiert wird die Reihe von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.
2. Mai „Braucht die Forschung eine christliche Ethik?“, lautet das Gesprächsthema, zu dem der Präses der Evangelischen Kirche im Rheinland, Nikolaus Schneider, und die ESG die Professorenschaft ins Gemeindezentrum der Bruderkirche einladen.
5. und 6. Mai „Tag der Archive“. Das Universitätsarchiv (Dr. Max Plassmann) beteiligt sich.
7. Mai Auch ein Team des UKD macht mit beim „Düsseldorf-Marathon“. Rekordversuch („Sicherster Marathon der Welt“): An jedem Streckenkilometer steht ein Arzt mit mobilem Defibrillator.
7. bis 10. Mai Zum 150. Todestag von Heinrich Heine und Robert Schumann veranstalten die Heinrich-Heine-Universität, das Heine-Institut und die Robert Schumann Hochschule den Kongress „Übergänge – Zwischen Künsten und Kulturen“.
8. Mai Verleihung des drupa-Preises an den Historiker Dr. Dmytro Myeshkov.
9. Mai Antrittsvorlesung von Junior-Professor Dr. Stefan Schweizer (Gartenkunstgeschichte). Die Professur wurde von der Stadt Düsseldorf gestiftet.
10. Mai Verleihung des „Edens-Preises“. Ihn teilen sich PD Dr. Jutta Meyer-Kirchrath und PD Dr. Rainer B. Zotz.
10. Mai Neuer Service: Für das Wintersemester 2006/2007 können sich vom 10. Mai bis 15. Juli Studienbewerber für die örtlich zulassungsbeschränkten Studiengänge online einschreiben.
13. Mai 11. Kongress der European Society of Neurosonology and Cerebral Hemodynamics (Prof. Dr. Mario Siebler, Neurologische Klinik).
16. Mai 4.500 Demonstranten ziehen zum Landtag, um gegen die Einführung des „Hochschulfreiheitsgesetzes“ zu protestieren. Nach Abschluss der Veranstaltung kommt es zu Ausschreitungen und Polizeieinsatz.
16. bis 19. Mai Internationale Tagung „Law and Language“ (Univ.-Prof. Dr. Dieter Stein/Anglistik, Univ.-Prof. Dr. Alexander Lorz/Jura) im Industriecenter und in Schloss Mickeln.
17. Mai Sofie Malamud erhält den Jahrespreis des Instituts für Jüdische Studien.

17. Mai Der WDR meldet die Möglichkeit von Veränderungen in der UKD-Führungsspitze: „Der ärztliche Leiter der Düsseldorfer Universitätsklinik, Jörg Tarnow, und der kaufmännische Direktor der Klinik, Roland Grabiak, müssen offensichtlich ihre Posten räumen. Wie der WDR aus Kreisen der Landesregierung und des Klinik-Aufsichtsrates erfuhr, wird dieser Schritt mit einem Mißmanagement der Klinik begründet.“.
17. Mai Preisverleihung „Beste Dissertation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät“ an Dr. Kai-Uwe Laag.
22. Mai Beginn des „Schnupperstudiums Physik“ für Schüler der Oberstufe (Univ.-Prof. Dr. Axel Görlitz).
24. Mai Außerordentliche Sitzung des Aufsichtsrates im UKD: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Raab (Direktor der Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde) wird als kommissarischer Ärztlicher Direktor eingesetzt. Heiner Thormeyer (stellvertretender Kaufmännischer Direktor) übernimmt kommissarisch die Geschäfte des Kaufmännischen Direktors. Beide sollen ihre Ämter bis zum Jahresende führen.
24. Mai Preisverleihung „Beste Dissertation der Juristischen Fakultät“ an Dr. Heino Sauer.
29. Mai Fußball-Legende Berti Vogts signiert in der Blutspendezentrale Fußbälle.
29. Mai Personalversammlung im UKD. Der neue kommissarische Ärztliche Direktor, Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Raab, erläutert die wirtschaftliche Lage und stellt sich erstmals den Fragen der Beschäftigten.
29. Mai Diskussionsveranstaltung zur Zukunft der Geisteswissenschaften („Zukunft der Disziplinen – Disziplinen der Zukunft“) im Trinkaus-Auditorium. Initiatorin des Podiums ist Prorektorin Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò.
29. Mai Streit um den mit 50.000 Euro dotierten Heine-Preis der Stadt Düsseldorf. Der Stadtrat spricht sich mehrheitlich gegen den von der Jury vorgeschlagenen Schriftsteller Peter Handke aus. Rektor Labisch war Mitglied der Jury. Die Auseinandersetzung um Heine/Handke eskaliert in den folgenden Wochen, zwei Jury-Mitglieder treten zurück, das Medienecho ist international.
31. Mai 15. Düsseldorfer HIV-Tag (Organisation: Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie, Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger).

