

Forschungsjournal

der Technischen Universität Graz

Research Journal / Graz University of Technology



Forschungsschwerpunkte - geballte Kompetenz

Sondernummer
SS 2003

Inhalt

Vorwort

- 3 Forschungsschwerpunkte: Quo vadimus?
Hans Sünkel

Forschungsschwerpunkte

- 4 Informations- und Kommunikationstechnik IKT
Koordinatoren: Otto Koudelka, Gernot Kubin
- 8 Algorithmen und Mathematische Modellierung
Koordinatoren: Rainer Ernst Burkard, Robert Tichy
- 12 Forschungsschwerpunkt Advanced Materials Science
Koordinatoren: Franz Stelzer, Roland Würschum
- 16 Technische Biowissenschaften
Koordinatoren: Günther Daum, Helmut Schwab
- 22 Verfahrens- und Umwelttechnik- Innovation an der Schnittstelle von Technik und Umwelt
Koordinatoren: Gerhart Braunegg, Michael Narodslawsky
- 26 Energiesysteme und Anlagentechnik
Koordinatoren: Hans Michael Muhr, Beate Reetz
- 30 Fahrzeugtechnik, -antriebe und Fahrzeugsicherheit
Koordinatoren: Helmut Eichlseder, Georg Brasseur
- 35 Integrierte Gebäudeentwicklung
Koordinatoren: Manfred Heindler, Wolfgang Streicher

Impressum

Eigentümer: Technische Universität Graz
Herausgeber: Vizerektor für Forschung
Redaktion: Büro des Rektors, Referat für Öffentlichkeitsarbeit
Gestaltung und Satz: Ulrike Haring
Wir danken den Autorinnen und Autoren für die Bereitstellung der Texte und Fotos
Geringfügige Änderungen sind der Redaktion vorbehalten
Titelfoto: Kollage der Forschungsschwerpunkte
Verlag: Verlag der Technischen Universität Graz
www.fti.tugraz.at/verlag

ISSN: 1682-5675
ISBN: 3-901351-77-9

© Technische Universität Graz 2003



Forschungsschwerpunkte: Quo vadimus?

Focussed Research Areas: Where are we going?

„Die Technische Universität Graz ist eine Forschungsuniversität. Sie betreibt gleichermaßen Grundlagen- und darauf aufbauende Anwendungsforschung, und kooperiert mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Ihr Hauptziel ist die Förderung der technischen Wissenschaften durch interdisziplinäre Forschung und forschungsgeleitete Lehre, die auf den Bedarf in Industrie, Forschung und Wirtschaft ausgerichtet ist. Die Technische Universität Graz organisiert ihre Forschung in Forschungsschwerpunkten, die vorwiegend problemorientiert ausgerichtet sind und fakultätsübergreifend stattfinden. Diese Forschungsschwerpunkte sind gleichzeitig tragende Elemente eines nationalen wie auch internationalen Forschungsnetzwerkes.“

Dieses Verständnis der Universitätsleitung und gleichzeitig Bekenntnis der Technischen Universität Graz ist nicht bloß eine knappe Antwort auf legislative Vorgaben, sondern vielmehr ein Ausdruck der konsequenten Weiterentwicklung einer leistungsorientierten und der Zukunft verpflichteten Universität inmitten von Europa. In einem Europa, das auf seine Fahne geschrieben hat, sich bis zum Ende dieser Dekade zu der weltweit dynamischsten und kompetitivsten Region entwickeln zu wollen. Diese beiden Begriffe „Dynamik“ und „Wettbewerb“ stehen für Europa und seine Universitäten gleichermaßen.

Und so sind auch die Forschungsschwerpunkte zu verstehen: Forschungsschwerpunkte sind das Ergebnis einer Bündelung verwandter Themenbereiche, die gelebte Stärkefelder in Forschung und Entwicklung an unserer Universität darstellen. Forschungsschwerpunkte sind als Antwort auf die großen Herausforderungen in der Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft zu verstehen. Sie stehen symbolisch für die stetige Zunahme an Komplexität der zu lösenden Probleme, die interdisziplinäre Kooperation unabdingbar machen. Forschungsschwerpunkte sind auch Ausdruck der konstruktiven Zusammenarbeit über die chinesische Mauer fachlicher Grenzen hinweg. Forschungsschwerpunkte sind ein Zeichen interfakultären Händedrucks und des gelebten Miteinander. Und schließlich sind die Forschungsschwerpunkte prägende Elemente des Markenzeichens „TU Graz“, ein international sichtbares Merkmal, das uns von anderen Universitäten bewusst wie auch selbstbewusst unterscheidet. Sie sind ein Symbol von universitärer Individualität wie etwa ein Fingerabdruck oder auch die unverwechselbare menschliche Iris.

Forschungsschwerpunkte sind thematische Kompetenzbereiche, die sich dynamisch weiterentwickeln und als zukunftsorientierte Forschungsfelder uns im nationalen wie auch internationalen Wettbewerb an die Spitze bringen.

Forschungsschwerpunkte sind nicht mit ewigem Leben ausgestattet, ihre intrinsische Eigenschaft der Dynamik inkludiert Geburt und Vergehen gleichermaßen.

Die Technische Universität Graz hat ein sehr breites Spektrum an erworbenen Kompetenzen vorzuweisen, die durch viel beachtete Forschungsleistungen zum Ausdruck kommen. Die Analyse der Stärkefelder und die darauf beruhende Bündelung nach Forschungsschwerpunkten ist das Ergebnis eines Diskussionsprozesses, der im Rahmen der Arbeitsgruppe Forschung des Senats stattgefunden und sich eigendynamisch weiterentwickelt hat.

Die in diesem Sonderheft vorgestellten acht Forschungsschwerpunkte repräsentieren den gegenwärtigen Stand der Entwicklung. Weiterführende potentielle Themenbereiche, vor allem aus dem Bereich der Ingenieurdisziplinen, werden dieses Bild der Forschungsschwerpunkte komplementär bereichern und im kommenden Heft dieses Forschungsjournals vorgestellt werden.

An dieser Stelle ist es mir ein Bedürfnis, allen Mitwirkenden an der Ausformulierung der Forschungsschwerpunkte der Technischen Universität Graz herzlich zu danken: den Mitgliedern der Arbeitsgruppe Forschung, den Koordinatorinnen und Koordinatoren der Forschungsschwerpunkte und all jenen engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die den Stoff machen, aus dem die Bücher sind. Und schließlich danke ich dem gesamten Redaktionsteam für die Koordination und die sorgfältige Gestaltung dieses Sonderheftes.

Focussed Research Areas: Where are we going?

“TU Graz as a Research University conducts basic and applied research alike. It cooperates closely with non-university research organizations. Its goal is the promotion of technical sciences through interdisciplinary research and research-oriented teaching as a response to demands in industry, economy and the society. TU Graz organizes its research activities primarily in problem-oriented, interdisciplinary “focussed research areas”. These focussed research areas are at the same time strong elements within a national and international research network.”

This self-understanding of TU Graz is not just a quick response to legal requirements, but rather an expression of a consequent further development of a modern European objective-driven university. Embedded in a Europe that aims at becoming the most dynamic and competitive knowledge-based economy in the world. These two terms, “dynamics” and “competition” stand for our common Europe and for our European universities alike.

And these two terms characterize also the focussed research areas: they result from the focussing of individual but related topical areas that represent fields of academic strength in research and development at our university. Focussed research areas can also be understood as an adequate response to the major challenges of industry, economy and society. They stand symbolically for an increasing complexity of problems to be solved, which requires a high degree of interdisciplinary cooperation. Focussed research areas are shaping elements of the label “TU Graz”, a well visible profile that differentiates TU Graz from other universities. Focussed research areas are also a symbol of academic individuality such as a human’s fingerprint or the iris.

Focussed research areas are thematic areas of competence with the potential of a strong further development that may lead TU Graz to a top position among the European universities. Due to its dynamic character, focussed research areas come and may also disappear.

TU Graz has a very broad spectrum of acquired competencies that are represented by a nationally and internationally much appreciated research output. In a careful analysis process the individual areas of strength were identified and after an intensive discussion period merged to focussed research areas by the university’s senate research working group.

The eight focussed research areas presented in this volume represent the current state of development. Further potential research areas, in particular from the engineering disciplines, will complement and enrich these eight areas. They will be presented in the coming issue of this journal.

I am grateful to all colleagues who contributed to the definition of the focussed research areas: to the members of the research working group, to the coordinators, and to all devoted co-workers who provided the topical material for the articles in this volume. And finally I wish to thank the editorial team for coordinating and designing this special volume of our research journal.



Informations- und Kommunikationstechnik IKT

Information and Communication Technologies - ICT

Die Informations- und Kommunikationstechnik beschäftigt sich mit der Erforschung der technischen und wissenschaftlichen Grundlagen für die Erzeugung, Verarbeitung, Übertragung, Wiedergabe, Analyse und Interpretation von Information, wie sie alle gesellschaftlichen Bereiche weitgehend durchdrungen hat. Sie stellt daher eine der sieben thematischen Prioritäten des 6. EU Rahmenprogramms dar („Technologien der Informationsgesellschaft – Information Society Technologies“) und ist eines der Zukunftsfelder im Nationalen Forschungs- und Innovationsplan des Österreichischen Rats für Forschung- und Technologieentwicklung.

Die TU Graz unternimmt eine Fülle von Anstrengungen, um der gewaltigen Breite dieses Feldes aus dem Blickwinkel verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen gerecht zu werden. Insbesondere geht es dabei um die enge Integration innovativer Methoden aus den Wissenschaftsbereichen Computation, Communication und Cognition. Es ist zu erwarten, dass die Ergebnisse dieses Forschungsschwerpunktes und die daraus entstehenden neuen Produkte sowohl unser Leben als Individuum, als auch gesellschaftliche Strukturen im Laufe der nächsten Jahrzehnte nachhaltig beeinflussen und verändern werden.

Die IKT-Forschung an der TU Graz verteilt sich auf mehr als 20 Professuren, die sich weitgehend in fakultäts- und institutsübergreifenden Forschungsclustern zusammenschließen. Dazu zählen die im Jahr 2002 von den Fakultäten für Elektrotechnik und Informationstechnik und der Technisch Naturwissenschaftlichen Fakultät in ihren Struktur- und Entwicklungskonzepten definierten Cluster:

- **Computer- und Informationssicherheit, eGovernment**
Vertrauenswürdigkeit ist eine Grundbedingung für die Akzeptanz von Systemen. Die Forschung im Bereich Computer- und Informationssicherheit stellt somit einen wesentlichen Faktor für die erfolgreiche Verwendung von IKT-Infrastruktur in Bereichen wie eGovernment und eBusiness dar. Folgende Themen werden derzeit bearbeitet: Kryptografie, Digitale Signaturverfahren, Public Key Infrastructure, Netzwerksicherheit, Security Policies, Attacken und Gegenmaßnahmen, VLSI-Design für kryptografische Problemstellungen, Chipkarten und Smart Tags. Die Ergebnisse dieser Arbeiten fließen in Bereiche wie etwa eVoting oder eHealth ein.
- **Information Technology for Health Care**
Information Technology for Health Care befasst sich mit der Entwicklung von IKT-Systemen und Verfahren, die im modernen Gesundheitswesen z.B. zur Überwachung von Patienten und zur Einbeziehung von Expertenwissen (Telemedizin), zur Verbesserung der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten und zum Qualitätsmanagement einschließlich der Erfassung der klinischen Effizienz gewählter Methoden dienen. Weiters soll das Brain-Computer Interface (BCI) weiterentwickelt und nicht nur bei Patienten, sondern auch bei Multimedia-Anwendungen (z.B. Navigation in virtuellen Realitäten) verstärkt eingesetzt werden.
- **Smart Systems & Microelectronics**
Smart Systems erfordern in Hinblick auf die Zuverlässigkeit und

Miniaturisierung eine Integration von Sensoren, analogen und digitalen Schaltkreisen und Elementen der Leistungselektronik auf kleinstem Raum. Dies kann durch den Einsatz von gemischt analog-digitalen Schaltungen und mikromechanischen Sensoren auf einem Chip erreicht werden (System-on-Chip). Neben der eigentlichen Schaltungsentwicklung wird in diesem Bereich wegen der höheren Integrationsdichte auch zunehmend die Beachtung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) notwendig.

- **Softwaretechnologie, Distributed Software Component Systems, Data Bases**
Ein Teil dieses Clusters widmet sich vor allem der Anwendung formaler Methoden im Bereich der Softwareerstellung. Darunter fallen Verifikationstechniken wie zum Beispiel Model Checking, Diagnose und Testfallgenerierung sowie die Spezifikation von Programmen. Weitere Gebiete sind die Wissensdarstellung und -verarbeitung sowie das Semantic Web und Expertise im Bereich Datenbanken. Diese umfassen die Verifikation von Kommunikationsprotokollen, die Verifikation und Diagnose von Programmen, die Wissensdarstellung sowie Intelligente Web-Services.
 - **Telecommunications and Mobile/Pervasive Computing**
Wissenschaftliches Ziel im Bereich "Telekommunikation" ist die Untersuchung und Entwicklung von optimierten Kommunikationssystemen, und -netzen, die verschiedenen Anwendungen hohe Bandbreiten mit garantierter Dienstqualität bereitstellen. Schwerpunkt von "Mobile/Pervasive Computing" ist die Untersuchung von verteilten Rechnersystemen, die aus autonomen, mobilen Prozessoren bestehen und auf den Kontext des Einsatzes und der Nutzung Bezug zu nehmen. In Kooperation mit internationalen Partnern werden folgende Forschungsgebiete bearbeitet: Context-Awareness, Location-Awareness, Energy-Awareness.
 - **Wissensmanagement und Computational Intelligence**
In der IT-Komponente des Wissensmanagements werden Verfahren für den maßgeschneiderten Einsatz von Multimedia-Systemen und eLearning, sowie Algorithmen zur Ähnlichkeitserkennung von Textstücken und Suchmaschinen entwickelt. Das im Cluster entwickelte Multimediasystem Hyperwave ist bereits ein vielfach ausgezeichnete kommerzieller Spin off geworden. Methoden der Nichtlinearen Signalverarbeitung erschließen neue Wege zum maschinellen Verstehen gesprochener Sprache. In den Bereichen Neuroinformatik und maschinelles Lernen werden Methoden der Informationsverarbeitung in Nervensystemen für technische Anwendungen nutzbar gemacht, u.a. werden Algorithmen entwickelt, die es Maschinen erlauben, ihre Arbeitsweise aufgrund eigener Erfahrungen zu verbessern,
- Dazu kommt weiters aus der Fakultät für Bauingenieurwesen die
- **Geoinformatik**
In der Geoinformatik werden Konzepte für raumbezogene Informationssysteme entwickelt und darauf aufbauende Anwendungen im Bereich der Datenanalyse, Visualisierung und Mo-



Lustbühel

dellierung realisiert. Ein Großteil der Information, die heutzutage angeboten wird, hat eine raumbezogene Komponente. Einen besonderen Stellenwert nimmt die Modellierung dieser raumbezogenen Geometrien und der darauf aufbauenden Attribute ein. Da Geoinformation immer stärker auch kommerziell sowie in Versorgungs-, Notfalls- und Navigationsszenarien genutzt wird (LBS, Location-Based Services), stehen Standardisierungs- und Interoperabilitätsansätze im Vordergrund aktueller Forschungsinitiativen.

und aus aktuellen Entwicklungen bzw. den im Entstehen begriffenen Clustern

- Bioinformatik

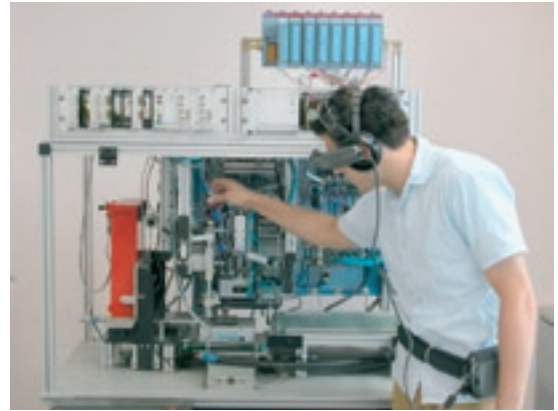
Die TU Graz entwickelt und bietet hochleistungsfähige informationstechnische Services an, ohne die die Genomforschung nicht durchführbar ist. Die wissenschaftlichen Arbeiten sind vor allem auf jene Aufgaben und Daten zugeschnitten, die im Rahmen aktueller Genomforschungsprojekte anfallen (GEN-AU Projekte GOLD und BIN). Geforscht wird in drei Arbeitsfeldern, wobei es im informationstechnologischen Bereich vor allem um die Erfassung und Verarbeitung von Gen-Chip-Daten, die Entwicklung neuer Methoden für die funktionelle Annotation von Proteinsequenzen sowie die Integration heterogener Datenquellen geht.

- Computer Vision und Grafik

Die Bedeutung des Bildes als Informationsquelle und Kommunikationsmittel nimmt in Technik und Gesellschaft rasant zu. Sensoren produzieren visuelle Quelldaten, die Computer Vision erzeugt Grundlagen zu deren Umsetzung in Information. Anwendungen reichen von industrieller Qualitätsprüfung, Robotersteuerungen, Umweltüberwachung aus Satelliten, über Unterhaltung und mobile Kommunikation zur bildgebenden Medizin. Die Computergrafik stellt Rauminformation dar und erweitert die methodischen Grundlagen um Fragen der virtuellen und augmented Reality mit komplexen Fragestellungen über große räumliche Datenmengen am Web, oder etwa des Verfolgens von Objekten und Beobachtern (Tracking).

- Space Applications (Navigation/Communications/Remote Sensing)

Dieser Cluster konzentriert sich auf IKT-Anwendungen der Weltraumtechnik. Die satellitengestützte Positionierung beschäftigt sich mit der Positionsbestimmung von Fahrzeugen oder topographischen Punkten unter Benützung des Global Positioning Systems (GPS) bzw. GALILEO. Der Bereich Space Communications ist auf die Untersuchung und Entwicklung effizienter satellitengestützter Übertragungsverfahren vor allem für Internet-basierende Anwendungen ausgerichtet. Das Gebiet Remote Sensing beschäftigt sich mit der Entwicklung von Algorithmen und Methoden zur Bearbeitung von Satellitenfernerkundungsdaten.



Wearable-Computing

- System-on-Chip Design and Embedded Systems

Der Entwurf von vollständigen Systemen auf einem Mikrochip sowie die Einbettung dieser in Geräten vereint eine Vielzahl von vorerst heterogenen Themen zu einem neuen. Die derzeit bearbeiteten Gebiete sind Mobile u. Wearable Computing, Signal Processing, Speech and Audio Processing, Digital Communications, Advanced Networking, Chipkarten, Smart Tags, Sensoren, Smart Systems, Krypto-Module, Low Power Design und die Entwicklung von Messgeräten. Der Forschungscluster beschäftigt sich mit der Analyse, dem Entwurf und der Implementierung von „eingebetteten“ Rechnersystemen (basierend auf ASIC/FPGA, u-Controller und DSPs) unter Berücksichtigung beschränkter Ressourcen.

Die herausragende Leistungsfähigkeit der vorhandenen Forschungscluster zeigt sich in verschiedenen international etablierten Indikatoren des Wissenschaftsbetriebs und an der maßgeblichen Beteiligung an zahlreichen Kompetenzzentren und CD Labors

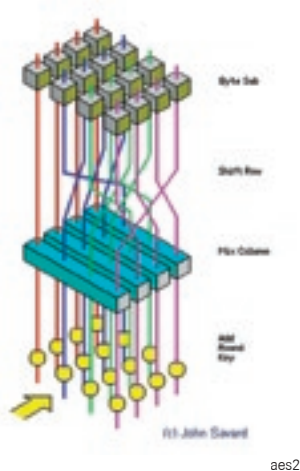
- Advanced Computer Vision (K-plus)
- A-SIT (Zentrum für sichere Informationstechnologie)
- Forschungszentrum Telekommunikation Wien (K-plus)
- Genomik und Bioinformatik (CD-Labor)
- Knowledge Management Centre (K-plus)
- Nonlinear Signal Processing (CD Labor)
- SUN Center of Excellence in Computational Genomics and Biomedical Informatics
- Virtual Reality and Visualization (K-plus).

weitere an der Ernennung des Chief Information Officer und Leiter der IKT-Boards der Österreichischen Bundesregierung aus der TU Graz und an der erfolgreichen Etablierung und Ausbau des Instituts für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Graz.

Für die weitere Entwicklung des Forschungsschwerpunkts Informations- und Kommunikationstechnik sind mehrere Aktivitäten geplant, die die Kohärenz dieses verteilten Netzwerks an Forschungskompetenz weiter stärken und Synergien nutzen soll. Dazu könnten beispielsweise zählen:

- Ausbau gemeinsamer Grazer Konferenzreihen, wie sie bereit jetzt erfolgreich organisiert werden (TCMC, I-KNOW, usw.)
- Errichtung neuer Kompetenzzentren, CD-Labors und Beantragung anderer gemeinsamer Projekte (z.B. EU-Rahmenprogramme)
- Einrichtung einer gemeinsamen Graduate School und weiterer Master-Studiengänge zu den Forschungsthemen der einzelnen Cluster
- Aufgreifen neuer Forschungsthemen (z.B. neue Professuren „Darstellung der Architektur und neue Medien“ und „Bauinformatik“ bzw. Vorziehprofessur „Autonome Systeme“ u. beantragte Professur „Human Computer Interfaces“)
- Fachübergreifende Laboreinrichtungen und Ressourcennutzung

- Etablierung eines gemeinsamen Gastvortragenden-Programms
- Spezialforschungsbereich Autonome und Kooperative Roboter
- Gemeinsamer Webauftritt
- Jour fixe (etwa 1 x pro Monat)
- Einrichtung eines IKT-Preises der TU Graz für hervorragende Publikationen von Diplomanden (z. B. bei Drucklegung innerhalb max. 1 Jahr nach Studienabschluss)
- Kooperation mit anderen Forschungsschwerpunkten der TU Graz, insbesondere Fahrzeugtechnik und Fahrzeugsicherheit, Bau- und Geotechnologie, Automatisierungstechnik und Robotik, Mechatronik, Algorithmen und mathematische Modellierung



Information and Communication Technologies – ICT

Information and communication engineering covers the research of the technical and scientific foundations of the generation, processing, transmission, analysis and interpretation of information which today penetrates all social strata. It therefore represents one of the seven subject priorities of the 6th EU Framework Programme (Information Society Technologies) and is one of the future areas of the National Research and Innovation plan of the Austrian Council for the Development of Research and Technology.

Graz University of Technology makes efforts and takes many measures to cover this immensely wide field from the perspective of various scientific disciplines. This in particular concerns the integration of innovative methods of the scientific areas of computation, communication and cognition. It can be expected that in coming decades the results of this research emphasis and the ensuing products will significantly modify and impact both our individual lives as well as on the social structure.

The ICT research at Graz University of Technology is distributed over more than 20 professorships, thus forming clusters across departments and faculties. In the year 2002 the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology and of Technical-Natural Sciences, respectively, defined the following clusters in their structure and research conception:

- Computer and Information Security, eGovernment
- Information Technology for Health Care
- Smart Systems and Microelectronics
- Software technology, Distributed Software Component Systems, Data Bases
- Telecommunications and Mobile Computing
- Knowledge Management and Computational Intelligence

from the Faculty of Civil Engineering

- Geoinformatics

and from recent developments and emerging clusters:

- Bioinformatics
- Computer Vision and Graphics
- Space Applications (Navigation/Communications/Remote Sensing)
- System-on-Chip Design and Embedded Systems

The outstanding power of the already existing research clusters is evidenced by various internationally established indicators of scientific activity and in the leading participation in various centres of competence and Christian Doppler labs:

- Advanced Computer Vision (K-plus)
- A-SIT (Centre for secure information technologies)
- Telecommunication Research Centre Vienna (K-plus)
- Genomic and Bio Informatics (CD-Lab)
- Knowledge Management Centre (K-plus)
- Non-Linear Signal Processing (CD-Lab)
- SUN Centre of excellence in Computational Genomics and Biomedical Informatics
- Virtual Reality and Visualisation (K-plus)

Furthermore, the nomination of the Chief Information Officer and the head of the ICT-Boards of the Federal Government of Austria by Graz University of Technology and the successful establishment and extension of the Space Research Institute of the Austrian Academy of Sciences in Graz underline these activities.

