



Energieforschung in Nordrhein-Westfalen. Beispielhafte Innovationen

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern und -werberinnen oder Wahlhelfern und -helferinnen während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt auch für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie auch für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbe-

mittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Eine Verwendung dieser Druckschrift durch Parteien oder sie unterstützende Organisationen ausschließlich zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder bleibt davon unberührt. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin oder dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Inhalt

Vorwort	4
Der Cluster EnergieForschung.NRW	6
Beispielhafte Innovationen – Projektbeispiele zu den Themen:	9
Zentrale Energieerzeugung	
■ fossil	11
■ nuklear	18
■ solar	21
Dezentrale Energieerzeugung	
■ Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik	25
■ Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik	31
■ Elektrische und thermische Energiespeicher	36
Biologische Erzeugung von Energieträgern	
■ Innovative Pflanzenproduktion	39
■ Pflanzenverarbeitung	44
■ Bioökonomie	48
Energienetze	49
Energieökonomie	54
Fotonachweis	58



Liebe Leserin, lieber Leser,

Ich freue mich, Ihnen mit dieser Broschüre das innovative Energieforschungsland Nordrhein-Westfalen vorstellen zu dürfen. An über 20 Standorten an Hochschulen und Forschungseinrichtungen wird bei uns auf allen relevanten Gebieten der Energietechnik gelehrt und geforscht. Das garantiert, dass Energiethemen in vielen Studiengängen präsent sind und der Nachwuchs gut ausgebildet wird. Dieses Know-how stellt einen echten Standortvorteil dar, der sich im Engagement führender Industrieunternehmen in unserem Land niederschlägt. Hinzu kommt die internationale Reputation der nordrhein-westfälischen Spitzenforschung. Bei der Lektüre der Broschüre werden Sie auf zahlreiche internationale Projekte mit entscheidender nordrhein-westfälischer Beteiligung stoßen.

Die hier beispielhaft dargestellten Projekte und Vorhaben zeigen, dass wir vor einem Technologie- und Strukturwandel in allen Bereichen der Energiewirtschaft stehen. Und das ist auch unbedingt notwendig. Denn trotz aller Bemühungen, unsere hoch gesteckten Klimaziele zu erreichen, darf Deutschland energiepolitisch nicht einseitig abhängig werden. Sonst verlieren wir unsere wirtschaftliche und außenpolitische Unabhängigkeit. Als Energieland Nummer 1 in Deutschland nimmt Nordrhein-Westfalen diese Herausforderung an.

Wir investieren bis zum Jahr 2015 rund 100 Millionen Euro in Forschung und Entwicklung von Technologien einer sicheren, wirtschaftlichen und umweltschonenden Energieversorgung. Wir haben den Ehrgeiz, bis 2015 zum Energieforschungsland Nummer 1 in Deutschland zu werden. Dieses Ziel wollen wir zusammen mit unseren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft erreichen. Hier setzen wir mit unserer Cluster-Politik an, um eine stärkere Verbindung zwischen beiden Bereichen zu fördern – und zwar entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Der Cluster EnergieForschung.NRW bündelt die nordrhein-westfälische Energieforschung, er fördert ihre Stärken durch den Auf- und Ausbau von erstklassigen Forschungseinrichtungen, und er schafft Transparenz für die Wirtschaft, weil er die thematischen Schwerpunkte sichtbar an herausragenden Zentren lokalisiert.

Mit den Rezepten von gestern werden wir die großen Fragen der künftigen Energieversorgung nicht lösen können. Stattdessen müssen wir alle technologischen Optionen verfolgen, die wir heute erkennen können. Ohne ideologische Scheuklappen – denn wir brauchen einen ausgewogenen Energie-Mix. Dazu zählen die erneuerbaren Energien ebenso wie die Nutzung der fossilen Rohstoffe, über die unser Land verfügt. Gerade die Braunkohle als subventionsfreier heimischer Energieträger wird auf lange Zeit ein wesentlicher Eckpfeiler unserer Energieversorgung sein. So auch die friedliche Nutzung der sicheren Kerntechnik als „Brückentechnologie“. Das sind unverzichtbare Technologien, bis wir in der Lage sein werden, mit erneuerbaren Energieträgern einen größeren und belastbareren Beitrag zur Energieversorgung unseres Landes zu leisten.

Wie vielfältig und innovativ die entsprechenden Konzepte sind, verdeutlicht diese Broschüre. In der Darstellung haben wir uns an den Schwerpunkten der nordrhein-westfälischen Energieforschung orientiert – ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Diese Publikation gibt Ihnen einen eindrucksvollen Einblick in das Innovationspotenzial unserer Energieforschungslandschaft.



Professor Dr. Andreas Pinkwart

Minister für Innovation, Wissenschaft,
Forschung und Technologie des Landes
Nordrhein-Westfalen

Der Cluster EnergieForschung.NRW

Der Cluster EnergieForschung.NRW (CEF.NRW) versteht sich als der Ansprechpartner zu allen Fragen der Energieforschung in Nordrhein-Westfalen. Er treibt die koordinierte Zusammenarbeit von Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen mit der Wirtschaft voran. Dadurch wird den Universitäten, Fachhochschulen und Forschungsinstituten die Möglichkeit geboten, Drittmittel zu akquirieren, sich als Know-how-Träger zu profilieren und ihre Reputation zu erweitern.

Dabei orientiert sich der Cluster EnergieForschung.NRW an den Schwerpunkten nordrhein-westfälischer Energieforschung und fasst sie in drei Säulen zusammen:

- Zentrale Energieerzeugung
- Dezentrale Energieerzeugung
- Biologische Erzeugung von Energieträgern

Sie werden verbunden durch die wichtigen Querschnittstechnologien:

- Energienetze
- Energieökonomie

Die Säule der zentralen Energieerzeugung beinhaltet das für Nordrhein-Westfalen so wichtige Thema der Kraftwerkstechnik im fossilen, nuklearen sowie im solaren Bereich. Hier gibt es in Wissenschaft und Wirtschaft zahlreiche Überlappungen der involvierten Partner, so dass es sinnvoll ist, diese in einer Säule des Clusters zusammenzufassen. Die dezentrale Energieerzeugung hat in Nordrhein-Westfalen mit „Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik“ sowie „Photovoltaik“ zwei dominierende Themen, in denen der CEF.NRW auch die internationalen Kooperationen stärken will. Die Speicherproblematik sowohl von Wärme als auch von Elektrizität stellt sich zunehmend als eine für die weitere Entwicklung unseres Energiesystems herausragende Fragestellung dar, die bisher zu wenig Beachtung gefunden hat. Die Forschung im Bereich der biologischen Erzeugung von

Cluster EnergieForschung.NRW								
zentrale Energieerzeugung			dezentrale Energieerzeugung			biologische Erzeugung von Energieträgern		
fossil	nuklear	solar	Wasserstoff und Brennstoffzelle	Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik	elektrische und thermische Energiespeicher	innovative Pflanzenproduktion	Pflanzenverarbeitung	Bioökonomie
Energienetze								
Energieökonomie								

Energieträgern entwickelt umfassende Ansätze, um auch bei der zukünftig intensivierten Einbindung der energetischen Nutzung von Biomasse in das Gesamtagarsystem Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Mit den technologischen, strukturellen und wirtschaftlichen Veränderungen im gesamten Energiesystem stellen sich Wissenschaft und Wirtschaft auch im Bereich der Energienetze und der Energieökonomie neue, technologieübergreifende Fragen, die die Energieforschung heute dringend aufgreifen muss.

Das Management des CEF.NRW liegt bei der EnergieAgentur.NRW, so dass ihre Netzwerke und Partner auch in Zukunft die Grundlage der Clusterarbeit bilden. Somit ist auch die Verzahnung mit dem Cluster Energie-Wirtschaft.NRW gegeben. Auch dieser wird von der EnergieAgentur.NRW gemanagt.

Ansprechpartner:**Dr. Frank-Michael Baumann**

Clustermanager
E-Mail: baumann@cef.nrw.de

Georg Unger

Zentrale Energieerzeugung und
Energieökonomie
E-Mail: unger@cef.nrw.de

Dr. Hans-Georg Bertram

Biologische Erzeugung von
Energieträgern
E-Mail: bertram@cef.nrw.de

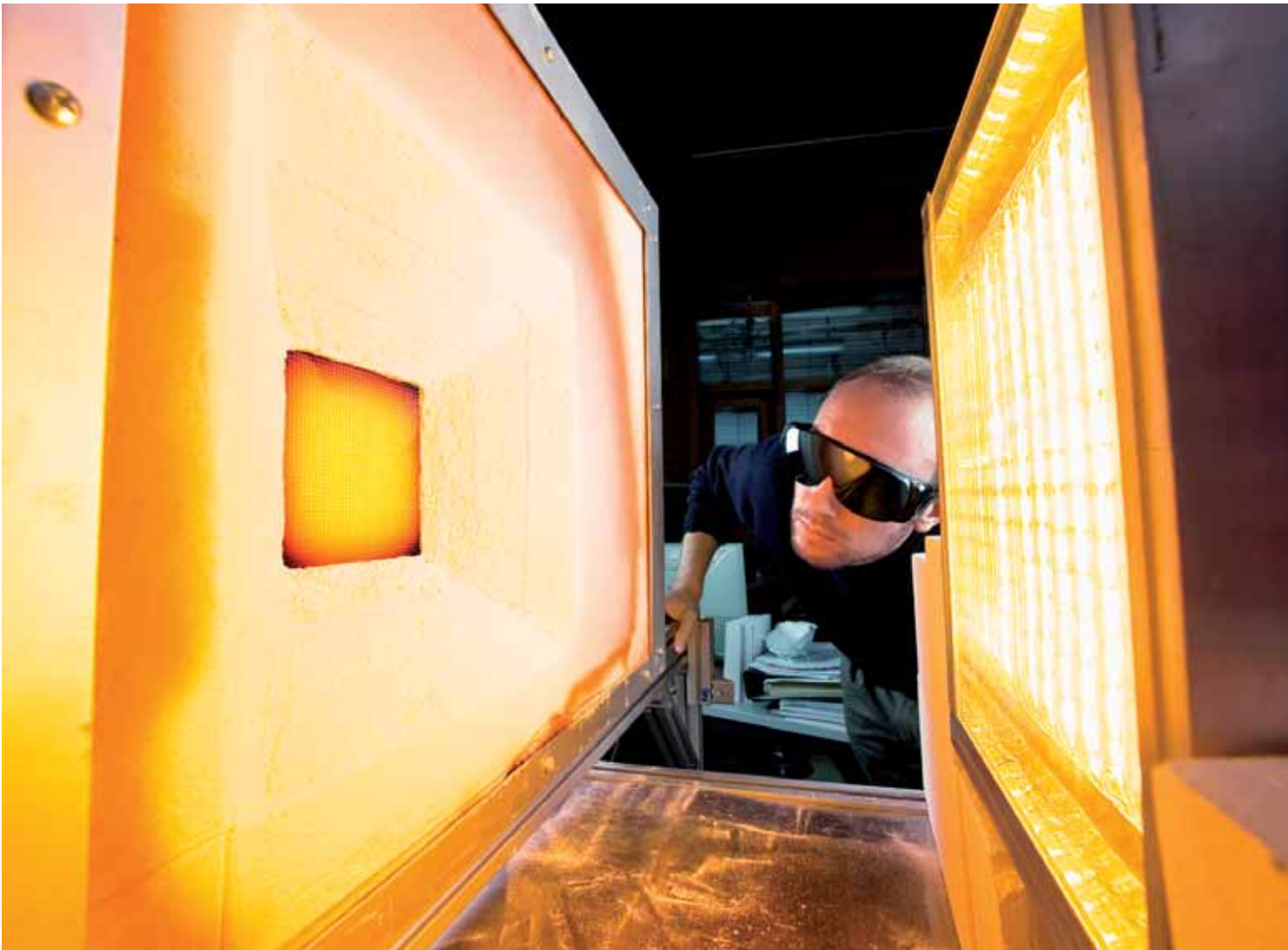
Weitere Informationen:

www.cef.nrw.de

Dr. Stefan Rabe

Dezentrale Energieerzeugung
und Energienetze
E-Mail: rabe@cef.nrw.de





Beispielhafte Innovationen **Projektbeispiele**

Zentrale Energieerzeugung fossil

Kohlekraftwerke mit CO₂-Rückhaltung

Bei der Stromerzeugung in kohlegefeuerten Großkraftwerken ist neben einer Effizienzsteigerung vor allem die CO₂-Abscheidung im Kraftwerk in der Diskussion. Die Abtrennung von CO₂ am Kraftwerk kann trotz langjähriger Erfahrungen mit der CO₂-Abscheidung in der chemischen Industrie (speziell der CO₂-Wäsche) noch nicht als zufrieden stellender Stand der Technik bezeichnet werden. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass hinreichend zuverlässig einsetzbare Verfahren frühestens 2020 zur Verfügung stehen werden und in der Zwischenzeit noch maßgebliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen unternommen werden müssen.

In dem Forschungsprojekt „Analyse zur Nachrüstung von Kohlekraftwerken mit einer CO₂-Rückhaltung“ prüft der Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik und Anlagentechnik (LUAT) der Universität Duisburg-Essen, wie Kohlekraftwerke bereits jetzt geplant werden müssen, damit in Zukunft das klimaschädigende Treibhausgas CO₂ aus dem Rauchgas herausgewaschen werden kann. Hintergrund für das Forschungsprojekt sind auch Überlegungen der EU-Kommission, entsprechende Vorkehrungen für eine Nachrüstung (capture ready) bereits ab 2015 bei neuen Kraftwerken vorzuschreiben. An dem Vorhaben beteiligt sind neben dem LUAT auch der Lehrstuhl für Umwelttechnik der TU Dortmund und das Duisburger Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA unter dem Dach der ef.Ruhr Forschungs-GmbH.

Berücksichtigt werden offene Fragestellungen aus den Bereichen Kraftwerkstechnik, Chemieverfahrenstechnik sowie CO₂-Transport und -Speicherung: So wird der Einfluss verschiedener Konzepte nachgerüsteter CO₂-Wäschen auf den Kraftwerksbetrieb am Beispiel des „Steinkohle-Referenzkraftwerks Nordrhein-Westfalen“ simuliert. Zudem werden Aufbereitung, Verflüssigung und Weitertransport von CO₂, etwa per Pipeline, zu möglichen Speichern untersucht.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Görner, Universität Duisburg-Essen

Weitere Informationen: www.luat.uni-duisburg-essen.de





Zentrale Energieerzeugung

fossil

Mit MEM-BRAIN zu emissionsfreien Kraftwerken

Umweltschonende, emissionsfreie Kraftwerke hat das Forschungsprojekt MEM-BRAIN zum Ziel. In der Allianz „MEM-BRAIN – Gasseparationsmembranen für emissionsfreie fossile Kraftwerke“ bündeln sich die Kompetenzen der Ingenieure und Physiker aus Helmholtz-Zentren, Universitäten und Forschungseinrichtungen des In- und Auslandes sowie der Industrie. Es sollen Membranen entwickelt werden, die in Kohlekraftwerken die Emissionen von Schadstoffen und Kohlendioxid senken.

Diese Membranen haben das Potenzial, einfach und effektiv Gase voneinander zu trennen. Dadurch könnten die bisherigen, aufwändigen Gasabscheideanlagen ersetzt werden. Das Forschungszentrum Jülich bringt in das Projekt seine langjährige Erfahrung mit keramischen Werkstoffen ein, die auch als Wärmedämmschichten, Haftvermittler und in Brennstoffzellen Verwendung finden. Das Forschungszentrum Geesthacht (GKSS) beteiligt sich mit seinen Kompetenzen im Bereich der polymeren Membranen. In einer begleitenden Ökobilanz analysiert der Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft (LEE) der

Ruhr-Universität Bochum die stofflichen In- und Outputs über den gesamten Lebensweg der zu entwickelnden Polymer-Membranen zusammen mit ihren Kraftwerken.

Ein Typ von keramischen Membranen im MEM-BRAIN-Projekt soll im Vorfeld die Luft in Stickstoff und Sauerstoff trennen, so dass der Verbrennungsprozess mit reinem Sauerstoff stattfindet. Dadurch wird in den Abgasen ein hoher, einfach abzutrennender Kohlendioxid-Anteil erreicht. Zusätzlicher Vorteil ist die Vermeidung von Stickoxiden. Polymere Membran-Typen könnten dazu dienen, erst nach der Verbrennung das Kohlendioxid aus dem Abgas abzutrennen, so dass es entsorgt werden kann.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Detlef Stöver, Forschungszentrum Jülich, und Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wagner, Ruhr-Universität Bochum

Weitere Informationen: www.mem-brain-allianz.de



Zentrale Energieerzeugung fossil

Versorgungssicherheit und Klimaschutz Hand in Hand

Im Projekt OXYCOAL-AC, das unter Federführung des Lehrstuhls für Wärme- und Stoffübertragung (WSA) von sechs Lehrstühlen der RWTH Aachen bearbeitet wird, wird ein neuartiger Kraftwerksprozess entwickelt, der die Kohleverstromung ohne CO₂-Emissionen ermöglicht. Dazu wird Kohle anstatt mit Luft, wie in konventionellen Kraftwerken, mit einem Gemisch aus reinem Sauerstoff und gereinigtem Rauchgas verbrannt. Dies hat zur Folge, dass das Rauchgas praktisch ausschließlich aus Kohlendioxid und Wasserdampf besteht und keine Stickoxidemissionen aus Luftstickstoff auftreten. Durch die hohe CO₂-Konzentration im Rauchgas ist eine effiziente und wirtschaftliche Kohlendioxidabtrennung mit anschließender dauerhafter Lagerung in geologischen Formationen gewährleistet.

Um die Effizienz des Kraftwerksprozesses zu erhöhen, setzt das OXYCOAL-AC-Projekt auf eine Sauerstoffversorgung mittels einer neu entwickelten Hochtemperaturmembran anstelle der konventionellen, energieintensiven Luftverflüssigung. Der Lehrstuhl WSA bearbeitet zwei Projektschwerpunkte: die Kohleverbrennung unter Oxyfuelbe-

dingungen sowie die Hochtemperatur-Rauchgasreinigung. Weiterhin sind die Institute für Verfahrenstechnik (AVT), Regelungstechnik (IRT), Strahlantriebe und Turbomaschinen (IST), Technische Verbrennung (ITV) und Werkstoffanwendungen im Maschinenbau (IWM) der Aachener Hochschule beteiligt. Dabei werden in enger Zusammenarbeit alle Grundlagen und Technologien auf den Gebieten der Kraftwerkstechnik, der keramischen Fertigungs- und Fügetechnik, der Turbomaschinen- sowie der Regelungstechnik entwickelt und vorangetrieben, die zum Bau eines OXYCOAL-AC-Kraftwerks nötig sind. Highlights der bisherigen Arbeit sind die Entwicklung eines Kohlenstaubbrenners sowohl für den konventionellen Luftbetrieb als auch für den Oxyfuelbetrieb mit variablem O₂-Gehalt sowie der Funktionsnachweis des Membrankonzepts für zwei Module mit unterschiedlichem Design.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Kneer, RWTH Aachen University

Weitere Informationen: www.wsa.rwth-aachen.de



Zentrale Energieerzeugung

fossil

Mobile CO₂-Abscheidungsanlage

Die Reduktion von CO₂-Emissionen ist ein zentrales Thema bei der zukünftigen Stromerzeugung, vor allem beim Einsatz von Kohle. Die Abtrennung von CO₂ aus den Rauchgasen (Post-Combustion Carbon Capture) ist eine Variante, die sich für Neu- und Altanlagen eignet. Allerdings gibt es derzeit in Deutschland nur wenige Erkenntnisse und keine Erfahrungen mit CO₂-Rauchgaswäschen für den Einsatz in Kohlekraftwerken. Zwar wurden auf diesem Gebiet kurz- und langfristige Projekte angestoßen, es handelt sich dabei aber um Grundlagenforschung unter idealisierten Bedingungen und meist unter Einsatz von synthetisch erzeugten Rauchgasen. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Kraftwerksbedingungen als Voraussetzung für einen Großeinsatz im Kraftwerk konnte bisher noch nicht sichergestellt werden. Hierzu fehlen derzeit Anlagen, die unter realen Bedingungen einen zuverlässigen und reibungslosen Betrieb nachweisen können.