1. Juni Mit Beginn der Frühschicht nimmt das nicht-ärztliche Personal des UKD die Arbeit wieder auf.
7. Juni „Hochschulinformationstag“ für Abiturienten.
7. Juni Sport Dies.
8. Juni Das Presseamt der Stadt Düsseldorf teilt mit, dass Peter Handke in einem Brief vom 2. Juni an den Oberbürgermeister auf den Heine-Preis der Stadt Düsseldorf verzichtet hat.
8. Juni Ausstellungseröffnung „Krieg und Utopie. Kunst, Literatur und Politik im Rheinland nach dem Ersten Weltkrieg“ (Kuratoren: Prof. Dr. Gertrude Cegl-Kaufmann/Germanistik und Univ.-Prof. Dr. Gerd Krumeich/Historisches Seminar) in der Düsseldorfer Bunkerkirche.
10. bis 18. Juni Bundesweite „Woche der Botanischen Gärten“. Auch Düsseldorf beteiligt sich.
14. Juni Rektor Labisch nimmt in einer Pressemitteilung zur Auseinandersetzung um die gescheiterte Heine-Preisverleihung Stellung („Heinrich Heine und Peter Handke oder: Was darf Kunst?“).
16. Juni Der Marburger Bund beendet seinen Streik. Bilanz: In dem vier Monate dauernden Ausstand wurde im ärztlichen Bereich an insgesamt 26 Tagen gestreikt, im nicht-wissenschaftlichen Bereich kamen 71 Streiktage zusammen. Die Schätzung des UKD zur Höhe der Erlösausfälle während der beiden Streiks manifestiert sich nach ersten Berechnungen auf rund 14 Millionen Euro. Die vereinbarten Abschlüsse bei ver.di: Die 38,5 Stundenwoche bleibt erhalten, Tarifierhöhung von rund drei Prozent. Marburger Bund: Die Ärzte erhalten einen arzt-spezifischen Tarifvertrag (Neuregelung der Wochenarbeitszeiten und Bereitschaftszeiten). Die Gehälter werden zum 1. Januar 2008 um 2,9 Prozent erhöht.
19. Juni Prof. Dr. Karl-Heinz Bohrer hält die erste Vorlesung der neuen Reihe „Poesie, Politik, Presse“, die vor dem Hintergrund der Heine-Handke-Debatte konzipiert wurde. Thema: „Stil als Provokation. Paradigmen eines emphatischen Begriffs“.
19. Juni Pressevorstellung des Projekts „Kunst für Kinder. Universität und Grundschule im Museum“ (Seminar für Kunstgeschichte, Prof. Dr. Hans Börner), eine fruchtbare Kooperation mit dem Clemens-Sels-Museum Neuss. Studierende arbeiten mit Grundschulern.

