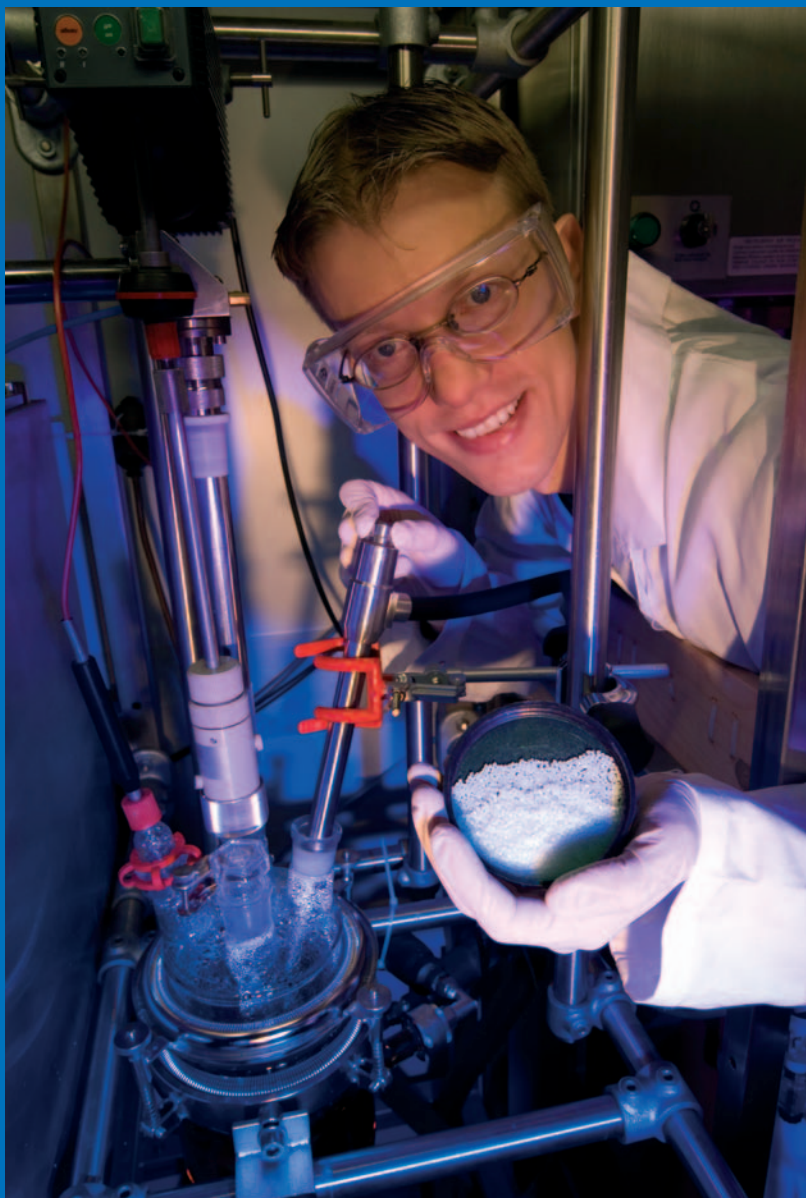
RWTH AACHEN
IM EXZELLENZWETTBEWERB



Inhalt

Vorwort

Förderlinie der Exzellenzinitiative zum projektbezogenen Ausbau der universitären Spitzenforschung: Zukunftskonzept
„RWTH 2020 – Meeting Global Challenges“
Bewilligung 2007 Seite 4

Förderlinie der Exzellenzinitiative: Graduiertenschule
„Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science“ (AICES)
Bewilligung 2006 Seite 12

Förderlinie der Exzellenzinitiative: Exzellenzcluster
„Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“
Bewilligung 2006 Seite 18

Exzellenzcluster
„Mobile Information und Kommunikation mit höchsten Datenraten“ (UMIC)
Bewilligung 2006 Seite 24

Exzellenzcluster
„Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse“
Bewilligung 2007 Seite 28

Impressum

Die Dynamik des Aufbruchs weitertragen

Die Exzellenzinitiative hat den Hochschulen wertvolle Chancen eröffnet, wichtige Zukunftsthemen mit besonderer Intensität anzugehen. In der RWTH setzte das Verfahren einen dynamischen Prozess in Gang, der kritische und konstruktive Diskussionen initiierte und die interdisziplinäre Teamarbeit in einer neuen Qualität förderte. Bereits diese Auseinandersetzung mit den Kernkompetenzen der Hochschule und die selbstkritische Analyse der Stärken und Schwächen haben eine nachhaltige Dynamik erzeugt.

Der Erfolg der RWTH Aachen mit nunmehr insgesamt drei Clustern, einer Graduiertenschule und dem Zukunftskonzept ist Ansporn und Herausforderung zugleich. Der Platz an der Spitze deutscher Universitäten verpflichtet ebenso wie er ermutigt. In jedem Falle aber wird neben der fachlichen Profilierung auch die Sichtbarkeit der RWTH im In- und Ausland erhöht. Die deutsche Hochschullandschaft im Allgemeinen und die RWTH Aachen im Besonderen sind damit im internationalen Wettbewerb besser gewappnet als jemals zuvor.

Diese Chance gilt es zu nutzen. Lassen Sie uns diese positive Aufbruchstimmung weiter tragen auf dem Weg zur integrativen interdisziplinären Universität der Zukunft.

Univ.-Prof. Dr.
Burkhard Rauhut
Rektor

Am 19. Oktober 2007 bei der Verkündung der Exzellenzergebnisse im Gästehaus der RWTH Aachen: der Staatssekretär im NRW-Innovationsministerium Dr. Michael Stückradt, NRW-Innovationsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart, RWTH-Rektor Univ.-Prof. Dr. Burkhard Rauhut, der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung Thomas Rachel sowie Aachens Oberbürgermeister Dr. Jürgen Linden (von links).

Förderlinie der Exzellenzinitiative zum projektbezogenen Ausbau der universitären Spitzenforschung:

Das Zukunftskonzept der RWTH: „RWTH 2020 – Meeting Global Challenges“

Das langfristige Ziel der RWTH Aachen ist der Wandel zu einer integrierten interdisziplinären technischen Hochschule. Das Zukunftskonzept der RWTH Aachen stellt in dieser Entwicklung die erste Stufe eines strategischen Hochschulentwicklungsplans dar. In den kommenden fünf Jahren soll das Ziel verfolgt werden, alle Forschungsaktivitäten, an denen die Universität beteiligt ist, auf ihre Kernkompetenzen zu fokussieren und sowohl interne als auch externe Kooperationen und Netzwerke auszubauen und zu verbessern.

Dem Zukunftskonzept liegen langfristige Ziele zugrunde, die durch entsprechende zielorientierte, sich ergänzende und miteinander vernetzte Maßnahmen erreicht werden sollen. In den nächsten zehn bis 15 Jahren verfolgt die RWTH Aachen folgende Ziele:

- die Schärfung des Profils der RWTH Aachen als eine integrierte technische Universität: durch die Fokussierung der gesamten Universität auf ihre Kernkompetenzen, durch die Befähigung aller Fakultäten, zu diesem Fokussierungsprozess beizutragen und durch die aktive Förderung interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen den Fakultäten;

- die Bewältigung von Forschungsherausforderungen mit hoher sozialer und globaler Relevanz; die Gewinnung und langfristige Bindung herausragender Studierender, Lehrender und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler; die Erlangung einer führenden Position im Bereich „Gender and Diversity“ unter den deutschen Universitäten; der Ausbau der internationalen Orientierung, des internationalen Einflusses und der Reputation.

In den Ingenieurwissenschaften nimmt die RWTH Aachen sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene eine Spitzenposition ein. Für die Zukunft ist es Ziel der RWTH, nicht nur die bestehenden Stärken zu stärken, sondern das Profil jeder einzelnen Fakultät zu schärfen und einen fachbereichsbezogenen Veränderungsprozess in Gang zu setzen. So werden die Forschungsaktivitäten auf die Kernkompetenzen der Hochschule und gleichzeitig auf das individuelle Profil jeder einzelnen Fakultät ausgerichtet.

Dieser Veränderungsprozess bedarf auf höchster Ebene einer Veränderung der Strategie der Hochschulleitung mit dem Ziel, durch institutionelle Maßnahmen und Einrichtungen die Entwicklung neuer (Spitzen-)Forschungsfelder zu unterstützen. Die RWTH wird jedoch nicht eine bestimmte Form der institutionellen Umstrukturierung einleiten, sondern strebt eine „Veränderungskultur“ als Grundprinzip für wissenschaftliche Kreativität, technologische Innovation und gesellschaftlichen Fortschritt an. In diesem Zusammenhang sind neue Leitungsprinzipien entwickelt worden:

- Wettbewerb auf allen Ebenen der Universität, flexible Förderungsstrukturen, Schaffung einer kreativen Unruhe sowie Nutzung von Synergien und Kooperationen.

In den kommenden fünf Jahren wird das Ziel verfolgt, alle Forschungsaktivitäten auf die Kernkompetenzen der Universität zu fokussieren und sowohl interne als auch externe Kooperationen und Netzwerke auszubauen und zu verbessern.

Das Zukunftskonzept der RWTH Aachen besteht aus vier aufeinander abgestimmten Maßnahmen:

1. die Schärfung des wissenschaftlichen Profils der Hochschule durch die Stärkung der Naturwissenschaften und die Förderung der interdisziplinären Forschung,

2. JARA – die Bildung einer Forschungsallianz Jülich-Aachen,

3. Menschen in Bewegung setzen – die Einführung eines universitätsumfassenden Personal- und Organisationsentwicklungskonzeptes sowie

4. die Stärkung der universitären Managementstrukturen.

Ziel der RWTH ist, nicht nur die bestehenden Stärken zu stärken, sondern das Profil jeder einzelnen Fakultät zu schärfen und einen fachbereichsbezogenen Veränderungsprozess in Gang zu setzen.

Maßnahme 1: Schärfung des wissenschaftlichen Profils

Die Maßnahme zur Schärfung des wissenschaftlichen Profils der RWTH unterteilt sich in zwei Aktivitäten: „Stärkung der Naturwissenschaften“ und „Förderung der interdisziplinären Forschung“:
Die Teilmaßnahme Stärkung der Naturwissenschaften dient dem Ziel, die Naturwissenschaften als eine der Kernkompetenzen der RWTH auszubauen und umzustrukturieren, um die Grundlage für einen nachhaltigen Austausch mit den Ingenieurwissenschaften zu gewährleisten. Einer der wesentlichen Aspekte, der diesen Überlegungen zugrunde liegt, ist die Intensivierung von Push-Pull-Effekten, in dem die Naturwissenschaften den Ingenieurwissenschaften neue Anregungen liefern („push“) und auf Anforderungen der Ingenieurwissenschaften reagieren („pull“). Außerdem sollen exzellente Nachwuchsforscher mit adäquaten Mitteln angeworben und innovative Ideen generiert werden. Die Umsetzung dieser Ziele erfolgt mithilfe von drei Instrumenten:

- ein Seed Fund für Ausstattung und Infrastruktur,
- die Einrichtung von Juniorprofessuren, die auf bisher unbesetzten Forschungsfeldern etabliert und als Anreiz hälftig in eine Daueranstellung überführt werden, sowie
- Undergraduate Funds, die den Fachgruppen zur Verfügung gestellt werden, um die Einbindung der Studierenden in Forschungsprojekte zu gewährleisten.