Um diese Lücke zu schließen, arbeitet der Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik und Anlagentechnik (LUAT) der Universität Duisburg-Essen gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Umwelttechnik der TU Dortmund und dem Duisburger Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA unter dem Dach ef.Ruhr Forschungs-GmbH derzeit am Bau und Betrieb einer mobilen CO₂-Wäsche. Das Basic-Engineering wird von der australischen CSIRO ausgeführt, bei der bereits Erfahrungen mit drei Anlagen vorliegen.

Die Anlage wird in Containerbauweise ausgeführt werden, so dass sie per LKW zu ihren Einsatzorten transportiert werden kann. Am Kraftwerksstandort wird sie dann mit einem Rauchgasteilstrom beaufschlagt. Damit steht eine Anlage zur Verfügung, mit der im Labor entwickelte Waschflüssigkeiten unter realen Bedingungen kurzfristig und kostengünstig an unterschiedlichen Kohlekraftwerken (Steinkohle und/oder Braunkohle) getestet und Auslegungsparameter für Wäschen im Kraftwerksmaßstab gewonnen werden können. Durch sorgfältige Auswahl der Werkstoffe für die erforderlichen Anlagenkomponenten ist eine große Bandbreite der einsetzbaren Waschmittel gegeben.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Görner, Universität Duisburg-Essen

Weitere Informationen: www.luat.uni-duisburg-essen.de

Zentrale Energieerzeugung

fossil

Perspektiven der CCS-Technologien und der CO₂-Nutzung

Die Sicherung der deutschen Energieversorgung und die Erreichung der Klimaschutzziele erfordern eine Forcierung der Forschungsarbeiten sowohl zur Steigerung der Effizienz von Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen als auch zu Abscheidung, Transport und Speicherung von CO₂ in geologischen Formationen (engl. Carbon Capture and Storage – CCS).

CCS-Technologien wird ein großes Potenzial zur Minderung von CO₂-Emissionen zugemessen. Derzeit konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten weltweit auf die drei CCS-Technologierouten „Post-Combustion“, „Oxyfuel“ und „Pre-Combustion“. Neben den Gasseparationsprozessen zur Rückhaltung oder Abtrennung von Kohlendioxid gibt es noch weitere Möglichkeiten zur CO₂-Rückhaltung in Kraftwerken, so z. B. die CO₂-Abtrennung mit Hochtemperaturbrennstoffzellen oder das Chemical Looping. Ergänzend zu einer Speicherung in geologischen Medien kommt eine stoffliche Nutzung von CO₂ in der chemischen Industrie und in der Energiewirtschaft in Frage.

Die Technologien befinden sich auf einem zum Teil sehr unterschiedlichen Entwicklungsstand. Während einzelne bereits kommerziell eingesetzt werden, sind andere im Pilotstadium oder an der Schwelle zur Demonstration. Wieder andere befinden sich in einer sehr frühen Phase

der technischen Entwicklung oder in der Konzeptfindungsphase.

Zur Erarbeitung einer strategischen Konzeption untersucht das Forschungszentrum Jülich in Kooperation mit der RWTH Aachen in einer Studie den aktuellen Forschungs- und Entwicklungsstand sowie die vorhandenen Perspektiven der jeweiligen Technologien. Die Erfassung des weltweiten Entwicklungsstandes von CCS-Technologien und der Vergleich mit dem Entwicklungsstand in Deutschland sowie die Beurteilung von besonders innovativen Lösungsansätzen bei CCS stehen dabei im Fokus. Auch die Recherche zur Nutzung und zum Recycling von CO₂ sowie die Bewertung entsprechender Perspektiven und zukünftiger Potenziale für Nutzung und Recycling von CO₂ sind Teil der Studie.

Ziel ist es, Kriterien für den Beitrag von CO₂-Nutzung im Rahmen einer Klimaschutzoption zu benennen und Empfehlungen für zusätzliche Forschungsaktivitäten im Bereich Nutzung und Recycling von CO₂ in Deutschland zu formulieren.

Ansprechpartner: Dr. W. Kuckshinrichs, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.fz-juelich.de/ief/ief-ste





Zentrale Energieerzeugung fossil

Innovative Produktion von Wasserstoff

Ein internationales Konsortium aus renommierten Forschungsinstituten, Universitäten, Energieversorgern und Anlagenbauunternehmen befasst sich im Projekt CACHET mit der Entwicklung innovativer, kosteneffizienter Technologien zur Erzeugung des Energieträgers Wasserstoff aus Erdgas, wobei das als Nebenprodukt gebildete Kohlendioxid abgetrennt wird. Aus Nordrhein-Westfalen arbeiten die Dortmunder Process Design Center GmbH an Prozesssynthese und -integration sowie das Oberhausener Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT an sicherheitstechnischen Betrachtungen.

CACHET konzentriert sich auf die Entwicklung von vier Technologien zur Gewinnung von Wasserstoff aus Erdgas, die sich als besonders aussichtsreich erwiesen haben. Diese Technologien werden unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten entwickelt und verbessert. Bis 2009 wurden die erfolgversprechendsten Technologien in Versuchsanlagen getestet. Aktuell sind Demonstrationsanlagen in Planung. Ziel ist es, ab 2015 Technologien zur emissionsreduzierten Erzeugung von Wasserstoff aus fossilen Energieträgern kommerziell verfügbar zu haben.

Die Technologien werden zur CO₂-Emissionsminderung im Kraftwerkssektor beitragen und erhebliche Kostensenkungen bei fossil befeuerten, CO₂-emissionsfreien Gas- und Dampfturbinenkraftwerken ermöglichen. Eine verbesserte Wirtschaftlichkeit ist auch für andere industrielle Prozesse interessant, in denen Wasserstoff in großem Maßstab genutzt wird, wie z.B. in der Rohölverarbeitung, der chemischen Produktion und der Brennstoffzellenanwendung. Das erfolgreich abgeschlossene Projekt CACHET bereitet einen Weg für die Wasserstoffwirtschaft in der Übergangsphase bis zur Verfügbarkeit einer wirtschaftlichen Erzeugung von Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen.

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Axel Gottschalk, Process Design Center GmbH

Weitere Informationen: www.cachetco2.eu

Zentrale Energieerzeugung fossil

Forschung für das Kombi- kraftwerk der Zukunft

Die wirtschaftliche und umweltfreundliche Produktion von elektrischer Energie ist eine der grundsätzlichen technologischen Herausforderungen, deren Lösung nachhaltig über den Lebensstandard und das Wohlergehen der Menschheit entscheidet. Durch die Steigerung der Effizienz von Kraftwerken kann ein wesentlicher Beitrag hierzu geleistet werden.

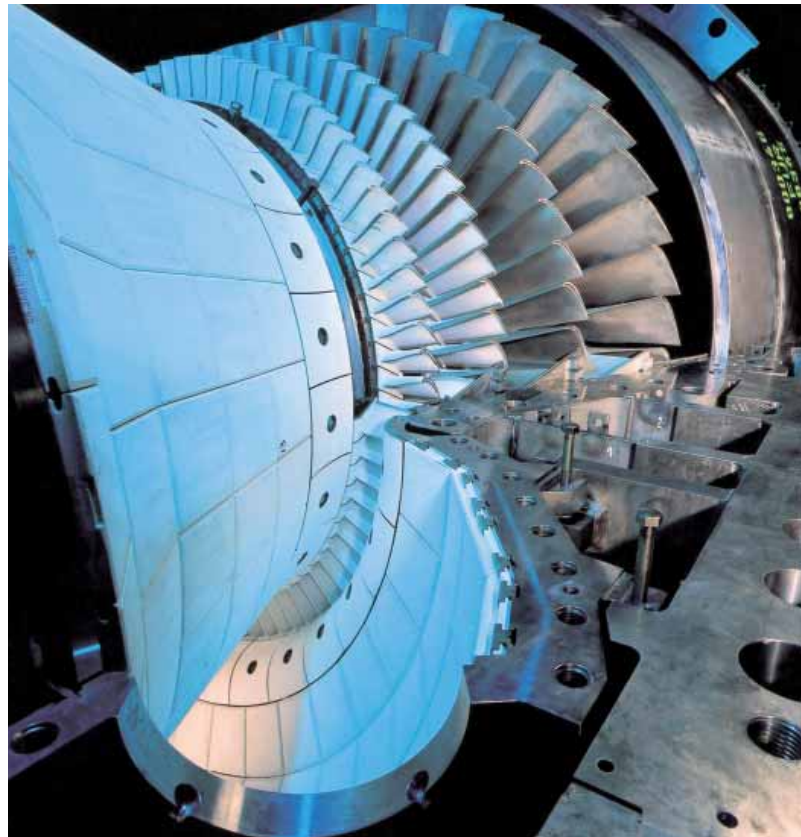
Heute können moderne kombinierte Gas- und Dampfturbinenkraftwerke Gesamtwirkungsgrade von 59 Prozent erzielen. Dabei werden Fluidtemperaturen in der Gasturbine von ca. 1230 °C und in der Dampfturbine von über 600 °C erreicht, wodurch die eingesetzten Werkstoffe an die Belastungsgrenzen kommen. Im Sonderforschungsbereich (SFB) 561 „Thermisch hochbelastete, offenporige und gekühlte Mehrschichtsysteme für Kombikraftwerke“ der RWTH Aachen haben es sich 15 Institute zum Ziel gesetzt, die heutigen technischen und wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erweitern und neue aero-thermo-mechanische, strukturmechanische, werkstoffkundliche und fertigungstechnische Grundlagen zu schaffen, um in einem Kombikraftwerk der Zukunft Gesamtwirkungsgrade von 65 Prozent zu erreichen. Koordiniert wird der SFB 561 vom Institut für Dampf- und Gasturbinen der Aachener Hochschule.

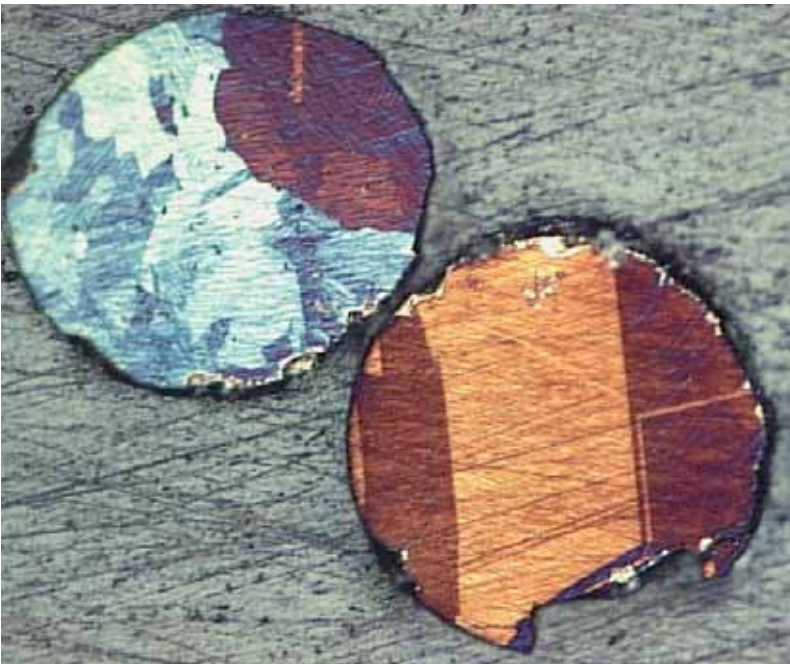
Die hierzu erforderlichen hohen Prozesstemperaturen können nur durch die Entwicklung neuer Werkstofflösungen in Kombination mit verbesserten Kühlkonzepten beherrscht werden. Für die Gasturbine bedeutet dies u. a. die Verwirklichung effektiverer Kühltechnologien, wie der Effusionskühlung für die Brennkammer und für die Frontstufen der Beschaukelung.

Zusätzlich müssen für die Dampfturbine Ausführungsprinzipien zur Beherrschung der Frischdampftemperaturen von rund 700 °C bei höchsten Drücken gefunden werden. Dazu werden im SFB 561 Kühlmöglichkeiten für das Gehäuse der Hochtemperaturdampfturbinen erarbeitet. Ein weiterer Schritt zur Steigerung des Gesamtwirkungsgrades ist die Reduktion der Verluste beim Entwässerungsvorgang des Sattdampfes in der Niederdruck-Dampfturbine.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Bohn,
RWTH Aachen University

Weitere Informationen: www.idg.rwth-aachen.de





Zentrale Energieerzeugung nuklear

Neue Materialien für die nukleare Entsorgung

Die sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle ist eine dringende wissenschaftliche und gesellschaftliche Aufgabe, die in den nächsten Jahrzehnten bewältigt werden muss. Bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie entstehen schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit überwiegend kurzlebigen Radionukliden sowie hochradioaktive Abfälle. Die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle werden in das Endlager Konrad eingebracht. Die hochradioaktiven Abfälle sollen ebenfalls in ein Endlager eingebracht werden, wobei die Sicherheit für sehr lange Zeiträume (einige 100.000 Jahre) gewährleistet werden muss.

Für die Langzeitsicherheit eines Endlagers stellen wenige langlebige Radionuklide aufgrund ihrer langen Halbwertszeiten eine große Herausforderung dar. Für diese Radionuklide sollten spezifische Entsorgungsstrategien und Endlagerkonzepte entwickelt werden, die deren Entsorgung optimieren würden.

Im Forschungszentrum Jülich werden im Rahmen von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung keramische Materialien für die Endlagerung und die Transmutation untersucht. Das Ziel dieser Forschungsarbeiten liegt vorrangig in der Entwicklung hochspezifischer Materialien, die aufgrund ihrer extrem hohen Stabilität zur Optimierung innovativer Entsorgungsstrategien beitragen.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Dirk Bosbach, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.fz-juelich.de/ief/ief-6/

Zentrale Energieerzeugung nuklear

Sicherheitsforschung am Hochtemperaturreaktor

Die Auswirkungen eines angenommenen Lecks im Druckbehälter eines Hochtemperaturreaktors (HTR) wurden vom Lehrstuhl für Reaktorsicherheit und -technik der RWTH Aachen in Kooperation mit dem Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (IEF-6) des Forschungszentrums Jülich in einem Versuch mit dem Großversuchsstand NACOK (Naturzug im Core mit Korrosion) untersucht. Diese Testanlage besitzt einen über 7 Meter hohen Versuchskanal, der bis auf 1200 °C aufgeheizt werden kann, und ein ebenfalls beheizbares Rückführrohr. Damit ist es möglich – in nahezu voller Höhe – einen 30 x 30 cm großen Ausschnitt aus dem Reaktorkern eines Hochtemperaturreaktors im Hinblick auf das Einsetzen von Konvektion des Kühlmediums (Helium) nach eventuellem Ausfall von Gebläsen und Druckentlastung des Primärkreislaufs zu untersuchen. Die NACOK-Anlage erlaubt dabei eine variable Einstellung von Temperaturprofilen im Versuchskanal und im Rückführrohr, wie sie z. B. in modularen HTR zu Beginn eines Druckentlastungsstörfalls zu erwarten sind.

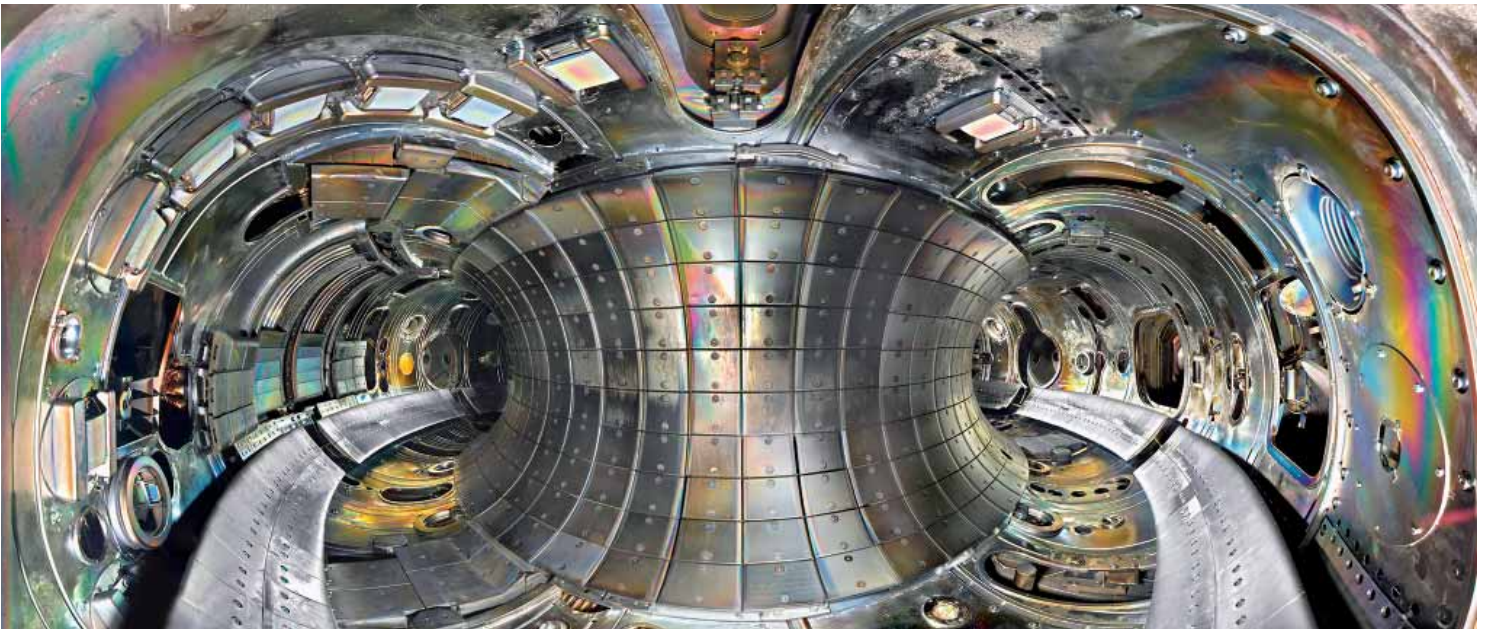
Die Ergebnisse werden u. a. für die Bestätigung bzw. Überprüfung thermohydraulischer Rechenprogramme eingesetzt, die es letztlich erlauben sollen, den angenommenen Störfallablauf für den gesamten Reaktorkern zu simulieren. Der Ende 2008 im Rahmen des europäischen RAPHAEL-Projekts durchgeführte Versuch galt vor allem der Frage, welche Vorgänge beim Lufteinbruch in den Bodenbereich eines HTR-Kerns ablaufen. Die Auswertung zeigt einerseits einen starken Einfluss der Luftströmung, andererseits aber auch, dass die Korrosion auf den unteren Bereich des Kernbodens beschränkt bleibt.

Für eine Gesamtbetrachtung der Integrität des Reaktorkerns mit seinen Brennelementen sind die Rechenprogramme weiter zu verbessern, wobei auch die sogenannte Boudouard-Reaktion einzubeziehen ist, bei welcher sich das primär gebildete Kohlendioxid in zwei Kohlenmonoxid-Moleküle umsetzt. Dazu sind in näherer Zukunft weitere Experimente erforderlich.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Hans-Josef Allelein, RWTH Aachen University, in enger Kooperation mit Dr. Ernst-Arndt Reinecke, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.lrst.rwth-aachen.de





Zentrale Energieerzeugung nuklear

Auf dem Weg zu einem Fusionskraftwerk

Der weltweit steigende Energiehunger treibt die Suche nach neuen Energiequellen voran. Vor allem die Kernfusion bietet großes Potenzial: Sie ist in der Lage, die enormen Energiemengen, die künftig benötigt werden, im Grundlastbereich zu liefern – rund um die Uhr und ohne die Notwendigkeit aufwändiger dezentraler Speicher- und Verteilungstechnologien.