20. Juni Die Entrepreneurs-Stiftung vergibt 10 Stipendien an junge Nachwuchswissenschaftler. Sie erhalten zweieinhalb Jahre lang finanzielle Unterstützung in Gesamthöhe von 620.000 Euro. Bei der Übergabe der Urkunden in Schloß Mickeln ist auch Innovationsminister Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart anwesend.
21. Juni Prinzessin Takamado, Mitglied des japanischen Kaiserhauses und Ehrenpräsidentin des japanischen Fußballverbandes, besucht die Heinrich-Heine-Universität. Sie wird begleitet von ihrer Tochter Tsuguko. Die Prinzessin trägt sich ins Goldene Buch der Universität ein und diskutierte mit Studierenden des Faches „Modernes Japan“ über ... Fußball!.
22. Juni Einweihung der renovierten Mensa. Der Umbau dauerte sieben Jahre. Die neue Maximalproduktion ist auf 3.500 Essen ausgelegt. Aufgrund der gesunkenen Studierendenzahlen haben die Mensa-Planer die Sitzplätze verringert.
23. und 23. Juni Tagung „Konstruktionsprozesse der Region unter den Bedingungen der klassischen Moderne“. Organisation: das An-Institut „Moderne im Rheinland“ (Prof. Dr. Gertrude Cepl-Kaufmann, Germanistik).
23. Juni Pressepräsentation der Skulptur „Kopf“ von Hede Bühl im Foyer des Rektoratsgebäudes (Dauerleihgabe der Stadt Düsseldorf).
23. Juni Verleihung des „Konrad-Henkel-Examenspreises“ an Angela Birke.
27. Juni Unterzeichnung des Vertrages zur Gründung eines Konfuzius-Instituts.
28. Juni Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät verleiht Christoph Henkel die Ehrendoktorwürde.
30. Juni Erstmals „Tag der Studierenden“. Motto im Jahr der Fußballweltmeisterschaft: „Ball & Birne“. Die Resonanz auf dem Campus ist, trotz großen Engagements des Organisationsteams, eher mäßig.
30. Juni Der Heine-Gastprofessor Robert Gernhardt stirbt in Frankfurt.
- Juli Examensfeier der Philosophischen Fakultät.
- Juli Die Ltd. Direktorin der ULB, Dr. Irmgard Siebert, und Rektor Labisch erläutern in einem Pressegespräch die Gefahren des neuen Urheberrechts.
7. Juli Univ.-Prof. Dr. Detlef Riesner (Physikalische Biologie) hält seine Abschiedsvorlesung.
7. Juli Preisverleihung „Beste Dissertation der Medizinischen Fakultät“ an Dr. Christiane Brigitte Knobbe.

11. Juli Senat. ORR' in Sanda Grätz (Rechenzentrum) wird für weitere zwei Jahre im Amt als Zentrale Gleichstellungsbeauftragte bestätigt.
12. Juli Auftakt der internationalen „Sommeruniversität“ mit dem Kolloquium „Neue Perspektiven der Kooperation mit der Elfenbeinküste“. Prominentester Gastredner: Dr. Alassane Outtara, ehemaliger Premierminister der Elfenbeinküste und 1994 – 1999 stellvertretender Direktor des Internationalen Währungsfonds. Organisiert wird die „Sommeruniversität“ von Institut für Internationale Kommunikation.
12. Juli Der Gründungsdekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, Univ.-Prof. Dr. H. Jörg Thieme (Volkswirtschaftslehre), hält seine Abschiedsvorlesung.
12. bis 14. Juli Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Genterapie (Prof. Dr. Ulrich Hengge, Hautklinik).
12. Juli Promotionsfeier der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, 69 Doktorurkunden werden verliehen (38 Biologie, 12 Chemie, 1 Mathematik, 2 Geographie, 2 Informatik, 6 Pharmazie, 4 Physik, 4 Psychologie).
13. Juli Eröffnung der „Grete Weil-Ausstellung“ in der ULB.
14. Juli letzter Vorlesungstag des Sommersemesters.
26. Juli Altrektor Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Gert Kaiser (Ältere Germanistik) erhält im Rahmen eines Pressegesprächs von Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch die Ruhestandsurkunde überreicht.
28. Juli Informations- und Willkommenveranstaltung für neue Mitarbeiter/innen der Universitätsverwaltung.
- August Unterzeichnung des Kooperationsvertrages zwischen der Universität und dem Universitätsklinikum.
- August Univ.-Prof. Dr. Ulrich Göbel (Kinderkrebsklinik) erhält vom Rektor die Ruhestandsurkunde überreicht.
12. August Ausstellungseröffnung „Kelbassas Panoptikum“ (Plastiken von Detlef Kelbassa) im Botanischen Garten.
14. August Sitzung des Studierendenparlaments, ein neuer AStA-Vorstand wird gewählt. Zum ersten Mal seit 1999 ist der Marxistische Studentenbund Spartakus nicht mehr im AStA vertreten. Neuer Vorsitzender ist Philipp Tacer (Juso Hochschulgruppe), erster Stellvertretender Vorsitzender Rainer Mattheisen (Liberale Hochschulgruppe).

