



Mercator-Professur 2008 Christiane Nüsslein-Volhard

Universität Duisburg-Essen
Mercator-Professur 2008

Christiane Nüsslein-Volhard

Entwicklungsbiologin

Herausgeber: Der Rektor der Universität Duisburg-Essen
Redaktion: Pressestelle und Öffentlichkeitsarbeit der Universität
Gestaltung: Wiedemeier Kommunikation GmbH
Umschlag: Sophie an der Brügge

Inhalt

Prof. Dr. Ulrich Radtke	Einleitung	5
1. Vorlesung, 4. Dezember 2008		
Prof. Dr. Christiane Nüsslein-Volhard	Wachstum in Natur und Kultur	11
Prof. Dr. Ulrich Radtke		
	Einleitung	29
2. Vorlesung, 27. Januar 2009		
Prof. Dr. Christiane Nüsslein-Volhard	Frauen in den Naturwissenschaften	33

Prof. Dr. Ulrich Radtke

Rektor der Universität Duisburg-Essen

Einleitung

Meine sehr verehrten Damen und Herren,
sehr geehrte Frau Nüsslein-Volhard,

ich möchte Sie hier, heute, als Rektor der Universität Duisburg-Essen, zu unserer diesjährigen Verleihung der Mercator-Professur ganz herzlich begrüßen.

Die Mercator-Professur wurde 1997 zum ersten Mal aus Anlass des 25-jährigen Bestehens der damaligen Gerhard-Mercator-Universität Duisburg eingerichtet, um das wissenschaftliche Vermächtnis des berühmten Duisburger Kartographen und Universalgelehrten aus dem 16. Jahrhundert wach zu halten. Zentrale Kriterien für die Vergabe der Mercator-Professur sind Weltoffenheit und wegweisende Beiträge in der Auseinandersetzung mit wichtigen Zeitfragen.

Seit Einführung der Mercator-Professur konnte in jedem Jahr eine herausragende Persönlichkeit des öffentlichen Lebens zu dieser vielbeachteten Vortragsreihe gewonnen werden. Bisherige Inhaber waren zum Beispiel Bundesminister a.D. Hans-Dietrich Genscher, Siegfried Lenz, Professor Dr. Jan Philipp Reemtsma, Professorin Dr. Jutta Limbach, Volker Schlöndorff, Ulrich Wickert, Daniel Goeudevert, Walter Kempowski, Altbundespräsident Dr. Richard von Weizsäcker, Dr. Necla Kelek und letztes Jahr Professorin Dr. Hanan Ashrawi. Wir blicken also auf eine erfolgreiche Reihe zurück und auf außerordentliche Persönlichkeiten.

Heute freuen wir uns ganz besonders, mit Frau Professorin Nüsslein-Volhard erstmalig eine Nobelpreisträgerin und zudem die erste deutsche Wissenschaftlerin, die einen Nobelpreis erhalten hat, für die Mercator-Professur gewonnen zu haben.

Liebe Frau Nüsslein-Volhard,

ich heiße Sie im Namen der Universität herzlich willkommen.

Frau Nüsslein-Volhard setzt sich wissenschaftlich und hochschulpolitisch mit Themen auseinander, die sich hervorragend in das Forschungsprofil der Universität Duisburg-Essen einfügen. Zum Beispiel ist das Zentrum für Medizinische Biologie als Brückenkopf zwischen Biologie und Medizin seit fünf Jahren im Aufbau.

Frau Nüsslein-Volhard wird heute über das Thema „Wachstum in Natur und Kultur“ sprechen. Bevor wir uns aber gleich mit interessanten Fragen beschäftigen, wie:

- Wie ist das Leben auf der Erde entstanden, wie entwickelte sich der Artenreichtum?
- Was sind Stammzellen im Tierwachstum, was ist ihre Funktion, wie können sie therapeutisch eingesetzt werden?
- Wie entstand die menschliche Kultur und wie kam es zur Bevölkerungszunahme, die schließlich die Erde so verändert hat, dass um ihr Fortbestehen gebangt werden muss?

möchte ich ihnen kurz die Rednerin vorstellen.

Frau Christiane Nüsslein-Volhard wurde 1942 in Heyrothsberge bei Magdeburg als zweites von fünf Kindern geboren. Der Vater war Architekt, die Mutter Kindergärtnerin. Nach dem Kriegsende suchte sie Zuflucht beim Großvater, der als Arzt bei Frankfurt lebte. Dort ist sie geblieben, entdeckte ihr Interesse für Pflanzen und Tiere und wusste mit zwölf Jahren schon, dass sie Biologin werden wollte. Beeinflusst auch von den Studien Konrad Lorenz' hielt sie schon zur Abiturfeier ein Referat über die Sprache bei Tieren. Nach der allgemeinen Hochschulreife an der Schiller-Schule in Frankfurt, begann sie 1962 Biologie an der Goethe-Universität in Frankfurt zu studieren und wechselte 1964 zum Biochemiestudium an die Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Ihr Diplom in Biochemie erlangte sie 1968. Sie war von 1969 an wissenschaftliche Mitarbeiterin am damaligen Max-Planck-Institut für Virusforschung. Die Promotion zur Doktorin der Naturwissenschaft erfolgte 1973 an der Universität Tübingen im Fach Genetik. Mit einem Forschungsstipendium gerüstet ging sie 1975/76 als Postdoktorandin an das Laboratorium von Professor Walter Jakob Gehring im Biozentrum Basel. 1977 war sie als Stipendiatin der Deutschen Forschungsgemeinschaft am Laboratorium des Insektenembryologen Professor Klaus Sander an der Universität Freiburg im Breisgau.

Von 1978 bis 1980 leitete sie eine Forschergruppe am neu aufgebauten Europäischen Molekularbiologischen Laboratorium, dem EMBL, in Heidelberg. Eine

erste Adresse der Molekularbiologie. Dort arbeitete sie mit Eric F. Wieschaus zusammen, mit dem sie später den Nobelpreis erhielt. Danach, von 1981 bis 1984, war sie Nachwuchsgruppenleiterin am Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Gesellschaft in Tübingen und schließlich Direktorin und Wissenschaftliches Mitglied am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Tübingen, wo Frau Christiane Nüsslein-Volhard seit 1985 tätig ist. Es folgten Gast-Lehraufträge an der Harvard Medical School der Harvard University (1988, 1991), der Yale University (1989), der Rockefeller University in New York (1991) und zum Beispiel auch der Indiana University (1994). An der Tübinger Universität hat sie seit 1991 eine Honorarprofessur inne.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, das ist ein beeindruckender wissenschaftlicher Lebenslauf, aber davon gibt es vergleichbare. Was ihn abhebt von der akademischen Karriere anderer Wissenschaftler ist, dass sie aufgefallen ist und dass man ihre Arbeit mit außergewöhnlichen Preisen prämiert hat. Da sticht natürlich besonders ins Auge, dass sie den Nobelpreis erhalten hat mit dem schon eben genannten Eric F. Wieschaus und Edward B. Lewis, den Nobelpreis für Medizin und Physiologie für ihre Forschungen über die genetische Steuerung der Embryonalentwicklung. Dabei identifizierte und systematisierte sie Gene, die im Ei der Taufliege, für Wissenschaftler: *Drosophila melanogaster*, die Anlage des Körperplans und der Segmente steuern und entwickelte die Gradiententheorie, die darstellt, wie durch Stoffgradienten in der Eizelle und dem Embryo die Genexpression gesteuert wird. Zudem zeigte sie Parallelen in der Embryonalentwicklung zwischen Insekten und Wirbeltieren auf.

Nach den Insekten wurde später der Zebrafisch (*Brachydanio rerio*) als erstes Wirbeltier zum bevorzugten Gegenstand der entwicklungsbiologischen Arbeiten von Frau Christiane Nüsslein-Volhard. Ein spannendes Thema, das sie gerne untersuchen würde, ist die Frage, wie die Streifen an den Zebrafisch kommen. Es würde mich freuen, wenn wir dazu auch etwas erfahren würden. Neben dem Nobelpreis für Medizin hat sie zahlreiche Auszeichnungen, Ehrendoktorate und Preise erhalten, unter anderem den Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1986 und den Albert-Lasker-Award 1991. Sie ist Mitglied der Royal Society in England, der National Academy in den USA und auch des Ordens Pour le Mérite. Seit 2001 gehörte sie auch dem Nationalen Ethikrat der Bundesregierung an, seit 2005 dem Scientific Council des European Research Councils der Europäischen Union, und sie ist Präsidentin der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte.

Meine Damen und Herren, man könnte meinen, wer so viele Tätigkeitsfelder hat, dem bliebe keine Zeit mehr für andere. Das ist nicht so. Zusätzlich zu ihrer eigenen wissenschaftlichen Karriere engagiert sich unsere heutige Mercator-Professorin auch für andere Wissenschaftlerinnen. Im Jahre 2004 gründete sie

die Christiane Nüsslein-Volhard-Stiftung. Die Stiftung zur Förderung von Wissenschaft und Forschung unterstützt begabte junge Wissenschaftlerinnen mit Kindern, um ihnen die für eine wissenschaftliche Karriere erforderliche Freiheit und Mobilität zu verschaffen. Die Stiftung will helfen zu verhindern, dass hervorragende Talente der wissenschaftlichen Forschung verloren gehen. Sie richtet sich an Doktorandinnen und Postdoktorandinnen in einem Fach der Experimentellen Naturwissenschaften oder der Medizin.

Meine sehr verehrten Damen und Herren, über unsere diesjährige Mercator-Professorin ließe sich noch vieles sagen, zahlreiche Auszeichnungen und Erfolge könnte ich noch aufzählen. Ich möchte Sie alle, verehrtes Publikum, jedoch nicht länger auf die Folter spannen. Freuen Sie sich also mit mir auf eine herausragende Entwicklungsbiologin, eine Nobelpreisträgerin und eine Stifterin in einer Person: Freuen wir uns also auf Frau Professorin Christiane Nüsslein-Volhard und auf das Thema „Wachstum in Natur und Kultur“.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Prof. Dr. Christiane Nüsslein-Volhard

Wachstum in Natur und Kultur

Guten Abend meine Damen und Herren,

vielen herzlichen Dank Herr Professor Radtke für die Einführung. Ich fühle mich außerordentlich erfreut und geehrt, diese Mercator-Proffessur in der Universität Duisburg-Essen in Empfang zu nehmen. Ich bin ich sehr froh, in diesem Rahmen die Gelegenheit zu haben, die Naturwissenschaften nahe zu bringen. Ich möchte aber gleich betonen, dass ich zum größten Teil nichts über meine eigene Forschung sagen werde. Ich möchte Ihnen stattdessen das Thema Wachstum, das in vielerlei Hinsicht interessant ist, näherbringen.

Wer denkt bei Wachstum nicht unmittelbar an die Zunahme der Bevölkerung unserer Erde und die damit zusammenhängenden Probleme: Klima, Verbrauch fossiler Brennstoffe, Hungersnöte, Umweltkatastrophen? In meinem Vortrag möchte ich einige Aspekte des Themas Wachstums beleuchten, die damit zusammenhängen. Als Biologin werde ich mich dabei auf die belebte Welt beschränken und im Wesentlichen zwei Themenkreise behandeln:

1. Wachstum der Artenvielfalt: Wie ist Leben auf dieser Erde entstanden – welches waren die entscheidenden Schritte im Laufe der Evolution bis zum Homo sapiens?
2. Wachstum der menschlichen Bevölkerung: Wie entstand die Kultur, die schließlich die Erde so verändert hat, dass wir um ihr Fortbestehen bangen müssen?

1. Wachstum der Artenvielfalt

Am Anfang war das Licht – Schöpfungsmythen gibt es in allen Kulturen. Auch an die spontane Entstehung von Lebewesen aus totem Material wurde bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts noch geglaubt.

Dazu gibt es ein schönes Zitat von Aristoteles:

*„Es ist leicht zu beobachten,
dass Blattläuse aus Tau,
Fliegen aus verdorbenem Fleisch,
Mäuse aus schmutzigem Heu,
Krokodile aus im Wasser verrottenden Baumstämmen
entstehen.“*

Mit den genauen Beobachtungen, wie Aristoteles sagt, war es aber lange so eine Sache, und erst die Fortschritte der Mikroskopie erlaubten im Laufe des 19. Jahrhunderts die Entdeckung, dass Organismen aus Zellen aufgebaut sind, dass diese sich durch Teilung vermehren und dass sich höhere Organismen im Laufe ihres Lebens von einfacheren zu komplexeren Formen entwickeln. Louis Pasteur schließlich bewies durch kluge Versuche, dass auch nährstoffreiche Medien nicht „von selbst“ Bakterien entstehen lassen. *Omnis vivo ex vivo*. Und sorgfältige Beobachtungen an Froschembryonen führten schließlich Rudolf Virchow zu dem berühmten Satz: *Omnis cellula e cellula*, alle Zellen entstehen aus Zellen. Und Charles Darwin schließlich erklärte uns im Jahre 1859 in seiner Theorie der Evolution, wie die Vielfalt der Arten durch natürliche Selektion entstanden ist.