In dem internationalen Fusionsprojekt ITER wird die großtechnische Nutzung der kontrollierten Kernfusion zur Energiegewinnung erprobt. In Cadarache im Süden Frankreichs bauen China, die Europäische Union, Indien, Japan, Südkorea, Russland und die USA einen Reaktor auf Kernfusionsbasis. ITER, lateinisch „der Weg“, wird mit Beginn des Forschungsbetriebes im Jahre 2018 das erste Fusionsexperiment sein, das eine Leistung von 500 Millionen Watt aus einer neuen, niemals zuvor genutzten Primärenergiequelle bereitstellen kann. Beteiligt an dem Projekt sind auch wissenschaftliche Institute und Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen, wie das Forschungszentrum Jülich.

In Jülich werden u. a. Messapparate entwickelt, die in dem bis zu 100 Millionen Grad heißen Fusionsplasma Temperaturen, Dichten und Magnetfelder berührungslos messen. Zudem werden mit dem Ziel, Technologien für eine stabile Wärmeabfuhr zu entwickeln, Wandelemente aus Wolfram gebaut und am europäischen Fusionsexperiment JET in England getestet.

Ein weiteres Jülicher Vorhaben umfasst die Entwicklung schneller Gasventile. Sie sollen bei ITER eingesetzt werden, um einen als instabil erkannten Plasmazustand durch einen schnellen Gaseinlass gezielt abzubrechen.

Auf dem Weg zu einem ersten Fusionskraftwerk ist aber noch viel zu tun. Im Vordergrund steht dabei die Weiterentwicklung des gepulsten Betriebes in ITER hin zu einem Fusionsreaktor im Langzeitbetrieb. Das gelingt nur mit der Entwicklung und Qualifizierung geeigneter Wandmaterialien – ein Schlüsselthema, auf das sich die Jülicher Fusionsforschung konzentriert. Die Physiker und Ingenieure setzen auf dem Weg zu einem wirtschaftlichen Fusionskraftwerk auf die sich ergänzende Nutzung unterschiedlicher Test- und Forschungseinrichtungen, wie der in Jülich betriebene Tokamak TEXTOR und Testanlagen in nuklearer Umgebung sowie andere Einrichtungen im internationalen Umfeld. Die enge Kooperation mit den unmittelbaren Nachbarn in Belgien und den Niederlanden ist beispielhaft.

Eine besondere Rolle wird das im Jahre 2014 in Betrieb gehende, weltweit führende Stellaratorexperiment Wendelstein 7-X in Greifswald spielen, zu dessen Bau Jülicher Technologie entscheidende Beiträge lieferte.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Ulrich Samm, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.fz-juelich.de/ief/ief-4/iter/

Zentrale Energieerzeugung solar

Die Forschungsplattform im Solarturm Jülich

Projektpartner aus Industrie und Forschung (Kraftanlagen München GmbH, Stadtwerke Jülich GmbH, Solar-Institut Jülich der FH Aachen und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) haben im solarthermischen Versuchskraftwerk Jülich eine Forschungsplattform geschaffen, auf der Experimente mit hochkonzentrierter solarer Strahlung durchgeführt werden können. Im Rahmen der Errichtung des Kraftwerks wurde in einem Stockwerk auf halber Höhe des Turms eine flexible Infrastruktur eingerichtet, in der Experimente im Leistungsbereich 100 bis 1000 kW möglich sind. Ein mit einem Rolltor verschließbarer Durchbruch öffnet fast die gesamte Nordseite der Plattform zum Heliostatfeld und ermöglicht dadurch eine individuell angepasste Positionierung der Versuchsaufbauten. Anschlüsse für Strom, Kühlwasser, Druckluft und technische Gase sowie Datenübertragungsleitungen stellen die Grundversorgung zukünftiger Experimente sicher. Da die Plattform bei laufendem Versuchsbetrieb nicht betretbar ist, sind zwei schwenkbare Kameras installiert, die eine visuelle Überwachung der Experimente aus der Leitwarte des Kraftwerks ermöglichen.

Zunächst sind Experimente zur Weiterentwicklung und Optimierung der im Solarturmkraftwerk eingesetzten Receiver-Technologie vorgesehen. Kernstück der Receiver sind spezielle poröse Keramiken, die das Licht, das von einer Vielzahl von Spiegeln reflektiert wird, absorbieren und die gleichzeitig von Umgebungsluft durchströmt und so gekühlt werden. Im Jülicher Solarkraftwerk wurden diese Receiver zum ersten Mal mit einem kleinen Dampfkraftwerk (1500 kW elektrische Leistung) gekoppelt: 2200 Spiegel à 8 m² bündeln das Licht auf den 22 m² großen Receiver an der Spitze eines 60 m hohen Turms.

Mittel- und langfristig bietet die Plattform eine ideale Basis, neuartige Prozesse und Komponenten, beispielsweise zur solaren Wasserstoffherzeugung, aus dem Labor- und Technikumsmaßstab hoch zu skalieren und unter realen Bedingungen zu testen sowie zur Marktreife weiterzuentwickeln.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Hoffschmidt,
Solar-Institut Jülich der FH Aachen

Weitere Informationen: www.solarturmkraftwerk.de





Zentrale Energieerzeugung

solar

Solarwissenschaftler bündeln ihre Kräfte

Solarthermische Turmkraftwerke stellen eine vielversprechende Technologie zur solaren Stromerzeugung dar. Im Gegensatz zur photovoltaischen Stromerzeugung wird bei solarthermischen Anlagen eine Wärme-Kraft-Maschine eingesetzt, wie man sie in konventionellen Kraftwerken findet. Im virtual Institute of Central Receiver Power Plants (VICERP) arbeiten fünf Forschungspartner mit unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkten gemeinsam an der Weiterentwicklung eines speziellen Kraftwerkskonzepts, wie es zurzeit im Forschungs- und Versuchskraftwerk am Standort Jülich demonstriert wird.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt aus Köln bringt seine Expertise zum optischen Konzentrador und dem Strahlungsempfänger (Receiver) ein. Das Solar-Institut Jülich der FH Aachen arbeitet auf den Gebieten der Wärmespeicherung und der Lebenszyklusanalyse. Der konventionelle Teil des Kraftwerks wird vom Institut für Dampf- und Gasturbinen der RWTH Aachen abgedeckt. Da das zeitliche Verhalten der Komponenten und deren Regelung einen Schwerpunkt des VICERP darstellt, konnten das Institut für Regelungstechnik der RWTH Aachen und das Optimization in Engineering Center der

Universität Leuven aus Belgien als weitere Partner für das VICERP gewonnen werden.

Ein Ziel des virtuellen Instituts ist es, ein dynamisches Simulationsmodell des Gesamtkraftwerks zu entwickeln, das genaue Vorhersagen des Betriebsverhaltens erlaubt und die Entwicklung von Regel- und Optimierungsstrategien ermöglicht, die auch auf zukünftige kommerzielle Solarkraftwerke anwendbar sind. Für die Realisierung solarthermischer Anlagen ist es erforderlich, auf qualifizierte Komponentenlieferanten zurückgreifen zu können. Regionale Hersteller werden anhand der Forschungsergebnisse über das Potenzial des internationalen Solarkraftwerks-Marktes und die Anforderungen zukünftiger solarthermischer Kraftwerke an die von ihnen vertriebenen Produkte informiert. Dies unterstützt die strategische Ausrichtung firmeninterner Entwicklungsziele. Auch eine Begleitung interessierter Industrieunternehmen bei der Produktentwicklung durch das VICERP ist möglich.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Robert Pitz-Paal, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Weitere Informationen: www.vicerp.de

Zentrale Energieerzeugung solar

Testzentrum für konzentrierende Solartechnik

Der Markt für solarthermische Kraftwerke entwickelt sich in rasantem Tempo. Anlagen mit mehreren hundert MW Gesamtleistung sind derzeit in Spanien schon im Betrieb oder im Bau. Für den Mittelmeerraum und besonders für die USA wird fieberhaft daran gearbeitet, das dort vorhandene enorme Potenzial für solarthermische Kraftwerke zu erschließen. In solarthermischen Kraftwerken wird die Sonnenstrahlung mit Spiegeln gebündelt und durch den Absorber in Wärme umgewandelt. Diese treibt dann eine konventionelle Dampf- und Gasturbine oder eine Stirling-Maschine an.

Produktqualität und Langlebigkeit für den jahrzehntelangen Einsatz der Anlagen in großen Solarfeldern sind für Hersteller, Betreiber und Projektfinanzierer sehr wichtige Größen, denn schon kleine Abweichungen vom Soll führen zu deutlichen Mindererträgen. Ist die Leistungsfähigkeit der Komponenten nur unzureichend bekannt, treiben wiederum Risikozuschläge den Preis des Solarstromes nach oben. Mit dem neuen Test- und Qualifizierungszentrum (QUARZ) kann das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln die Kraftwerksbetreiber und Hersteller bei diesen Fragen in Zukunft besser unterstützen.

Denn an den Prüfständen und Großanlagen können Hersteller und Kunden von solarthermischen Anlagen nun Schlüsselkomponenten, wie zum Beispiel Spiegel oder Absorberrohre, auf ihre Qualität testen lassen.

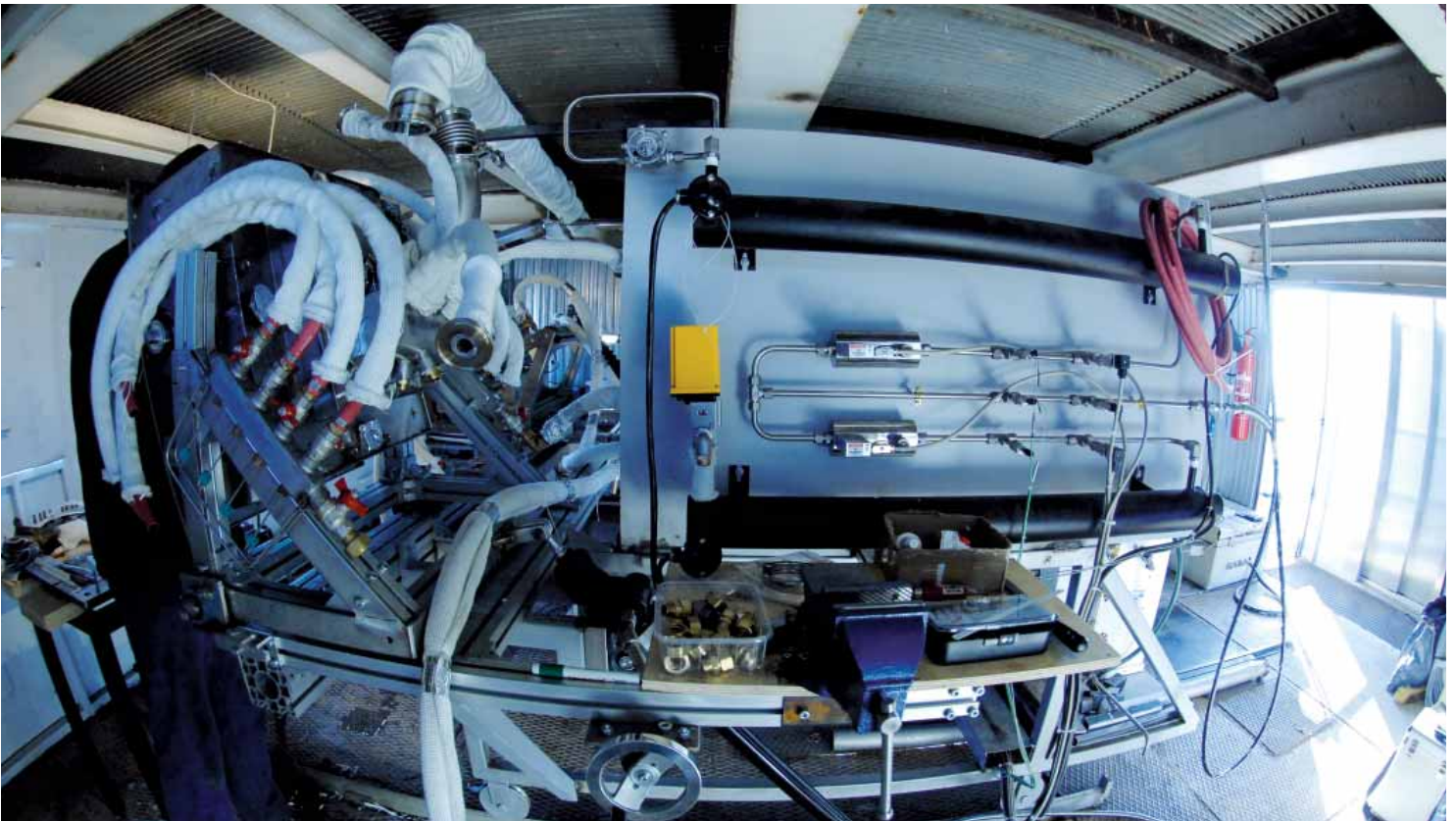
Die Spiegel sollen nicht nur sehr gute spiegelnde Reflexionseigenschaften besitzen und diese dauerhaft behalten, auch die Formgenauigkeit der meist eingesetzten vorgebogenen Glasspiegel wird im Labor genau gemessen. Getestet werden außerdem die Absorberrohre. An unterschiedlichen Prüfständen wird einerseits die Absorption des Sonnenlichts, andererseits die Wärmeabstrahlung ermittelt, ohne dass das Glasrohr, das das Absorberrohr umhüllt, zerstört werden muss.

Die Prüfverfahren wurden aus den langjährigen Erfahrungen durch die Forschung des DLR in Deutschland und an der Plataforma Solar de Almeria entwickelt.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Robert Pitz-Paal, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Weitere Informationen: www.dlr.de/tt/quarz





Zentrale Energieerzeugung

solar

Solare Wasserstoffherstellung

Wasserstoff kann mittels verschiedener Verfahren hergestellt werden, die unterschiedliche Rohstoffe und Energieträger benötigen. Für die zukünftige nachhaltige Wasserstoffproduktion werden Verfahren angestrebt, die ohne den Einsatz fossiler Rohstoffe und daher ohne den Ausstoß von CO₂ auskommen. Einen Weg zur nachhaltigen Wasserstoffherstellung verfolgt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln im Rahmen des Projekts HYDROSOL. Ein neuartiges Reaktorkonzept ermöglicht die Spaltung von Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff in einem thermochemischen Kreisprozess.

Dieser Prozess verläuft in zwei Schritten. Man bedient sich eines Metalloxides, das im Kreis geführt wird. Die zum Betrieb des Prozesses benötigte Wärme wird durch konzentrierte Sonnenstrahlung zur Verfügung gestellt. Im ersten Schritt – auch Regeneration genannt – wird das Metalloxid reduziert, wobei ein Teil seines gebundenen Sauerstoffes freigesetzt wird. Im zweiten Schritt – der eigentlichen Wasserspaltung – reagiert das reduzierte Metalloxid mit Wasserdampf. Hierbei wird der Sauerstoff der Wassermoleküle im Metalloxid gebunden – das Metalloxid wird oxidiert – und Wasserstoff wird freigesetzt.

Nach der Qualifizierung der einzelnen Komponenten und kleinerer Prototypen im Sonnenofen des DLR in Köln wurde ein Pilotreaktor im 100-KW-Maßstab auf der Plataforma Solar in Almeria aufgebaut und im Jahr 2008 in Betrieb genommen. Dort ist der Reaktor auf einem Solarturm angeordnet. Die notwendige Solarenergie wird durch nachgeführte Spiegel, sogenannte Heliostaten, auf den Receiver-Reaktor fokussiert und so in die Reaktion eingekoppelt. Seit November 2008 wird mit dieser Anlage erfolgreich Wasserstoff erzeugt. Die Betriebserfahrungen werden genutzt, um eine fortlaufende Optimierung des Verfahrens und der verwendeten Metalloxide voranzutreiben.

Das Projekt wird von einem internationalen Konsortium mit Teilnehmern aus Deutschland, Spanien, Griechenland, Dänemark und Großbritannien durchgeführt.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Robert Pitz-Paal, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Weitere Informationen: www.dlr.de/tt

Dezentrale Energieerzeugung

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik

Wasserstofferzeugung durch Reformierung

Während für relativ einfache, niedrig siedende Energieträger wie Erdgas und Methanol Reformierungssysteme zur Wasserstofferzeugung auch für mobile Anwendungen zur Verfügung stehen, befinden sich entsprechende Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff aus komplexen Energieträgern wie Diesel und Kerosin noch in der Entwicklungsphase. Am Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA e.V. wird dafür ein innovatives Konzept verfolgt: die Wasserstoff- und Brenngas-Erzeugung durch Umsetzung flüssiger organischer Energieträger mit überkritischem Wasser (SuperCritical Water Reforming – SCWR).

Der flüssige Energieträger und das Wasser werden mit Hochleistungsflüssigchromatographie(HPLC)-Pumpen mit ca. 300 bar in ein Leitungssystem gedrückt und gelangen über einen statischen Mischer und einen Vorheizer in den Reaktor. In diesem wird die Reaktionsmischung auf überkritische Bedingungen gebracht ($> 374^{\circ}\text{C}$, $> 221\text{ bar}$). Dort findet die Umsetzung der Ausgangsstoffe statt. Bei idealem Reaktionsverlauf werden reine Kohlenwasserstoffe mit dem überkritischen Wasser vollständig zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt. Die Produkte werden anschließend wieder auf Umgebungstemperatur abgekühlt

und auf Umgebungsdruck entspannt. Für die Untersuchungen wurde eine Laboranlage konzipiert und in Zusammenarbeit mit der Estant GmbH aus Mülheim aufgebaut. Die Versuchsergebnisse mit Einsatz verschiedener flüssiger Energieträger zeigen, dass mit Hilfe des SCWR-Prozesses eine fast vollständige Reformierung dieser Stoffe in ein wasserstoffreiches Gas erreicht werden kann.

Neben der Reformierung fossiler Energieträger werden am IUTA weitere Untersuchungen mit regenerativen Energieträgern durchgeführt. So wurde ein Konzept zur Integration der SCWR-Technologie in die Biodieselproduktion entwickelt. Ziel war es, eine stoffliche und energetische Vor-Ort-Verwertung des im Produktionsprozess als Nebenprodukt entstehenden Rohglyzerins zu realisieren. Die Integration der SCWR-Technologie in die Biodieselproduktion erfolgt in Kooperation mit der Rheinische Bio Ester GmbH (RBE) aus Neuss.

Ansprechpartner: Dr. rer. nat. Stefan Peil, Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA e.V.

Weitere Informationen: www.iuta.de





Dezentrale Energieerzeugung Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik

„Grüner“ Wasserstoff

An der Ruhr-Universität Bochum wird nach Wegen gesucht, Wasserstoff biologisch zu produzieren. Drei Arbeitsgruppen – geleitet von den Professoren Rögner, Happe und Wagner – sind der Kern des Verbundvorhabens zur Biowasserstoffproduktion durch Mikroalgen. Ziel ist die Fusion zweier biologischer Prozesse: der pflanzlichen Photosynthese in Algen einerseits sowie der Biowasserstoff-erzeugung durch das Enzym „Hydrogenase“ andererseits. In natürlichen Systemen laufen diese Prozesse weitgehend getrennt voneinander ab. Sie sollen nun mit maximaler Effizienz in einer neuen „Design-Algenzelle“ kombiniert werden und den Wasserstoff für eine nachgeschaltete Brennstoffzelle liefern. Der Prozess der Photosynthese soll derart „umprogrammiert“ werden, dass ein Großteil der Energie nicht mehr zur Erzeugung von „Biomasse“, sondern von „Bioenergie“ in Form von Wasserstoff verwendet wird. Diese schrittweise Umgestaltung der Zelle auf der molekularen Ebene wirkt sich auf deren gesamten Stoffwechsel aus und erfordert mehrere Jahre der Optimierung. Am Ende steht die Erwartung, dass diese „Design-Zellen“ etwa 100-mal mehr Wasserstoff pro Liter Algensuspension erzeugen können als alle bisher existierenden Mikroalgensysteme. Dies ist die Voraussetzung für eine spätere rentable Nutzung.