18. August 20 junge Israelis, Studierende des Interdisciplinary Center in Herzliya, besuchen die Summerschool der Juristischen Fakultät.
23. August Die neue Ausgabe des Düsseldorfer Uni-MAGAZINS erscheint. Darin finden sich zwei Texte von Rektor Labisch und Prorektorin Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò, in denen sie vor dem Hintergrund der Heine-Handke-Debatte das Konzept der neuen Veranstaltungsreihe skizzieren: „Poesie, Politik, Presse – oder: wozu Kunst?“ Vorgesehen sind ein Symposium im Januar 2007, ein Essay-Wettbewerb für Studierende sowie ein Sonderpreis des Rektors zu dem Arbeitsthema „Die Sprache des Genozids beim Zerfall Jugoslawiens“.
28. August Univ.-Prof. Dr. Dr. Bernd Nürnberg (Biochemie und Molekularbiologie II) wird zum neuen Dekan der Medizinischen Fakultät gewählt.
16. September 1. Internationales Stammzellsymposium im Vatikan. Einziger deutscher Redner: Univ.-Prof. Dr. Bodo Eckehard Strauer (Direktor der Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Angiologie).
17. September „Pflanzenbörse“ im Botanischen Garten.
19. September Im Rahmen einer Pressekonferenz werden die Therapiemöglichkeiten der Druckkammer im UKD erläutert. Die Kammer wird für die Notfallmedizin (u. a. Tauchunfälle) in ganz NRW genutzt.
20. September Manfred Losen, seit 1977 Geschäftsführer des Studentenwerks Düsseldorf, wird in den Ruhestand verabschiedet. Sein Nachfolger ist seit dem 1. September Frank Zehetner (geb. 1960).
22. September Unterzeichnung eines Kooperationsvertrages zwischen der Heinrich-Heine-Universität und der Industrie- und Handelskammer Düsseldorf durch Rektor Labisch und Präsident Hermann Franzen.
28. September Dr. Ellen Fritsche (Institut für Umweltmedizinische Forschung) erhält den mit 100.000 Euro dotierten „Long Range Research Initiative Innovative Science Award 2006“ für einen neuen Schadstoff-Test.
30. September Ende des Sommersemesters 2006.

Autorinnen und Autoren

PD Dr. Ortwin Adams

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Virologie

Gebäude 22.21.02
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-14536
Telefax: 0211/81-12227
ortwin.adams@uni-duesseldorf.de

Jens Bendisposto

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Informatik

Gebäude 25.12.02.51
Universitätsstraße. 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10716
Telefax: 0211/81-10712
bendisposto@cs.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Dieter Birnbacher

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Studiendekan der Philosophischen Fakultät
Philosophisches Institut
Lehrstuhl für Praktische Philosophie

Gebäude 23.21.04.75
Universitätsstraße 1
40255 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12912
Telefax: 0211/81-15651
dieter.birnbacher@uni-duesseldorf.de

Dr. Edwin Bölke

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Abteilung Strahlentherapie und Radiologische
Onkologie

Gebäude 13.54.01.26
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-17994
Telefax: 0211/81-18051

Silvia Boochs

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitäts- und Landesbibliothek

Gebäude 24.41.01.73
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13523
Telefax: 0211/81-13054
boochs@ub.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Christoph J. Börner (Dekan)

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Dekanat der Wirtschaftswissenschaftlichen
Fakultät

Gebäude 23.32.01.64
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13620
Telefax: 0211/81-15353
wiwifak@uni-duesseldorf.de

- Univ.-Prof. Dr. Jörg Breitreutz**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Pharmazeutische Technologie
und Biopharmazie
Gebäude 26.22.00.25
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10678
Telefax: 0211/81-14251
joerg.breitreutz@uni-duesseldorf.de
- Univ.-Prof. Dr. Wilfried Budach**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Lehrstuhl für Strahlentherapie und
Radiologische Onkologie
Gebäude 13.54.01.14
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-17991
Telefax: 0211/81-17990
wilfried.budach@uni-duesseldorf.de
- Univ.-Prof. Dr. Wilhelm G. Busse**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Anglistisches Institut I
Lehrstuhl für Historische Sprachwissenschaft
und Mittelalterliche Englische Literatur
Gebäude 23.21.01.69
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12961
Telefax: 0211/81-11728
busse@phil-fak.uni-duesseldorf.de
- Dipl.-Pharm. Miriam Cortese**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Molekulare Medizin
Forschungsgruppe Immunbiologie
Gebäude 23.12.02.43
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10649
Telefax: 0211/81-15987
miriam.cortese@uni-duesseldorf.de
- Univ.-Prof. Dr. Horst Degen**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Fachgebiet Statistik und Ökonometrie
Gebäude 23.31.01.62
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15312
Telefax: 0211/81-15313
wiwistat@uni-duesseldorf.de
- Dr. Thomas Drepper**
Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich
52426 Jülich
Telefon: 02461/61-4173
Telefax: 02461/61-2490
t.drepper@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Stefan U. Egelhaaf
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Physik der Weichen Materie
Institut für experimentelle Physik der
Kondensierten Materie