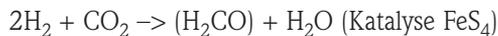
Lebende Wesen haben die Fähigkeit, sich selbst zu vermehren. Das bedeutet, dass Organismen ein Vorbild sind für Kopien ihrer selbst. Zellen sind die kleinsten Einheiten des Lebens: Sie enthalten sowohl die Gene, aus DNA aufgebaut, die durch ihre Struktur bereits das Rezept der Selbstverdoppelung trägt, als auch die Bausteine und Enzyme sie zu vermehren. Aber auch für Lebewesen gelten die Gesetze der Chemie und Physik, die besagen, dass „von selbst“ nur Chaos entsteht. Leben braucht Energie. Es konnte sich auf dieser Erde erst entwickeln, als die nötigen Bedingungen vorhanden waren, die erlaubten, Energie in Wachstum von Lebewesen umzusetzen.

Wenn Zellen nur aus Zellen entstehen, so muss sich im Prinzip jede Zelle jedes heute lebenden Organismus lückenlos auf die erste Zelle dieser Erde zurückverfolgen lassen. In der Tat lassen sich plausible, durch Verwandtschaft bedingte Stammbäume der heute lebenden Organismen auf Grund von DNA-Analysen erstellen, die Leben zurückführen auf die einfachsten Zellen. Wie konnte aber eine erste Zelle entstehen? Vor etwa vier Milliarden Jahren, als die Erde noch jung war?

Notwendige Bedingungen zur Entstehung des Lebens waren flüssiges Wasser, eine lebensverträgliche Temperatur, sowie einfache Kohlen- und Stickstoffverbindungen, Moleküle, die vielleicht durch Meteoriten auf die Erde gekommen waren. Der Start von Lebensprozessen bedarf der Entstehung selbstreplizierender Moleküle, die gleichzeitig als Katalysatoren wirken. Es ist immer noch die große Frage, welcher Art die ersten solchen Moleküle waren, ob Proteine oder RNA. Letzteres ist naheliegend, obwohl dagegen eingewandt wird, dass RNA sehr instabil ist. Auch mussten sich besondere Aggregate von Molekülen bilden können, vielleicht lipidähnliche Strukturen, die Vesikelformen, die organische Molekülansammlungen zu konzentrieren vermochten, sodass Zellen entstehen konnten.

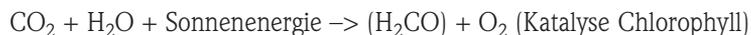
Die ersten und einfachsten Organismen sind Bakterien, die weder einen Zellkern noch andere Organellen enthalten, ein Sack, in dem die DNA lose aufgewunden ist. Etwas komplexer gebaut und vielfältiger sind Archaeen. Diese beiden Gruppen von Organismen, die als Prokaryoten zusammengefasst werden, sind morphologisch nicht besonders vielfältig, sind aber Meister in chemischen Reaktionen, und weisen enorme Anpassungsfähigkeit und Toleranz gegenüber extremen äußeren Bedingungen auf. Die Energie zum Leben gewannen diese Organismen ursprünglich wohl aus der chemoautotrophen Oxidation von Wasserstoff.

Dazu einige Formeln, die Sie nicht erschrecken mögen. Es entstehen aus Wasserstoff und CO_2 zuckerähnliche Verbindungen und Wasser. Mit dabei war ursprünglich wohl der Katalysator Eisensulfat.

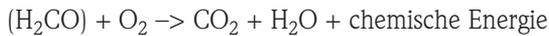


Später war ein alles entscheidender Schritt bei der Evolution des Lebens die „Erfindung“ der Photosynthese, das Ausnutzen der Sonne als Energiequelle zur Produktion von organischem Material aus Kohlenstoffdioxid. Sonnenenergie wird zuerst bei Schwefelbakterien genutzt zur Spaltung von Schwefelwasserstoff. In Cyanobakterien, das sind die ersten photosynthetischen Organismen, und grünen Pflanzen wird unter Beteiligung von Licht, absorbierenden blauen oder grünen Farbstoffen Wasser gespalten und mit Kohlenstoffdioxid zu organischen energiereichen Molekülen umgesetzt.

Also: Kohlenstoffdioxid plus Wasser plus Sonnenenergie ergibt zuckerhaltige Verbindungen, als pauschale Formel: H_2CO und Sauerstoff.



Der Abbau der Zuckerverbindungen in der formalen Rückreaktion liefert die weitere Energie für den Aufbau und das Wachstum aller höheren Organismen. Also: Zucker plus Sauerstoff ergibt CO_2 plus H_2O und chemische Energie.



Höhere Organismen mit komplex gebauter großer Zelle, die zahlreiche durch Membranen voneinander abgetrennte Kompartimente (Organellen) enthält, entstanden zunächst als Einzeller. Die DNA ist nun in Chromosomen verpackt und in einem Zellkern eingeschlossen. In den Organellen finden arbeitsteilig chemische Prozesse statt: Energieumsatz in Mitochondrien, Verdauung durch Lysosomen, Ausscheidung durch den Golgi-Apparat, Chloroplasten zur Photosynthese und so weiter. Vermutlich sind einige dieser Organellen ursprünglich durch die Aufnahme, die Phagozytose, von Bakterien in die Zellen gekommen.

Vielzellige Organismen entstanden erst sehr viel später und sind in der Tat nur eine kleine, kleine Gruppe von Organismen im Vergleich mit diesen ganzen vielen anderen einzelligen Organismen. Vielzelligkeit bedeutet Arbeitsteilung: Jede Zelle spezialisiert sich für bestimmte Aufgaben, dadurch ist sie aber gleichzeitig auch in ihren Funktionen eingeschränkt, sie ist differenziert. Kooperation zwischen Zellen erlaubt einen Reichtum an Formen und Lebensweisen, der bisher noch nicht vorhanden war. Das war ein riesiger Sprung der Evolution, der das Größenwachstum einzelner Organismen erst möglich machte. Groß heißt häufig nicht gefressen werden und sich besser gegen seine Umgebung abschotten zu können, ist aber nicht notwendigerweise Garant des Erfolges und der Dominanz. Darauf komme ich später noch zurück. Die vielzelligen Reiche der Pilze, Pflanzen und Tiere gehen vermutlich auf eine gemeinsame Urform zurück.

Das Besondere an Pflanzen ist, dass sie enorme Größen erreichen können mit im Prinzip ewigem Wachstum aus Knospen, in denen Stammzellen für den Austrieb sich wiederholender Organeinheiten wie Blätter und Blüten sorgen. Die Blätter bestehen aus flachen Zellschichten, die mit ihrer großen Oberfläche eine bessere Ausnutzung des Sonnenlichts ermöglichen. Tiere dagegen zeichnen sich durch das „Erfinden“ von Hohlräumen und einem klar begrenzten Außen und Innen aus. Die Chemie dieses Innenraums, ursprünglich ein einfacher Darm, wird vom Organismus selbst bestimmt. Diese Bauprinzipien ermöglichen die Entwicklung einer ungeheuren morphologischen und funktionellen Vielfalt der Organismen: Innerhalb einer vergleichsweise sehr kurzen Zeitspanne, vor etwa 600 Millionen Jahren, das nennt man die Kambrische Explosion, das war in dem geologischen Zeitalter des Kambriums, waren die Vorläufer aller heute lebenden Tierstämme bereits entstanden, auch einfache Chordatiere, die Vorläufer der Wirbeltiere. Die Evolution des Bauplans der Wirbeltiere war vor etwa 400 Millionen Jahren abgeschlossen. Und die Blütenpflanzen stiegen zu ihrer heutigen Vorherrschaft unter den Pflanzen erst vor etwa 120 Millionen Jahren auf.

Obwohl mehr als 90 Prozent der damals existierenden Arten während der Evolution ihre Probezeit sozusagen nicht bestanden haben und inzwischen wieder

ausgestorben sind, so geht doch der Fortschritt der Evolution weiter, das Bessere ist der Feind des Guten. Der Fortschritt besteht in dem Wachstum, der Zunahme der Komplexität, der Anpassung an veränderte Bedingungen, die Eroberung neuer Lebensräume. Nicht alles was denkbar und „möglich“ ist, existiert, es ist durch das beschränkt, was schon da ist. Eine Beeinträchtigung der Umwelt durch die lebenden Organismen war bereits sehr früh präsent: Der Verbrauch von Wasserstoff, Ausscheidungsprodukte wie Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff veränderten die Atmosphäre, der Verbrauch von begrenzten Vorkommen an Mineralien, Konkurrenz um Nahrung und Licht, sowie zahlreiche Naturkatastrophen bedingten das Verderben ganzer Organismengruppen. Nicht nur der Mensch verursacht Umweltkatastrophen – zum Beispiel hat die Entstehung einer Sauerstoffatmosphäre durch photosynthetische Organismen anaeroben Wesen zum Aussterben verholfen. Gut? Schlecht? Unausweichlich. Könnte Leben auch anders aussehen als wir es kennen? Wir wissen es nicht. Es ist zu vermuten, dass die Existenz der Organismen, die im Laufe der Erdgeschichte die Erde „besetzten“, andere Lebensformen, die auch möglich und denkbar wären, nicht erlaubte.

Die ersten vielzelligen Tiere waren lediglich aus zwei Zellschichten aufgebaut, die einen Hohlraum umgaben, der als einfacher, blinder Darm funktioniert. Sie haben bereits ein Außen und Innen, ein Vorne und Hinten, mit Sinneszellen und Abwehrzellen, die Gifte gegen Fraßfeinde produzieren. Ein heute lebender Vertreter ist Hydra, mit hohem Regenerationsvermögen und hauptsächlich ungeschlechtlicher Vermehrung durch Knospen. Im nächsten Schritt entstand der Prototyp der heute lebenden höheren Tiere, eine Art rundlicher Flachwurm, der auch Oben und Unten besaß, und ein mittleres Blatt, ein Mesoderm, aus dem innere Organe wie Muskulatur und Herz und Blut hervorgingen. Zu diesem frühen Zeitpunkt spalten sich dann auch die Wege der zukünftigen Nichtwirbeltiere und der Wirbeltiere, aus einer ursprünglichen Form, die der sogenannte „Urbilateria“ ist, ein Organismus, der Vorne und Hinten und Oben und Unten bereits besaß.

Die maximale Größe, die Tiere einer Art erreichen können, ist sehr unterschiedlich, selbst innerhalb verwandter Arten und Klassen gibt es große Spannen, das bedeutet, dass es bei jeder Art ein besonderes genetisches Programm gibt, das Wachstum und Größe kontrolliert. Dennoch scheint ein wichtiger Zusammenhang zu bestehen zwischen dem Bauplan des Organismus und seiner maximalen Größe.

In den Stämmen der sogenannten „Ecdysozoa“, der sich häutenden Tiere, das ist dieser linke Zweig, der Metazoen, der vielzelligen Tiere, geschieht die Größenzunahme der Larvenstadien fast ausschließlich durch ein Größerwerden der Zellen, ohne die Zellzahl zu erhöhen. Das Tier muss sich allerdings mehrmals häuten, bis die endgültige Größe erreicht ist. Dieser Modus des Wach-

tums ohne Unterbrechung der Zellfunktionen durch die aufwendigen Zellteilungen ist sehr leistungsfähig und erlaubt somit sehr kurze Generationszeiten und große Individuenzahlen. Er ist zum Beispiel bei Fadenwürmern und Insekten, die zu den artenreichsten Tiergruppen gehören, verwirklicht. Diese stellen mehrere Millionen der Tierarten, während die Wirbeltiere nur etwa 40.000 Arten haben. Nematoden und Insekten haben ein Außenskelett, das ihnen Schutz und Festigkeit verleiht, aber auch die Notwendigkeit der Häutung bedingt. Diese wiederum setzt dem Wachstum eindeutig Grenzen und Organismen dieser Klassen werden nur in den günstigsten Fällen wirklich groß: mit wenigen aber riesigen Zellen, während bei den Wirbeltieren die Zellen sich teilen und viele Zellen bilden. Das dauert länger, ist aufwendiger, und es ist vielleicht der Grund, warum es vergleichsweise so wenig Wirbeltierarten gibt.

Bei Wirbeltieren mit ihrem Innenskelett aus Knorpel und Knochen finden während der jugendlichen Entwicklung in allen Organen und Geweben viele Zellteilungen statt, die zu einer genauen Abstimmung der Größen der einzelnen Organe führen: ein faszinierender und bisher noch nicht gut verstandener Prozess der Größenkontrolle, da jedes Organ auf eine andere Weise wächst, und doch die Form des Tieres gleich bleibt. So gibt es beim Wurm nur etwa zehn verschiedene Zelltypen, während im Säugetier mehr als 200 Zelltypen verschiedene Formen und Funktionen annehmen können. Das erlaubt eine Zunahme an Komplexität, die sich auf Körperbau und Größe der Wirbeltiere auswirkt. Die schiere Größe birgt allerdings eine Gefahr für das Überleben: Ressourcenknappheit, etwa durch Kälteperioden oder Einschränkungen des Lebensraums, verbunden mit einer kleinen Zahl von Nachkommen kann wohl zum Aussterben einiger groß werdender Wirbeltiere beigetragen haben.