Neben dem „biologischen Design“ ist für eine spätere Anwendung das „technische Design“ des Reaktorsystems für dieses Vorhaben unabdingbar. In enger Kooperation mit Unternehmen (KSD, Hattingen) werden einfache und preisgünstige Photobioreaktoren für die Algenproduktion entwickelt. Diese ermöglichen ein optimales Wachstum bei minimalem Energieaufwand und können später als modulares System zur Massenfermentation skaliert werden. Ein erster Prototyp dieses Reaktors wurde 2008 gebaut.

Ziel des Projektes ist es, vergleichbare Wirkungsgrade für die Wasserstoffproduktion zu erreichen, die auf dem aktuellen Stand der Technik bei der Elektrolyse mit Hilfe von PV-Strom gelten.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Matthias Rögner, Ruhr-Universität Bochum, und Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wagner, Ruhr-Universität Bochum

Weitere Informationen: www.bpf.ruhr-uni-bochum.de und www.lee.ruhr-uni-bochum.de

Dezentrale Energieerzeugung

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik

Korrosionsfester Stahl für Hochtemperatur-Brennstoffzellen

Wegen ihres hohen Wirkungsgrades sind Hochtemperatur (SOFC)-Brennstoffzellen besonders vielversprechend. Doch die hohen Temperaturen von 800 Grad Celsius stellen erhebliche Anforderungen an das verwendete Material, die bisher nur unzureichend erfüllt werden konnten. Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich haben in enger Zusammenarbeit mit Thyssen Krupp VDM eine Metalllegierung entwickelt, die für den serienmäßigen Einsatz in SOFC-Brennstoffzellen besonders geeignet ist.

Diese Legierung weist durch geringe Zusätze an Lanthan und Titan eine ausgezeichnete Hochtemperaturkorrosionsbeständigkeit auf und zeichnet sich durch gute Verarbeitbarkeit aus. Der Stahlkonzern stellt die Metalllegierung unter dem Handelsnamen „Crofer 22 APU“ her. Sie ermöglicht erstmals die Serienproduktion der sogenannten Interkonnektoren, die das zentrale Bauelement der Hochtemperatur-Brennstoffzellen darstellen. Diese Interkonnektoren verbinden kleine Brennstoffzeleleinheiten, die mit ihrer Hilfe zu einer leistungsfähigen Großeinheit – einem sogenannten Stack – zusammengeschaltet werden. Außerdem stellen sie die elektrische

Verbindung zwischen den Einheiten her und versorgen sie über Gaskanäle mit dem Brenngas.

Eingesetzt werden kann das High-Tech-Material unter anderem in der Automobilindustrie. Die Abkürzung „APU“ im Namen des Werkstoffs, die für „Auxiliary Power Unit“ steht, deutet schon auf die Verwendung der Brennstoffzellen hin: als Zusatzaggregat zur elektrischen Bordstromversorgung in Fahrzeugen. Die Brennstoffzellen benötigen zur Erzeugung der gleichen Menge elektrischer Energie nur etwa die Hälfte des Kraftstoffs, der verbraucht wird, wenn die Stromerzeugung den „Umweg“ über Motor, Lichtmaschine und Batterie nimmt. Damit wird der Kohlendioxidausstoß des Fahrzeugs deutlich verringert – und zwar auch dann, wenn die Brennstoffzellen wie geplant zunächst mit Benzin betrieben werden. Der Wasserstoff wird dann über einen Reformier aus dem Benzin gewonnen.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Lorenz Singheiser, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.fz-juelich.de/ief/ief-2





Dezentrale Energieerzeugung Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik

Der Technologiestandort für Brennstoffzellentechnik

Die Umsetzung der Brennstoffzellentechnologie in marktfähige Lösungen erfordert ein hohes Maß an interdisziplinärer Forschung und Entwicklung. Aus diesem Grund hat das Land Nordrhein-Westfalen bereits im Jahr 2001 den Bedarf für einen anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsstandort mit Fokus auf die Brennstoffzellentechnik identifiziert. Auf dem Duisburger Campus entstand daraufhin mit Fördermitteln des Landes NRW und der Europäischen Union in zwei Ausbaustufen das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT GmbH). Am Standort stehen in zwei Gebäuden inzwischen knapp 2500 m² voll ausgestattete Labor- und Werkstattflächen zur Verfügung.

Das ZBT beschäftigt ein interdisziplinär zusammengestelltes Team von fast 100 qualifizierten Mitarbeitern mit z. T. langjährigen Erfahrungen im Bereich der Forschung und Entwicklung. Die zurückliegenden Jahre haben in erheblichem Umfang zur Bildung von Know-how-Potenzial beigetragen, das in zahlreiche Kooperationen mit gewerblichen Unternehmen einfließt und eine gute Grundlage für die Weiterentwicklung und langfristige Finanzierung des ZBT bietet. Projekte und Dienstleistungen des ZBT umfassen dabei einen weiten Bereich von der Entwicklung von zum Beispiel

Reformern, Brennstoffzellenstacks und kompletten funktionstüchtigen Systemen über die Erprobung von Produktions- und Fertigungstechnologien für Bipolarplatten und ganze Brennstoffzellenstacks bis hin zur Prüfung von marktnahen Entwicklungen hinsichtlich Zulassungsfragen. Das Portfolio des Entwicklungsdienstleisters ZBT orientiert sich konsequent an den Bedürfnissen der industriellen Partner.

Wesentlicher Baustein der Arbeiten am ZBT ist der Brennstoffzellenstack selbst. Ein im ZBT entwickelter Niedertemperatur-Brennstoffzellenstack ist Ausgangspunkt zahlreicher Weiterentwicklungen. So werden Forschungsprojekte beispielsweise zu Materialien für Bipolarplatten, zur Evaluierung von Dichtungstechnologien und Charakterisierung von Membran-Elektroden-Einheiten, zur Erarbeitung optimierter Betriebsführungsstrategien sowie zur Systementwicklung und Erprobung von Assemblierungsverfahren und Prüfprozeduren durchgeführt.

Ansprechpartner: Prof. Dr. rer. nat. Angelika Heinzl,
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH

Weitere Informationen: www.zbt-duisburg.de

Dezentrale Energieerzeugung

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik

Innovative Wasserstoffspeicher

Für eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft werden neben geeigneten Energiewandlern Wasserstoffspeicher benötigt, an die je nach Anwendung unterschiedliche Anforderungen gestellt werden. Die zurzeit verfügbaren Lösungen sind in vielen Punkten unbefriedigend. Komplexe Hydride, insbesondere Natriumalanat, sind die am weitesten entwickelte auf chemischer Speicherung beruhende Alternative.

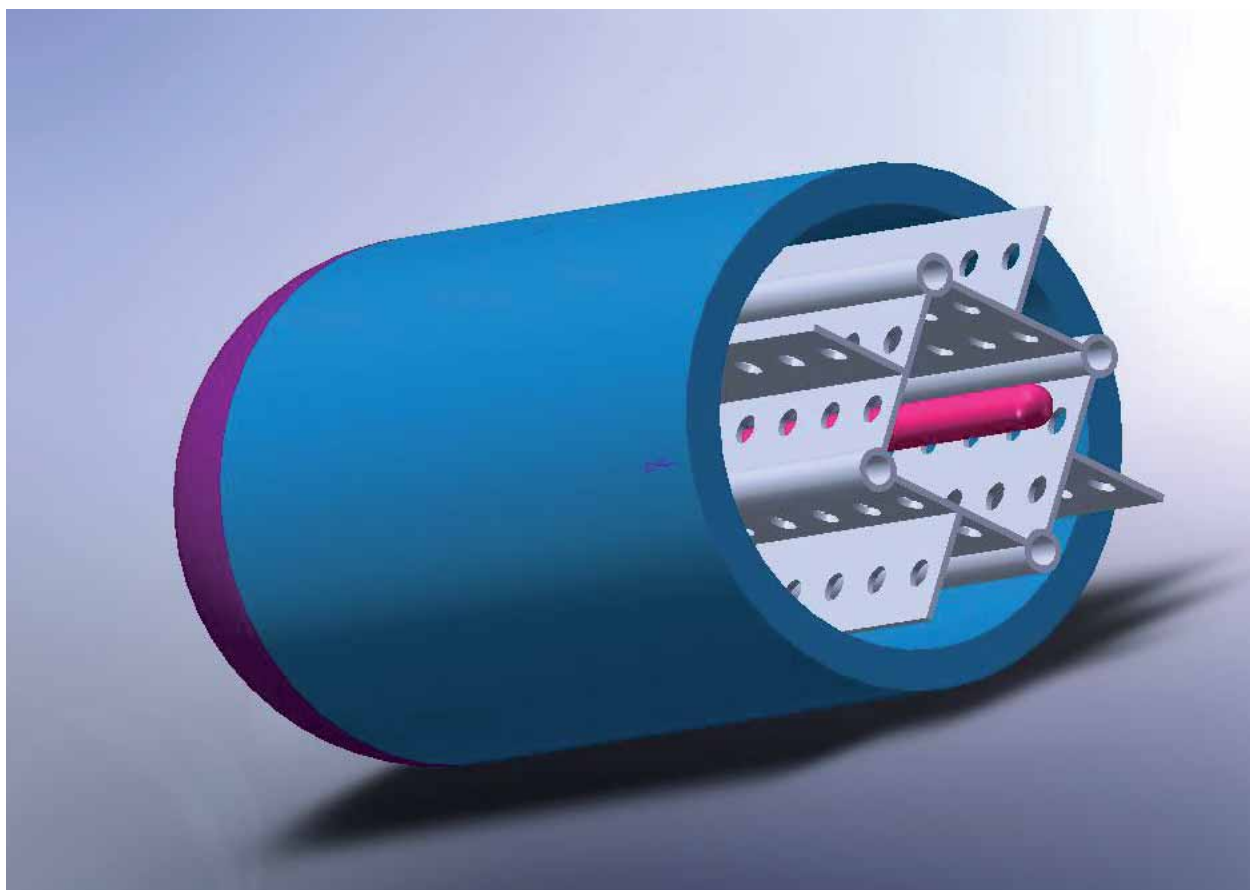
Um diese Entwicklung vom Labormaßstab in die technische Anwendung zu übertragen, wurde ein Verbundprojekt gestartet, in dem das Duisburger Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA und das Mülheimer Max-Planck-Institut für Kohlenforschung zusammenarbeiten. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines serienfertigungstauglichen Wasserstoffspeichers auf Natriumalanat-Basis, der eine hohe gravimetrische Speicherdichte aufweist. Das Temperaturniveau der bei der Wasserstoffbefüllung freigesetzten bzw. bei der Wasserstoffentnahme zuzuführenden thermischen Energie liegt bei ca. 150 °C. Der Speicher eignet sich somit insbesondere für Energiesysteme, bei denen

Wärme auf diesem Temperaturniveau erzeugt und umgesetzt wird, wie z. B. in der Hausenergieversorgung. Durch Integration eines Wasserstoffspeichers auf Natriumalanat-Basis in ein Brennstoffzellen-Hausenergiesystem kann dem Strom-Wärme-Ungleichgewicht und der Systemträchtigkeit effektiv entgegengewirkt werden.

Die Entwicklung des Speichers erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der TRIMET Aluminium AG aus Essen und dem F.W. Brökelmann Aluminiumwerk aus Ense-Höingen. Das Vorhaben soll einen Beitrag dazu leisten, die Einführung der Wasserstoffwirtschaft in Nordrhein-Westfalen durch Bereitstellung eines innovativen Wasserstoffspeichers voranzutreiben.

Ansprechpartner: Dr. rer. nat. Stefan Peil, Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA e.V., und Dr. Michael Felderhoff, Max-Planck-Institut für Kohlenforschung Mülheim

Weitere Informationen: www.iuta.de und www.mpi-muelheim.mpg.de



Dezentrale Energieerzeugung

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik

Brennstoffzellensysteme für Flurförderfahrzeuge

Direktmethanol-Brennstoffzellen (engl. direct methanol fuel cells, DMFC) wandeln den flüssigen Brennstoff Methanol direkt in elektrischen Strom um. Neben der sehr hohen Energiedichte des Methanols besteht die DMFC durch die einfache Handhabung und das problemlose Nachfüllen des Brennstoffs. Damit sind Direktmethanol-Brennstoffzellen für unterschiedliche Anwendungen attraktiv, vor allem jedoch als Batterie- bzw. Akkuersatz, da sie längere Betriebszeiten ermöglichen.

Die Entwicklung von Direktmethanol-Brennstoffzellen wird im Forschungszentrum Jülich von den physikochemischen Grundlagen über die Zell- und Stackentwicklung sowie die Herstelltechniken bis zur Systemverifikation betrieben und ist auf Systeme im Leistungsbereich von 2 bis 5 kW ausgerichtet. Anwendungen sind hierbei im Bereich der leichten Traktion zu sehen. Im Rahmen einer Markt- und Machbarkeitsstudie konnte gezeigt werden, dass hybridisierte Brennstoffzellen-Systeme auf Basis von Direktmethanol-Brennstoffzellen für Horizontal-Kommissionierer ein vergleichbares Kostenniveau gegenüber konventionellen Batteriesystemen erreichen können. Damit stellen DMFC-Energiesysteme eine interessante

Alternative zu bisherigen Batterie-Techniken dar. Sie ermöglichen nicht nur längere Betriebszeiten. Auch das vergleichsweise zeitintensive Aufladen der Batterie entfällt und dadurch werden keine Zweitbatterien im Mehrschichtbetrieb benötigt. Dies waren die Gründe für die Jungheinrich AG aus Hamburg, sich zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich und anderen Firmen in einem Konsortium zusammenzuschließen, um diese Technik gemeinsam bis zur Marktreife zu entwickeln.

Im Rahmen eines 2007 initiierten Projektes werden nun langzeitstabile, optimierte DMFC-Systeme entwickelt, die in Pilotanwendungen in elektrisch betriebenen Horizontal-Kommissionierern zum Einsatz kommen sollen. Herausforderungen für die Entwicklung sind insbesondere die erhebliche Verbesserung von Leistung und Alterungsstabilität der DMFC-Systeme gegenüber dem heutigen Stand sowie die Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Detlef Stolten, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.fz-juelich.de/ief/ief-3



Dezentrale Energieerzeugung

Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik

Kleinste Strukturen für höchste Wirkungsgrade

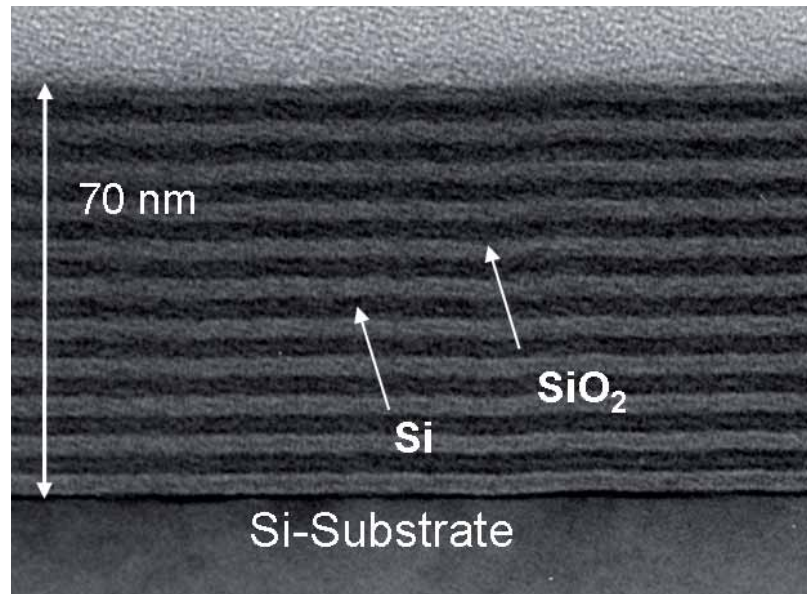
Das ungebrochene Wachstum des Photovoltaikmarkts erfordert ein dynamisches Umfeld an Forschung und Entwicklung, welches zum einen die bestehende Waferbasierte Produktion unterstützt und voranbringt, zum anderen Konzepte für zukünftige photovoltaische Energiewandlung mit höchsten Wirkungsgraden entwirft und umsetzt. Am Institut für Halbleitertechnik der RWTH Aachen werden nanotechnologische Verfahren für die Erforschung und Herstellung von zukünftigen Solarzellen mit theoretisch extrem hohen Wirkungsgraden genutzt.

In Tandem-Solarzellen werden Solarzellen aus unterschiedlichen Materialien gestapelt. Damit lässt sich das Sonnenlicht hoch effizient in elektrische Energie umwandeln, und die elektrische Spannung, die man an der Tandem-Solarzelle abgreifen kann, wird deutlich erhöht. Die Nanotechnologie ermöglicht es, auf Basis von Silizium Materialien herzustellen, deren Absorptionseigenschaften gezielt eingestellt und manipuliert werden können. Dabei wird ausgenutzt, dass sich die Absorptionseigenschaften von ultradünnen Silizium-Schichten im Bereich von unter 10 Milliardstel Meter aufgrund von Quanteneffekten fundamental von denen aktuell verwendeter dicker Silizium-Solarzellen unterscheiden. Die Stapelung solcher ultradünner Silizium-Schichten ermöglicht Tandem-Solarzellen, die theoretisch 44 bis 66 Prozent der eingestrahltten Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln können. Diese Werte liegen deutlich über dem heutigen Rekordwert von 25 Prozent, den man mit dicken Silizium-Zellen erreichen kann.

In diesem ersten Schritt haben die Aachener Wissenschaftler somit das Potenzial der Nanotechnologie für die Photovoltaik verdeutlicht und den Grundstein für zukünftige Silizium-basierte Höchst-Effizienz-Solarzellen gelegt.

Ansprechpartner: Prof. Dr. phil. Heinrich Kurz,
RWTH Aachen University

Weitere Informationen: www.iht.rwth-aachen.de





Dezentrale Energieerzeugung

Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik

Innovative Konzepte für die Solarzellenherstellung

Die Silizium-Dünnschicht-Photovoltaik wurde in den letzten Jahren vom Labormaßstab in die industrielle Produktion mit Modulgrößen von mehr als 1 m² transferiert. Wesentliche Merkmale dieser Technologie sind der geringe Material- und Energieverbrauch bei der Herstellung, die bei niedrigen Temperaturen erfolgt. Dies führt zu kurzen Energierückzahlzeiten und erlaubt die Herstellung auf günstigen, auch flexiblen Trägermaterialien. Neben der Verbesserung des Wirkungsgrades der Module ist die Steigerung der Produktivität, beispielsweise durch eine Erhöhung der Abscheidegeschwindigkeit, derzeit eines der wesentlichen Ziele laufender Forschungsarbeiten. Eine Erhöhung der Abscheidegeschwindigkeit lässt sich durch eine Erhöhung der Plasma-Anregungsfrequenz vom Radio-Frequenzbereich (RF) in den „Very-high frequency“ (VHF)-Bereich erreichen.