For further developments of the Research Emphasis of Information and Communication Technology various activities are foreseen and are aimed at further strengthening the coherence of these distributed networks of research competence making use of synergies. Such activities could include the following:

- Expansion of joint series of Graz Conferences, along the lines of already existing ones (e.g. TCMC, I-KNOW, etc.)
- Establishment of new centres of competence, CD-labs and application of other joint projects (e.g. EU-frameworks)
- establishment of a joint Graduate School and further Master Courses to the topics of the different clusters
- embracing novel research topics (new chairs for „Design Computing in Architecture“, „Civil Engineering Informatics“, „Autonomous Systems“, „Human Computer Interfaces“).
- providing interdisciplinary laboratories and joint use of resources
- establishment of joint guest lecturer programmes
- specialised research fields of autonomous and co-operative robots
- joint Web-based performance
- jour fixe (e.g. monthly)
- establishment of an ICT-prize of Graz University of Technology for publications based on an outstanding Master thesis (e.g. if printed within a year after graduation)
- Co-operation with other Research Emphases at Graz University of Technology, in particular automotive engineering and vehicle safety, civil engineering and geotechnologie, automation techniques and robotics, mechatronic, algorithm and mathematical modelling

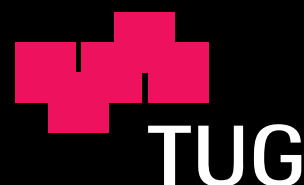
TU ning für unsere wirtschaft.

Wussten Sie, dass bis zu zwei Drittel aller Diplomarbeiten und Dissertationen an der TU Graz gemeinsam mit Unternehmen durchgeführt werden?

Wussten Sie, dass wir ein Viertel unserer Finanzmittel mit Forschungsaufträgen verdienen?

Wussten Sie, dass die TU Graz weltweit mit über 400 Unternehmen kooperiert?

Die Wirtschaft weiß eben genau, was sie an der TU Graz hat. Und wir, umgekehrt, natürlich auch.



Technische Universität Graz



Algorithmen und mathematische Modellierung

Algorithms and Mathematical Modelling

An der TU Graz existiert eine Vielzahl von Forschungsprojekten in der anwendungsorientierten Mathematik. Der Forschungsschwerpunkt „Algorithmen und mathematische Modellierung“ fasst einen Großteil dieser Projekte zusammen und umschließt so einen großen Bogen von Forschungsaktivitäten. Angefangen von mathematischer Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung und Anwendung von numerischen Algorithmen in der Informatik, Physik, Geodäsie, sowie in den Ingenieurwissenschaften sind die verschiedensten mathematischen Anwendungsgebiete vertreten. Neben der Modellierung von Anwendungsproblemen und deren numerischer Lösung werden vor allem zahlentheoretische Methoden wie Quasi-Monte Carlo Algorithmen oder Verfahren zur Lösung von Diophantischen Problemen sowie Fragestellungen der kombinatorischen Optimierung und der Fraktaltheorie hierbei weiterentwickelt und in den verschiedensten Gebieten zur Anwendung gebracht.

Dabei wird durch die Zusammenfassung von sowohl mathematisch-abstrakten wie auch von anwendungsbezogenen Projekten zu einem Schwerpunkt unter anderem die Zielsetzung verfolgt, die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen in Graz vorhandenen Gebieten zu intensivieren und auszubauen. Gerade die Vielfalt an Problemen erlaubt auch die Ausbildung von hochqualifizierten Nachwuchswissenschaftlern sowie die Bereicherung der Lehre an der Technischen Universität. Die für die verschiedenen Anwendungsgebiete der mathematischen Modellierung und Simulation unabdingbare Methodenvielfalt ist durch das breite Spektrum von Forschungsaktivitäten des Schwerpunktes sichergestellt. Die Zusammenfassung der verschiedenen Arbeitsgruppen zu einem großen Forschungsschwerpunkt verstärkt neben den positiven Auswirkungen für verschiedenste Anwendungsbereiche bereits bestehende fachspezifische Kooperationen.

Insgesamt besteht der Forschungsschwerpunkt aus mehr als zehn Unterprojekten, die größtenteils von den Mathematik- und Statistik-Instituten, aber auch an den Instituten für Grundlagen der Informationsverarbeitung, für Theoretische Physik, für Geodäsie, sowie am Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung durchgeführt werden. Vom mathematischen Standpunkt aus gesehen beinhaltet der Forschungsschwerpunkt Zahlentheoretische Methoden, Probleme der Optimierung, Graphentheorie, numerische Verfahren sowie die mathematische Modellierung von Anwendungsproblemen. Dabei soll nicht jedes Gebiet getrennt für sich untersucht werden, sondern vielmehr auf die gegenseitigen Anforderungen eingegangen und Überschneidungsbereiche weiter untersucht werden.

Vielfach beschränkt sich die Forschungstätigkeit nicht nur auf die TU Graz selbst, sondern geschieht in Kooperation mit anderen international anerkannten Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Firmen. Finanzielle Unterstützung ist vor allem durch Forschungs-

schwerpunkte, Spezialforschungsbereiche und andere Projekte des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, aber auch durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank gegeben. Weiters existieren Kooperationen mit Magna Steyr Fahrzeugtechnik, Steweag-Steg, Austria Microsystems AG, dem Amt der Steir. Landesregierung sowie der ESA und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die einzelnen Projekte dieses Forschungsschwerpunktes gegeben werden:

Im Projekt „Konkrete Mathematik: Fraktale, Ziffernfolgen und Punktverteilungen“ von Prof. P. Grabner, welcher durch ein START-Projekt des FWF gefördert wird, werden am Institut für Mathematik A Methoden der „konkreten Mathematik“ weiterentwickelt und auf Fragestellungen aus mehreren Bereichen angewandt. Ausgehend von der klassischen Fragestellung nach der Wärmeleitung in porösen Materialien wurden seit den 1980-er Jahren die damals zu großer Popularität gelangten Fraktale als Modell für poröse Medien herangezogen. Im Laufe der Zeit stellte sich zusätzlich heraus, dass mit denselben Methoden für die Diffusion auf Fraktalen (Abb. 1)

auch Phänomene wie die Ausbreitung von Erdöl in porösen Gesteinsschichten sowie die Modellierung von Kolloiden modelliert werden kann. In diesem Projekt werden unter anderem die Eigenschaften von Fraktalen, besonders die Diffusion auf fraktalen Mengen untersucht. Weiters werden probabilistische und ergodentheoretische Aspekte von Ziffernentwicklungen studiert, die nicht zuletzt bei der Konstruktion von gut verteilten Punktfolgen und der numerischen Integration eine wichtige Rolle spielen. Hierbei werden auch gut verteilte Punktmengen auf der Sphäre konstruiert.

In der Gruppe um Prof. R. Tichy am Institut für Mathematik A werden im Projekt „Algorithmische Diophantische Probleme“ zahlentheoretische Algorithmen und deren Anwendung auf die Lösung von diophan-

tischen Gleichungen entwickelt. Dies sind Gleichungen, bei denen nur ganzzahligen Lösungen gesucht sind. Dabei spielen Methoden aus dem symbolischen Rechnen, aus der diophantischen Analysis und aus der algebraischen Zahlentheorie eine große Rolle. Ähnliche Methoden finden auch in der Kryptographie Anwendung.

Ebenfalls von Prof. R. Tichy und Prof. I. Berkes wird das Projekt „Quasi-Monte Carlo-Methods in Finance and Insurance“ durchgeführt. Es geht dabei um die Anwendung von Folgen kleiner Diskrepanz zur Preisberechnung von Finanzderivaten, wobei quantitativen und probabilistischen Eigenschaften solcher Folgen genau analysiert werden sollen. Die Untersuchung von Eigenschaften, Konvergenz sowie Komplexität von zahlentheoretischen Algorithmen ist ein klassisches Gebiet der reinen Mathematik. Derartige Methoden gewannen in letzter Zeit aber auch zunehmend an Bedeutung in vielen Bereichen der angewandten Mathematik, unter anderem

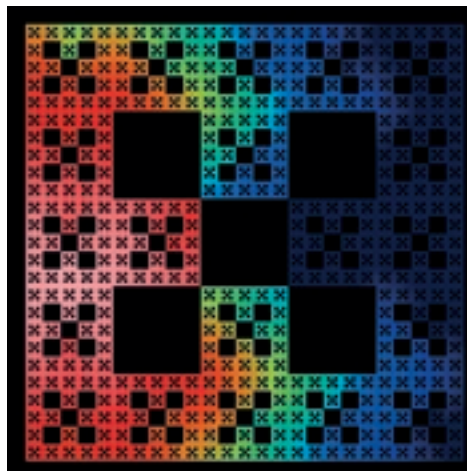


Abb. 1: Wärmeleitung auf dem Sierpinski-Teppich, Grafik: M. Barlow

der effizienten Berechnung von relevanten Größen der Finanz- und Versicherungsmathematik wie etwa der Preisgestaltung von Optionen oder der Überlebenswahrscheinlichkeit von Versicherungen (Abb. 2). Ferner werden langfristige Risikomodelle erstellt und diese einerseits mit analytischen aber auch mit numerischen und Simulationsmethoden untersucht.

Unter der Leitung von Prof. R. Burkard werden im Projekt „Effizient lösbare kombinatorische Optimierungsprobleme“ am Institut für Mathematik B effiziente Algorithmen zur Lösung diskreter Optimierungsprobleme entwickelt. Ferner wird die Struktur schwer lösbarer (NP-schwerer) Probleme untersucht, um Spezialfälle zu finden, die eine effiziente Lösung zulassen. Derartige NP-schwere Probleme stehen bereits seit einiger Zeit direkt im Rampenlicht der

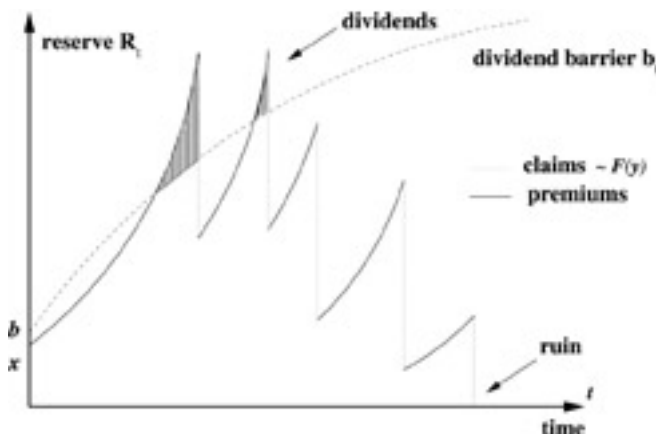


Abb. 2: Kapitalverlauf einer Versicherung mit sublinearer Dividendenschranke, Grafik: H. Albrecher

internationalen Forschung und sind von enormer Bedeutung in vielen Bereichen (Abb. 3).

Ebenfalls von Prof. R. Burkard geleitet wird das Projekt „Kombinatorische Optimierung komplexer Systeme“, in dem Approximationsverfahren und Heuristiken für komplexe diskrete Optimierungsprobleme unter besonderer Berücksichtigung der Anwendungen entwickelt werden.

Am Institut für Mathematik C leitet Prof. W. Woess das Projekt „Asymptotische Eigenschaften von Irrfahrten auf Graphen“. Im weitesten Sinne geht es dabei um Wahrscheinlichkeitstheorie und Analysis auf diskreten Strukturen. „Irrfahrten“ sind Zufallsprozesse, die sich auf Graphen (im Sinne der Kombinatorik), bzw. Gruppen (im Sinne der Algebra) abspielen. Im Mittelpunkt des Interesses steht das Studium und die Theorie des Zusammenhangs zwischen dem probabilistischen Verhalten sowie analytischen Kennzahlen dieser Prozesse einerseits und den geometrischen Eigenschaften der zugrundeliegenden Strukturen andererseits.

Als eines der Projekte mit unmittelbarer Anwendung und Kooperation mit der Industrie forscht die Gruppe um Prof. I. Berkes, Prof. H. Friedl und Prof. E. Stadlober zum Thema „Entwicklung und Anwendung statistischer Modelle“. In der Grundlagenforschung werden Struktureigenschaften von Zeitreihen (ARCH- und GARCH-Modelle) und generalisierten linearen Modellen untersucht. Die untersuchten Zeitreihen spielen insbesondere bei der Analyse von Finanzdaten und in der Ökonometrie eine Rolle. Mit generalisierten linearen Modellen lassen sich unter anderem polytome Daten sowie Dispersionsprobleme behandeln. Sie sind sehr flexibel und können

auch zufällige Effekte beinhalten oder hierarchisch aufgebaut sein. In Zusammenarbeit mit öffentlichen und privaten Institutionen werden Fragestellungen aus der Umweltforschung, Medizin und Biometrie, E-Wirtschaft, Fahrzeug- und Halbleiterindustrie bearbeitet.

Prof. E. Aurenhammer vom Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung leitet das Projekt „Clustering und Triangulierungsprobleme“, bei dem strukturelle und algorithmische Eigenschaften von Triangulierungen und verwandter Strukturen untersucht werden. Gesucht wird eine vollständige Klassifizierung kombinatorisch verschiedener Punktmenngen, die algorithmische Anwendungen nach sich zieht.

Von Prof. W. Maass wird unter dem Titel „Rechnen und Lernen in Schaltkreisen von spiking Neuronen“ die Komplexität von Lernalgorithmen untersucht, sowie Algorithmen zur Inferenz in probabilistischen Modellen. Das Ziel dieses Projekts ist die Erforschung von Informationsverarbeitung in Schaltkreisen von Neuronen im Gehirn, genauer gesagt, in sogenannten Mikroschaltkreisen, die die unterste Ebene der Organisationsstruktur des Gehirns bilden. Dazu werden theoretische Modelle sowie Computer Modelle entwickelt, die auf den neuesten Ergebnissen der Neurobiologen aufbauen. Ein recht ungewöhnlicher Aspekt dieses Projekts ist die enge Zusammenarbeit von Informatikern und Neurobiologen. Das Team von Prof. Maass wird mit dem Team des Neurobiologen Prof. Markram am Weizmann Institut in Israel zusammenarbeiten, der einer der international anerkanntesten Experten für die experimentelle Untersuchung von Mikroschaltkreisen im Gehirn ist. Es wird erwartet, dass die Untersu-

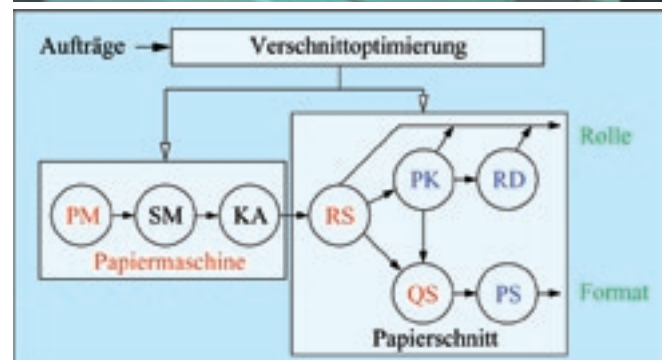


Abb. 3: Der optimale Zuschnitt von Papierrollen in vorgegebene Größen ist ein NP-schweres Problem der Optimierung, Grafik: Ch. Zelle, Foto: Archiv Sappi

chung der Organisation von Informationsverarbeitung in Schaltkreisen im Gehirn auch neue Impulse für den Entwurf von effizienteren elektronischen Schaltkreisen liefern wird. Ferner werden mathematische Modelle für Schaltkreise hinsichtlich ihrer Komplexitätseigenschaften und Adaptivität untersucht.

Das Projekt „Monte-Carlo-Simulation und Mathematische Physik“ von Prof. W. von der Linden befasst sich mit Monte-Carlo-Simulationen und davon abgeleiteten Hybrid-Verfahren. Ferner

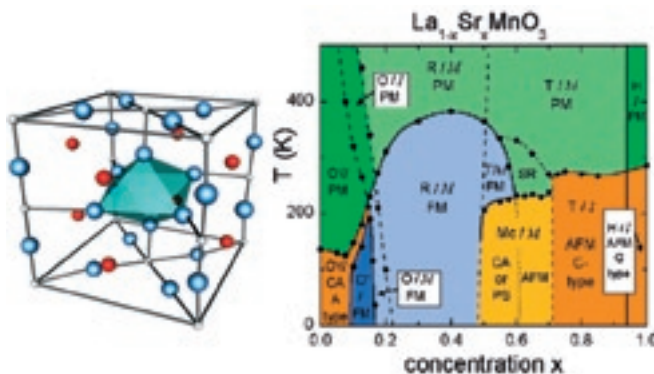


Abb. 4: Kristallstruktur und experimentell ermitteltes Phasendiagramm von Manganten, numerisch simuliert im Projekt von Prof. von der Linden, Quelle: W. von der Linden

werden numerische Verfahren zur exakten Diagonalisierung von Hamiltonoperatoren in mega-dimensionalen Vektorräumen entwickelt und es werden schlecht-konditionierte Inversionsprobleme mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden untersucht. Diese numerischen Verfahren dienen zur Computersimulation von stark korrelierten Vielteilchensystemen, wie den Hochtemperatursupraleitern, den Vanadaten und Manganten. Beispielsweise geht es darum, die komplexen Phasendiagramme dieser Systeme zu berechnen (siehe Abb. 4).

Ebenfalls am Institut für Theoretische Physik leitet Prof. M. Heyn das Projekt „Mathematische Modellierung von Fusionsplasmen“.

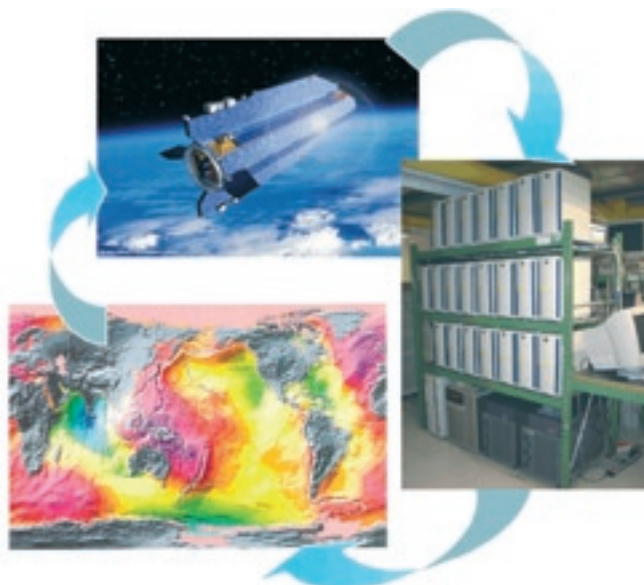


Abb. 5: Satelliten-Schwerfeldmission GOCE: Strenge Lösung unter Einsatz von Supercomputing, Graphik: R. Pail

Dieses Projekt befasst sich mit Monte-Carlo-Verfahren und der Behandlung partieller Differentialgleichungen zur Lösung kinetischer Gleichungen von Fusionsplasmen.

Prof. H. Sünkel vom Institut für Geodäsie führt das Projekt „Berechnungen zum Erdgravitationsfeld“ durch. Die Satellitenmission GOCE (Abb. 5) soll zur Bestimmung der Detailstruktur des Gravitationsfeldes der Erde beitragen, wobei sehr große Gleichungssysteme auftreten. Dabei geht es vor allem um numerische Strategien zur globalen Analyse, zeitliche Variationen des Erdschwerfeldes und Kalibrierung von Schwerfeldsatelliten. In den letzten Jahren konnten vollkommen neue Algorithmen entwickelt werden, die erstmalig die mathematisch strenge Behandlung von hochauflösenden Modellen bei unregelmäßiger Datenverteilung und komplementären Mess-Sensoren ermöglichen. Speziell adaptierte Lösungsverfahren erlauben es, die gigantischen Datenmengen (ca. 100 Millionen korrelierte Beobachtungen) zu bewältigen und die rund 100.000 Parameter aus vollbesetzten Gleichungssystemen zu ermitteln.

Am Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung arbeitet Prof. G. Brenn zum Thema „Die Beeinflussung von Tropfenspektren durch binäre Tropfenkollisionen“, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Im Rahmen des Projektes wird das Stabilitätsverhalten zusammenstoßender Tropfen untersucht. Stöße können zum stabilen Verschmelzen der Tropfen oder zum Aufbrechen in kleinere Tropfen führen. Die mathematische Modellierung quantifiziert die Stabilität des Stoßkomplexes kurz nach dem Zusammenstoß und sagt die Zahl der durch den Zerfall gebildeten Tropfen voraus. Die Ergebnisse dienen der Berechnung dichter disperse Zweiphasenströmungen, z.B. bei der Kraftstoffeinspritzung.

Schwerpunkte des Projekts „Optimierung von Turbomaschinen und CDF-Methoden“ von Prof. W. Sanz am Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik sind die Simulation einer dreidimensionalen instationären Strömung durch Turbomaschinenstufen, die Entwicklung eines neuen Wandmodells zur Turbulenzmodellierung und die Entwicklung von Modellen zur Berechnung des laminar-turbulenten Grenzschichtumschlags.

Als künftiges Projekt in diesem Forschungsschwerpunkt ist unter anderem das Projekt „Gallopingphänomene an elektrischen Bündelleitersystemen“ von Prof. G. Kern vom Institut für Mathematik B vorgesehen. Galloping ist eine windinduzierte Schwingungsform mit großen Amplituden und niederen Frequenzen. Neben dem reinen aerodynamisch instabilen Den Hartog Galloping kann unter bestimmten Frequenzbedingungen ein sogenanntes „flutter-type galloping“ auftreten. Ziel des Projektes ist es, das Verzweigungs- und Stabilitätsverhalten dieser Schwingungsform an Bündelleitersystemen zu untersuchen, damit geeignete Dämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden können.

Algorithms and Mathematical Modelling

The joint research program „Algorithms and Mathematical Modelling“ is comprised of more than ten research projects at the Graz University of Technology, with the main focus on development of mathematical algorithms and their applications to other disciplines. In particular, the main focus lies on the fields of number theoretic algorithms, (NP-hard) optimization problems, graph and fractal theory, as well as numerical methods like Monte Carlo simulation and other efficient solution methods. Some subpro-

jects put special attention on the effective modelling of applied problems, like the calculation of lattice structures or fusion plasma in theoretical physics, the processing of satellite measurements, of the heat equation or the modelling of neurons in the human brain. The broad spectrum of research activities in applied mathematics at the Graz University of Technology allows for the necessary variety of methods that are needed to tackle the challenges from applied sciences and from industrial applications.

Currently, the projects contained in this joint research program are:

- Concrete Mathematics: Fractals, Digital Functions, and Point Distributions (Prof. P. Grabner, Inst. f. Mathematics A)
- Algorithms and Diophantine Problems (Prof. R. Tichy, Inst. f. Mathematics A)
- Quasi-Monte Carlo-Methods in Finance and Insurance (Prof. R. Tichy, Inst. f. Mathematics, and Prof. I. Berkes, Inst. f. Statistics)
- Efficiently Solvable Special Cases of NP-hard Combinatorial Optimization Problems (Prof. R. Burkard, Inst. f. Mathematics B)
- Combinatorial Optimization in Complex Systems (Prof. R. Burkard, Inst. f. Mathematics B)
- Asymptotic Properties of Random Walks on Graphs (Prof. W. Woess, Inst. f. Mathematics C)
- Development and Applications of Statistical Models (Prof. I. Berkes, Prof. H. Friedl, and Prof. E. Stadlober, Inst. f. Statistics)
- Clustering and Triangulation Problems (Prof. Aurenhammer, Inst. f. Theoretical Computer Science)
- Monte-Carlo-Simulation and Mathematical Physics (Prof. W. von der Linden, Inst. f. Theoretical Physics)
- Mathematical Modelling of Fusion Plasma (Prof. M. Heyn, Inst. f. Theoretical Physics)
- Mapping of the Earth Gravity Field (Prof. H. Sünkel, Inst. f. Geodesy)
- Influences of Binary Drop Collisions on Drop Spectra (Prof. G. Brenn, Inst. f. Fluid Mechanics and Heat Transmission)
- Efficiency Improvement in Turbomachinery and CFD-Methods (Prof. W. Sanz, Inst. f. Thermal Turbomachinery and Machine Dynamics)
- Computing and Learning in Circuits of Spiking Neurons (Prof. W. Maas, Inst. f. Theoretical Computer Science)

Financial support is provided by several research projects of the Austrian Science Fund, as well as by the OeNB Anniversary Fund, the German Research Foundation, European Space Agency and Austrian Space Agency. There are also cooperations with other research institutes and the industry.



Advanced Materials Science

Advanced Materials Science

Der interdisziplinäre und fakultätsübergreifende FoSP Advanced Materials Science (AMS) befasst sich schwerpunktmäßig mit neuartigen mikro- und nanoskaligen Materialien auf anorganischer und organischer Basis. In den wichtigsten Industriesparten im Hochtechnologiebereich stellt die Kontrolle der strukturellen und funktionellen Eigenschaften von neuen Materialien auf der Mikro- bzw. Nanometer-Skala die Basis dar für technologischen Fortschritt und für die Öffnung neuer Märkte. Daher zählt die Materialforschung im Bereich der Mikro- und insbesondere der Nanotechnologie zu den Schlüsselfeldern der kommenden Jahrzehnte. Zukunftsrelevante Technologieoptionen ergeben sich darüber hinaus in der Kombination von Materials Science und Life-Sciences.