2. Wachstum der menschlichen Bevölkerung

Der Mensch als Primat mit aufrechtem Gang ist vor fünf Mio. Jahren erstmals nachweisbar, der moderne Mensch *Homo Sapiens* entstand nach heutigem Wissen vor etwa 200.000 Jahren aus einer kleinen Population in Afrika. Als Kulturwesen verfügt der Mensch über den Gebrauch des Feuers, über Werkzeuge, Kunst und Sprache. Dadurch errang er sich Überlegenheit gegenüber Großtieren, die er allein auf Grund seiner körperlichen Möglichkeiten nicht bewältigen könnte. Als Jäger und Sammler haben Menschenhorden sicher bald ihre eigenen Beutegründe erschöpft, sind weiter gezogen, und haben sich schließlich über die ganze Welt verbreitet. Dabei lebten sie, wo sie konnten, von damals auf der ganzen Welt vorhandenen Herden von Großtieren, von denen viele durch den Menschen, zum Beispiel in Amerika, schließlich weitgehend ausgerottet wurden, wie die Pferde und die Mammuts. Das Wachstum der Jäger- und Sammler-Gruppen war relativ langsam, da das Nomadendasein eine dichte Geburtenfolge, die durch Notwendigkeit des Tragens des Säuglings begrenzt war, nicht erlaubte.

Das Sammeln von Feldfrüchten, insbesondere Getreide, als Nahrungsvorrat hat schließlich zur Entwicklung des Ackerbaus und zur Sesshaftigkeit geführt. Ackerbau und Viehzucht entstanden unabhängig in mehreren Gebieten, die sich durch die Anwesenheit von endemischen domestizierbaren Pflanzen und Tieren auszeichneten. Landwirtschaft ist zuerst vor etwa 11.000 Jahren in Kleinasien, im Gebiet des fruchtbaren Halbmonds entstanden, dort waren viele Gräser heimisch, aus denen im Laufe der Zeit die Kulturformen des Weizens und der Gerste entstanden. Diese Getreide, wie in anderen Erdteilen auch der Mais, der Reis, die Hirse und einige andere liefern nährstoffreiche Körner, die als Vorrat gesammelt, aber auch in umhegten und gepflegten Feldern wieder ausgesät wurden. Bald machte sich der Mensch Mutationen der Gräser zu Nutze, erbliche Veränderungen, die höhere Erträge brachten.

Interessant ist, dass weltweit lediglich wenige hundert Pflanzenarten von den insgesamt 200.000 Arten überhaupt kultiviert werden konnten. Die zwölf Nahrungslieferanten, die zusammen 80 Prozent der Welternährung liefern, sind die Getreide Weizen, Mais, Reis, Gerste, Hirse, dann die Sojabohne, die Knollengewächse Kartoffeln, Maniok, Süßkartoffeln sowie Zuckerrohr, Zuckerrübe und Banane.

Tiere wurden gehalten und gezüchtet, deren Fleisch gegessen, deren Milch getrunken, deren Wolle oder Federn zu Schutz und Wärmen diente, und die Lasten befördern und Menschen tragen konnten. Auch hier fällt auf, dass es nur etwa 14 verschiedene große Haustiere gibt, von denen die meisten aus Kleinasien stammen. Die überwiegende Zahl der großen Säugetiere, etwa 14.000 Arten weltweit, hat sich als nicht domestizierbar erwiesen.

Dass sehr nah verwandte und auch sehr ähnliche Arten in einem Fall zu wertvollen Haustieren geworden sind, während es bei anderen nicht gelungen ist, sie zu domestizieren, sieht man am Beispiel Zebra und Pferd. Bei den Pflanzen gibt es zum Beispiel die Mandel, die sich zu einer sehr guten Kulturpflanze entwickelt hat, während es nie gelungen ist, die Eiche zu kultivieren.

In ihrer Bedeutung für den Ackerbau nicht zu unterschätzen, war die Gewinnung von Fäkalien der Haustiere und des Menschen, durch die dem Ackerboden entzogene Mineralien wenigstens teilweise als Dünger zurückgegeben werden konnten.

Ackerbau und Viehhaltung führten dazu, dass bereits wenige Menschen Nahrung für Viele beschaffen konnten. Dadurch wurde Sesshaftigkeit möglich gemacht, mit allen guten und weniger guten Konsequenzen, jedenfalls bedeutete diese Änderung der Lebensweise einen gewaltigen – einen revolutionären – Schub für das Wachstum der menschlichen Populationen. Die sozialen Bedingungen veränderten sich dramatisch. Das Leben in Siedlungen ermöglichte das

Entstehen verschiedener Gewerke, die nichts mit dem Nahrungserwerb zu tun hatten: Handwerk, Medizin, Schulen, Religion, Herrscher und Soldaten. Nicht zuletzt erlaubte die Sesshaftigkeit kürzere Geburtenintervalle, was zu einem Schub im Bevölkerungswachstum führte.

Immer mehr Land wurde durch Kultivierung urbar gemacht, und Wälder wurden durch Brandrodung vernichtet oder gefällt, um Häuser, Paläste, Kirchen und Schiffe zu bauen. Allerdings war bei den meisten Kulturvölkern Sesshaftigkeit mit einer nicht nachhaltigen Bewirtschaftung des Landes verbunden, die auf die Dauer zur Verarmung der Böden führte. Abholzung von Wäldern beeinträchtigte den Wasserhaushalt und führte zur Erosion der Böden und Verlust von Ackerland durch Abschwemmung und zur Verkarstung. Die Folgen waren Hungersnot, Völkerwanderung, Eroberung, Kriegsführung, Auswanderung, aber auch der Untergang ganzer Völker.

Der große deutsche Chemiker Justus von Liebig hat in seinem grundlegenden, 1840 zum ersten Mal erschienenen Werk über Agrikulturchemie die Zusammenhänge zwischen Aufstieg und Fall von Kulturen und ihrer Form des Ackerbaus ausführlich erörtert. Darin schilderte er das Unwesen des Raubbaus, wenn nämlich die dem Boden in Form der Ernte entnommenen Mineralien nicht in genügendem Maße zurückgegeben werden. Er erklärte den Zweck des Düngens mit Fäkalien, die in China z. B. zu einer über lange Zeiten einigermaßen nachhaltige Bewirtschaftung der Flächen geführt hatte und große Bevölkerungsdichten ermöglichte, im Gegensatz zu anderen Kulturen, zum Beispiel der Maya, in denen die durch Brandrodung gewonnenen Ackerflächen bald durch mangelnde Düngung entschieden unfruchtbar geworden waren.

Aus seinem Buch stammen die folgenden Zitate:

„Es gibt kein Gewerbe, das sich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menschen und Tiere vergleichen lässt, in ihm liegt die Grundlage des Wohlseins, der Entwicklung des Menschengeschlechts, die Grundlage des Reichtums der Staaten, er ist die Grundlage aller Industrie.“

„Als Prinzip des Ackerbaus muss angesehen werden, dass der Boden in vollem Maße wieder erhalten muss, was ihm genommen wird, in welcher Form dies geschieht..., dies ist wohl ziemlich gleichgültig. Eine Wirtschaft, die diesen Ersatz nicht oder nicht vollständig leistet, ist Raubbau.“

„Alle großen Völkerwanderungen gehen von einem unfruchtbar gewordenen Lande aus nach fruchtbareren Ländern hin.“

Justus von Liebig war es, der erkannte, dass die grünen Pflanzen aus dem Kohlenstoffdioxid der Luft mit Wasser organisches Material aufbauen und dabei Sauerstoff freisetzen. Neu und revolutionär damals war seine Erkenntnis, dass

Pflanzen keineswegs die organischen Substanzen aus dem Humus der Erde entnehmen, sondern dass der Kohlenstoff zu ihrem Wachstum aus der Luft kommt. Die Fruchtbarkeit des Bodens wird im Wesentlichen durch anorganische Salze, Kalium, Phosphat, Spurenelemente und Stickstoffverbindungen bedingt. Seine sorgfältigen Messungen und Beobachtungen führten schließlich zur Entwicklung von Mineraldüngern, die bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts sehr wesentliche Ertragssteigerungen in erschöpften Böden ergaben.

Zur Stickstoffdüngung verwendete man damals (zusätzlich zu Jauche und Fruchtwechsel mit Leguminosen) aus Südamerika importierten Vogeldung, Guano, oder Chilesalpeter, und Liebig selbst hat bereits sehr deutlich auf die Endlichkeit dieser Vorkommen hingewiesen. Stickstoff in der Luft kann von den meisten Pflanzen nicht aufgenommen werden, er ist in vielen Böden wachstumslimitierend. Das Problem der Stickstofffixierung wurde durch Fritz Haber gelöst, der entdeckte, dass sich Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff bei hohen Drücken und Temperaturen gewinnen ließ (1918 mit dem Nobelpreis geehrt). Das großtechnische Haber-Bosch-Verfahren war damals weltweit von immenser wirtschaftlicher Bedeutung. Stickstoffhaltige Kunstdünger haben zur Beseitigung vieler Hungersnöte beigetragen, brauchen zu ihrer Herstellung allerdings hohe Energiemengen. Auch kann durch Überdüngung eine Verseuchung der Gewässer verursacht werden.

Allerdings ist es nicht allein die Qualität der Böden, die Fruchtbarkeit bedingen. Pflanzenzüchtung, basierend auf spontaner Mutation und Auslese besonderer Formen, genannt Varietäten, Spielarten oder „Sports“ hat die Kulturvölker stets begleitet. Besonders wichtige genetische Veränderungen der Getreide waren die Entwicklung größerer Körner und längerer Ähren, kürzerer Halme und der Verlust der Spindelbrüchigkeit sowie frühe, gleichzeitige Reife. Ursprünglich sind beim Getreide, wenn es reif wurde, die Ähren zerfallen und die Körner haben sich über eine große Entfernung verbreitet, während sie bei den Kulturpflanzenformen beieinander bleiben und dadurch viel leichter erntbar sind.

Diese Eigenschaften erleichtern das Ernten, schwächen aber die Züchtungspflanze, die in freier Wildbahn ohne Schutz durch den Menschen kaum Überlebenschancen hat. Um besonders leistungsfähige Anbaupflanzen zu bekommen, wurden Nutzpflanzen durch Kreuzungen zwischen unterschiedlichen Arten erzeugt. Bastarde, das sind zum Beispiel Weizen und Raps. Kreuzungen zwischen rein gezüchteten Sorten der gleichen Art führen in vielen Fällen zu sehr robusten, ertragreichen Formen, genannt Hybride, die nur den Nachteil haben, dass ihre Nachkommen häufig ganz anders aussehen als ihre Eltern und die guten Eigenschaften zum größten Teil verloren haben. Sie sind also reinerbig.

Ein Beispiel dafür aus dem Tierreich sind diese Kreuzungsergebnisse: Man hat einen weißen Hahn und eine weiße Henne gekreuzt und dabei nur farbige

Nachkommen bekommen. Diese Unstabilität oder das nichtvorhersagbare Schicksal von solchen Kreuzungen, das „Aufspalten“ der Hybride hat Gregor Mendel in seinem brillanten Beitrag: „Versuche über Pflanzenhybriden“ erklärt. Er züchtete Erbsen mit reinerbigem Saatgut, also reine Sorten, die über mehrere Generationen hinweg konstante Merkmale brachten, die sich jeweils in nur wenigen Eigenschaften klar unterschieden. Er zeigte, dass bei einer Kreuzung mit Eltern unterschiedlicher Merkmale die Nachkommen, also die Hybride, alle gleich sind, denn sie tragen eine Kopie des Gens vom mütterlichen Teil und eine des väterlichen Teils. Bei der nächsten Generation gibt es durch unabhängige Kombination von mütterlichen und väterlichen Faktoren wieder unterschiedliche Pflanzen: solche, die eine neue Kombination von Anlagen tragen, aber es tritt auch die ursprüngliche Form wieder auf.

Schon mit einigen wenigen unterschiedlichen Faktoren sieht man, dass es sehr schnell ziemlich verwirrend wird. Mendels Versuche haben im Wesentlichen gezeigt, dass sowohl vom Vater als auch vom mütterlichen Teil jeweils eine Kopie eines Merkmals weitergegeben wird.

Mendel hat seine scharfsinnigen Überlegungen zu einer Zeit angestellt, als Gene und Chromosomen noch nicht entdeckt waren. Die Arbeit, 1866 veröffentlicht, wurde allerdings zunächst nicht verstanden, und musste erst 1900 unter anderem von dem Tübinger Botaniker Correns wiederentdeckt werden, um Anwendung in der Züchtungsforschung zu finden. Die Züchtung und Erhaltung guter stabiler Sorten hatte in Deutschland eine sehr gute Tradition. Die Gesellschaft für Vererbungsforschung bestand überwiegend aus Pflanzenzüchtern.