Gebäude 25.23.02.37
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-14325
Telefax: 0211/81-14850
Stefan.Egelhaaf@uni-duesseldorf.de

Dr. Thorsten Eggert
Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52428 Jülich
Telefon: 02461/61-2939
Telefax: 02461/61-2490
t.eggert@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Andreas Feuerborn
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Juristische Fakultät
Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Arbeitsrecht
und Rechtsvergleichung

Gebäude 24.81.02.44
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15825
Telefax: 0211/81-15827
Andreas.Feuerborn@uni-duesseldorf.de

Dipl.-Oecotroph. Nicole Fitzner
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Molekulare Medizin
Forschungsgruppe Immunbiologie

Gebäude 23.12.02.43
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13188
Telefax: 0211/81-15987
nicole.fitzner@uni-duesseldorf.de

Dipl.-Inf. (FH) Gabriel Gaus
Leibniz-Universität Hannover
Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen
(RRZN)

Schloßwender Straße 5
30159 Hannover
Telefon: 0511/762-794438
Telefax: 0511/762-3003
gaus@rrzn.uni-hannover.de

Univ.-Prof. Dr. Axel Gödecke
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie

Gebäude 22.03
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12675
Telefax: 0211/81-12672
axel.goedecke@uni-duesseldorf.de

PD Dr. Hildegard Graß

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Rechtsmedizin

Gebäude 14.84
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-04058
Telefax: 0211/81-19366
Hildegard.Graß@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Bernd Günter

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,
insbesondere Marketing

Gebäude 23.31.01.75
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15216
Telefax: 0211/81-15226
bernd.guenter@uni-duesseldorf.de

Dr. Peter Hachenberg

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Geschäftsführer des
Universitätssprachenzentrums

Gebäude 23.31.U1.69
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12946
Telefax: 0211/81-11340
hachenberg@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Thorsten Halling, M.A.

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Geschichte der Medizin

Gebäude 23.12.04.27
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-14858
Telefax: 0211/81-13949
halling@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Winfried Hamel

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,
insbesondere Unternehmensführung,
Organisation und Personal

Gebäude 23.32.00.21
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13995
Telefax: 0211/81-15164
hamel@uni-duesseldorf.de

Akad. Dir. Dr. Hildegard Hammer

Prorektorin für Lehre, Studium und
Studienreform
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Angewandte Physik

Gebäude 25.33.01.23
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12592
Telefax: 0211/81-15081
hammer@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Thomas Heinzel

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Physik der Kondensierten Materie
Lehrstuhl für Festkörperphysik

Gebäude 25.23.00.62
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-14813
Telefax: 0211/81-13540
thomas.heinzel@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Hartmut Hengel

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Virologie
Lehrstuhl für Virologie

Gebäude 22.21.02
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12225
Telefax: 0211/81-12227
hartmut.hengel@uni-duesseldorf.de

Dr. Christoph auf der Horst

Persönlicher Referent des Rektors
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Rektorat

Gebäude 16.11.01.21
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15820
Telefax: 0211/81-15193
AufderHorst@verwaltung.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Andrea von Hülsen-Esch

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Seminar für Kunstgeschichte

Gebäude 23.32.04.62
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15214
Telefax: 0211/81-12701
huelsen-esch@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Prof. Dr. Werner Hummel

Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52426 Jülich
Telefon: 02461/61-3790
Telefax: 02461/61-2490
w.hummel@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger

Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52426 Jülich
Telefon: 02461/61-3716
Telefax: 02461/61-2490
karl-erich.jaeger@fz-juelich.de

M.Sc. Dipl.-Inf. (FH) Nils Jensen

Leibniz-Universität Hannover
Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen
(RRZN)

Schloßwender Straße 5
30159 Hannover
Telefon: 0511/762-9032
Telefax: 0511/762-3003
Jensen@rrzn.uni-hannover.de

Dr. Matthias Jung

Geschäftsführer des Instituts für Internationale
Kommunikation in Zusammenarbeit mit der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.