Ein FoSP Advanced Materials Science mit den Kernthemen Mikro- und Nanoskalige Materialien entspricht in besonderer Weise den Empfehlungen des Rates für Forschungs- und Technologieentwicklung, der diesem Gebiet einen hohen Stellenwert für die Forschung und Technologie in Österreich beimisst. Für die Zukunft wird ein hoher Bedarf an hochqualifiziertem Fachpersonal in diesem Bereich diagnostiziert. Diesem Aspekt wird durch eine starke Verankerung des Forschungsschwerpunktes AMS in der Lehre sowie mit einem Universitätslehrgang zum Thema Nanotechnologie und Nanoanalytik Rechnung getragen. Die technologischen Umsetzungen dieses Forschungsschwerpunktes liegen in Elektronik, Optoelektronik, Sensorik, Energiespeicherung, Katalyse und im Bereich Bioengineering. Im Forschungsschwerpunkt werden neben den genannten Kernthemen auch weitere Fragestellungen aus dem Bereich Materials Science bearbeitet.

Der FoSP im Zukunftsfeld Advanced Materials Science kann an der TU Graz auf vorhandene umfangreiche Kompetenzen aufbauen. Arbeitsgruppen aus den unten genannten dreizehn Instituten und Forschungseinrichtungen [1-13], die bereits im Bereich Advanced Materials Science tätig sind, werden am FoSP teilnehmen. Hierdurch wird eine hinreichende kritische Größe sichergestellt. Die Leistungsfähigkeit dieses FoSPs wird dadurch dokumentiert, dass derzeit bereits mehr als 100 Mitarbeiter, die sich in den genannten Instituten mit Advanced Materials Science beschäftigen, über Drittmittel finanziert werden.

Unter Berücksichtigung der vorhandenen Kompetenzen konzentriert sich der FoSP AMS auf die vier Themen: 1) Grenzflächenbestimmte Materialien, 2) Advanced Materials Characterization and Modelling, 3) Elektroaktive Stoffe sowie 4) Biokomposite und bioaktive Materialien. Die Themenbereiche, die im folgenden näher vorgestellt werden, sind bezüglich Synthese, Charakterisierung, Herstellungs- und Verarbeitungstechnologie sowie Verwendung stark miteinander vernetzt. Inhaltlich besonders enge Verknüpfungen bestehen zwischen dem ersten und dritten Themenbereich. Das Projekt Elektroaktive Stoffe ist ein Beispiel für einen bereits erfolgreich laufenden, fachübergreifenden Forschungsverbund im Bereich Advanced Materials Science.

Grenzflächenbestimmte Materialien (Koordinator: R. Würschum, E. Kozeschnik)

Die Forschung und Entwicklung für vielfältige Technologiebereiche der Zukunft erfordert immer kleinere Strukturgrößen und immer komplexere Systeme aus unterschiedlichsten Materialien. Wenn die kleinsten Struktureinheiten Abmessungen von 100 nm (= 0,0001 mm) deutlich unterschreiten, werden die Materialeigenschaften in zunehmendem Maße durch die Grenzflächen zwischen diesen Struktureinheiten bestimmt. Hinzu kommen Effekte der reduzierten Dimensionalität dadurch, dass die Größen der Struktureinheiten charakteristische Wechselwirkungslängen im Festkörper unterschreiten und bei sehr kleinen Strukturgrößen zusätzlich auch Quantenphänomene (quantum confinement) auftreten können. Auf diese Weise ist es möglich, durch die Einführung einer hohen Zahl von Grenzflächen zu stark veränderten oder sogar völlig neuartigen (funktionalen) Materialeigenschaften zu gelangen. Dies setzt das Verständnis und die Beherrschung der Vorgänge auf der Nanometerskala voraus. Ziel dieses Teils des FoSPs AMS ist es, unter Nutzung und weiteren Stärkung der Kooperationen zwischen Physikern, Chemikern und Materialwissenschaftlern neuartige grenzflächenbestimmte Materialien herzustellen und im Hinblick auf anwendungsrelevante Eigenschaften zu untersuchen und zu optimieren. Technologien zur Herstellung nanoskaliger Materialien sind ebenso Forschungsthemen wie die Untersuchung der Grenzflächenphänomene und Oberflächenmodifizierungen.

Bereits laufende oder konkret geplante Forschungsvorhaben zum Thema Grenzflächenbestimmte Materialien befassen sich mit folgenden Materialklassen: Neuartige molekulare Materialien [8,9,11], Nanoteilchen und Cluster [2,3,6,10,11,13], nanokristalline Materialien [1,6,10], nanoporöse Materialien [2,6] und Zeolithe [7], Nanokomposite [1,4,6,7,10,11], Copolymere und Polymerblends [11], anorganisch-organische Hybridmaterialien [4,11] sowie dünne Funktionsschichten [4,10,11]. Für die Herstellung dieser Materialien wird in den verschiedenen

Arbeitsgruppen eine breite Palette spezifischer Methoden eingesetzt bzw. entwickelt (s. z.B. Abb. 1). Neuartige Möglichkeiten für die Nanostrukturierung von Metalloberflächen eröffnen sich darüber hinaus durch den Einsatz feinfokussierter Ionenstrahlen [13].

Die Untersuchungen der grenzflächenbestimmten Materialien sollen zu einem umfassenden Verständnis der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen sowie der spezifischen Wechselwirkungen an den inneren und äußeren Grenzflächen beitragen. Ein besonderes Interesse im FoSP AMS gilt den optischen und elektronischen Eigenschaften sowie dem Materietransport. Darüber hinaus werden Effekte der Feinkaligkeit auch im Hinblick auf die Verbesserung mechanischer Materialeigenschaften untersucht.

Die Thematik Grenzflächenbestimmte Materialien im FoSP AMS profitiert in besonderer Weise davon, dass das Thema im Rahmen des gesamten FoSPs in einer großen Bandbreite von der Grundlagenforschung bis zur anwendungsorientierten Forschung abgedeckt wird. Grundlagenorientierte Fragen, beispielsweise der Physik nied-

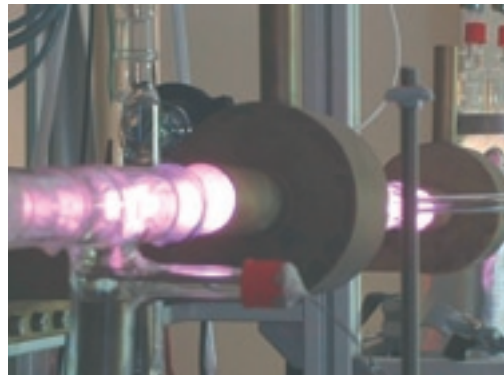


Abb. 1: Mikrowellen-Plasma Anlage mit zwei Reaktionskammern zur Herstellung und in-situ Beschichtung nanokristalliner Metalloxidteilchen. (Bildnachweis: Inst. f. Technische Physik, TU Graz)

rigdimensionaler Systeme oder suprafluider Nanotröpfchen [3], werden ebenso bearbeitet wie konkrete Anwendungsfragen, die zum Beispiel die kostengünstige Integration von gedruckten passiven und aktiven elektronischen Bauelementen betreffen [4].

Advanced Materials Characterization and Modelling (Koordinator: F. Hofer, F. Leisch)

Für ein besseres Verständnis der funktionellen Eigenschaften neuartiger Materialien müssen verbesserte Charakterisierungsmethoden bzw. Methodenverbunde entwickelt werden, die sowohl integrale als auch orts aufgelöste Information liefern können. Einige

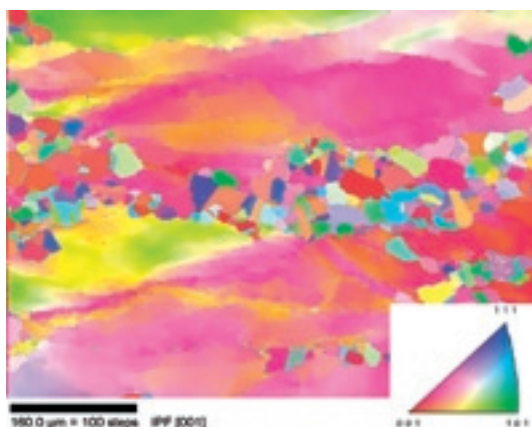


Abb. 2: Kristallorientierungsverteilung in rekristallisierter Nickelbasislegierung aufgenommen mit Rückstreuungselektronenbeugung; Kooperation FELMI mit Institut für Werkstoffkunde, Schweißtechnik und Spanlose Formgebungsverfahren. (Bildnachweis: FELMI, TU Graz)

Institute der TU Graz beschäftigen sich - oft in intensiver Zusammenarbeit mit Entwicklern wissenschaftlicher Messgeräte im In- und Ausland - schwerpunktmäßig mit der Entwicklung innovativer Charakterisierungsmethoden.

Unter den integralen Untersuchungstechniken nimmt die Röntgenbeugung eine zentrale Rolle ein. Ihre Anwendungsgebiete im

FoSP AMS reichen von ab-initio Kristallstrukturbestimmungen und Phasenanalysen bis hin zur Bestimmung von Kristallitgrößen und Mikroverzerrungen in nanokristallinen Materialien [4,6,9]. Daneben ist eine Vielzahl empfindlicher Spektroskopiemethoden zur Untersuchung spezifischer Materialeigenschaften verfügbar. Hierzu zählen u.a. die Elektronen- und Kernspinresonanz [9], die Schwingungs- und Elektronenspektroskopie [8,11], die Elektron-Positron-Annihilation [6] sowie ein Spektrum an optischen und magnetischen Methoden [4,9,11].

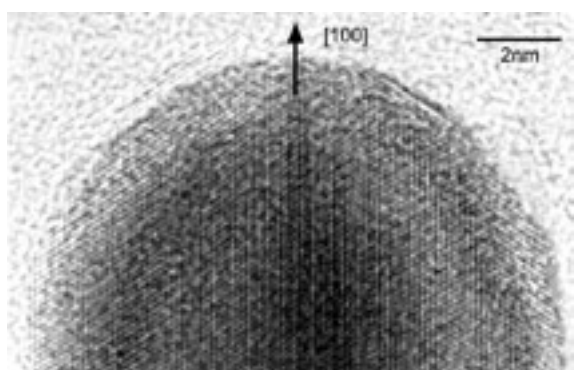


Abb. 3: Gold-Nanodraht. Transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme in atomarer Auflösung. (Bildnachweis: FELMI, TU Graz)

- nicht nur aufgrund der Auflösung, die bis in den Bereich atomarer Dimensionen reichen kann, sondern auch weil die Bildinformation direkt mit der Kristallstruktur und der chemischen Zusammensetzung verknüpft werden kann (Abb. 2, 3). Insbesondere im Bereich der analytischen Elektronenmikroskopie nimmt die TU Graz hierbei

eine Spitzenstellung ein. Mit dem weltweit zweiten Monochromator-Transmissionselektronenmikroskop können chemische Bindungsverhältnisse in nanometerkleinen Probenbereichen erfasst werden (Abb. 4) [13]. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen können seit kurzem unter dynamischen Bedingungen und zudem auch an feuchten Proben durchgeführt werden [13]. Weitere mikroskopische Methoden sind die Raman- und Infrarot-Mikroskopie, die insbesondere für die chemische Phasenanalyse von Polymeren und Biomaterialien eingesetzt werden [13].

Eine besonders umfangreiche Expertise ist im FoSP AMS im Bereich der oberflächenphysikalischen Charakterisierungsmethoden vorhanden. Die Auger- und Photoelektronen-Spektroskopie sowie Elektronenbeugung werden für das Studium der Wechselwirkung von einfachen anorganischen und organischen Molekülen mit metallischen Oberflächen eingesetzt [4]. Für oberflächenphysikalische Untersuchungen mit lateraler Auflösung stehen Rasterkraftmikroskope [7,10] und Rastertunnelmikroskope [4], analytische Feldionenmikroskopie [4] sowie die Raster-Helium-Atom-Mikroskopie [3] zur Verfügung.

Modellierungen von Materialeigenschaften werden sowohl auf atomistischer als auch auf mikroskopischer Skala durchgeführt. Quantensimulationen werden dazu herangezogen, um neuartige festkörperphysikalische Phänomene zu beschreiben, die auf starken elektronischen Korrelationen beruhen, wie beispielsweise der sog. Colossal Magneto-Resistance [5]. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Computersimulation von mikrostrukturellen Vorgängen bei der Verformung und beim Schweißen [1].

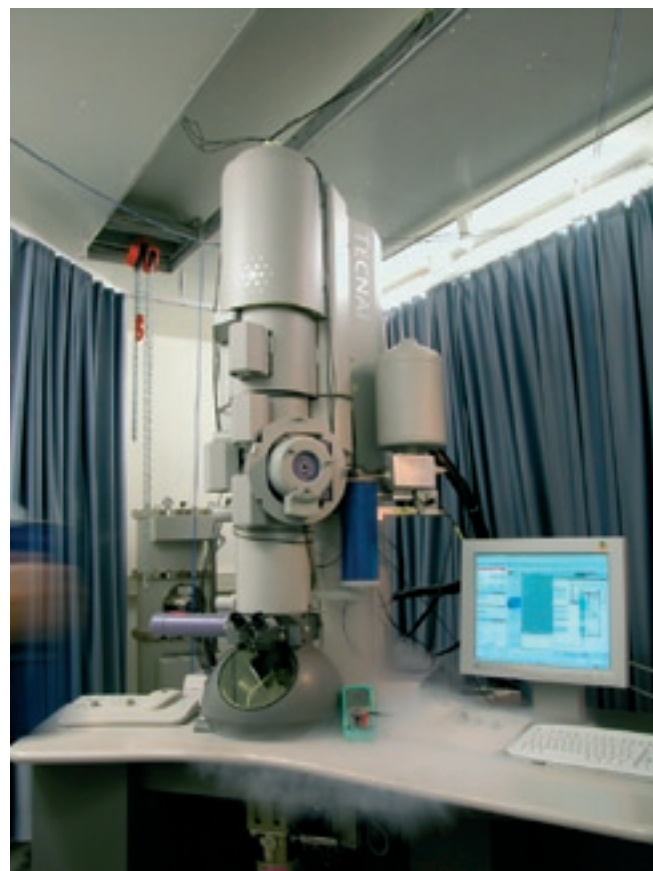


Abb. 4: Analytisches Hochauflösungselektronenmikroskop Tecnai F20 des FELMI, ausgerüstet mit Feldemissionskathode, Monochromator und Energiefilter. (Bildnachweis: FELMI, TU Graz)

Elektroaktive Stoffe (Kordinator: F. Stelzer, E. List)

Der Themenbereich Elektroaktive Stoffe hat, verankert in einem

gleichnamigen Spezialforschungsbereich (Sprecher: J. Besenhard), eine langjährige Tradition in interdisziplinärer und interkultärer Zusammenarbeit. Fünf Institute der TU Graz [4, 9, 10, 11, 13] und je ein Institute der Montanuniversität Leoben und der Karl-Franzens Universität Graz widmen sich der Entwicklung von Materialien, die in lichtemittierenden Bauelementen (LEDs) (bestehend aus organischen und/oder anorganischen Halbleitern), in photovoltaischen Zellen sowie in Batterien und Brennstoffzellen eingesetzt werden. Die Bandbreite, der im Rahmen dieses Themenbereichs behandelten Materialien, reicht von Metallen über anorganische Nichtmetalle (Graphit, Ruß, Keramik) und Kunststoffe (organische Halbleiter, Polyionen, etc.) bis zu Hybridmaterialien, welche aus mehreren Komponenten der genannten Materialien bestehen können.

Neben der Synthese und Charakterisierung der Materialien wird im Rahmen der Forschungsarbeiten auch der Einsatz der Materialien in Bauelementen getestet. Dabei werden zur Erschließung neuer Anwendungsbereiche der entwickelten Materialien neue Technologien für die Herstellung der Bauteile ebenso entwickelt wie die bis in den Nano-Maßstab reichende Analysen- und Charakterisierungsmethodik.

Im Folgenden seien einige dieser Forschungsfelder beispielhaft herausgegriffen und beschrieben.

Organische Halbleiter [3, 4, 9, 11, 13], wie z.B. konjugierte Polymere finden ihren Einsatz in LEDs, Photovoltaischen Zellen, Transistoren und farbigen flexiblen Displays. Das Forschungsziel besteht hier u.a. in der Entwicklung neuer Materialien, der Qualitätsoptimierung (Lebenszeit, Farbe, Intensität, Leitfähigkeit, Thermochromie und Elektrochromie) und der Prozessoptimierung (Dünnschichttechnik, photochemische Strukturierung oder Drucktechniken, optische / magnetische Datenspeicherung), wobei hierfür die Methodik von der quantenmechanischen Modellierung bis hin zur Herstellung und Untersuchung von Prototypen reicht (Abb. 5, 6). Die behandelten Anwendungen umfassen auch Ansätze für „neues Bauen“ (selbstregulierende Fenster und Fassaden, Selbstreinigung, Design-Möglichkeiten).

Das Forschungsfeld Energiespeicherung [9, 10, 11, 13] umfasst die Forschung an Membranen für den Einsatz in Li-Ionen-Batterien und

Brennstoffzellen. Im Wesentlichen werden Arbeiten zur Optimierung von Material- und Herstellungstechnologien für Speicherzellen und

Brennstoffzellen mit erhöhter Kapazität, Lebensdauer und Leistungsabgabe sowie verbesserter Öko-Kompatibilität durchgeführt.

Organisch-Anorganische Hybridmaterialien [7, 8, 10, 11, 13] finden ihren Einsatz in optoelektronischen Bauelementen zur Datenübertragung und Datenspeicherung, in der Sensorik bzw. in optischen Anwendungen (anisotrope doppelbrechende Kunststoffe). Ein zukünftig besonders interessanter Anwendungsbereich dieser Materialklasse liegt im Bereich der molekularen Elektronik.

Keramische und metallische Materialien [2, 4, 9, 10, 13] werden für den Einsatz in modernen Hochleistungskeramiken bzw. zur Metallisierung unterschiedlicher, meist nicht oder nur schlecht leitender Materialien entwickelt.

Biokomposite und bioaktive Materialien (Kordinator: A. Hermetter, F. Stelzer)

Dieser Themenbereich lässt sich in drei weitere Unterthemen aufsplitten:

a) Materialien und Techniken zur Biokompatibilisierung oder -funktionalisierung von Oberflächen unterschiedlicher Art (Polymerfolien, dünne Gläser, Feinmaterialien als Wirkstoffträger): Unter anderem werden Methoden zur Herstellung von Biochips für die Analytik von Enzymen erarbeitet, die biomedizinisch oder

chemisch industriell interessant sind. Der Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Chips für die Analytik lipolytischer Enzyme. Grundlage für die Chippräparation sind photo- oder katalytisch-chemisch aktivierte Materialien entweder auf Glas- oder Kunststoffbasis [11, 12]. Die primär aktivierten Supports werden (bio)chemisch weitermodifiziert, um letztendlich Mikroarrays biospezifischer Liganden in funktioneller Form auf einer biokompatiblen Oberfläche auszubilden.

b) Materialien für biomedizinische Anwendungen. Die Materialwissenschaft ist insbesondere im Bereich der Prothetik ein wesentlicher Bestandteil des medizinischen Erfolges. In diesem Bereich werden

Materialien für die Dentaltechnik und Ophthalmik entwickelt.

c) Biotechnologisch hergestellte bioabbaubare Polymere aus recenten oder nachwachsenden Rohstoffen. Biologisch abbaubare Materialien (Kunststoffe) sind in der Medizin (Nahtmaterialien, Wirkstoffträger, etc.) von großer Bedeutung. Auch in der Landwirtschaft ist die Abbaubarkeit von Hilfsmaterialien oft ein

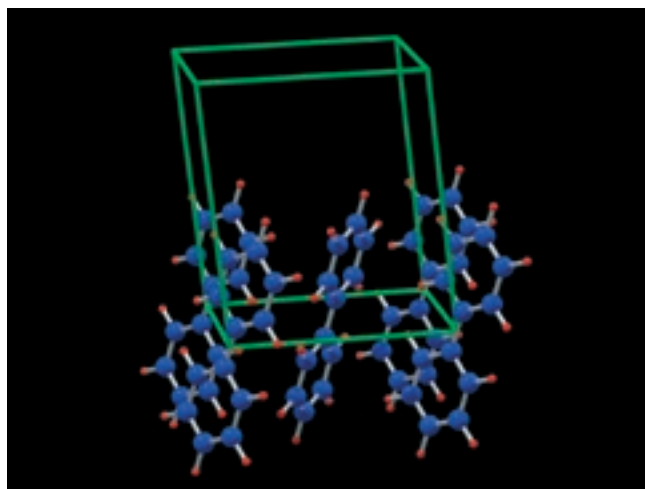


Abb. 5: Computersimulation der Kristallstruktur von organischem Moleküllkristall (Biphenyl). (Bildnachweis: Institut für Festkörperphysik, TU Graz)

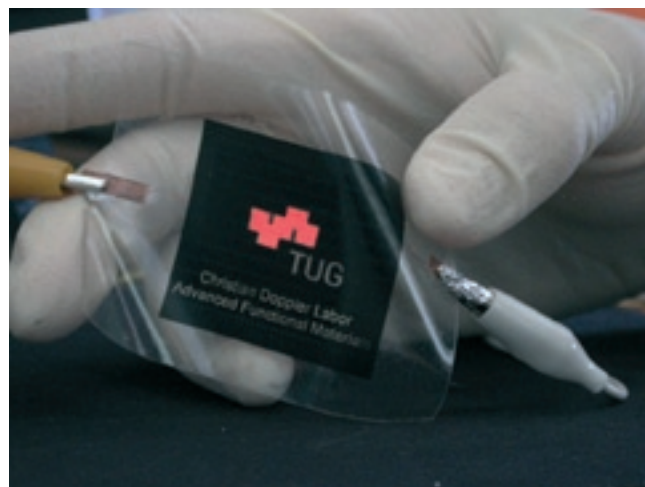


Abb. 6: Flexible organische Leuchtdiode (Bildnachweis: Institut für Festkörperphysik / Christian Doppler Labor – Advanced Functional Materials, TU Graz)

ökologisch wichtiges Thema (z. B. Mulchfolien, Düngerträger, Saatbänder etc.). In diesem Themenbereich werden in Zusammenarbeit mehrerer Institute [11, Institut für Biotechnologie, Institut für Ressourcenschonende und Nachhaltige Systeme] neue Wege zur Entsorgung von Abfallstoffen (z.B. Tiermehl) durch Umformung in Wertstoffe bearbeitet.

Liste der am FoSP Advanced Materials Science beteiligten Institute (IV: Institutsvorstand), Arbeitsgruppen (AG: Arbeitsgruppenleiter) und Wissenschaftler:

Fakultät für Maschinenbau:

- [1] Werkstoffkunde, Schweißtechnik und Spanlose Formgebungsverfahren: H.-H. Cerjak (IV), E. Kozeschnik (AG)
- [2] Apparatebau, Mechan. Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik: G. Staudinger (IV), G. Krammer (AG)

Technisch Naturwissenschaftliche Fakultät:

- [3] Experimentalphysik: W. Ernst (IV), B. Holst, C. Callegari
- [4] Festkörperphysik: H. Kahlert (IV), E. List (AG), A. Winkler (AG), M. Leisch (AG), R. Resel (AG)
- [5] Theoretische Physik: W. v.d.Linden (IV), H.G. Evertz
- [6] Technische Physik: R. Würschum (IV), W. Puff (AG), U. Brossmann
- [7] Techn. Geologie und Angewandte Mineralogie: G. Riedmüller (IV), D. Klammer (AG)
- [8] Anorgan. Chemie: K. Hassler, F. Uhlig (IV), Ch. Marschner (AG), H. Stüger (AG)
- [9] Physikal. u. Theoret. Chemie: G. Grampp (IV), K. Gatterer (AG), F.-A. Mautner (AG), B. Koppelhuber-Bitschnau, S. Landgraf
- [10] Chem. Technologie anorgan. Stoffe: J. Besenhard (IV)
- [11] Chem. Technologie organ. Stoffe: F. Stelzer (IV), W. Kern (AG), R. Saf (AG), G. Trimmel, Ch. Slugovc, K. Wewerka
- [12] Biochemie: G. Daum (IV), A. Hermetter (AG)
- [13] Forschungsinstitut für Elektronenmikroskopie (FELMI): F. Hofer (IV), P. Pölt (AG), P. Wilhelm (AG)

Integrated Research Project: Advanced Materials Science

The interdisciplinary Integrated Research Project (Forschungsschwerpunkt, FoSP) on Advanced Materials Science (AMS) focuses on the investigation of novel inorganic- and organic-based micro- and nanoscaled materials. The control of the structural and functional properties of new materials on the micro- or nanometre scale represents the basis of technological progress and the opening of new markets for the major part of high-technology industries. Consequently, materials research in the fields of micro- and particularly nanotechnology represents a key area in the forthcoming decades. Future-relevant technology options may also emerge from a combination of materials science and life sciences.