Hybridbildung spielt in der Pflanzenzüchtung eine große Rolle. Da Hybride nicht „reinerbig“ sind, werden sie vegetativ vermehrt, um Nachkommen mit den gleichen guten Eigenschaften zu erhalten. Das wissen Sie alle: durch Ableger, wie bei Erdbeeren, Stecklinge bei Kartoffeln, oder durch Pfropfen bei Weinreben und Obstbäumen. Die Überlegenheit von Hybriden wird auch beim Anbau von Mais, einer der wirtschaftlich wichtigsten Kulturpflanzen der Welt, ausgenutzt: Hier wird das Saatgut durch Kreuzung von zwei seit 500 Jahren getrennt gehaltenen reinerbigen Parentalformen angebaut. Solche Hybridpflanzen sind außerordentlich robust und ertragreich, der Ertrag nimmt aber in der nächsten Generation stark ab. Die besten und ertragreichsten Anbausorten vieler Kulturpflanzen, wie Mais, aber auch Weizen, Reis und Raps, sind häufig Hybride, die von Saatgutfirmen in raffinierten Kreuzungen im großen Stil hergestellt werden.

Durch Mutation, Kreuzungen und Selektion waren für die wichtigsten Kulturpflanzen ungiftige und leichter erntbare Sorten entstanden, die bei guter Pflege hohe Erträge brachten, aber auch anfällig gegen Fraßfeinde und Pathogene

(„Schädlinge“) sowie Konkurrenz („Unkräuter“) waren. Gute Pflege wurde umso notwendiger, je stärker die Pflanzen von ihren ursprünglichen Wildformen abwichen, denn bei der Selektion wurden Eigenschaften bevorzugt, die sie nicht nur für den Menschen, sondern auch für alle Fraßfeinde viel attraktiver machten – sie hatten Abwehrstrukturen und Giftstoffe verloren. Immerhin sind mehr als 90 Prozent aller wild wachsenden Pflanzenarten für den Menschen giftig, einige sind erst nach Kochen oder Fermentieren genießbar und nur wenige lassen sich durch Züchtung entgiften. Viele der Gene, die den Wildformen Widerstandsfähigkeit und Robustheit unter schwierigen Bedingungen (Trockenheit, Kälte, Befall mit Würmern, Pilzen, Viren, Insekten, Konkurrenz durch „Unkraut“, magere Böden) verleihen, sind in diesen Kulturpflanzen mutiert, verändert, nicht mehr funktionsfähig.

Vor der Einführung von chemischen oder biologischen Pflanzenschutzmitteln wurden durch Schädlinge zum Beispiel an den Kartoffeln, große Ausfälle verursacht. Sie wurden aus wirtschaftlichen Gründen in großflächigen Monokulturen angebaut und waren in Irland der Kartoffelfäule, einer Pilzkrankheit, nicht gewachsen. Zwischen 1845 und 1849 sind deswegen mehr als eine Million Menschen verhungert.

Um die gewünschten hohen Erträge zu erzielen, muss die Kulturpflanze von außen durch das Ausbringen von Insektiziden, Fungiziden und Herbiziden geschützt werden, auch im sogenannten ökologischen Anbau. Solche Behandlungen sind insofern problematisch, als sie nicht sehr spezifisch sind und nicht nur die Schädlinge der Kulturpflanzen getroffen werden, sondern auch durch breitflächige Anwendung zum Beispiel andere Insekten, die wiederum eine wichtige Nahrungsquelle für Vögel darstellen, stark dezimiert werden.

Bei der Pflanzenzüchtung spielen daher nicht nur Eigenschaften der Verwertbarkeit, Gesundheit, des Geschmacks und des Ertrags, sondern auch der Resistenz gegen Schädlinge eine ganz besonders große Rolle. Zur Erhaltung guter resistenter Sorten ist ständige Zucht notwendig, da die Schädlinge sich anpassen, je länger die Sorte angebaut wird, und dadurch mit der Zeit die Widerstandsfähigkeit in einer Sorte verloren geht. Bei der Kultivierung von Mais tritt ein weiteres Problem zutage: eine in Europa beheimatete Motte ist dessen schlimmster Feind, gegen den die aus Südamerika stammende Pflanze von vornherein keine natürlichen Abwehrmechanismen hat. Bei der Züchtung kann deshalb nicht auf die Selektion ursprünglich vorhandener Merkmale zurückgegriffen werden. In südlichen Ländern vernichtet der Maiszünsler regelmäßig ganze Ernten eines Jahres, wenn nicht massiv mit Pflanzenschutzmitteln gespritzt wird.

Die konventionelle Pflanzenzüchtung stößt an mehrere Grenzen, da einerseits weggezüchtete oder nicht vorhandene Eigenschaften wie beim Mais keine

Basis für Selektion sein können, andererseits die durch mehrere Züchtungs-generationen bedingten Zeiten, die bis zur Entwicklung einer neuen Sorte vergehen, durch die kurze Generationszeit der Schädlinge überholt werden. Bis zur Zulassung einer neuen Sorte vergehen bei vielen Pflanzen acht bis zehn Jahre, während die Empfindlichkeit gegenüber Mehltau zum Beispiel innerhalb von weniger als drei Jahren entstehen kann.

Viele dieser Züchtungsverfahren können mit gentechnischen Methoden vereinfacht, verbessert oder verkürzt werden. Die Genome der meisten Kulturpflanzen sind inzwischen weitgehend entziffert, das hilft sehr beim Verfolgen der interessanten Merkmale über die Züchtungsgenerationen hinweg. Beim dem „smart breeding“ bezeichneten Verfahren werden Resistenzgene (oder Gene für andere wichtige Eigenschaften, die der Kulturpflanze verloren gingen) in den Wildformen aufgespürt und in Kreuzungen durch mehrere Generationen in die Züchtungsformen eingeführt. Geeignete DNA-Analysen erleichtern die Auslese der Individuen mit bestimmten Genen, die dann in Feldversuchen auf ihre Eigenschaften getestet werden.

Diese Kreuzungen können abgekürzt werden, indem solche Resistenzgene von außen in die Pflanzen eingeführt werden: durch *Acrobacterium*, das auch in der Natur Gene auf Pflanzen überträgt. Diese Methode wurde in Belgien und Deutschland von Jeff Schell und Mitarbeitern in den 80er Jahren unter anderem im Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln entwickelt. Die Pflanze ist dann „genetisch modifiziert“ oder „transgen“. Diese Technik findet inzwischen weltweite Anwendung in der Züchtungsforschung.

In den USA, Argentinien und Kanada sind bereits mehr als 80 Prozent der Kulturfläche mit auf diese Weise widerstandsfähig gemachten gentechnisch veränderten Nutzpflanzen, hauptsächlich Mais, Sojabohne und Baumwolle, bewirtschaftet. Seit 1996 hat die Anbaufläche gentechnisch behandelter Kulturpflanzen weltweit um den Faktor zehn zugenommen, von zehn auf über 114 Millionen Hektar. Auch in Australien, Indien, Brasilien und China werden wegen ihrer guten Eigenschaften und Wirtschaftlichkeit immer mehr solche „GMO“ genannten Kulturpflanzen angebaut. „GMO“ heißt: „Genetical Modified Organism“.

In Anbausorten von Mais zum Beispiel wurde ein Gen eines Bodenbakteriums (*Bacillus thuringiensis*) eingeführt, welches das Bt-Toxin produziert, ein Protein, das sehr spezifisch für bestimmte Insekten, auch den Maiszünsler, giftig ist, aber für den Menschen, Säugetiere und andere Insekten nicht. Andere Pflanzen, besonders die Sojabohne, pflanzlicher Proteinlieferant Nummer eins, werden gentechnisch gegen ein Unkrautvernichtungsmittel resistent gemacht, sodass sie unbeschadet aus Behandlungen gegen Konkurrenten hervorgehen kann. In diesem Fall ist das Herbizid ein Hemmstoff eines Pflanzenenzym, das zur Synthese einer essentiellen Aminosäure notwendig ist. Das Transgen trägt ein

modifiziertes Gen für dieses Enzym, das auf den Hemmstoff nicht anspricht. 95 Prozent des weltweiten Sojaanbaus geschieht inzwischen mit solchen Pflanzen.

Transgene Verfahren sind in ihrer Anwendung auf den Ackerbau in Deutschland durch unser Gentechnik-Gesetz so erschwert, dass die Entwicklung und Nutzung solcher robusten Anbausorten weitgehend woanders auf der Welt stattfindet. Der Grund dafür ist eine tiefsitzende Angst vor möglichen Gefahren einer neuartigen Technologie. Das war wohl vor 20 Jahren, als es noch wenig Erfahrung gab, vernünftig, aber inzwischen weiß man so viel mehr, dass es an der Zeit ist, diese Einstellung gründlich zu revidieren.

Wovor haben wir Angst? Längst ist erwiesen, dass das Fremdgen, genau wie die Gene der Pflanzen selbst (jede Pflanze hat etwa 20.000 Gene), nicht vom menschlichen oder tierischen Körper eingebaut werden kann, sondern den Weg aller Nahrung, nämlich der Verdauung geht. Übertragung von Genen aus Nutzpflanzen in die Natur ist dauerhaft ganz unwahrscheinlich (und bisher nicht nachgewiesen), da die Nutzpflanzen ohne Schutz gar nicht in der Lage sind zu überleben. Im Falle von Bt-Toxin werden im ökologischen Landbau die Bakterien bzw. ihre Sporen selbst versprüht, und treffen damit nicht nur die Schädlinge, die die Pflanze befallen haben, sondern auch alle anderen Insekten. Das Wissen und die Erfahrung mit den Technologien haben in den letzten zehn Jahren ungeheuer zugenommen. Es ist leicht zu sehen, dass die Dimension des Anbaus von genetisch modifizierten Kulturpflanzen (über 100 Millionen Hektar, das Dreifache der Fläche Deutschlands) weltweit sehr sichere Schlüsse über Verträglichkeit mit Ernährung und Umwelt zulassen. Alle Einwände konnten mit diesen im Ausland durchgeführten freiwilligen überdimensionierten Kontrollversuchen überprüft und entkräftet werden, zusätzlich zu zahlreichen vom BMBF und der EU geförderten Untersuchungen.

Es ist kein einziger Fall bestätigt worden, der einen durch Gentechnik auf die Menschen und die Umwelt verursachten Schaden dokumentiert. Dagegen bietet sie allein durch das Einsparen von Insektiziden und wiederholter Spritzungsabläufe große ökonomische und ökologische Vorteile. Diese machen die höheren Kosten des Saatgutes bei weitem wett. Trotzdem werden bei uns ungestraft genehmigte Versuche zerstört und auf illegitime Weise jegliche Anstrengungen, hierzulande eigene moderne Züchtungen durchzuführen und neue zukunftsreiche Sorten zu entwickeln, blockiert. Kein Wunder, dass viele traditionsreiche Saatgutfirmen ihre Forschung und Entwicklung mitsamt den daran gebundenen Arbeitsplätzen ins Ausland verlagert haben. Wir sind dabei, hervorragend ausgebildete Forscher statt hochentwickelter Saatgüter und innovativer Agrartechnologien zu exportieren.

In Deutschland ist noch nicht hinreichend akzeptiert, dass die Anwendung der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung ein noch unausgeschöpftes Potenzial für

den ökologischen Landbau, für verbesserten Umweltschutz, die Erhaltung der Artenvielfalt und die Gesundheit bietet. Pflanzen, die resistent gegen Motten, Pilzbefall, Viren und Nematoden sind, müssen nicht gespritzt werden. Pflanzen, die besser an ungünstige Wachstumsbedingungen, Salzböden, Karst, Trockenheit, angepasst sind, können so gezüchtet und angebaut werden, um verödetes Land wieder fruchtbar zu machen.

Pflanzen mit besserem Nährwert können erzeugt werden. Ein Beispiel ist der „goldene Reis“, der so verändert ist, dass er Vitamin A in den Körnern enthält, und dadurch die sehr verbreiteten Mangelkrankheiten, die bei proteinarmer Ernährung entstehen, vermindern kann. Auf diesem Sektor eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten, die interessante Anwendungen erwarten lassen. Andere Zukunftsvisionen befassen sich mit Pflanzen zur Energiegewinnung. Biodiesel ist bereits in aller Munde, das aus Ölpflanzen, Raps (in Deutschland) oder Ölpalme (in den Tropen) gewonnen wird. Diese biologischen Kraftstoffe sind aber nicht sehr wirtschaftlich und auch, trotz hoher ideologischer Akzeptanz, nicht unbedingt umweltschonend. Neuere Technologien setzen auf die Vergärung von stärke- oder zuckerhaltiger Biomasse wie Zuckerrohr, Hirse und Mais zu Ethanol, der den Kraftstoffen zugesetzt wird. Dabei ist die Energieausbeute höher, aber auch insofern problematisch, als auch hier, wie bei den Ölpflanzen, wertvolle Kulturflächen den Nahrungslieferanten weggenommen und gar Urwälder dem lukrativen Anbau von Energiepflanzen geopfert werden.