Gebäude 23.31
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15182
Telefax: 0211/81-12537
jung@iik-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Gert Kaiser

Präsident des Wissenschaftszentrums
Nordrhein-Westfalens

Reichsstraße 45
40217 Düsseldorf
Telefon 0211/38790-12
Telefax 0211/38790-36

und:

Präsident der Gesellschaft von Freunden
und Förderern der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf e.V.

Ernst-Schneider-Platz 1
40212 Düsseldorf
Telefon: 0211/3557341
Telefax: 0211/3557340
FreundeundFoerderer.HHUni@duesseldorf.ihk.de

Dipl.-Volksw. Othmar Kalthoff

Geschäftsführer der Gesellschaft von Freunden
und Förderern der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf e.V.

Ernst-Schneider-Platz 1
40212 Düsseldorf
Telefon: 0211/3557341
Telefax: 0211/3557340
FreundeundFoerderer.HHUni@duesseldorf.ihk.de

Univ.-Prof. Dr. Christoph Kann

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Philosophisches Institut

Gebäude 23.21.04.72
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12922
Telefax: 0211/81-11750
kann@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Wolfram Trudo Knoefel

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Lehrstuhl für Chirurgie
Direktor der Klinik für Allgemein-, Viszeral-,
und Kinderchirurgie

Moorenstrasse 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-17351
Telefax: 0211/81-17359
knoefel@uni-duesseldorf.de

Dipl.-Biochem. Sabine Koch

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Molekulare Medizin
Forschungsgruppe Immunbiologie

Gebäude 23.12.02.43
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10649
Telefax: 0211/81-15987
s.koch@uni-duesseldorf.de

Prof. Dr. Gesine Kögler

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Transplantationsdiagnostik und
Zelltherapeutika
José Carreras Stammzellbank Düsseldorf

Gebäude 14.88
Moorenstrasse 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-16794
Telefax: 0211/81-16792
koegler@itz.uni-duesseldorf.de

Prof. Dr. Victoria Kolb-Bachofen

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Molekulare Medizin
Forschungsgruppe Immunbiologie

Gebäude 23.12.02.42
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15026
Telefax: 0211/81-15027
bachofen@uni-duesseldorf.de

Dr. Leonore Kottje-Birnbacher

Diplom-Psychologin

Düsseldorfer Str. 55
40545 Düsseldorf

Univ.-Prof. Dr. Sabine Kropp

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Sozialwissenschaftliches Institut
Lehrstuhl I: Vergleich politischer Systeme und
Politikfeldanalyse

Gebäude 23.32.05.22
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-14555
Telefax: 0211/81-12875
kropp@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann

Heinrich-Heine Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Lehrstuhl für Dermatologie und Venerologie
Direktor des Instituts für
Umweltmedizinische Forschung an der
Heinrich-Heine Universität Düsseldorf gGmbH

Auf'm Hennekamp 50
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/3389-224
Telefax: 0211/3389-226
krutmann@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch, M.A.
Rektor der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf
Rektorat

Gebäude 16.11.01.53
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10000/1
Telefax: 0211/81-15193
rektor@uni-duesseldorf.de

Dr. Christian Leggewie
Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52428 Jülich
Telefon: 02461/61-6731
Telefax: 02461/61-2490
c.leggewie@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Michael Leuschel
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Informatik
Lehrstuhl für Softwaretechnik und
Programmiersprachen

Gebäude 25.12.02.58
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10711
Telefax: 0211/81-10712
leuschel@cs.uni-duesseldorf.de

Dipl.-Biol. Jörg Liebmann
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Molekulare Medizin
Forschungsgruppe Immunbiologie

Gebäude 23.12.02.43
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13188
Telefax: 0211/81-15987
liebmann@uni-duesseldorf.de

PD Dr. Peter Lorscheid
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Fachgebiet Statistik und Ökonometrie

Gebäude 23.31.01.66
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15307
Telefax: 0211/81-15313
peter.lorscheid@uni-duesseldorf.de

em. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Hermann Lübbe
Universität Zürich
Lehrstuhl für Philosophie und Politische Theorie

Mühlebachstraße 41³⁹
CH-8008 Zürich
Telefon: 0041-44 261 10 16
Hermann.Luebbe@access.unizh.ch