Focusing on the key subjects of micro- and nanoscaled materials, the Integrated Research Project on Advanced Materials Science closely follows the guidelines set by the Council of Research and Technology Development, which attributes key importance to this area of research and development in Austria. In this sector, a strong demand for highly skilled personnel is predicted. This aspect is taken fully into consideration by a close integration of the research project Advanced Materials Science with the academic teaching and by the post-graduate university course on Nanotechnology and

Nano-analytics. The technological applications of this research program comprises the areas of micro- and opto-electronics, sensors, energy storage, and catalysts as well as the field of bioengineering. Apart from the key topics mentioned above, the joint research program will address other issues of materials science as well.

At Graz University of Technology, the Integrated Research Project on Advanced Materials Science can be established on a broad base of expertise. Groups from thirteen institutes listed above [1-13], which are already engaged in the field of materials science, will take part in the FoSP. In this way, the necessary "critical" size is assured. The scientific capability of the FoSP is manifested in the fact that at present more than 100 research fellows, working in the above mentioned institutes in the field of materials science, are fully supported by funds from third parties.

Taking into account the existing research expertise, the Integrated Research Project on Advanced Materials Science will focus on four topics: 1) Interface-controlled Materials, 2) Advanced Materials Characterization and Modelling, 3) Electroactive Materials, and 4) Bio-composites and Bioactive Materials. The topics are highly integrated with respect to synthesis, characterization, production and processing technologies, as well as applications. In particular, the first and third topic are closely linked regarding the scientific content. The project Electroactive Materials represents an example of an interdisciplinary research collaboration in the field of materials science which is already running successfully for several years.

Koordinator Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Günther Daum
Institut für Biochemie
E-Mail: guenther.daum@TUGraz.at
Tel: 0316 873 6462



Koordinator Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Helmut Schwab
Institut für Biotechnologie
E-Mail: helmut.schwab@TUGraz.at
Tel: 0316 873 8418/8419



Technische Biowissenschaften

Life Science Technology

Die Technischen Biowissenschaften an der TU Graz stellen einen Verbund von Know-how dar, der sich in den letzten zehn Jahren durch eine große Zahl von Forschungsprojekten (FWF-Projekte, SFBs Biokatalyse und Biomembranen, Kompetenzzentrum Angewandte Biokatalyse, GenAU Projekte, CD-Labors Biokatalyse und Genomik/Bioinformatik, START-Projekt, ÖNB-Projekt, EU-Projekte) etabliert hat.

Das vorhandene Know-how zeichnet sich durch eine Kombination biowissenschaftlicher Grundlagenforschung mit technologischen Anwendungen aus. Die fünf Bereiche der Forschung gliedern sich wie folgt:

- Molekulares Engineering von Biosystemen (Biomolecular Engineering)
- Bioprocess- und Lebensmitteltechnologie (Bioprocess and Food Technology)
- Biokatalyse und Bioanalytik (Biocatalysis and Bioanalytics)
- Genomik und Bioinformatik (Genomics and Bioinformatics)
- Biomedizinische und Biomechanische Technik (Biomedical and Biomechanical Engineering)

Die angeführten Teilbereiche des Forschungsschwerpunkts Technische Biowissenschaften weisen eine starke Quervernetzung auf, die durch erfolgreiche Kooperationen an der TU Graz entstanden ist. Die kritische Masse an Kompetenz wird durch 20 Arbeitsgruppen an 11 Instituten der TU Graz erreicht. Die wesentliche Grundlage für die notwendigen personellen, räumlichen und finanziellen Ressourcen bildet eine große Zahl von lokalen, nationalen und internationalen Forschungsprojekten, die gemeinsam mit Partnern aus Forschungsinstitutionen und Industrie durchgeführt werden. In diesem Umfeld hat sich die TU Graz zu einem national und international angesehenen Zentrum für Technische Biowissenschaften entwickelt.

Dieses Forschungsnetzwerk bildet die Basis für die Einrichtung des Forschungsschwerpunkts Technische Biowissenschaften an der TU Graz, dessen Ziel darin besteht, die Position der TU Graz im internationalen Spitzenfeld der Technischen Biowissenschaften weiter auszubauen. Die

Koordination der Aktivitäten soll zu einer Fokussierung der Forschung und einer weiteren Verbesserung der Infrastruktur in den angeführten Bereichen führen. Mittelfristig streben wir den Ausbau des Forschungsschwerpunkts zu neuen zukunftsweisenden Technologien an. Interdisziplinäre Forschung steht dabei im Vordergrund. Folgerichtig weist der Forschungsschwerpunkt Technische Biowis-

senschaften, wie in Abb. 1 dargestellt, starke Quervernetzungen zu anderen Forschungsschwerpunkten der TU Graz auf.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Sektionen des Forschungsschwerpunkts Technische Biowissenschaften genauer beschrieben. Dabei wird die Thematik näher erläutert, auf vorhandene Kapazitäten und Ressourcen eingegangen, die zur Verfügung stehenden Methoden erläutert und die zukünftige Entwicklung der Fachgebiete dargelegt.

Molekulares Engineering von Biosystemen (Biomolecular Engineering)

Im Mittelpunkt dieser Sektion stehen Studien, die dem besseren Verständnis der molekularen und zellulären Hintergründe biologischer und biochemischer Vorgänge dienen, welche für technologisch relevante Prozesse eingesetzt werden. Moderne Methoden der Biochemie, Molekularbiologie, Genetik, Zellbiologie, Bio- und Zellmechanik und Biotechnologie werden auf diese Problemstellungen angewandt und durch Bioinformatik, Strukturforschung, Modellbildung und Bilddarstellung ergänzt. Eine Reihe von Studien bedient sich mikrobieller Systeme. Neben dem „Haustier der Gentechniker“, dem Bakterium *Escherichia coli* (Abb. 2), werden Untersuchungen mit der Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*, der industriell höchst relevanten Hefe *Pichia pastoris* und - mit zunehmender Bedeutung - an Zellkulturen höherer Organismen (Fibroblasten, Stammzellen) durchgeführt.

Kenntnisse über Funktionalität und Stabilität von Enzymen unter prozessrelevanten Bedingungen und Regulation der metabolischen Flüsse stellen wichtige Grundlagen für Protein- und Zell-Engineering

dar. Die in den AGs Schwab, Nidetzky und Glieder laufenden Projekte beschäftigen sich mit Struktur- und Funktionsbeziehung von Lyasen, Oxidasen, Proteasen, Esterasen und Glycosyltransferasen. Substrat- und Enantioselektivität dieser Enzyme sind für ihre technologische Anwendung von großer Bedeutung. Konstruktion spezieller Produktionsstämme mit modulierter Zellatmung und Ethanolbildung stellen weitere Ziele dieser Arbeiten dar. „Enzyme Enginee-

ring“ und „Directed Evolution“ sind Strategien, die zur Verbesserung der Enzyme herangezogen werden.

Lipide und Biomembranen bilden den Schwerpunkt der von den AGs Daum und Hermetter behandelten Projekte. Lipidsynthese wird in Zusammenhang mit der Ausbildung zellulärer Strukturen (Mitochondrien, Lipiddepots, Peroxisomen) untersucht. Der Einfluss oxidierter Lipide auf Vorgänge der intrazellulären Signalübertragung

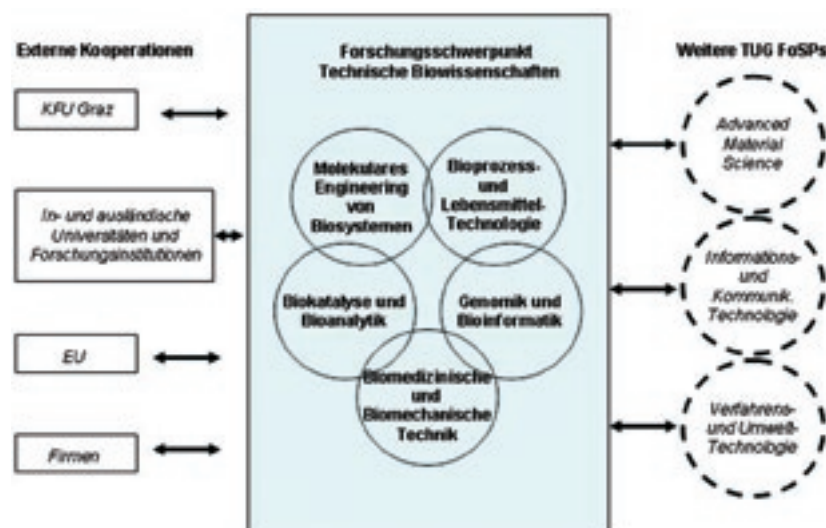


Abb. 1: Struktur und thematische Schwerpunkte des Forschungsschwerpunkts Technische Biowissenschaften

wird studiert. Im Zuge genomweiter Analysen werden neue Gene und Genprodukte identifiziert, die an diesen Prozessen beteiligt sind. Anwendungsbereiche dieser Projekte sind Atherosklerose-, Krebs- und Stammzellenforschung. Molekulare Mechanismen der Zelldifferenzierung an Stammzellen mit besonderem Augenmerk auf die Bildung von Fett-, Herz- und Knochenzellen werden in der AG Trajanoski untersucht.

Bildliche Darstellung zellulärer und makromolekularer Strukturen sind die Beiträge der AGs Hofer, Holzapfel (Kooperation mit ÖAW und ELETTRA, Triest) und Bischof zu diesem Forschungsbereich. Moderne mikroskopische Methoden wie Rasterelektronenmikro-



Abb. 2: Die Zellfabrik der Biotechnologen: Rasterelektronische Aufnahme des Bakteriums *Escherichia coli* (FELMI, TU Graz)

kopie (REM), Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), FTIR- und Raman Mikrospektrometrie, sowie SAXS (Small Angle X-ray Scattering) werden angewandt. Ziel ist es, die Interaktion zwischen makromolekularen Strukturänderungen und mechanischen Funktionen in menschlichen Bindegeweben sowie die Beziehung zwischen Physiologie und Pathologie herzustellen. Im Zuge der Bilddarstellung („Bioimaging“) werden z.B. 3-dimensionale Rekonstruktionen mikroskopischer Aufnahmen und Auswertungen von SAXS-Beugungsmustern zur biomechanischen Materialmodellierung der Mikro- und Nanostruktur durchgeführt.

Bioprozess- und Lebensmitteltechnologie (Bioprocess and Food Technology)

Die Forschungsaktivitäten im Bereich der Bioprozesstechnologie haben das Ziel innovativer biotechnologischer Verfahrensentwicklung für die Herstellung und Modifikation von chemischen Wertstoffen und Nahrungsmittelzusatzstoffen. Sie vereinen methodische Komponenten der molekularen Biotechnologie und moderner Verfahrenstechniken und untersuchen die Wechselwirkung zwischen biologischen und operativen Prozessfaktoren für die Verfahrensoptimierung (Abb. 3). Enzyme und mikrobielle Zellen kommen zum Einsatz, welche hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Prozesstauglichkeit optimiert werden. Effiziente Nutzung erneuerbarer Rohstoffquellen (AG Steiner) und umweltbezogene Verfahrensentwicklung auf Basis enzymatischer oder mikrobieller Prozesstechnologie (AG Gübitz) sind dabei wichtige Zielsetzungen. In der Nanobiotechnologie sehen wir eine wesentliche Komponente für zukünftige Verfahrensentwicklungen in den Bereichen Mikroreaktionstechnik und Produktaufarbeitung. Ein wichtiges Schwerpunktsthema ist die

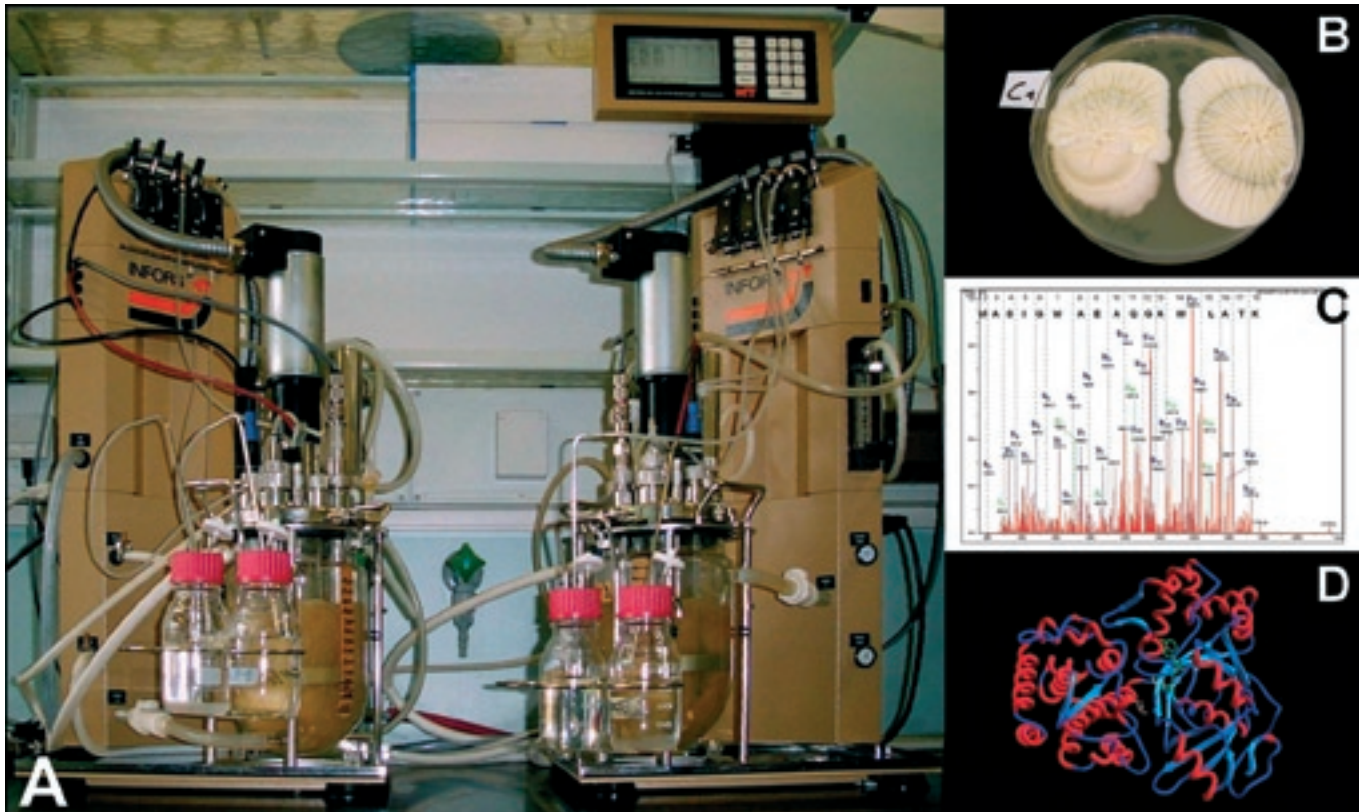


Abb. 3: Der Bioreaktor (A) mit dazugehöriger Mess- und Regeltechnik ist von zentraler Bedeutung in der Prozesstechnologie für die Anzucht von Mikroorganismen (B). Effiziente analytische Verfahren, z.B. Massenspektrometrie (C), werden für die Verfahrensentwicklung benötigt, um Proteine (D) zu charakterisieren.

Glykobioprozess)technologie (AG Nidetzky) für die Herstellung einfacher und komplexer Kohlenhydrate von speziellem nutritivem oder physiologischem Wert.

Ein wesentlicher Forschungsbereich in der modernen Lebensmitteltechnologie und -chemie (AGs Pfannhauser und Murkovic) sind bioaktive Wirkstoffe (Anthocyane, Flavonole, Phenolsäuren; Vitamine und Lebensmittelzusatzstoffe) und die Qualitätssicherung bei deren chemischer Analyse. Neue Methoden der Authentizitätsprüfung bei Lebensmitteln (PCR und verwandte Methoden) haben an Bedeutung zugenommen. Die Stabilität und Stabilisierung labiler Nährstoffkomponenten (Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente) während der Verarbeitung und Lagerung, sowie die Aromaerhaltung und neue Aromastoffe in Lebensmitteln sind Forschungsgebiete von besonderem Interesse. Das Studium der Aufnahme von Mikronährstoffen und die Festlegung wirksamer Unter- aber auch potentiell gefährlicher Obergrenzen sind wichtige Projekte der Lebensmittelchemie und -technologie. Technologische Verfahren hinsichtlich ihres möglichen Gefährdungspotentials zu studieren zählt im Sinne des Konsumentenschutzes ebenfalls zu den wesentlichen Aufgaben.



Abb. 4: Cypermethrin (Formel) ist ein synthetisches Pyrethroid mit Anwendung in der Landwirtschaft. Für den rechten Molekülteil wurde am Institut für Organische Chemie ein biokatalytisches Verfahren entwickelt, das nun weltweit im Einsatz ist. Das Bild zeigt die Versuchsanlage.

Biokatalyse und Bioanalytik (Biocatalysis and Bioanalytics)

Biokatalyse ist die Technologie, die sich die besonderen Eigenschaften der Katalysatoren der Natur, der Enzyme, nämlich hohe Selektivität, milde Reaktionsbedingungen und Umweltverträglichkeit, zur Lösung chemischer, technischer und ökologischer Fragestellungen und Aufgaben zunutze macht. Durch Biokatalyse werden neue Produkte, verbesserte Verfahren und Problemlösungen möglich, die über eine andere Methodik meist nicht erzielbar sind. Die Anwendung biokatalytischer Methoden in der Industrie gewinnt immer größere Bedeutung; das jährliche Wachstum am Produktwert beträgt etwa 10 %. Am Institut für Organische Chemie entwickelte Verfahren wurden bereits technisch realisiert, beispielsweise zur Produktion von Pyrethroiden (Abb. 4). Weitere Forschungsarbeiten zur Anwendung der Biokatalyse in der Synthese beschäftigen sich mit der selektiven Einführung von Hydroxylgruppen in organische Verbindungen (AG de Raadt) sowie Darstellung und Transformationen von Nitrilen (AGs Griengl, Klempier).

Glycosidasen und Glycosyltransferasen sind lebenswichtige Enzyme im Stoffwechsel aller Lebewesen. Für diese Enzyme werden

neuartige Substrate und Hemmstoffe hergestellt, die als Diagnosehilfsmittel und mögliche Wirkstoffe zur Bekämpfung von Stoffwechselstörungen (Diabetes, Gaucher-Krankheit) und Infektionskrankheiten dienen sollen (AG Stütz). Ein weiterer Arbeitsbereich ist der Entwicklung spektroskopischer Methoden (NMR) zur Verfolgung und Kontrolle biokatalytischer Umsetzungen gewidmet (AG Weber).

Der Schwerpunkt neuer bioanalytischer Entwicklungen liegt auf der Bestimmung biologischer Aktivitäten von Enzymen sowie kleiner Moleküle, die im Stoffwechsel, in der intrazellulären Signalübertragung, sowie in der Biokatalyse eine zentrale Rolle spielen. Im Mittelpunkt der Arbeiten steht die Anwendung von Fluoreszenzmethoden (AGs Hermetter, Klimant). Mit derartigen Techniken soll möglichst die Gesamtheit aller enzymatisch wirksamen Proteine einer Zelle (funktionelles Proteom) erfasst werden. Moderne Methoden der Chip- und Nanotechnologie sollen einerseits zur Entdeckung neuer Enzyme führen, andererseits können bekannte Enzyme einer komplexen Probe gleichzeitig und schnell getestet werden. Die Anwendungsgebiete erstrecken sich auf verschiedenste Gebiete der Biotechnologie und Biomedizin. Weiters stehen massenspektroskopische Methoden (AG Saf) und NMR-Methoden (AG Weber) zur Untersuchung biokatalytischer Umsetzungen und zur Strukturaufklärung von Biomolekülen zur Verfügung. Moderne Methoden der instrumentellen Analytik werden zur Authentizitäts- und Qualitätsprüfung von Lebensmitteln (AGs Pfannhauser, Murkovic) eingesetzt.

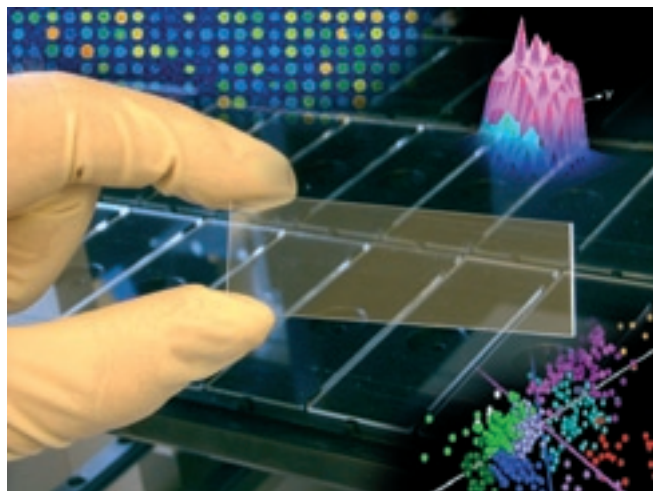


Abb. 5: DNA-Chip produziert an der TU Graz.

Genomik und Bioinformatik (Genomics and Bioinformatics)

Das Christian-Doppler-Labor für Genomik und Bioinformatik (AG Trajanoski) kooperiert mit den Firmen Oridis Biomed, Graz und Eccocell, Graz. Das Ziel der Forschungsarbeiten ist die Entdeckung und funktionelle Aufklärung jener Gene und Proteine, die (i) beim Prozess der Vermehrung und Differenzierung von Knochenmarkstammzellen beteiligt (Eccocell) und (ii) für die Diagnose und Therapie chronischer Lebererkrankungen relevant sind (Oridis Biomed). Durch genomweite Analysen mittels Microchip-Technologie (Abb. 5) und Bioinformatik sollen medizinisch interessante Zielgene identifiziert, physiologische Funktionen der neuen Genprodukte charakterisiert und ihre potentielle medizinische Nutzbarkeit erforscht werden.

Im GEN-AU Projekt BIN (Bioinformatics Integration network) (AG Trajanoski) wird an der Einrichtung eines virtuellen Labors für die

Integration bioinformatischer Lösungen für die wissenschaftliche Gemeinschaft in den Biowissenschaften gearbeitet. Dieses Ziel wird durch folgende Aktivitäten erreicht:

- i. Aufbau und Wartung von bioinformatischen Serviceleistungen
- ii. Entwicklung neuer Methoden zur Analyse biologischer Daten
- iii. Ausbildung von hoch-qualifiziertem Personal
- iv. Vernetzung und Bildung von Partnerschaften mit der Wirtschaft (SUN Microsystems Center of Excellence in Computational Genomics and Biomedical Informatics).

Das Ziel des GEN-AU Projekt GOLD (Genomics of Lipid-associated Disorders) (AGs Trajanoski und Hermetter in Zusammenarbeit mit R. Zechner, Karl-Franzens-Universität Graz),

ist die Entdeckung und funktionelle Aufklärung jener Gene und Proteine, die beim Prozess der zellulären Lipidaufnahme, -ablage, und -mobilisierung beteiligt sind. Spezifische Fragen des GOLD-Projektes sind wie folgt definiert: (i) Wie ändern sich die Expressionsmuster von Genen in verschiedenen Geweben durch genetische Defekte im Fettstoffwechsel, und welche physiologische Funktion besitzen diese Gene? (ii) Welche lipidspaltenden Enzyme existieren in den Genomen von Menschen und Modellorganismen (Maus, Hefe), welche Struktur besitzen sie und welche funktionelle Rolle spielen sie im Fettstoffwechsel?

Die AG Glieder ist an einem interdisziplinären Ansatz zur Analyse zellulärer Produktions- und Regulationsabläufe als ganzheitliches System beteiligt. Neue Produktionsstämme industrieller Mikroorganismen mit regulatorischen Veränderungen im Zentral- und Energiestoffwechsel werden hergestellt. Die Analyse und Bewertung veränderter Gen- Expressionsmuster (Kooperation mit Integrated Genomics) und veränderter metabolischer Flussraten (Kooperation mit Beocarta) soll die Herstellung neuer mikrobieller Produktionsstämme beschleunigen und erleichtern.