Das Forschungszentrum Jülich und die VON ARDENNE Anlagentechnik GmbH aus Dresden entwickeln daher gemeinsam eine neue Methode für die schnellere Abscheidung von amorphem und mikrokristallinem Silizium. Das

zu beschichtende Substrat fährt dabei an einer oder an mehreren Plasma-Linienquellen vorbei. Damit wird eine kontinuierliche (dynamische) Beschichtung bei hohen Plasma-Anregungsfrequenzen (VHF) erreicht und auf elegante Weise die Aufskalierung der VHF-Deposition auf quadratmetergroße Flächen ermöglicht. Die Herausforderung liegt darin, die Plasma-Quellen und den Reaktionsraum so zu konstruieren und die Prozesse so zu optimieren, dass gute Schichtqualitäten und eine hohe Produktivität erreicht werden. Die Arbeiten werden im Institut für Energieforschung 5 (Photovoltaik) an einer neuen Mehrkammeranlage durchgeführt, die Aussagen über die Skalierbarkeit der Herstellungsprozesse erlaubt. Neben intensiver Charakterisierung ihrer elektronischen Eigenschaften wird die Qualität der Schichten durch den Einbau in Test-Photovoltaikmodulen bewertet.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Uwe Rau, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.fz-juelich.de/ief/ief-5/

Dezentrale Energieerzeugung

Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik

Forschen für den Solarstrom

Das Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme ISE gehört zu den weltweit größten Photovoltaik-Forschungseinrichtungen. Das Institut entwickelt Materialien, Komponenten, Systeme und Verfahren in insgesamt sieben Geschäftsfeldern. Über die Grundlagenforschung hinaus beschäftigt sich das Institut mit der Entwicklung von Produktionstechniken sowie der Ausführung von Demonstrationsanlagen und dem Betrieb von Testzentren. Das Institut plant, berät, prüft und stellt Know-how sowie technische Ausrüstung für Dienstleistungen zur Verfügung.

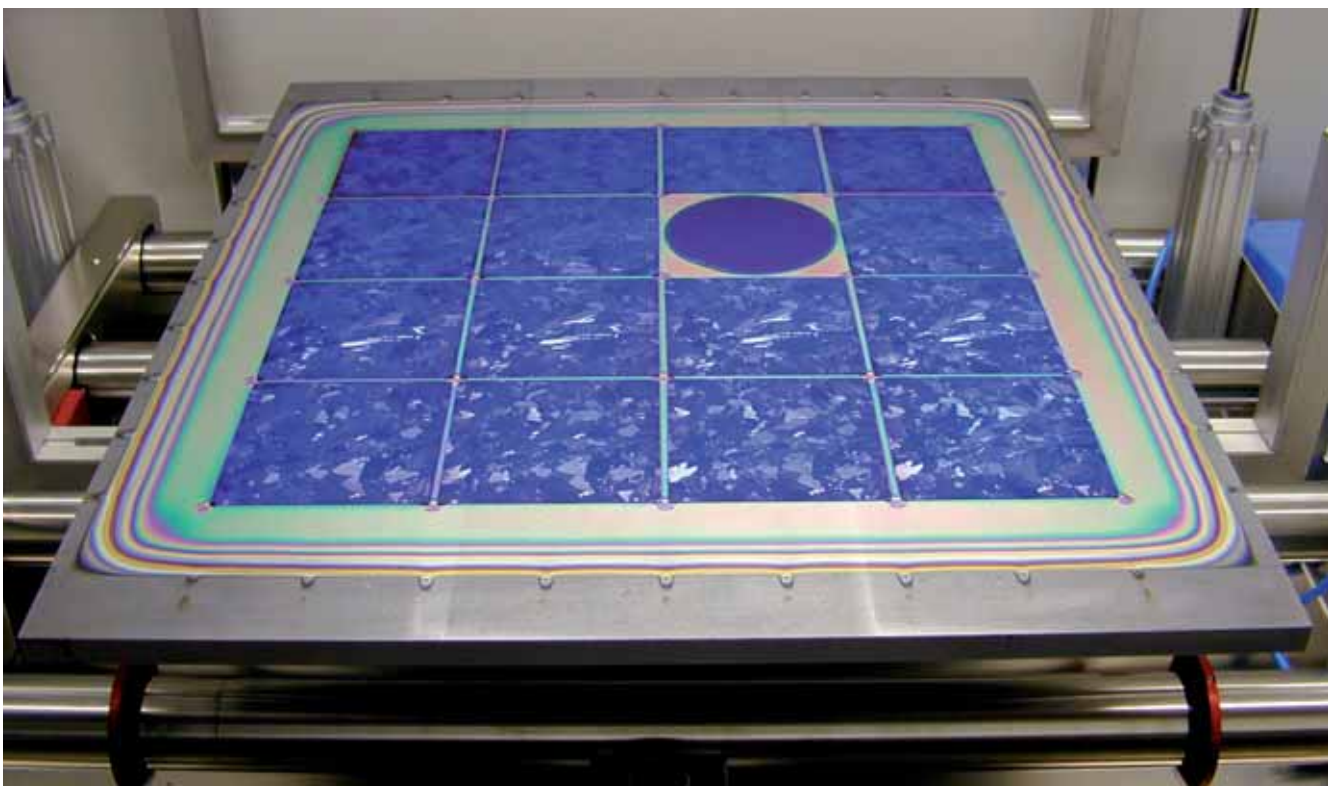
Bereits im Oktober 2000 hat das Fraunhofer ISE am Standort Gelsenkirchen das Labor- und Servicecenter (LSC) eröffnet. Das Labor ist spezialisiert auf produktionsnahe Materialcharakterisierung von Solarzellen und Halbleitern. Der Aufbau des Labors wurde möglich durch die Initiative und Unterstützung der Landesregierung Nordrhein-Westfalen sowie durch Zuwendungen der Europäischen Union.

Die Ausrüstung des Labor- und Servicecenters in Gelsenkirchen mit modernster Technik erlaubt es, den Entwicklungen des Marktes zu immer größeren Substraten und Durchlaufprozessen mit hohem Output Rechnung zu tragen. In idealer Ergänzung zu den Möglichkeiten in Freiburg kann hier unter produktionsnahen Bedingungen geforscht werden. Die Laborergebnisse sind direkt in Produktionsschritte umsetzbar.

State-of-the-art-Durchlauf-Prozessgeräte hoher Flexibilität erlauben es Solarzellenherstellern, ihre Prozesse „im Labor“ nachzufahren und zu verbessern, ohne in die Produktionslinie selbst eingreifen zu müssen. Auch neue Prozesse können hier ohne das Risiko einer Produktionsstörung getestet und gegebenenfalls optimiert werden.

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Dietmar Borchert, Labor- und Servicecenter Gelsenkirchen

Weitere Informationen: www.ise.fraunhofer.de/lsc





Dezentrale Energieerzeugung

Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik

Die neue solare Dimension

Das weltweit modernste Prüfzentrum für Solarmodule steht bei der TÜV Rheinland Group in Köln. Der unabhängige Prüfdienstleister investierte rund vier Millionen Euro in den Neubau und hochmoderne technische Einrichtungen zur Kontrolle von Sicherheit, Qualität und Energieeffizienz bei Photovoltaik-Modulen und Solarkollektoren. Rund 70 Prozent aller Hersteller von Solarmodulen weltweit lassen ihre Produkte in den Laboratorien vom TÜV Rheinland testen, um internationale Marktzulassungen zu erhalten. 50 Experten arbeiten derzeit im neuen Testzentrum.

Das neue Prüfzentrum ist mit 1.800 Quadratmetern dreimal so groß wie das bisherige, das den Anforderungen im schnell wachsenden Markt für die Nutzung von Sonnenenergie nicht mehr gerecht werden konnte. Die Fachleute vom TÜV Rheinland prüfen nicht nur die Module, sondern entwickeln zudem neue Testmethoden, arbeiten an Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Nutzung von Sonnenenergie mit und begleiten weltweit den Aufbau von Solarkraftwerken für Kunden. Internationaler Standard ist

beispielsweise eine in Köln mitentwickelte Lebensdauerprüfung, bei der Sonnenlicht und Hagelschlag ebenso simuliert werden wie Dauerregen sowie – in speziellen Klimakammern – hohe Luftfeuchtigkeit und Temperaturschwankungen zwischen minus 40 und plus 85 Grad Celsius. Denn insbesondere das jeweilige Klima hat großen Einfluss auf Haltbarkeit und Effizienz der Module, die auch nach zwanzig Jahren ihre Leistungsfähigkeit erhalten sollen.

Bereits 1995 hat die TÜV Rheinland Group im Labormaßstab mit der technischen Prüfung von Solarkomponenten begonnen und es mit Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen nun zum Weltmarktführer gebracht. So hat das NRW-Innovationsministerium verschiedene Forschungsvorhaben gefördert, in denen die entsprechenden Testsysteme und Verfahren entwickelt wurden.

Ansprechpartner: Willi Vaaßen, TÜV Rheinland Group

Weitere Informationen: www.tuv.com



Dezentrale Energieerzeugung

Photovoltaik und dezentrale Systemtechnik

Nanomaterialien für energietechnische Anwendungen

Im NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ) erforschen Wissenschaftler der Universität Duisburg-Essen gemeinsam mit Kollegen des Mülheimer Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung und einer Arbeitsgruppe der Universität Münster maßgeschneiderte Nanomaterialien für die Energiegewinnung, -speicherung und -nutzung. Weitere Forschungspartner sind das Institut für Energie- und Umwelttechnik IUTA und das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT). Beide Forschungseinrichtungen haben ihren Sitz in Duisburg. Ziel ist es, maßgeschneiderte Materialien für energietechnische Anwendungen zu entwickeln. Eingesetzt werden sollen die neuen Materialien beispielsweise in der Photovoltaik, in Brennstoffzellen oder in Lithium-Ionen-Batterien.

Bis zum Sommer 2012 wird am Duisburger Campus der Universität Duisburg-Essen für das NETZ ein eigenes Forschungsgebäude für 120 Mitarbeiter aus Chemie, Ingenieurwissenschaften und Physik sowie den kooperierenden Einrichtungen entstehen. Dann werden die Forscher ihre

Arbeiten in speziell ausgestatteten Labors fortsetzen können. Das neue Gebäude wird über eine Hauptnutzfläche von ca. 3.900 m² verfügen und mit insgesamt 66 Büros, 36 Labors und einem Mikroskopiezentrum ausgestattet sein.

Bislang haben Nanotechnologien keinen angemessenen Eingang in die großtechnische Nutzung gefunden. Das Problem für Unternehmen: Es fehlte bisher häufig an ausreichenden Mengen dieser spezifischen Nanomaterialien. Dadurch konnten auch die Verfahrensschritte nicht entwickelt werden, mit denen die Materialien weiterverarbeitet und somit für die langfristige technische Nutzung zugänglich gemacht werden können. Diese Technologielücke möchten die Projektpartner mit NETZ schließen.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Christof Schulz, Universität Duisburg-Essen

Weitere Informationen: www.uni-due.de/cenide/netz_de

Dezentrale Energieerzeugung

Elektrische und thermische Energiespeicher

Batterieforschung für die Elektromobilität

Forscher der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (WWU) sind an dem bundesweiten Großprojekt „Flottenversuch Elektromobilität“ beteiligt, bei dem innovative Elektrofahrzeuge entwickelt werden sollen. Das Projekt wurde von Bundesregierung und Volkswagen initiiert und wird gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Universitäten durchgeführt. Dabei sind die Wissenschaftler aus den Instituten für Physikalische Chemie und Anorganische Chemie der WWU größter universitärer Partner in diesem Projekt.

Als Experte für Lithium-Ionen-Technologie mit internationaler Reputation hat Professor Winter seit Januar 2008 an der WWU im Institut für Physikalische Chemie die Professur inne, die von den Unternehmen Chemetall, Evonik Industries und Volkswagen über einen Zeitraum von fünf Jahren mit insgesamt rund 2,5 Millionen Euro ausgestattet wird. Ziel der Batterieforschung an der neu geschaffenen Professur ist es, die Lithium-Ionen-Batterien (LIB) „erwachsen“ werden zu lassen. LIB sind seit langem bekannt und werden erfolgreich in Handys und Notebooks eingesetzt. Für Großanwendungen in Automobilen oder auch zum Speichern regenerativ

erzeugter Energie bedarf es jedoch noch einer erheblichen Weiterentwicklung dieser kleinen Zellen zu Großbatterien.

Insbesondere die Sicherheit und die Lebensdauer sind für eine breite Anwendung in Automobilen noch zu verbessern. Schon bald sollen die Großbatterien beispielsweise in Autos mit „Plug-in-Hybrid-Technologie“ einsetzbar sein. Fahrzeuge, die mit dieser Technik ausgestattet sind, besitzen neben dem herkömmlichen Verbrennungsmotor als Antrieb einen Elektromotor mit Batterie, die über eine Steckdose aufgeladen werden kann. Die Batterie soll einerseits den Verbrennungsmotor im Beschleunigungsvorgang unterstützen und andererseits auch Bremsenergie zurückgewinnen. Dadurch soll der Benzinverbrauch gesenkt werden. Die Plug-in-Hybrid-Technologie erlaubt zudem das „rein elektrische“ Fahren, z. B. auf Kurzstrecken.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Martin Winter, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Weitere Informationen: www.uni-muenster.de





Dezentrale Energieerzeugung

Elektrische und thermische Energiespeicher

Energiespeicher für ein stabiles Stromnetz

Alternative Energien haben viele Vorteile – Planbarkeit gehört nur in den seltensten Fällen dazu. Doch das könnte sich bald ändern: Effiziente Speicher im Stromnetz zu schaffen, ist ein Fraunhofer-Zukunftsthema, koordiniert von Fraunhofer UMSICHT, und kann einen wichtigen Beitrag für eine sichere Energieversorgung leisten.

Speicher können erheblich dazu beitragen, regenerative Energien weiter auszubauen. Damit sind sie ein wichtiges Standbein für unsere sichere Energieversorgung von morgen. Doch Energie aus regenerativen Quellen ist schwer kalkulierbar. Es hängt vom Wetter und der Tageszeit ab, wie viel Strom Solar- oder Windkraftanlagen ins Netz einspeisen. Bei starkem Wind erzeugen Windkraftwerke Energie im Überfluss, aber auch bei Flaute brauchen die Kunden Strom. Bislang sind es meist „Schattenkraftwerke“, die diese Lücken schließen: Diese herkömmlichen Kraftwerke laufen permanent mit geringer Kapazität und fahren bei potenziellen Engpässen ihre Leistung hoch.

Fraunhofer UMSICHT arbeitet daran, die Lieferung von Wind- und Sonnenenergie ebenso planbar zu machen wie die Stromversorgung aus konventionellen Kraftwerken.

Einerseits liegt das Augenmerk der Forscher auf bereits etablierten Möglichkeiten, wie konventionellen Pumpspeicherwerken, die Wasser in hoch gelegene Reservoirs pumpen. Bei Bedarf fließt das Wasser von dort durch Turbinen wieder abwärts. Eine andere Alternative sind Druckluftspeicher. In ihnen wird Energie in Form von Luft komprimiert und in Stahlröhren oder unterirdischen Salzstöcken gespeichert.

Die Forscher arbeiten an maßgeschneiderten Energiespeichern auf Basis der Lithium-Technologie sowie an der Entwicklung von Redox-Flow-Batterien. Diese können in Tanks mit flüssigen Elektrolyten große Mengen Strom über Stunden oder sogar Tage lagern – bei zehnmal höherer Lebensdauer gegenüber herkömmlichen Blei-Akkus. Bislang ist diese Technologie noch recht teuer, doch arbeiten Forscher intensiv daran, die Kosteneffizienz zu verbessern.

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christian Dötsch,
Fraunhofer UMSICHT

Weitere Informationen: www.umsicht.fraunhofer.de



Dezentrale Energieerzeugung

Elektrische und thermische Energiespeicher

Quarzsand speichert Wärme

Der Einsatz thermischer Speicher kann bei solarthermischen Kraftwerken die Flexibilität und Wirtschaftlichkeit der Anlagen erheblich verbessern. Bisher konnten aufgrund hoher spezifischer Kosten jedoch keine großen Speicher realisiert werden. Vor diesem Hintergrund wurde am Solar-Institut Jülich der FH Aachen das Sandspeicherkonzept für Solarturmkraftwerke entwickelt, bei dem Quarzsand als Speichermedium zum Einsatz kommt. Dieses Konzept verspricht eine Senkung der Speicherkosten, wenn eine effiziente Wärmeübertragung von Luft auf Sand realisiert werden kann. Ziel des Projekts ist die Untersuchung und Entwicklung eines hierfür geeigneten Luft-Sand-Wärmeübertrager-Prototypen, der im Temperaturbereich 400 – 900 °C arbeitet. Im Projekt wurde ein entsprechender Versuchsaufbau konstruiert, hergestellt und vermessen.

Das Prinzip: Die Heliostaten konzentrieren die Solarstrahlung auf den Receiver auf der Spitze des Solarturmes. Hierbei erwärmt sich die poröse Struktur im Receiver, die wiederum ihre Wärme an Luft abgibt, die aus der Umgebung angesaugt wird. Die auf max. 900 °C erhitzte Luft wird zur Erwärmung des Sandes dem Luft-Sand-Wärmeübertrager zugeführt. Der erhitzte Sand gelangt über ein einfaches Fallrohr in den Heißspeicher und von dort bedarfsgerecht weiter in den Fließbettkühler. Der Fließbettkühler, ein Aggregat, das in der konventionellen Wirbelschichtfeuerung eingesetzt wird, treibt den Dampfkreislauf. Der erzeugte Dampf wird schließlich in einem konventionellen Kraftwerksprozess einer Dampfturbine zugeführt, die den Generator zur Stromerzeugung antreibt. Der abgekühlte Sand verlässt den Fließbettkühler bei einer Temperatur von etwa 150 °C und gelangt entweder zum Luft-Sand-Wärmeübertrager zurück oder wird im Kaltspeicher gelagert.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Hoffschmidt,
Solar-Institut Jülich der FH Aachen

Weitere Informationen: www.fh-aachen.de/solar-institut.html



Biologische Erzeugung von Energieträgern

Innovative Pflanzenproduktion

Science-to-Business Center :agrohort

Rund um das im Jahr 2002 von der Universität Bonn etablierte Kompetenzzentrum Gartenbau KoGa soll in Klein-Altendorf zwischen Rheinbach und Meckenheim ein Referenzsystem entstehen, in dem zukunftsweisende Formen des Gartenbaus und der Landwirtschaft sowie die anwendungsorientierte Forschung und die gesellschaftliche Dimension des Themas für eine interessierte Öffentlichkeit präsentiert und erfahrbar gemacht werden.

Das Science-to-Business Center :agrohort wird getragen von Partnern der Region, die sich zu einem Innovationsnetzwerk zusammengeschlossen haben. Im Rahmen des Projektes soll das in der Region vorhandene Forschungspotenzial für die Entwicklung und Vermarktung neuer Technologien im Bereich des Gartenbaus und für die Weiterentwicklung eines nachhaltigen, intelligenten Ressourcenmanagements genutzt und gebündelt werden. Ziel ist die Verknüpfung des Projektes mit dem regionalen Mittelstand und thematisch relevanten regionalen, nationalen und internationalen Verbundvorhaben. Gleichzeitig soll eine dauerhafte Plattform zur öffentlichen Präsentation der Vielfalt und des hohen Niveaus mittel-

ständischer gartenbaulicher Erzeugnisse und Leistungen entstehen.

Der Projektansatz von AgroHort ist im Rahmen der Regionale 2010 des Landes Nordrhein-Westfalen eingebettet in das Konzept „Gärten der Technik“. Die wissenschaftlichen Arbeiten an der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn strahlen aus bis in die Städte Meckenheim bzw. Rheinbach sowie die umliegenden Kreise. Am Standort des Campus Klein-Altendorf findet eine Konzentration des Freilandversuchswesens der Universität statt. Neu ist nun, dass die Ergänzungs- und Neubauten neben den darin stattfindenden Versuchen selber Forschungsobjekte sein sollen: Ein innovativer Gewächshauskomplex wird mit hochtransparenten Bedachungsmaterialien eingedeckt und wird so deutlich weniger Energie verbrauchen. Zudem soll der Komplex mit nachwachsenden Rohstoffen der Region geheizt werden.