In der Teilmaßnahme „Förderung der interdisziplinären Forschung“ soll durch die Etablierung eines strukturierten Strategieprozesses die Identifikation und Etablierung zukünftiger interdisziplinärer Forschungsfelder angeregt werden. Besonders die stärkere Anbindung der Philosophischen Fakultät und der Fakultät für Wirtschaftwissenschaften in die Ingenieur- und Naturwissenschaften steht dabei im Fokus. Ein zukünftiges Forschungsfeld wird im Bereich Molekular- und Ingenieurwissenschaften entstehen.

In einem ersten Schritt werden Strukturen aufgebaut, die Raum für Kreativität schaffen und die Generierung neuer zukunftsweisender Ideen gewährleisten. Dazu wird der Exploratory Research Space @ RWTH Aachen geschaffen – ein physischer Ort, in dem Ideen entstehen, die durch einen Seed Fund unterstützt und in Pathfinder Projects (Wegbereiter) von sechs bis zwölf Monaten Laufzeit umgewandelt werden können. Pathfinder Projects können nach dieser Periode als Project Houses etabliert und durch einen Boost Fund finanziert werden. Sie haben eine Laufzeit von etwa zwei bis drei Jahren. Sind Project Houses zukunftsfähig, können sie sich nach dieser Laufzeit als Research Centres etablieren, die weitgehend durch Drittmittel finanziert werden. Diese

vier Elemente werden durch klar definierte Leitungs- und Entscheidungsstrukturen unterstützt.

In der Anfangsphase werden zwei Project Houses etabliert:

- Human Technology (HumTec): In diesem Project House wird interdisziplinäre Spitzenforschung zwischen der Philosophischen Fakultät sowie den Ingenieur- und Naturwissenschaften in zunächst zwei festgelegten Forschungsbereichen "Values, Norms, Governance" und "Behaviour, Communication, Acceptance" betrieben.

- Interdisciplinary Management Practice (IMP): IMP dient der interdisziplinären Kooperation zwischen Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft und den Kernforschungsbereichen der RWTH Aachen. In dem Project House werden zunächst zwei Forschungsbereiche entwickelt: "International Production Networks" und "Bringing Technologies to Markets".

Maßnahme 2: Jülich-Aachen Research Alliance (JARA)

Die RWTH Aachen und das Forschungszentrum Jülich (FZJ) haben einen strategischen Kooperationsvertrag für zukunftsweisende Forschungsfelder geschlossen. Dieses strukturelle Konzept einer neuartigen Kooperationspolitik besteht aus einer bilateralen Koordination strategischer Entscheidungen auf Leitungsebene, gemeinsamer Entwicklung von Strukturplänen und Forschungsprogrammen, gemeinsamer Auswahl und Ernennung von Professoren (RWTH) und Direktoren (FZJ), gemeinsamer Nutzung von Ressourcen und Ausstattung, gemeinsamer Lehre in internationalen Master- und Promotionsprogrammen sowie einem Karriereprogramm für Studierende und Nachwuchswissenschaftler.

Der JARA-Vertrag wird mit weiteren Sektionen um entsprechende Verträge erweitert werden. Das JARA-Konzept soll als Modell für ähnliche Partnerschaften mit außeruniversitären Institutionen dienen. Die internationale Einbindung von JARA erfolgt zunächst durch ein Austauschprogramm für Doktoranden, Bereitstellung von Mitteln für Nachwuchswissenschaftler (zum Beispiel für die Teilnahme an internationalen Konferenzen), ein Postdoc-Programm zur Anwerbung von internationalen Postdocs und ein Sabbatical Programm für Gastwissenschaftler.

Inhaltlich ist JARA in der ersten Phase in drei Sektionen aufgeteilt:

- **JARA-SIM:** Simulationswissenschaft,
- **JARA-BRAIN:** Translationale Hirnforschung,
- **JARA-FIT:** Zukunftweisende Informationstechnologie.

Jede JARA-Sektion wird von einem Leitungskomitee geführt und von einem wissenschaftlichen Beratungskomitee unterstützt. Am 8. November 2007 erfolgte die Vertragsunterzeichnung zur Gründung einer weiteren JARA-Sektion mit dem Schwerpunkt Energie.

JARA-SIM:
Die Sektion JARA-SIM befasst sich mit der Weiterentwicklung von Modellierungs-, Simulations- und Optimierungstechniken. JARA-SIM verbindet exzellente Forschung in Natur- und Ingenieurwissenschaften mit der Ausbildung von exzellentem Nachwuchs im Bereich der Simulation. Das Center for Computational Engineering Science, die im Rahmen der Exzellenzinitiative geförderte Graduiertenschule AICES und die German Research School for Simulation Science (GRS) sind in die Sektion eingebunden. Über die Kooperation besteht die Möglichkeit, auf die Supercomputer-Infrastruktur der weltweit höchsten Leistungsklasse des FZJ zurückzugreifen.

JARA-BRAIN:
Ziel von JARA-BRAIN ist es, neue Strategien zur Prävention, Diagnose und Therapie psychischer und neurologischer Hirnerkrankungen zu entwickeln sowie die Ergebnisse rasch in die klinische Erprobung, Anwendung und Prävention zu übertragen. Dabei ist ein Element die Etablierung von "Clinical Scientists" – Wissenschaftlern, die klinische Kompetenzen im Bereich psychiatrischer und neurologischer Krankheiten mit Kenntnissen der neurowissenschaftlichen Bildgebung verbinden. Für die Einführung solcher Positionen ist die Einrichtung mehrerer Juniorprofessuren vorgesehen.

JARA-FIT:
Im Rahmen von JARA-FIT wird die Kooperation im Bereich zukünftiger Systeme der Informationstechnologie auf ein neues Qualitätsniveau gebracht. Da bisherige Technologien in absehbarer Zukunft an physikalische und technologische Grenzen stoßen, müssen neue Materialien und Konzepte entwickelt und erforscht werden. Zusätzlich zu den beteiligten Instituten des Forschungszentrums Jülich und der RTWH Aachen werden zwei Nachwuchsforschergruppen eingerichtet, die in den Bereichen Theorie bzw. Experiment eine Brückenfunktion zwischen den Institutionen erfüllen.

Es gilt, kulturelle Vielfalt als Ressource zu erkennen und in alle Bereiche der Hochschule zu integrieren, um so international hochqualifizierte Studierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu gewinnen und an der Universität zu halten.

Maßnahme 3: Mobilising People

Ziel der Maßnahme "Mobilising People" ist die Einführung eines kohärenten Personal- und Organisationsentwicklungskonzeptes unter Berücksichtigung eines Diversity-Ansatzes. Es gilt, kulturelle Vielfalt als Ressource zu erkennen und in alle Bereiche der Hochschule zu integrieren, um so international hochqualifizierte Studierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu gewinnen und an der Universität zu halten. Kernpunkt dieser Maßnahme ist die Einrichtung einer Stabsstelle "Integration Team on Human Resources, Gender and Diversity Management". Um Gleichberechtigung und kulturelle Vielfalt in Lehre, Forschung und Verwaltung zu fördern, soll das Team einen Überblick über personenbezogene Aktivitäten an der RWTH Aachen – von der Gewinnung von Studierenden bis hin zur Betreuung von Alumni – erstellen, zu einer besseren Koordination bestehender Aktivitäten beitragen und identifizierte Lücken durch die Entwicklung geeigneter Programme schließen. "Mobilising People" startet mit fünf Programmen:

1. MINT-Kooperationsprogramm:
Das Programm umfasst zwei Aspekte. Zum einen sollen Dissertationen zum Thema "Gender and Diversity" sowie fachdidaktische Promotionen an der Schnittstelle zwischen Schulunterricht und aktueller Forschung in den Ingenieurwissenschaften unterstützt werden. Diese Themen sollen über Lehrerfortbildung in den Unterricht integriert werden. Zum anderen sollen über eine gezielte Rekrutierungspolitik für die Übergangsphase von der Schule zur Universität mehr Schüler und vor allem auch Schülerinnen für die so genannten MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) begeistert und für ein Studium gewonnen werden. Dazu werden von Doktorandinnen und Doktoranden vorbereitete Summer Schools durch Mentoringprogramme (SchoolTANDEM,TANDEMkids) ergänzt.

2. UROP:
In dem "Undergraduate Research Opportunities Programme" können bis zu 30 erfolgreiche Studierende pro Jahr projektbezogene Mittel beantragen, um an einem Institut ein Praktikum durchzuführen. Eine Datenbank, auf die Studierende der RWTH zugreifen können, ist die Basis des Programms, das auch für Studierende an Partneruniversitäten in den USA und Kanada angeboten wird.

3. Anwerbung von hochtalentierten Akademikerinnen und Akademikern durch ein proaktives internationales Rekrutierungskonzept:
Das Programm konzentriert sich zum einen auf die Rekrutierung von Talenten auf Graduiertem- und Doktorandenniveau, zum anderen auf Maßnahmen zur gezielten Anwerbung von Profes-

sorinnen und Professoren. Durch diese Maßnahmen soll unter anderem die Internationalisierung der Fakultäten vorangetrieben werden.

4. Starter Kits:
Dabei handelt es sich um Trainingsmodule für neuberufene Professorinnen und Professoren und Personen für zukünftige Leitungspositionen in der Hochschule (Dekanate, Dezernate etc.). Die Module umfassen ein reiches Angebot im Bereich Hochschulmanagement, Lehre, Führungskompetenz und Ähnliches.

5. Dual Career Programme:
In Zusammenarbeit mit der Stadt Aachen, den Universitäten Köln und Bonn, dem Forschungszentrum Jülich und anderen Kooperationspartnern wird Lebenspartnerinnen und -partnern von neuberufenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der RWTH die Möglichkeit zu einer befristeten Anstellung gegeben.