Biomedizinische und Biomechanische Technik (Biomedical and Biomechanical Engineering)

Ein Teil dieses Forschungsbereiches beschäftigt sich mit biomedizinischer Bildverarbeitung auf einem Abbildungsniveau, das vom Organ bis zur Zelle reicht. Dafür werden u.a. hochpräzise elektromagnetische Messverfahren bis hin zu Biosensoren und bildgebende Verfahren wie hochauflösende Magnet-Resonanz Imaging (MRI), Computertomographie (CT), Ultraschall (US), intravaskulärer Ultraschall (IVUS) und Positron-Emissionstomographie (PET) verwendet. Daraus ergeben sich Anknüpfungen zu anderen Bereichen des

Forschungsschwerpunktes, wie z.B. dem Molekularen Engineering von Biosystemen, der Biokatalyse und Bioanalytik und der Genomik und Bioinformatik. Die Grundlage eines zentralen zukünftigen Forschungsgebietes zur in vivo Modellierung von biomechanischen und mechanobiologischen Prozessen auf molekularer und zellulärer Ebene wird das „Molecular Imaging“ sein (AGs Bischof, Holzapfel, Trajanoski).

Eine weitere Disziplin dieses Forschungsbereiches beschäftigt sich mit der Quantifizierung (Modellierung) der mechanischen Umgebung des menschlichen Bindegewebes, in der Zellen und Grundsubstanzen unter gesunden, erkrankten oder verletzten Bedingungen reagieren. Ein Schwerpunkt ist die Computersimulation

der Ballonangioplastie (Abb. 6), einer Methode zur Behandlung von verengten Blutgefäßen. Die Wechselwirkung von Gefäßimplantaten und Arterienwand erfordert das Verständnis für die Interaktion von mechanischen und biologischen Prozessen, um klinische Komplikationen zu studieren (AGs Holzapfel, Bischof; Zusammenarbeit mit Instituten des LKH Universitätsklinikums Graz). Ein beginnendes Projekt (AG Holzapfel) beschäftigt sich mit der Verbesserung der Struktur und Funktion eines im Labor gezüchteten menschlichen Gelenksknorpels. Isolierte Zellen werden dabei auf einer Trägersubstanz (scaffold) eingepflanzt und kultiviert. Die Entwicklung von biomechanischen Modellen für verschiedene Trägersubstanzen dient der Identifikation mikro-mechanischer Parametern.

Dieses Projekt vereint in effizienter Weise das Wissen der Bereiche des Molekularen Engineerings und der Bioprozesstechnologie mit jenen der Biomechanik und der biomedizinischen Technik.

Research Center Life Science Technology

Life Science Technology at TU Graz has reached a high level of expertise through various research projects during the last decade. The know-how which has been accumulated is unique insofar as it represents a well-balanced symbiosis of fundamental research and applied biotechnological aspects. Current investigations in the field of Life Science Technology at TU Graz focus on the following five topics:

*Biomolecular Engineering
Bioprocess and Food Technology
Biocatalysis and Bioanalytics
Genomics and Bioinformatics
Biomedical and Biomechanical Engineering*

However, each subject mentioned above should not be regarded as an isolated activity, but as part of a network which has

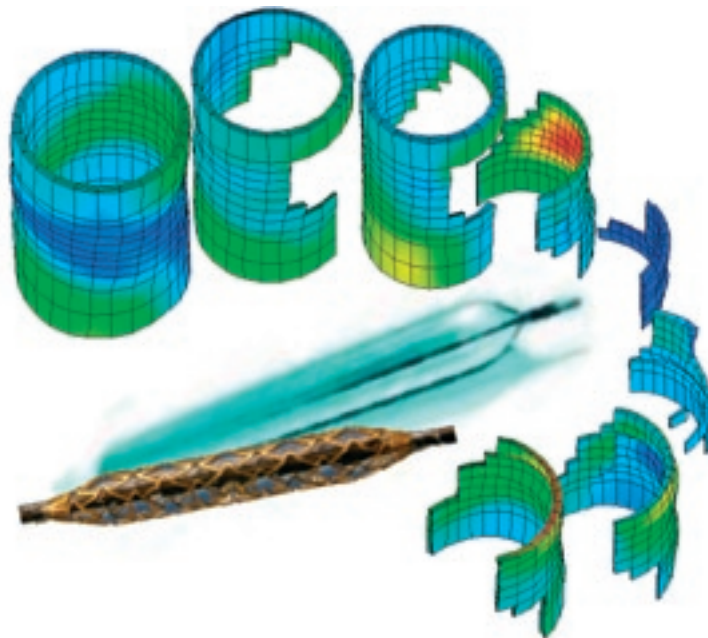


Abb. 6: Beispiel des Spannungszustandes zur Zeit der maximalen Ballonaufdehnung mit einem Gefäßimplantat in verschiedenen Gewebekomponenten, die gemeinsam eine verengte Arterienwand bilden (rot = hohe Spannungen, blau = niedrige Spannungen)

arisen during the intense cooperation of the respective research groups, this being the case for many years. These activities are performed by 20 research laboratories at 11 departments in collaboration with local, national and international research institutions and companies. They form the basis of the Research Center Life Science Technology at TU Graz with respect to personnel, laboratory space and finances, this being required to create a critical mass necessary for successful investigations. This fact has made Life Science Technology at TU Graz a nationally and internationally well respected center of research.

The long-term aim of the Research Center Life Science Technology will be the continued positioning of TU Graz at a top level of international Life Science research. Coordination of research activities in this field will focus and improve infrastructural facilities at our university. An intermediate goal will be the extension of the Research Center to innovative technologies which will require enhanced interdisciplinary investigations. Thus, the Research Center Life Science Technology will not be an isolated initiative, but will rather be linked to other Research Centers of TU Graz as shown in Figure 1.

In the following, sections of the Research Center Life Science Technology will be described in some detail with special emphasis on resources and technologies which are currently available and on future perspectives of developments.

The section Biomolecular Engineering is focused on obtaining a better understanding of the molecular and cellular background of biological processes which are relevant for applied biotechnology. Modern methods of biochemistry, cell biology, molecular biology and genetics are performed with bacteria, yeasts, fibroblasts and stem cells. Challenges in enzyme and metabolic engineering are addressed as well as specific aspects of organelle biogenesis, biomembrane and lipid research, and cell differentiation. These studies are supported by imaging techniques, such as electron microscopy or 3-D reconstruction of microscopic images. Mechanical properties of collagenous tissues are studied by SAXS-scattering to understand the relationship of physiology to pathology.

Research in Bioprocess and Food Technology is aimed at the development of biotechnological processes for the production and improvement of chemical materials and additives to nutrients. Efficient utilization of renewable sources as well as improvement of enzymatic and microbial systems are major problems to be addressed. Research in Food Chemistry and Technology is focused on quality control and tests of authenticity and stabilization of nutrients during production and storage. Sensitive analytical methods are applied to determine, on one hand, requirements in food and, on the other hand, the health risks for the consumer.

Biocatalysis and Bioanalytics are disciplines devoted to the application of enzymes to the mass production of highly specific components for industrial, agricultural, medical and technological purposes. The high selectivity of enzymes and the mild conditions with which such transformations take place are attractive for industrial processes. This makes biocatalysis not only a powerful, but also a highly ecological tool for organic chemistry. Efficient and sensitive methods of bioanalytics are applied to study details of enzymatic reactions and other complex pathways. Methods of fluorescence spectrophotometry, chip technology, nanotechnology and protein analysis are available to address these questions.

To solve complex biological problems, the high throughput methods of Genomics and Bioinformatics are required. Major aspects

of current research concern the proliferation and differentiation of stem cells, diagnosis of certain chronic diseases as well as the identification and functional characterization of gene products involved in lipid-associated disorders. Most of these studies are based on micro-chip technology. Another field of research in this section is related to whole cell system analysis with emphasis on regulatory routes in central metabolic pathways and energy production. Analysis and evaluation of gene expression patterns and metabolic flux rates is a prerequisite for the construction of high efficiency microbial production systems.

Imaging at different levels is one aspect of Biomedical and Biomechanical Engineering. In particular, electromagnetic measuring, biosensing and imaging are the techniques of choice. One of the future fields of interest is the in vivo modeling of biomechanical and mechanobiological processes which are based on molecular imaging. Another area of research is concerned with the quantification of the mechanical environment in cells and their matrix, in particular their role during health, disease or injury. One example is balloon angioplasty with stenting. In this case, the interrelation between mechanics and biological processes such as growth and remodeling plays a crucial clinical role. To improve structure and function of biological tissue during in vitro cultivation, biomechanical models of scaffolds are developed by characterizing their microarchitectural parameters.

verantwortung.

Was kann Technik? Was darf Technik? Als Universität fühlen wir uns der Freiheit verpflichtet, die für Forschung und Lehre gilt. Aber auch der Verantwortung, zu der uns diese Freiheit verpflichtet.

Gegenüber Mensch und Natur. Gegenüber Gesellschaft und Wirtschaft.

Wir sind fest davon überzeugt: Weniges ist für die Zukunft der Menschheit so wichtig wie Technik, die tut, was sie kann. Und weiß, was sie tut.



Technische Universität Graz

Koordinator Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Gerhart Brauneegg
Institut für Biotechnologie
E-Mail: brauneegg@biote.tu-graz.ac.at
Tel: 0316 873 8412



Koordinator Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Michael Narodoslawsky
Institut für Ressourcenschonende und Nachhaltige Systeme
E-Mail: naro@ms.tugraz.at
Tel: 0316 873 7464



Verfahrens- und Umwelttechnik- Innovation an der Schnittstelle von Technik und Umwelt

Process and Environmental Technologies - Innovation at the Interface of Technology and Environment

Verfahrenstechnik wird oft noch mit der Herstellung von chemischen Produkten, mit Ölraffinerien und generell mit dem Bild der „alten“ Industrie von rauchenden Schloten, verrußten Industriehallen und billiger Massenware in Verbindung gebracht. Wer an Umwelttechnik denkt, denkt häufig nur an Kläranlagen und Rauchgaswäschen, kurz an Anlagen, die den „Teufel der Umweltverschmutzung“ durch die Industrie und Gesellschaft mit dem „Belzebuben der end-of-pipe Technologie“ auszutreiben versuchen. Dieses veraltete Bild von Verfahrens- und Umwelttechnik steht jedoch im krassen Gegensatz zur heutigen Stellung dieser Technologien in der Gesellschaft und zur außerordentlich dynamischen Forschungsentwicklung in diesen Bereichen.

Die Verfahrenstechnik ist heute zu einer Grundlage unterschiedlichster innovativer Technologien, von der Nanotechnologie über die Biotechnologie bis zur Technologie zur Bereitstellung innovativer Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen geworden. Viele Methoden der Verfahrenstechnik und eine vollständig neue Auffassung von Umwelttechnik haben darüber hinaus die Schnittstelle zwischen Technik und Umwelt nachhaltig neu gestaltet. Nicht mehr der mehr oder weniger effiziente Schutz der Umwelt vor Schäden durch Emissionen und andere Folgen der Technik steht im Mittelpunkt der Umwelttechnik. Es geht vielmehr um prozessintegrierten Umweltschutz, um „Zero Emission“ Verfahren und Nachhaltigkeit als Konstruktionsprinzip für eine langfristig erfolgreiche Technik.

Die Entwicklung der Verfahrenstechnik zu einer „cutting edge“ Technologie ist nur durch intensive Forschungsanstrengungen möglich geworden. Eine wichtige Basis stellte dabei die bereits traditionelle interdisziplinäre Ausrichtung der Verfahrenstechnik dar. In einer Zeit, in der die Lösung komplexer Problemstellungen von Stoff- und Wärmetransport, physikalischer, chemischer und biologischer Umsetzung von Materialien, Prozessoptimierung und Prozessinnovation von so unterschiedlichen industriellen Sektoren wie der chemischen, der pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie, aber auch im gesamten Manufacturing-Bereich (etwa der Auto- und Elektronikindustrie) eingefordert wird, stellt die Verfahrenstechnik einen unverzichtbaren Innovationspartner dar.

In der Umwelttechnik erfolgte eine ähnliche dynamische Entwicklung in der Forschung. Die Erkenntnis, dass Umweltauswirkungen der Technik nicht durch additive „end-of-pipe“ Technologien alleine in den Griff zu bekommen sind, hat zu einer raschen interdisziplinären Erweiterung des Forschungsfeldes geführt. Die umfassende Optimierung der Produktionsprozesse aber auch die Entwicklung innovativer Reinigungstechnologien auf der Basis der Biotechnologie, der Nanotechnologie sowie der Verwendung neuartiger Materialien rückte in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen und technischen Interesses. Das Ziel ist eine grundsätzliche Änderung der Technik, die Einpassung der Technik in die Natur mit Hilfe eines tieferen Wissens über natürliche Vorgänge. Auch die bahnbrechenden Fortschritte der Umwelttechnik der letzten Jahre sind nur durch erfolgreiche interdisziplinäre technische Forschung möglich geworden, eine Entwicklung die Verfahrens- und Umwelttechnik noch stärker miteinander verbunden haben.

Profil des Forschungsschwerpunktes

Die Institute der TU Graz haben sich den neuen Herausforderung der dynamischen Entwicklung der Verfahrens- und Umwelttechnik seit vielen Jahren erfolgreich gestellt und in vielen Einzelbereichen international anerkannte Forschungsergebnisse erarbeitet. Eine Besonderheit der TU Graz ist dabei die große disziplinäre Vielfalt von Instituten, die sich mit Fragen der Verfahrens- und Umwelttechnik beschäftigen. Das Spektrum reicht hier von den klassischen Verfahrenstechnik-Instituten und das Institut für Papier- und Zellstofftechnik der Maschinenbau-Fakultät über die chemisch und biochemisch ausgerichteten Institute der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Institute der Elektrotechnischen Fakultät bis zu Instituten der Bau- und Architekturfakultät. All diesen Forschungsgruppen ist das Forschungsinteresse an Fragen innovativer Verfahren, nachhaltiger Technologien und der Wechselwirkung zwischen Natur und Technik gemeinsam.

Der Forschungsschwerpunkt Verfahrens- und Umwelttechnik fasst nun all jene Forschungsaktivitäten an der TU Graz zusammen, die sich mit Technologien der Stoffumwandlung, der Prozesstechnik und mit den Auswirkungen von Technologien auf Mitwelt und Gesellschaft befassen. Insgesamt arbeiten derzeit an der TU Graz in diesen Bereichen bereits zwischen 50 und 60 Wissenschaftler, die rein über Drittmittel beschäftigt werden!

Konkret werden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes die folgenden Themen bearbeitet:

- Entwicklung von Verfahren zum Schutz der Umwelt sowie zur Herstellung und Behandlung und Veränderung von Nanopartikel-Systemen;
- Entwicklung von Methoden zur Bewertung von Technologien, technischen Einrichtungen und Produkten im Hinblick auf ihr (Umwelt-) Risiko und ihre Nachhaltigkeit im Allgemeinen;
- Entwicklung von Verfahren zur nachhaltigen stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Es ist Ziel des Forschungsschwerpunktes durch interdisziplinäre Forschung auf höchstem Niveau die TU Graz zur führenden österreichischen Forschungsinstitution im Bereich der umweltorientierten Verfahrenstechnik und der nachhaltigen Techniksysteme im Allgemeinen zu machen. Im europäischen Vergleich soll die TU Graz innerhalb der nächsten 10 Jahre einen Platz unter den besten 5 Forschungseinrichtungen auf diesem Gebiet erringen.

Organisation des Forschungsschwerpunktes

Es ist ein besonderes Kennzeichen des Forschungsschwerpunktes Verfahrens- und Umwelttechnik, dass eine wissenschaftlich-methodische Basis in sehr vielen Anwendungsbereichen Verwendung findet. Dieses Charakteristikum einer verbindenden Methodik bei vielfältiger praktischer Anwendung erfordert eine spezielle Organisation dieses Schwerpunktes, da in den verschiedenen Anwendungsbereichen unterschiedliche Kooperationspartner in Gesellschaft und Wirtschaft Interesse an der Nutzung der Forschungsergebnisse haben. Aus diesem Grund werden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Verfahrens- und Umwelttechnik drei „Forschungszentren“

eingrichtet, die einerseits die Forschung innerhalb der TU Graz in den oben genannten konkreten Bereichen operational koordinieren. Andererseits sind diese Forschungszentren so konzipiert, dass ein gemeinsamer Auftritt der verschiedenen Forschungsgruppen nach außen gewährleistet wird.

Im Gegensatz zur operationalen Aufgabe der Forschungszentren wird auf der Ebene des Forschungsschwerpunktes die (methodische) Grundlagenforschung koordiniert, die für die Entwicklung der angewandten Forschungsbereiche die notwendige Basis darstellt. Damit ist sichergestellt, dass der Forschungsschwerpunkt auf die Herausforderungen einer dynamischen technischen Entwicklung nicht nur mit kompetenter Anwendungsforschung reagieren kann, sondern auch die gemeinsame wissenschaftliche Basis entsprechend weiterentwickeln wird. Gleichzeitig sichert der „Überbau“ des Forschungsschwerpunktes auch den Transfer des Wissens in die Lehre der Universität und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Praxisnähe und Aktualität der akademischen Ausbildung an der TU Graz!

Die Forschungszentren

Die „Kerneinheiten“ des Forschungsschwerpunktes Verfahrens- und Umwelttechnik an der TU Graz bilden drei „Forschungszentren“. Diese drei Forschungszentren werden entlang der oben beschriebenen Hauptforschungsfragen des Schwerpunktes eingerichtet. Sie bilden die „Aushängeschilder“ des Forschungsschwerpunktes nach außen, gegenüber den Partnern in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft. Diese Zentren treiben die Forschung durch gemeinsame Projekte weiter und koordinieren auch die Diffusion des Wissens, etwa über gemeinsame Veranstaltungen. Sie stellen daher „One-Stop“ Anknüpfstellen zwischen der wirtschaftlichen und wissenschaftlichen „Außenwelt“ der TU und der internen wissenschaftlichen Kapazität der Universität dar! Im folgenden sollen daher die Profile dieser Forschungszentren näher beschrieben werden.

Centre for Environmental and Nano Process Development (CENPD)

Dieses Zentrum führt die lange Tradition der verfahrenstechnischen Forschung und der Entwicklung von direkten Umweltschutzverfahren an der TU Graz direkt fort. Entsprechend der modernen Ausrichtung der verfahrenstechnischen Forschung an der TU Graz widmet sich dieses Zentrum allerdings verstärkt Verfahren, die Stoff-, Wärmeaustauschvorgängen, und chemischen Reaktionen im Nanometer-Maßstab nutzen. Die Herstellung nanodisperser Materialien (etwa bei der Erzeugung neuartiger Werkstoffe), aber auch die Abtrennung von Verunreinigungen im Nanometerbereich aus den Umweltmedien Wasser und Luft stellen neue Herausforderungen dar, denen sich dieses Forschungszentrum im Speziellen widmet.

Die (partielle) Neuausrichtung auf Systeme im nanoskalen Bereich stellt dabei eine konsequente Weiterführung der bisherigen umfas-

senden verfahrenstechnischen Forschung an der TU Graz dar. Der Schritt in den Nanobereich erlaubt dabei einen Quantensprung in der Intensivierung verfahrenstechnischer Prozesse, ebenso wie ein



Bioraffinerie

einfacheres „Up-Scaling“ komplexer kombinierter Austausch- und Umsetzungsschritte.

Bereits bisher waren die verfahrenstechnischen Institute der Maschinenbau-Fakultät, die chemischen Institute der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät und Institute der Elektrotechnik-Fakultät bewährte Partner der Wirtschaft in der Entwicklung von Produktions- und Umweltschutzverfahren. Firmenausgründungen (etwa die VTU in Graz oder in jüngster Vergangenheit die Firma Microinnova) zeugen von der Praxisnähe, die bereits heute die Forschung in diesem Bereich bestimmt. Das CENPD wird durch die Zusammenfassung der Forschung der Institute das vorhandene

Forschungspotential der TU Graz auf diesem Gebiet optimal zum Einsatz bringen und unsere Universität zu einem wichtigen Partner der Wirtschaft für die Entwicklung innovativer Prozesse in der Nanotechnik und der Umwelttechnik auf höchstem Niveau machen.

Centre for Renewable Resource Utilisation (CRRU)

Im Bereich der Nutzung erneuerbarer Ressourcen besteht an der TU Graz eine besondere Kompetenz-Situation: Institute verschiedener Fakultäten (insbesondere der Technisch-Naturwissenschaftlichen und der Maschinenbau-Fakultät) forschen nicht nur seit Jahren sehr erfolgreich mit nationalen und internationalen Partnern sowohl im Bereich der energetischen als auch der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Sie arbeiten auch schon seit langem intensiv miteinander über die Grenzen der Institute und Fakultäten hinweg zusammen! Darüber hinaus verfügt die TU Graz über eine starke Forschungsgruppe, die den Bereich Papier- und Zellstofftechnik (und damit die wichtigste Industrie im Bereich der Nutzung nachwachsender Rohstoffe!) wissenschaftlich vertritt.

Die äußeren Zeichen dieser intensiven Kooperation sind einerseits eine Reihe von erfolgreichen EU-Projekten im Bereich der thermischen Nutzung von Biomasse, der Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von Biopolymeren, Verfahren zur Nutzung von Grüner Biomasse (Stichwort „Green Biorefinery“) und der Nutzung „atypischer“ erneuerbarer Rohstoffe (wie zum Beispiel Tiermehl, wo 2001 der Forschungspreis des Landes Steiermark einer interdisziplinären Forschergruppe der TU Graz zugesprochen wurde und seit dem rege Forschungstätigkeit entwickelt wird). Andererseits zeigen sich die Früchte dieser Zusammenarbeit in der Einrichtung des K+ Zentrums Austrian Bioenergy Centre (ABC) an der TU Graz, in Zusammenarbeit mit JR, der FH Wiener Neustadt, der TU Wien, der Bundesanstalt für Landtechnik Wieselburg und vielen Industriepartnern.

Das CRRU fasst nun in koordinierter Form die Forschungsaktivitäten zur Nutzung erneuerbarer Ressourcen an der TU Graz

Vorstellung des Forschungsschwerpunktes

Eine erste öffentliche Darstellung des Forschungsschwerpunktes Verfahrens- und Umwelttechnik wird im Rahmen des „Tages der verfahrens- und Umwelttechnik an der TU Graz“ am 3. Oktober 2003, von 10 bis 16 Uhr im HS 17, Inffeldgasse 25, erfolgen.

Process and Environmental Technologies - Innovation at the Interface of Technology and Environment

Process engineering is still associated to the image of „old smoke stack“ industry as is environmental engineering to the notion to drive out the „devil of pollution“ with the „Beelzebub of end-of-pipe-technologies“. However neither picture mirrors the dynamic research development in these fields nor does it take into account the increased importance of process and environmental technology. Today process technology lies at the heart of cutting edge technologies like biotechnology, nanotechnology and the sustainable technical use of renewable resources. Conversely environmental engineering today is about Cleaner Technologies, Zero-Emission Concepts and sustainable embedding of technologies in the environment.

Many institutes of Graz University of Technology have addressed the new challenges of this new understanding of process and environmental technologies and have already achieved high research standards within the international scientific community. Interestingly enough, the spectrum of institutes already active in this field comprises all faculties of our university, giving Graz University of Technology a specific advantage in the broad disciplinary base of research. This broad base is a necessary precondition for interdisciplinary co-operation, which in turn is a precondition for solving the complex problems at the interface between technology and environment. The research focus „process and environmental engineering“ will pool the rich scientific competence within TU Graz in order to provide high level research for meeting societal needs.

It is the overall goal of the research focus to bring TU Graz into a leading position among the Austrian research institutions in these fields. Within Europe, the goal is to be among the top five institutions in the field of sustainable process technology.

The research focus combines research groups working on the base of a common methodological framework which are active in very different fields of application. This situation requires a special organisational structure of the research focus: on the level of the research focus itself basic and methodological research will be co-ordinated. Besides this, effective links to the educational activities of the university will be built up. This ensures on the one hand progress in fundamental research fields and on the other hand practice-oriented academic education. Within the research focus three „research centres“ will be established. These research centres will co-ordinate application oriented research and will act as „one stop shop“ contact organisation to partners in industry, in academia and in administration, thereby guaranteeing effective co-ordination of projects that require interdisciplinary co-operation between the institutes of TU Graz. These research centres will cover the following fields:

Centre for Environmental and Nano Process Development (CENPD)

This centre will carry on the long research tradition in the field of chemical engineering and environmental engineering at TU Graz. However it will put special emphasis on the emerging field of processes on the nano-scale, as this will allow innovative approaches to process intensification as well as offer solutions to new challenges in environmental protection, covering fields like the removal of fine particles from water and gas streams as well as challenges in the field of hygienic problems (e.g. off-gases

from hospitals and biotechnological plants). Problems of energy and matter transport at nano scale as well as nano scale reaction engineering, but also the development of multi-purpose process units for quick process development (shortening the „technology to market“ time) will be subjects of research in this centre, alongside advanced environmental protection technologies.