In der Entwicklung befinden sich Verfahren, Pflanzen zu nutzen, die bei minimalen Ansprüchen ungeheure Mengen an Biomasse produzieren. Stauden, die also nicht ausgesät werden müssen, sondern jährlich neu aus einem Wurzelstock austreiben, wie Chinaschilf, werden erprobt. Schnell wachsende Bäume wie Pappeln und Weiden produzieren ebenfalls bei geringem Düngeranspruch auch in kälteren Gegenden sehr viel Biomasse. Diese Pflanzen, die unter Bedingungen wachsen, die den Nahrungslieferanten nicht gut genug sind, sind sehr effiziente „Sonnenkollektoren“. Jetzt bedarf es nur noch der Verfahren, die Biomasse in Form der pflanzlichen Strukturmoleküle Cellulose und Lignin, die sehr stabil und chemisch nicht einfach angreifbar sind, in Kraftstoffe zu verwandeln. Darin besteht eine große Herausforderung für die Wissenschaft im interdisziplinären Kontext. Organische Katalysatoren, aber auch Mikroorganismen aus den Mageninhalten holz- und zellulosefressender Organismen, wie der Pansen der Rinder, der Mageninhalt von Termiten werden dazu erforscht.

Inzwischen ist die gesamte Erde „besetzt“. Nicht nur in Europa, auch in anderen Teilen der Welt gibt es praktisch keine „naturbelassenen“ Flächen mehr, bis auf Bergspitzen, Meerestiefen und kleine Reste von Urwald, deren Tage gezählt sind. Jeder Quadratmeter ist durch Menschenhand bestimmt, benutzt oder beeinflusst. Feuchtgebiete sind trockengelegt, Flüsse begradigt, Hänge terrassiert, um möglichst viel Land wirtschaftlich zu nutzen. Interessanterweise sind

die heutigen Anbauflächen fast nicht überlappend mit jenen, in denen Ackerbau entstanden ist, in denen also die Kulturpflanzen beheimatet sind. Diese sind inzwischen über die ganze Welt verbreitet und es lässt sich wohl ohne Übertreibung sagen, dass auch in Deutschland fremde Pflanzen – Mais, Kartoffel, Weizen – überwiegen. In den Gegenden, die früher „Kornkammern“ waren, sind durch übermäßige Beanspruchung die Böden längst verarmt, durch Abholzen Landschaften verkarstet. Der Anteil an Trockenflächen und Wüsten nimmt bedrohlich zu. Nicht alles ist menschengemacht, aber bei der hohen Bevölkerungsdichte sind Naturkatastrophen besonders folgenschwer. Das rasante Wachstum der menschlichen Bevölkerung hält an, mit den damit verursachten Problemen, verursacht durch die natürliche Tendenz zum Wachstum bis zur Katastrophe.

Es gibt auch kein Zurück. Wir müssen versuchen, die Erde nachhaltig zu „bewirtschaften“ und auf diese Weise ein erträgliches Auskommen denen bieten, die bereits da sind. Auch wenn bessere Ernährung oft einen Wachstumsschub verursacht hat, ist es angesagt, menschenverträgliche Bedingungen zu fördern und zu erhalten. Sehr gründliche Überlegungen sind anzustellen, wie in Zukunft die Ernährung einigermaßen sichergestellt werden kann, ohne noch mehr naturbelassenes Land zu kultivieren. Es gilt, brachliegende Flächen wieder in „Kultur“ zu nehmen, zu verhindern, dass noch mehr verkarstet und versteppt, noch mehr in Städte, Autobahnen umgewandelt wird, und die fruchtbaren Gegenden so nachhaltig und effizient wie irgend möglich zu nutzen.

Hier in Deutschland ist der ökologische Anbau in der Landwirtschaft großgeschrieben, der sich besondere Verdienste im Erforschen und Entwickeln nachhaltiger Verfahren erwirbt. Wir alle können daher sehr vielfältige landwirtschaftliche Produkte von hoher Qualität erwerben. Aber für die Ernährung der Population von Millionenstädten ist Öko-Landbau nicht wirtschaftlich, was die Flächennutzung anbetrifft. Wir müssen alle Anstrengungen dahin setzen, dass auch die Nahrungsmittel für jedermann von hoher Qualität und gesund sind. Hier ist modernste Pflanzenzüchtung gefragt, die sowohl helfen kann, langfristig und nachhaltig beste Erträge von Nahrungsmitteln zu produzieren, als auch neue Energiequellen, auf Pflanzen, und damit Sonnenenergie basierend, zu erschließen.

Mein persönliches und besonderes Anliegen ist der Naturschutz. Es ist schon gut, sich gegen die Abholzung tropischer Regenwälder einzusetzen, aber was lassen wir vor unserer eigenen Haustür geschehen? Auch in Deutschland, wo Naturliebe und Umweltschutz vergleichsweise großgeschrieben wird, sind viele Arten im Aussterben begriffen oder ernsthaft bedroht. Es ist zu kurz gegriffen, den Rückgang vieler Vogelarten, zum Beispiel der Störche oder auch der Zugvögel, auf den Klimawandel zu schieben: Woher soll denn ein Storchenpaar die vier Kilo Frösche pro Tag finden, die sie für die Aufzucht ihrer Brut brauchen,

wenn jeder Zipfel Boden landwirtschaftlich genutzt und trocken gelegt ist? Wenn das Land in kleine Parzellen aufgeteilt ist, die größeren Tieren einfach nicht genügend Lebensraum belassen. Durch das Sprühen mit Insektiziden und die saubere Feldwirtschaft ohne jedes Unkraut verhungern scharenweise die Zugvögel in Europa auf dem Weg zurück in die Heimat.

Bei der Lösung der Probleme, wie in Zukunft mit den Kulturflächen umzugehen ist, wie sie nachhaltig zu bewirtschaften sind und trotzdem Artenvielfalt und gute Umweltbedingungen zu schaffen und dauerhaft zu schützen, kann Forschung und Entwicklung viel beitragen, obwohl viele Probleme dieser Welt politischer Natur sind. Konkurrenz, Verteilung, Armut in vielen Ländern, die – auf sehr verständliche Weise – den Raubbau an den unverbrauchten Flächen fortsetzt, weil diese kostbare Ressourcen darstellen. Armut ist der Umwelt großer Feind, nicht nur der Reichtum, der die Ressourcen verschwendet. Denn gemeinnützige Maßnahmen und nachhaltige Bewirtschaftung sind zunächst kostspielig, das können und das müssen sich die reichen Länder leisten. Wir als Wissenschaftler aber haben die Verpflichtung und Verantwortung, auf die anstehenden Probleme und ihre Lösungen aufmerksam zu machen und gegebenenfalls mit Nachdruck Maßnahmen anzumahnen.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

Prof. Dr. Ulrich Radtke

Rektor der Universität Duisburg-Essen

Einleitung

Meine sehr verehrten Damen und Herren,
sehr geehrte Frau Nüsslein-Volhard,

ich freue mich, Sie als Rektor der Universität Duisburg-Essen zu dem zweiten Vortrag im Rahmen unserer diesjährigen Verleihung der Mercator-Professur begrüßen zu können. Schon im Dezember hatte ich am Campus Duisburg das Vergnügen, Frau Nüsslein-Volhard und damit erstmalig eine Nobelpreisträgerin zu begrüßen. Während sie uns dort mit einem Vortrag zum Thema Wachstum in Natur und Kultur erfreute, widmet sie sich heute einem ganz anderen Thema: Frauen in den Naturwissenschaften.

Und auch heute möchte ich Ihnen zunächst unsere Rednerin kurz vorstellen. Frau Christiane Nüsslein-Volhard wurde am 20. Oktober 1942 in Heyrothsberge bei Magdeburg als zweites von fünf Kindern geboren. Ihr Vater war Architekt, ihre Mutter Kindergärtnerin. Nach Kriegsende suchte ihre Familie Zuflucht bei ihrem Großvater, einem Arzt. Dort, bei Frankfurt am Main, entdeckte Frau Nüsslein-Volhard ihr Interesse für Pflanzen und Tiere und wusste schon im Alter von zwölf Jahren, dass sie Biologin werden wollte.

Beeinflusst von den Studien Konrad Lorenz' und anderen Verhaltensforschern hielt sie bereits zur Abiturfeier ein Referat über die Sprache bei Tieren. Nach der Allgemeinen Hochschulreife an der Schillerschule in Frankfurt begann sie 1962 Biologie an der Goethe-Universität in Frankfurt zu studieren. 1964 wechselte sie zum Biochemiestudium an die Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

Ihr Diplom in Biochemie erlangte sie in Tübingen 1968, und war von 1969 an wissenschaftliche Mitarbeiterin am damaligen Tübinger Max-Planck-Institut für Virusforschung. Die Promotion zum Doktor der Naturwissenschaft erfolgte 1973 an der Universität Tübingen im Fach Genetik. Mit einem Forschungsstipendium gerüstet ging sie 1975/1976 als Postdoktorandin an das Laboratorium von Professor Walter Jakob Gehring im Biozentrum Basel und war 1977 als Stipendiatin der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) am Laboratorium des Insektenembryologen Professor Klaus Sander an der Universität Freiburg im Breisgau. 1978 bis 1980 leitete sie eine Forschungsgruppe am neu aufgebauten Europäischen Molekularbiologischen Laboratorium (EMBL) in Heidelberg. Dort arbeitete sie mit Eric F. Wieschaus zusammen, mit dem sie später den Nobelpreis erhielt.

Danach, zwischen 1981 und 1984, war sie Nachwuchsgruppenleiterin am Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Gesellschaft in Tübingen und schließlich Direktorin und Wissenschaftliches Mitglied am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Tübingen, wo Christiane Nüsslein-Volhard seit 1985 tätig ist. Es folgten Gast-Lehraufträge an der Harvard Medical School der Harvard University (1988, 1991), der Yale University (1989), der Rockefeller University in New York (1991) und der Indiana University (1994). An der Tübinger Universität hat sie zudem seit 1991 eine Honorarprofessur inne.

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

dieser beeindruckende Lebenslauf blieb nicht ohne besondere Ehrung: 1995 erhielt Frau Nüsslein-Volhard zusammen mit Eric F. Wieschaus und Edward B. Lewis den Nobelpreis für Medizin und Physiologie für ihre Forschungen über die genetische Steuerung der Embryonalentwicklung. Dabei identifizierte und systematisierte sie Gene, die im Ei der Taufliege (*Drosophila melanogaster*) die Anlage des Körperplans und der Segmente steuern und entwickelte die Gradiententheorie, die darstellt, wie durch Stoffgradienten in der Eizelle und dem Embryo die Genexpression gesteuert wird.

Zudem zeigte sie Parallelen in der Embryonalentwicklung zwischen Insekten und Wirbeltieren auf. Nach den Insekten wurde später der Zebrafisch (*Brachydanio rerio*) als erstes Wirbeltier zum bevorzugten Gegenstand der entwicklungsbiologischen Arbeiten von Christiane Nüsslein-Volhard.

Neben dem Nobelpreis für Medizin hat sie zahlreiche Auszeichnungen, Ehrendoktorate und Preise erhalten, unter anderem den Leibnizpreis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (1986) und den Albert Lasker Award (1991). Sie ist darüber hinaus Mitglied der Royal Society, England, der National Academy, USA und des Ordens pour le mérite, Deutschland. Seit 2001 gehört sie auch

dem nationalen Ethikrat der Bundesregierung an, seit 2005 dem Scientific Council des European Research Councils ERC der Europäischen Union. Sie ist Präsidentin der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte.

Meine Damen und Herren, man könnte meinen, wer so viele Tätigkeitsfelder hat, dem bliebe keine Zeit mehr für andere. Zusätzlich zu ihrer eigenen wissenschaftlichen Karriere engagiert sich unsere heutige Mercator-Professorin jedoch für andere Wissenschaftlerinnen. Im Jahre 2004 gründete sie deshalb die Christiane Nüsslein-Volhard-Stiftung. Die Stiftung zur Förderung von Wissenschaft und Forschung unterstützt begabte junge Wissenschaftlerinnen mit Kindern, um ihnen die für eine wissenschaftliche Karriere erforderliche Freiheit und Mobilität zu verschaffen. Die Stiftung will helfen zu verhindern, dass hervorragende Talente der wissenschaftlichen Forschung verloren gehen. Sie richtet sich an Doktorandinnen und Postdoktorandinnen in einem Fach der experimentellen Naturwissenschaften oder der Medizin.

Meine sehr verehrten Damen und Herren,

wie Sie sehen, ist Frau Nüsslein-Volhard nicht nur ein Vorbild für Frauen in den Naturwissenschaften, sondern auch prädestiniert, über dieses Thema zu sprechen. Freuen wir uns also zusammen auf Frau Professorin Christiane Nüsslein-Volhard und auf das Thema Frauen in den Naturwissenschaften.

Frauen in den Naturwissenschaften

Guten Abend meine Damen und Herren. Vielen Dank für die herzliche und schmeichelhafte Einführung von Ihnen. Ich freue mich, hier zum zweiten Mal zu Ihnen zu reden. Sie entnehmen dem Thema und auch der Einführung, dass meine eigene Forschung sich nicht mit den „Frauen in den Naturwissenschaften“ beschäftigt. Ich rede jetzt aus meinen Erfahrungen als Frau in den Naturwissenschaften und versuche daraus einige allgemeinere Schlüsse zu ziehen und auch Anregungen zu geben, wie dieses Problem möglicherweise in Zukunft kein Problem mehr sein wird.