Ansprechpartner: Dr. Ralf Pude, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Weitere Informationen: www.lfs.uni-bonn.de



Biologische Erzeugung von Energieträgern Innovative Pflanzenproduktion

Bewertung nachwachsender Rohstoffe zur Biogaserzeugung (NaRoBi)

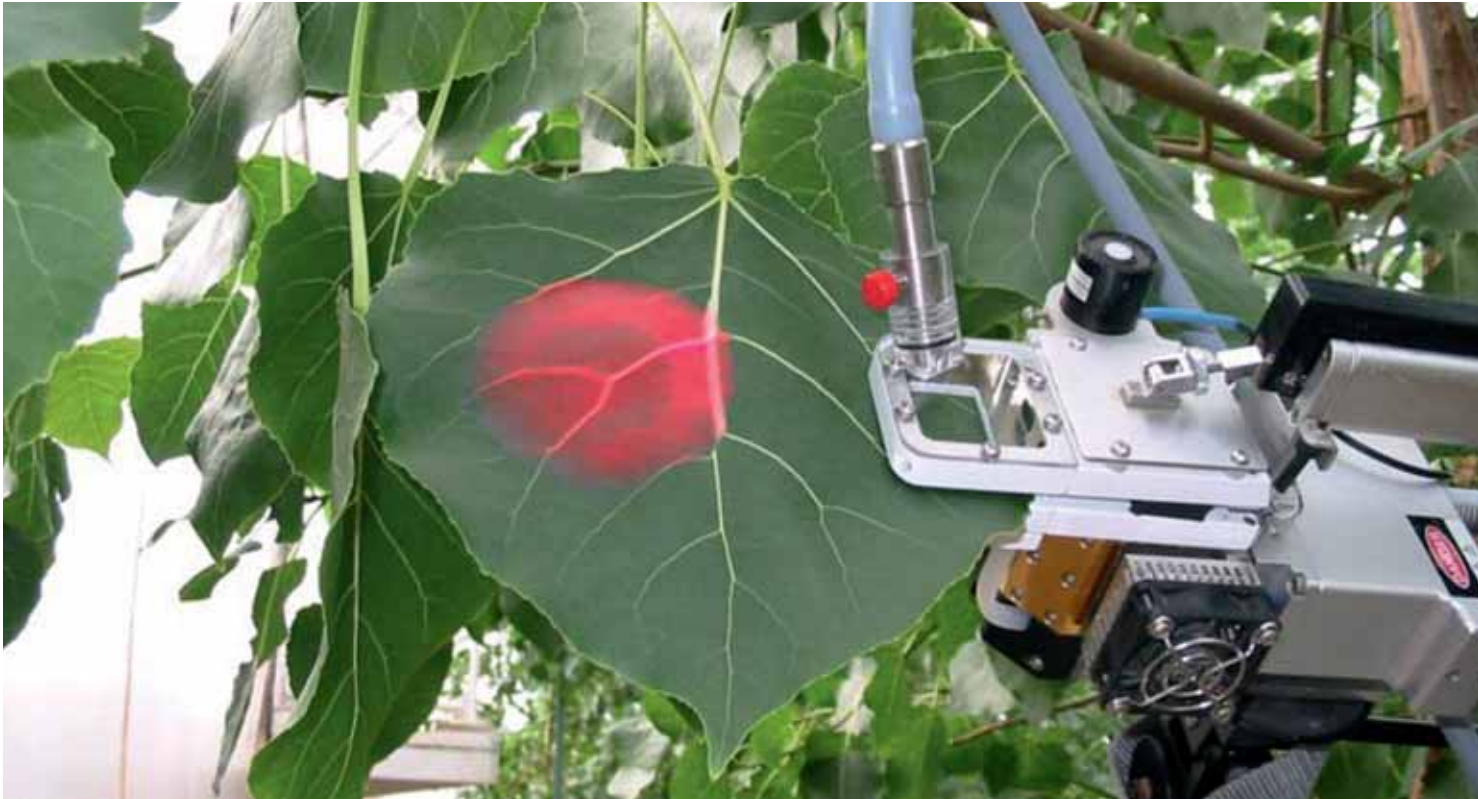
Der Anbau von Pflanzen zur Biomasse- bzw. Biogaserzeugung und deren Bedarf an Fläche hat sich rasant entwickelt. Die weitere Ausweitung der energetischen Nutzung von Biomasse erfordert daher eine in hohem Maß flächeneffiziente Substraterzeugung, die den ökologischen und ökonomischen Anforderungen an eine nachhaltige Landwirtschaft angepasst ist. Vor diesem Hintergrund wurde das Verbundvorhaben „Bewertung nachwachsender Rohstoffe zur Biogaserzeugung für die Pflanzenzüchtung“ ins Leben gerufen. Hier kooperieren die Forscher der Fachhochschule Südwestfalen in Soest, der VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH in Kassel, des Darmstädter Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) und des Julius Kühn-Instituts in Braunschweig. Die Wissenschaftler verfolgen das Ziel, die Biomasseerzeugung mit verschiedenen Strategien und Methoden zu optimieren, um Verdrängungseffekten oder Verschiebungen in der heimischen Agrarproduktion vorzubeugen oder diese wenigstens zu minimieren. Es gilt aussagekräftige Parameter zur Messbarkeit und Vergleichbarkeit von Biomassertrag und beispielsweise Gasausbeute zu finden.

Die zentrale Zielsetzung des Projektes ist die Entwicklung einer in der Züchtung anwendbaren Methode der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS). Die NIRS bietet sich an, um mit hoher Verlässlichkeit nutzbare Merkmale selektieren zu können. Daran arbeiten das KTBL, die VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH und das Julius Kühn-Institut.

Der Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Südwestfalen führt Anbauversuche in verschiedenen Kombinationen von Haupt-, Zweit- und Zwischenfrüchten sowie mit verschiedenen Grünlandbeständen durch. Hierbei wird die genetische Varianz über das ganze Sortenspektrum der verschiedenen Pflanzenarten getestet. Zusätzlich erfolgt eine Differenzierung des Erntegutes nach Erntezeitpunkt. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung alternativer Anbaufolgen zum reinen Maisanbau. Hierbei werden die Ökonomie, die Ökologie und die Umsetzbarkeit in die Praxis untersucht.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Harald Laser, Fachhochschule Südwestfalen

Weitere Informationen: www.NaRoBi.org



Biologische Erzeugung von Energieträgern

Innovative Pflanzenproduktion

Das Jülich Plant Phenotyping Centre

Innovative Pflanzenproduktion eröffnet Möglichkeiten der Prozessoptimierung, wenn es darum geht, Pflanzen als Rohstofflieferant in den Bereichen Energie, Material, Futter- und Lebensmittel einzusetzen. Die Produktion dieser Art von Pflanzen verläuft als Zusammenspiel von genetischer Blaupause sowie den Triebkräften und Ressourcen der Umwelt. Hierzu gehören z. B. Sonnenstrahlen zur Photosynthese und die Verfügbarkeit von Wasser und anorganischen Nährstoffen. Die Optimierung dieser Pflanzenproduktion erfordert ein permanentes Prozessmonitoring.

Für den Einsatz der Pflanze als Rohstofflieferant sind vor allem Pflanzenmerkmale wie Biomasse, Blattflächen oder Fruchterträge von Bedeutung, sie müssen in ihrer Qualität und Entwicklungsdynamik überprüfbar sein. Eine solche Charakterisierung der Pflanzenmorphologie und -physiologie (Phänotypisierung) sowie ihrer Entwicklungsdynamik ist Schwerpunkt des Jülich Plant Phenotyping Centre (JPPC). Das JPPC im Forschungszentrum Jülich zeichnet sich durch interdisziplinäre Zusammenarbeit von Natur- und Ingenieurwissenschaftlern aus unterschiedlichsten Bereichen aus.

Mit vielfältigen optischen Verfahren zur Phänotypisierung werden Pflanzen in ihrer Leistungsfähigkeit, Variabilität und Stressresistenz beschrieben.

Das JPPC kann aufgrund seiner Expertise Prozesse in zwei Richtungen hin optimieren. Zum einen können Pflanzenlinien schnell hinsichtlich ihrer genetischen Eignung und Kapazität selektiert und das Ausgangsmaterial optimiert werden. Zum anderen kann durch gezielte Variation der Umweltparameter bei gleichzeitigem Monitoring die Pflanzenproduktion kontrolliert beeinflusst und gesteuert werden. Das JPPC agiert dabei in Netzwerken auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene, um einerseits die regionale Praxisnähe und andererseits die internationale wissenschaftliche Qualität und Vergleichbarkeit sicherzustellen.

Ansprechpartner: Dr. Andreas Ulbrich, Forschungszentrum Jülich

Weitere Informationen: www.jpcc.de

Biologische Erzeugung von Energieträgern

Innovative Pflanzenproduktion

Analyseverfahren für eine verbesserte Pflanzenzüchtung

Die rasante Entwicklung der Technologie zerstörungsfreier Sensorik, der Robotik und der Generierung sowie Auswertung komplexer Datensets bietet neuartige Möglichkeiten in der Nutzpflanzenforschung. In dem Netzwerk „CROPSense“ nutzen die Wissenschaftler der Universität Bonn und des Forschungszentrums Jülich moderne (berührungslose) Sensoren und Sensorkombinationen: zur Erfassung von Pflanzeigenschaften mit hoher Auflösung, der nichtinvasiven Darstellung von Wurzel- und Sprosswachstum sowie der Identifizierung und Quantifizierung von Krankheiten. Auch Bodeneigenschaften werden erfasst. Dies ermöglicht die Entwicklung praxistauglicher und deutlich effizienterer Verfahren in Pflanzenzüchtung, Nutzpflanzenforschung und Präzisionspflanzenbau. Zum einen soll die Qualität der Pflanzen verbessert, zum anderen der Ressourcenverbrauch verringert und optimiert werden. Auf diese Weise wird ein innovativer Lösungsansatz für die weltweit erhöhte Nachfrage nach pflanzlichen Produkten wie Nahrungs- und Futtermittel, Rohstoffe und Energie erreicht.

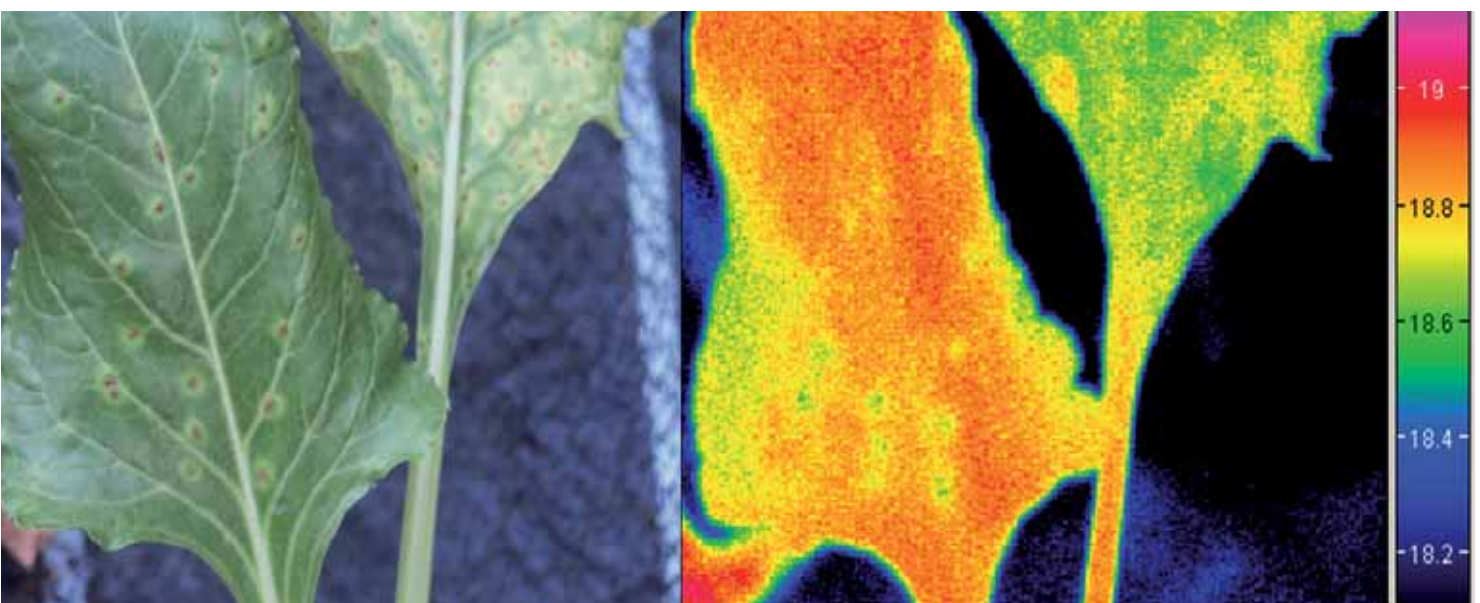
Verschiedene Sensoren werden eingesetzt, um Wachstum, Struktur und (Stress-)Physiologie der Pflanze zu

erfassen. Eine Kombination von Sensoren und intelligenter Datenauswertung hilft beispielsweise, den Zuwachs an Biomasse und pflanzlichen Organen (Ähre, Rübenkörper) zu messen und darzustellen. Eine zusätzliche Integration von Standortdaten ermöglicht es weiterhin, den Nutzpflanzenbestand optimal und mit geringstmöglichem Ressourcenverbrauch zu steuern. Bereits diese Ressourcenoptimierung führt zu einer Energieeinsparung in der Produktion.

Parallel werden auch „innere“ Eigenschaften der Pflanzen und Inhaltsstoffe gemessen. Das ermöglicht z. B. die Wahl des besten Erntezeitpunktes ebenso wie eine effizientere Selektion besonders geeigneter Pflanzentypen durch Züchtung. Reaktionen auf Stress wie Trockenheit und Hitze können objektiv quantifiziert werden. So wird der Pflanzenzüchtung eine raschere und objektiviertere Auswahl der bestgeeigneten Phänotypen ermöglicht.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Heiner Goldbach, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Weitere Informationen: www.cropsense.uni-bonn.de



Biologische Erzeugung von Energieträgern Pflanzenverarbeitung

Zentrum Bioraffinerie: Von der Nischenlösung zum Markttreiber

Die abgesicherte Produktion von Lebensmitteln und die gekoppelte stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe werden als Bausteine einer zukünftigen Rohstoffversorgung angesehen. Die Notwendigkeit zum Rohstoffwandel und Klimaschutz ist für Industrie- und mittelständische Unternehmen gleichermaßen Herausforderung und Chance. Insbesondere der Mittelstand hat allerdings nicht immer die Möglichkeiten, an derartigen Entwicklungen teilzuhaben.

Daher soll ein offenes verfahrenstechnisch orientiertes Entwicklungszentrum als Plattform dienen, auf der Detailfragen, Musterchargenherstellung oder komplexe Produktionskonzepte bearbeitet werden können. Fraunhofer UMSICHT hat mit Partnern aus der Industrie und der nordrhein-westfälischen Landesregierung mit dem Aufbau eines „Zentrums Bioraffinerie“ in Oberhausen begonnen. Hier sollen zentrale Schritte des Innovationsprozesses, wie Technologie- und Produktentwicklung sowie Aus- und Weiterbildung, kooperativ durchgeführt werden.

Das Center Biorefinery NRW (CEBYN) wird sich in der Aufbauphase auf aussichtsreiche Innovationsfelder, die ein großes Marktpotenzial, aber auch noch hohen Forschungs- und Entwicklungsbedarf aufweisen, konzentrieren. Im Fokus stehen dabei die Bereiche „Materialien und Chemikalien“, „Biotreibstoffe“ sowie „Verwertung von lignozellulosehaltiger Biomasse“. Diese Themen leiten sich unmittelbar aus der Diskussion um geeignete Bioraffineriekonzepte zur gekoppelten Produktion von Lebensmitteln und Rohstoffen ab.

Die Fortentwicklung und Demonstration von Prozessen und Prozessketten im Labor- und Technikumsmaßstab mit experimentellen Arbeiten soll ein wesentliches Ziel sein. Für den Erfolg einer Entwicklung sind oft „Anfassproben“ erforderlich. Daher sollen Produktmuster bzw. Musterchargen zur Markterschließung hergestellt werden können. Hierzu wurden beispielsweise eine Anlage zur Bandbeschichtung mit Biopolymeren und die Erweiterung einer Anlage zur Herstellung feinsten Partikel als Fördermaßnahme des Landes NRW umgesetzt.

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Görgo Deerberg, Fraunhofer UMSICHT

Weitere Informationen: www.umsicht.fraunhofer.de





Biologische Erzeugung von Energieträgern

Pflanzenverarbeitung

Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse

Der stetige Anstieg des Energiebedarfs und damit auch der Kohlendioxidemission bei beschränkter Verfügbarkeit fossiler Energiereserven stellt eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen dar. Die Forschung auf dem Gebiet der energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen gewinnt somit zunehmend an Bedeutung. Der Exzellenzcluster „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse“, koordiniert durch den Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen der RWTH Aachen (VKA), verfolgt einen interdisziplinären Ansatz zur Erforschung neuer biogener Kraftstoffe.

Es sollen auf möglichst effiziente Weise optimierte Kraftstoffe aus Biomasse entwickelt werden. Durch die Formulierung neuer Kraftstoffe mit spezifisch zugeschnittenen Eigenschaften soll das Potenzial effizienter und sauberer Niedertemperaturbrennverfahren für Verbrennungsmotoren erforscht werden. Im Gegensatz zu vielen heutigen Biokraftstoffen stehen die entwickelten Kraftstoffe durch den neuen selektiven Prozess zur Umwandlung des gesamten Pflanzenmaterials nicht im Wettbewerb zur Nahrungsmittelkette. Der interdisziplinäre Forschungsansatz folgt einem modellbasierten Verfahren:

Ausgewählte Kraftstoffkomponenten mit maßgeschneiderten Eigenschaften werden von den Anforderungen des Verbrennungsprozesses abgeleitet. Die Definition dieses Kraftstoffs wird von dem Forschungserfolg attraktiver katalytischer Umwandlungspfade und dem Aufwand für deren Produktion abhängen.

Das Vorhaben stellt somit eine gemeinsame Herausforderung für die Chemo- und Biokatalyse, die Prozess- und Systemtechnik, die Verbrennungsforschung und die Motorentchnik dar. Die enge Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen der RWTH sowie des Aachener Fraunhofer-Instituts für Molekulare Biotechnologie und Angewandte Ökologie und des Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung in Mülheim wurde durch das gemeinsam gegründete Kompetenzzentrum für Kraftstoff-Design (Fuel Design Center) gestartet.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger, RWTH Aachen University

Weitere Informationen: www.fuelcenter.rwth-aachen.de

Biologische Erzeugung von Energieträgern

Pflanzenverarbeitung

Herstellung biogener Treibstoffe aus Altfetten

Im Jahr 2030, so das ehrgeizige Ziel der EU, soll ein Viertel aller Kraftstoffe, mit denen Fahrzeuge bewegt werden, aus regenerativen Quellen kommen. In Nordrhein-Westfalen wird daher eifrig an den Kraftstoffen der Zukunft geforscht. Zum Beispiel in Oberhausen. Über das bei Fraunhofer UMSICHT entwickelte und patentierte greasoline[®]-Verfahrenskonzept können Altöle und -fette zu biogenem Diesel umgesetzt werden, der nicht nur seinem erdölbasierten Pendant, sondern auch den derzeit viel diskutierten Biomass-to-Liquid-Kraftstoffen in der chemischen Zusammensetzung sehr ähnelt. Im Gegensatz zum „herkömmlichen“ Biodiesel hat dieser Stoff nicht dessen Nachteile – er greift den Motor nicht an und kann deshalb auch bei Dieselmotoren zum Einsatz kommen, die nicht eigens umgerüstet sind auf den Biokraftstoff. Ein weiterer Vorteil: Bei der Herstellung entsteht kein Glycerin. Mehr noch: Derzeit bestehen Überlegungen, das als Koppelprodukt der Biodieselproduktion verstärkt auf den Markt drängende Glycerin als alternativen Einsatzstoff in Bioraffinerien zu Chemierohstoffen wie z. B. Propen umzusetzen.