Maßnahme 4: Enhancing Corporate Governance

Mit dieser Maßnahme leitet die RWTH einen Umstrukturierungsprozess auf Leitungsebene ein, in dem Entscheidungsprozesse und das Mittelverteilungssystem gemäß neuer Leitungsprinzipien neu definiert werden. Die Kernelemente der Leitungsstrukturen sind:

Die Einrichtung eines Strategierates:
Die bestehenden Führungsstrukturen werden durch einen Strategierat erweitert, der als zentraler Impulsgeber und Koordinationsinstrument zwischen Rektorat und den Fakultäten die Umsetzung der strategischen Ziele der Hochschule sichern, die Hochschule in ihren Zukunftsplänen beraten und neue potenzielle Forschungsbereiche identifizieren wird. Der Strategierat setzt sich aus hoch angesehenen Wissenschaftern der Hochschule zusammen.

Professionalisierung des Fakultätsmanagements und flexible leistungsorientierte Mittelverteilung für neuberufene Professoren:
Durch die Einführung von neuem Verwaltungspersonal in den Fakultäten sowie einem Erfahrungsaustausch zwischen der Zentralen Hochschulverwaltung und den Fakultäten soll eine weitere Professionalisierung des Fakultätsmanagements erreicht werden. Die Ausstattung für neuberufene Professoren wird an die Erfolge in Forschung und Lehre geknüpft.

Neue Mittelverteilungspolitik zur Finanzierung neuer Ideen und zur Profilschärfung der Forschungsschwerpunkte der RWTH:
Im Rahmen dieser Aktivität wird es neue interne Fördermöglichkeiten wie "Seed Funds" zur Förderung neuer, risikoreichen Aktivitäten, "Boost Funds" zum Ausbau und zur Festigung etablierter, großangelegter Aktivitäten sowie "Bonus Funds" zur Belohnung von Wissenschaftlern und Forschern als Ansporn zur Bewerbung um hochdotierte Drittmittelprojekte geben.

Durch ein gezieltes Qualitätsmanagement- und Controllingsystem wird die Nachhaltigkeit des Zukunftskonzeptes gesichert, und zwar auch über die Förderungsperiode der Exzellenzinitiative hinaus.

Die RWTH Aachen ist sicher, mit dem Projekt "RWTH 2020: Meeting Global Challenges" die Forschung nachdrücklich zu fördern und die Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Maßstab deutlich zu steigern. Insofern hat die Exzellenzinitiative der RWTH Aachen wichtige Impulse auf ihrem Wege zu einer integrierten interdisziplinären Universität gegeben und ermöglicht jetzt eine konsequente Umsetzung. Die Dynamik dieses konzertierten Aufbruchs in die Forschungs- und Wissenschaftslandschaft von morgen gilt es jetzt zu nutzen und in die beschriebenen Maßnahmen einfließen zu lassen.

Projektteam
Exzellenzinitiative

Der kürzere und koordiniertere Weg zur Promotion

Die Graduiertenschule „Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science“ (AICES) bildet hochqualifizierte Doktoranden aus

Beim Thema Computational Engineering Science blicken mehrere Institute der RWTH Aachen auf eine lange konstruktive Zusammenarbeit zurück. Die Graduiertenschule „Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science“ (AICES) vereint die breite fachliche Kompetenz dieser Institute sowohl in der Forschung als auch in der Lehre. Der wissenschaftliche Schwerpunkt von AICES liegt auf der Analyse und dem Entwurf technischer Systeme in den Anwendungsgebieten der beteiligten Institute: den Materialwissenschaften, der Verfahrenstechnik, dem Verkehrswesen, der Elektrotechnik, der Biomedizintechnik und den Geowissenschaften. Die Lösung der zugrunde liegenden inversen Probleme und Multiskalenprobleme erfordert den Einsatz innovativer rechnergestützter Methoden zur Entwicklung mathematischer Modelle, zur Kopplung von Modellen auf unterschiedlichen Zeit- und Längenskalen und zum optimalen Entwurf und Betrieb komplexer technischer Systeme.

Das Graduiertenprogramm bietet Bachelor-Absolventen ein beschleunigtes Promotionsverfahren. Dazu wird eine kurs- und punktbasierte Masterphase mit einer intensiven Betreuung bei der Promotion kombiniert. Ein wichtiges Element der Graduiertenschule ist die umfassende Unterstützung für unabhängige Nachwuchsforschergruppen. AICES richtet drei Gruppen ein und bietet neuen wie bereits existierenden Nachwuchsgruppenleitern und -leiterinnen die Gelegenheit, Promotionsstipendien aus AICES-Mitteln zu vergeben. Alle durch die Graduiertenschule getragenen Promotionsstipendien werden in einem internen wettbewerblichen Auswahlprozess vergeben. In diesem Prozess werden besonders qualifizierte Promovierende verbindlich ausgewählt.

AICES wird unterstützt durch die bereits vorhandenen Aktivitäten an der RWTH Aachen im Bereich Computational Engineering Science (CES), darunter das etablierte Bachelor- und Master-Studienprogramm, dessen Kursangebot auch AICES-Teilnehmern und -Teilnehmerinnen offen steht. Das Center for Computational Engineering Science (CCES) dient als Kristallisationspunkt für die Forschungs- und Projektaktivitäten. Schließlich profitiert die Graduiertenschule von den neuen universitätsweiten Verbesserungen in der Promotionsausbildung.

Das AICES-Programm zielt darauf ab, ein integratives und hochgradig interdisziplinäres, forschungsorientiertes Ausbildungsprogramm für herausragende Studierende anzubieten. Dieses Programm läuft parallel zu den traditionell ausgerichteten Promotionsprogrammen in Naturwissenschaften und Maschinenbau. AICES bietet allen Beteiligten die Gelegenheit, solide Erfahrungen mit neuen Konzepten der Promotionsausbildung in Ergänzung zu den bereits bestehenden Promotionsprogrammen aufzubauen. Eine nicht unerhebliche Anzahl von Doktoranden und Doktorandinnen aus den beteiligten Instituten wird ebenfalls in die AICES Struktur integriert.

Ein wichtiges Element der Graduiertenschule ist die umfassende Unterstützung für unabhängige Nachwuchsforschergruppen.

Das AICES-Programm zielt darauf ab, ein integratives und hochgradig interdisziplinäres, forschungsorientiertes Ausbildungsprogramm für herausragende Studierende anzubieten.

Computersimulationen und neue Visualisierungstechniken der Graduiertenschule AICES helfen, die Ursachen von Blutschädigungen in mechanischen Assistenzsystemen für Herzen zu untersuchen. Im Bild der Prototyp einer implantierbaren Blutpumpe.

Eines der Kernelemente von AICES ist die Einrichtung eines Betreuungsteams für jeden Doktoranden und jede Doktorandin.

Neben etablierten analytischen und experimentellen wissenschaftlichen Ansätzen spielt das Computational Engineering eine wachsende Rolle und hat sich als eine dritte Säule in Forschung und Entwicklung etabliert. Für den Bereich des Computational Engineering sind folgende Entwicklungstrends derzeit absehbar:

- die wachsende Komplexität von physikalischen oder technischen Systemen (Komplexität),
- die Betrachtung einer steigenden Anzahl interagierender Zeit- und Längenskalen (Multiskalen),
- die Auseinandersetzung mit der Zunahme interagierender, gekoppelter physikalischer Phänomene (Multi-Physik),
- die Suche nach optimalen Entwürfen und Auslegungen technischer Systeme (Optimierung).

Um sich mit diesen Trends auseinander zu setzen, fördert die Graduiertenschule den Bereich des Computational Engineering in drei entscheidenden Bereichen:

1. Modellidentifikation unterstützt durch modellbasierten Entwurf und modellbasierte Auswertung von Experimenten (MEXA).

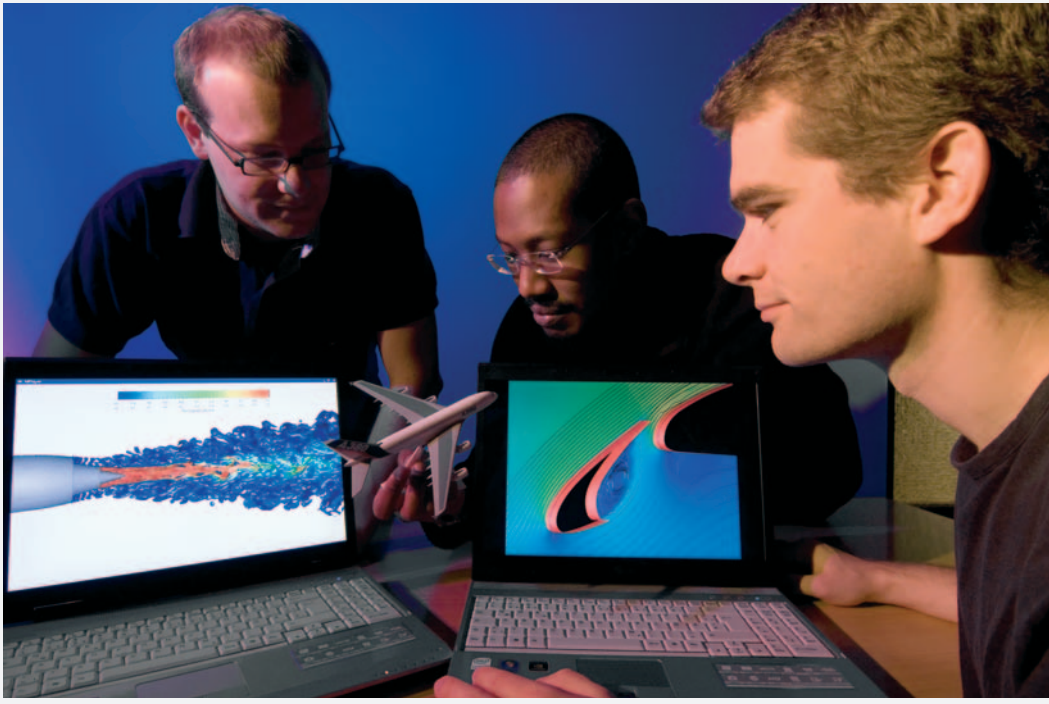
2. Methoden zur Untersuchung von Skalenwechselwirkungen und Skalenvernetzung.

3. Methoden zur Optimierung technischer Systeme.

Diesen verschiedenen Zielsetzungen ist gemein, dass sie Beispiele für inverse Probleme sind. Inverse Probleme unterscheiden sich von den direkten analytischen Problemen, die einen der Eckpfeiler im Bereich Forschung und Technik der letzten Jahrzehnte bildeten. In direkten rechengestützten Analyse-Problemen ist die Systemausgabe festgelegt als ein Ergebnis der gegebenen Systemcharakteristika und der Inputs in direkter Analogie zu einer experimentellen Analyse. Bei inversen Problemen hingegen werden Systeminputs, -parameter oder andere interne -charakteristika auf der Basis der Beobachtung und der Ergebnis-Messgrößen eines realen Systems oder den gegebenen Spezifikationen eines technischen Systems mit gewünschten Maßen festgelegt.