Centre for Renewable Resource Utilisation (CRRU)

This centre will bring together research groups active in the fields of energetic as well as material utilisation of renewable raw materials. It is a special feature of the existing research structure at TU Graz that these institutes have already a long tradition of co-operation. On top of that, the fact that these institutes are active in energetic utilisation of renewable materials (with the recently started K+ Centre „Austrian Bioenergy Centre“ as a key organisation) as well as in the development of technologies to produce bulk and fine chemicals from these resources allows for taking advantage of manifold synergies. Institutes with chemical engineering background as well as biotechnological and chemical institutes are part of this research centre. A strong research group dealing with pulp and paper technologies (arguably the most important existing industry in this field) complements this strong research team.

The centre will bring a new quality to the co-operation between all these research groups at TU Graz. The CRRU will dedicate its research activities to develop integral technological solutions for the provision of products and services to society that fulfil principles of sustainable development while using renewable resources. It is the goal of this centre to bring TU Graz among the „top three“ international research institutions in this field within the next years.

Centre for Technology Assessment and Process Optimisation (CTAPO)

This centre will be dedicated to research dealing with assessment of products, technologies and infrastructure as well as with risk assessment problems. However assessment alone does not guarantee improved technologies. Therefore this centre will also address research and development questions in the field of process and product optimisation, along the key strategies of „Cleaner Production“ and „Zero Emission“ concepts.

This centre is arguably the most widespread in terms of expertise and interdisciplinary co-operation. It comprises institutes and research groups from all five faculties of TU Graz. It is this disciplinary diversity that will be the greatest asset of this centre, besides the fact that the involved research groups are active members in various international scientific networks. This will open the opportunity for this centre not only to utilise synergies between different disciplines, but also to act as a major transfer platform of knowledge within the international scientific community in this field.

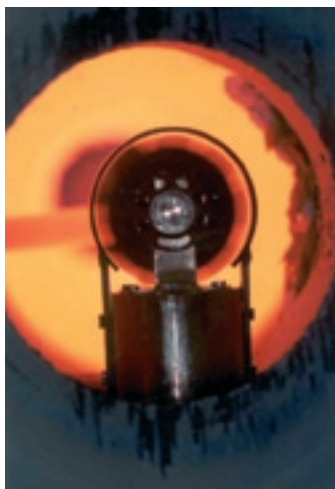


Energiesysteme und Anlagentechnik

Energy Systems and System Technology

Die globalen Klimaveränderungen werden wesentlich durch CO₂-Emissionen verursacht, bedingt durch Energieumwandlungs- und Endenergieanwendungsprozesse. Weltweite Bemühungen zielen auf die Effizienzsteigerung in diesen Prozessen, auf den CO₂-neutralen Energieträgereinsatz sowie auf die Reduzierung des Energiebedarfes an sich. In der Kette der Energieumwandlung von der Primärenergie über die Endenergie zur Nutzenergie, der Energieanwendung bzw. Energiedienstleistung liegen CO₂-Minderungspotentiale, deren Erschließung die Bündelung von Kompetenzen und innovativen Entwicklungen in sehr unterschiedlichen Fachgebieten voraussetzt. An der TU Graz sind die Voraussetzungen für nutzbare Synergieeffekte durch die Existenz von Arbeitsgruppen, Abteilungen und Instituten in den Fakultäten Elektrotechnik, Maschinenbau, Architektur und Bauingenieurwesen, flankiert von den naturwissenschaftlichen Disziplinen, gegeben.

Der Forschungsschwerpunkt „Energiesysteme und Anlagentechnik“ ist geeignet, in der Energieumwandlungskette vorgelagerte Systeme, Prozesse und Anlagen mit vorrangigen Fachkompetenzen aus unterschiedlichen Disziplinen des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik und der Elektrotechnik zu behandeln sowie Erfordernisse der industriellen Energieanwendung zu berücksichtigen. Auch hier steht die rationellere Energienutzung im Blickpunkt, die



Hochtemperaturanemometer zur Bestimmung von Gasgeschwindigkeiten in staubbeladenen Feuerräumen (Quelle: AMFT TU Graz)

dem Prinzip der Nachhaltigkeit gerecht wird. Eine Abgrenzung zu dem Forschungsschwerpunkt „Verfahrens- und Umwelttechnik“ ergibt sich ausgehend von der vorrangigen Behandlung der Energiesysteme ohne Ausschluss der Nutzung fossiler Energieträger. Eine besondere Bedeutung erlangen für den Forschungsschwerpunkt „Energie: Systeme und Anlagentechnik“ jedoch stärker dezentralisiert eingeordnete Anlagen zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung kleiner Leistung, auch auf Bioenergiebasis.

des Energiemarktes durch die in den letzten Jahren durchgeführte Liberalisierung. Diese stellt die mit der Energiewirtschaft verbundenen Unternehmen vor viele neue Anforderungen und Aufgaben, denen sich auch die Forschung annehmen muss. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen die Aufgaben der Energieversorgung mit den wirtschaftlichen Vorgängen sowie dem Einfluss neuer Technologien gekoppelt werden. Dieser Thematik widmen sich vor allem die energietechnischen Institute der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik.

Für die Großkraftwerkstechnik ist international die Entwicklung von Vergasungsanlagen für fossile Brennstoffe zu erwarten, die

die Möglichkeit der Wirkungsgradsteigerung durch gekoppelte Gas- und Dampfturbinensysteme impliziert. Für die angestrebte Erhöhung der Parameter in Wärmekraftwerken zur Wirkungsgradsteigerung ist der Übergang zu neuen Werkstoffen erforderlich, die sich durch eine bessere Wärmeleitfähigkeit und einen höheren Widerstand gegen Spannungsriss-Korrosion auszeichnen. Sowohl weitere experimentelle als auch computerorientierte Entwicklungsfortschritte bezüglich des Hochtemperatur-Verhaltens und der mikrostrukturellen Stabilität von ferritisch-martensitischen Stählen zur Ablösung von Austeniten werden angestrebt. Der Reduzierung des Eigenbedarfes an Elektroenergie in Kraftwerken ebenso wie in Energiebereitstellungsanlagen von industriellen und kommunalen Einrichtungen ist wachsende Bedeutung beizumessen. Die Optimierung von Pumpen, Fördereinrichtungen und ihren Antrieben stellt eine weitere Option zur Verbesserung der Energieeffizienz dar. Bearbeitet wird in diesem Forschungsschwerpunkt auch die Elektroenergieerzeugung in Wasserkraftanlagen.

Die elektrische Energietechnik versucht daher der wirtschaftlichen Optimierung gepaart mit technischer Zuverlässigkeit und Sicherheit des Elektrizitätsmarktes gerecht zu werden, wobei nach den Regeln des neuen Strommarktes die wirtschaftliche und rechtliche Komponente eine wesentlich größere Rolle spielt. Diese anspruchsvollen Ziele gilt es mit der Anwendung der verschiedenen Bereiche der elektrischen Energietechnik wie elektrische Netze und Systeme, Versorgungszuverlässigkeit und -sicherheit, Neue Materialien und Technologien, Diagnostik und Lebensdauer, Elektrizitätsmärkte und Energiewirtschaft, Elektrische Maschinen und Stromrichtertechnik zu erreichen. Dabei muss natürlich eine enge Verbindung zu Gebieten wie Leistungselektronik, Kommunikations- und Computertechnik, Sensorik und Digitaltechnik, Regelungstechnik, ökologische Systembewertung sowie Bereiche der Materialwissenschaften geknüpft werden, um die angestrebten Erfolge zu erreichen.

Vorhandene Kompetenzen:

AHE (Institut für Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik)

Das Institut verfügt derzeit über drei Bereiche – Elektrische Anlagen, Hochspannungstechnik sowie Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation – und ist damit kompetent sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Aufgabenstellungen im Bereich der elektrischen Energiesysteme und Anlagentechnik sowohl wissenschaftlich als auch technisch praktisch zu lösen. Dazu seien folgende Aspekte genannt: flexible Funktionsstruktur des Netzes, intelligente Netzwerke, Versorgungssicherheit und Spannungsqualität, neue Materialien und Designmethoden, Instandhaltung und Zuverlässigkeit der Komponenten, Lebensdauer- und Risikobetrachtungen, Elektrizitätsmärkte und Regulierung, neue Wirtschaftskomponente, Energieinnovation.

AMFT (Institut für Apparatebau, Mechanische Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik)

Simulationswerkzeuge zur Modellierung von reaktiven Festbetten; experimentelle Einrichtungen zur Bestimmung von kinetischen Daten (thermogravimetrische Analysenapparaturen, Ultraschall-Levitator zur Einzelpartikeluntersuchung, Gasanalytik), Tuchfilter- und Zyklontestanlage

EMA (Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik)

Der Aufgabenbereich des Instituts umfasst die Forschung und Entwicklung der verschiedensten Arten elektrischer Maschinen und Antriebe. Dabei ist ein wesentliches Ziel im Bereich der elektrischen Maschinen deren Verbesserung und effiziente Gestaltung, wie etwa durch den Einsatz neuer Materialien und Technologien. Die moderne Antriebstechnik fordert immer mehr, die elektrischen Antriebe von der Schnittstelle am Versorgungsnetz bis zum Arbeitsgut als Einheit zu sehen. Zudem verlangen Wirtschaft und Industrie zunehmend leistungsfähige und dynamische Antriebssysteme. Außerdem findet die Stromrichtertechnik immer mehr Einsatz bei der Planung der elektrischen Netze.

HFM (Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen)

Das Institut deckt mit seiner Arbeit den gesamten Wertschöpfungsprozess der Pumpenindustrie, Hydraulischen Turbinenindustrie, Lüfter- und Gebläseindustrie vom Marktbedarf, Produktentwicklungsprozess, Produktentstehungsprozess bis zum Produktvermarktungsprozess ab. Ausgestattet mit modernster Messtechnik (Laser etc.) und mehreren Prüfständen zählen zur experimentellen Arbeit Untersuchungen von Turbinen, Pumpen, Lüftern, Turboladern, Kavitationsuntersuchungen und Abnahmeversuche nach DIN/ISO. Strömungssimulation mit verschiedenen 3D-Navier-Stokes-/Euler- Solvern und 2D-Solvern, Instationäre Laufrad/Leitrad-Interaktion, Simulation hydraulischer Strömungen und Schaufelentwurf in ruhenden und rotierenden Systemen runden das numerische Standbein ab.

IRT (Institut für Regelungstechnik)

Als dritter wesentlicher Bereich in diesem Forschungsschwerpunkt ist von elektrotechnischer Seite das Institut für Regelungstechnik miteinzubeziehen, das alle wesentlichen Aufgaben im Bereich der Modellbildung sowie der Analyse und Simulation dynamischer Systeme durchführt.

ISW (Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung)

Die Kernkompetenzen des ISW liegen im Bereich der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Wärme- und Stoffübertragung, auch mit Phasenwechsel der fluiden Medien, der Bildung von dispersen Zuständen von Fluiden oder Feststoffen sowie dem damit verbundenen Stabilitätsverhalten von ein- und mehrphasigen Strömungen, der Aerodynamik mit Anwendung u.a. auf dem Gebiet des Transports disperser Substanzen, sowie im Bereich der numerischen Strömungssimulation mit und ohne chemische Reaktionen, wie u.a. Verbrennungsberechnungen mit Large-Eddy-Simulation. Die Ausrüstung des Instituts umfasst Windkanalanlagen, laseroptische Messtechniken wie LDA, PDA, und PIV, sowie Messtechniken zur Untersuchung von Wärme- und Stoffübergängen

IWS (Institut für Werkstoffkunde, Schweißtechnik und Spanlose Formgebungsverfahren)

Know-How im Bereich der Charakterisierung der Mikrostruktur von 9-12% Cr-Stählen: Untersuchungsmethoden zur Quantifizierung kleinster Teilchen (wenige Nanometer) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Elektronenmikroskopie (TEM, EFTEM, ...). Ergänzende Untersuchungsmöglichkeiten mittels spezieller Präparationsmethode im REM am IWS; neue Untersuchungsmethoden (EBSD, ...) für zukünftige einfachere und genauere Quantifizierung von zusätzlichen Mikrostrukturelement werden adaptiert. Parallel zu diesen experimentellen Quantifizierungsmethoden laufen Aktivitäten im Bereich der Modellierung der Teilchenkinetik am IWS.



Optimierung der Kühlung moderner Turbinenschaufeln im Überschallwindkanal (Quelle: TTM TU Graz)

IWT (Institut für Wärmetechnik)

Kompetenzen bei der Modellierung und Optimierung von thermischen Anlagen mit dem Schwerpunkt der Kraft-Wärme-Kopplung. Simulations- und Laboreinrichtungen für die Entwicklung sowie den Betrieb von wärmetechnischen Anlagen und Komponenten. Bereits verfügbar sind z.B. eine Gleichstrom-Hochstromanlage mit 2,7 MW als Wärmequelle, eine Schornsteinanlage für Kesselleistungen bis 1,2 MW, eine Rückkühlanlage großer Leistung, eine Versuchsanlage zur Biomassevergasung mit Gasreinigung, Gasmotor mit Wärmeauskopplung und Stromerzeugung, vielfältige Wärmequellen- und -senkenanlagen, ein Versuchsstand zur Erdgasreformierung für Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke sowie umfangreiche wärmetechnische sowie Emissionsmess- und -analysetechnische Einrichtungen



Laborversuchsanlage zur Reformierung von Erd- bzw. Biogas für Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke (Quelle: IWT TU Graz)

TTM (Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik)

Das Institut verfügt über eine sehr umfangreiche experimentelle Ausstattung. Die Prüfstände umfassen eine transsonische Versuchsturbine von 2,7MW Leistung sowie einen transsonischen Windkanal. Das Rückgrat dieser Versuchsanlagen ist die institutseigene 3 MW-Verdichteranlage, die größte maschinen-technische Anlage der TU Graz. Hochmoderne laser-optische Messsysteme stehen zur Verfügung, mit denen Strömungs- und Schwingungsuntersuchungen durchgeführt werden. Die Versuchsanlagen werden in den nächsten Jahren um eine Einrichtung zur Untersuchung von Brennkammern erweitert. Numerische Untersuchungen der 3dimensionalen instationären Strömung in thermischen Anlagen werden mit eigenen und kommerziellen Navier-Stokes-Codes durchgeführt.

VKM (Institut für Verbrennungsmaschinen und Thermodynamik)

Das Institut beschäftigt sich mit der thermodynamischen Analyse von Maschinen und Anlagen. Projekte werden im Bereich der Optimierung von Kolbenkompressoren, Tunnellüftung und im Thermischen Management von Fahrzeugen durchgeführt. (Diese Projekte bestehen neben den Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet

der Verbrennungskraftmaschinen und der Fahrzeugtechnik, wo es umfangreiche Messeinrichtungen gibt.)

Einbettung in nationales und internationales Umfeld

- EU-Forschungsprojekte im Rahmen der diversen Ausschreibungen der Europäischen Union im 5. Rahmenprogramm bzw. Einreichungen für das 6. Rahmenprogramm in den Bereichen Energieumwandlung und -transport, wie etwa „Technische Möglichkeiten einer elektrischen Leitungsverbindung durch den Brenner Basis Tunnel“
- Zahlreiche Projekte mit dem Verband der Österreichischen Elektrizitätswerke, z.B. „Technische und wirtschaftliche Bewertung von elektrischen Netzen im liberalisierten Markt“, „Gesamtwirtschaftliche Optimierung der Elektrizitätsversorgung im liberalisierten Markt“, „Der Einfluss dezentraler Erzeugung auf die Verteilernetze“ usw.
- Kooperationen und Projekte mit Energieunternehmen wie Verbund, Energie AG, ESTAG, WIENSTROM, Kelag, mit Energieanlagenherstellern sowie anderen strukturelevanten Industrieunternehmen
- FWF Forschungsprojekt S68, „Wirkungsgradsteigerung und Emissionswirkung von Wärmekraftwerken“ – geförderte Projektsumme: 60 Mio. ATS – unter Teilnahme folgender TUG-Institute: AMVT, IWS, IWT, TTM(Koordination)[Dieser FSP lief 2001 aus. Zeigt aber, dass es bereits fundierte Kooperationen auf diesem Gebiet an der TU Graz gab]
- VGB Forschungsprojekt Nr. 177 „Vergleich von Software zur

	Mitarbeiter im Bereich des Forschungsschwerpunktes
AHE	3 TUG Mitarbeiter, 3 Studienassistenten
AMFT	4 Mitarbeiter
EMA	1 TUG Mitarbeiter, 1 Studienassistent
HFM	7 TUG – Mitarbeiter, 2 Drittmittelbeschäftigte
IRT	1 TUG Mitarbeiter
ISW	dzt. noch kein Mitarbeiter
IWS	1 TUG Mitarbeiter, 3 Drittmittelbeschäftigte
IWT	3 TUG Mitarbeiter, 3 Drittmittelbeschäftigte
TTM	2 TUG Mitarbeiter, 3 Drittmittelbeschäftigte
VKM	1 TUG Mitarbeiter, 2 Stipendiaten
10 Institute	37 Mitarbeiter

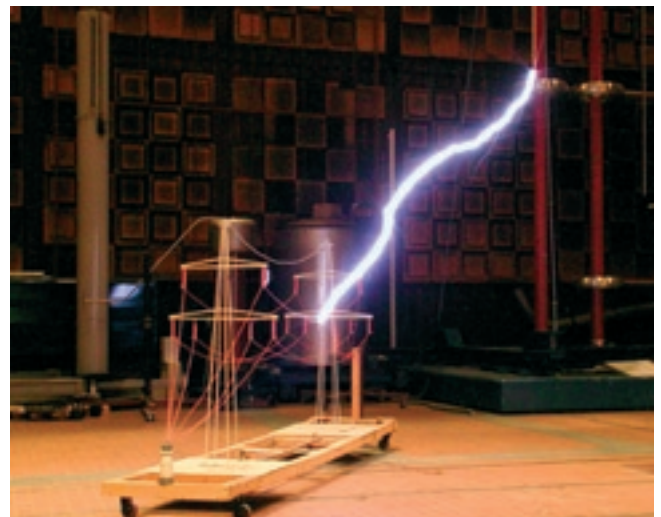
Gegenwärtigen Aktivitäten auf dem Gebiet „Energie - Systeme und - Anlagentechnik“

- thermodynamischen Prozessberechnung“
- Start-Programm Y57-TEC des BMBWK „Berührungsfreie optische Diagnose turbulenter Strömungen in Turbomaschinen“
- Kooperationen mit internationalen Forschungseinrichtungen
- Zahlreiche Projekte, finanziert durch Bund und Länder
- Europäische Forschungsprojekte zu Werkstoffen für fortschrittliche Komponenten in Hochwirkungsgrad-Niedrigemissionsenergieerzeugungssystemen
- Gefeilte Schaufeln von Axialpumpenhydrauliken und Kaplan-turbinen; Wirkungsgradsteigerung und Kavitationssicherheit von Großkraftwerken; Turbinennumerik
- Untersuchungen zur Pumpenauslegung und -berechnung; Schwingungsuntersuchung an Axialpumpenschaufeln

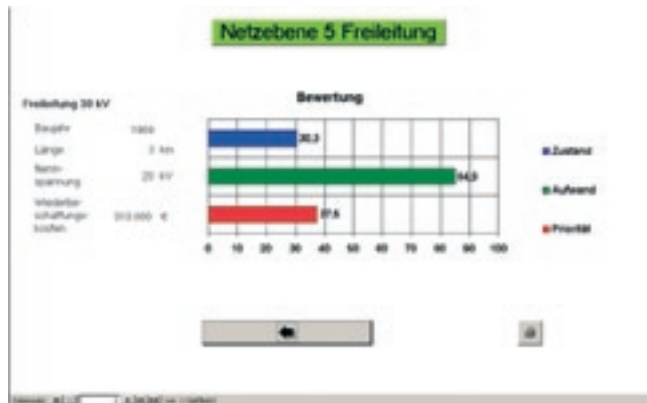
- Mitarbeit in den Kompetenzzentren „Bioenergie“ und „Virtuelles Fahrzeug“

Forschungsthemen

- Rauchgasreinigung und Entstaubung
- Reaktionskinetik und reaktive Schüttschichten
- Simulation von Kraftwerken und dezentralen Energieanlagen
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungssysteme
- Nah- und Fernwärmesysteme
- Festbettvergasung von Biomasse zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung
- Nieder- und Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme in Blockheizkraftwerken
- Integration von Mikrogasturbinen
- Transsonisch durchströmte Turbinenstufen bei hohen Drücken und Temperaturen
- Optimierung der Brennkammerströmung in Turbomaschinen
- Kolbenkompressoren
- Strömungsmessung in Pumpen und Turbinen
- Neuartige Turbinen- und Pumpenbeschaufelungen
- Numerische Simulation in Strömungsmaschinen
- Instationäre Strömungen in Maschinen und Anlagen
- Netzmanagement
- Netzentwicklung
- Power Quality
- Instandhaltung und Diagnostik
- Lebensdauer und Risikomanagement
- Neue Materialien, Technologien und Design
- Elektrizitätsmärkte und Regulierung
- Wirtschaftliche Neuorientierung
- Energieinnovation
- Maschineneffizienz
- Modellbildung und Simulation
- Systemverhalten
- Entwicklung und Charakterisierung von modernen 9-12% Cr-Stählen für ultraeffiziente Dampfkraftwerke mit niedrigem Emissionsgrad unter besonderer Berücksichtigung von neuen mikrostrukturellen Modellierungsansätzen
- Schweißseignung neuartiger 9-12% Cr Stähle (COST 522, SPP)
- Wärmeübergang mit Phasenänderungen



Modelluntersuchung der Blitzgefährdung von Freileitungen (Quelle: AHE TU Graz)



Technische und wirtschaftliche Bewertung einer Freileitung (Quelle: AHE TU Graz)

Links zu Nachbarschwerpunkten

- *Integrierte Gebäudetechnik* (da sich dieser Schwerpunkt mit der effizienten Energienutzung beschäftigt, und somit die direkte energetische Schnittstelle bildet)
- *Verfahrens- und Umwelttechnik* (da sich dieser Schwerpunkt mit Erneuerbaren Energieträgern beschäftigt, die in Zukunft einen wichtigen Teil der Energieressourcen darstellen)
- *Algorithmen und Mathematische Modellierung* (da die Gesamtsimulation von Kraftwerkssystemen aber auch dezentralen Energieumwandlungssystemen immer stärker in den Vordergrund tritt (thermisches Verhalten, Teillastverhalten der Hauptkomponenten, aber auch der Hilfsaggregate; etc.), ist hier eine gute Verknüpfung erforderlich)
- *Informations- und Kommunikationstechnik* (da die in diesem Schwerpunkt bearbeiteten Aufgaben die Basis für zukünftige energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Betriebsweisen von Energiesystemen darstellen)
- *Advanced Materials Sciences* (da dieser Schwerpunkt auch Materialien untersucht, die besonders in zukünftigen Energieumwandlungssystemen wie Brennstoffzellen ihre Anwendung finden)

Energy Systems and System Technology

The global climatic changes are mainly caused by CO₂-emissions stemming from energy conversion and energy use. Worldwide efforts focus on the CO₂ reduction potential which resides in the efficiency of energy conversion processes, the use of CO₂-neutral energy sources and reduced energy demand in the first place.

Tapping the full potential requires joint interdisciplinary efforts to achieve innovative development. At Graz University of Technology synergies can be developed through collaboration of e.g. existing research teams and departments within the faculties of electrical engineering, mechanical engineering, architecture and civil engineering supported by natural sciences.

Our research focus on a field called "Energy Systems and System Technology" will be suited to deal with systems, processes and plants used for energy conversion and take into account the requirements of industrial energy use by joining interdisciplinary efforts of the faculties of mechanical engineering, process engineering and electrical engineering. This field of research is centred around the sustainable use of energy. It will primarily deal with energy systems without excluding the use of fossil energy sources, as opposed to the research field "Process engineering and environmental engineering". Moreover, we will place a greater focus on decentral, small-scale plants for combined heat and power production, also based on bioenergy.