Wissenschaft betreiben ist ein sehr anspruchsvoller und besonderer Beruf, der sicher nicht allen liegt. Naturwissenschaftliche Forschung erfordert besondere Begabungen sowie eine gewisse Besessenheit und dazu Intelligenz und Geschick. Ich kenne keinen einzigen erfolgreichen Naturwissenschaftler, der wirklich faul ist, und auch wenige, die fähig sind, gleichzeitig andere Interessen mit Intensität und Erfolg zu verfolgen. Der Wettbewerb ist groß und es gibt immer mehr zu tun, als man leisten kann und möchte. Ein Beruf also, der hohen Einsatz und hohe Motivation erfordert, – abgesehen von Talenten, Originalität und Intelligenz. Um eine Führungsposition in der Wissenschaft zu bekommen, muss viel Eigenes geleistet werden, was frühe Selbstständigkeit erfordert. Das heißt, dass früh in der Karriere bereits die eigenen Ideen sowie deren Verfolgung und Ausarbeitung eine große Rolle spielen. Das gilt für Männer wie für Frauen.

Wenn noch, vor etwa hundert Jahren, Max Planck die Neigung zur Wissenschaft bei Frauen für etwas Widernatürliches hielt, das nicht gefördert werden sollte, und Frauen nur ausnahmsweise zu Vorlesungen zuließ, so gibt es heute

und hier einen allgemeinen Konsens, dass Frauen sehr gut Wissenschaft machen können. Der Streit um die geistigen Eigenschaften, besonders um die Intelligenz der Frau, verglichen mit der des Mannes, ist wohl mehr oder weniger beigelegt. Allerdings ist kein Konsensus vorhanden, wenn es sich um die Frage dreht, ob Frauen denn nun wirklich in ihrer Karriere als Wissenschaftlerin benachteiligt sind und es schwerer haben als Männer. Hier gibt es viele Männer, aber kaum Frauen, die nicht an Benachteiligung in irgendeiner Form glauben. Ebenso unterschiedlich sind die Meinungen, wenn es um die Frage geht, was oder wer genau den Frauen die Karriere erschwert.

Meine persönliche Ansicht ist, dass es Frauen, bei gleicher Eignung, häufig schwerer haben, dass aber das Verhalten von z. B. Vorgesetzten oft nur mittelbar etwas damit zu tun hat, während vieles natur- und traditionsbedingt ist. Betrachtet man die Veränderung der Situation seit Beginn des Frauenstudiums vor gut hundert Jahren bis jetzt, so lässt sich vermuten, dass noch kein Gleichgewicht erreicht ist. Gemessen an ihrem wissenschaftlichen Potential, sind Frauen in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft immer noch unterrepräsentiert, besonders was ihre Präsenz in Führungspositionen und Professorenstellen anbetrifft. Wahrscheinlich machen heute eine Reihe von hochbegabten und qualifizierten Frauen keine Karriere, die es bei gleicher Eignung in 20 Jahren tun werden.

Ich liebe meinen Beruf als Forscherin. Es ist für mich ein großes Vergnügen, neue Erkenntnisse über das Leben zu gewinnen, ein großes Labor zu leiten und junge talentierte Menschen in ihrer Laufbahn zu unterstützen. Früher habe ich häufig bis in die Nächte im Labor gestanden, um meine eigenen Ideen und Projekte zu verfolgen, die es mir ermöglichten, bald eine unabhängige Stelle zu finden, in denen ich mein eigenes Forschungsprogramm mit eigenen Mitarbeitern verfolgen konnte. Ich habe mich inzwischen daran gewöhnt, dass es sogar Vergnügen machen kann, einen gewissen Einfluss ausüben zu können, zum Beispiel, wenn man bei wichtigen Entscheidungen im Institut, der Fakultät, Wissenschaftsorganisationen oder in der Wissenschaftspolitik mitreden kann. Ich bin davon überzeugt, dass ich ohne meine Forschung ziemlich unglücklich geworden wäre. Deshalb denke ich oft über Frauen mit ähnlichen Eigenschaften und Wünschen nach, die sich in Lebenssituationen befinden, die ihnen eine erfolgreiche Karriere in der Wissenschaft ausgesprochen hart oder gar unmöglich machen. Wo liegen die Probleme? Was kann getan werden, um sie zu lösen?

In unserer Zeit werden viele Anstrengungen gemacht, um den Beitrag der Frauen zur modernen Wissenschaft zu erhöhen, nicht nur weil unsere Gesellschaft auf so viele sorgfältig ausgebildete Talente nicht verzichten kann und darf. Immerhin sind nicht alle berufenen Männer besser als alle nicht berufenen Frauen! In Deutschland sind zurzeit etwa elf Prozent der Ordinariate mit Frau-

en besetzt, in der Max-Planck-Gesellschaft, einer hochrangigen außeruniversitären Forschungseinrichtung, deren Mitglied ich bin, ist die Zahl der Frauen unter den Direktoren deutlich niedriger, knapp sieben Prozent.

Als ich, 1985, zum wissenschaftlichen Mitglied und Direktorin an die Max-Planck-Gesellschaft berufen wurde, war ich eine von zwei Frauen, und die erste, das war vor 25 Jahren, in den Naturwissenschaften. Meine einzige Kollegin war Soziologin. Allerdings konnte sich die Max-Planck-Gesellschaft zehn Jahre später damit brüsten, dass 25 Prozent ihrer weiblichen Mitglieder den Nobelpreis bekommen haben. Inzwischen sind wir 19 Frauen, im Ganzen hat die MPG etwa 250 wissenschaftliche Mitglieder. Trotz meines Erfolges war das Leben als eine Ausnahmeerscheinung, als „role-model“ oder Rollenvorbild, für mich nicht immer sonderlich komfortabel. Das hat sich inzwischen geändert, da mit einer größeren Zahl an weiblichen Kollegen und einem wachsenden Bewusstsein, was Gleichberechtigung und Gleichstellung betrifft, offene Diskriminierung eigentlich kein ernsthaftes Problem mehr darstellt. Das war nicht immer so. In den Anfängen meiner Karriere als Wissenschaftlerin habe ich mich als Vertreterin einer sehr kleinen Minderheit häufig merkwürdig unbehaglich und ungeschützt gefühlt, häufig wurde ich auch einfach übersehen.

Ich bin in einer liberalen, gutbürgerlichen Familie mit vier Geschwistern aufgewachsen. Meine Familie, Eltern, Geschwister, Cousinen und Vettern waren und sind sehr an Kunst und Musik interessiert, wie ich auch. Dagegen wurden meine frühen Interessen an Tieren und Pflanzen von meiner Familie nicht geteilt, aber wohlwollend unterstützt: Meine Mutter hat mir die richtigen Bücher geschenkt, mein Vater hat gerne mit mir über meine Interessen an der Natur gesprochen und mich dadurch gefordert und gefördert. Ich durfte sogar alle möglichen Haustiere halten. Im Alter von zwölf Jahren, denke ich, wusste ich, dass ich Naturforscherin werden wollte. Ich habe ein sehr gutes Mädchengymnasium mit naturwissenschaftlichem Zweig besucht und hatte einige ausgezeichnete Lehrer, die uns mit interessanten Themen bekannt machten. Auf dieser Schule hatte ich nie das Gefühl, dass meine wissenschaftlichen Interessen und meine Versuche, die Natur zu verstehen, nicht ernst genommen würden. Auch war ein Wettstreit mit Jungen, und ganz allgemein Geschlechtsunterschiede, kein Thema in dieser Zeit.

Man durfte gut in Mathe und Chemie sein, ohne als unweiblich angesehen zu werden. Solche reinen Mädchenschulen gibt es heute nicht mehr, das ist vielleicht ein Fehler. Einige meiner erfolgreichen Kolleginnen sind wie ich in einer Mädchenschule gewesen, und meinen, dass dieser Umstand mit entscheidend für ihre Karriere war. Für mich jedenfalls war diese Umgebung sehr wichtig, denn dadurch wurde mein früh gefasster Entschluss, Wissenschaftlerin zu werden, noch verstärkt, ganz abgesehen davon, dass ich für das Universitätsstudium hervorragend vorbereitet wurde. Auch später während des Studiums

hatte ich eigentlich nie das Gefühl, ein besonderes Problem zu haben weil ich ein Mädchen war, und als ehrgeizige und begeisterte Doktorandin fühlte ich mich anerkannt und wohl respektiert.

Meine ersten deutlichen Erfahrungen mit Diskriminierung als Frau erlebte ich, als meine Doktorarbeit veröffentlicht wurde. Das Projekt hatte ein glückloser Student, mit dem ich gut befreundet war, begonnen, es wurde dann von mir zu Ende geführt. Auf dem Drei-Autoren-Manuskript stand ich „versteckt“ in der Mitte, obwohl ich alle Daten produziert hatte und den Artikel auch selbst geschrieben hatte. Der Student hatte Frau und Kind. „Er braucht seine Karriere“, so hieß es damals tröstend. Das Merkwürdige war, dass ich damals sogar damit einverstanden war! Der Student ist dann auch noch gleich nach seiner Doktorarbeit aus der Wissenschaft ausgestiegen. Solche Entscheidungen gibt es wohl heute nicht mehr, oder vielleicht eher, sollte es heute nicht mehr geben. Damals hat man über Gleichberechtigung wenig nachgedacht, und dass soziale Überlegungen auf gar keinen Fall einen Einfluss auf die Beurteilung eines wissenschaftlichen Beitrags nehmen dürfen, war nicht bewusst.

Als Postdoktorandin wurde ich zum ersten Mal mit offenen Vorurteilen Frauen gegenüber konfrontiert. Die Einstellung meines Chefs war, Frauen selbstverständlich eine Chance zu geben. Aber im Grunde hat er bereits schon von vornherein von ihnen erwartet, dass sie versagen. Er war in einer traditionellen Familie aufgewachsen und hatte wohl noch nie mit einer professionellen Wissenschaftlerin zu tun gehabt. Seine Einstellung hat mich ziemlich wütend gemacht und darin bestärkt, es „ihnen zu zeigen“. Einen Chef zu haben, der offen erklärt, dass Frauen zur Wissenschaft nicht geeignet sind, seine Aussage hieß: „Es gibt keinen weiblichen Einstein!“, dafür aber begabter als Männer in anderen Bereichen sind – als Beispiel nannte er Töpferei – war kein reines Vergnügen. Aber das Labor, die Projekte und die Postdoc-Kollegen waren großartig. Mein Chef und auch ich waren froh, als ich dann weiter zog, um schließlich im „EMBL“, dem „Europäischen Molecular Laboratory“ zu landen. Dort war mir eine Gruppenleiterstelle angeboten worden, aber erst, nachdem sich auch ein jüngerer, männlicher Forscher gefunden hatte, mit dem ich das Labor teilen sollte. Eine Frau alleine wurde dort damals nicht mit der Leitung eines Labors betraut. Das ist aber dann gut gegangen, denn der junge Kollege, mit dem ich für drei Jahre ein winziges Labor und ein Diskussionsmikroskop teilte, war Eric Wieschaus, den ich bereits gut kannte. Die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit mit gemeinsamer technischer Assistentin ließ uns ein fantastisch interessantes und großartiges Projekt durchführen, das keiner von uns alleine geschafft hätte. Es hat uns 15 Jahre später, wie bereits erwähnt, den Nobelpreis gebracht.

Ich habe schon erwähnt, dass ich als zweite Direktorin in die Max-Planck-Gesellschaft berufen wurde, was für mich damals einen ganz außerordentlichen

Erfolg bedeutete. Die Freude wurde etwas getrübt, als ich herausfand, dass niemals zuvor und auch niemals danach ein Direktor mit einem solchen kargen Budget und so wenig Platz ausgestattet worden war wie ich. Auch an dieser Stelle war ich zufrieden, da es zunächst ausreichte, um meine Forschungen erfolgreich weiter zu führen. Bald darauf hat sich das Blatt gewendet. Durch die guten Arbeitsbedingungen und meine ausgezeichneten Studenten und Post-docs war mein Labor sehr produktiv. Die Auszeichnungen blieben nicht aus, und sie ermutigten mich, bei dem Präsidenten um ein Upgrade nachzufragen, und schließlich wurde meine Ausstattung dem, was meine Kollegen ohne besondere Verdienste bekommen hatten, angeglichen. Meine Gruppe konnte sich vergrößern, und die Forschung auf einem neuen Gebiet, das ich begonnen hatte, wurde von dort an großzügig gefördert.