Der AICES-Lehrplan geht auf bekannte Kritikpunkte bezüglich der Promotionsausbildung ein: das relativ hohe Alter von Promotionsstudierenden, eine etwaige Isolation während der Promotionsarbeit und unzureichende internationale Erfahrungen. Einige bestehende Initiativen, beispielsweise die Graduierten-Kollegs (GRK) oder Sonderforschungsbereiche (SFB) mit ihren Doktorandengruppen, entschärfen diese Kritikpunkte und verbessern die Gegebenheiten für Promotionen an einzelnen Instituten. Die Graduiertenschule AICES möchte verschiedene bestehende Bemühungen in einem stimmigen Rahmen miteinander verbinden, um eine möglichst gute Unterstützung für den gesamten Forschungsbereich CES anbieten zu können. In

Wissenschaftler des Aerodynamischen Instituts befassen sich im Rahmen der Graduiertenschule AICES mit dem Lärmreduktionspotenzial für Tragfläche und Triebwerk eines Passagierflugzeugs. Wichtigstes Werkzeug ist hierbei die numerische Strömungssimulation.



AICES wird ein Programm angeboten, das interessant ist für Studierende aus der ganzen Welt, die einen Bachelor oder höheren Abschluss in den Bereichen Mathematik, Natur- oder Ingenieurwissenschaften vorweisen können. Für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Programms, unter ihnen auch die AICES-Stipendiaten und -stipendiatinnen, wird die Anfertigung der Masterarbeit gezielt mit den ersten Schritten der Promotionsforschung kombiniert und fokussiert so bereits die Thematik der späteren Doktorarbeit. Das Promotionsprogramm ist gemäß der dritten Phase des Bologna-Prozesses gestaltet.

Eines der Kernelemente von AICES ist die Einrichtung eines Betreuungsteams für jeden Doktoranden und jede Doktorandin. Es umfasst einen verantwortlichen Betreuer (eine Nachwuchswissenschaftlerin, einen Nachwuchswissenschaftler), einen Co-Betreuer (eine Professorin/einen Professor), einen Mentor (einen erfahrenen Promotionsstudierenden) sowie ein Mitglied des AICES Service-Teams. Ein

spezielles Team stellt die intensive Betreuung auf allen Ebenen sicher. Nachwuchswissenschaftler und -wissenschaftlerinnen werden als Betreuer eingebunden, um den Kontakt zu den Promovierenden zu intensivieren, sie zu begleiten und gleichzeitig die Unabhängigkeit des wissenschaftlichen Nachwuchses nach der Promotion zu fördern. Eine zusätzliche Unterstützung bietet das AICES Service-Team den Promovierenden direkt vor Ort.

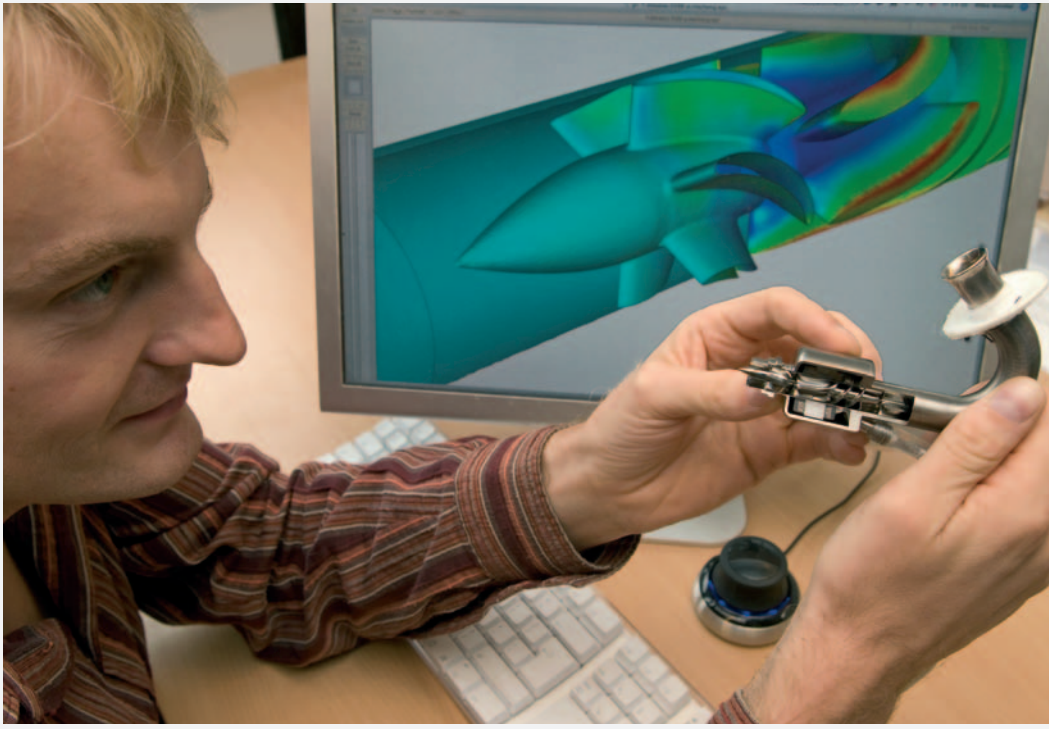
Die Graduiertenschule wird zunächst zwei und später drei Nachwuchsgruppen einrichten. Dies soll in Themengebieten erfolgen, die quer zu bereits bestehenden Forschungsvorhaben verlaufen, um so neue Kooperationen zu generieren. Denkbar sind Themengebiete wie die Optimierung von verteilten Systemen, die kontinuierlich-diskrete Optimierung sowie neu entstehende Gebiete der Systemanalyse. Diesen Nachwuchswissenschaftlern wird mindestens eine Promotionsstelle, besetzt mit einem AICES-Stipendiaten, gewährt. Zusätzliche Promotionsstellen können in einem wettbewerblichen Prozess zuerkannt werden. Außerdem werden die Gruppenleiter ermutigt, eigene extern geförderte Forschungsprojekte zu etablieren. Die Position des Leiters der Nachwuchswissenschaftler-Gruppe wird international ausgeschrieben. Ebenso wie im Emmy Noether-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft werden die Nachwuchswissenschaftler-Gruppen in die Partnerinstitute integriert, die thematisch den engsten Bezug haben.

Marek Behr, Nicole Faber

Univ.-Prof. Marek Behr Ph.D.
ist Inhaber des Lehrstuhls für Computergestützte Analyse Technischer Systeme und Wissenschaftlicher Direktor der Graduiertenschule „Aachen Institute for Advanced Study in Computational Engineering Science“ (AICES).

Nicole Faber, M.A.,
ist Geschäftsführerin der Graduiertenschule.

www.aices.rwth-aachen.de



Berechenbare Modelle unterstützen das Design von miniaturisierten, implantierbaren Blutpumpen. Der dargestellte Titanimpeller dreht sich mit 10.000 Umdrehungen pro Minute, daher ist ein besonderes Design erforderlich, um den Einfluss auf die Blutzellen zu verringern.

Neue Chancen für industrielle Standorte

Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“

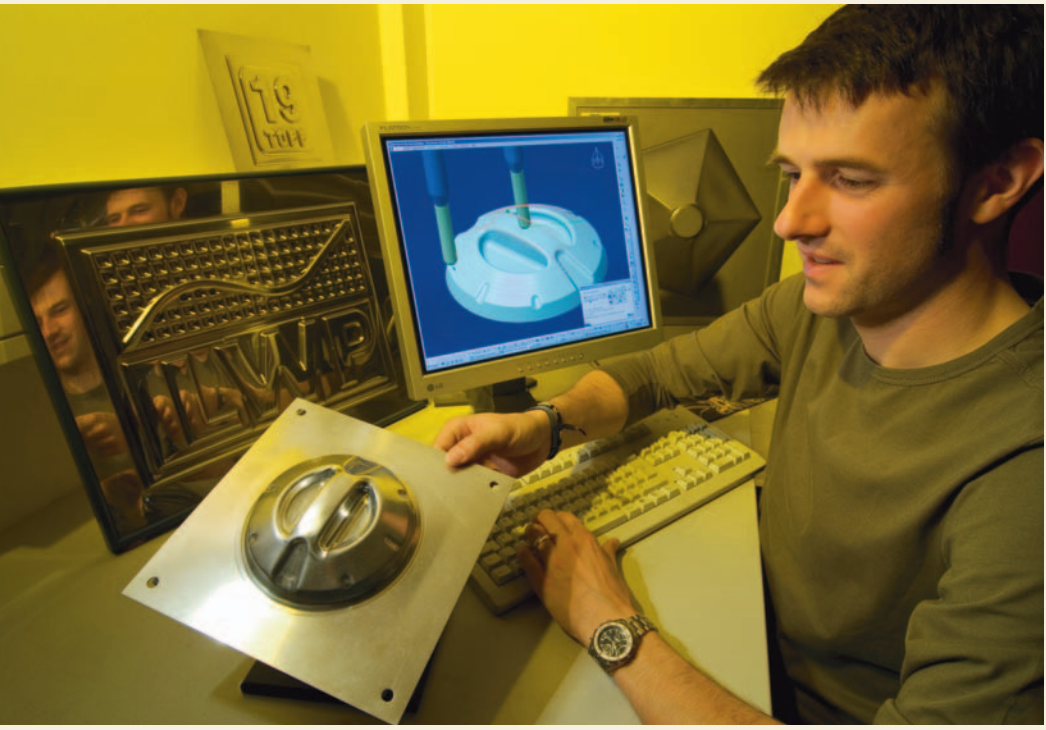
Produzierende Unternehmen aus Hochlohnländern geraten im globalen Wettbewerb zunehmend unter Druck durch Niedriglohnländer. Dies äußert sich beispielsweise in einem Anstieg der Verlagerungen von Fertigungsumfängen. Dieser Prozess gefährdet den Wohlstand in Europa. Hinsichtlich des europaweiten Wandels zu einer Dienstleistungsgesellschaft muss die starke Abhängigkeit von Dienstleistungen im industriellen Umfeld von der Produktion vor Ort berücksichtigt werden. Gleiches gilt für Forschung und Entwicklung. So führt die Abwanderung der Produktion auch zu einer nachfolgenden Verlagerung von Dienstleistungs-, Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten. Gerade in Deutschland kommt der Produktion eine besondere Rolle zu. Ungefähr 45 Prozent der sozialversicherungspflichtigen Erwerbstätigen werden dem produzierenden Gewerbe zugerechnet. 6,7 Millionen Erwerbstätige oder 25 Prozent arbeiten im verarbeitenden Gewerbe. Weitere 4 Millionen Erwerbstätige (15 Prozent) sind im Handel beschäftigt, der in vielen Bereichen eng mit dem verarbeitenden Gewerbe vernetzt ist. Um die Existenz der westlichen Produktionsstandorte zu sichern und ihre Handlungsfähigkeit im Wettbewerb zu verbessern, dürfen Länder mit hohen Lohnkosten nicht diejenigen sein, die dem Wettbewerbsdruck ausgeliefert sind, sondern müssen die Wettbewerbsarena aktiv gestalten. Um diese Ziele zu erreichen, wird im Rahmen des von Bund und Ländern geförderten Exzellenzclusters an der RWTH Aachen die „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ entwickelt. Durch die Auflösung der wesentlichen Spannungsfelder in den Herausforderungen der Produktion wird die Herstellung kunden- und marktgerecht individualisierter Produkte zu Preisen von Massenware bei minimalem Planungsaufwand angestrebt. Speziell auf Hochlohnländer zugeschnitten werden Konzepte und Methoden für wandelbare Organisationen und Technologien in Produktionssystemen entwickelt, die alle Produktionsfaktoren einschließlich menschlicher Arbeitskraft adressieren und so signifikante Wettbewerbsvorteile für Hochlohnländer realisieren sollen.