Koordinator Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Helmut Eichlseder
Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
E-Mail: helmut.eichlseder@vkma.tu-graz.ac.at
Tel: 0316 873 7720



Koordinator Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Georg Brasseur
Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung
E-Mail: brasseur@emt.tu-graz.ac.at
Tel: 0316 873 7270



Koautoren: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Hirschberg,
Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hermann Steffan

Fahrzeugtechnik, -antriebe und Fahrzeugsicherheit

Vehicle Technology, Propulsion Systems, and Vehicle Safety

Da die Fahrzeugtechnik durch eine ungewöhnlich breite Beteiligung von Wissenschaftsbereichen einerseits und Anwendungsbereichen andererseits gekennzeichnet ist (Abb. 1), bietet diese geradezu ideale Voraussetzungen für die Gestaltung universitärer Forschungsschwerpunkte. Der Beitrag der Wissenschaften zeigt sich hier nicht nur in der Entwicklung neuer, leistungsfähiger Fahrzeugkomponenten und Subsysteme, sondern vor allem in deren theoretischer Durchdringung, so dass diese mit den Methoden der Simulation in einem frühen Entwicklungsstadium optimal ausgelegt werden können.

Aktive Subsysteme spielen dabei eine zunehmend wichtige Rolle, welche nicht nur völlig neue Ansätze bieten, insbesondere bei der Lösung der in der Fahrzeugtechnik bestehenden Zielkonflikte. Darüber hinaus ist die Erforschung und Simulation der Wechselwirkungen von Verkehr, Sicherheit und Umwelt von großem öffentlichen Interesse.

Die Fahrzeugtechnik soll die bestehenden Forschungsaktivitäten an der Technischen Universität Graz (TUG) im Sinne eines Gesamtfahrzeuges integrieren. Bisher sind 12 Institute, zum Teil mit mehreren Abteilungen, aus den Fakultäten Bauingenieurwesen, Elektrotechnik und Informationstechnik, Maschinenbau und Technische Naturwissenschaften im Forschungsschwerpunkt vereinigt.



Abb. 1: Beitrag der Wissenschaften zum Automobil. Braess, H.H.: Das Automobil und die Wissenschaften – Von der Erkenntnis zu Realität, von der Realität zur Erkenntnis. VDI Berichte Nr. 1559, Berechnung und Simulation im Fahrzeugbau, Würzburg 2000

Ziele des Forschungsschwerpunkts

- Unterstützung von fahrzeug-, antriebs- und sicherheitstechnischen Innovationen auf hohem internationalen Niveau,
- Interdisziplinäre Forschung als Grundlage für anwendungsorientierte und förderungswürdige Lösungen,
- Durch die Konzentration auf zukunftssichere Kernkompetenzen soll höchste wissenschaftliche Qualität gewährleistet und gleichzeitig qualifizierter Nachwuchs an Fachleuten herangebildet werden.

Aufgaben des Forschungsschwerpunkts

- Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Entwicklung und Produktion von gelenkten und spurgeführten Landfahrzeugen, insbesondere der relevanten Simulationsmethoden, Abb. 2. Dieser Aufgabenbereich, dem sich weltweit sowohl universitäre, als auch industrielle Forschungseinrichtungen widmen, ist von großer Bedeutung, da die durch Simulation erzielbare Verkürzung der Innovationszyklen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil darstellt. Die hierfür geeigneten Simulationsverfahren des CAx (Computer Aided x) sind keinesfalls als Methodeninseln anzusehen, sondern vielmehr als zusammenhängende und durchgängige Glieder in einem umfassenden Entwicklungs- und Produktionsprozess zu konzipieren. An der TUG bestehen neben den für die Erarbeitung der Simulationsmethoden erforderlichen Grundlagenforschungen der Mathematik, Physik, Mechanik, Thermodynamik, Strömungs-



Abb. 2: MKS-Simulationsmodell einer PKW-Einzelradaufhängung, Bildquelle: MSC Software GmbH

mechanik, Informatik u.a.m. die aufgabenspezifischen Arbeitsschwerpunkte Kraftfahrzeugtechnik mit Gesamtfahrzeug-Aspekt, Fahrwerktechnik, Fahrzeugdynamik, Fahrzeugsimulation, Nutzfahrzeugtechnik und Automobilelektronik. Für die Modellierung des Reifens als das dynamische Bindeglied zwischen Fahrbahn und Fahrzeug besteht auf Grund seiner äußerst komplexen und schwierig zu beschreibenden Struktur weiterhin Bedarf an wissenschaftlicher Erkenntnis.

- b) Untersuchung und Weiterentwicklung neuer Fahrzeugsteuerungen unter Einbindung der Elektronik („X by Wire“-Technologien) sowie Informations- und Kommunikationstechniken im Zusammenhang mit Fahrerassistenzsystemen. Umfangreiche, modellbasierte Software in leistungsfähigen, robusten Microcontrollern bildet gemeinsam mit modernen Sensoren für z.B. Gierrate, Drehwinkel (Abb. 3) oder Beschleunigungen die Basis moderner mechatronischer Fahrzeugsteuerungen. „Augmented Reality“ als eine Methode mit der ein Fahrer mit in die Windschutzscheibe eingeblendeten Zusatzinformationen versorgt wird, ist nur ein Beispiel für ein mögliches Fahrerassistenzsystem. Die drosselfreie Laststeuerung eines Ottomotors mittels einer vollvariablen Ventilsteuerung möge als Beispiel für die intensive, fachübergreifende Zusammenarbeit von Maschinenbau, Messtechnik, Leistungselektronik und Regelungstechnik dienen.
- c) Auslegung und Entwicklung schadstoffarmer konventioneller sowie alternativer Antriebskonzepte unter dem Aspekt der CO₂-Thematik. Die Schwerpunkte liegen in der Analyse des thermodynamischen Arbeitsprozesses von Verbrennungskraftmaschi-



Abb. 3: Seriengefertigter kapazitiver Drehwinkelsensor an der Lenkwelle

nen, der Entwicklung und Erprobung von Simulationswerkzeugen (Gemischbildung und Verbrennung, Schadstoffbildung) und in der Entwicklung von Brennverfahren und Motorkomponenten bis zum Gesamtmotor (Otto- und Dieselmotoren, Großgasmotoren, Zweiradmotoren). Die Vision ist die Realisierung des virtuellen Motors.

Eine besondere Bedeutung haben auch Forschungen zu alternativen Antriebskonzepten für Niedrigstmissionen wie homogene Selbstzündungsverfahren (HCCI) und Brennverfahren für alternative Kraftstoffe, wie Erdgas, Wasserstoff (Abb. 4) u. a., aber auch Werkstofftechnik und Hybridkonzepte inklusive Energiemanagement mit dem Ziel, Antriebsenergie über einen Verbrennungsmotor und/oder über elektrische Maschinen in Verbindung mit effizienten elektrischen Energiespeichern und Stromrichtern zur Verfügung zu stellen, sind von aktuellem Interesse.

- d) Auslegung und Weiterentwicklung des kompletten Antriebsstrangs mit effizienten Getriebekonzepten sowie deren Regelung und Steuerung. Wegen des durchdringenden Einflusses der Antriebsstrangkomponenten auf das Fahrverhalten und den En-



Abb. 4: Forschungsmotor für Benzin, Erdgas- und Wasserstoffbetrieb

ergieverbrauch des Fahrzeugs sind diese in ein gesamtheitliches, vernetztes Fahrzeugregelkonzept einzubinden.

- e) Erforschung und Simulation der Wechselwirkung von Verkehr und Umwelt. Insbesondere gehören dazu Emissionsvorausberechnung und -prognose, Luftgütemessungen, Schadstoffausbreitung etc. sowie die Auslegung von Tunnellüftungen für den Abtransport anfallender Emissionen.
- f) Theoretische und experimentelle Forschungen zur Erhöhung der aktiven sowie der passiven Fahrzeugsicherheit unter Einbeziehung des Partnerschutzes, Abb. 5. Dieser Arbeitsbereich beschäftigt sich mit der Erhöhung der Fahrzeugsicherheit während und nach Fahrzeugkollisionen und beim Fahrzeugüberschlag. Neben dem Schutz der Insassen stehen auch Themen wie Partnerschutz, d.h. Schutz von Rad- und Motorradfahrern sowie Fußgängern im Vordergrund. Relevant ist hier der Begriff der integrierten Sicherheit, bei dem die Wechselwirkung zwischen Umgebung – Fahrzeug – Mensch gleichermaßen berücksichtigt wird.
- g) Beschreibung biomechanischer Vorgänge unter Verwendung und Weiterentwicklung der relevanten Simulationsverfahren der Starrkörper- und Strukturmechanik.

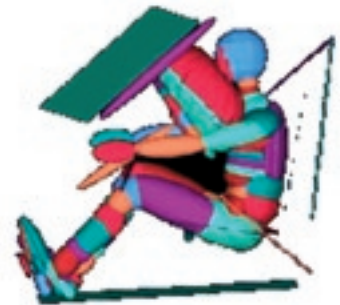


Abb. 5: Simulation eines Crashvorgangs

Arbeitsgruppen des Forschungsschwerpunkts

Für die genannten Aufgabenstellungen haben sich Arbeitsgruppen gebildet, bzw. ist deren Bildung im Gange. Die Aufgabenbereiche a) und f) sind Kerngebiete des K-plus Kompetenzzentrums „Das virtuelle Fahrzeug“, eines von TIG, Land Steiermark und Stadt Graz geförderten Gemeinschaftsunternehmens aus Partnerfirmen und der TU Graz. An diesem Kompetenzzentrum, welches derzeit 40 Wissenschaftler beschäftigt, sind die in Abb. 6 (S.29) bezeichneten Institute beteiligt.

Neben den Aktivitäten einiger Institute der TUG im genannten Kompetenzzentrum widmen sich die Träger des gegenständlichen Forschungsschwerpunktes den folgenden Aufgabenbereichen. Je Institut wird einerseits auf die obigen Punkte a) bis g) verwiesen, andererseits auf bereits laufende Projekte eingegangen:

Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik,
Univ.-Prof. Dr. H. Eichlseder mit dem Arbeitsbereich Fahrzeugtechnik, Univ.-Prof. Dr. W. Hirschberg: a), b), c) und d)

- Fahrzeugdynamik, Reifenforschung, Fahrzeugsimulation, Fahrer-Assistenzsysteme, Fahrwerk- und Nutzfahrzeugtechnik.
- Auslegung und Konstruktion von VKM,
- Analyse und Simulation des Arbeitsprozesses,
- Brennverfahrensentwicklung und Emissionsforschung,
- Verkehr und Umwelt.

Für den neuen Bereich Fahrzeugtechnik ist die Einrichtung eines eigenen Kraftfahrzeugtechnik-Labors vorgesehen, in dem die unter a) beschriebenen Forschungsaktivitäten auf experimentellem Weg unterstützt werden sollen.

Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft

Univ.-Prof. Dr. K. Rießberger: a)

- Umbau von 250 Drehgestellen für Niederflurfahrzeuge der „Rollenden Landstraße“ zur Sicherstellung wesentlich verbesserter Laufeigenschaften, vor allem im Hinblick auf die Entgleisungssicherheit,
- Ermittlung der durch den Fahrzeuglauf bedingten Kräfte auf die Bauteilbeanspruchung von Schienenfahrzeugen.

Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung,

Univ.-Prof. Dr. G. Brasseur: b) und c)

- Sensorik (Hard- und Software plus Algorithmen), vorwiegend kapazitiv und optisch, für diverse Messgrößen wie Weg, Winkel, Geschwindigkeit, Drehmoment, Neigung, Massenstrom, Volumenstrom, ... ,
- stoffliche Größen: Dielektrizität, Leitfähigkeit und Kapazitätstomographie,
- Modellierung von kleinen, dynamisch hochwertigen Gleich- und Wechselstrommaschinen für Servosysteme und Bordnetz-Energiemanagement,
- Tracking, Hand-Auge Koordination, bildgestützte Trajektorienplanung, ...
- Optische Qualitätskontrolle: Form, Farbe, Verformung, Klassifikation, ...

Institut für Geodäsie, Abt. Positionierung und Navigation

Univ.-Prof. Dr. B. Hofmann-Wellenhof: b)

- Navigationssysteme: GNSS-basierte Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)

Institut für Regelungstechnik,

Dr. M. Horn: b) und c)

- Entwurf und Realisierung von Regelungskonzepten für mechatronische KFZ-Komponenten und Prüfstände,
- Modellierung von kleinen, dynamisch hochwertigen Gleich- und Wechselstrommaschinen und Bordnetz-Energiemanagement.

Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung

Univ.-Prof. Dr. O. Koudelka und Univ.-Prof. Dr. G. Kubin: b)

- Integrierte Kommunikations- und Navigationssysteme für Verkehrstelematikanwendungen („wireless communications systems“),
- In-car Kommunikationssysteme (primär akustisch).

Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung

Univ.-Prof. Dr. G. Brenn: c)

- Thermalmanagement an Verbrennungsmotoren, insbesondere mit der Untersuchung von Wärmeübertragung in den Kühlkreislauf unter Phasenwechsel des Kühlmediums vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand („unterkühltes Strömungssieden“).

Institut für Experimentalphysik

Univ.-Prof. Dr. W. Ernst und Ao.Univ.-Prof. Dr. T. Neger: c)

- Laserzündung von Gasgemischen,
- Strahlzerstäubung und Kavitation,
- Optische Diagnostik in Verbrennungskraftmaschinen.

Institut für Mechanik

Ao.Univ.-Prof. Dr. H. Steffan: f) und g)

- Erhöhung der Sicherheit von Barrieren (Leiteinrichtungen),
- Tanksicherheit durch verbesserten Explosionsschutz,
- Aufbau einer europäisch homologierten Ausbildung für die Unfallrekonstruktion, einer homologierten Europäischen Unfalldatenbank und Homologisierung der Fahrzeugsicherheitsforschung innerhalb der EU,
- Verbesserung der Sicherheit von Bussen (M1-M3),
- Verbesserung der Schutzsysteme beim Fahrzeugüberschlag,
- Smart restraint systems,
- Verbesserung des Fußgängerschutzes,
- Untersuchung von ungünstigen Sitzpositionen der Insassen bei Verkehrsunfällen; verbesserter Schutz,
- Umwandlung von verhakten Kollisionen in Abgleitkollisionen durch eine Modifikation der Fahrzeugfront,
- Verringerung des Verletzungsrisikos beim Heckanprall,
- Verbesserung der numerischen Berechnungsverfahren im Bereich der nichtlinearen Strukturanalyse.

Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik

Univ.-Prof. Dr. G. Jürgens: d)

- Antriebsstrang, Getriebetechnik.

Institut für Chemische Technologie organischer Stoffe

Univ.-Prof. Dr. F. Stelzer: b) und c)

- Werkstofftechnik: Photo- und elektroaktive Materialien (z.B. Für Fahrzeugspiegel, schaltbare Abdunkelungen etc.) und Materialien für neue Leiterplattentechnologien,
- Oberflächenaktivierung und Modifizierung für neue Lackierungstechniken an Kunststoffoberflächen,
- Sensoren/Smart Systems.

Institut für Elektrische Maschinen und Antriebe

Univ.-Prof. Dr. M. Rentmeister: b) und c)

- Antriebskonzepte inklusive Regelung für Schienen- und Straßenfahrzeuge mit Gleich- und Wechselstromantrieben,
- Konstruktion und Optimierung von elektrischen Maschinen und Stromrichtern,
- Elektrische Hilfsantriebe.

Wissenschaftliches Umfeld und Förderlandschaft

Ein hervorragendes Umfeld für die Forschung auf dem Gebiet der Fahrzeugtechnik bilden drei Christian-Doppler Labors und gleich mehrere Kompetenzzentren: So ist am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik je ein CD-Labor für „Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine“ und für „Motor- und Fahrzeugakustik“ eingerichtet und am Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung ein Christian-Doppler-Labor für Kraftfahrzeugmesstechnik. Die längerfristig geplanten Aktivitäten des letztgenannten Labors lassen sich in die Forschungsrichtungen modellgestützte (simulationsgestützte), bildgestützte und kapazitive Messtechnik gliedern.

Neben dem bereits angesprochenen Kompetenzzentrum K+ Vif können das Kompetenzzentrum K_{ind} für Umweltfreundliche Großmotoren LEC und das Akustik-Kompetenzzentrum ACC wesentlich zur Stärkung des geplanten Forschungsschwerpunktes „Fahrzeugtechnik, -antriebe und Fahrzeugsicherheit“ beitragen.

Im Bereich Fahrzeugsicherheit gibt es bereits eine Vielzahl von Projekten, die auf internationaler Ebene, großteils im Rahmen von EU-Projekten, abgewickelt werden. Bei einigen dieser Projekte fungiert das Institut für Mechanik auch als Projektleiter. Neben der Optimierung existierender Systeme werden aber auch vollkommen neue Ideen verfolgt; so existiert derzeit ein Forschungsschwerpunkt, der sich mit den Unfallfolgen bei Kollisionen mit äußerst geringen Überdeckungen beschäftigt. Hierbei werden neue Konzepte untersucht, um die besonders hohe Unfallschwere dieses Unfalltyps relevant zu verringern.

Auch im Bereich des Fahrzeugüberschlages leitet das Institut für Mechanik derzeit ein großes, internationales Forschungsprojekt, an dem insgesamt 14 Partner beteiligt sind. Gemeinsam mit der Fa. Magna Steyr in Graz wurde in diesem Zusammenhang auch das Vehicle Safety Center gegründet und dieses dient zur gemeinsamen Nutzung teurer Testeinrichtungen zwischen der TU Graz und dem Konzern Magna Steyr. Weitere Ziele, die in diesem Bereich in naher Zukunft verfolgt werden, sind die Optimierung von Anprallbarrieren aber auch die Erweiterung des Forschungsschwerpunktes auf andere Fahrzeuge wie Straßenbahnen und Eisenbahnen.

Ausblick

Der Forschungsschwerpunkt umfasst durch die Vielzahl an der im Fahrzeug benötigten Technologien eine große Zahl an Instituten. Um den Wissenstransfer in diesem Forschungsschwerpunkt zu erleichtern und zu koordinieren, sind in Zukunft folgende Aktivitäten geplant:

- Abhaltung gemeinsamer Grazer Konferenzreihen,
- Verstärkte partnerschaftliche Einbindung der Fahrzeugindustrie und der -zulieferer,
- Beantragung weiterer gemeinsamer Projekte,
- Fachübergreifende Laboreinrichtungen und Ressourcennutzung,
- Etablierung eines gemeinsamen Gastvortragenden-Programms,
- Gemeinsamer Webauftritt zur Präsentation der laufenden Forschungsaktivitäten und
- Einbau neuer Erkenntnisse in Lehrveranstaltungen der TU Graz.

Die starke Präsenz des Forschungsschwerpunktes in der Öffentlichkeit soll die Breite der Kompetenz, die Qualität der geleisteten Arbeiten und das Niveau der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Öffentlichkeit publik machen, damit immer mehr Firmen motiviert sind Kooperationen mit den beteiligten Instituten zu suchen.

vif		vif - Das virtuelle Fahrzeug
Übersicht		22.06.2003
Work Area	Institute der TU Graz	Partnerfirmen
A1 Mechanics	MECH, MEL, IFB, EMT, VKM u. ThD+FTG	AVL, ECS, MSF, Siemens- SGP, Zöllner, VAE
A2 Thermal Management	IWT, VKM u. ThD, ISW	AVL, ECS, MSF, OMV, Obrist
A3 Virtual Engineering	MHI, IBL, IWB, UFO	AVL, ECS, MSF
A4 Virtual Manufacturing	IWS, IFT, WOH-Leoben	ECS, MS HS + SRS, Siemens-SGP
Neu	IWS, MCL-Leoben	BMW, CADFEM, MS Presstec, COSMA

Gesamtbudget: 16.000 ME
Kompetenzzentrum Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH,
Gefördert mit Mitteln der TIG, des Landes Steiermark und der Stadt Graz

Abb. 6: Übersicht über das Kompetenzzentrum Vif „Das virtuelle Fahrzeug“. (Mit freundlicher Genehmigung des Vif)

Abkürzungen:

AVL	AVL List GmbH, Graz
BMW	BMW Motoren GmbH, Steyr
CADFEM	CAD-FEM GmbH, Grafing bei München
ECS	Engineering Center Steyr, St. Valentin
MS HS	Magna Steyr Heavy Stamping, Albersdorf
MS Presstec	Magna Presstec, Weiz
MSF	Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG, Graz
Obrist	Obrist Engineering, Lustenau
OMV	OMV AG, Schwechat
S-SGP	Siemens-SGP Verkehrstechnik GmbH, Graz
VAE	Voest Alpine Eisenbahntechnik, Zeltweg
Zöllner	AVL Zöllner GmbH, Graz
MECH	Institut für Mechanik
MEL	Maschinenelemente und Entwicklungssystematik
IFB	Baustatik
EMT	Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung
VKM u. ThD	Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
FTG	Arbeitsbereich Fahrzeugtechnik
IWT	Wärmetechnik
ISW	Stömungstechnik und Wärmeübertragung
MHI	Fördertechnik und Logistiksysteme
IFT	Fertigungstechnik
IWS	Werkstoffkunde und Schweißtechnik
IWB, IBL, UFO	Wirtschafts- und Betriebswissenschaften

Vehicle Technology, Propulsion Systems, and Vehicle Safety

Vehicle technology covers a wide range of applications as well as different sciences. In order to strengthen this field and to focus all efforts Graz University of Technology (TUG) plans to form a joint research centre called "Vehicle Technology, Propulsion Systems, and Vehicle Safety". The development of new vehicle components as well as the theoretical formulation of technical problems, in particular simulation methods, are a major scientific input to the University. Active subsystems play a major role in solving some of the classical problems of vehicle technology. Particularly, they are well qualified to avoid typical conflicts of

technical goals during vehicle design. Especially, the advancement and application of numerical methods can be seen as an important objective for the University.

Finally, the exploration and simulation of the interaction between traffic, environment and safety has to be investigated due to the high level of public interest.

The new research platform for vehicle technology at Graz University of Technology will integrate all the activities targeted at the improvement of vehicles. Currently 12 university institutes from four different faculties are participating.

Targets of the Research Centre

- Support of innovations in the field of vehicle technology, power train and vehicle safety on a high international level,
- Organisation of multidiscipline research as a basis for application oriented solutions,
- Presentation of a well organised platform of researchers from different fields, able to define multidiscipline projects for easier sponsorship,
- Assuring a high quality research work as a result of a wide spread scientific competence,
- High level education of students and young researchers.

Responsibility of the Research Centre

- Development of the scientific basis for the design and production process of steered and rail-bound vehicles under the specific scope of simulation techniques.
- Research in the field of new electronic information and communication technologies as the key to automotive X-by-Wire control systems.
- Reduction of traffic related pollution especially with reference to CO₂. These investigations focus on conventional as well as on alternative engine concepts. The realisation of a "Virtual Engine" is one of the area's visions.
- Development of new power transmission system plus control strategies due to the dominant impact to vehicle behaviour and economy.
- Investigation of the interaction between traffic and environment, e.g. simulation of the distribution of emissions, measurement of the air quality and artificial ventilation of tunnels.
- Improvement of vehicle safety in the field of active and passive safety including pedestrian protection.
- Biomechanical research for a better understanding of the human - machine interaction by means of the methods of multi-body and structural dynamics.

Participating groups

The following institutes of Graz University of Technology are members and contribute to the Research Centre:

- Institute of Internal Combustion Engines and Thermodynamics
Univ.-Prof. Dr. H. Eichseder
Vehicle Technology Department
- Univ.-Prof. Dr. W. Hirschberg
Railway Engineering and Transport Economy
Univ.-Prof. Dr. K. Rießberger
- Electrical Measurement and Measurement Signal Processing
Univ.-Prof. Dr. G. Brasseur
- Geodesy
Univ.-Prof. Dr. B. Hofmann-Wellenhof
- Automation Control
Dr. M. Horn
- Communications and Wave Propagation
Univ.-Prof. Dr. O. Koudelka and Univ.-Prof. Dr. G. Kubin
- Fluid Dynamics and Heat Transfer
Univ.-Prof. Dr. G. Brenn

- Experimental Physics
Univ.-Prof. Dr. W. Ernst and Ao.Univ.-Prof. Dr. T. Neger
- Mechanics and Mechanisms
A.o. Univ.-Prof. Dr. H. Steffan
- Machinery Elements and Development Methods
Univ.-Prof. Dr. G. Jürgens
- Chemical Technology of Organic Materials
Univ.-Prof. Dr. F. Stelzer
- Electrical Machines and Drives
Univ.-Prof. Dr. M. Rentmeister

Some of the above Institutes are already participating in the K+ Competence Centre Vif "The Virtual Vehicle" located in Graz, which is a company borne by several industrial companies plus Graz University of Technology. The aims of the competence centre are to advance the simulation methods in automotive engineering and production in order to come closer to the future vision of a virtual vehicle. Today, Vif employs 40 senior and junior researchers. It is funded by three partners, the TIG, the federal state of Styria, and the city of Graz.