Das greasoline[®]-Verfahrenskonzept bietet das Potenzial, in Bioraffinerien neben biogenen Fetten und Ölen all diejenigen Stoffe niedriger Qualität zu verarbeiten, die nach Ausschleusen der höherwertigen, nutzbaren Inhaltsstoffe übrig bleiben. Gemische pflanzlicher und tierischer Fette mit Anteilen freier Fettsäuren, die bei einigen Biodieselherstellungsverfahren sehr stören, und selbst freie Fettsäuren pur sind problemlos einsetzbar. Eine solch vollständige stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird dazu beitragen, dass sich Bioraffinerien im Qualitäts- und Kostenbenchmark der über Jahrzehnte etablierten petrochemischen Technologien und deren Produktionsstrukturen behaupten werden.

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Axel Kraft, Fraunhofer UMSICHT

Weitere Informationen: www.greasoline.de





Biologische Erzeugung von Energieträgern Pflanzenverarbeitung

Forschung für die Gaswirtschaft

Die Gaswirtschaft in Deutschland befindet sich im Wandel. Eine große Rolle spielt dabei die Diversifizierung der Bezugsquellen der Gase, die langfristig vorangetrieben wird, um ein möglichst hohes Maß an Versorgungssicherheit zu gewährleisten. So haben Biogase in den letzten Jahren sprunghaft an Bedeutung gewonnen. Vor diesem Hintergrund erscheint die Einspeisung von Biogasen in die Leitungsnetze der Gaswirtschaft immer attraktiver. Das Gas kann dann in Blockheizkraftwerken da verbrannt werden, wo nicht nur der Strom, sondern auch die Wärme genutzt werden kann. Diese Entwicklung betrifft nicht nur die großen Ferngasgesellschaften, sondern auch regionale und lokale Anbieter, Zulieferer der Gasindustrie und Betreiber und Hersteller von Biogasanlagen. Alles in allem also ein vielschichtiges Interessengeflecht, in dem kleine und mittelständische Unternehmen ebenso ihren Platz finden müssen wie große Konzerne.

An diesem Punkt setzt die Zusammenarbeit der E.ON Ruhrgas mit dem Kompetenzzentrum „Thermodynamik der Gase“ an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) an. Hier liegen die Interessen der Wissenschaftler zunächst im Bereich der Modellierung des Gesamtprozesses: von

der Biogaserzeugung über die Aufbereitung zu Bio-Erdgas bis hin zur Einspeisung in bestehende Pipelinesetze. Zudem steht die energetische Effizienz dabei im Fokus. Bis heute stößt die Modellierung der Biogasproduktion schnell an Grenzen. Aus diesem Grund wurde am Institut für Thermo- und Fluidodynamik der RUB ein Biogas-Labor eingerichtet, das sowohl systematische Studien zur Validierung von Modellen als auch konkrete Hilfestellungen bei Problemen mit Biogasanlagen in der Region ermöglicht.

Auch der Handel mit verflüssigtem Erdgas (Liquified Natural Gas, LNG) ist international kontinuierlich angestiegen. Daher werden zudem Fragestellungen der Verflüssigung, des Transports, der Lagerung und der Verdampfung von LNG untersucht. Langfristiges Ziel ist es, an der RUB einen Bio- und Erdgasschwerpunkt mit kurzen Wegen von der Forschung zur Innovation herauszubilden.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Roland Span, Ruhr-Universität Bochum

Weitere Informationen: www.rub.de/thermo

Biologische Erzeugung von Energieträgern

Bioökonomie

Machbarkeitsstudien für Bioenergie-Wertschöpfungsketten

Von Politik und Märkten gesetzte Rahmenbedingungen haben unmittelbare Auswirkungen auf Produktion, Umwelt, Betriebsstrukturen und Einkommen in Landwirtschaft und ländlichen Räumen Nordrhein-Westfalens. Der Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Südwestfalen in Soest beschäftigt sich deshalb über die Produktionstechnik hinaus mit betriebs- und volkswirtschaftlichen Fragen zur Bioenergie sowie zu weiteren, für ländliche Räume relevanten Erneuerbaren Energien.

Die ökonomische Forschung des Fachbereichs umfasst Politikfolgenanalysen sowie Machbarkeits- und Rentabilitätsanalysen für Bioenergie-Projekte verschiedenster Art. Diese werden im Rahmen von Projekt- und Abschlussarbeiten der Studierenden sowie in extern finanzierten angewandten Forschungsvorhaben durchgeführt, wobei ausgehend vom agrarwirtschaftlichen Aktionsfeld die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet wird. Dabei kann der Fachbereich von seiner Praxisnähe profitieren. In Soest steht ein ökonomisches Modell des NRW-Agrarsektors zur Verfügung, das Simulationsrechnungen unter sich ändernden Preis- und Politikbedingungen ermöglicht.

Aus den Ergebnissen lassen sich u. a. Erkenntnisse zu Flächennutzungs- und Produktionsverlagerungen, zu Rohstoffpotenzialen, zu Umweltwirkungen und Nährstoffströmen, zu Einkommens- und Strukturveränderungen sowie zur Politikevaluation und -gestaltung für ländliche Räume gewinnen.

Die Konkurrenzsituation um Nutzflächen zwischen Lebensmittel- und Bioenergieerzeugung hat der Bioenergieerzeugung zuletzt erhebliche Kritik eingebracht. Zur Einschätzung dieses Sachverhaltes und als Entscheidungshilfe zur Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurden deshalb in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer NRW drei Forschungsprojekte zu Struktur- und Einkommenswirkungen der Biogasproduktion in unterschiedlichen Teilregionen des Landes durchgeführt.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Jürgen Braun, Fachhochschule Südwestfalen

Weitere Informationen: www.fh-soest.de



Energienetze

Intelligente Energienetze

Mit der verstärkten Netzintegration regenerativer Energiequellen sowie dezentraler Stromerzeuger ergibt sich ein noch nie dagewesener struktureller Wandel innerhalb der elektrischen Energieversorgung. Mit diesem Wandel von einer zentralisierten Kraftwerks- und Netzführungsstruktur hin zu vielen verteilten, dezentralen Stromerzeugern wird deren vollständige systemkonforme Integration in den Versorgungsprozess eine unausweichliche Notwendigkeit. Im Besonderen wird bei einem hohen Ausbaugrad die Frage der Energiespeicherung zu beantworten sein.

Vor diesem Hintergrund arbeitet die Arbeitsgruppe „Energieversorgung“ der Hochschule für Technik und Wirtschaft Südwestfalen am Standort Soest an einem innovativen Systemkonzept zur intelligenten Vernetzung dezentraler Wandlerysteme zu einem virtuellen Kraftwerk. In diesem Ansatz bildet der multifunktionale Wechselrichter eine standardisierbare Schnittstelle zwischen den Energiequellen und dem Netz. Diese Smart-grid-Wechselrichter können unter den unterschiedlichsten Netzbedingungen und Lastbedingungen arbeiten. Dabei ist der Wechselrichter mittels internetbasierter Kommunikation direkt mit einem Prozessleitsystem vernetzbar.

Dieser Ansatz soll eine technisch und ökonomisch effiziente Vernetzung dynamischer Automatisierungsprozesse ermöglichen, die weit über die derzeitigen Anforderungen hinausgeht. Die Vernetzung und der Zusammenschluss der Smart-grid-Wechselrichter erfolgt über ein netzwerkbasierendes Managementsystem. Dadurch wird die Organisation, Betriebsführung, Optimierung sowie die Clusterbildung von virtuellen Kraftwerken und Smart Grids angestrebt. Mit diesen Forschungsarbeiten soll ein möglichst durchgängiges Systemkonzept für virtuelle Kraftwerke auf der Grundlage moderner Leistungselektronik sowie standardisierter Kommunikations- und Automatisierungstechnik entstehen. Das übergeordnete Ziel der Forschungsaktivitäten ist ein paritätisches Miteinander dezentraler und zentraler Energiesysteme, sowohl auf der Netz- als auch auf der Erzeugerseite.

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Egon Ortjohann,
Fachhochschule Südwestfalen

Weitere Informationen: www3.fh-swf.de/fbeet/index.htm



Energienetze

Neue Standards für die dezentrale Energieversorgung

Die Vorteile einer dezentralen Energieversorgung liegen auf der Hand: Die Nähe zum Endverbraucher ermöglicht verlustarme kurze Übertragungswege. Auch regenerative Energien können in dezentralen Stromnetzen effektiv genutzt werden. Das Forschungsprojekt SMEDEA an der TU Dortmund soll jetzt Wege und Standards erarbeiten, wie die gemessenen Daten von neuen elektronischen Zählern, welche ab 2010 auch dem Endkunden angeboten werden müssen (die sogenannten Smart Meter), für die Steuerung und den wirtschaftlichen Betrieb vernetzter dezentraler Energieerzeuger genutzt werden können.

In der praktischen Umsetzung sehen sich die Wissenschaftler mit einer Fülle von Problemen konfrontiert, die in diesem Zusammenhang ein optimales Zusammenwirken von Zählerdatenverarbeitung, Netzplanung und Netzbetrieb verhindert. Die informationstechnische Vernetzung der Komponenten stellt eine große technologische Herausforderung dar, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Hersteller von elektronischen Zählern derzeit unterschiedliche Kommunikationsstandards verwenden. Hierfür gilt es, Standards und Konzepte zu entwickeln und

diese in der Praxis zu erproben. Zusätzlich müssen z. B. auch datenschutzrechtliche Implikationen berücksichtigt werden.

Der Projektpartner Energieversorgung Oelde GmbH wird die Inbetriebnahme eines Smart-Metering-Netzes mit ca. 150 einzelnen Zählern durchführen. Dieses Pilotprojekt wird als Grundlage für die Feldversuche verwendet. Die zeitnahe automatische Verbrauchsdatenerfassung wird durch die EVB Energie AG realisiert. Die Testumgebung in den Labors des Lehrstuhls für Energiesysteme und Energiewirtschaft der TU Dortmund bietet die Plattform für die theoretischen Untersuchungen, bevor die Anlagen im Netz installiert werden. Die Ergebnisse des Pilotprojekts sollen zu 100 Prozent auf herkömmliche Netze übertragbar sein und deren Wirtschaftlichkeit als auch den effizienten Einsatz der dezentralen Energieerzeugung wesentlich verbessern.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz, Technische Universität Dortmund

Weitere Informationen: www.esw.e-technik.tu-dortmund.de





Energienetze

Sicherheit von Stromnetzen im Fokus

Schwerwiegende Störungen in den elektrischen Übertragungsnetzen verursachen oftmals großflächige Stromausfälle, wie beispielsweise die europaweite Störung im November 2006. Das Anfang 2009 gestartete Forschungsprojekt ICOEUR (Intelligent Coordination of Operation and Emergency Control of EU and Russian Power Grids) will in den nächsten drei Jahren wesentliche Anwendungen für Technologien zur Verbesserung des Betriebs und der Sicherheit großer elektrischer Energietransportnetze weiterentwickeln. Der Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft an der TU Dortmund arbeitet als Konsortialführer mit 22 Partnern aus der Europäischen Union und Russland zusammen und kümmert sich um das Projektmanagement und die Koordination.

Die internationale Kopplung von elektrischen Energietransportnetzen bietet eine Reihe von Vorteilen bei der Betriebssicherheit, bei der Integration von erneuerbaren Energien oder auch für den Energiehandel. Aus diesen Gründen wurde das europäische Verbundnetz (UCTE) seit seiner Einführung im Jahr 1951 ständig erweitert. Um Netze dieser Größenordnung störungsfrei betreiben zu können, sind

innovative Verfahren und Technologien notwendig, die im Rahmen von ICOEUR weiterentwickelt werden.

In diesem Zusammenhang ist einer der Forschungsschwerpunkte die Weiterentwicklung einer dynamischen „Weitbereichsmessung“, basierend auf zeitsynchronisierten Zeitmessungen im Hinblick auf die Erfassung gefährlicher Netzzustände. Hierbei erfolgt die Messung von Strom und Spannung an entfernten Orten zeitsynchronisiert durch ein GPS-Satellitensignal. Ein weiteres Forschungsthema ist die Entwicklung von innovativen Schutzsystemen, die mit Hilfe der dynamischen Weitbereichsmessung im Störfall automatische Gegenmaßnahmen einleiten. So könnte beispielsweise eine gezielte Netztrennung zwischen zwei Systembereichen eine Ausbreitung einer Störung von einem gestörten Netzbereich in einen ungestörten Netzbereich verhindern.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz, Technische Universität Dortmund

Weitere Informationen: www.esw.e-technik.uni-dortmund.de

Energienetze

Praxisgerechte Planung von Stromversorgungsnetzen

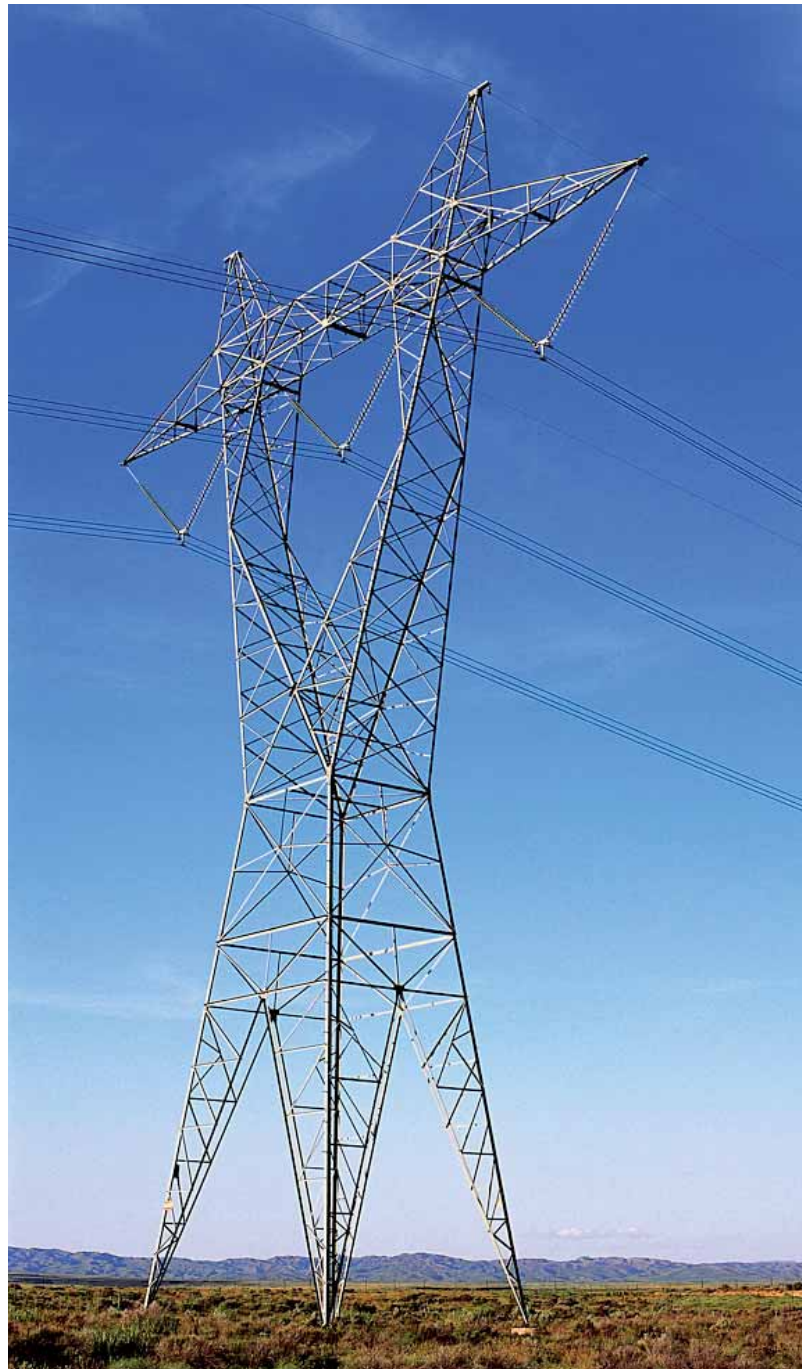
Durch die Regulierung elektrischer Netze erhöht sich der Kostendruck auf die Netzbetreiber. Für diese und für die Regulierungsbehörden stellt sich die Frage, welche Netze als effizient zu betrachten und welche Investitionen für eine nachhaltige Steigerung der Effizienz sinnvoll sind. Langfristig kosteneffiziente Netzstrukturen werden in der sogenannten Grundsatzplanung ermittelt. Dagegen werden kurz- und mittelfristig tatsächlich erschließbare Kostensenkungspotenziale in der auf der Grundsatzplanung aufbauenden Ausbauplanung identifiziert. Die Entwicklung der Netze erfolgt damit zwar grundsätzlich in Richtung höherer Kosteneffizienz, hohe Umbaukosten verhindern jedoch oftmals die Realisierung langfristig kostenoptimaler Netze.

Der Abbau veralteter Zwischenspannungsebenen ist beispielsweise langfristig effizient, da diese häufig zu unnötiger Redundanz und zu erhöhtem Planungsaufwand führen. Die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen verursacht jedoch häufig kurzfristig erhöhte Investitionen für die Verstärkung anderer Spannungsebenen. Auch andere Planungsziele, die bekanntermaßen langfristig effizient und sogar notwendig sind – beispielsweise um Anforderungen durch vermehrten Anschluss dezentraler Erzeugung zu erfüllen – erfordern kurzfristig meist zusätzliche Ausgaben.

Zu diesem Zweck wurde am Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der RWTH Aachen in Kooperation mit der Deutsche Telekom Stiftung ein rechnergestütztes Optimierungsverfahren zur Ausbauplanung entwickelt. Mit diesem Verfahren können die minimal erforderlichen zusätzlichen Kosten für das Erreichen langfristig effizienter Netzstrukturen quantifiziert werden. Auf diese Weise kann bewertet werden, welche Planungsziele für ein gegebenes Netz zu vertretbaren Kosten umsetzbar sind. Gleichzeitig ermöglicht es ein solches Verfahren, auf dem Alter der Betriebsmittel und auf der Netzstruktur basierende Kennzahlen zu definieren und zu verifizieren, mit denen bewertet werden kann, welche Zielvorgaben für dieses Netz besonders geeignet sind.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser,
RWTH Aachen University

Weitere Informationen: www.iaew.rwth-aachen.de





Energienetze

Optimierung kommunaler Energieversorgungssysteme

Um die ehrgeizigen energiepolitischen Ziele Deutschlands wie auch der Europäischen Union erfüllen zu können, sind Energieversorgungsunternehmen gezwungen, ihre Kosten- und Energieeffizienz zu steigern. Insbesondere kommunale Versorgungsgebiete, denen die Sektoren Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistung zugeordnet sind, bieten mit einem hohen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch ein großes Potenzial. Aus einer optimal aufeinander abgestimmten Planung der kommunalen Versorgungsnetze für Strom, Gas und Wärme ergibt sich ein erhebliches Potenzial zur Reduktion der Kosten und Steigerung der Energieeffizienz.