Anschrift in Deutschland:
Walingen 3
48329 Havixbeck

Dott.ssa Chiara de Manzini-Himmrich

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Romanistik IV
am Lehrstuhl für
Romanistische Sprachwissenschaft
Universitätssprachenzentrum
Leiterin der Abteilung II „Moderne
Fremdsprachen“

Gebäude 23.21.01.87
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13923
Telefax: 0211/81-11340
manzini@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Christel M. Marian

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Theoretische Chemie und
Computerchemie
Lehrstuhl für Theoretische Chemie

Gebäude 26.32.03.40
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13209
Telefax: 0211/81-13466
Christel.Marian@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Informatik
Lehrstuhl für IT-Management und
Direktor des Universitätsrechenzentrums

Gebäude 25.41
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13900
Telefax: 0211/81-12539
olbrich@uni-duesseldorf.de

Dr. Ute Olliges-Wieczorek

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitäts- und Landesbibliothek

Gebäude 24.41.ZG.72
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13528
olliges@ub.uni-duesseldorf.de

Prof. Ulf Pallme König

Kanzler der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf
Rektorat

Gebäude 16.11.01.28
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-11000/1
Telefax: 0211/81-14534
ulf.pallme.koenig@verwaltung.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Jörg Pietruszka
Institut für Bioorganische Chemie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52426 Jülich
Telefon: 02461/61-4158
Telefax: 02461/61-6196
j.pietruszka@fz-juelich.de

Dr. Max Plassmann
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitäts- und Landesbibliothek
Leiter des Universitätsarchivs

Gebäude 24.41.01.21
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15635
Telefax: 0211/81-13054
plassman@ub.uni-duesseldorf.de

PD Dr. Martina Pohl
Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52428 Jülich
Telefon: 02461/61-3704
Telefax: 02461/61-2490
ma.pohl@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Wolfgang H. M. Raab (Dekan)
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Dekanat der Medizinischen Fakultät

Gebäude 23.11.02.65
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12242
Telefax: 0211/81-12285
Med.Dekanat@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Karl-Heinz Reuband
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Institut für Sozialwissenschaften
Abteilung für Soziologie
Lehrstuhl Soziologie II

Gebäude 23.31.04.27
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-11558
Telefax: 0211/81-12263
reuband@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Dipl.-Chem. Anja C. M. Rieche
Institut für Bioorganische Chemie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52426 Jülich
Telefon: 02461/61-6389
a.rieche@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Rechtsmedizin
Lehrstuhl für Rechtsmedizin

Gebäude 14.84
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-19385
Telefax: 0211/81-19366
Stefanie.Ritz-Timme@uni-duesseldorf.de

Dipl.-Kfm. Ludger Rolfes
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,
insbesondere Marketing

Gebäude 23.31.01
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15219
Telefax: 0211/81-15226
ludger.rolfes@uni-duesseldorf.de

Univ. Prof. Dr. Christine R. Rose
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Neurobiologie
Lehrstuhl für Neurobiologie

Gebäude 26.02.00
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13416
Telefax: 0211/81-13415
rose@uni-duesseldorf.de

Dr. Frank Rosenau
Institut für Molekulare Enzymtechnologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52428 Jülich
Telefon: 02461/61-2947
Telefax: 02461/61-2490
f.rosenau@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Elmar Schafroth
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Romanistik IV
Lehrstuhl für
Romanistische Sprachwissenschaft
Direktor des Universitätssprachenzentrums

Gebäude 23.21.01.97
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12970/-12988
Telefax: 0211/81-15048
schafroth@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Horst Schlehofer (Dekan)
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Dekanat der Juristischen Fakultät

Gebäude 24.91.U1.67
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-11414
Telefax: 0211/81-11431
dekanat.jura@uni-duesseldorf.de

Dipl.-Chem. Niklas Schöne

Institut für Bioorganische Chemie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52426 Jülich
Telefon: 02461/61-1695
Telefax: 02461/61-1698
n.schoene@fz-juelich.de

Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader

Prorektor für Forschung, Forschungstransfer und
wissenschaftlichen Nachwuchs
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Lehrstuhl für Physiologie

Gebäude 22.03
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12670
Telefax: 0211/81-12672
schrader@uni-duesseldorf.de

Dr. Dirk Schubert

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
C. & O. Vogt-Institut für Hirnforschung

Gebäude 22.03.U1.84
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12657
schubert@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Christine Schwarzer