Wenn ich mich jetzt so umsehe, denke ich, dass sich die Zeiten inzwischen ganz entscheidend geändert haben. Die Formen offener Diskriminierung, wie ich sie noch erlebt habe, sind selten geworden. Im Gegenteil, in vielen Ländern besteht nun ein enormer politischer Druck auf die Universitäten und Forschungseinrichtungen, die Zahl ihrer weiblichen Wissenschaftler in Führungspositionen zu erhöhen, obwohl einige Gebiete, wie Chemie und Physik, für Frauen nicht gerade attraktiv zu sein scheinen. Dieses Bestreben ist im Gebot der Gleichberechtigung zwischen Mann und Frau begründet, denn die Unterrepräsentation legt natürlich den Verdacht nahe, dass Ungerechtigkeiten und Diskriminierungen die Hauptursache dafür sind. Ich gebe jedoch zu bedenken, dass es zusätzlich andere schwerwiegende Ursachen geben mag. Niemand kann zu einem bestimmten Job gezwungen werden, mit anderen Worten: Es kommt nicht nur auf das Können, sondern auch auf das Wollen an. Damit stellt sich die Frage nach dem Ziel dieser Einstellungspolitik. Ist es Gleichheit in allen Beziehungen? Sollen 50 Prozent aller Führungspositionen in allen Gebieten mit Frauen besetzt sein? Ist dies ein vernünftiges Ziel, und wenn ja, wie können wir es erreichen?

Ich muss gestehen, dass ich persönlich nicht glaube, dass dieses Ziel vernünftig ist. Ich beobachte, dass viele Frauen mich für meinen Erfolg bewundern, aber, wenn sie ehrlich sind, meinen Job nicht haben wollen würden. Mann und Frau sind von Geburt an verschieden und zwar von Natur aus, nicht nur durch ihre Erziehung und die unterschiedlichen traditionellen Rollen in der Gesellschaft. Bitte verstehen Sie mich nicht falsch. Ich denke nicht, dass Frauen weniger intelligent sind als Männer, und sie können selbstverständlich im Prinzip Hervorragendes in der Wissenschaft leisten. Das Problem liegt keineswegs bei den Fähigkeiten oder Talenten, aber meiner Erfahrung nach, sind die Stärken, Neigungen und Wünsche von Frauen verschieden von denen der meisten ihrer männlichen Zeitgenossen, wenigstens im Durchschnitt. Ich kenne viele Frauen, die, wie ich, den persönlichen Ehrgeiz, die Eitelkeit und den engen Horizont mancher männlicher Kollegen abstoßend finden, und dagegen die umsichtige-

re und großzügige Art und Weise schätzen, mit der manche der weiblichen Kollegen ihre Wissenschaft betreiben. Ich verstehe es gut, wenn Frauen eine Scheu davor haben, sich vorzudrängen, um auf sich und ihre Arbeit aufmerksam zu machen. Viele mögen den Druck und die ewige Zeitnot nicht, die mit einer Führungsposition verbunden sind. Sie möchten auf die Breite ihrer Interessen nicht verzichten und sie möchten und brauchen Zeit für Familie und Freunde, auch das kann ich gut verstehen.

Auch wählen viele Frauen Berufe, in denen sie es „mit Menschen“ zu tun haben, um etwas „Sinnvolles für die Gesellschaft“ zu leisten. Es fehlt manchen das Verständnis für das Interesse anderer an der Natur oder abstrakten Dingen. Ich habe häufig beobachtet, dass Frauen in meiner Familie, also mit sehr ähnlichem sozialen und genetischen Hintergrund, viel mehr als Männer, ziemliche Schwierigkeiten damit haben, meine Besessenheit für die Wissenschaft, auch den damit verbundenen zeitlichen Einsatz nachzuvollziehen. Sie sind in der Regel viel mehr an Gesellschaft, an sozialen Problemen und Themen interessiert, und natürlich an Kunst und Musik, wie ich auch.

Schließlich, und das ist ein sehr bedenkenswerter Aspekt, ist eine Führungsrolle für viele Frauen gar nicht attraktiv, sie arbeiten lieber für sich allein oder in einem Team. Führung bedeutet, die eigenen wissenschaftlichen Ideen und Projekte zu verfolgen, und nicht die eines Chefs. Es bedeutet, andere für sich arbeiten zu lassen, die Tätigkeiten von Mitarbeitern zu lenken und dafür die Verantwortung zu tragen. Eine Führungsrolle bedeutet auch, eine gewisse Macht zu übernehmen, und schließt die Notwendigkeit ein, diese auch auszuüben, und damit, unter Umständen, Entscheidungen treffen zu müssen, für die man nicht geliebt wird. Das ist es, was Karriere in der Wissenschaft im Grunde bedeutet: sich eine unabhängige Position zu erwerben, in der man selbst entscheidet, welche Themen des Forschungsfelds bearbeitet werden, und für die man das Risiko auch selbst trägt. Das ist die Voraussetzung für eigene Entdeckungen. In vielen Universitäten und Forschungseinrichtungen in Europa sind die einzigen unabhängigen Posten in der Wissenschaft Führungspositionen, die mit eigenem Budget, Stellen, Lehre und Verwaltungsaufgaben verbunden sind. Unabhängige Stellen mit kleiner Ausstattung und wenig Verantwortung, zusätzlich zu dem eigenen Forschungsprojekt, die für viele Frauen viel attraktiver sind, sind selten, oder für besondere Fälle vorbehalten, bei denen die Ehefrau eines Professors oder Direktors eine angemessene Position bekommen muss, um den Mann halten oder einstellen zu können.

Als Schülerin und Studentin habe ich selbst ein weites Spektrum von Interessen verfolgt, später, während der Zeit meiner größten Anstrengungen in meiner wissenschaftlichen Laufbahn, musste ich diese dann aber natürlich zurückstellen. Jetzt hole ich einige davon wieder hervor. Ich habe keine eigene Familie, das hilft auch, Konflikte zu vermeiden. Mit meiner eigenen wissenschaftlichen Kar-

riere hat sich alles gut gefügt, und sie war schließlich so erfolgreich, wie man es sich kaum zu träumen wagt. Trotzdem möchten sicher nicht alle Frauen, die eine Ausbildung zur Wissenschaftlerin hinter sich haben, mit mir tauschen. Das muss man einfach zur Kenntnis nehmen und respektieren. Auch wenn wir ein Gleichstellungsgesetz haben, sind wir darauf angewiesen, dass die Frauen diese Anstellungen auch wollen, und dass sie sich für diese Positionen auch entsprechend profilieren können. Im Zuge der Gleichstellung wird ja auch nicht angestrebt, 50 Prozent der Sekretariatsstellen mit Männern zu besetzen, und zwar nicht, weil die es nicht könnten, sondern vermutlich nicht wollen. Auf der anderen Seite ist es auch klar, dass es in unserer Gesellschaft vielen ehrgeizigen und talentierten Frauen verwehrt ist, eine Karriere zu machen, weil sich ihnen eben doch zu viele Hindernisse in den Weg gestellt haben. Wir müssen alles daran setzen, um solche Schicksale in Zukunft zu verhindern.

Ein wichtiger Grund für den niedrigen Anteil von Frauen in der Wissenschaft ist die Rolle der Frau in Partnerschaft und Familie. Die Familiengründung fällt häufig in die Zeit der höchsten Beanspruchung im Beruf. Frauen sind in dieser Situation gezwungen, praktisch zwei Berufe gleichzeitig auszuüben, während vielen Männern durch ihre nicht berufstätigen Frauen eine Menge abgenommen wird, was ich gelegentlich neidvoll an meinen männlichen Kollegen zu beobachten Gelegenheit habe. Der „Doppelinteressenssituation“, die sich durch die Familiengründung für die Frau ergibt, sind meiner Erfahrung nach überhaupt nur wenige Menschen wirklich gewachsen.

Ich möchte daran erinnern, dass man sich bis zum Ende des 19. Jahrhunderts diesbezüglich auch über die männlichen Wissenschaftler Sorgen gemacht hat. Bis zum Jahre 1878 war es den fellows der Universität Cambridge zum Beispiel nicht gestattet, zu heiraten. Noch mein Großvater musste lange suchen, bis er eine Stelle fand, wo er schon als Assistenzarzt heiraten durfte. Auch viele junge, ehrgeizige Väter, die ihre Familie ernst nehmen, sind heute oft großen Interessenkonflikten ausgesetzt und fühlen sich an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit getrieben. Das Doppelinteresse Familie–Wissenschaft erfordert besonders hohe Kapazität, große Disziplin, hohe Motivation und Energie, wenn die Karriere nicht ernsthaft darunter leiden soll. Die große Zeitknappheit, in der sich besonders experimentell arbeitende Wissenschaftler befinden, bedingt, dass Zeiten der schöpferischen Muße, des Probierens, des Spielens, des Schwätzens, Argumentierens und Diskutierens zu kurz kommen. Das kann durchaus einen Einfluss auf Qualität und Originalität haben. Für die Mütter bedeutet das Belastungen, denen man sich unter Umständen dann doch auch ganz gern entziehen möchte, wenn Ehrgeiz und Interesse nicht überwiegen.

Das Problem mit den Kindern ist es aber nicht allein, denn heute entscheiden sich immer mehr Frauen gegen Kinder, auch in anderen Berufen. Die Lebenssituation hat sich seit Max Plancks Zeiten sehr geändert. Die Lebenserwartung

ist gestiegen, die Kinderzahl und damit die Bedeutung der Kindererziehung im Lebensweg einer Frau, ist gesunken. Fast alle Frauen sind berufstätig, wenigstens wenn die Kinder aus dem Größten heraus sind. Das Frauendefizit in den Führungsetagen ist auch nicht allein auf die Wissenschaft beschränkt, sondern betrifft auch andere Berufe in Wirtschaft, Politik und Management und sogar die Köche. Das ist eigentlich kaum zu verstehen, und es bedeutet, dass diejenigen, die es tun und wollen, keine besonderen Schwierigkeiten durch ihr Geschlecht haben sollten.

Ich habe bereits anekdotisch einige offensichtlich diskriminierende Situationen erwähnt, in der Hoffnung, dass sie zur Vergangenheit gehören. Um es etwas allgemeiner und systematischer zu fassen: Die Beurteilung wissenschaftlicher Leistungen sollte so objektiv wie nur möglich erfolgen. Nicht fachbezogene Gesichtspunkte, wie Geschlecht, Alter, Schönheit, Kinderzahl, Nationalität, Bedürftigkeit, dürfen keine Rolle spielen, wenn die Qualität einer wissenschaftlichen Arbeit bewertet wird. Bei Einstellungen sollten solche nichtwissenschaftlichen Gesichtspunkte, wenn überhaupt, eine marginale Rolle spielen. Auf die besonderen Probleme, die sich ergeben, wenn beide Partner einer Ehe eine Stelle am gleichen Ort suchen, komme ich zurück.

Besonders wichtig finde ich, dass ein Mangel an Zutrauen und Zweifel an den Fähigkeiten, kurz das, was man Vorurteil nennt, wirklich sehr entmutigend und hinderlich sein kann. Vorurteile betreffen die wissenschaftliche Befähigung, die Ausdauer, das Geschick, aber später dann auch die Fähigkeit, eine Führungsrolle zu übernehmen. Besonders schädlich ist es, wenn eine negative Erfahrung mit einer Wissenschaftlerin, nach dem Prinzip der Sippenhaft, ohne weitere Überlegungen den Umgang mit anderen Frauen belastet. Eine gute Regel ist, im Geiste den Fall durchzuspielen und zu fragen, ob man die gleichen negativen Erwartungen oder Zweifel auch im Falle eines männlichen Wissenschaftlers hätte. Schädlich ist es aber auch, wenn Frauen auf Grund ihres Geschlechts deutlich vorgezogen werden, obwohl das bei Männern auch vorkommt.

Auf der anderen Seite bin ich überzeugt davon, dass Frauen auch nicht in besonderem Maße vor gerechter und sachlich begründeter Kritik geschützt werden dürfen. Jeder Wissenschaftler braucht einen gewissen Druck, ein Korrektiv, eine Herausforderung, um eine eigene Karriere erfolgreich zu entwickeln und zu gestalten. Jeder Wissenschaftler ist auf Förderung wie auch Förderung angewiesen. Gut gemeinte Rücksichtnahme, um den Vorwurf der Diskriminierung zu vermeiden, kann ebenso schädlich sein wie offene Kritik, die nicht sachlich begründet ist. Ein Entgegenkommen in komplexen Situationen, mit der Familie zum Beispiel, beinhaltet ja auch oft, dass wichtige Gelegenheiten, das wissenschaftliche Profil zu entwickeln, verwehrt werden, wenn zum Beispiel der Übersichtsartikel eben von jemand anderem geschrieben wird, oder wenn man vom Besuch eines Vortrags oder einer Tagung freigestellt wird.

Häufig sind es die Frauen selbst, denen es an Selbstbewusstsein fehlt, die zu ängstlich und bescheiden sind, und sich oft weniger überzeugend darstellen, als männliche Kollegen mit gleicher Qualifikation. Manchen Menschen fehlt andererseits auch die Fähigkeit, wissenschaftliche Talente und Führungsqualitäten in der Verkleidung eines weiblichen Phänotyps zu erkennen: „Kann die denn überhaupt eine Gruppe leiten?“ wurde mir auch oft entgegnet. Ich habe öfter beobachtet, dass Frauen weniger Probleme haben, zuzugeben, wenn sie einen Fehler gemacht haben, aber das wird häufig gegen sie verwendet und als Schwäche ausgelegt. Fehler und Misserfolge werden Frauen stärker angelastet als ihren männlichen Kollegen, die durch ein Netzwerk von Loyalitäten geschützt sind, in das die Frauen oft nicht eingebunden werden.

Obwohl dieser Aspekt wohl eher ein Minderheiten- als ein Genderproblem darstellt, mag er für alle Frauen schädlich sein, denn es stärkt ein Klischee, sie werden sozusagen in die gleiche Kiste geworfen. Auf der anderen Seite werden Frauen, die sich eher so geben, wie man es von erfolgreichen und durchsetzungsfähigen Männern erwartet, nämlich mit lauter Stimme und sicherem Auftreten, und die offen das Gefühl des Selbstvertrauens und der Überlegenheit vermitteln, in unserer Gesellschaft nicht besonders geschätzt. Dazu kommt, dass Frauen, die sich als erfolgreiche Wissenschaftlerin ausgewiesen haben, häufig als Bedrohung gesehen werden, und ihren Zeitgenossen, Frauen wie auch Männern, eine gewissen Ehrfurcht und Distanz, aber auch Missgunst vermitteln, die Schattenseite des Erfolgs. In unserer Gesellschaft sind die Eigenschaften attraktiver Frauen eben eher im Bereich der Schönheit oder der Begaubung oder des Einsatzes im sozialen Bereich zu suchen als in intellektuellen Erfolgen. Im Nachhinein ist mir klar geworden, dass ich unbewusst meine Preise, soweit es ging, vor meinen Kollegen und Freunden geheim gehalten habe, um diese nicht zu irritieren und zu provozieren. Es sollte auch bedacht werden, dass es für viele Männer viel schwerer ist, die Überlegenheit einer Frau anzuerkennen, als die eines männlichen Kollegen.

Eine Überlegenheit der Frau kann auch zu ernsthaften Problemen in der Partnerschaft führen. Männer sind frei in der Wahl des Partners und viele entscheiden sich lieber für eine Frau, die weniger ehrgeizige Berufswünsche hat als sie selbst. Das ist für sie einfach bequemer. Wissenschaftlerinnen haben in der Regel Partner, die ebenfalls eine erfolgreiche Karriere anstreben, oder sie leben allein. „Dual-Career“-Probleme, die auftreten, wenn beide Partner Wissenschaftler sind, wie zum Beispiel Einschränkungen bei der Wahl des Ortes und der Mobilität, und die Schwierigkeiten, ähnlich gute Jobs für beide Partner einer Ehe zu finden, treffen Frauen häufig härter als Männer. Das liegt auch daran, dass Frauen oft die jüngeren in einem Paar sind und daher der Mann zuerst die Chance hat, eine gute Stelle zu finden, und von der Frau dann erwartet wird, dass sie sich anpasst. Solche Situationen stellen große Anforderungen an den Takt und das Geschick der Institutionen, der Direktoren und Dekane.

Einerseits möchte man dem Paar zu einer befriedigenden Lösung verhelfen, die sicher darin besteht, dass beide am gleichen Ort oder wenigstens in vernünftig zu bewältigender Entfernung leben können. Andererseits besteht ein Interessenkonflikt, denn in solchen Fällen spielen nicht-wissenschaftliche Gesichtspunkte, die eigentlich bei der fachlichen Beurteilung nicht berücksichtigt werden sollten, eine wichtige Rolle. Das Ziel ist häufig schwer zu erreichen, wenn man nicht Zugeständnisse, zum Beispiel hinsichtlich der thematischen Ausrichtung oder der Ausstattung einer der beiden Wissenschaftler des Paares macht. Solche Situationen enden nicht selten damit, dass die Frau schließlich mit oder für ihren Mann arbeitet. Obwohl diese Konstellationen in vielen Fällen ganz gut funktionieren, so bedeutet sie doch die Aufgabe einer unabhängigen Karriere der Frau. Auch hier sind die Fälle mit umgekehrten Vorzeichen, der Mann arbeitet mit der/für die Frau, eine große Ausnahme.

Das Problem, eine Familie mit Kindern mit einer erfolgreichen wissenschaftlichen Karriere zu verbinden, trifft hauptsächlich Frauen, für Männer stellt das meistens kein Problem dar. Auch wenn der Vater seinen Teil an Hausaufgaben mitträgt, ist es die Frau, die Kinder bekommt und die sich ganz allgemein stärker für ihre Pflege und Betreuung einsetzt. Als Konsequenz entscheiden sich viele Wissenschaftlerinnen gegen Kinder. Viele Frauen geben sich auch mit einem weniger selbstständigen und profilierten Posten zufrieden, häufig nach verzweifelten Versuchen, Familie mit Kindern und einem Berufsleben als Wissenschaftlerin zu vereinbaren. Dennoch, Tätigkeiten in der Wissenschaftsverwaltung, als Journalistin oder Schriftstellerin, im Kommunikationsbereich, oder in der Industrie, bedeuten häufig schmerzhaft und schwierige Kompromisse für einen passionierten Wissenschaftler, selbst wenn die Jobs gut bezahlt und interessant sind.

In unserer Gesellschaft sollten wir alle Anstrengungen unternehmen, es für talentierte und ehrgeizige Frauen, die es wirklich wollen, möglich zu machen, eine erfolgreiche Karriere als Wissenschaftlerin zu machen, auch wenn sie Kinder haben. Das Vorurteil, das viele männliche Wissenschaftler gegen Mitarbeiterinnen mit Kindern haben, rührt möglicherweise daher, dass sie es sich selbst einfach nicht vorstellen können, wie sie selbst eine Karriere geschafft hätten ohne die ständige Unterstützung durch ihre Ehefrauen, die ihnen den Rücken frei gehalten haben. So haben sie es ja auch an ihren Müttern erlebt! Aus diesem Grunde verheimlichen manche erfolgreiche Frauen, dass sie Kinder haben. Dennoch gibt es zahlreiche gute Beispiele von großartigen Frauen, die es fertig gebracht haben, eine Familie mit einer erfolgreichen Karriere zu verbinden, die zeigen, dass solch ein Weg möglich ist, gesetzt den Fall, dass die Umstände günstig sind und sie genügend Unterstützung finden.

Es gibt ganz typische Karrierefallen für Wissenschaftlerinnen, sowohl ohne als auch mit Kindern. Aber hauptsächlich für die mit Kindern.

Erstens: Frauen nehmen lange Auszeiten nach einer Geburt und kehren auf eine Halbtagsstelle zurück. Das endet häufig mit einem „drop out“, der Aufgabe einer selbstständigen Karriere. Entweder ist nur das langweiligste Thema der Gruppe übrig, weil es warten kann, oder das begonnene Projekt wird in der Zwischenzeit von anderen weitergeführt, weil es sonst zu lange dauern würde und damit den Kollegen und dem Labor Probleme bereiten würde. Es ist zudem wirklich sehr schwierig, die verlorene Zeit aufzuholen, und neue Investitionen sind erforderlich, um die Qualifikation anzupassen und gleichzeitig die wissenschaftlichen Leistungen zu erbringen, die für den nächsten Karriereschritt notwendig sind. In anderen besonders leistungsorientierten Berufen ist das auch ganz klar und offensichtlich.

Eine Musikerin, die nicht genügend Zeit mit Üben verbringt, kann man wohl in einem Orchester am zweiten Pult spielen, aber nicht als Solistin auftreten. Auch die Tennisspielerin, die eine Zeit lang mit dem Training aussetzt, wird ihren Club nicht mehr bei den Turnieren vertreten dürfen. Es muss sehr deutlich gesagt werden, dass Begabung, Fähigkeiten und Qualifikationen allein nicht automatisch eine Karriere als Wissenschaftler garantieren: Es müssen eigene wissenschaftliche Beiträge in Form von Publikationen und originellen Entdeckungen vorliegen. Das braucht Zeit und eine Menge Energie, da führt kein Weg daran vorbei. Man kann bei Frauen mit Kindern Zugeständnisse in der Bewertung machen, was das Alter anbetrifft, aber nicht an die Qualität und Bedeutung der wissenschaftlichen Ergebnisse und Publikationen.

Zweitens: Frauen haben häufig große emotionale Schwierigkeiten, einen Teil der Erziehung und Betreuung ihres Kindes anderen Personen anzuvertrauen, höchstens der eigenen Mutter, selbst wenn diese dafür ausgebildet sind. Häufig sind Kinder von Wissenschaftlerinnen überversorgt und geschützt, auch verwöhnt und besonders anspruchsvoll, vielleicht weil die Mutter ein schlechtes Gewissen hat, dass sie nicht genügend Zeit mit ihnen verbringt oder gar ihren eigenen Interessen nachgeht. Besonders in Deutschland wird auch von Familie, Nachbarn oder Bekannten ein Druck, zu Hause zu bleiben, ausgeübt, der den Müttern die Situation noch schwerer macht als notwendig. Das ist in angelsächsischen Ländern, aber auch in Frankreich, wo der Besuch einer „Creche“ zur guten Erziehung eines Kindes gehört, ganz anders. Es ist inzwischen ausführlich belegt, dass Kindertagestätten, wenn sie wirklich gut sind, von den Kids gerne besucht werden, und gemeinsam mit anderen Kindern können sie dort auch exzellent betreut und erzogen werden, vielleicht sogar besser, als von der eigenen, womöglich enttäuschten und gelangweilten Mutter. Wir haben auf unserem Campus bereits 1991, durch die Initiative zweier Gruppenleiterinnen, mit jeweils zwei Kindern, eine Kita eingerichtet, genannt „Plankton“, die von der Max-Planck-Gesellschaft unterstützt wird und für unsere Mitarbeiter geradezu ideal ist.

Manche Frauen, besonders solche, die in Deutschland, der Schweiz oder Österreich aufgewachsen sind, lassen sich noch nicht einmal im Haushalt von einer

fremden Person helfen. Auch wenn eine Beteiligung der Ehemänner bei der Hausarbeit eigentlich selbstverständlich ist, sollten Wissenschaftlerinnen sich nicht scheuen und dafür auch bezahlen, zusätzlich alle möglichen solcher Hilfen in Anspruch zu nehmen, die ihnen im Haushalt verschiedene Aufgaben abnehmen. Die Zeit, die sie dadurch gewinnen, dass sie sich nicht um die Wäsche kümmern müssen, sollten sie mit ihrer Familie oder im Labor verbringen. Für Frauen mit Kindern, aber auch ohne, sind Haushaltshilfen ganz besonders hilfreich. Es ist allerdings klar, dass solche Hilfen zu Beginn der Karriere zu teuer sind. Um bei diesem Problem zu helfen, betreibe ich zusammen mit meiner Kollegin Maria Leptin eine Stiftung, die talentierte vielversprechende junge Frauen mit Kindern, Doktorandinnen und Postdocs, mit besonderen Zuschüssen für Haushaltshilfen unterstützt. Unsere bisherigen Erfahrungen, mit insgesamt, glaube ich, 46 Stipendiatinnen, sind sehr ermutigend, weil wir den Frauen damit eine moralische Unterstützung und Förderung geben.

Drittens: Ein weiteres Problem, das alle Frauen, nicht nur die mit Kindern, aber wenige Männer betrifft, ist ihre generelle Bereitwilligkeit, sich für soziale Belange in ihren Instituten einzusetzen, die andere von ihnen fordern, weil sie es doch so gut können, wie zum Beispiel die Übersicht und Organisation von Veranstaltungen, Feiern, Lehre, Kinderbetreuung, Mensa etc. Dazu kommt, dass Frauen, weil sie in der wissenschaftlichen Welt unterrepräsentiert sind, häufig mit Anträgen aller Art von außen geradezu überflutet werden: als Beraterinnen in Gremien und Berufungskommissionen, als Gutachterin, Organisatorin von Konferenzen, Tagungen, Kursen etc. – überall wird jetzt inzwischen darauf geachtet, dass auch genügend Frauen bei Entscheidungsfindungen beteiligt sind. An sich eine gute Entwicklung, aber zu viele solche Verpflichtungen können leicht eine viel versprechende Karriere ruinieren. In solchen Fällen müssen Frauen viel öfter nein sagen können als Männer, und sie müssen es eben aushalten, dafür nicht geliebt zu werden. Und Männer sollten über Probleme, die Frauen in der Wissenschaft betreffen, und über Gleichstellungsfragen, viel besser informiert sein, so dass auf die jetzt üblichen Frauenbeauftragten, die als Beobachter bei Berufungskommissionen teilnehmen müssen, auch wenn sie nicht fachkompetent sind, verzichtet werden kann, ohne den Kandidatinnen zu schaden.

Es trifft wahrscheinlich zu, dass niemals zuvor Frauen eine so gute Chance hatten, eine Karriere in der Wissenschaft zu machen, aber wir sind noch längst nicht in dem Stadium, in dem Frauen die gleichen Möglichkeiten wie Männer haben, ihre Besessenheit für die Wissenschaft zu eine erfolgreichen Karriere zu gestalten. Ich hoffe, dass all die Anstrengungen, die unternommen werden, bald zu einer Situation führen, dass das Thema Frauen in der Wissenschaft nicht länger ein Thema ist, was andauernd diskutiert werden muss.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.