Der Wettbewerb zwischen Produzenten in Hoch- und Niedriglohnländern spielt sich typischerweise in zwei Spannungsfeldern ab: der Planungs- und der Produktionswirtschaftlichkeit. Produktionswirtschaftlich fokussieren Niedriglohnländer bisher vordergründig auf Economies of Scale; in Hochlohnländern erfolgt notwendigerweise eine Positionierung zwischen Economies of Scale und Economies of Scope. In der zweiten Dimension, der Planungswirtschaftlichkeit, bemühen sich die Hersteller aus Hochlohnländern um eine kontinuierliche Optimierung der Prozesse mit entsprechend anspruchsvollen, kapitalintensiven Planungsinstrumenten und Produktionssystemen, während in Niedriglohnländern einfache, robuste wertstromorientierte Prozessketten als Lösung angesehen werden. Um einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil für

Ein digitaler Planungstisch im Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“: Wissenschaftler des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) unterstützen Firmen bei der Neuplanung von Fabriken.

Um die Existenz der westlichen Produktionsstandorte zu sichern und ihre Handlungsfähigkeit im Wettbewerb zu verbessern, dürfen Länder mit hohen Lohnkosten nicht diejenigen sein, die dem Wettbewerbsdruck ausgeliefert sind, sondern müssen die Wettbewerbsarena aktiv gestalten.

Mit Hilfe eines CAD-CAM-Systems werden am Institut für Bildsame Formgebung im Rahmen des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer" schnell und wirtschaftlich Prototypen ebenso wie kleine Serien komplizierter Blechbauteile hergestellt.



Produktionsstandorte in Hochlohnländern zu erzielen, reicht eine bessere Positionierung innerhalb der beiden Spannungsfelder Economies of Scale versus Economies of Scope sowie Planungsorientierung im Gegensatz zu Wertorientierung nicht mehr aus. Der Schlüssel zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Hochlohnländern besteht vielmehr in einer weitgehenden Auflösung der Spannungsfelder, die das sogenannte Polylemma der Produktion bilden.

Die Gestaltung und der Betrieb heutiger Produktentstehungsketten erfordert das Zusammenwirken einer Vielzahl von Faktoren. Dabei wird die Wettbewerbsfähigkeit maßgeblich durch den erreichten Grad einer horizontalen und vertikalen Integration von Produktentstehungsketten geprägt. Die wesentlichen fünf Gestaltungsfelder einer Produktentstehungskette sind die Organisation von Produktionsbetrieben, die Produktionsmaschinen und Automatisierung,

Virtuelle Produktionssysteme, entwickelt im Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“, erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit – hier wird eine Werkzeugmaschine virtuell ausgelegt.

die Prozesstechnologien, die Werkstoffe sowie die Informationstechnologie. Die Qualität und Leistungsfähigkeit der Produktentstehungskette, also der Geschäfts- und Produktionsprozesse, wird durch das Zusammenwirken der einzelnen Gestaltungfaktoren über alle Gestaltungsfelder hinweg bestimmt. Interdisziplinarität und Integrativität sind daher Schlüsselfaktoren für eine Produktionstechnik für Hochlohnländer und die damit verbundene Auflösung des Polylemmas der Produktionstechnik.

Die integrative Produktionstechnik betrachtet somit das Zusammenwirken und die Wechselwirkungen der relevanten Gestaltungsfaktoren eines Produktionssystems und konzentriert sich auf die Entwicklung der notwendigen Ansätze, Methoden und Technologien, die eine Umsetzung von integrativen Ansätzen zur Auflösung des Polylemmas der Produktionstechnik in der betrieblichen Praxis ermöglichen. Hierzu werden kohärente Beschreibungs- und

Interdisziplinarität und Integrativität sind daher Schlüsselfaktoren für eine Produktionstechnik für Hochlohnländer und die damit verbundene Auflösung des Polylemmas der Produktionstechnik.

Erklärungsmodelle sowie geeignete Gestaltungsansätze und methoden mit der zur Umsetzung notwendigen Werkzeugen und Technologien entwickelt. Langfristiges Ziel ist die Entwicklung einer ganzheitlichen, wissenschaftlichen Theorie der Produktionswissenschaft.

Der Ausbau wertschöpfender Produktionsaktivitäten in Hochlohnländern erfordert eine stärkere Fokussierung der produktionswissenschaftlichen Forschung auf relevante Handlungsfelder. Die Bewertung eines Forschungsergebnisses wird dabei neben der Ergebnisqualität auch Faktoren der volkswirtschaftlichen Relevanz mit einbeziehen. Dieses Kriterium beinhaltet eine Bewertung des Branchenfokus und der Bedeutung der gewählten Branche für die Volkswirtschaft sowie die Berücksichtigung praxisrelevanter Anforderungen aus dem industriellen Alltag.

Für die nachfolgenden Ausführungen sollen daher einige der für Deutschland primär relevanten Branchen der produzierenden Industrie zur Erläuterung der Ansätze einer integrativen Produktionstechnik in den Vordergrund gestellt werden. Im Einzelnen sind dies:

Automobilindustrie:
Fahrzeugproduktion einschließlich der vorgelagerten Wertschöpfungsketten der Zulieferer.

Luftfahrtindustrie:
Entwicklung, Herstellung, Verarbeitung und Montage von Flugzeugen und ihren Komponenten. Maschinen- und Anlagenbau.

Energietechnik:
Herstellung der Komponenten von Verdichtern und Turbinen.

Diese Branchen stehen in Deutschland innerhalb des verarbeitenden Gewerbes für fast 30 Prozent des Nettoproduktionswertes und zählen zu den Hochtechnologiebranchen in der Produktionstechnik.Neben dieser branchenbezogenen Fokussierung stellt sich die Frage nach den relevanten Produktsegmenten einer Produktionstechnik in Hochlohnländern. Hierbei müssen zwei Betrachtungsperspektiven unterschieden werden:

Produktionstechnik als Produkt:
Produktionstechnik kann im Sinne von Maschinen, Geräten, Informationstechnik und entsprechenden Dienstleistungen als Produkt aufgefasst werden, das weltweit vertrieben wird.

Produktionstechnik als Mittel zur Herstellung von Produkten:
Bei dieser Betrachtungsperspektive steht das Produktionssystem im Vordergrund, mit dem in Hochlohnländern unterschiedliche Produkte hergestellt werden. Sie umfasst die unterschiedlichen Aspekte der oben genannten Gestaltungsfaktoren. Eine nachhaltig erfolgreiche Strategie für die Entwicklung der produzierenden Industrie in Hochlohnländern sollte dabei beide Perspektiven gleichermaßen berücksichtigen. Die in Hochlohnländern entwickelte Produktionstechnik muss sowohl die Märkte in Hoch- als auch Niedriglohnländern adressieren.

Darüber hinaus geht es darum, Gestaltungskonzepte zur Erschließung von langfristigen Wettbewerbsvorteilen für in Hochlohnländern produzierende Unternehmen zu finden.

Christian Brecher,
Frank Possel-Dölken,
Lutz Schapp

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher
ist Sprecher des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ und hat den Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen inne.

Dr.-Ing. Frank Possel-Dölken
ist Geschäftsführer des Exzellenzclusters.

Dipl.-Ing. Lutz Schapp
wird ab Januar 2008 die Geschäftsführung des Exzellenzclusters übernehmen.

www.production-research.de

Langfristiges Ziel ist die Entwicklung einer ganzheitlichen, wissenschaftlichen Theorie der Produktionswissenschaft.

Die Zukunft der mobilen Datenübertragung

Der Exzellenzcluster "Ultra High-Speed Mobile Information and Communication" (UMIC)

Zu Beginn der 90er Jahre waren Mobiltelefone noch sehr exklusive Geräte für einen kleinen Kreis von Nutzern, der vor allem aus Geschäftsleuten bestand. Das Internet wurde gerade erst öffentlich zugänglich und 1993 nahm der erste grafikfähige Webbrowser seinen Dienst auf. Heute, rund 15 Jahre später, gibt es in Deutschland genauso viele registrierte Mobiltelefone wie Einwohner und das Internet wird auch in Privathaushalten intensiv genutzt. Die Weiterentwicklung der Mobilfunksysteme zielt vor allem auf Datendienste. In Zukunft wird die mobile Datenübertragung im Vergleich zu den Sprachverbindungen deutlich wachsen. Das Internet wird mobil. Eine Vielzahl neuer „mobiler" Anwendungen und Dienste werden entstehen.