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Abteilung für Weiterbildung und Beratung
Lehrstuhl für Erziehungswissenschaft

Gebäude 23.03.01.98
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Tel.: 0211/81-12039
Fax: 0211/81-13468
schwarzer@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Shingo Shimada

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Philosophische Fakultät
Lehrstuhl Modernes Japan II

Gebäude 23.02.02.83
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-10798
Telefax: 0211/81-14714
shimada@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Dr. Irmgard Siebert

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Leitende Direktorin der Universitäts- und
Landesbibliothek

Gebäude 24.41.ZG.61
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12030
Telefax: 0211/81-13054
siebert@ub.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Heinz-Dieter Smeets
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
 Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre

Gebäude 23.31.01.71
 Universitätsstraße 1
 40225 Düsseldorf
 Telefon: 0211/81-15286
 Telefax: 0211/81-15294
 smeetsd@uni-duesseldorf.de

Prof. Dr. Sibylle Soboll
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Studiendekanin der Medizinischen Fakultät
 Institut für Biochemie und Molekularbiologie I

Gebäude 22.03
 Universitätsstraße 1
 40225 Düsseldorf
 Telefon: 0211/81-12834
 sibylle.soboll@uni-duesseldorf.de

Carola Spies
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Universitäts- und Landesbibliothek

Gebäude 24.41.01.74
 Universitätsstraße 1
 40225 Düsseldorf
 Telefon: 0211/81-15641
 Telefax: 0211/81-13054
 spies@ub.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Stahl
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Medizinische Fakultät
 Institut für Biochemie und Molekularbiologie I

Gebäude 22.03.02.41
 Universitätsstraße 1
 40225 Düsseldorf
 Telefon: 0211/81-12711
 Telefax: 0211/81-13029
 wilhelm.stahl@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Jochen Staiger
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Medizinische Fakultät
 C. & O. Vogt-Institut für Hirnforschung

Gebäude 22.03.U1.84
 Universitätsstraße 1
 40225 Düsseldorf

seit 2006:

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Medizinische Fakultät
 Abteilung für Neuroanatomie

Albertstraße 23
 79104 Freiburg
 Telefon: 0761/203-8440
 Telefax: 0761/203-8433
 jochen.staiger@anat.uni-freiburg.de

Dr. Nikolas Hendrik Stoecklein

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Forschungskordinator
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und
Kinderchirurgie

Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-17351
Telefax: 0211/81-17359
nikolas.stoecklein@med.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. H. Jörg Thieme

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre

Gebäude 23.31.01.74
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-15330
Telefax: 0211/81-12196
thieme@uni-duesseldorf.de

Prof. Dr. Jörg Vögele, M.A.

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Geschichte der Medizin

Gebäude 23.12.04.43
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-13940
Telefax: 0211/81-13949
InstGeschMed@uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Peter Wernet

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Medizinische Fakultät
Institut für Transplantationsdiagnostik und
Zelltherapeutika

Gebäude 14.80
Moorenstraße 5
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-19545
Telefax: 0211/81-19147
wernet@itz.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Peter Westhoff (Dekan)

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Dekanat der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

Gebäude 25.32.00.36
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12235
Telefax: 0211/81-15191
dekan@mail.math-nat-fak.uni-duesseldorf.de

Dr. Thorsten Wilhelm

Institut für Bioorganische Chemie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Forschungszentrum Jülich

52426 Jülich

Rolf Willhardt

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Leiter der Pressestelle

Gebäude 16.11
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12439
Telefax: 0211/81-15279
willhardt@verwaltung.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Oswald Willi

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Institut für Laser- und Plasmaphysik
Lehrstuhl für Experimentalphysik

Gebäude 25.33.02.24
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12157
Telefax: 0211/81-13718
oswald.willi@laserphy.uni-duesseldorf.de

Univ.-Prof. Dr. Bernd Witte (Dekan)
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Dekanat der Philosophischen Fakultät

Gebäude 23.21.00.63
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf
Telefon: 0211/81-12936
Telefax: 0211/81-12244
dekanat@phil-fak.uni-duesseldorf.de

Redaktion

Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

em. Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Historisches Seminar
Gebäude 23.31.02.21
Universitätsstraße 1

40225 Düsseldorf

Telefon: 0211 81-13919

Telefax: 0211 81-14875

suessmuth@uni-duesseldorf.de