Conclusion

The Research Centre includes a remarkable number of institutes due to many different scientific disciplines participating in the wide field of vehicle technology. In order to coordinate the upcoming knowledge transfer, the following activities are planned for the future:

- Joint organisation of vehicle conferences in Graz,
- Application for mutual research projects,
- Intensification of the involvement of automotive manufacturers and suppliers as industrial partners,
- Common utilisation of laboratory equipment and other university resources,
- Establish seminars for qualified guest lecturers,
- Common web-page to present current activities of the Research Centre.

Koordinator Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Manfred Heindler
Abteilung für Plasmaphysik des Instituts für Theoretische Physik
E-Mail: manfred.heindler@TUGraz.at
Tel: 0316 873 8174/8674



Koordinator Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Wolfgang Streicher
Institut für Wärmetechnik
E-Mail: streicher@iw.tu-graz.ac.at
Tel: 0316 873 7306



Integrierte Gebäudeentwicklung *Integrated Building Design*

Gebäude bilden einen Großteil des Lebensumfeldes des Menschen. Daher stellt die Bauwirtschaft einen der größten Wirtschaftsfaktoren in Europa dar. Im Jahr 2000 wurden in der Europäischen Union allein im Bauhauptgewerbe in dieser Branche ca. 830 Milliarden Euro umgesetzt, und es wurden allein in Deutschland über 100.000 Personen beschäftigt (Verband der deutschen Bauindustrie, 2003). Der Energiebedarf für den Betrieb von Gebäuden macht ca. 40 % des gesamten Endenergiebedarfs in Europa aus.

Bedingt durch die großen Entwicklungen im Bereich der Baustoffe in den letzten Jahren ergeben sich kostengünstige Möglichkeiten, ökologische und energiesparende Baumaterialien einzusetzen und Gebäude material- und energieschonend zu bauen. Im Bereich Gebäudeautomatisierung und Gebäudetechnik ist ebenfalls ein großer Innovationsschub zu sehen. Um alle Möglichkeiten zur Erzielung der Gesamteffizienz zu nutzen, bedarf es eines Zusammenwirkens aller am Bau Beteiligten (Architekten, Bauingenieure, Statiker, Bauphysiker, Elektrotechniker, Haustechniker, Facility Manager etc.), - möglichst bereits ab der Entwurfsphase.

An der TU Graz gibt es seit langem vielfältige Aktivitäten in allen Fakultäten (Bauingenieurwesen, Architektur, Maschinenbau, Elektrotechnik und Naturwissenschaften) im gesamten Baubereich, welche bisher üblicherweise parallel im Rahmen der Fakultäten abließen. Allerdings gab es bereits in der Vergangenheit seit den 70er-Jahren immer wieder Ansätze für gemeinsame Projekte im Bereich der Wohnbauforschung. Neuere Kooperationen erfolgten im Bereich Niedrigenergiegebäude - Regelung, rechnerische und messtechnische Energiefluss-Analyse (Elektrotechnik, Maschinenbau) - sowie in den Bereichen Gebäudeplanung, Gebäudesimulation und Doppelfassaden (Bauingenieurwesen, Maschinenbau).

Außerdem hat sich seit 2001 das „Forum Energie“ etabliert, welches sich, bestehend aus Vertretern mehrerer Fakultäten sowie der zentralen Verwaltung, mit der Energiesituation an der TU Graz beschäftigt. Hierbei konnte auch ein Einwirken auf die Wettbewerbsausschreibungen für neue TU Gebäude sowie die Einführung von innovativen Haustechnikmaßnahmen bei neuen Objekten (Betonkernaktivierung, Wärmerückgewinnung von Prüfständen) umgesetzt werden.

Ein wichtiger Schwerpunkt im Baubereich wird in Zukunft die verstärkt ökologische Ausrichtung sämtlicher Bauaktivitäten sein. Das heißt, alle beteiligten Prozesse werden auf ihre Energie- und Umweltrelevanz zu untersuchen sein. Dies bedingt nicht nur ein intelligentes - und daher ressourcenschonendes - Schnittstellenmanagement in der Planungsphase, die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen für die Baustoffherstellung, die optimierte Koordination der Bauwerksherstellung sondern letztlich auch die umwelt- und energieschonende Wiederverwertung von Gebäuden

nach Ablauf deren Nutzungsdauer. Für diese Prozessoptimierung ist der FoSP Integrierte Gebäudeentwicklung geradezu prädestiniert!

Besonders zu erwähnen ist die kürzlich erlassene EU Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die in den nächsten Jahren umzusetzen ist. Auch in den Forschungsprogrammen des 6. Rahmenprogramms wird besonderes Gewicht auf Nachhaltigkeit und Energieeffizienz gelegt.

Wie eine Reihe von Erfahrungen der letzten Zeit gezeigt haben, wird auch die frühzeitige realistische Abschätzung möglicher Windbelastungen immer wichtiger - nicht nur zur statischen Bemessung von Gebäuden, sondern vielmehr auch zur korrekten Bemessung moderner Fassaden. Auch in diesem Bereich bestehen an der TU Graz die entsprechenden Möglichkeiten, sowohl experimentelle als auch numerische Untersuchungen durchzuführen.

Im Forschungsschwerpunkt „Integrierte Gebäudeentwicklung“ können alle genannten Aktivitäten rechtzeitig koordiniert werden, die Beteiligten können kooperieren, gemeinsam im Forschungsbereich agieren und die Gesamtkompetenz der TU Graz auf diesem Gebiet stärken. Durch die primär geplante fakultätsübergreifende Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Experten wird eine umfassende Behandlung der Problemstellungen im Gebäudebereich möglich bzw. erleichtert.



Bautechnik Zentrum der TU Graz (Institut für Hoch- und Industriebau), Deckenprüfstand

Eingebundene Kompetenzen der TU Graz im Gebäudebereich
(Institutsname *kursiv*, Aktivitäten und universitätszugehöriges Personal auszugsweise)

Architektur

Hochbau: Vorziehprofessur Gebäude und Energie, 2003, Gebäudelehre, künstlerische Gestaltung

Bauingenieurwesen

Baustatik: Aktivitäten: internationale Forschungsprojekte für Fenster und Fassadensysteme, numerische Simulationen in der Bauphysik, Softwareentwicklungen für Bauphysik und Fassadentechnik,

Stahlbau, Holzbau und Flächentragwerke: Aktivitäten: Stahlbau: integrierte Modelle für den Life-Cycle von Gebäuden. Numerische Simulation in der Wärmeverteilung in Gebäuden, Holzbau: Entwicklung von kostengünstigen Ein- und Mehrfamilienhäusern als „energieautarke“ Häuser, bzw. auch als „Plus-Energie-Siedlungen“, Optimierung des Herstellungsprozesses und Entwicklung von Verbindungstechnik für den Holzwerkstoffes OSB.

Baubetrieb und Bauwirtschaft, Hoch- und Industriebau, Betonbau, Materialprüfung und Baustofftechnologie

Bautechnikzentrum - Labor für Bauphysik: Aktivität auf den Gebieten Schall, Akustik, Wärmeschutz, Feuchteschutz, Licht, Behaglichkeit, Hochbaukonstruktion und bauphysikalische Raumwirkung, EU-akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle: Durchführung von

Wärmeübergangs-Wert Messung, Fassadenprüfstandsmessungen von Fenstern, Fassaden und Bauteilen, sowie schalltechnische Analysen von Bauteilen in Schall und Akustik; bauphysikalische Berechnungen; sehr gute Industriekontakte, Mitarbeit in Normungsgremien.

Bautechnikzentrum – Festigkeits- und Materialprüfung Aktivitäten: (mechanische, statische und dynamische Untersuchungen an Baumaterialien, Bauteilen und Baukonstruktionen.)

Vorzehprofessur für Bauinformatik (wird eventuell zu einem eigenen Institut)

Einbindung des Schwerpunktes in die Lehre der zukünftigen Studienrichtung Hochbautechnologie

Maschinenbau

Wärmetechnik: Professur Heizungs-, Klima- Kältetechnik ab 2005, Personal derzeit: Ao. Univ.-Prof., 1 Universitätsassistent mit Doktorat, Labor, Drittmittelpersonal. Aktivitäten: langjährige internationale und nationale Aktivität auf dem Gebiet der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik (Entwicklung von Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln und Absorptionswärmepumpen), der thermischen Solarenergie und der thermischen Gebäudesimulation (diverse nationale und internationale Forschungsprojekte und Komponentenentwicklungen), große Klimakammer, diverse Wärmequellen- und -senkenanlagen, wärmetechnische Versuchs- und Messeinrichtungen, vielfältige Simulationsprogramme, Mitarbeit in Normungsgremien.

Strömungslehre und Wärmeübertragung: Personal derzeit: 1 o.Prof., 3 Universitätsassistenten mit Doktorat, 1 Universitätsassistent, Drittmittelbeschäftigte, leistungsfähige Werkstätten. Aktivitäten: Die Kernkompetenzen liegen im Bereich der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Wärme- und Stoffübertragung, auch mit Phasenwechsel der fluiden Medien, der Bildung von dispersen Zuständen von Fluiden oder Feststoffen sowie dem damit verbundenen Stabilitätsverhalten von ein- und mehrphasigen Strömungen, der Aerodynamik mit Anwendung u.a. auf dem Gebiet des Transports disperser Substanzen und der Bauwerksaerodynamik sowie im Bereich der numerischen Strömungssimulation mit und ohne chemische Reaktionen, wie u.a. Verbrennungsberechnungen mit Large-Eddy-Simulation. Die Ausrüstung des Instituts umfasst Windkanalanlagen, laseropische Messtechniken wie LDA, PDA, und PIV, sowie Messtechniken zur Untersuchung von Wärme- und Stoffübergangsvorgängen.

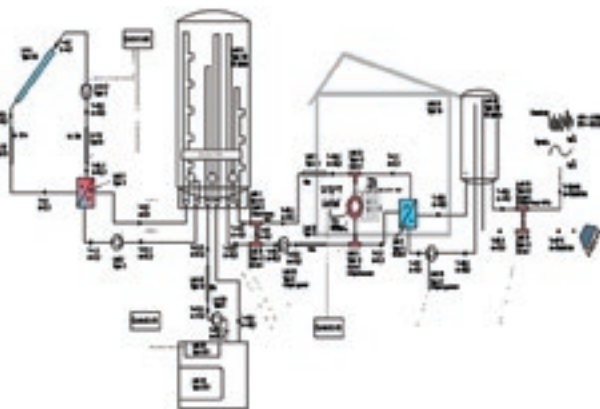
Elektrotechnik

Elektrische Anlagen: Aktivitäten: langjährige internationale und nationale Forschungs- und Lehraktivitäten auf den Gebieten Elektrizitätsversorgung (zentral, dezentral), Elektrizitätsbedarf und Energieeffizienz von Gebäuden sowie von Geräten (EDV-, Bürogeräte, Beleuchtung, Kühlergeräte, elektrische Warmwasser- und Raumwärmeerzeugung), Ersatz- und Notstromversorgung, Niedrigenergiehäuser und kontrollierte Belüftung, Elektrowärme, Spannungsqualität und Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Schirmung, Schutzmaßnahmen und Schutztechnik, Messung und Berechnung elektrischer und magnetischer Felder, etc., Mitarbeit in Normungsgremien

Entwicklung eines vielkanaligen Energie- und Leistungsmessgerätes für Energiefluss- und Lastganganalysen.

NAWI

Experimentalphysik: Aktivitäten: eingebunden in der Lehre der Bauphysik, *Theoretische Physik:* Aktivitäten: Forschungsmanagement, Bindeglied zu EU-Forschungsförderung, *Chemische Technologie organischer Stoffe:* Aktivitäten: Entwicklung von Polymeren mit änderbaren optischen Eigenschaften



Thermische Simulation von Heizungssystemen und Gebäuden (Simulationsaufbau und Gebäudezonierung); Institut für Wärmetechnik, TU Graz, Forschungsprojekt „Heizungssystem für Niedrigenergiehäuser“ im Rahmen der Forschungsinitiative „Haus der Zukunft“, 2002



Bisherige Einbettung in nationales und internationales Umfeld im Gebäudebereich

- Mehrere Projekte im Rahmen der diversen Ausschreibungen der Europäischen Union im Gebäudebereich im 5. Rahmenprogramm sowie Einreichungen für das 6. Rahmenprogramm in den Bereichen Ecobuildings und Produktion.
- Kooperationen mit zahlreichen internationalen Forschungseinrichtungen.
- Teilnahme an gebäuderelevanten Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) (Implementing Agreements on Heat Pumping Technologies, Solar Heating and Cooling). Österreichischer Delegierter in der End-Use Working Party der IEA.
- Mitarbeit im International Institute of Refrigeration (IIR).
- Zahlreiche nationale Forschungsprojekte (z.T. mit fakultätsübergreifenden Kooperationen) in den Forschungsbereichen „Haus der Zukunft“ des BMVIT, FFF, ITF etc..
- Normungstätigkeit als Mitglieder in Normungsgremien und Mitglied des Steering Committee OIB Harmonisierung der österreichischen Bauordnungen, Errichtungsbestimmungen von Niederspannungsanlagen, EMV in Gebäuden.
- Zahlreiche Projekte innerhalb der Bundesländer.
- Zahlreiche Firmenprojekte.

Auszugsweise Darstellung bisherigen Drittmittel-Aktivitäten auf dem Gebiet „integrierte Gebäudeentwicklung“ an der TU Graz

Institut für Baustatik, Bauingenieurwesen

Arbeitsgruppe „Numerische Simulation im Hochbau“

13 nationale und internationale Forschungsprojekte

keine dauerhaft Drittmittelbeschäftigte

Drittmittel-Umsatz der letzten drei Jahre auf diesem Gebiet ca:

90.000 €

Institut für Hoch- und Industriebau

Drittmittel (Gruppe Kautsch) 1 Drittmittelperson,

Drittmittel Umsatz der letzten drei Jahre 140.000 €

Labor für Bauphysik

Aufbau eines neuen Labors seit zwei Jahren im Rahmen des neuen Bautechnikzentrums

Zahlreiche Projekte im Bereich der angewandten Bauphysik, Entwicklung moderner Messtechnik in der Bauphysik, EU-akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle

Personal derzeit: 5 Drittmittelpersonal, 1 Praktikant, 2 TU Angestellte

Stahlbau, Holzbau und Flächentragwerke

Mehrere Forschungsprojekte im Bereich integrierte Datenmodelle für den Life Cycle von Gebäuden, Wärmeverteilung in Gebäuden, Entwicklung vom energieautarken bzw. Plusenergie Ein- und Mehrfamilienhäusern, OSB- Holzwerkstoffe

Institut für Wärmetechnik, Maschinenbau

Zwei Arbeitsgruppen „Heizungs-, Kälte-, Klimatechnik, Sonnenenergie und thermische Gebäudesimulation

Personal derzeit: 4 Drittmittelbeschäftigte, 1 Auslandsdoktorand, 1 Praktikant

23 nationale und internationale Forschungsprojekte
Drittmittel-Umsatz der letzten drei Jahre auf dem Gebiet ca.: 200.000 € pro Jahr

Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung, Maschinenbau

Eine Arbeitsgruppe (Abteilung) „Aerodynamik und Mehrphasenströmungen“,

Personal derzeit: 1 drittmittelbeschäftigter Doktorand
nationale Teil-Projekte, mehrere Auftragsuntersuchungen

Institut für Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik, Abteilung für Elektrische Anlagen

Die Energieeffizienz in den Bereichen elektrischer Geräte, Warmwasser- und Raumwärmeversorgung, Licht, EDV, Stromversorgung von Gebäuden und Gebäudekomplexen usw., sowie die rationelle Energieanwendung in der Industrie, in öffentlichen Anlagen und Büros, in Haushalten und in der Landwirtschaft wurde in zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten in den vergangenen Jahren intensiv behandelt und führte neben zahlreichen Diplomarbeiten zu 5 Dissertationen.

Derzeit behandelte bzw. zukünftige Forschungsthemen des Schwerpunktes „integrierte Gebäudeentwicklung“ an der TU Graz
Integrierte Gebäudeplanung

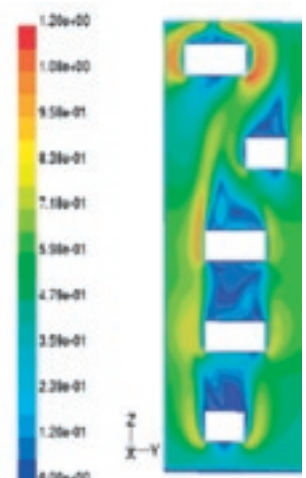
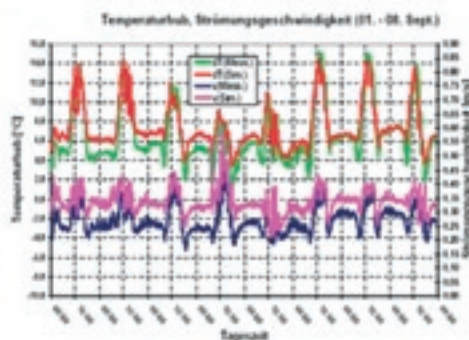
- Theorie und Umsetzung der Integrierten Gebäudeplanung
- Entwicklung von durchgängigen Datenmodellen vom Entwurf über Statik, Bauphysik, Gebäudetechnik bis zum Facility Management
- Das virtuelle Gebäude (nach Maßgabe der Entwicklung des Schwerpunktes und der Vorziehprofessur Bauinformatik ist eine wesentliche Schnittstelle zur Dokumentation und virtuellen Abbildung zur Analyse von Projekten gegeben.)
- Schaffung einer internetbasierenden, allgemein bzw. in Teilbereichen beschränkt zugänglichen, Plattform zum Informations- und Datenaustausch, zur Experten- und Klientenvernetzung, zur Koordination und Präsentation von Forschungsvorhaben,
- Entwicklung von vernetzten Simulationsmodellen für die Gebäudeentwicklung
- Evaluierung: Differenzenanalyse zwischen Planung und Ausführung, Schwachstellen im Bestand und im Neubau aus der Differenz zwischen Planungsdokumentation und Ausführung durch Ausführungsevaluierung und Schwachstellendokumentation. Analyse und Sanierungskatalogerarbeitung zur nachhaltigen Verbesserung des Fehlbestandes.
- Passive Sonnenenergienutzung in Gebäuden ohne sommerliche Überwärmung
- Inhärent intelligente Gebäude (Robuste Baustrukturen in Bezug auf geringen Heizungs- und Kühlbedarf)
- Unterstützung bei Planungen von Gebäuden in allen Bereichen der integrierten Gebäudeentwicklung

Normungstätigkeit

- Koordinierte Mitarbeit bei diversen Normenentwicklungen

Bauteilentwicklung

- Entwicklung von Bauteilkatalogen unter ökonomischen, ökologischen, energetischen und umsetzungsvereinfachenden Aspekten
- Entwicklung von Gebäudefertigmodulen mit verschiedenen Baustoffen



- Entwicklung von ökologischen Innendämmsystemen zur thermischen Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden
- Entwicklung von robotergestützten „On-Site-Factory“-Technologien zur gerüstlosen thermischen Fassadensanierung
- Gebäude- und Fassadenaerodynamik
- Strömung und Wärmeübergang in hinterlüfteten Fassaden
- Integrale Fassadentechnik (inkl. Glas-Doppelfassaden)
- Unterstützung des „Holzclusters“

Haustechnik und Energie in Gebäuden

- Mitarbeit bei der Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
 - Niedrigenergie und Nutzer: Erarbeitung von integrierten Konzepten zur Situationsverbesserung
 - Energieverteilung und Behaglichkeit in Niedrigenergiegebäuden.
 - Entwicklung von Mess- und Analyseverfahren zur Evaluierung energetisch wesentlicher Komponenten.
 - Nutzung erneuerbarer Energiequellen in Gebäuden
 - Entwicklung von intelligenten Kompaktlösungen von Haustechnikkomponenten
 - Erhebung von Planungsrichtwerten für den Wärmebeitrag der elektrischen Gebäudeausstattung
 - Energieeffiziente Bürogeräte
 - Stromsparpotentiale in Gebäuden (Betriebsmittel, Haushaltsgeräte, elektrische Warmwasserbereitung, Waschmaschinen, Heizungspumpen, Standby, ...).
- Der Erfassung des Energieverbrauchs elektrischer Bürogeräte, der Beleuchtung, sowie elektrischer Heizungs- und Klimageräte kommt in Zukunft erhöhte Bedeutung zu, da diese einen wesentlichen Anteil an den inneren Wärmequellen eines Gebäudes darstellen und in einer auf Energieeffizienz bedachten Planung entsprechend berücksichtigt werden müssen.

Links zu Nachbarschwerpunkten

Forschungsschwerpunkte, welche im vorliegenden Forschungsjournal vorgestellt werden

- Algorithmen und Mathematische Modellierung: Im Gebäudebereich tritt die Simulation immer stärker in den Vordergrund (durchgängige Datenstrukturen, Statik, thermisches Verhalten, Raumluftströmung, Brandausbreitung, Akustik, Lichtsimulation, Simulationsprogramme zur Berechnung elektrischer und magnetischer Felder in Gebäuden, EMV etc.). Daher ist eine gut abgestimmte Zusammenarbeit erforderlich
- Energiesysteme und Anlagentechnik: Der Schwerpunkt Energietechnik befasst sich primär mit der elektrischen und thermischen Energieerzeugung, -bereitstellung und verteilung. Die Abgrenzung zum Gebäude erfolgt an der Gebäudegrenze. Speziell in Fragen der Energieversorgung von Gebäuden sowie bei der dezentralen Kraft-Wärme-(Kälte) Koppelung, wo auch Energieströme in Verteilnetze abgegeben werden, ergeben sich zahlreiche Anknüpfungspunkte.
- Verfahrens- und Umwelttechnik: Im Bereich der ökologischen Baustoffe, welche oft aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden, sowie bei biogenen Brennstoffen ergeben sich gemeinsame Interessen.

Mögliche zusätzliche Forschungsschwerpunkte an der TU Graz

- Design Science in Architecture (nach Maßgabe der Entwicklung des Schwerpunkts „Studienrichtung Hochbautechnologie“ und

der Vorziehprofessur „Gebäude und Energie“ am Institut für Hochbau für Architekten sowie der Implementierung der beantragten Vorziehprofessur „Innovative Baumethoden“ sowie den engen Konnex zwischen Entwurf und integraler Planung ist eine gute Kommunikation notwendig und erwünscht)

- Bauwerkstechnik und Geotechnik (speziell bei Großbauten)



Entwicklung eines aufsprühbaren zellulosebasierten Dämmstoffes (Institut für Hoch- und Industriebau)

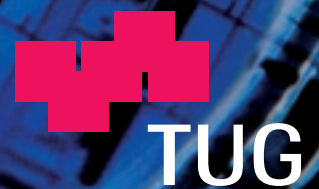
Integrated Building Design

The building industry is one of the biggest economical sectors in Europe. The end-use energy demand of buildings amounts to about 40 % of total end-use energy demand in Europe. In the last decade there has been a huge improvement of the thermal and ecological properties of building material and components. Additionally there was a strong development of prefabrication of buildings, building automation and HVAC (heating, ventilation, air conditioning) systems. Therefore today's buildings need far less energy for space heating than 10 years ago. In order to make optimal use of the technological progress, an integrated design of buildings is required. This means, that all relevant players (architects, building engineers, building physics, electro technical and HVAC-system experts, facility manager etc) should be included in the planning process right from the start of the project.

At Graz University of Technology all this expertise is developed and available since a long time, however the individual knowledge is distributed among all faculties. The research cluster "Integrated Building Design" will bring together all this dispersed knowledge to form a strong and efficient body and enables Graz University of Technology to pursue coordinated research and development expertise in the whole building area. Especially for proposals of research projects in the 6th Framework Program of the European Union such bigger players have higher chances for funding.

worüber man auch in wien mit aller hochach **TU** ng spricht.

Sind es unsere Erfolge auf dem Gebiet der Weltraumforschung? Der Elektronenmikroskopie?
Der Nanotechnologie? Der Medizinischen Informatik? Der Biotechnologie? Der Biomechanik?
Der Fahrzeugtechnologie? Des Tunnelbaus? Ist es die Tatsache, dass es bei uns zwar
weniger Studierende, aber vergleichsweise mehr Studienabschlüsse gibt?
So oder so: Gut so.



Technische Universität Graz

Kontaktadresse:
Technische Universität Graz
Referat für Öffentlichkeitsarbeit
Rechbauerstraße 12, 8010 Graz
Tel: ++43 (0) 316 873 6064
info@tugraz.at
<http://www.TUGraz.at>