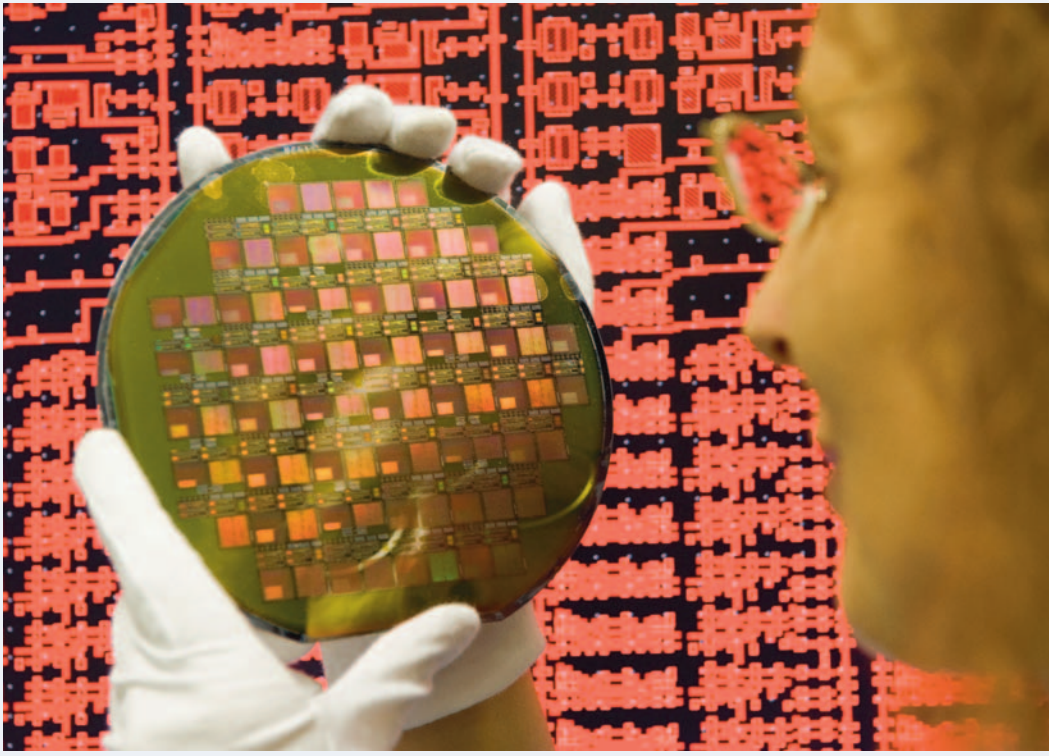
Der Mobilfunk hat gegenüber dem Festnetzzugang aber mit besonderen Problemen zu kämpfen. Auf Grund der bestehenden Beschränkungen der Bandbreite, der wechselnden Übertragungsqualität und der Mobilität ist es wesentlich schwieriger, hohe Datenraten zu übertragen. Noch problematischer ist es, vielen Nutzern in einem enger begrenzten Gebiet gleichzeitig hohe Datenraten zur Verfügung zu stellen. Heutige Systeme versprechen zwar schon Werte im DSL-Bereich, also zwei Megabits pro Sekunde. Diese Werte können aber nur unter idealen Bedingungen erreicht werden, die praktisch fast nie gegebenen sind. Mobile Informations- und Kommunikationssysteme der Zukunft müssen um Größenordnungen bessere „Dienstgüten" erreichen als heutige Systeme. Gemessen wird diese Dienstgüte unter anderem an den tatsächlich erreichten Datenraten, an kurzen Antwortzeiten und an der Verbindungsverfügbarkeit und -zuverlässigkeit. Gleichzeitig müssen die Nutzungsentgelte günstig sein, damit neue Anwendungen auch angenommen werden.

Genau dieser Herausforderungen nimmt sich der Exzellenzcluster UMIC: „Ultra High-Speed Mobile Information and Communication" (Mobile Information und Kommunikation mit höchsten Datenraten) an. Weiterentwicklungen in den verschiedenen Teilgebieten werden dabei deutliche Verbesserungen bringen. Um die erforderlichen großen Fortschritte zu erreichen, ist aber eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit der beteiligten Disziplinen erforderlich.

Die UMIC-Forschung wird von drei Pfeilern getragen:
„Mobile Applications and Services" behandelt anspruchsvolle Schlüsselanwendungen und deren Wechselwirkungen mit der mobilen Funkübertragung. „Wireless Transport Platform" umfasst Funknetzarchitekturen und Endgeräte. „RF Subsystems and SoC Design" befasst sich mit dem Entwurf hochkomplexer analoger und digitaler Schaltungen.

In allen Forschungsbereichen werden neuartige formale Methoden und Software-Werkzeuge für den Entwurf, die Optimierung und den Betrieb von Komponenten und Systemen eingesetzt, die im übergreifenden Bereich „Cross Disciplinary Methods and Tools" erforscht werden.

Architekturen höchstintegrierter Systeme sind ein Forschungsthema des Exzellenzclusters UMIC. Im Bild ein Wafer des Lehrstuhls für Allgemeine Elektrotechnik.



Es hat sich wiederholt gezeigt, wie schwierig Vorhersagen zu treffen sind, welche Anwendungen und Dienste im Markt erfolgreich sein werden und welche sich nicht durchsetzen können. Zukünftige Systeme müssen vielfältige Nutzungsmöglichkeiten bieten. Kreative Köpfe werden auf dieser Basis interessante neue Anwendungen entwickeln, die wir uns teilweise heute noch gar nicht vorstellen können. Dieses Forschungsgebiet befasst sich daher mit Anwendungstypen wie beispielsweise der mobilen Multimediaübertragung mit hoher Qualität oder der Peer-to-Peer-Kommunikation, bei der die Information von einer großen Nutzerzahl geliefert wird und dann wiederum vielen Anwendern kontextabhängig zur Verfügung steht.

Das Rückgrat zukünftiger Mobilfunkplattformen sind intelligente, mobile, breitbandige und kostengünstige Systeme, die die jeweiligen Umge-

Eine besondere Herausforderung für die Höchstintegration sind flexible Hochfrequenz-Teilsysteme, die es den mobilen Endgeräten ermöglichen, das jeweils optimale Übertragungsverfahren zu wählen.

bungsbedingungen und Situationen erkennen, die optimalen Übertragungsformen bestimmen und sich entsprechend anpassen. Dabei müssen die Systeme permanent ausgewogene Kompromisse zwischen widerstrebenden Anforderungen wie Datenraten, Reichweite und Energieaufnahme finden. Um zukünftige höchstratige Dienste zu akzeptablen Preisen anbieten zu können, sollten diese Systeme kostengünstig herzustellen, zu installieren und zu betreiben sein. Sie müssen daher flexibel, selbstkonfigurierend und hochintegrierbar sein.

Eine besondere Herausforderung für die Höchstintegration sind flexible Hochfrequenz-Teilsysteme, die es den mobilen Endgeräten ermöglichen, das jeweils optimale Übertragungsverfahren zu wählen. Die digitalen Teilsysteme werden zukünftig aus einer größeren Anzahl parallel arbeitender Prozessoren (Rechnerkerne) bestehen, die eine Vielzahl unterschiedlicher Signalverarbeitungsaufgaben und Anwendungen ausführen können. Der Entwurf solch komplexer Systeme stellt aber ebenfalls eine äußerst große Herausforderung dar. Auch Methodiken und Werkzeuge für den Entwurf müssen daher signifikant weiterentwickelt werden. Da diese Systeme nur auf der Basis zukünftiger Silizium-Technologien hergestellt werden, liegt es nahe, deren zu erwartende Möglichkeiten und Nachteile schon jetzt zu berücksichtigen.

Methoden und Werkzeuge, die alle Forschungsbereiche von UMIC betreffen, sind unter anderem Verhalten und Zuverlässigkeit komplexer Systeme, Datenschutz und Datensicherheit sowie Energieeffizienz. Ein wesentlicher neuer Aspekt der UMIC-Forschung ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Gruppen. Auf dieser Ebene können unterschiedliche Erfahrungen und Sichtweisen in die Problemanalyse eingebracht werden, um so neue Lösungen zu finden und diese dann in allen Ebenen zu nutzen.

Ein wesentliches Element der Forschung in den Ingenieurdisziplinen sind Machbarkeitsnachweise, mit deren Hilfe beispielsweise überprüft wird, ob eine theoretisch vorhergesagte Verbesserung tatsächlich erzielt werden kann oder ob sie möglicherweise durch unvorhergesehene Effekte überkompensiert wird. Der Bau kompletter System-Prototypen würde den Rahmen eines Forschungsclusters sprengen. Daher liegt der Fokus auf dem Bau besonders kritischer und neuartiger Komponenten und der Verifikation der Konzepte mit skalierten Prototypen und durch Simulationen.

Neben der Förderung von Forschungsarbeiten ermöglicht der Cluster auch Verbesserungen der Infrastruktur: Mit dem UMIC-Lab wird ein neues Gebäude errichtet. Dort können die interdisziplinären Forschungsteams gemeinsam arbeiten. Außerdem werden dort die entwickelten Komponenten und Simulatoren zu einem gemeinsamen Prototyp-System integriert, das einerseits der Forschung dient, andererseits aber auch hilft, Besuchern aus Industrie und Wissenschaft die Forschungsarbeiten zu veranschaulichen. Die Förderung des Clusters läuft zunächst über fünf

Mit dem UMIC-Lab wird ein neues Gebäude errichtet. Dort können die interdisziplinären Forschungsteams gemeinsam arbeiten.

RWTH-Wissenschaftler erarbeiten die Konzepte für die nächste Generation des Mobilfunks. Die Teilprojekte des Exzellenzclusters UMIC umfassen unter anderem Übertragungstechnik, Funknetzarchitekturen und Anwendungen.

Jahre. Schon bei der Antragstellung haben zahlreiche namhafte Firmen aus dem Mobilfunkbereich großes Interesse an UMIC gezeigt und ihre Absicht bekundet, sich an dem Cluster zu beteiligen. Es ist ein wichtiges – und nach Überzeugung der Beteiligten – erreichbares Ziel, die Fortführung der Aktivitäten gegebenenfalls auch ohne öffentliche Förderung und nur mit eingeworbenen Drittmitteln zu sichern – ein Ziel, das auch im Sinne der Nachhaltigkeit der Exzellenzinitiative ist.

Gerd Ascheid

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Ascheid
hat den Lehrstuhl für Integrierte Systeme der Signalverarbeitung (ISS) inne und ist Koordinator des Exzellenzclusters UMIC an der RWTH Aachen.

www.umic.rwth-aachen.de

Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse

Die RWTH Aachen gründet ein Kompetenzzentrum für Kraftstoff-Design

Der stetige Anstieg des Energiebedarfs und damit auch der Kohlendioxidemission (CO_2) bei beschränkter Verfügbarkeit fossiler Energiereserven stellt eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen dar. Damit gewinnt die Forschung auf dem Gebiet der energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zunehmend an Bedeutung, um Ersatz für die Nutzung fossiler Energiequellen zu schaffen.

In der Europäischen Union beträgt der Anteil des Verkehrs am Gesamtenergieverbrauch etwa 30 Prozent. Für den Zeitraum zwischen 2000 bis 2030 wird ein weiterer Anstieg des Energiebedarfs erwartet – im Personenverkehr um 14 Prozent und im Güterverkehr um 74 Prozent. Auf Grund ihrer speziellen Anforderungen hinsichtlich Verteilung, Speicherung, Aufbereitung und Verbrennung stellen Kraftstoffe für den Transportsektor eine besondere Herausforderung dar. Hier sind erfolgreiche Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der alternativen Kraftstoffe für den Verkehrssektor dringend erforderlich.

Der Exzellenzcluster „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse“ verfolgt vor diesem Hintergrund einen interdisziplinären Ansatz zur Erforschung neuer, synthetischer Kraftstoffe auf Basis von Biomasse. Gezielte synthetische Umwandlungspfade, basierend auf neuen katalytischen Systemen und integrierten Produktionsprozessen mit intensivierten Prozessschritten zur Kraftstoffherstellung, werden erforscht, um so auf möglichst effiziente Weise optimierte Kraftstoffe aus Biomasse zu entwerfen. Durch die Formulierung neuer Kraftstoffe mit spezifisch zugeschnittenen Eigenschaften soll das Pozential effizienter und sauberer Niedertemperaturbrennverfahren für Verbrennungsmotoren erforscht werden.

„Die Definition von maßgeschneiderten Biokraftstoffen mit optimierten Eigenschaften für neue Brennverfahren unter Berücksichtigung der Herstellung stellt eine gemeinsame Herausforderung für die Chemo- und Biokatalyse, die Prozess- und Systemtechnik, die Verbrennungsforschung und die Motorentechnik dar“, so Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger vom RWTH-Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen und Koordinator des Exzellenzclusters. Mit dem zu erforschenden neuen selektiven Prozess zur Umwandlung des gesamten Pflanzenmaterials (Lignozellulose) in maßgeschneiderte Kraftstoffkomponenten wird dieser Exzellenzcluster Basis sein für die dritte Generation biogener Kraftstoffe. Diese Kraftstoffe – ganz im Gegensatz zu vielen heutigen Biokraftstoffen – werden dabei nicht im Wettbewerb zur Nahrungsmittelkette stehen.

Der disziplinübergreifende 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.

Eine gemeinsame Herausforderung für die Chemo- und Biokatalyse, die Prozess- und Systemtechnik, die Verbrennungsforschung und die Motorentechnik

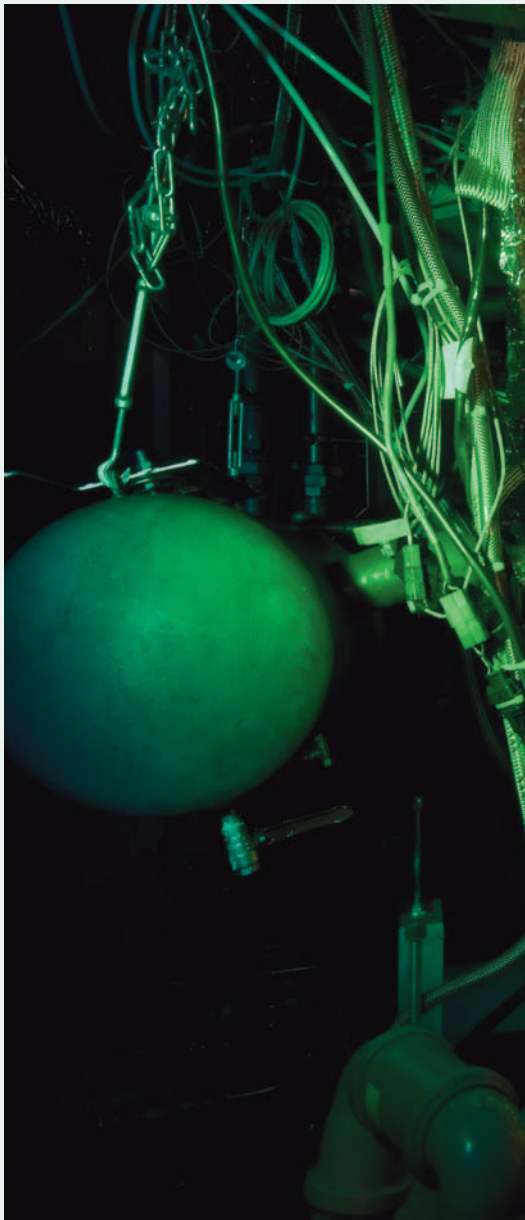
Der Exzellenzcluster „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse“ ist beispielhaft für die Intensivierung der Kooperation zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften an der RWTH Aachen. Im Bild ein Labor des Instituts für Technische und Makromolekulare Chemie.

„Nur die enge Vernetzung der unterschiedlichen Disziplinen – das heißt der Chemie, der Verfahrenstechnik und der Verbrennungstechnik – schafft die Voraussetzung zur systematisch optimierten Lösung, die von einer Disziplin alleine nicht dargestellt werden kann“, so Professor Pischinger.

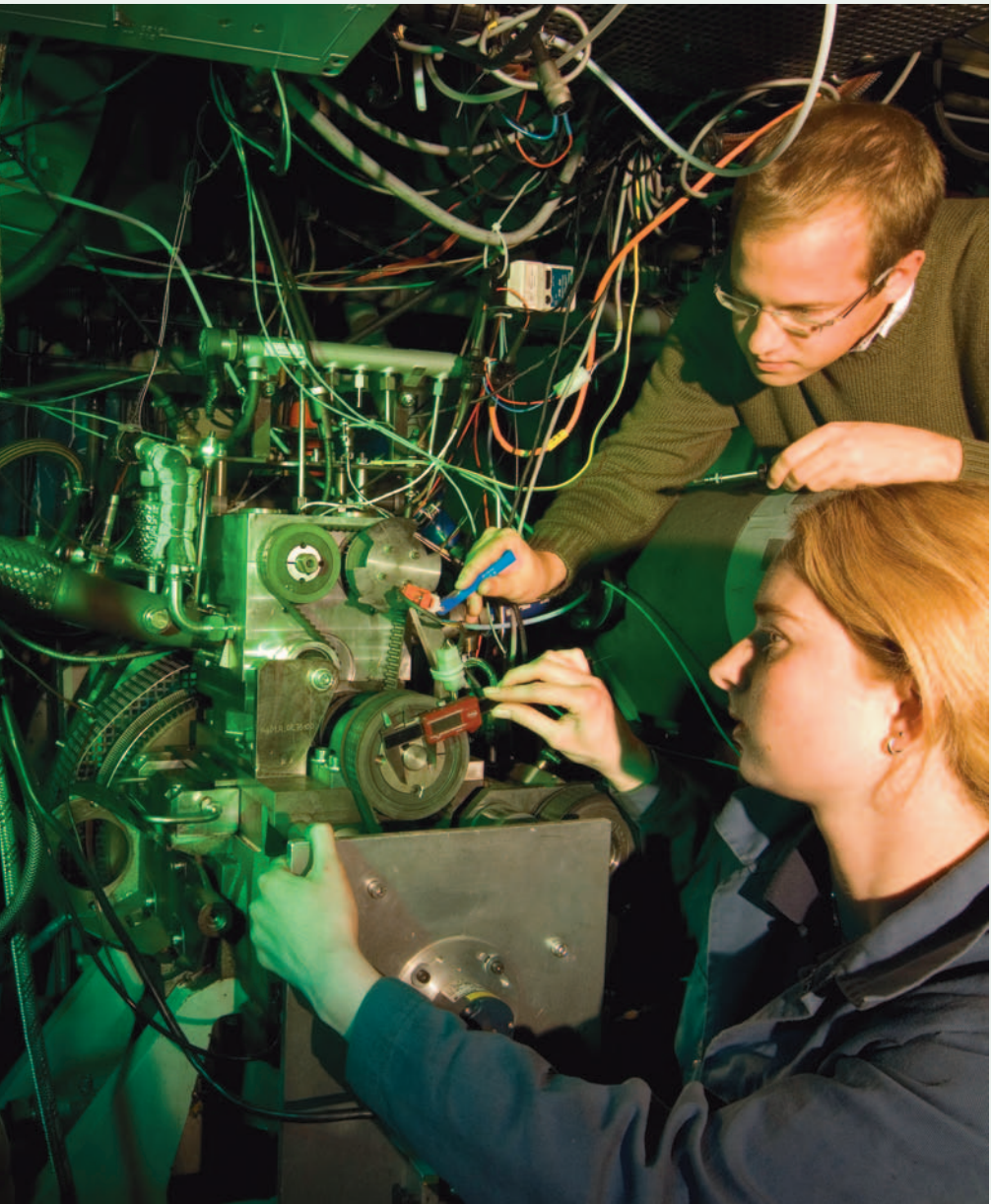
Das gemeinsam gegründete Kompetenzzentrum Kraftstoff-Design (Fuel Design Center) dokumentiert die enge Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus der naturwissenschaftlichen Fakultät und der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH sowie den beteiligten Partnerinstitutionen: dem Aachener Fraunhofer-Institut für Molekulare Biotechnologie und Angewandte Ökologie sowie dem Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mühlheim an der Ruhr. Das Fuel Design Center baut auf langjährige, erfolgreiche Forschung in den relevanten Gebieten. Etwa 130 der über 400 Professoren der RWTH Aachen lehren und forschen in den Bereichen Natur- und Ingenieurwissenschaften. Dazu sind derzeit über 500 Wissenschaftler, unterstützt von etwa 400 technischen Angestellten und etwa 250 studentischen Mitarbeitern,

in diesen Bereichen tätig. Es wird auf die bestehende Infrastruktur und auf aktuelle Forschungsarbeiten von fünf Sonderforschungsbereichen, drei Graduiertenschulen und einem DFG-Schwerpunktprogramm aufgebaut. Mit dem Zusatzbudget der Exzellenzinitiative werden etwa 80 neue wissenschaftliche Stellen geschaffen, um das disziplinenübergreifende Forschungsfeld „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse“ zu stärken.

Um die hochgesteckten Forschungsziele zu erreichen, sind im Rahmen des Fuel Design Centers drei fachübergreifende Forschungsfelder definiert: Molekulare Transformation, Reaktions- und Prozess-Design für nachwachsende Rohstoffe und Kraftstoffeinspritzung und Verbrennung. Das integrative Forschungsfeld „Molekulare Transformation”, das von Univ.-Prof. Dr. Walter Leitner koordiniert wird, konzentriert sich auf die gezielte Umsetzung biogener Substrate aus den Rohstoffströmen Cellulose, Hemicellulose und Lignin zu molekular definierten Komponenten eines maßgeschneiderten Kraftstoffs. Die Erforschung ausgewählter molekularer Stoffumwandlungen auf Basis der Katalyse als Schlüsseltechnologie wird im Mittelpunkt der Forschung stehen. „Aufgrund der Komplexität der erforderlichen Stoffumwandlungen sollen die komplementären Vorzüge der drei wichtigsten Katalysedisziplinen – homogene, heterogene und Bio-Katalyse – in einem integrierten Ansatz von der molekularen bis zur mesoskopischen Skala ausgelotet werden“, so Professor Leitner.



Forschung im Cluster „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse": Einstellen des Steuerungssystems am Einzylinder-Forschungsmotor im Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen.



...könnten es ermöglichen, ein neues Brennverfahren zu entwickeln, das gemeinsame Eigenschaften zukünftiger Otto- und Dieselmotoren teilt.

Das integrative Forschungsfeld „Reaktion- und Prozesstechnik für nachwachsende Rohstoffe" untersucht zentrale Fragen auf dem Wege zu einer neuen Verfahrenstechnik für die Herstellung von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. „Der Schwerpunkt liegt dabei auf integrierten Prozessen und intensivierten Apparaten. Zunächst werden Prozesse zur selektiven Umsetzung von Biomasse zu Substraten bearbeitet. Darauf aufbauend wird später die Weiterverarbeitung zu Kraftstoffkomponenten betrachtet", schildert Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Marquardt als Sprecher dieses Forschungsfelds. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Norbert Peters, Sprecher des dritten integrativen Forschungsfeldes "Kraftstoffeinspritzung und Verbrennung", erläutert, dass „maßgeschneiderte Kraftstoffe aus Biomasse eine noch nie da gewesene Gelegenheit bieten, den Energiewandlungsprozess in Verbrennungsmotoren neu zu gestalten". Er fügt hinzu: „Die beiden traditionellen Motortypen, der Otto- und der Dieselmotor, wurden zur Verwendung der leichter oder der schwerer siedenden Anteile flüssiger Kohlenwasserstoffe entwickelt, die aus Rohöl destilliert werden können. Indem der Kraftstoff aus Biomasse im Hinblick auf die Anforderungen des Motors maßgeschneidert wird, kann man Brennverfahren realisieren, an die man bisher nicht hätte denken können." Beispielsweise wird für den Dieselmotor die Selbstzündung höherer Kohlenwasserstoffe aufgrund der Niedrigtemperaturkinetik als günstig angesehen, aber als schädlich für den Ottomotor, weil dieselbe Kinetik für das Klopfen verantwortlich ist. Maßgeschneiderte Kraftstoffe mit unterschiedlicher Temperatur- und Druckabhängigkeit der Selbstzündkinetik könnten imstande sein, diesen Widerspruch zu lösen. „Diese oder andere Eigenschaften, die sich von denen konventioneller Kraftstoffe unterscheiden, könnten es ermöglichen, ein neues Brennverfahren zu entwickeln, das gemeinsame Eigenschaften zukünftiger Otto- und Dieselmotoren teilt", fasst Prof. Pischinger zusammen.

In dem übergreifenden Querschnittsthema "Fuel Design" werden alle Aktivitäten der beschriebenen Forschungsfelder gebündelt, um den maßgeschneiderten Kraftstoff aus Biomasse zu definieren. Das gezielte Kraftstoff-Design erfordert eine gemeinsame Herangehensweise aller beteiligten Forschungsfelder und umfasst sowohl das Design der Stoffumwandlungsprozesse sowie die Optimierung der energetischen Umsetzung im Verbrennungsmotor. Nur durch ein systematisches Vorgehen, unterstützt durch den gezielten Einsatz mathematischer Modelle und Methoden, können die Potenziale des gezielten Designs neuer Kraftstoffkomponenten genutzt werden. Die zu entwickelnden methodischen Ansätze dienen nicht nur der Auswahl der vielversprechendsten bekannten Komponenten, sondern vor allem auch der Identifikation neuer Kraftstoffkomponenten. Hier ist das Exzellenzcluster „Maßgeschneiderte Kraftstoffe aus

Biomasse" durch die Bündelung der Kompetenzen der verschiedenen Forschungsgebiete bestrebt, Synergien im methodischen und wissenschaftlichen Lösungsansatz zu schaffen. Die RWTH Aachen wird die Kompetenzen in einem gemeinsamen "Fuel Design Center" mit über 1.000 Quadratmeter Laborfläche bündeln. Darüber hinaus ist geplant, zwei neue Professuren einzurichten sowie fünf Juniorprofessoren, um so eine strukturelle Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

Um eine kritische Überprüfung der Forschungsarbeiten sicherzustellen, wurde schon in der Antragsphase ein mit international renommierten Forschern besetztes Advisory Board berufen. Beteiligt sind auf ähnlichen Themengebieten tätige Wissenschaftler, etwa der Princton University, der Yale University oder des MIT. Darüber hinaus sind Industrievertreter aus der chemischen Industrie wie Bayer, aus der Petrochemie wie BP oder Shell sowie aus dem Automobilbereich wie Daimler, Ford, Volvo und VW in das Advisory Board eingebunden. Durch diese externen Partner wird ein direktes Feedback im Hinblick auf eine spätere Umsetzung eingebracht. Schließlich sollen die Forschungsergebnisse nicht nur in Lehrveranstaltungen eingebunden werden, sondern es soll idealerweise ein direkter Transfer der Forschungsergebnisse in die industrielle Anwendung geprüft werden.

Für 2008 ist ein erster internationaler Workshop zum Thema "Tailor-Made Fuels from Biomass" in Aachen geplant. Neben den Forschern des Exzellenzclusters werden als Redner auch weltweit renommierte Wissenschaftler sowie Industrievertreter eingeladen, um so einen engen wissenschaftlichen Austausch zu etablieren und zu pflegen.

Die Voraussetzungen für den Erfolg des Exzellenzclusters sind für die RWTH Aachen und die Partnerinstitutionen einmalig, nicht zuletzt weil die fachgebietsübergreifende Forschung in Aachen als der Universität mit dem höchsten Anteil an drittmittelfinanzierter Forschung deutschlandweit – 150 Millionen des Gesamtbudgets von 540 Millionen Euro – bereits eine lange Tradition hat.

Michael Wittler,
Martin Müther,
Toni Wimmer

Dipl.-Ing. Michael Wittler
ist Oberingenieur am Lehrstuhl
für Verbrennungskraftmaschinen
der RWTH Aachen.

Dipl.-Ing. Martin Müther
ist Geschäftsführer
des Exzellenzclusters
„Maßgeschneiderte Kraftstoffe
aus Biomasse".

Toni Wimmer
ist Leiter des Dezernats
für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
der RWTH Aachen.

Impressum

„RWTH Aachen im Exzellenzwettbewerb“
herausgegeben
im Auftrag des Rektors
der Rheinisch-Westfälischen
Technischen Hochschule
(RWTH) Aachen
durch das Dezernat
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Templergraben 55
52062 Aachen
Telefon 0241/80-943 22
Telefax 0241/80-923 24
pressestelle@zhv.rwth-aachen.de
www.rwth-aachen.de

Redaktion:
Toni Wimmer

Art Direktion:
Klaus Endrikat

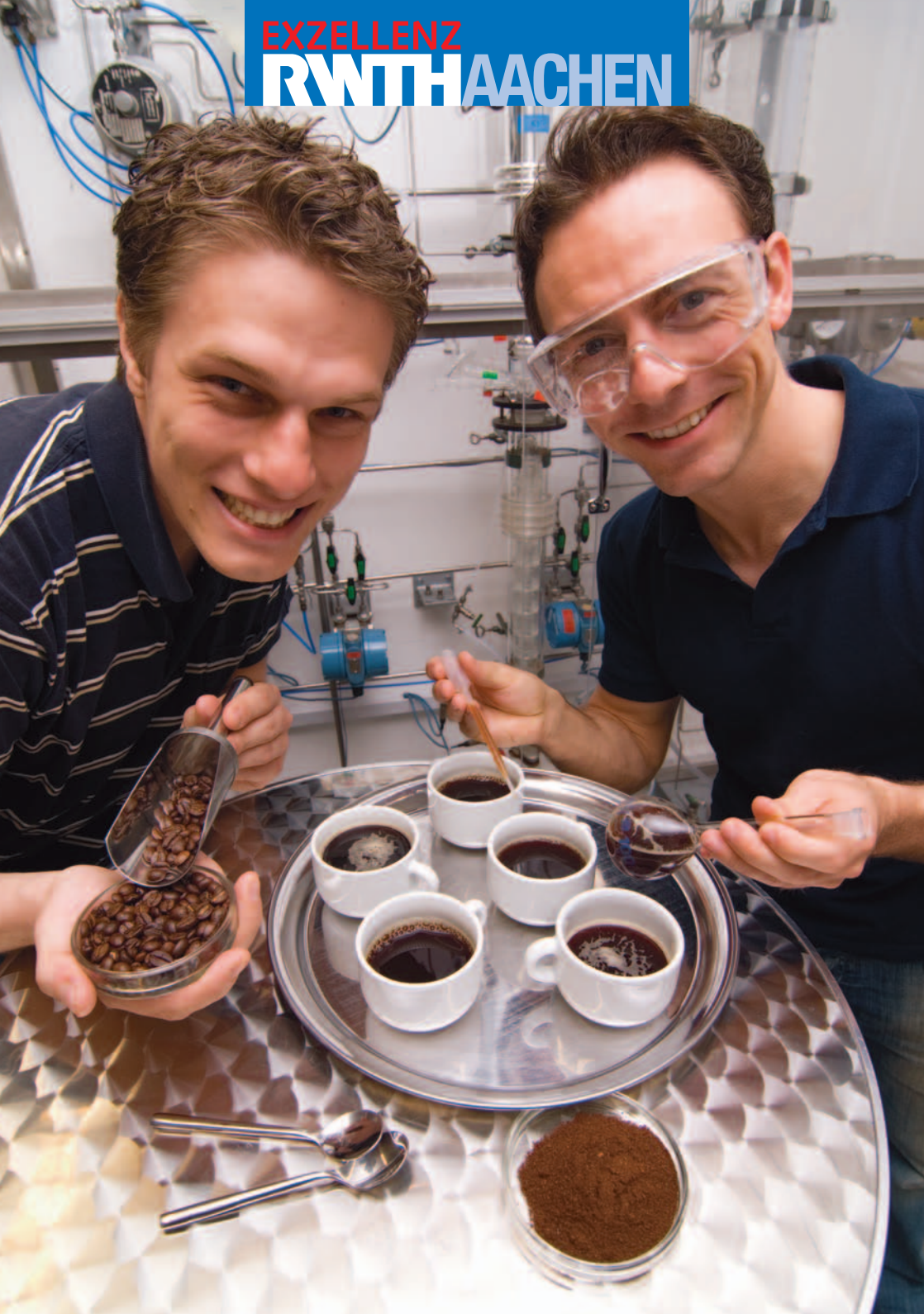
DTP:
ZahrenDesign

Fotos:
Peter Winandy
Martin Lux (Seite 2/3)

Titel:
Ein Forschungsthema der Graduiertenschule AICES ist die lückenlose Qualitätskontrolle bei der Werkstoffherstellung in der pharmazeutischen Industrie, hier durch die Online-Charakterisierung von Kristallen.

Rücktitel:
Wissenschaftler der Graduiertenschule AICES entwickeln Methoden zur Echtzeitoptimierung. Damit lassen sich Abläufe bei der Kaffeezubereitung ebenso wie großchemische Verfahren optimieren.

Druck:
Verlag Grenz-Echo,
Eupen

Aachen,
November 2007

EXZELLENZ
RWTH AACHEN