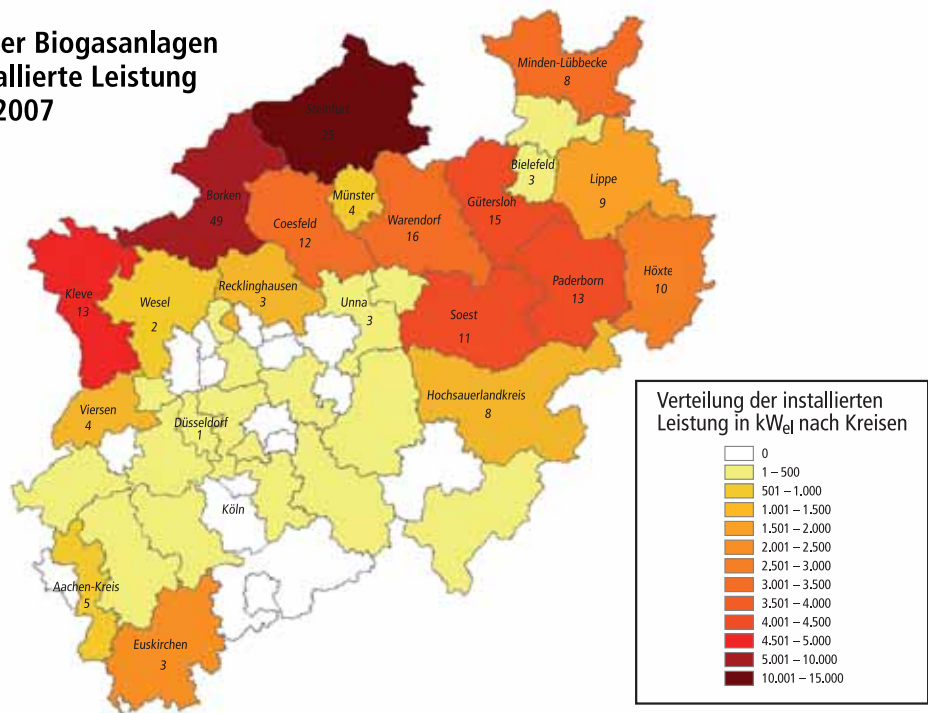
Energieversorgungssysteme setzen sich je nach Versorgungsaufgabe aus unterschiedlichen Versorgungskonzepten zusammen, die im Allgemeinen aus dezentralen Erzeugungsanlagen, Versorgungsnetzen und Heizsystemen bestehen. Allen Versorgungskonzepten ist eine Stromversorgung über das elektrische Verteilungsnetz gemein. Die Wärmeversorgung lässt sich entweder leitungsgebunden oder mittels dezentraler Erzeugungsanlagen realisieren.

Um Möglichkeiten zur Steigerung der Kosten- und Energieeffizienz optimal ausnutzen zu können und eine objektive Bewertung zu gewährleisten, wird am Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der RWTH Aachen ein rechnergestütztes Optimierungsverfahren entwickelt. Mit diesem können in einem integrierten Planungsprozess sowohl die optimalen Versorgungskonzepte bestimmt als auch Versorgungsnetze spartenübergreifend geplant werden. Die so ermittelten Energieversorgungssysteme ermöglichen einen Vergleich mit heute bereits bestehenden Systemen und erlauben direkte Rückschlüsse auf notwendigen Anpassungsbedarf und mögliche Effizienzgewinne. Die Arbeiten werden in Kooperation mit der Forschungsgesellschaft Energie an der RWTH Aachen durchgeführt.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, RWTH Aachen University

Weitere Informationen: www.iaew.rwth-aachen.de

Anzahl der Biogasanlagen und installierte Leistung in NRW 2007



Energieökonomie

Modellierung der räumlichen Verbreitung von Biogasanlagen

In den vergangenen Jahren hat die anaerobe Vergärung landwirtschaftlicher Reststoffe in Biogasanlagen in Deutschland einen starken Boom erfahren. Es ist daher eine interessante Forschungsfrage, den relativen Einfluss treibender techno-ökonomischer Kräfte auf die erwartete zukünftige Diffusion solcher Anlagen zu untersuchen. Besonders wissenswert dabei ist, wie sich der Wettbewerb um lokal begrenzt verfügbare Ressourcen auf die räumliche Ausbreitung dieser Technologie auswirkt.

Ziel eines Forschungsprojekts des E.ON Energy Research Centers der RWTH Aachen ist die Adaption und Erweiterung eines für die Schweiz entwickelten GIS-basierten Multi-Agenten-Simulationsmodells. Als zu untersuchende Modellregionen für das gegenständliche Projekt wurden Nordrhein-Westfalen und Bayern ausgewählt. Bei der Modellierung werden die wirtschaftlichen, technischen, rechtlichen und regionalen Rahmenbedingungen (Potenziale, Transportdistanzen der Rohstoffe,

Substratkosten) explizit berücksichtigt. Dem Simulationsmodell werden Biogas-Potenzialdaten auf Gemeinde- bzw. Kreisebene zugrunde gelegt. Das Diffusionsmodell ermöglicht die Berücksichtigung von drei verschiedenen Anlagengrößen (150 kW_{eI}, 500 kW_{eI} bzw. 1000 kW_{eI}). Die Simulationen erfolgen über den Zeithorizont 2008–2025. Einerseits wird dabei untersucht, inwiefern die aktuellen Einspeisevergütungen und andere Einflussparameter bestimmte Anlagentypen bzw. -größen in der Marktverbreitung begünstigen. Zum anderen werden die Potenziale und die Auswirkungen einer besseren Ausnutzung der Wärmeenergie auf die Wirtschaftlichkeit und Verbreitung der Anlagen analysiert.

Ansprechpartner: Prof. Dr. rer. soc. oec. Reinhard Madlener, E.ON Energy Research Center/FCN

Weitere Informationen: www.eonerc.rwth-aachen.de/fcn

Energieökonomie

Think-Tank für Energieökonomik

In Köln entsteht zurzeit ein bundesweit einzigartiges energiewirtschaftliches Forschungsinstitut: Das renommierte Energiewirtschaftliche Institut an der Universität zu Köln (EWI) wird mit Unterstützung des nordrhein-westfälischen Innovationsministeriums sowie der Energieunternehmen E.ON und RWE ausgebaut und zu einem europäischen Forschungsinstitut und „Think-Tank“ für Energieökonomik weiterentwickelt. Hier sollen innovative, wirtschaftswissenschaftlich fundierte Analysen und Szenarien der deutschen, europäischen und weltweiten Energiemärkte erstellt werden.

Das EWI widmet sich der Forschung, Lehre und Beratung in der Energieökonomik. Das Institut nutzt dabei detaillierte, computergestützte Modelle der europäischen Strom- und Gaswirtschaft, die im Institut entwickelt und ausgewertet werden. Untersucht wird, wie sich politische und wirtschaftliche Entscheidungen sowie technologische Entwicklungen auf die Märkte auswirken. Auftraggeber der Forschungsprojekte am EWI sind Bundes- und Landesministerien, Industrie sowie Verbände.

Aktuelle Schwerpunktthemen am EWI sind beispielsweise die Entwicklung des europäischen Energiemix in der Stromerzeugung, die Integration der erneuerbaren Energien, die Versorgungssicherheit in der europäischen Strom- und Gaswirtschaft sowie die Bewertung von großen Infrastrukturprojekten. Mit den zusätzlichen Mitteln wird die wissenschaftliche Substanz des Instituts weiter gestärkt, das bearbeitete Themenspektrum verbreitert und die Internationalisierung des Instituts vorangetrieben. Insbesondere werden am Institut neue Professoren- und Mitarbeiterstellen geschaffen sowie ein internationales wissenschaftliches Gästeprogramm eingerichtet.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Marc Oliver Bettzüge, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln

Weitere Informationen: www.ewi.uni-koeln.de



Energieökonomie

Auswirkungen verstärkter Windenergieeinspeisung

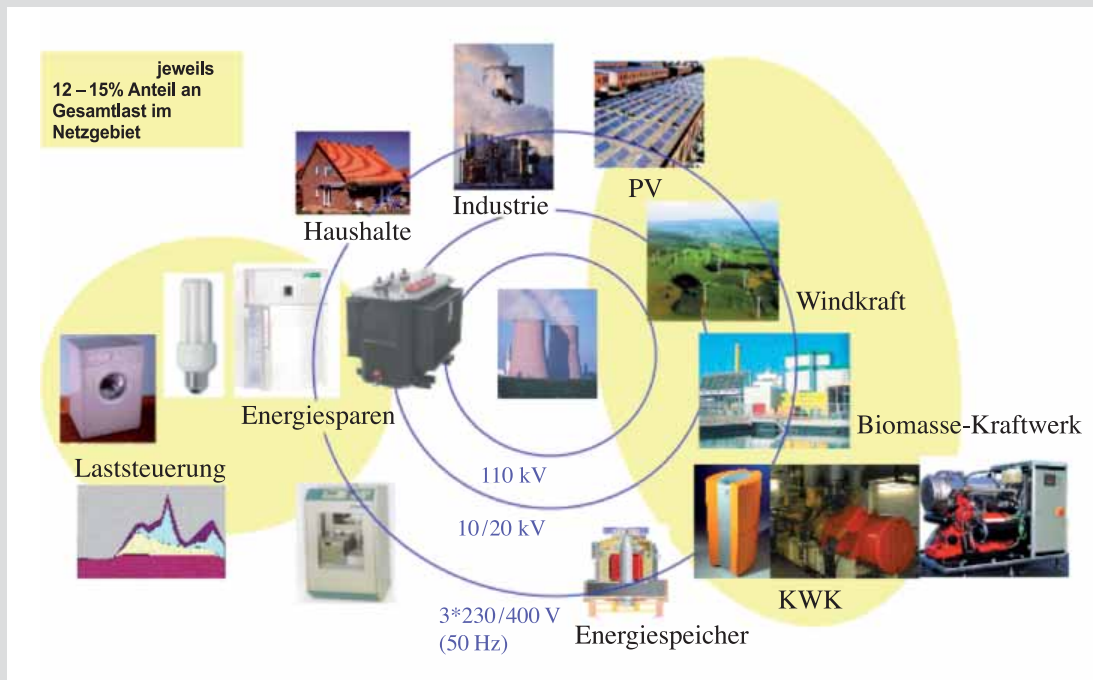
Der Lehrstuhl für Energiewirtschaft der Universität Duisburg-Essen untersucht im Rahmen mehrerer europäischer Projekte die Auswirkungen verstärkter Windenergieeinspeisung auf die europäischen Verbundnetze und Strommärkte. Durchgeführt werden diese Aktivitäten in Kooperation mit der Technischen Universität von Dänemark, der Universität Stuttgart, der Technischen Universität Wien sowie dem EWIS-Konsortium europäischer Verbundnetzbetreiber. Um die Auswirkungen auf Lastflüsse, Marktpreise und Reservevorhaltung detailliert zu betrachten, wird eine Kombination unterschiedlicher Modelle und Datenbanken verwendet. Wesentlich dabei ist, dass sowohl die Schwankungen in der Windenergieeinspeisung modelliert werden als auch die immer wieder auftretenden Prognosefehler. Ein weiterer, häufig vernachlässigter Aspekt ist, dass sich bei erhöhter Windstromerzeugung auch Veränderungen im konventionellen Kraftwerkspark ergeben. Es werden weniger Grundlastkraftwerke benötigt und hingegen mehr flexible, regelfähige Spitzenlastkraftwerke. Auch im Betrieb führt die Windenergieeinspeisung zu veränderten grenzüberschreitenden Lastflüssen und zu verändertem Kraftwerkseinsatz.

Durch detaillierte Simulationen lässt sich somit ermitteln, welche Auswirkungen auf Kraftwerks- und Netzbetrieb sowie Strompreise zu erwarten sind. Zum Beispiel zeigt sich, dass bei erhöhter Windenergieeinspeisung Deutschland seine Stromexporte erhöht. Umgekehrt muss bei Flaute gegebenenfalls verstärkt auf Importe zurückgegriffen werden. Es wird auch deutlich, dass durch die fluktuierende Windenergieeinspeisung tendenziell die Häufigkeit von Anfahrvorgängen und Teillastbetrieb bei konventionellen Kraftwerken zunimmt. Dies verursacht zusätzliche Kosten und auch erhöhten Energieverbrauch. Mit dem Modellinstrumentarium können diese Auswirkungen auch monetär bewertet werden. Die bisher durchgeführten Rechnungen legen nahe, dass die Zusatzkosten im Jahr 2015 bei mehreren hundert Millionen Euro liegen.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr. Christoph Weber,
Universität Duisburg-Essen

Weitere Informationen: www.ewl.wiwi.uni-due.de





Energieökonomie

Die Zukunft gestalten

INFRAFUTUR – das steht für die Zukunft von dezentralen Infrastrukturen. Unter diesem Namen hatte sich eine Forschungspartnerschaft zusammengefunden mit dem Ziel, „Perspektiven dezentraler Infrastrukturen im Spannungsfeld von Wettbewerb, Klimaschutz und Qualität“ zu erarbeiten. Mitglieder der Forschungspartnerschaft waren das Wuppertal Institut, der Verband kommunaler Unternehmen (VKU) e.V., der Verband kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung im VKU (VKS), die Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung im VKU (ASEW) sowie dreizehn kommunale Unternehmen der Ver- und Entsorgungsbranche.

Untersuchungsgegenstand war die Fragestellung, ob und gegebenenfalls wie dezentrale Infrastrukturen die entscheidende Grundlage für eine nachhaltige und umfassende Qualitätssicherung in den Sparten Energie, Wasser/Abwasser und Abfall darstellen. Im Forschungsmittelpunkt stand dabei die Erarbeitung von nachhaltigen Unternehmensstrategien, basierend u. a. auf Ökoeffizienzdienstleistung und eine Ausweitung der bisherigen Wertschöpfungskette.

Die Zukunft kommunaler Unternehmen hängt davon ab, wie sie diese Stärken einsetzen und gleichzeitig Gefahren verringern oder ausgleichen. Dabei müssen sie sich erfolgreich zwischen den betriebswirtschaftlichen Zielen, den Veränderungen der nationalen und internationalen Rahmenbedingungen sowie den Herausforderungen von Klima- und Ressourcenschutz bewegen. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, hat INFRAFUTUR für die jeweiligen Sparten und Unternehmenstypen Szenarien entwickelt und daraus strategische Empfehlungen abgeleitet. So hat die Forschungspartnerschaft INFRAFUTUR für die beteiligten Unternehmen eine Vielzahl an Erkenntnissen gebracht, die in die Fortentwicklung ihrer Strategien einfließen.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Manfred Fishedick, Nikolaus Richter, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Weitere Informationen: www.infracatur.de

Energieökonomie

Wirtschaftlichkeit von Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeugen

Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeuge (PHEF) ermöglichen die Substitution fossiler Treibstoffe durch regenerative Energieträger und eine Verbesserung der Luftqualität im urbanen Raum. Zudem ermöglichen PHEF eine Steigerung der Attraktivität elektrischer Individualmobilität, indem die heute noch starke Begrenzung der Reichweite rein elektrisch betriebener Fahrzeuge wegfällt. Für eine zügige Entwicklung des PHEF-Marktes und der damit verbundenen Vorteile sind jedoch erfolgreiche Geschäftsmodelle erforderlich, die sowohl für die Stromnetz- bzw. Infrastrukturbetreiber als auch für die Automobilisten, die dem Netzbetreiber ihre Batterien zur erweiterten Nutzung zur Verfügung stellen, Vorteile bieten. Hier setzt ein Forschungsprojekt des E.ON Energy Research Centers an der RWTH Aachen an. In einer Studie werden die allgemeinen Perspektiven für die Verbreitung von PHEF untersucht. Im Speziellen werden dabei die ökonomischen Aspekte der Nutzung von PHEF-Batterien als Speicher zur Stabilisierung des Stromnetzes in einem sich möglicherweise entwickelnden PHEF-Massenmarkt analysiert.

Als Voraussetzung zur Entwicklung geeigneter Geschäftsmodelle für die Netzeinbindung und Bewirt-

schaffung von PHEF-Batteriekapazitäten werden in dieser Studie ökonomische, rechtliche und technische Aspekte sowie deren Interdependenzen analysiert. Das Projekt erlaubt es weiter, detaillierte Wirtschaftlichkeits- und Simulationsrechnungen anzustellen. Diese beziehen neben unterschiedlichen Annahmen über das Benutzerverhalten und die verdrängten Fahrzeuge auch die erwarteten Technologie-, Produktions- und Preisentwicklungen bei den Lithium-Ionen-Batterien mit ein. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die explizite Berücksichtigung der Batterielebensdauer, welche wiederum von den Lade- und Entladeprofilen (und damit auch den Nutzungsgewohnheiten und der Inanspruchnahme durch den Netzbetreiber) abhängig ist. Letztlich sollen in diesem Forschungsprojekt die Präferenzen potentieller PHEF-Nutzer mit Hilfe einer deutschlandweiten repräsentativen Umfrage ermittelt werden.

Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr. rer. soc. oec. Reinhard Madlener, E.ON Energy Research Center/FCN

Weitere Informationen: www.eonerc.rwth-aachen.de/fcn



Fotonachweis

- Titelfoto: Forschungszentrum Jülich
Seite 4: Minister für Innovation, Wissenschaft,
Forschung und Technologie des Landes
Nordrhein-Westfalen
Seite 7: Christoph Kniel
Seite 9: Solar-Institut Jülich der FH Aachen
Seite 11: Universität Duisburg-Essen
Seite 12: Forschungszentrum Jülich
Seite 13: RWTH Aachen University
Seite 14: Universität Duisburg-Essen
Seite 15: RWE AG
Seite 16: ECN – Energy Research Centre of
the Netherlands
Seite 17: RWTH Aachen University
Seite 18: Forschungszentrum Jülich
Seite 19: Forschungszentrum Jülich
Seite 20: Forschungszentrum Jülich
Seite 21: Stadtwerke Jülich GmbH
Seite 22: DLR
Seite 23: DLR
Seite 24: DLR
Seite 25: IUTA
Seite 26: Ruhr-Universität Bochum
Seite 27: Forschungszentrum Jülich
Seite 28: ZBT GmbH
Seite 29: Max-Planck-Institut für Kohlenforschung
Seite 30: Forschungszentrum Jülich
Seite 31: RWTH Aachen University
Seite 32: Forschungszentrum Jülich
Seite 33: Fraunhofer ISE Labor- und Servicecenter
Seite 34: TÜV Rheinland Group
Seite 35: Planungsgruppe Drahtler GmbH –
Visualisierung 3d pixel company
Seite 36: WWU Münster
Seite 37: Fraunhofer UMSICHT
Seite 38: Solar-Institut Jülich der FH Aachen
Seite 39: Universität Bonn
Seite 40: Fachhochschule Südwestfalen
Seite 41: Forschungszentrum Jülich
Seite 42: Universität Bonn
Seite 43: Fraunhofer UMSICHT
Seite 44: RWTH Aachen University
Seite 45: Fraunhofer UMSICHT
Seite 46: Ruhr-Universität Bochum
Seite 47: Fachhochschule Südwestfalen

Seite 48: Fachhochschule Südwestfalen
Seite 49: TU Dortmund
Seite 50: TU Dortmund
Seite 51: RWTH Aachen University
Seite 52: Regionale Versorgung Höxter-Warburg
Seite 53: E.ON ERC
Seite 54: Bildagentur Fotolia GmbH
Seite 55: Vestas Central Europe
Seite 56: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt,
Energie GmbH
Seite 57: BMW Group

Cluster EnergieForschung.NRW

Völklinger Straße 4 (RWI Haus)
40219 Düsseldorf
www.cef.nrw.de

**Ministerium für Innovation,
Wissenschaft, Forschung und Technologie
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf
www.innovation.nrw.de

Redaktion:

Sabine Michelatsch

Gestaltung:

Larissa Wanner / Dipl.-Grafikdesignerin

Titelfoto:

Im Forschungszentrum Jülich werden Dünnschichtsolarzellen entwickelt und als Prototypen hergestellt. Im Bild wird eine Glasplatte als Träger in die Beschichtungsanlage eingespannt.

www.exzellenz.nrw.de

Exzellenz NRW steht für die Clusterstrategie am Wirtschafts- und Innovationsstandort Nordrhein-Westfalen. Die Landesregierung will Stärken stärken und die Exzellenzen in Nordrhein-Westfalen systematisch ausbauen. Ziel der Clusterpolitik ist es, ein günstiges Umfeld für Innovationen zu schaffen, das die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft stärkt und Wachstum und Beschäftigung stimuliert. Mehr zur Clusterstrategie des Landes und den 16 Clustern in Nordrhein Westfalen finden Sie unter www.exzellenz.nrw.de.



Produktgruppe aus vorbildlich bewirtschafteten
Wäldern und anderen kontrollierten Herkünften
www.fsc.org Zert.-Nr. GFA-COC-001472
© 1996 Forest Stewardship Council



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung