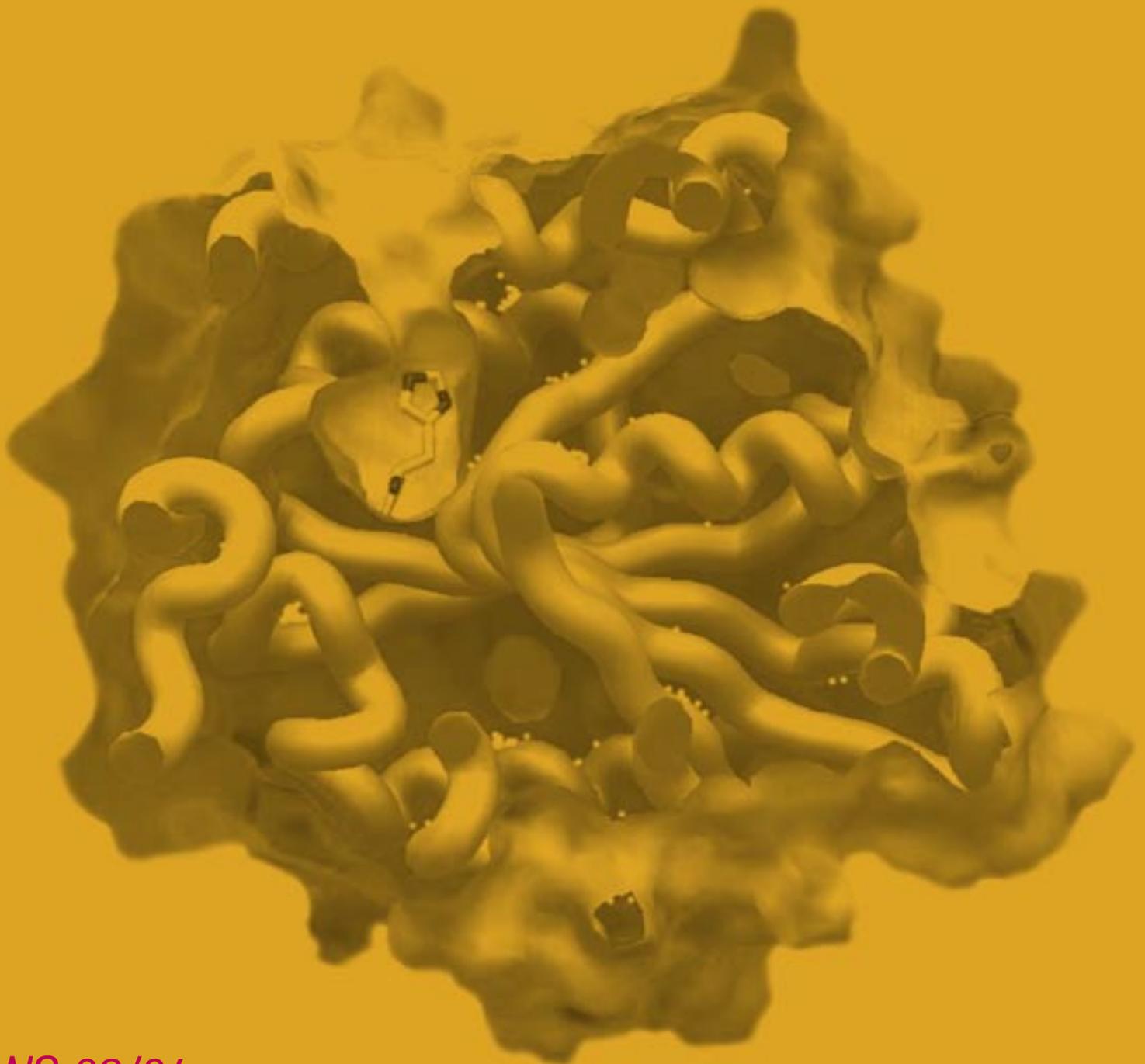


# Forschungsjournal

der Technischen Universität Graz

*Research Journal / Graz University of Technology*



# Inhalt

## **Vorwort / Preface**

- 3 Forschung und Technologie an der TU Graz im Rahmen des UG2002  
*Wolfgang von der Linden*

## **Forschungsschwerpunkte / Key Research Areas**

- 5 Design Science in Architecture  
*Brian Cody, Urs Hirschberg, Roger Riewe*
- 9 Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering  
*Wulf Schubert, Gernot Beer*

## **RFT-Projekte / RFT-Projects**

- 14 Neue Untersuchungsmethoden für Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie  
*Ferdinand Hofer*
- 16 Angewandte Biokatalyse und enzymatische Nanoanalytik  
*Herfried Griengl*
- 18 Nanoproszesstechnik/Mikroverfahrenstechnik: Anwendungen in Bereichen der thermischen Trenntechnik  
*Rolf Marr*
- 20 Direkte Kommunikation zwischen Gehirn und Computer: Virtuelles Keyboard – Schreiben mit Gedanken  
*Gert Pfurtscheller, Christa Neuper*
- 22 Telemonitoring: Betreuung von Patienten mit schwerer motorischer Beeinträchtigung  
*Gert Pfurtscheller, Christa Neuper*
- 24 Scientific Supercomputing an der TU Graz  
*Manfred Stepponat*
- 26 Know How Cluster für Molekulares Engineering von Enzymen  
*Helmut Schwab*

## **Neuberufungen / New Professors**

- 28 Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. *Wolfgang Bauer*
- 29 Vertrags.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. *Horst Bischof*
- 30 Univ.-Prof. Dr. *Enrico Arrigoni*
- 31 Ao.Univ.-Prof. Vertrags.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. *Peter Grabner*
- 32 Vertrags.-Prof. Mag.art. Dr.phil. *Susanne Hauser*
- 34 Vertrags.-Prof. dipl.Architekt ETH *Ernst Hubeli*
- 35 Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. *Helmut Schwab*

## **Junge Forscherinnen und Forscher an der TUG / Young scientists at TUG**

- 36 Anregungsprozesse in organischen Halbleitermaterialien  
*Egbert Zojer*
- 37 Extrakorporale künstliche Bauchspeicheldrüse mit minimal invasiven Zugängen  
*Helga Schaller*
- 38 Messung des Separationsverhaltens von biologischem Schlamm  
*Christian Meisl*

## **Impressum**

Eigentümer: Technische Universität Graz  
Herausgeber: Vizerektor für Forschung  
Redaktion: Büro des Rektorates, 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: 3D-Modell eines Enzyms, Prof. Kratky, Uni Graz  
Verlag: Verlag der Technischen Universität Graz  
[www.fti.tugraz.at/Verlag](http://www.fti.tugraz.at/Verlag)

ISSN: 1682-5675

ISBN: 3-901351-88-4

© Technische Universität Graz 2004



## Forschung und Technologie an der TU Graz im Rahmen des UG2002

### *Research and Technology in the framework of the UG2002*

Die TU Graz – und mit ihr jede der anderen 20 Universitäten Österreichs – ist zu Beginn dieses Jahres in die Autonomie entlassen worden. Diese neu gewonnene Freiheit bringt eine große Verantwortung mit sich. Wir sind nun einem Wettbewerb mit all seinen Konsequenzen ausgesetzt, in dem wir mit den anderen Universitäten um Studierende, Industriepartner, Fördermittel und nicht zuletzt um das knappe Bundesbudget konkurrieren.

Wir sollten diesen Wettbewerb jedoch nicht als notwendiges Übel, sondern als eine große Chance und Herausforderung sehen. Durch die Autonomie sind wir in der Lage, die an der TU Graz vorhandenen Fähigkeiten gezielter auszubauen und effizienter auf unser eigentliches Ziel hinzuarbeiten, das in der Bereitstellung und Nutzung der technisch-naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und Innovationen für die menschliche Gesellschaft und die Umwelt liegt. Diesem Ziel kommt in den hoch technisierten Staaten Europas eine zentrale und Wohlstand stiftende Rolle zu, was im Lissabon Papier ausdrücklich betont wurde.

Um im interuniversitären Wettbewerb langfristig bestehen zu können sind einige Punkte entscheidend: Fokussierung auf Kernkompetenzen, leistungs- und erfolgsbezogene Forschung und deren Förderung, proaktive Außenwirkung und erwerbsorientierter Wissens- und Technologietransfer sowie Kooperationen mit der Industrie. Es muss in diesem Zusammenhang aber ausdrücklich betont werden, dass für den langfristigen Erfolg die erkenntnisorientierte, wertfreie Forschung ebenso wichtig ist wie die auf Anwendungen fokussierten wissenschaftlichen Untersuchungen.

Die TU Graz hat bereits in der Vergangenheit ihre Leistungen und „Produkte“ aus den Bereichen Forschung und Lehre der Gesellschaft in unterschiedlichen Formen des Wissens- und Technologietransfers zur Verfügung gestellt: durch gut ausgebildete Ingenieurinnen und Ingenieure, Weiterentwicklung und Veröffentlichung technisch-wissenschaftlichen Fachwissens, Weiterbildungsprogramme, Patentierungen, Kooperationen mit der öffentlichen Hand und der Wirtschaft und durch Unternehmensgründungen.

Die technischen Universitäten erhielten – und erhalten auch in Zukunft – das Bundesbudget, um damit vorrangig die beiden ersten Aspekte des Wissens- und Technologietransfers, die Ausbildung und die Weiterentwicklung technisch-wissenschaftlichen Fachwissens, abzudecken.

Aufgrund volkswirtschaftlicher Überlegungen, die im Lissabon-Ziel mündeten, und unter dem Diktat knapper Kassen, sind die Universitäten zunehmend verpflichtet auch die o.g. übrigen Pfade des Wissens- und Technologietransfers zu beschreiten. Die TU Graz ist hierbei mit derzeit 7 Christian Doppler Labors, der Beteiligung an 11 Kompetenzzentren und einem Volumen an Drittmittelprojekten, das grob einem Viertel des Bundesbudgets entspricht, auf gutem Wege. Darüber hinaus verfügt die TU GRAZ bereits über die Abteilung Forschungs- und Technologieinformation (FTI), die Informationen für den Wissens- und Technologietransfer bereit stellt, und ist maßgeblich am Science Park und an dessen Gründungsaktivitäten beteiligt. Eine respektable Position unter den Universitäten kann die TU Graz jedoch nur halten bzw. ausbauen, wenn sie zusätzlich zu diesen

Aktivitäten den erwerbsorientierten Wissens- und Technologietransferpfaden erhöhte Aufmerksamkeit schenkt, diese professionalisiert und ihre „Produkte“ marktgerecht verwertet.

Ein weiterer wesentlicher Schlüsselfaktor für den künftigen Erfolg ist die Identifizierung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit der TU Graz: Corporate Identity ist einer der Erfolgsfaktoren bekannter internationaler Universitäten und Wirtschaftsunternehmen. Im Sinne der Worte von Johann Wolfgang von Goethe: Willst du dich Deines Wertes freuen, so musst du der Welt du Wert verleihen, sind alle Kolleginnen und Kollegen aufgerufen, dazu beizutragen, dass die TU Graz zu einer international respektierten Forschungsuniversität wird.

Um uns wie oben beschrieben für den Wettbewerb optimal vorzubereiten wurden bereits konkrete Maßnahmen in die Wege geleitet: Zur Effizienzsteigerung im Bereich Forschung sind im letzten Jahr acht fakultätsübergreifende Forschungsschwerpunkte gegründet worden, die bereits in der letzten Sonderausgabe des Forschungsjournals beschrieben wurden. Weiters sind in der Zwischenzeit die zwei Forschungsschwerpunkte *Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering* und *Design Science in Architecture* hinzugekommen, die in dieser Ausgabe vorgestellt werden. Die Universitätsleitung betrachtet die Forschungsschwerpunkte als nationale und international sichtbare und zukunftsorientierte Kompetenzbereiche der TU Graz, die sich dynamisch weiterentwickeln. Ein Forschungsschwerpunkt ist mehr als die Summe seiner Teile und sollte Synergien nutzen und von der Interdisziplinarität profitieren und die TU Graz profilieren. Im Sinne der Corporate Identity wird erwartet, dass jeder Forschungsschwerpunkt verantwortungsbewusst zum Nutzen der TU Graz klare eigene Ziele definiert und die nötigen Maßnahmen trifft, um dieses Ziel zu erreichen.

Um alle Forscherinnen und Forscher sowie die Universitätsleitung in allen Facetten der administrativen Abwicklung von Forschungsprojekten zu unterstützen, wird eine Forschungssupportstelle eingerichtet. Dieser Stelle kommt eine Schnittstellenfunktion zwischen den Forscherinnen und Forschern einerseits und den bereits bestehenden Dienststellen (FTI, Öffentlichkeitsarbeit, APS, Science Park, BIT etc.) andererseits zu. Hierbei wird auch ein neu einzurichtender Expertenpool eine wichtige Rolle spielen, in dem das an der TU Graz und bei den Kooperationspartnern vorhandene fachübergreifende Expertenwissen koordiniert werden soll. Darüber hinaus wird im TUGonline eine eigene Forschungsseite eingerichtet, in der forschungsrelevante Information bereitgestellt wird und in der die Möglichkeit bestehen wird, Anregungen und Verbesserungsvorschläge einzubringen.

Abschließend sei auch schon über erste Ergebnisse unserer Fokussierung und Wettbewerbspositionierung berichtet: Die TU Graz hat sehr erfolgreich an der UniINFRASTRUKTUR Offensive II des Rates für Forschung und Technologie teilgenommen. Von den 18M€, die vom Bund für alle Universitäten zur Verfügung gestellt werden, hat die TU Graz 1.4M€ für 4 Projekte erhalten. Dieser überproportionale Anteil ist dem hohen Niveau und der klaren strategischen Ausrichtung unserer Forschungsprojekte zu verdanken.

Die bewilligte Projekt sind: Supercomputing II, Massenspektrometrie in der Biotechnologie, Atom- und Molekularstrahlmethoden für die Erzeugung und Charakterisierung neuartiger Materialkomponenten für die Nanotechnologie und ein Verbundprojekt mit der Medizinischen Universität, bei dem ein modernes 3T-Ganzkörper-MRT-System am Zentrum für medizinische Forschung der MUG implementiert werden soll. Hinzu kommt ein Sockelbetrag von 50K€, den alle Universitäten erhalten haben und den das Rektorat der Bibliothek für dringend notwendige Infrastrukturmaßnahmen zur Verfügung gestellt hat.

Neben den beiden neuen Forschungsschwerpunkten, werden in dieser Ausgabe des Forschungsjournals die Projekte beschrieben, die in der ersten UniINFRASTRUKTUR Offensive gefördert worden sind. Darüber hinaus haben wir im Forschungsjournal als fixen Bestandteil neben der schon bestehenden Rubrik Junge Forscherinnen und Forscher an der TUG die Rubrik Neuberufungen eingeführt.

Liebe Kolleginnen und Kollegen, ich wünsche Ihnen allen ein erfolgreiches Sommersemester und bitte um Verständnis, falls im Zuge der Umstellung auf die neuen Rahmenbedingungen des UG2002 Unannehmlichkeiten auftreten sollten.

Ihr Vizerektor für Forschung und Technologie  
Wolfgang von der Linden

### *Research and Technology in the framework of the UG2002*

*Graz University of Technology – like all other Austrian universities – has gained its autonomy at the beginning of this year. The freedom (and not really independence) is accompanied with responsibility. We now enter the competition with other universities for students, partners, funding and the federal budget.*

*The competitions should, however, not be seen as necessary evil but rather as an opportunity and a challenge. The autonomy makes it possible to develop existing capacities and reach our very goal, to contribute to the prosperity of mankind by means of technical and scientific knowledge and technological innovations. The latter plays an important role for the European economy, as has been emphasized in the Lisbon summit.*

*The key success factors in the inter-university competition are: concentration on competence areas, achievement-oriented research and support, public relations and transfer commercialization of technologies and cooperation with the industry. It should be stressed, nonetheless, that for the long-term success, basic research is just as important as application-oriented research.*

*Already in the past, Graz University of Technology has carried out the transfer of knowledge and technologies from University researchers to external parties. The focus, based on the federal budget, was on the transfer of knowledge in form of scientific research and publications on the one hand and the academic education of highly skilled engineers on the other hand. For economic reasons and due to a strongly restricted budget, universities are obliged to promote and facilitate the other types of technology transfer as mentioned above.*

*However, TU Graz is well on the way for the new challenge. With 7 CD-laboratories, partnership in 11 "Kompetenzzentren"*

*and a considerable turnover in industrial cooperations TU Graz is gaining a successful competitive position which will be increased due to further commercialisation of its products.*

*An additional key factor for the future success plays the identification of all members of the TU Graz with our alma mater. Corporate identity is one of the key success factors of all well-known universities and industrial companies.*

*Further successful activities to improve the competitive advantage have been started: In order to increase the efficiency of the research activities, 10 Key Research Areas (FoSP) have been established. Eight of them have already been described in a previous edition of the Forschungsjournal, two recently formed FoSPs, namely Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering and Design Science in Architecture will be outlined in the present edition.*

*Finally, we can report that Graz University of Technology has been fairly successful in the federal funding program UniINFRASTRUKTUR Offensive II. 1.4M€ out of 18M€ have been granted for four of our projects: Supercomputing II, Mass Spectrometry for Biotechnological Systems, Atomic and Molecular Beam Generation and Characterization of Novel Nanoscale Materials, and a joined project with the Graz Medical University in the area of Magnetic Tomographic Imaging.*

*In addition to the new Key Research Areas, the funded projects of the previous UniINFRASTRUKTUR Offensive are presented in the present volume of the Research Journal. On top of that we have included the new permanent topic New Professors.*



Forschungskoodinatoren (interimistisch): Vertrags.-Prof. BSc(Hons) CEng MCIBSE Brian Cody  
Institut für Gebäude und Energie  
E-Mail: brian.cody@TUGraz.at



Vertrags.-Prof. dipl.Architekt ETH Urs Hirschberg  
Institut für Zeitgenössische Kunst  
E-Mail: hirschberg@TUGraz.at  
Tel: 0316 873 4728



Vertrags.-Prof. Dipl.-Ing. Architekt Roger Riewe  
Institut für Architekturtechnologie  
E-Mail: riewe@at.tugraz.at  
Tel: 0316 873 6300

## Design Science in Architecture

### *Space / Culture / Technology / Informatics*

*“Design science is the effective application of the principles of science to the conscious design of our total environment in order to help make the Earth’s finite resources meet the needs of all humanity without disrupting the ecological processes of the planet.”*  
Buckminster Fuller

Technische Entwicklungen können heute nicht mehr unabhängig von gesellschaftlichen und kulturellen Fragestellungen betrachtet werden. Insbesondere für die Gestaltung unseres Lebensraumes ist das komplexe Ineinandergreifen unterschiedlicher Systeme zur eigentlichen Herausforderung geworden. Das von Buckminster Fuller formulierte Postulat, gestalterische und wissenschaftliche Vorgehensweisen zu einer Design Science zusammenzuführen, ist heute aktueller denn je und entspricht dem Profil und dem Standort der TU Graz in hohem Maße. Die Forschung in der Architektur kann dabei eine wichtige Führungsrolle einnehmen.

*“There are many solutions, good, bad and indifferent. The art is to arrive at a good solution. This is a creative activity, involving imagination, intuition and deliberate choice”* Ove Arup

Die Architektur hat seit je eine besondere Stellung innerhalb der technischen Disziplinen. Während in den meisten Ingenieurwissenschaften die numerischen und deterministischen Verfahren im Vordergrund stehen, sind in der Architektur schwach strukturierte funktionale und gestalterische Prozesse, topologische, räumliche und kulturelle Eigenschaften, multidimensionale Visualisierungen und die Kommunikation prägend. Die Architektur hat dafür ihre eigenen, von anderen technischen Disziplinen durchaus verschiedenen Herangehensweisen entwickelt. So ist z.B. der Umgang mit dem „Nicht-wissen“ ein für Architekten seit geraumer Zeit vertrauter, findet jedoch erst gegenwärtig Einzug in Managementbriefings nationaler und internationaler Konzerne. In jüngster Zeit, da die sogenannten „Creative Industries“ zu einem immer größeren und wichtigeren Wirtschaftsfaktor werden, sind diese auch für andere Disziplinen interessant geworden.

Die Anwendung von rein numerischen und deterministischen Methoden ist durch die Informationstechnologie enorm viel effizienter und einfacher geworden. Neue Bereiche lassen sich aber nicht durch Effizienzsteigerung, sondern nur durch Innovation erschließen. Folgerichtig leisten sich viele Firmen sogenannte think tanks, um in Forschung und Entwicklung neue Wege zu beschreiten. In vielen solchen Einrichtungen findet man ein Programm, welches das Verbinden von technischem Wissen aus unterschiedlichen Bereichen mit ästhetischen, gesellschaftlichen und kulturellen Fragestellungen verfolgt, nicht anders als es in der Architektur seit je Tradition hat. Die Architektur hat also das Potential in diesem gesellschaftlich und wirtschaftlich wesentlichen Bereich eine Führungsrolle einzunehmen, indem sie ihre Arbeitsmethodik auf andere Bereiche anwendbar macht.

Bezeichnend ist jedoch, dass diese Arbeitsmethodik bis jetzt eine nur sehr geringe theoretische Begleitung erfahren hat.

Der Forschungsschwerpunkt Design Science versteht sich als Grundlagenforschung in diesem Bereich: Anhand der Architektur werden Herangehensweisen untersucht und erprobt, wie mit komplexen, schwach strukturierten Fragestellungen im Spannungsfeld von Technik und Gesellschaft umgegangen werden kann, welche Methoden, Instrumente und Strategien es dafür gibt und historisch gegeben hat, vor allem aber auch welcher neuen Instrumente sich so ein generalistischer Ansatz heute bedienen kann.

#### Ziel

Ziel dieses Forschungsschwerpunktes ist es, eine Design Science für die Architektur zu entwickeln, um den gesellschaftlichen, kulturellen, wirtschaftlichen und multidisziplinären Ansprüchen einer nachhaltigen Umweltgestaltung (Environment) gerecht werden zu können.

Hierbei gilt es, den Umgang mit komplexen Phänomenen anschaulich darzustellen, insbesondere vor dem Hintergrund der ‚Creative Industries‘. Dazu gehören Themenkomplexe an der Schnittstelle von Kultur und Wirtschaft, wie etwa ‚City Branding‘, ‚Cultural Entrepreneurship‘, ‚Networking‘, ‚Environmental Impact‘, ‚Design Philosophy‘, ‚Intellectual Property‘, ‚Design Ethics‘ und andere mehr, in denen die Architektur bereits jetzt eine wichtige Rolle eingenommen hat.

*„Phantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt.“*  
A. Einstein

#### Case Studies

Im folgenden sind Forschungsprojekte, bzw. Forschungsprogramme, gegliedert in die vier Schwerpunktbegriffe Culture, Space, Technology und Informatics aufgelistet, an denen die verschiedenen Instituten der Architekturfakultät arbeiten, oftmals in Zusammenarbeit mit Partnern. Wie an der Liste deutlich wird, ist Design Science nicht ein kohärentes Gesamtprogramm, sondern eine Herangehensweise, eine Verpflichtung zur Ganzheitlichkeit, der einzelne Fachgebiete je auf ihre Weise nachkommen. Charakteristisch für diese Herangehensweise ist das Arbeiten mit Case Studies, mit Fallbeispielen, welches in der Architekturforschung traditionell einen sehr hohen Stellenwert hat. Design Science verfolgt das systematische Erschließen von kontextuell gebundenem Erfahrungswissen anhand konkreter Beispiele.

#### ■ Design Science in Architecture - Culture

*Territory and Identity:* Von welchen Phänomenen ist zu sprechen, wenn es um „lokale Identität“ geht, welche Rolle spielen diese für Planungen und Entwürfe in Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung?

*Perspektiven der Moderne:* Moderne Architektur als Entwurf und Konstruktion auch geistiger Heimat muss eine geistige Stabilität aufweisen, die in der zeitgenössischen Architekturdiskussion fehlt. Kann die Architekturtheorie als geistige Statik ihres Bauens gesehen werden?

Studien zu *Architektur und Siedlungsformen in außereuropäischen Kulturen* können auch neue Lesarten und Fragen für unsere Situation aufwerfen. Das Rotterdam material project untersucht, inwieweit der Terminus "Transit" als neuer Kulturbegriff dienen kann.



Some buildings are agglomerations of light and float across the sky.  
In the end the city is in your mind and on your tongue  
branson coats architecture (GB)

- **Design Science in Architecture – Space**  
*Öffentlichkeit und öffentlicher Raum* ist eine Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen dem Strukturwandel der Öffentlichkeit und des Raumes mit einer transdisziplinären Methode.

*Kunst im öffentlichen Raum* zeigt als aktive Versuchsreihe, wie gezielte Eingriffe die Wahrnehmung von Stadtraum verändern können.

*Theory & Practice of Imagineering in Tourism* mit einer Fokussierung auf temporary occupation of territory stellt eine Untersuchung des Phänomens des touristischen Raums als Ausdruck unserer Kultur, als Medium des Wechselspiels zwischen Individuum und Gesellschaft dar.

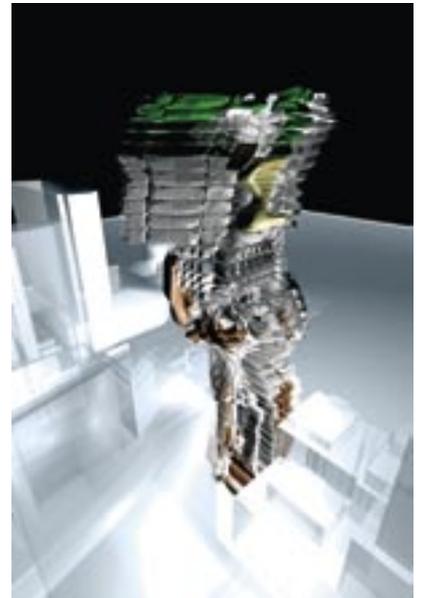
*Innovation im Wohnungsbau und die Förderung von Modellvorhaben* ist eine Evaluation von innovativem Wohnbau der letzten 25 Jahre. Gibt es wiederkehrende Themen? Und wie steht es mit dem Impetus der „Erziehung durch Wohnbau“?

*Wohnbau als Architektur des Alltags* stellt die Frage, ob die gesellschaftlichen Änderungen in Europa nach einer grundlegenden Neuformulierung wichtiger Bereiche verlangen.

*Stadt ohne Stadt? - Eine Neudefinition der europäischen Stadt* ist eine Suche nach Darstellungsmodellen für gegenwärtig sich entwickelnde neue Formen von Stadt, für welche die Begriffe und Bilder fehlen.

*Raum Licht Objekt* erforscht das inszenatorische Potential, das Atmosphärische und die Raumwirkung in ihrer Abhängigkeit von technischen und materiellen Randbedingungen. Das Gewachsene und sein kultureller Transfer zeigt Raumideen und den Transport von räumlichen Bildern auf.

- **Design Science in Architecture – Technology**  
Rechnergestützte Produktionsmethoden verlangen neue, *innovative Bau- und Entwurfsmethoden*. Konstruktionsmittel und die Prinzipien ihres Einsatzes sowie die parametrisierten Leistungskriterien und der Prozess ihrer Verknüpfung sind wesentliche Aspekte im Bereich Building Construction and Design Methods.



New York  
RESI-RESI Skyscraper  
Kolatan/MacDonald Studio (USA)

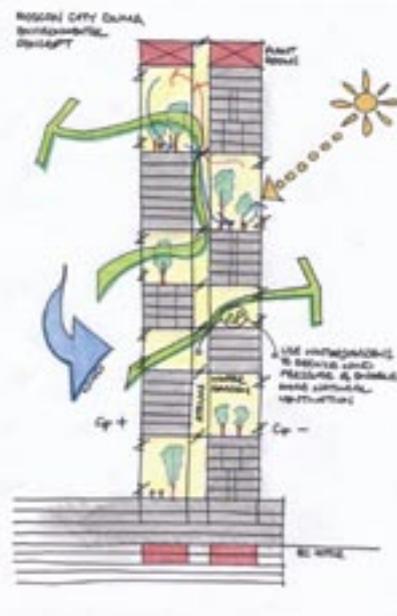
*Energy, Building Physics and Building Construction* wird sich mit neuen Entwicklungen im Bereich energetisch aktiver Bauteile

und deren architektonische Integration, laufende Weiterentwicklung konstruktiver System- und Detaillösungen auseinander setzen.

*Energy, Urban Design, Building Organisation* setzt sich zum Ziel zu belegen, dass energetisch optimiertes Bauen eine wesentliche Einflussnahme auf den gesamten Entwicklungsprozess von Gebäuden, Siedlungen und Städten bedeutet.

Es sollen neue Wege der Zusammenarbeit und Integration entwickelt werden, analoge und digitale Schnittstellen der Kommunikation sowie geeignete durchgehende Datenmodelle sollen im Schwerpunkt *Integrated Building Design and Development, Sustainability* erarbeitet werden.

Die *technische Computersimulation* soll eine ganzheitliche Planung durch Computersimulation, vom Städtebau bis hin zu „Cold Seats“ zur Temperierung von Gebäuden wesentlich beeinflussen.



Hochhaus Moskau  
Klimakonzept  
B. Cody, 2002

Der Einfluss der Energieeffizienz in der Formfindung von Gebäuden wird in dem Schwerpunkt *Form follows energy* bearbeitet und aufgezeigt.

Bei der *Modellierung von Gebäudehüllen aus Glas mit Finiten Elementen* werden spezielle Effekte untersucht, die zeigen sollen, bis zu welcher Verformung man mit einem linearen Ansatz im Modell rechnen darf.

Die Architekturtechnologie soll exemplarisch von *Holz bis hin zu tensile structures* gespannt werden.

#### ■ Design Science in Architecture – Informatics

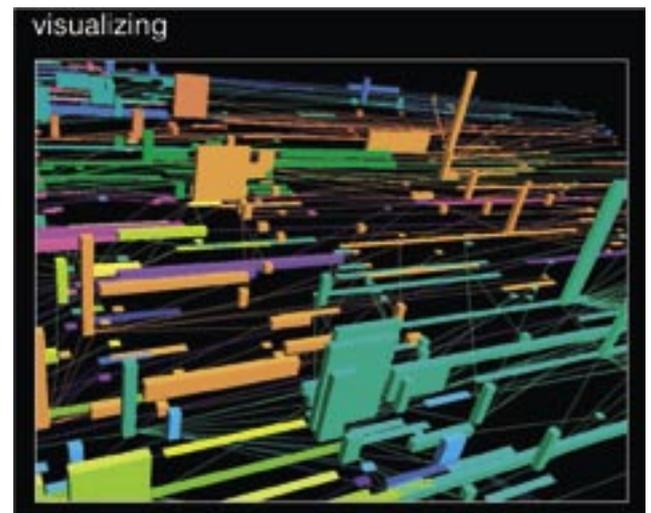
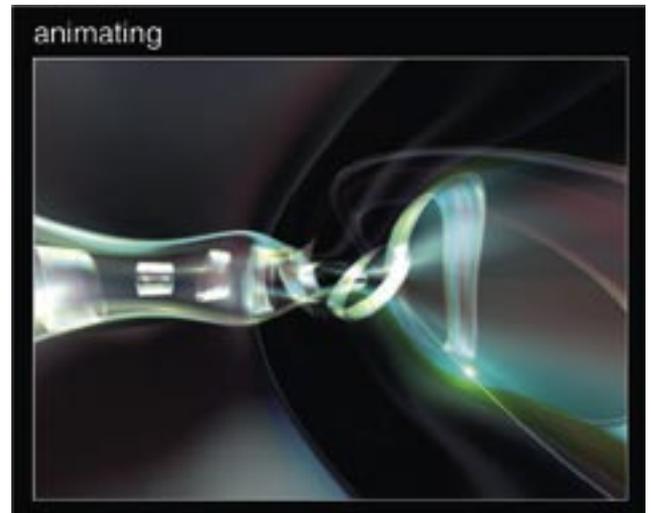
*Environments for Creative Collaboration*: Welche neuen Formen kollektiver Autorenschaft und kreativer Prozesse gibt es in vernetzten Arbeitsumgebungen? *Visualizing dynamic social networks*: Wie kann die Interaktion in solchen vernetzten Systemen transparent gemacht werden? *Eventspaces – Team Learning*: Wie können sie in der Lehre und in der Praxis eingesetzt werden?

*Databases in Design* untersucht die objektorientierten Datenmodellierung für virtuelle Gebäudemodelle parallel mit der Konzeption neuer Benutzerinterfaces als Basis neuer Entwurfsmethoden.

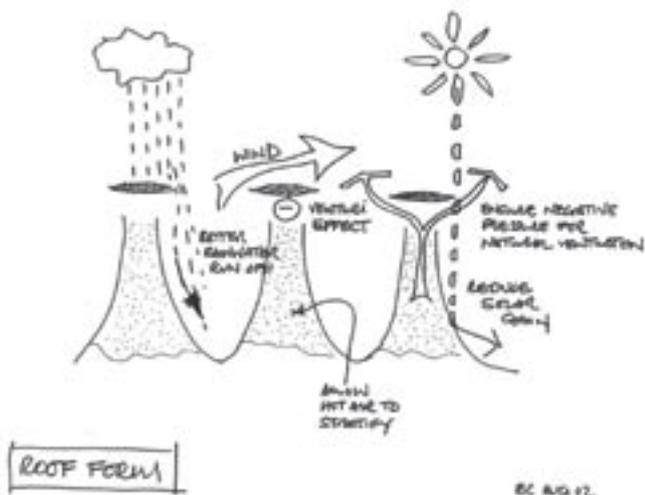
In *Sculpting Motion* wird 3D Animationssoftware zum Wahrnehmungslabor. Gibt es eine Architektur der Bewegung? Was kann Bewegung ausdrücken, wenn es keine Naturgesetze gibt?

*Bits and Spaces – Augmented Reality and Hybrid Environments*: Wie kann man der Architektur die erweiterte Realität erschliessen, die sich beim fortschreitenden Zusammengehen von physischer und digitaler Wirklichkeit aufbaut?

Das *no\_Lab In\_feld* ist ein Medienlabor konzipiert als Mehrzweckraum, aber auch als label und als community: Wie sieht der Zeichensaal des Informationszeitalters aus?



Sculpting Motion: Bewegung gestalten als räumliche Sprache



Bürogebäude Singapur, Entwicklung der Dachform  
B. Cody, 2002

#### Networking

Mit dem Forschungsschwerpunkt Design Science in Architecture an der TU Graz wird zum einen zukunftsweisendes Neuland in Europa betreten und zum anderen hat die TU Graz die Chance zu einem international beachteten research laboratory for architecture zu werden.

Das 2002 veranstaltete internationale Symposium „Space Condition“ und die 21. ECAADE Konferenz 2003 an der TU Graz haben eine wichtige Basis für ein internationales research networking geschaffen. Die Architekturfakultät ist ersucht worden, sich am Aufbau eines europäischen Forschungsnetzwerkes in Zusammenhang mit der Entwicklung und Abstimmung von Aufbaustudiengängen zu beteiligen. Verschiedene Aufbaustudiengänge (Master of Advanced Studies – MAS) werden zur Zeit erarbeitet.

Zur Etablierung einer internationalen, fachspezifischen Diskussionsplattform entsteht zur Zeit GAM (Grazer Architektur Magazin), ein buchähnliches, zweisprachiges Magazin der Architekturfakultät, das im Frühjahr 2004 erstmalig erscheinen wird.

Die „Creativ Wirtschaft Austria“ (Wirtschaftskammer Österreich) konnte für den Forschungsschwerpunkt Design Science in Architecture gewonnen werden.

### Assoziierte Fakultäten und Institute TU Graz

*Fakultät für Architektur, Fakultät für Bauingenieurwissenschaften*  
(bes. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie, Konstruktive Versuchsanstalt, Institut für Betonbau, Institut für Holzbau, Institut für Bauinformatik), *Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften* (Institut für Werkstoffkunde, Institut für Maschinenelemente und Fertigungsmethodik), *Fakultät für Informatik*

### Partner außerhalb der TU Graz

Joanneum Steiermark, Karl Franzens Universität Graz, Creativ Wirtschaft Austria, European, Ove Arup, Pro Holz Austria, Holzcluster, Berlage Institute Rotterdam, Harvard Design School, MIT, ETH Zürich, TU Berlin, TU Stuttgart, SciArch

### Fachorganisationen

ECAADE, CAAD futures, AK.AI Arbeitskreis Architekturinformatik

Weitere Informationen finden sie auf unserer Website:  
<http://designscience.tugraz.at/>



Space condition  
International Architecture Symposium am 25.10.2002 an der TU Graz

## Design Science in Architecture

*"Design science is the effective application of the principles of science to the conscious design of our total environment in order to help make the Earth's finite resources meet the needs of all humanity without disrupting the ecological processes of the planet."*  
Buckminster Fuller

*A successful and meaningful advancement of technological progress cannot be pursued independently of societal and cultural issues. This applies particularly to the design of the environment. The application of scientific principles combined with a creative design approach to shape our building environment and infrastructure as outlined above by Buckminster Fuller is higher on the agenda today than ever and succinctly describes the approach that has been made by the Faculty of Architecture at Graz University of Technology, both in teaching and research.*

*"There are many solutions, good, bad and indifferent. The art is to arrive at a good solution. This is a creative activity, involving imagination, intuition and deliberate choice"* Ove Arup

*The combination of creativity and scientific analysis to solve problems in the design of the built environment has always played a major role in the work of architects and engineers involved in building design. While in most engineering disciplines the application of numerical processes tends to dominate, in building design the less well-defined functional and artistic parameters involved have led in turn to the characteristic creative process we find in architecture. The application of numerical analysis to solve*

*problems has developed rapidly due to the advances made in information technology. Nevertheless, real technological progress cannot be achieved by ever faster and more powerful IT-systems*

*alone, but only in combination with innovative and creative thinking. The confrontation with issues which we do not yet understand completely is a normal part of any design process in architecture. This approach to solve problems is now beginning to make its way into the boardrooms of firms active in disciplines as diverse as business and information technology. Although this approach has been applied in architecture since the first buildings were set up and continues to be applied, we still know little about the scientific and theoretical backgrounds which we have not yet studied in detail.*

*The Key Research Area "Design Science" encompasses all design-related aspects of the built environment. In addition to the knowledge acquired from individual research projects, it will examine the questions raised above, as regards the understanding of the approach that we find in the creative process architecture uses to work out solutions to certain problems, which are inherently not well defined and straddle the boundaries between societal, cultural, technical and economic disciplines. This way, not only will issues related to various design-related aspects of the built environment be solved - whereby the emphasis will*

*be placed on holistic design and sustainable development - but also will the creative methods, used to achieve these solutions, be examined, so they can be understood and transferred to other disciplines.*

*Case studies, a traditional tool of architectural research, will play a major role. The research projects are grouped into 4 large thematic areas; Culture, Space, Technology and Informatics. The various institutes of the architectural faculty, which carries out this research project, collaborate with other university faculties, external partners and also internally to ensure a holistic interdisciplinary approach to the research questions.*

*With a new team of international young professors working closely together and linked to an international network of researchers and building design professionals, Graz University of Technology is well on its way to becoming an internationally recognized research laboratory for architecture. The international symposium „Space Condition“ held in Graz in 2002 and the 21st ECAADE conference in 2003, but also the individual careers of our faculty staff have provided a sound basis for international networking and knowledge transfer with partners on research projects worldwide.*

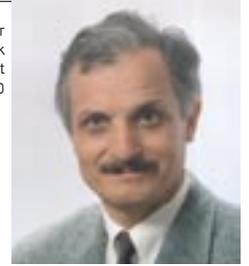
*"Fantasy is more important than knowledge, because knowledge is limited"* Albert Einstein

Please visit our website <http://designscience.tugraz.at/> for more information.

O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Wulf Schubert  
Institut für Felsmechanik und Tunnelbau  
E-Mail: schubert@tugraz.at  
Tel: 0316 873 8614



O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gernot Beer  
Institut für Baustatik  
E-Mail: beer@ifb.tu-graz.ac.at  
Tel: 0316 873 6180



## Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering

Die Bauindustrie ist mit einem Anteil von ca. 10 % des BNP und einer Beschäftigungsrate von 20% der größte industrielle Arbeitgeber in der Europäischen Union. Deshalb ist die Bauindustrie ein bedeutender Faktor für die konjunkturelle Entwicklung der EU. Infolgedessen ist der Fortschritt im Bauwesen von hoher gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Relevanz. Aktuelle Forschungsthemen betreffen wichtige Fragen der Lebensqualität, der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes, der Katastrophenvorsorge und der Wirtschaftlichkeit. Infolge der großen Breite der Forschungsbereiche im Bauingenieurwesen werden die Bereiche Advanced Construction Technology und Innovative Geotechnical Engineering getrennt behandelt.

### Advanced Construction Technology

Der Bausektor lässt sich nur schwer im industriellen Sinne systematisieren. Kaum ein Bauwerk gleicht dem anderen. Man baut in der Regel Prototypen, deren tatsächliches Tragverhalten sich nicht experimentell verifizieren lässt. Deshalb repräsentieren eine Vielzahl von Vorschriften (Bauordnung, Normen, Richtlinien, Zulassungen etc.) den „Stand der Technik“. Forschungsergebnisse aus dem geplanten Forschungsschwerpunkt sind für eine stetige Weiterentwicklung unumgänglich. Notwendige Forschungsthemen betreffen nicht nur Neu- und Umbauten, sondern auch Fragen der Bauwerkserhaltung und Sanierung. Bereits heute liegen beispielsweise die Erhaltungskosten von Brücken in ähnlicher Größenordnung wie das Budget für Neubauten. Künftig wird die Erhaltung und Revitalisierung der Bausubstanz eine Hauptaufgabe der Baubranche darstellen.



Das Bautechnikzentrum (BTZ)

Die geplanten Forschungsinhalte verfolgen folgende Ziele:

- Entwicklung verbesserter Methoden zur Projektierung, Planung, Ausführung und zum Betrieb von Bauwerken
- Verbindung von theoretischer Forschung, numerischen Simulationsmethoden und hochtechnologischer Versuchstechnik
- Integrierte Werkstoff- und Konstruktionsforschung

Bestehende Infrastruktur, Ausstattung, Kompetenzen

Das Bautechnikzentrum (BTZ) bietet die ideale Infrastruktur für experimentelle Methoden, die zur Verifizierung von numerischen Simulationsmethoden unabdingbar sind. Im BTZ sind folgende Labors vertreten:

*Konstruktive Versuchsanstalt (KVA):* Aufspannfeld mit 200 m<sup>2</sup> Grundfläche. Belastung bis zu 4 MN möglich. Digitale Messung von 48 Messwerten gleichzeitig.

*Holzbau & Holztechnologie:* 2 kraft- und weggesteuerte Zugprüfgeräte (max. 850 kN) und 1 Universalprüfgerät (Lastbereich bis 300 kN), Holztechnologielabor.

*Bauphysik:* Fenster- und Fassadenprüfstand, Schallprüfstand für Fenster, Türen, Fassaden, Deckenkonstruktionen und Fußbodenaufbauten, Schalllängsleitungsprüfstand.

Die Erweiterung mit der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt (TVFA) für Festigkeits- und Materialprüfung ist in Planung. Damit verfügt die TU Graz über ein kompaktes Kompetenzfeld für Material und Konstruktion. Für numerische Simulationen und Untersuchungen steht neben der EDV Ausstattung der Institute der Supercomputer des Zentralen Informatikdienstes zur Verfügung.

Kompetenzen bestehen auf dem Gebiet der experimentellen Versuchstechnik, numerischen Simulationsmethoden, design codes, virtuellen Realität, Bauinformatik etc. Die einzelnen Institute kooperieren in der Lehre und Forschung mit vielen nationalen und internationalen Universitäten und Forschungseinrichtungen (MIT, Univ. of Sydney, ETH etc.) und sind in zahlreichen europäischen und internationalen Gremien (EUROCODE Ausschüsse, ENCORD, IABSE etc.) vertreten. Seit 1.1.2003 arbeitet das holz.bau forschungsgmbh Kompetenzzentrum mit einem Budget von € 2,8 M und einer Laufzeit von 4 Jahren.

### Forschungsbereiche

#### Das virtuelle Bauwerk

Der heutige Einsatz computerorientierter Methoden ist für einzelne Bereiche des Planungs- und Bemessungsprozesses teilweise weit entwickelt. Derzeit ist jedoch die Kommunikation aller an der Planung und der Bauausführung Beteiligten (Architekt, Bauingenieur, Statiker, Bauphysiker, Gebäudetechniker, Elektrotechniker, Facility Manager etc.) sowie eine nahtlose Schnittstelle mit numerischen Simulationsmodellen noch nicht implementiert.

#### a) Abgeschlossene Projekte

EUREKA Projekt CIMSTEEL, FFF-Projekt „Computer Integrated Informationssystem“, PROSECCO (Product and Service Concept for Business Line Construction), OSB8000-Forschungshaus.

#### b) Laufende Projekte

FFF-Projekt: „FEM Modellierung im Stahlbrückenbau“, FFF-Projekt Virtuelles Prototyping von zylindrischen Silostrukturen. Plusenergie-wohnbau



Versuch eines Glas-Beton Verbundträgers

## c) Geplante Projekte

*Virtuelles Bauwerk* (Koordinator: Bauinformatik): Ein Datenaustausch mit der übergeordneten Datenbank für Projektentwicklung, Projektplanung und Facility Management soll realisiert werden. Es ermöglicht die Kommunikation aller an der Planung und Bauausführung Beteiligten während der Planungs-, Herstellungs- und Betriebsphase bis zum Abbruch und Entsorgung.

## Simulationsmethoden im Bauwesen

Zielsetzung ist die statische sowie dynamische Berechnung von Bauwerken aus Verkehrslasten sowie aus außergewöhnlichen Einwirkungen wie z.B. Brand, Explosion oder Erdbeben. Dabei spielt das Zusammenwirken von Bauwerk und Untergrund eine nicht unerhebliche Rolle.

## a) Abgeschlossene Projekte

Brite/Euram Projekt SIMCES (System Identification to Monitor Civil Engineering Structures), BEFE Concrete.

## b) Laufende Projekte

Erdbebenanalyse von Lagertanks, Rolling Stock analysis of bridges, Tragverhalten von Stahlbetonkonstruktionen unter Hochtemperatureinfluss (Brand), Rückhaltesysteme auf Straßenbrücken, Simulation der Boden-Bauwerkinteraktion. „holz.bau“ Projekt: P01\_shell structures (flächige Holzprodukte).

## c) Geplante Projekte

*Dynamik und Bauwerk* (Koordinator: Baustatik): Simulationsmethoden für die Bemessung von Bauwerken unter dynamischen Einwirkungen sollen verbessert und weiterentwickelt werden. Untersucht werden z.B. das Tragverhalten von Betonbauten, die Boden-Bauwerkinteraktion, das elasto-plastische Tragverhalten von Stabwerken, Platten und Schalentragwerken.

*Die Fläche im Holzbau* (Koordinator: Holzbau & Holztechnologie): Entwicklung einer mechanisch-konsistenten Berechnungstheorie für Flächenprodukte wie Brettsperrholz und Spanprodukte unter Berücksichtigung der wesentlichen mechanischen Eigenschaften. Die Erweiterung soll auf das dynamische Verhalten wie z. B. Schwingungsanregungen oder Erdbeben erfolgen.

## Grundlagen der europäischen „design codes“

Die Europäischen Design Codes (EUROCODES) stellen die kom-

primierte Zusammenfassung des State-of-the-art im konstruktiven Ingenieurbau dar. Ziel ist es zum Fortschritt dieses Wissens durch theoretische Forschung, durch moderne numerische Simulationsverfahren und durch experimentelle Forschung beizutragen.

## a) Abgeschlossene Projekte

Traglasten von Stäben aus Stahl bei Druck und Biegung, Nicht-lineare Berechnung von räumlichen Stabtragwerken aus Stahl, Entwurf der Önorm B 4750 (EC-nahe Spannbeton-Norm).

## b) Laufende Projekte

Influence of cross-section shape on lateral restraints on the spatial buckling behaviour of steel members, Plastische Tragfähigkeit von semi-kompakten Stahlquerschnitten, Projekt Strassenbrücken, Innovative Ansätze zum Durchstanzproblem, Schubtragvermögen in kreisförmigen Stahlbetonstäben, „holz.bau“ Projekt: P07\_Standardisation (Umsetzung europäischer Normenwerke).

## c) Geplante Projekte

*SEMI-COMP* (EU Antrag, Stahlbau): Plastic member capacity of semi-compact steel sections - a more economic design

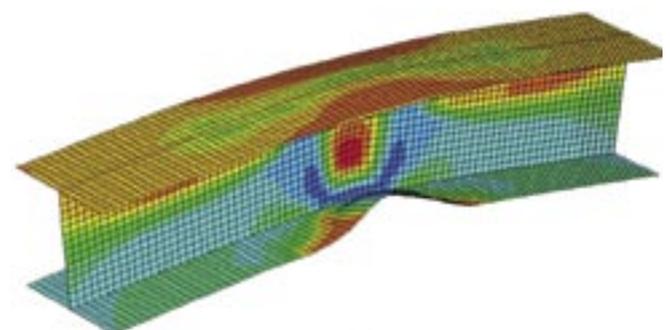
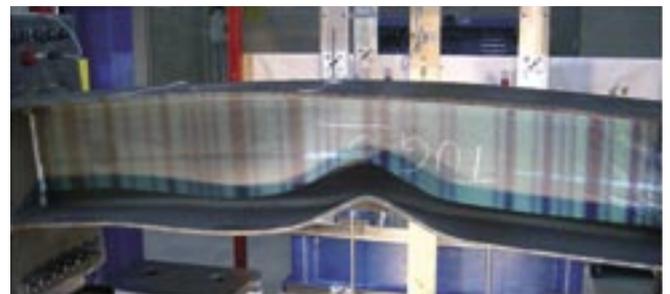
*ECOSTAB* (EU Antrag, Stahlbau): Economic treatment of combined actions in stability assessments for steel structures

## Innovationen in Material und Konstruktion

Vor allem bei den Baustoffen Beton und Holz konnten im letzten Jahrzehnt bemerkenswerte technologische Fortschritte erzielt werden. Die neuen Materialien zeichnen sich nicht nur durch eine verbesserte Dauerhaftigkeit aus, sondern sie eröffnen auch neue Wege und Möglichkeiten für innovative Bauweisen.

## a) Abgeschlossene Projekte

Entwicklung leistungsfähiger Holzleimbauteile durch den Einsatz



Tragfähigkeit von Stahlprofilen: Versuch und Simulation

von maschinell festigkeitssortiertem Holz, Intelligent Manufacturing of Wood Products using Color, x-ray and Computer Tomography-based Quality Control, Entwicklung innovativer Hartholzprodukte für den Einsatz im Baubereich, Die Glas-Beton-Verbundbauweise, Verstärkung von Brettschichtholz durch schräg zur Faserrichtung aufgeklebte Glasfasergewebe.

#### b) Laufende Projekte

Thermisch verfestigtes Glas in der Glas-Beton-Verbundbauweise, Brückenbaumethoden mit dünnwandigen Querschnitten aus UHPC, Entwicklung von Stabtragwerken aus Hochleistungsbeton mit innovativen Bewehrungen, XXL-Starkholz, Maschinelle Sortierung von Brettschichtholzlamellen, „holz.bau“ Projekt: P03\_qm-online (Qualitätsüberwachung der Produktion), „holz.bau“ Projekt: P05\_grading (Sortierung).

#### c) Geplante Projekte

*Der virtuelle Baum* (Koordinator: Holzbau & Holzbautechnologie): Das Arbeitsgebiet umfasst die geometrische Beschreibung des Baumstammes in den globalen und lokalen Unregelmäßigkeiten und aufbauend auf diese Geometrie mechanische Berechnungen des Versagens unter Verwendung räumlicher Bruchkriterien und neuer Erkennungsverfahren wie z. B. die Mikrowelle.

#### Bauwerkserhaltung

Mit dem Ziel des nachhaltigen Bauens hat die ökologische Bewertung von Baustoffen und Bauteilen und die vergleichende Lebenszyklusanalyse von unterschiedlichen Bauweisen (Massivbau, Stahlbau) große Bedeutung.

#### a) Abgeschlossene Projekte

Autobahnbrücke Urstein: Entwicklung eines neuen Brückendecks in Verbundbauweise.

#### b) Laufende Projekte

Erhaltung und Instandsetzung von Brückenbauwerken, Entwicklung von Methoden zur Diagnostik des Brückenzustandes, Eisenbahnübergang Jauntal für die Koralm-Strecke der HL AG: (Umbau zu Verbundsystem für die Hochleistungsstrecke)

#### c) Geplante Projekte

*Bauwerksinstandsetzung* (Koordinator: Baustofflehre): Zu Fragen der Bauwerkssanierung sollen Methoden zur Beurteilung der Sanierungswürdigkeit von Hochbauten (ökologisch, ökonomisch, energetisch, statisch-konstruktiv) entwickelt werden, wozu eine lebenszyklusweite Gebäudedokumentation beiträgt. Es soll die Resttragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit verwendeter Produkte bestimmt werden.

#### Beteiligte Organisationseinheiten

Bauinformatik, Baustatik, Baustofftechnologie, Betonbau, Stahlbau und Flächentragwerke, Holzbau & Holztechnologie, Konstruktive Versuchsanstalt (KVA), Technische Versuchs- und Forschungsanstalt für Festigkeits- und Materialprüfung (TVFA), Tragwerkslehre, Hoch- und Industriebau, Projektentwicklung und Management und andere.

Nähere Information unter:

<http://www.cis.tu-graz.ac.at/ibb>

<http://www.cis.tu-graz.ac.at/shf>

<http://www.ifb.tugraz.at>

## Innovative Geotechnical Engineering

Ein Ziel dieses Forschungsbereiches ist, durch die enge Vernetzung verschiedener Wissenschaftsdisziplinen den bereits bestehenden Schwerpunkt Geotechnik an der TU Graz weiter zu stärken und die führende Rolle der Gruppe Geotechnik Graz in Österreich und auch international weiter auszubauen.

Durch neue Zugänge in der Labortechnik einerseits, sowie durch Weiterentwicklung der Analyse-, Beobachtungs- und Modellierungsmethoden andererseits soll der komplexe Baustoff Gebirge und die Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Baugrund zutreffender beschrieben werden, wodurch die Unsicherheiten beim Bauwerksentwurf reduziert werden können.

Folgende Schwerpunkte bilden den Kern des Forschungsbereiches:

### Gebirgscharakterisierung

Die Gebirgscharakterisierung ist die Grundlage für jede ingenieurmäßige Auseinandersetzung mit dem Gebirge im weiteren Sinne. Sie umfasst die Beobachtung in der Natur, das Ermitteln von physikalischen Größen inklusive der hydraulischen Eigenschaften, die statistische Bearbeitung der Daten und das Modellieren.

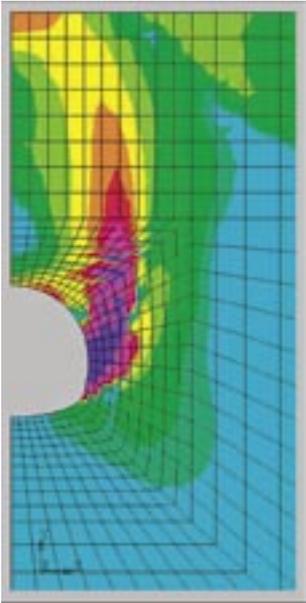


Entwicklung eines Scherbandes in geschiefertem Gebirge

Ziel der Gebirgscharakterisierung ist die Kontrolle des Unsicherheitsfaktors „Baugrund“ bei der Errichtung von Ingenieurbauwerken und bei der Beurteilung von Naturgefahren. Die zuverlässige Ermittlung von Gesteins- und Gebirgskennwerten erfordert auf Grund ihrer natürlichen großen Bandbreite interdisziplinäre Zusammenarbeit. Ein breites Spektrum natur- und ingenieurwissenschaftlicher Methoden kommt zur Anwendung. Die komplexen Eigenschaften des Gebirges, im Besonderen von Störungsgesteinen stellen eine besondere Herausforderung dar, wobei der Betrachtungsbereich bis in größere Tiefen der oberen Erdkruste ausgedehnt werden muss. Diese Eigenschaften können derzeit zum Teil nur empirisch erfasst werden. Intensive Beschäftigung mit dem Baugrund vom Mikro- bis in den Makrobereich soll dazu beitragen, die Empirie durch wissenschaftlich fundierte Methoden zu ergänzen, bzw. zu ersetzen.

Zur zutreffenden Berechnung sind die Entwicklung von gebirgsartspezifischen Materialmodellen, sowie die Verbesserung von Berechnungsmethoden erforderlich.

So sind z.B. für normal konsolidierte Tonböden und locker bis mitteldicht gelagerte Sande Stoffgesetze, die unterschiedliches Steifigkeitsverhalten bei Be- und Entlastung berücksichtigen, im Rahmen von numerischen Berechnungen von Bedeutung. Bei überkonsolidierten Tonböden und dicht gelagerten Sanden ist vor allem die



Numerische Simulation der Entwicklung von Scherbändern bei einem oberflächennahen Tunnel

Simulation von so genannten Scherbändern zur Nachbildung der natürlichen Mechanismen erforderlich.

Die Verbesserung in der Kenntnis der Gebirgseigenschaften dient unter anderem zur Erhöhung der Prognosesicherheit, der Auswahl der geeigneten Lösemethoden, der Auswahl effizienter Baumethoden und der Erhöhung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der zu errichtenden Bauwerke.

#### Interaktion Bauwerk-Gebirge

Bei der Realisierung von Bauwerken wie z. B. Gebäuden, Brücken, Kraftwerken, Tunnels, Straßen- und Eisenbahnanlagen sowie Wasserver- und Abwasserentsorgungseinrichtungen kommt der Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Untergrund eine wesentliche Bedeutung zu. Dies gilt auch für die Auswirkung neuer Bauwerke auf bestehende Nachbarbauwerke. Die Entwicklung komplexer Systeme unter Einbeziehung der das Gebirge und das Bauwerk charakterisierenden Unsicherheiten ist eine Notwendigkeit. Im Zuge des

Schwerpunktes wird insbesondere der Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Gebirge beim innerstädtischen, oberflächennahen und dem tief liegenden Tunnelbau, wie es für die Alpentransversalen zur Anwendung kommt, sowie bei Gründungen von Sperrbauwerken nachgegangen. Für beide Aufgabenbereiche weisen Österreich und die an der TU Graz vorhandenen Forschungsinstitutionen eine herausragende Kompetenz auf.

#### Natural Hazards

Ziel dieses Forschungsbereiches ist es, in enger Zusammenarbeit mit den anderen Teilbereichen die Ursachen und das Entstehen von Naturgefahren, den Ablauf extremer Ereignisse und deren Auswirkung auf die Kulturlandschaft und den Menschen zu untersuchen sowie zuverlässige Prognosen zu ermöglichen.

Die Phänomene umfassen Langzeitvorgänge, sowie oft katastrophale Kurzzeitereignisse. Die Untersuchungsmethoden schließen die Auswertung von Ereignissen, Messung, Monitoring, Modellbildung, Berechnungen und Modellversuche ein.

#### Monitoring

Die Beobachtung hat in der Geotechnik wegen der praktischen Unmöglichkeit der genauen Erfassung und Quantifizierung aller Parameter und Einflussfaktoren eine herausragende Stellung und ist integrierter Bestandteil des Geotechnical Engineering.

Auf dem Gebiet der Messdatenanalyse im Tunnelbau ist die Gruppe Geotechnik Graz weltweit führend. Verbesserungen in der Messtechnik und den Analyseverfahren sollen diese Position verstärken. Das langfristige Ziel ist ein Werkzeug zu entwickeln, welches über eine teilautomatisierte Messdatenanalyse auf Basis von Expertenwissen verfügt.

Ein Monitoringsystem für Massenbewegungen basierend auf GPS kann autonom und kontinuierlich eingesetzt werden. Eine Auswertesoftware mit speziellen Algorithmen zur Steigerung der erreichbaren Genauigkeit wurde entwickelt. Das System ist seit drei Jahren bei einer tiefen Massenbewegung erfolgreich im Einsatz und



Massenbewegung als Bedrohung für eine Besiedlung  
Foto: R.L.Schuster, USGS

ist eine wichtige Grundlage für die geotechnische Modellierung. Die Gründe für den zeitlichen Verlauf der Kinematik von Massenbewegungen sollen erforscht werden, um das Risiko einer Rutschung abschätzen zu können.

Die Untersuchung der Korrelation von mikroseismischen Daten mit GPS bestimmten Bewegungen wird dafür ein neues Forschungsthema sein.

#### Beteiligte Organisationseinheiten

Technische Geologie und Angewandte Mineralogie, Bodenmechanik und Grundbau, Felsmechanik und Tunnelbau, Wasserbau und Wasser-

wirtschaft, Navigation und Satellitengeodäsie, Fernerkundung und Photogrammetrie, Geoinformatik, Baubetrieb und Bauwirtschaft, Bergbaukunde (MUL), Institut für Weltraumforschung (ÖAW), Institut für Geothermie und Hydrogeologie (JR)

[www.geotechnical-group.TUGraz.at/](http://www.geotechnical-group.TUGraz.at/)  
[www.cis.tugraz.at/wb/](http://www.cis.tugraz.at/wb/)  
[www.cis.tugraz.at/ivm/](http://www.cis.tugraz.at/ivm/)  
[www.bau.tugraz.at/bbw/](http://www.bau.tugraz.at/bbw/)  
[bbksrv.unileoben.ac.at](http://bbksrv.unileoben.ac.at)  
[ihg.joanneum.at/](http://ihg.joanneum.at/)

*With a GDP contribution of 10% and a global employment rate of 20% the building industry is the biggest employer in the European Community. The Industry is an important factor for economic growth in the EU. Therefore advances in construction have a high impact on both the economy and society. Research topics are concerned with quality of life, sustainability, ecology, prevention of catastrophes and economy. Due to the breadth of research areas it is not possible to describe all aspects in a homogeneous way. Therefore the article was split up into two main parts: Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering.*

#### Advanced Construction Technology

*It is difficult to conceptualize the construction industry in the industrial sense. Usually prototypes are built, whose load carrying capacity can not be verified experimentally. The current state of the art is represented by a multitude of codes of practice. Results from the planned research areas are necessary for further development. Research topics are not only concerned with new constructions, but also with questions of conservation and reconstruction. Today the costs of the conservation of bridges are in the same order of magnitude as the cost of constructing new ones. In future the maintenance and revitalization of the infrastructure will be one of the main tasks of the construction industry.*

*The aims of the planned research areas are:*

- *Development of improved methods for the planning, design, execution and operation of buildings and bridges.*

- *Combination of theoretical research, numerical simulation methods and high tech experimental methods.*
- *Integrated material and construction research*

*At Graz University of Technology we have a rich mixture of competences and excellent facilities for the planned integrated research activity. These include:*

- *Experimental facilities at the newly completed 12 M€ building that houses the Construction Research Center.*
- *A competence center on timber research (budget 2,8 M€ over 4 years is operating since the beginning of 2003)*
- *Expertise in theoretical and experimental construction technology including software development, numerical simulation, virtual reality and building physics, informatics.*

*The planned research projects can be grouped as follows:*

- *The virtual building*
- *Simulation methods in construction*
- *Basis for design codes*
- *Innovations in material and construction*
- *Building maintenance*

### ***Innovative Geotechnical Engineering***

*Close interdisciplinary co-operation between different institutes of Graz University of Technology has led to the formation of the Geotechnical Group Graz. This group over the last decade has concentrated on practice oriented research and development, and has reached a high international reputation.*

*Within this research program, special emphasis will be put on the following topics:*

#### **Rock Mass Characterization**

*Appropriate rock mass characterization besides high quality geological modeling is one of the key elements of a successful realization of projects. In-depth research will contribute to a more realistic description of ground properties.*

#### **Rock Mass Structure Interaction**

*The interaction between ground and structures like buildings, bridges, tunnels, roads, railways, dams, etc. dominantly influences the structures' layout, construction methods and sequences. Improvements in the rock mass characterization, as well as simulation and construction methods will lead to more economical and sustainable structures.*

#### **Natural Hazards**

*Interdisciplinary research shall contribute to quickly and reliably identify natural hazards and assess mechanisms and risks.*

#### **Monitoring**

*Due to the limited information on the ground structure and quality, observational approaches will also be extensively used in the future. The group in Graz has a high reputation in the fields of monitoring of surface and underground structures, the data evaluation and interpretation. One of the goals is to develop expert systems, which shall support an efficient data analysis and interpretation.*



## Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFT)-Projekte: Neue Untersuchungsmethoden für Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie

### *Austrian Council for Research and Technology Development (RFT)-Projects: New Research Methods for Microsystems Technology and Nanotechnology*

Abbildende mikroskopische Untersuchungsverfahren, die in den letzten Jahren eine stürmische Weiterentwicklung erfahren haben, sind für die Entwicklung moderner Materialien inzwischen unverzichtbar geworden. Hierbei spielt die Elektronenmikroskopie – 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 – eine zentrale Rolle.

Um diesem internationalen Wissenschaftstrend Rechnung zu tragen, wurden an der TU Graz neue Hochleistungs-Elektronenmikroskope aufgebaut, die in dieser Kombination und Leistungsfähigkeit in Mitteleuropa einzigartig sind (z.B. das analytische Hochauflösungs-elektronenmikroskop mit Monochromator, siehe TUG Print 6). Der Ausbau des Institutes zur führenden österreichischen Einrichtung auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie ist ein wesentliches Leitprojekt für Wissenschaft und Forschung in der Steiermark. Diese Aktivitäten sind auch perfekt in den TU-Forschungsschwerpunkt „Advanced Materials Science“ und in das NANONET Styria eingebettet.

Aufgrund des RFT-Projektes konnten in den letzten beiden Jahren neue Hochleistungsmikroskope aufgebaut bzw. bestehende Mikroskope in der Leistungsfähigkeit wesentlich erweitert werden. Diese Geräte werden im folgenden kurz präsentiert:

#### Ein Mikroskop als Mikrolabor

Das Rasterelektronenmikroskop (REM) ermöglicht die Charakterisierung vieler Festkörper in bezug auf Topographie, chemischer Zusammensetzung und Kristallographie mit einer Auflösung von etwa 100 nm: Konventionelle Rasterelektronenmikroskope arbeiten jedoch im Hochvakuumbereich, so dass feuchte Proben nicht direkt untersucht werden können, da sie im Vakuum wegen des völligen Feuchtigkeitsentzuges ihre Struktur ändern.

Im Sommer 2002 installierte das ZFE Graz ein neues „Environmental“-Rasterelektronenmikroskop (ESEM), in dem der Druck in der Probenkammer bis maximal 40 Torr erhöht werden kann, wodurch der Einsatzbereich in mehrfacher Hinsicht erweitert wird: Durch die Druckveränderung können Untersuchungen jetzt auch an feuchten bzw. feuchtigkeitsenthaltenden Proben ohne Strukturänderungen

durchgeführt werden. Das Erhitzen der Proben bis zum Schmelzpunkt ist gefahrlos möglich, da ein Zusammenbruch des Vakuums durch das abgedampfte Material verhindert wird. Zusätzlich zum Druck können sowohl das Kammergas als auch die Temperatur (von  $-170^{\circ}$  bis  $1500^{\circ}\text{C}$ ) variiert werden, wodurch es möglich wird chemische Reaktionen wie etwa Korrosion von Metallen, Elektrolyt-Festkörper Wechselwirkungen oder auch die Legierungsbildung von Metallen gezielt zu untersuchen.

Das ESEM Grundgerät wurde vom ZFE Graz mit Unterstützung der Steirischen Wirtschaftsförderung (SFG) aufgebaut. Im Rahmen des RFT-Projektes erfolgte der Vollausbau mit allen wichtigen Zusatzkomponenten wie einer Feldemissionskathode, einer Zug- und Druckbühne, einem energiedispersiven Röntgendetektor und einer Heizbühne.

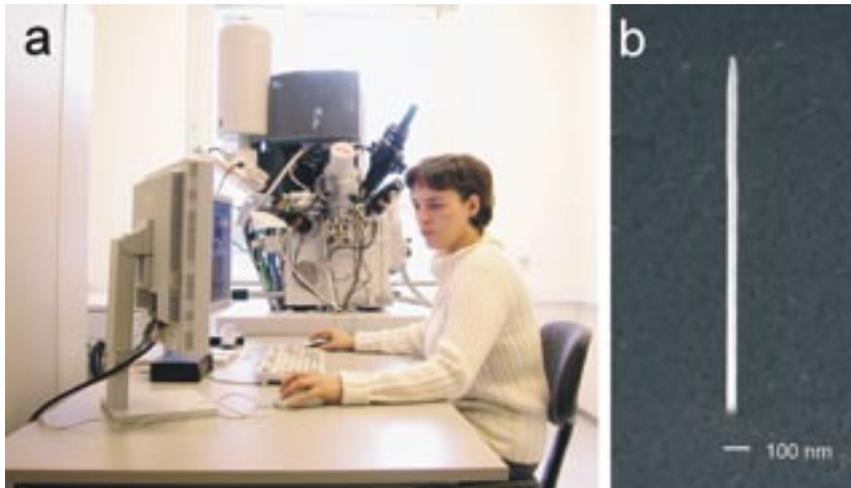


Abb.1a NANOLAB-Anlage (von FEI, Portland, USA) ausgerüstet mit einem Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop, fokussiertem Ionenstrahl, Mikromanipulator, Röntgendetektor und Gaseinlasssystem;  
1b Aufbau einer Platin-Nanospitze abgeschieden im Elektronenstrahl der NANOLAB-Anlage.

#### NANOLAB-Anlage

Im September 2003 wurde am FELMI ein „Nanolaboratorium“ in Vollaussstattung installiert, das von FEI Portland (USA) gebaut und zur Gänze über das RFT-Projekt finanziert wurde (Abb.1a). Im Prinzip besteht diese Anlage aus einem Hochauflösungs-Rasterelektronenmikroskop, das mit einer fokussierten Ionenquelle (flüssiges Gallium) und einem integrierten Mikromanipulator ausgerüstet ist. Außer der hochauflösenden

Abbildung von Probenoberflächen ermöglicht dieses neuartige Mikroskop auch einen Blick in das Innere der Probe. Mithilfe des fokussierten Ionenstrahls (5-10 nm Durchmesser) kann die Probe aufgeschnitten und so der innere Aufbau untersucht werden. Da diese Analysen mit sehr hoher Zielgenauigkeit durchgeführt werden können, ergeben sich völlig neue Möglichkeiten für die ortsaufgelöste Analytik von Defekten in Werkstoffen (z.B. bei Beschichtungen von Werkstoffen, Halbleiterbauelementen). Mit diesem Mikroskop können aber auch 50 nm dünne Lamellen für TEM-Untersuchungen zielgenau geschnitten und mit Hilfe des Mikromanipulators für die Untersuchung im TEM positioniert werden. Eine wichtige Erweiterung stellt die Möglichkeit dar, sowohl mit dem Ionen- als auch dem Elektronenstrahl Nanometer dünne Schichten oder Nanostrukturen mittels „Chemical Vapor Deposition“ abzuscheiden (Abb.1b). Dazu ist das Mikroskop mit einem Gaseinlasssystem ausgerüstet, das die präzise Abscheidung von Metallen (Platin), Oxiden (Siliziumoxid) und das rasche Ätzen von Silizium mittels Xenonfluorid ermöglicht.

**Bildgebendes Infrarot Mikroskop**

Die Charakterisierung von Polymer- und Biomaterialien spielt eine große Rolle für die Optimierung der Werkstoffeigenschaften und das Design neuer funktioneller Kunststoffe. Gerade dem Chemiker ist seit vielen Jahren geläufig, dass Infrarot- und Raman-Spektroskopie Informationen zum chemischen Verbindungstyp und zur räumlichen Anordnung der Atome im Molekül und seiner Umgebung liefern. Kombiniert man diese spektroskopischen Techniken mit einem Lichtmikroskop, können auch Spektren von  $\mu\text{m}$  kleinen Probenbereichen aufgenommen werden. Im Rahmen des RFT-Projektes wurde ein FTIR-Mikroskop finanziert, das vom ZFE Graz mit einem bildgebenden System (Focal Plane Array Detektor) erweitert wurde. Damit gelingt jetzt auch die zwei- oder dreidimensionale Darstellung von Substanzverteilungen, Dichte- und Stresseffekten mit rastertechnischen Verfahren. Zusammen mit dem dispersiven Raman-Mikroskop besitzt das Institut auf dem Gebiet der schwingungsspektroskopischen Mikroanalytik eine leistungsstarke Gerätekombination, die bereits in Zusammenarbeit mit anderen Instituten der TU Graz und der österreichischen Industrie für Problemlösungen eingesetzt wird.

Weitere Informationen: [www.felmi-zfe.tugraz.at](http://www.felmi-zfe.tugraz.at)

### ***New Research Methods for Microsystems Technology and Nanotechnology***

*As scientists have learned to control the microstructure of modern materials on an ever finer scale, microscopy has become increasingly important. Particularly electron microscopy plays a key role, because the information in the electron microscopical image can be combined with detailed information on crystallography, physical properties and chemical composition at a nanometer scale and in some cases even at atomic resolution.*

*Graz University of Technology has followed this trend in international research, with a project on new leading edge instruments in the field of microscopy, supported by the Austrian Council for Research and Technology Development (RFT). The project fits perfectly into several main research areas of Graz University of Technology, such as materials science and technical life sciences.*

*The environmental scanning electron microscope allows to study soft matter and even wet materials at sub-micrometer resolution. With this micro-laboratory we can perform dynamical experiments such as cooling, heating, mechanical property experiments and chemical reactions. The NANOLAB instrument combines scanning electron microscopy and precisely focused ion beam etch and deposition. It is a complete nanotechnology laboratory in one tool and can be used for nanoscale prototyping, nano-machining, characterization and nano-analysis. In addition, a new FT-infrared microscope with advanced imaging capabilities was installed which is mainly used for studying polymers and biomaterials.*



## RFT-Projekt: Angewandte Biokatalyse und enzymatische Nanoanalytik

### *Applied Biocatalysis and Enzymatic Nanoanalytics*

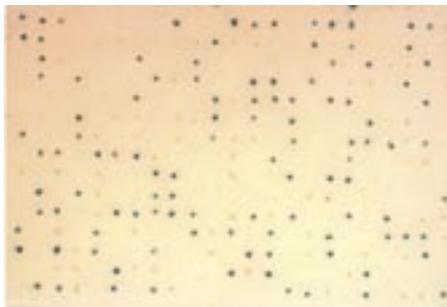
Biokatalysatoren, die Enzyme, steuern Reaktionen innerhalb und außerhalb der Zellen eines lebenden Organismus. Die Umsetzungen verlaufen mit hoher Selektivität und naturgemäß unter physiologischen Bedingungen. Es ist möglich, diese Katalysatoren auch zur Steuerung von Vorgängen einzusetzen, die nicht in der Natur sondern im Laboratorium, der Klinik oder in der industriellen Technik ablaufen. Obwohl diese Anwendung der Enzyme seit längerer Zeit bekannt ist, hat erst in den letzten Jahren eine intensive Beschäftigung mit dieser Thematik eingesetzt, die zu zahlreichen industriellen und auch klinischen Anwendungen geführt hat. Für Österreich werden Forschungsarbeiten auf diesem sich sehr rasch entwickelnden Gebiet vorzugsweise vom Kompetenzzentrum Angewandte Biokatalyse durchgeführt.

In Anbetracht der großen Bedeutung der Biokatalyse ist es notwendig, hier die Entwicklungen rasch voranzutreiben. Es gilt, eine Vielzahl von Daten zu gewinnen und diese entsprechend auszuwerten. Um dies zu ermöglichen, ist die Beherrschung von drei Arbeitstechniken notwendig, die im Rahmen des vorliegenden Projektes angewendet werden:

#### Arbeitstechniken

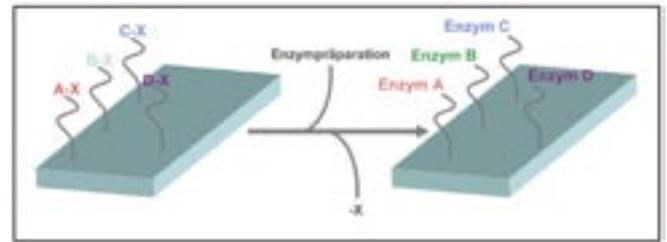
1.) Eine Miniaturisierung der Methodik führt zur Entwicklung von Mikro- und Nanotechnologien. Diese ermöglichen es, bei einem Minimalaufwand von Probenmaterial in kurzer Zeit eine Vielzahl von Proben zu bearbeiten und zu untersuchen. Dies betrifft

- ein Screening von Enzymen, die mit den Methoden der molekularen Biotechnologie erhalten werden, um den bestgeeigneten Biokatalysator zu finden. Dies erfolgt über eine geeignete Anordnung der zu untersuchenden Proben (Array-Techniken), wobei in der Regel 96 Proben gleichzeitig untersucht werden. Es sind jedoch auch Anordnungen mit über 1000 und mehr Probefeldern möglich;
- die Entwicklung von Chiptechnologien für die Analytik und medizinische Diagnostik. Hier sind auf einem Träger („Chip“) eine Vielzahl von verschiedenen Reagenzienpunkten angeordnet, sodass eine gleichzeitige Gewinnung von Analysendaten möglich ist.



Microarray zur Bestimmung von Enzymenaktivitäten

- 2.) Den Einsatz von Robotern. Diese werden einerseits verwendet
- um die Vielzahl der Analysenpunkte und Träger anzubringen.
  - Andererseits ist ein weiterer wichtiger Bereich die Anwendung in der die biokatalytischen Untersuchungen begleitenden organischen Synthese. Auf diese Weise ist es möglich, eine zeitökonomische Optimierung der Versuchsparameter zu erzielen.



Mikroarray spezifischer Molekülsonden für die simultane Bestimmung verschiedenartiger Enzyme in einer Probe.

3.) Das Vorhandensein eines entsprechenden Auswertesystems, um mit der Array- bzw. Chiptechnologie erhaltene Daten auswerten zu können.

#### Die Chiptechnologie in der Enzymanalytik

In einem definiertem Array sind Enzyme oder ihre spezifischen Reaktions- oder Bindungspartner („Biospezifische Sonden“) auf einer geeigneten Unterlage angeordnet

Wird ein derartiger Chip mit einer Probe in Kontakt gebracht, binden nur die Moleküle, die mit den vorhandenen Spots in einem Array spezifisch wechselwirken. Werden die Sonden auf dem Chip oder die Moleküle einer Analysenprobe mit einem Fluorophor geeignet vormarkiert, kann aus dem Fluoreszenzmuster des Biochips auf Art, Menge und Bindung der gebundenen Probenmoleküle geschlossen werden.

#### Weitere Projektbereiche

##### *Biologisch adressierbare optische Nano- und Mikrosensoren*

Im Gegensatz zur Chiptechnologie sind hier die Sensoren Nano- bzw. Mikropartikel (winzige Kügelchen). Die Oberfläche ist modifiziert, sodass diese als Sonden an der Oberfläche von Zellen andocken können und es damit beispielsweise gestatten, hier die Sauerstoffkonzentration zu messen, ein für biologische Vorgänge äußerst wichtiger Parameter

##### *Biokatalytische Synthese*

Mit Hilfe von Enzymen ist es möglich, Synthesen von Wirkstoffen für Arzneimitteln oder Agrochemikalien höchst selektiv und ohne Belastung der Umwelt durchzuführen.

##### *Modifikation der Oberfläche von Kunststoffen und Fasern*

Eine Veränderung der Oberfläche von Kunststoffen und Fasern ist für die anwendungstechnischen Eigenschaften von größter Bedeutung. Es gelingt, diese Veränderung mit biokatalytischen Methoden durchzuführen, dadurch eine besonders schonende und umweltfreundliche Prozessführung möglich ist.

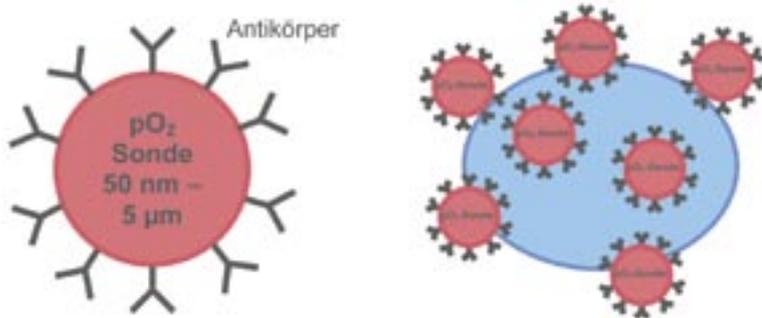
##### *Entwicklung von Enzymen mit Methoden der molekularen Biotechnologie*

Die Auffindung neuer Enzyme und die anwendungstechnische Optimierung ihrer Eigenschaften ist eine Voraussetzung für die Schaffung von biokatalytischen Verfahren von potenzieller industrieller Bedeutung.

### *Analytische Charakterisierung von Biokatalysatoren und biokatalytischen Reaktionen*

Um Aussagen über die Strukturen der Biokatalysatoren, den Verlauf der biokatalytischen Reaktionen und die Art der Reaktionsprodukte zu erhalten, ist das Vorhandensein einer leistungsfähigen Analytik eine Voraussetzung. So wurden im Kompetenzzentrum die Möglichkeiten geschaffen, diese Analysen entsprechend dem apparativen Stand der Technik durchführen zu können.

Weitere Informationen: [www.applied-biocat.at](http://www.applied-biocat.at)



Ein sauerstoffsensitives Mikro- oder Nanopartikel, das an der Oberfläche Antikörper trägt (links) dockt an eine Zelle an und ermöglicht die Messung des Sauerstoff-Partialdrucks an der Zelle

### *Applied Biocatalysis and Enzymatic Nanoanalytics*

*Biocatalysts or 'enzymes' control reactions in- and outside cells of living organisms. The reactions are highly selective and normally happen under physiological conditions. However, it is also possible to use catalysts to control processes in laboratories, clinics and industrial technology. Although this aspect has been known for quite some time, only the past few years brought a thorough occupation with it leading to a series of industrial and clinical applications. In Austria, research work in this rapidly growing area is primarily conducted by the Research Center for Applied Biocatalysis.*

*Given the great importance of biocatalysis it is necessary to rapidly advance the developments in this field. An enormous amount of data has to be collected and interpreted. In order to succeed, three working techniques are required in the present project:*

- 1) The development of micro- and nanotechnologies by miniaturization of the methodology. This enables us to investigate a multitude of samples in a short time with a minimum input of sample material,*
- 2) the use of robots,*
- 3) the development and use of an analytical system in order to analyze the data gained by array- or chip technology.*

#### **Current Projects**

- *Application of chip technology for enzyme analyses, especially for diagnostic use*
- *Biologically addressable optical nano- and microsensors*
- *Biocatalytic synthesis*
- *Modification of the surface of plastic materials and fibers*
- *Development of enzymes using molecular biotechnology*
- *Analytical characterization of biocatalysts and biocatalytic reactions*

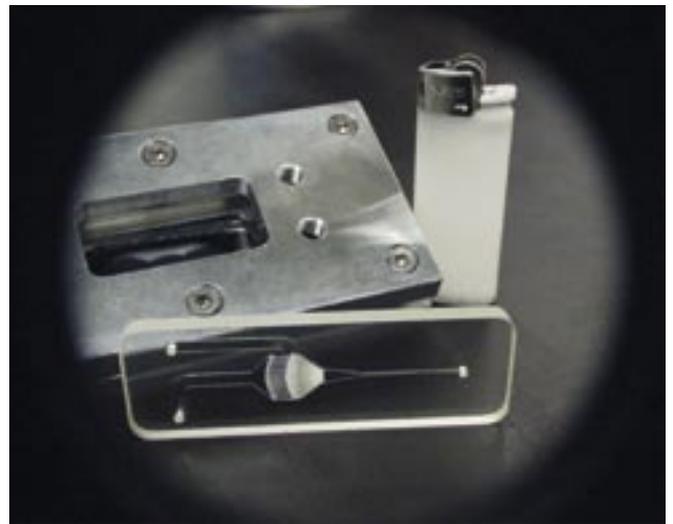


## RFT-Projekt: Nanoprosesstechnik/Mikroverfahrenstechnik: Anwendungen in Bereichen der thermischen Trenntechnik

### *Nanotechnology/Micro Chemical Engineering: The Usage of Micro Chemical Engineering in the Area of Chemical Separation-Technology*

Das Hauptaugenmerk dieses vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFT) geförderten Projektes liegt auf der Miniaturisierung von Schlüsseltechnologien im Bereich der thermischen Trenntechnik. Die primären Forschungsgebiete bilden demnach die thermischen Trennverfahren Extraktion, Destillation und Absorption, wobei aber auch andere Verfahren wie Adsorption, Membranverfahren, Flüssigmembranpermeation oder aber auch elektrochemische Verfahren Beachtung finden. Am Institut für Thermische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik wird bereits seit ca. einem Jahr intensiv in diesem innovativen Gebiet geforscht. Die Schwerpunkte lagen dabei auf der physikalischen Flüssig/Flüssig-Extraktion, der Entwicklung geeigneter Separationsprinzipien für die effektive Phasentrennung nach dem Mischungsschritt der Extraktion, der homogenen, katalysierten Flüssigphasenreaktion, der Verdampfung und Destillation, der photochemisch aktivierten Gas/Flüssig-Reaktionen in einem Mikrofallfilmabsorber und der Herstellung von Nanopartikel, basierend auf Verfahren der Hochdrucktechnologie.

Die Mikroverfahrenstechnik ist ein Wissensgebiet, das seit etwa zehn Jahren besteht und in dem sich besonders in den letzten fünf Jahren eine Entwicklung vollzogen hat, in der die Vorteile mikrostrukturierter Apparate für chemische Reaktionen aber auch anderweitigen Anwendungen in beeindruckender Weise demonstriert wurden. Dieses Wissensgebiet ist heute stark wachsend und findet vielfältige Anwendung, sowohl im Labor als auch immer stärker in der Industrie. Die in der Mikroverfahrenstechnik verwendeten, mikrostrukturierten Bauteile sind Apparate mit dreidimensionalen Strukturen, deren typische innere Abmessungen unter einem Millimeter, insbesondere zwischen zehn und wenigen hundert Mikrometern betragen. Mit Hilfe dieser „Micro-Devices“ können verschiedenste Edukte (flüssig oder gasförmig) sehr intensiv miteinander in Kontakt gebracht werden. Die daraus entstehenden Vorteile sind eine sehr große Austauschfläche, sehr kurze Diffusionswege und sehr hohe Gradienten innerhalb dieser Mikrostrukturen. Die resultierenden hohen Stoff- und Wärmeübergänge liegen um ein vielfaches über denen von herkömmlichen Anlagen. Als Folge werden in diesen „Micro-Devices“ höhere Selektivitäten, Ausbeuten und Produktqualitäten erzielt. Das Hauptmerkmal ist das im Vergleich zu konventionellen chemischen Reaktoren hohe Oberflächen/Volumen-Verhältnis. Die spezifischen Oberflächen liegen in Mikrostrukturen bei Werten von 10.000 m<sup>2</sup>m<sup>-3</sup> bis 50.000 m<sup>2</sup>m<sup>-3</sup>, während traditionelle Reaktoren etwa 100 m<sup>2</sup>m<sup>-3</sup> und in seltenen Fällen 1.000 m<sup>2</sup>m<sup>-3</sup> erreichen. Der Wärmetransportkoeffizient liegt, da er umgekehrt proportional zum Kanaldurchmesser ist, deutlich höher als bei traditionellen Wärmeübertragern. Er erreicht Werte in der Größenordnung von 10 kWm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup>. Diese hohe Wärmeaustauschleistung erlaubt ein sehr schnelles Erwärmen und Abkühlen der Reaktionsmischungen, wodurch auch stark exotherme bzw. endotherme Reaktionen unter isothermen Bedingungen mit exakt definierten Verweilzeiten durchgeführt werden können. Weiters wird dadurch die Ausbildung von



Statischer Interdigital-Mikromischer aus Glas mit Aluminium-Gehäuse  
Hersteller: mgt mikroglastechnik

Hot-Spots oder die Akkumulation von Reaktionswärme unterdrückt, so dass unerwünschte Folge-, Neben- und Zersetzungsreaktionen zurückgedrängt werden können. Neben dem Wärmetransport kann auch der Stofftransport in Mikroreaktoren wesentlich verbessert werden. Die Mischzeiten in Mikromischern (bis hin zu einigen Millisekunden und darunter) sind um Größenordnungen kleiner als in konventionellen Systemen, und aufgrund der kleinen Dimensionen sind die Diffusionswege und Diffusionszeiten extrem klein, wodurch der Einfluss des Stofftransportes auf die Geschwindigkeit der Reaktionen beträchtlich verringert werden kann. Ein weiterer, nicht außer Acht zu lassender Vorteil ist das sehr kleine innere Volumen, wodurch Reaktionen bezüglich ihres Regimes wie Druck, Temperatur, Verweilzeit und Fließgeschwindigkeit sehr viel einfacher kontrollierbar werden. Außerdem kann das Gefährdungspotential stark exothermer oder explosionsgefährlicher Reaktionen drastisch reduziert werden. Höhere Sicherheit wird auch bei Reaktionen unter Beteiligung toxischer Substanzen oder bei hohen Betriebsdrücken erzielt.

In Versuchen zur physikalischen Extraktion von Aceton aus n-Hexan mit Hilfe von Wasser wurde die Extraktionseffizienz in Abhängigkeit vom Gesamtdurchsatz, dem Phasenverhältnis Feed zu Extraktionsmittel und der Temperatur bestimmt. Weiters wurden verschiedenste statische Mikroreaktoren bzw. Mikromischer für den Dispergierschritt der Extraktion verwendet und miteinander verglichen. Dabei kamen Mikroreaktoren unterschiedlichster Hersteller, die sich hinsichtlich ihres Werkstoffes, ihrer Kapazität und Arbeitsweise stark voneinander unterscheiden, zum Einsatz. Es wurde herausgefunden, dass jeder der verwendeten Mikroreaktoren nur einen relativ kleinen Bereich besitzt, in dem er effizient arbeitet. Befindet man sich



Mikroanlage für die Durchführung von Flüssig-Flüssig-Extraktionsprozessen am Institut für Thermische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik.

mit den Betriebsparametern innerhalb dieses Bereiches kann die Effizienz, im Vergleich zu herkömmlichen Methoden aber wesentlich gesteigert werden. So konnte z. B. die Extraktionseffizienz im untersuchten Stoffsystem, durch Einsatz von Mikroreaktoren um bis zu 30 % gesteigert werden. Als Vergleichsbasis diente ein herkömmlicher T-Mischer. Mit Hilfe einer Extraktionsstufe konnten 90 – 100 % des möglichen Gleichgewichtszustandes erreicht werden. Ermöglicht wird diese Verbesserung, je nach Arbeitsweise des verwendeten Mikroreaktors, durch die Tropfenverkleinerung der dispersen Phase und die daraus resultierende Vergrößerung der Stoffaustauschfläche bzw. durch die starke Verkleinerung der Diffusionswege.

Die Erzeugung sehr kleiner Tropfen verbessert auf der einen Seite den Stoffaustausch, auf der anderen Seite steigt demzufolge aber auch der Aufwand für die Trennung der Extrakt- und Raffinatphase. Ein Ziel der Forschungsaktivitäten am Institut, in Zusammenarbeit mit der Firma Microinova, war es daher, ein Separationsprinzip zu entwickeln, mit dem es möglich ist, die beiden Phasen ebenso schnell wieder zu trennen, wie sie im Mikroreaktor miteinander vermischt wurden. Dazu wurden verschiedene gepackte Abscheider verwendet. Für die Packungen wurden unterschiedlichste Materialien und Formen gewählt, deren Oberflächen in einigen Fällen noch weiter modifiziert wurden. Der Einfluss dieser Packungen auf das Koaleszenzverhalten der dispergierten Tropfen wurde untersucht, indem die Tropfengrößenverteilung vor und nach dem Abscheider gemessen wurde. Die Effizienz der verwendeten Packungen hängt natürlich stark vom untersuchten Stoffsystem ab. Im oben erwähnten Extraktions-Stoffsystem wurden die besten Ergebnisse mit speziellen, oberflächenbeschichteten Mikrokugeln ( $d=350\ \mu\text{m}$ ) aus Kunststoff (Microsettle Type 18, Microinova) erzielt. Mit Hilfe dieser Mikrokugeln war es möglich, die mittlere Tropfengröße der dispergierten Phase von  $3\ \mu\text{m}$  auf über  $300\ \mu\text{m}$  nach dem Settler zu steigern. In einem nachgeschalteten Minisetttler kam es zur Koaleszenz dieser Tropfen, womit ein Trennen der beiden Phasen problemlos möglich wurde.

#### Links

<http://www.microinova.com/>  
<http://www.imm-mainz.de/>  
<http://www.microchemtec.de/>  
<http://www.mstonline.de>

#### *Nanotechnology/Micro Chemical Engineering: The Usage of Micro Chemical Engineering in the Area of Chemical Separation-Technology*

*The two main benefits of mixtures made with the help of static microreactors and micromixers are, firstly, an increased surface area and therefore an enhanced mass transfer, and secondly, shorter diffusion distances. The target of this project is to use these advantages in the fields of separation technologies, like extraction-, distillation- or absorption-processes.*

*Preliminary investigations were made by using the system n-hexane/acetone/water. The distribution ratios were determined for this system depending on different process parameters, like total flow rate, temperature and phase ratio. In all microextraction experiments different micro devices (micromixer, settler...) were adopted to find out the most effective mixing and separation principle for the respective extraction system. Another target of the experiments was the examination of different separation principles in the course of an extraction process. Regarding this research area, we analyzed the effect of different surface characteristics of packing materials inside the settler on the coalescence behavior of the dispersed phase. The effects of the used materials were completely different depending on the investigated extraction system.*



## RFT-Projekt: Direkte Kommunikation zwischen Gehirn und Computer: Virtuelles Keyboard – Schreiben mit Gedanken

### *Direct communication between brain and computer: Virtual Keyboard – thought-controlled writing*

Die direkte Kommunikation zwischen Gehirn und Computer kann mit Hilfe eines Brain-Computer Interface (BCI) realisiert werden. Unter einem BCI versteht man ein technisches System, das gedankenspezifische Änderungen der bioelektrischen Hirnaktivität online und in Echtzeit in ein Steuersignal transferiert (Encyclopedia of Neuroscience, 3rd Ed., 2004).

In Forschungsarbeiten der letzten 10 Jahre wurde ein EEG-basierendes BCI entwickelt, mit dessen Hilfe bestimmte kognitive Prozesse, meist mentale Bewegungsvorstellungen, anhand simultaner EEG-Ableitungen in Echtzeit detektiert und in ein Steuersignal umgesetzt werden können. Durch jegliche gedankliche Aktivität, beispielsweise die mentale Vorstellung einfacher Bewegungen, verändern sich bestimmte Parameter der gemessenen Hirnströme, welche mit Mustererkennungsmethoden detektiert bzw. klassifiziert werden können. Verbindet man nun diese Muster der Gehirntätigkeit mit einfachen Computerfunktionen, so ist es prinzipiell möglich, dass völlig gelähmte Menschen direkt über ihre Hirnaktivität mit ihrer Umwelt kommunizieren. Allerdings liegt derzeit mit den weltweit verfügbaren BCI-Systemen die Geschwindigkeit der Kommunikation bei etwa einem Buchstaben in der Minute. Ein wesentliches Ziel dieses Projektes ist daher die Erhöhung der möglichen Informationstransferrate der EEG-gesteuerten Kommunikation.

Wichtig für die Realisierung eines mehrdimensionalen BCI mit großer Informationstransferrate ( $>20$  bit/min) sind u.a. folgende Punkte:

- Personen-spezifische Suche (off-line) nach der besten mentalen Strategie. Voraussetzung dafür sind Vielkanal-EEG-Ableitungen (Abb. 1A) mit Parameterschätzung und statistischer Auswertung.
- Parameterselektion und Optimierung für den online BCI-Einsatz. Bei Verwendung von z.B. 20-EEG Ableitungen mit 30 spektralen Parametern pro Signal ergibt sich eine Dimension der Datenvek-

toren um 600. Diese Dimension ist für die online Verarbeitung viel zu hoch und muss drastisch reduziert werden.

- Mit den derzeit verwendeten EEG-Ableitungen von der Kopfoberfläche ist ein mehrdimensionales BCI nicht, bzw. nur schwer realisierbar. Es ist deshalb wichtig, die Eignung des Electrocorticogramms (ECoG), das mit Hilfe subduraler direkt im Gehirn implantierten Elektroden abgeleitet wird, als BCI-Inputsignal zu untersuchen. Das ECoG kann als minimal-invasiv angesehen werden und besitzt ein gutes Signal-Rauschverhältnis. Der TU Graz stehen im Rahmen der NIH/USA-Projekte (Grant NS40681-01) 128-Kanal-ECoG Daten von Patienten des Henry

Ford Hospitals in Detroit für BCI Untersuchungen zur Verfügung (Abb. 1B).

Für die Umsetzung der Punkte 1., 2. und 3. wurde an der TU Graz das modernste EEG-Labor Österreichs eingerichtet. Es besteht aus einem 60-Kanal-EEG-System, mehreren Echtzeit-Biosignalverstärkersystemen und einem Rechner-Cluster für die EEG- und ECoG-Verarbeitung und Parameteroptimierung. Zur statistischen Auswertung von multivariaten EEG und ECoG Signalen, die bis zu 126 Kanäle und damit bis zu 100 MByte pro Versuchsperson umfassen können, werden Resampling Methoden (Bootstrap, Cross-Validation) eingesetzt. Für die offline Optimierung der BCI-Parameter werden genetische Algorithmen und andere stochastische

Suchmethoden verwendet. Alle diese Methoden haben die Eigenschaft, dass sie ausgesprochen rechenintensiv sind. Die notwendige Rechenleistung wird durch einen Rechencluster bestehend aus 16 Linux Knoten mit je 2 GHz Taktfrequenz und 1 GByte Hauptspeicher zur Verfügung gestellt.

Das mit dem BCI erzeugte Steuersignal ermöglicht u.a. folgende Anwendungen:

- Kontrolle eines „Virtual Keyboard“ (Schreiben mit Gedanken)
- Steuerung einer Funktionellen Elektrostimulation (Standard v. 15.10.03)
- Navigation in einer virtuellen Welt (EU-Projekt PRESENCIA).

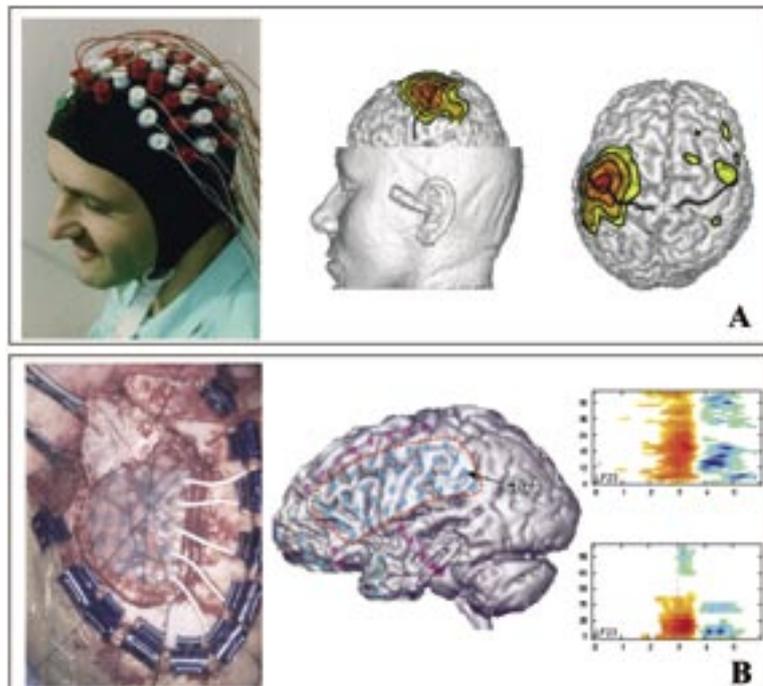


Abb. 1: Beispiele für Vielkanal-EEG (A) und ECoG Ableitungen (B)

Im weiteren soll die Funktion eines Virtuellen Keyboards (VK) kurz vorgestellt werden. Für Patienten mit Locked-in-Syndrom, die aufgrund einer vollständigen Lähmung - bei völlig klarem Bewusstsein - keine Möglichkeit mehr haben, sich zu artikulieren, stellt das Schreiben mit Gedanken letztlich die einzige Möglichkeit dar, mit ihrer Umwelt zu kommunizieren.

Das an der TU Graz entwickelte 'Virtual Keyboard' ist ein mentales Kommunikationssystem, das auf einer derartigen Echtzeitauswertung der Hirnaktivität beruht. Patienten, die gelernt haben über bestimmte mentale Vorstellungen detektierbare EEG-Muster zu erzeugen, können hiermit Buchstaben oder Wörter aus einem Computermenü direkt mit Hilfe ihrer Hirnaktivität auswählen. Das System basiert auf sukzessiven dichotomen Auswahlritten (siehe Abb. 2). Beginnend mit dem gesamten Alphabet kann als Folge einer Reihe von binären Entscheidungen, unter schrittweiser Halbierung der ausgewählten Buchstaben-Untermengen, der gewünschte Buchstabe ausgewählt werden. Grundsätzlich ermöglicht das 'Virtual Keyboard' nach entsprechendem Training das freie Verfassen von sprachlichen Mitteilungen über rein mentale Aktivität, ohne jegliche muskuläre Kontrolle.

Details über die BCI-basierte Steuerung einer funktionellen Elektrostimulation können der Homepage unter <http://www.dpmi.tu-graz.ac.at/> entnommen werden.

### *Direct communication between brain and computer: Virtual Keyboard – thought-controlled writing*

*Direct communication between brain and computer can be realized with the help of a Brain-Computer Interface. This denotes a technical system which, in real-time, transforms electrophysiological signals originating from the human brain into commands that control devices or applications. In this way, a BCI provides a new non-muscular communication channel, which can be extremely useful for people with severe neuromuscular disorders such as amyotrophic lateral sclerosis or infantile cerebral palsy. The immediate goal of current research is to provide the users with an opportunity to communicate with their environment. Our group at the Institute of Human-Computer Interfaces has been a pioneering team working on the design of an EEG-based 'Virtual Keyboard'. One of the main objectives of this project is to improve the information transfer rate by the application of advanced signal processing methods to optimize preprocessing, feature extraction, and classification of scalp-recorded and subdurally recorded brain signals.*

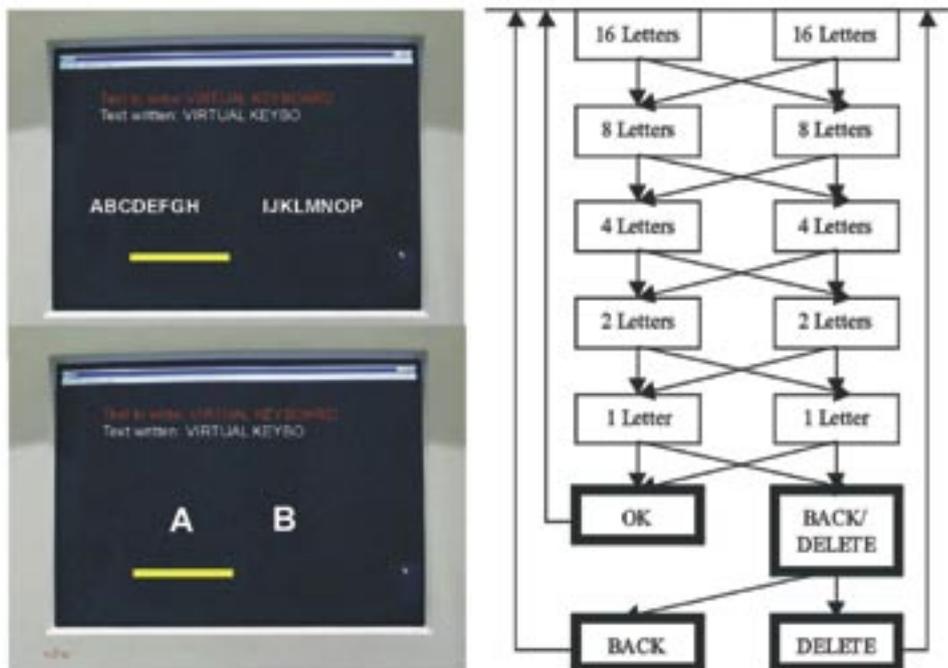


Abb. 2: Beispiele für Monitorbilder des 'Virtual Keyboards' (linke Seite) und Struktur der dichotomen Buchstabenauswahl mit Korrekturoptionen (rechte Seite).



## RFT-Projekt: Telemonitoring: Betreuung von Patienten mit schwerer motorischer Beeinträchtigung (mit Unterstützung durch das BMVIT Projekt GZ 140.587/2)

### *Telemonitoring –remote support of patients with severe motor impairment*

Innovative Monitoring- und Therapieformen basieren zumeist auf der Anwendung neuer Techniken und Algorithmen und somit auf einer engen Interaktion zwischen den Entwicklern und den betroffenen Patienten. Befinden sich Patient und Entwicklungsteam an verschiedenen Orten, so bietet sich für die Realisierung einer optimalen Therapie bzw. Überwachung das Telemonitoring an. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde ein spezielles Telemonitoring-System zur Umsetzung des „Brain-Computer Interface“ (BCI) als neue Therapieform für komplett gelähmte Patienten entwickelt. Damit können bewegungs- und sprechunfähige Patienten („Locked-in-Syndrom“) in einem regionalen Krankenhaus, Pflegeheim bzw. in ihrer eigenen Wohnung unter qualifizierter wissenschaftlicher Anleitung und Überwachung ein Trainingsprogramm zur EEG-gesteuerten Kontrolle und Kommunikation absolvieren.

Bedingt durch neuromuskuläre und neurologische Erkrankungen, wie beispielsweise amyotrophe Lateralsklerose (ALS) oder infantile Cerebralparese (ICP), kann es zu schwersten Einschränkungen der Körperkontrolle und Kommunikationsfähigkeit kommen. Die betroffenen Patienten, die vielfach künstlich beatmet und ernährt werden müssen, sind – bei weitgehend intakter Sensorik sowie mentaler, emotionaler und sprachlicher Kompetenz, in ihrem gelähmten Körper bewegungslos 'eingeschlossen'. Für Patienten in einem derartigen „Locked-In“-Zustand stellt das EEG-gesteuerte Virtual Keyboard eine wesentliche, vielleicht die letzte Alternative für eine Kommunikation mit ihrer Umwelt dar.

Es gibt zwar eine Reihe von technischen Hilfsmitteln zur Kommunikation, wie beispielsweise elektronische Systeme mit Sprachausgabe und mit Funktionen zur Umgebungssteuerung (Licht, Radio, Telefon). Das Problem bei Patienten mit weit fortgeschrittener Lähmung besteht darin, dass diese selbst die eigens angebotenen speziellen Steuermöglichkeiten (z.B. Kopffmaus, Myoschalter) nicht mehr zufriedenstellend bedienen können.

Die Verwendung eines EEG-basierenden Kommunikationssystems erfordert in der Regel eine Trainingsphase von mehreren Wochen, in welcher einerseits ein personspezifischer EEG-Klassifikator errech-

net werden muss, andererseits auch ein mentales Training auf Seiten des Patienten erfolgt. Mit Hilfe des Feedbacks auf dem Computerbildschirm kann eine Kontrollstrategie entwickelt werden, die es ermöglicht, bestimmte Veränderungen der EEG-Aktivität willentlich herbeizuführen und damit das Virtual Keyboard anzusteuern.

Im Rahmen des Projekts sollte ein Telemonitoring-System konzipiert werden, das es ermöglicht, dass völlig gelähmte Personen in der Klinik oder in ihrem häuslichen Umfeld ein BCI-Training absolvieren können. Bislang wurde das Patiententraining entweder im Forschungslabor mit ausschließlich mobilen bzw. transportfähigen Patienten durchgeführt (z.B. Forschungsgruppe von J. Wolpaw, Albany, USA), oder das Training wurde trotz beträchtlicher Anfahrtswege in der Wohnung des Patienten durch Mitarbeiter des Forschungslabors betreut (z.B. Gruppe von N. Birbaumer, Tübingen, D). Eine innovative Entwicklung auf diesem Gebiet war die Implementation des Grazer Telemonitoring-Systems, mit dessen Hilfe nun das BCI-Training vor Ort (Wohnung des Patienten, Klinik, Rehabilitationszentrum, etc.) mit Telesupport durch unsere Arbeitsgruppe an der TU Graz durchgeführt werden kann. Zu diesem Zweck sollte die Telemonitoring-Verbindung zwei Funktionen zur Verfügung stellen,

erstens die Fernsteuerung des BCI-Systems und zweitens eine Video-Konferenz-Verbindung (Abb. 1). Mit dieser Anordnung konnte von der TU Graz aus eine Video-Konferenz mit dem Anwender am Monitor-Host abgehalten und gleichzeitig der BCI-PC ferngesteuert und gewartet werden.

Im Rahmen dieses Projektes betreut die TU Graz über Telemonitoring Patienten in Bad Kreuznach (D), Wien, Villach und Passail. In Kooperation mit der Beratungsstelle für unterstützte Kommunikation (BUK), Rehabilitationszentrum

Bethesda, kreuznacher diakonie (Bad Kreuznach, D) und dem Kaiser-Franz-Josef Spital in Wien wurden 3 komplett gelähmte Patienten über längere Zeit (über ein Jahr) in der Pflegeeinrichtung bzw. in der eigenen Wohnung betreut, wobei das Training am BCI-System und Virtual Keyboard über Telemonitoring vorgegeben und supervidiert wurde (Abb. 2).

Die Ergebnisse der Telemonitoring-Kooperationen zeigen, dass auch Patienten in einem weit fortgeschrittenen Stadium bei einem

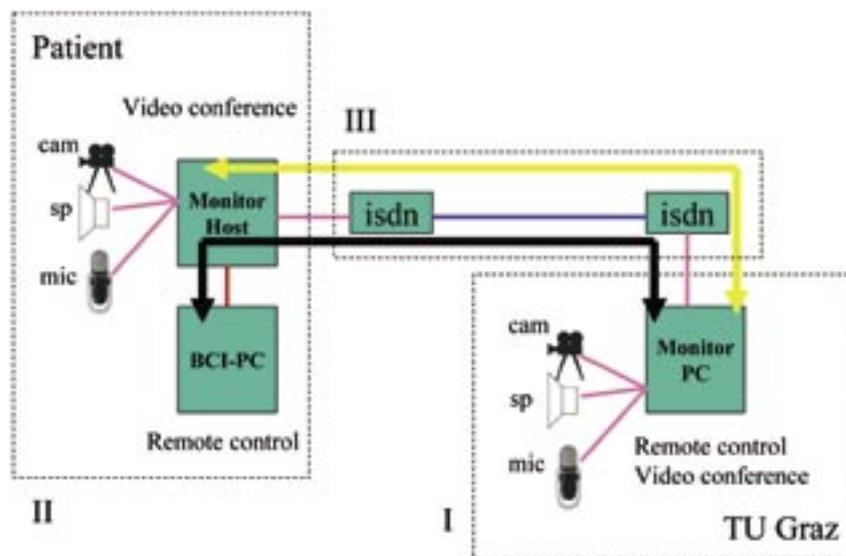


Abb.1: Konzept des Telemonitoring-Systems





## RFT-Projekt: Scientific Supercomputing an der TU Graz

### *Scientific Supercomputing at Graz University of Technology*

Die in den vergangenen Jahren rapide gestiegenen Anforderungen an Rechenleistung übersteigen alle Erwartungen. Um ein Maximum an Rechenleistung im Sinne von *floating-point-performance* für parallelisierte Anwendungen zu erzielen, werden heutzutage möglichst schnelle Prozessoren oder Multiprozessor-Maschinen über sehr schnelle Verbindungen miteinander gekoppelt, um noch größere und komplexere Aufgaben in kürzester Zeit zu bewältigen. In derartigen Systemen verfügen die einzelnen Rechenknoten über leistungsfähige Komponenten wie Prozessor, Hauptspeicher, Netzwerk-Interface und evtl. eine Festplatte für lokale System-, Swap- u. temporäre Dateien sowie eine spezielle Busarchitektur. Man unterscheidet hier i. d. Regel 64bit-Systeme mit einem klassischen UNIX-Betriebssystem von 32bit-Linuxsystemen.

Mit *High Performance Computing* (HPC) ist meist eine Clustertechnologie gemeint, die sich gegenüber einem Mainframe bzw. monolithischen Großrechner durch Skalierbarkeit, Flexibilität, Verfügbarkeit, Verwaltungsfreundlichkeit und dem günstigeren Preis auszeichnet. Ein derartiger Cluster besteht aus vielen einzelnen Knoten mit identischer Hardware und einheitlichem Betriebssystem, die über eine schnelle Vernetzung und entsprechender Verwaltungssoftware

zusammengeschaltet sind und sich nach außen hin wie „ein“ echter Supercomputer verhalten.

Einige Master-Systeme solcher Cluster haben zudem noch ein internes RAID-Speichersystem, um größere Datenmengen zu speichern. In der Regel wird jedoch ein externes NAS (*Network Attached Storage*) oder SAN (*Storage Area Network*) verwendet, um den stark gestiegenen Anforderungen an Massenspeicher gerecht werden zu können. Diese Systeme zeichnen sich gegenüber konventionellen RAID-Systemen durch Skalierbarkeit, hohe

Bandbreite, flexible Integration in bestehende Netzwerke, schnelle Bereitstellung und Entlastung der Datei- und Anwendungsserver aus.

Seit einiger Zeit wird vermehrt über *Grid-Computing* (*real-application-cluster* Technologie) gesprochen. Hierunter versteht man einen Zusammenschluss mehrerer autonomer Rechner unterschiedlicher Hardware an verschiedenen Lokalisationen mit unterschiedlichen Betriebssystemen, auf welchen die *workloads* bei Verfügbarkeit der Ressourcen standardisiert übergeben und überwacht werden. So sollen Routine- und Verwaltungsaufgaben automatisiert und brachliegende Ressourcen einer besseren Verwendung zugeführt werden, um eine gleichmäßige Auslastung zu gewährleisten und um – ähnlich wie beim Supercomputing – schneller zu Rechenergebnissen zu kommen oder auch um ultragroße Datenbanken zu gestalten.

#### Anwendungsbereiche

Supercomputer dienen der Bewältigung komplexer Fragen der wissenschaftlichen Grundlagenforschung und der Erforschung aktueller gesellschaftsrelevanter Themen durch Lösung von Aufgaben numerischer Art oder der Mustererkennung bzw. der Realisierung fotorealistischer 3D-Darstellungen (Visualisierung), um die riesigen Datenmengen bzw. Ergebnisse der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit anzupassen. Sie ermöglichen dem Forscher durch Simulationen neben der Theorie und dem Experiment eine dritte Säule der Festigung von Ergebnissen zu etablieren. Typische Anwendungsbereiche finden sich in der Chemie, Crash-Simulationen, Geodäsie, Genomforschung, Finite Elemente, Strömungs-Analysen und Quantenmechanik, um nur einige Bereiche aktueller Forschungsvorhaben (s.u.) der TU Graz zu erwähnen.

#### Computing-Cluster an der TU Graz

Am Zentralen Informatikdienst der TU Graz stehen der Forschung folgende Hochleistungsrechnercluster, verbunden mit der notwendigen Infrastruktur (Datenspeicher u. -sicherung, Netzwerk, Software, Administration, Klima- u. ausfallsichere Stromversorgung), zur Verfügung:

##### *Alpha-Cluster (ATHOS)*

Im Rahmen der mit Mitteln des RFT getätigten Ausschreibung über ein 64bit-Rechensystem für Finite Elemente und Strömungsdynamik (FECFD) ist seit Herbst 2002 ein HP-Alpha SC45-Cluster mit Quadrics-Switch und einem SAN (HP StorageWorks Enterprise Virtual Array) in Betrieb.

SC45-AlphaCluster, 4x19" Rack						
	CPU [MHz]	RAM [GB]	HD [GB]			
			SCSI	IDE	RAID 5 extern	Storage extern
2 Master	Quad EV68	32	7 *	kein	7 * 18	22 * 73
8 Nodes	1250	16	36			

##### *Linux-Cluster*

Zwei 32bit-Cluster wurden im Rahmen einer weiteren Ausschreibung mit RFT-Mitteln angeschafft und sind seit Anfang 2003 in Betrieb.

*Myrinet-Cluster:* Dieser Cluster verwendet ein Myrinet-Netzwerk für die Interprozesskommunikation der Berechnungen sowie ein Gigabit-Kontrollnetzwerk, über welches auch das NAS (NetApp F820) angebunden ist, da hier sehr viele kleine Datenpakete mit hoher Geschwindigkeit übertragen werden müssen

Myrinet-Cluster, 1x19" Rack						
	CPU [MHz]	RAM [GB]	HD [GB]			
			SCSI	IDE	RAID 5 intern	Storage extern
1 Master	Dual Xeon 2600	4	2 * 18	kein	5 * 73	21 * 72
24 Nodes		1	kein	40	kein	

*Gigabit-Cluster:* Dieser Cluster verwendet ein Gigabit-Netzwerk für den Datentransfer bzw. das Datei-Sharing zwischen den Nodes und dem internen Storage sowie ein anwendungsoptimiertes 100MBit-Kontrollnetzwerk.

Gigabit-Cluster, 2x19" Rack						
	CPU [MHz]	RAM [GB]	HD [GB]			
			SCSI	IDE	RAID 5 intern	Storage extern
1 Master	Dual Xeon 2600	4	2 * 18	kein	5 * 73	kein
18 Nodes		2	kein	40	kein	
37 Nodes		1				



Ein Teil der Supercomputing-Ressourcen am ZID

### Weitere Systeme

Hinzu kommen mehrere kleinere Rechen-Cluster an Instituten, auf denen meist verteiltes und nicht paralleles Rechnen stattfindet.

### TUG Forschungsprojekte mit Supercomputing-Ressourcen

#### Alpha-Cluster am ZID

- Strukturanalysen von Stäben, Platten, Schalen (Inst. für Stahlbau und Flächentragwerke)
- Dreidimensionale Simulation von Abflussprozessen (Inst. für Wasserbau und Wasserwirtschaft)
- An augmented lagrange multiplier approach to continuum multislip single crystal thermo-elasto-viscoplasticity (Inst. für Festigkeitslehre)
- Großmotoren und Strömungen in Tunneln (Inst. für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, LEC)
- Numerische Strömungssimulation von Pumpen, Turbinen, Ventilatoren, Windkraftwerke etc. (Inst. für Hydraulische Strömungsmaschinen)
- Transsonische Gasströmung durch Leit- u. Laufschaufelbereich von Gasturbinen; Numerische Simulation des laminarturbulenten Grenzschichtumschlages in thermischen Turbomaschinen (Inst. für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik)
- Large Eddy Simulation des Primärzerfalls eines Flüssigkeitsstrahles in einer gasförmigen Umgebung; Modellierung zweiphasiger Grenzschichtströmungen bei unterkühltem Strömungssieden an beheizten Oberflächen; Sportaerodynamische Untersuchungen quer angeströmter Körper; Numerische Simulation der Strömungen im Luftführungskanal von Lackdrahtmaschinen (Inst. für Strömungslehre und Wärmeübertragung, ViF)
- Streuung elektromagnetischer Wellen an Niederschlagspartikeln (Inst. für Breitbandkommunikation)
- GIMS - Genome Information Management System (Inst. für Genomik und Bioinformatik)
- Untersuchung der elektronischen und spektroskopischen Eigenschaften von organisch konjugierten Molekülen mittels quantenchemischer Methoden (Inst. für Festkörperphysik)
- Untersuchung der Strömungsdynamik, der Wandmechanik und der Fluid-Struktur-Interaktionen in Arterien; Untersuchung des Massetransportes in Arterien und in der Arterienwand (Inst. für Mathematik)
- Si-Gerüste mit SiP- u. SiAs-Doppelbindungen; Silanotricyclene und Silyladamantane; Silicium in ungewöhnlichen Koordinationszahlen; Anregungsspektren substituierter Cyclosilane (Inst. für Anorganische Chemie)
- Quantenchemische Berechnungen (Inst. für Physikalische und Theoretische Chemie)

#### Gigabit-Cluster am ZID

- Numerical Techniques in Geodesy (GOCE etc.); Satellitengeodäsie (Inst. für Navigation und Satellitengeodäsie)
- Stellarator Optimization; Quanten Monte Carlo Simulationen (Inst. für Theoretische Physik)
- Separationseigenschaften belebter Schlämme (Inst. für Apparatebau, Mechanische Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik)

#### Myrinet-Cluster am ZID

- GIMS; Genomik und Bioinformatik für komplexe Krankheiten (Inst. für Genomik und Bioinformatik)

#### sonstige Linux-Cluster

- Brain Computer Interface; Biosignaldaten; Medizinische Bildverarbeitung (Inst. für Human Computer Interfaces)
- Stellarator Optimization (Inst. für Theoretische Physik)
- Silicium in ungewöhnlichen Koordinationszahlen; Anregungsspek-

- tren substituierter Cyclosilane (Inst. für Anorganische Chemie)
- Quantenchemische Berechnungen von biologisch aktiven Substanzen, Radikalen und Radikationen sowie deren magnetische Eigenschaften; ESR- und NMR-Spektren; Photochemie; Struktur-Aktivität-Reaktivitätsbeziehungen in kondensierter Phase (Inst. für Physikalische und Theoretische Chemie)
- Untersuchung kollinear Punktgitter (Inst. für Softwaretechnologie)

Zuständig für die Systembetreuung und Ansprechpartner der Abteilung Computing sind Uwe Chararas, Mario Lang sowie Erwin Rappel.

Einen Vergleich der Hardware für das an europäischen Universitäten verwendete Supercomputing bietet <http://www.arcade-eu.info/>, und bei <http://www.top500.org/> findet man die aktuelle Liste der Top-500 Superrechner auf dieser Welt.

Weitere Infos: <http://Supercomputing.TUGraz.at/>  
Kontakt: [supercomputing@TUGraz.at](mailto:supercomputing@TUGraz.at)

### Scientific Supercomputing at Graz University of Technology

*The continuous increase in demand for large-scale computations has developed beyond all expectations. Modern high-performance computing is justified by its capability to solve greater and more complex problems as well as by the necessity to decrease the time of problem solution by the preparation of algorithms and codes, compiler capabilities, libraries and the analysis in data dependencies. Ever since the beginning of high-performance computing, fluid mechanics has played a leading role in the development of numerical simulation techniques. In a wide variety of scientific topics, supercomputers are used to solve problems in astrophysics, bio-informatics, chemistry, crash simulations, electronics, fluid dynamics, geodesy, informatics, structural dynamics, simulations of turbulent flow and for some other specific or nonlinear problems. After an invitation of tenders in 2002 for Finite Elements and Computational Fluid Dynamics, the Information and Communication Technology Center (ZID) at the University of Technology provides the capacity for a better throughput, and offers research groups one 64bit and two 32bit high-performance clusters to solve their numerical or pattern-matching problems. The main computing platforms are a HP-AlphaCluster (40 EV68 CPUs, each 1.25 GHz), represented by ten SC45-Nodes connected via Quadrics switch technology, a Myrinet-LinuxCluster (50 Xeon CPUs, each 2.6 GHz) and a Gigabit-LinuxCluster (112 Xeon CPUs, each 2.6 GHz). Further infrastructure is provided by a SAN (1.5 TB), NAS (1.1 TB) and a UNIX backup system.*

Further information: <http://supercomputing.TUGraz.at>  
Contact: [supercomputing@TUGraz.at](mailto:supercomputing@TUGraz.at)



## RFT-Projekt: Know How Cluster für Molekulares Engineering von Enzymen

### *Know-how Cluster for Molecular Engineering of Enzymes*

#### Enzyme im Einsatz für Biokatalyse, Diagnostik und medizinische Therapie

Enzyme sind Proteine (Eiweißkörper), die in lebenden Systemen die biochemischen Abläufe steuern, indem sie Reaktionen auf sehr präzise und selektive Art katalysieren. Weiters können Enzyme chemische Reaktionen bei niedrigen Temperaturen und bei milden Milieubedingungen durchführen. Aufgrund dieser Eigenschaften werden Enzyme zu vielfältigen Anwendungen herangezogen. Klassische Beispiele für technische Anwendungen sind der breite Einsatz von Zucker-, Fett- und Protein-spaltenden Enzymen in der Lebensmittelproduktion und bei Waschmitteln. Eine wichtige neue Entwicklung ist der Einsatz von Enzymen in der Chemieproduktion (Biokatalyse). Dadurch können chemische Produkte unter Einhaltung von hohen ökologischen Standards hergestellt werden. Weiters erlauben Enzyme die einfache und kostengünstige Herstellung von chiralen Feinchemikalien, die eine wichtige Basis für die Herstellung von hochwirksamen Medikamenten und Agrochemikalien darstellen. Durch Einsatz von Enzymen in der medizinischen Diagnostik können Substanzen in sehr komplexen Umgebungen wie Blut oder anderen biologischen Proben selektiv analysiert werden. Von großem, derzeit noch wenig genutztem, aber äußerst zukunftssträchtigen Potential ist der Einsatz von Enzymen für therapeutische Zwecke.

#### Enzyme müssen für Anwendungen maßgeschneidert werden (Enzym-Engineering)

Die Natur hat eine nahezu unbegrenzte Vielfalt von Enzymen generiert, die in jedem Organismus tausende biochemische Reaktionen katalysieren. Diese Enzyme sind auf die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Lebewesens abgestimmt, deshalb ist es erforderlich Enzyme für Anwendungen spezifisch anzupassen und zu optimieren.

Der Zugang, Eigenschaften von Enzymen zu verändern, liegt in der Erbsubstanz, der DNA. In den Genen ist der Bauplan für Enzyme in Form der spezifischen Nukleinsäuresequenz, und der damit definierten Aminosäuresequenz der Proteine, festgelegt. Mit den Methoden der Gentechnik können die DNA-Abschnitte (Gene), die für ein bestimmtes Enzym kodieren, isoliert werden. Durch Einbau dieser Gene in einfache Produktionsorganismen wie Bakterien oder Pilze wird die effiziente gentechnische Herstellung von Enzymen realisiert.

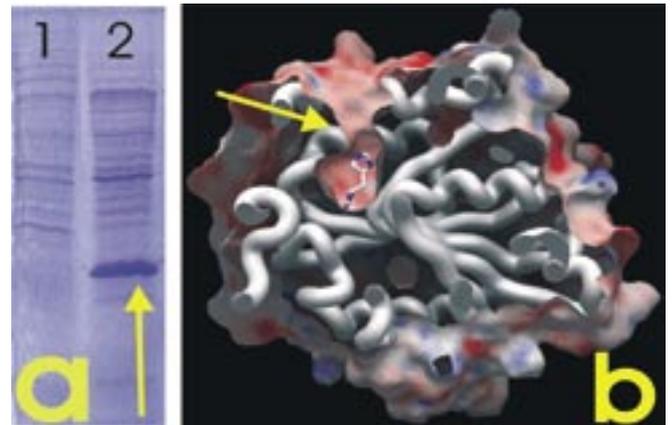
Der Schlüssel zur Beeinflussung der Eigenschaften von Enzymen liegt in der Möglichkeit, die Sequenzen der entsprechenden Gene zu verändern. Die Schwierigkeit dabei ist, in den langen Aminosäuresequenzen die richtigen Ansatzpunkte zu finden. Dazu stehen zwei prinzipielle Wege zur Verfügung:

##### 1) *Molekulare Evolution (directed evolution)*

Bei der ersten Methode wird im Prinzip die Evolution der Natur im Reagenzglas nachvollzogen. Mit Hilfe der modernen DNA-Technologien können evolutionäre Entwicklungen im Labor in extrem kurzen Zeiträumen ablaufen. Wir sind heute in der Lage, in einem Schritt Milliarden von veränderten Enzym-codierenden Genen zu generieren, die dann in effizienten, Roboter-unterstützten Screening- und Selektionsverfahren auf interessante Enzymvarianten durchsucht werden können. Somit können in wenigen Wochen verbesserte neue Enzymvarianten gewonnen werden, die den Anforderungen von (technischen) Anwendungen entsprechen.

##### 2) *Rationales Design*

Die zweite Methode beruht auf umfassenden Kenntnissen über



Aus der Praxis des Enzym-Engineerings:  
a) Analyse der Produktion eines Enzyms durch Gelelektrophorese. Die dicke Bande (Spur 2, Pfeil) stellt ein gentechnisch produziertes pflanzliches Enzym dar, das von rekombinanten Hefezellen in großer Menge hergestellt wird. In Spur 1 sind die Proteine eines nicht-rekombinanten Wildtyp-Hefestamms zu sehen  
b) 3-D Modell eines Enzyms (Schnitt). Der Pfeil zeigt auf eine Engstelle im Zugang zum aktiven Zentrum. Durch gezielten Austausch einer einzigen Aminosäure gegen eine sterisch kleinere Aminosäure konnte ein mutiertes Enzym erhalten werden, das mit einem technisch interessanten Substrat im Vergleich zum natürlichen Enzym eine etwa 5-fach höhere Umsatzrate zeigt. (3-D Modell: Prof. Kratky, KFU Graz)

die Funktionsweise und die Struktur von Enzymen. Durch molekulares Design und Modellierung, gefolgt von punktgenauer Manipulation der entsprechenden Gene können spezifische Enzymvarianten mit vorhergesagten Eigenschaften generiert werden.

#### Derzeitiger Status des Enzym Know-How Cluster der TU Graz

Mit Hilfe der vom RFT bereitgestellten Mittel konnte eine moderne Ausstattung an wissenschaftlichen Geräten beschafft werden. Hervorzuheben sind dabei der Ausbau einer roboterunterstützten Screeningeinheit einschließlich computergesteuerter Bildverarbeitung, einer modernen leistungsfähigen Enzymreinigungsstation, speziellen Analyseneinheiten wie Surface Plasmon Resonanz, sowie moderne Ausstattung für die Züchtung von rekombinanten Mikroorganismen und für gentechnische Arbeiten inklusive einer modernen Sequenzierstation, die als zentrale Serviceeinheit dient.

Es sind bereits mehrere Projekte für molekulares Engineering von Enzymen etabliert, in denen mehrere Institute der TU Graz und externe Partner zusammenarbeiten. Hervorzuheben ist vor allem die Verknüpfung mit dem Kompetenzzentrum Angewandte Biokatalyse. Im strategischen Grundlagenprogramm werden neue Methoden für „directed evolution“ etabliert und in mehreren bilateralen Industriekooperationsprojekten konkrete Ansätze zur Verbesserung von Enzymen für die Produktion von Feinchemikalien, Pharmazeutika und Waschmitteln bearbeitet. Ein kürzlich gestartetes internationales Kooperationsprojekt der European Science Foundation (CERC3, FWF) zeigt die internationale Vernetzung.

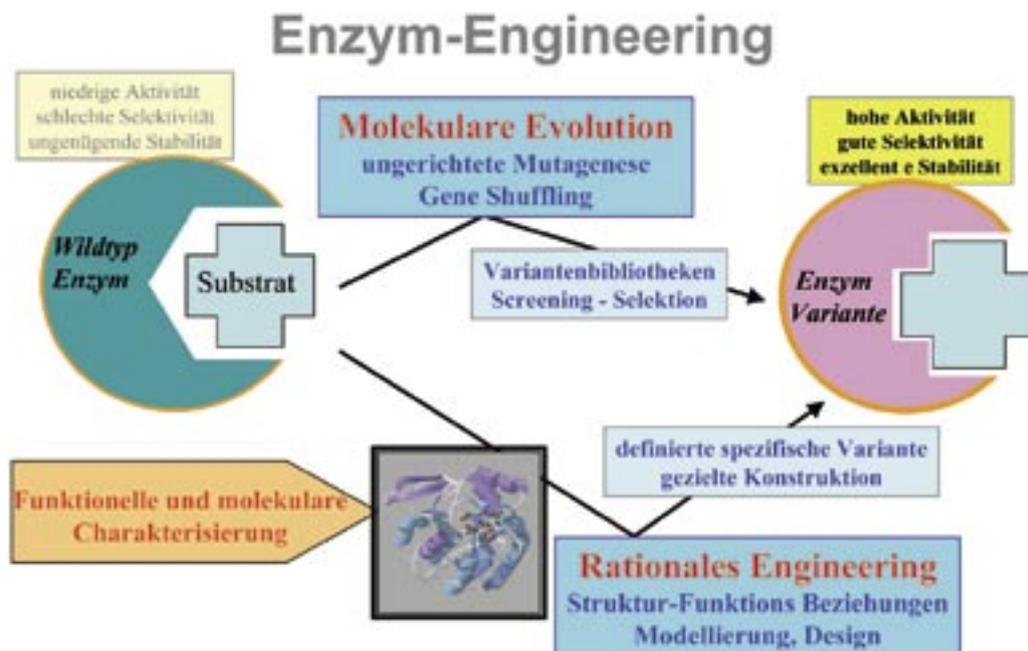
In den neu geschaffenen Instituten für Molekulare Biotechnologie und für Bioinformatik – Computational Biotechnology wird molekulares Engineering von Enzymen einen wesentlichen Schwerpunkt der zukünftigen Forschung darstellen. Die TU Graz hat nicht zuletzt dem Ausbau dieses Schwerpunkts durch einen Neubau, der Ende März dieses Jahres fertig gestellt wird, Rechnung getragen. Damit sind beste Voraussetzungen für den Aufbau eines international konkurrenzfähigen Know-How Clusters gegeben.

## Know-how Cluster for Molecular Engineering of Enzymes

Apart from classic areas of application for enzymes, like e.g. in food production or cleansing agents, novel developments include the biocatalytic synthesis of chiral (fine) chemicals and the use of enzymes in medical diagnosis and therapy.

Technical and medical applications require the generation of well-adapted and optimized enzyme variants. The key to customized enzyme functions can be found in the genes of their own DNA. The introduction of these genes into bacterial or fungal hosts allows us to establish an efficient recombinant enzyme production, and to alter the gene sequences enables us to alter the enzyme's features. Basically, two methods for the molecular engineering of enzymes are currently available: directed evolution and rational design. Both require highly advanced lab technology and extended interdisciplinary cooperation.

The funding of the project by the Austrian Council for Research and Technology Development (RFT) has enabled us to set up a well equipped lab infrastructure, including robotic equipment and special facilities for analyses, like e.g. surface plasmon resonance. Several projects are well under way, especially our close co-operation with the Competence Center for Applied Biocatalysis and an international project within a European Science Foundation Program. All this, combined with the establishment of the new Institutes of Molecular Biotechnology as well as Bioinformatics - Computational Biotechnology, and new lab facilities about to become available, provides an excellent basis for the establishment of an internationally competitive research unit in this field.





## Wolfgang Bauer

*seit 1.10.2003 Professor für „Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik“ am Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik*

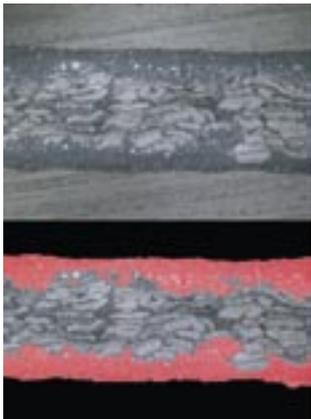
### Forschungsschwerpunkte des Institutes

Das IPZ ist in Österreich die einzige Ausbildungsstelle für akademische Führungskräfte im Fachgebiet Papier- und Zellstofftechnik. Daher besteht eine enge Kooperation mit der Papier- und Zellstoffindustrie in Forschung und Lehre, die es aufrecht zu erhalten und noch weiter auszubauen gilt.

Die aktuellen Forschungsaktivitäten des Instituts im Rahmen von kooperativen Forschungsprojekten mit der Papier-, Zellstoff- und Zulieferindustrie konzentrieren sich auf folgende Gebiete:

- Ermittlung der dreidimensionalen Mikro- und Makrostrukturen von Papier- und Kartonblättern
- Benetzungs- und Penetrationsphänomene von Papier und Karton (Bedruckbarkeit)
- Energieeffizientere Technologien zur Faserstoffmahlung bei verbesserter Faserqualität
- Entwicklung einer Messzelle zur Charakterisierung der Faserschädigung in den einzelnen Stufen des Zellstoffherstellungsprozesses
- Reaktive Pigmentstriche zur Verbesserung der Bedruckbarkeitseigenschaften
- Neuartige und verbesserte Kalibrierverfahren in der Papiermess-technik

Ein mehrjähriges, FFF-gefördertes, kooperatives Forschungsprojekt zur räumlichen Erfassung der Papierstruktur im Mikrobereich von flächigen Proben bis zu 5 cm<sup>2</sup> Probengröße wurde im Oktober 2003 gestartet. Alle wichtigen Papiereigenschaften werden letztlich durch die dreidimensionale Verteilung der Papierinhalstoffe Fasern, Füllstoffe und Strich bestimmt. Zur Analyse dieser Verteilung sind Voxelgrößen im Submikrometerbereich erforderlich. Diese sind derzeit nur mittels Synchrotron-Mikrotomographie erreichbar, wobei zur Erzeugung der Röntgenstrahlung Teilchenbeschleuniger erforderlich sind. Am Institut werden industriell anwendbare Verfahren zur Digitalisierung der 3D Papierstruktur entwickelt. Die Papiere werden in dünne Lagen gespalten oder geschnitten und mittels Bildanalyse wird die Verteilung von Fasern, Füllstoffen und Strich bestimmt [Abb. 1]. Durch elektronisches Zusammensetzen der Schichten kann ein dreidimensionales Modell der Papierprobe erstellt werden.



Mikrotomschnitt eines gestrichenen Papiers  
(oben: Originalbild, unten: Strichschichten bildanalytisch detektiert)

Die so gewonnene Kenntnis der dreidimensionalen Papierstruktur soll zur Verbesserung von Papiereigenschaften, wie beispielsweise der Bedruckbarkeit, genutzt werden.

Bildanalytische Verfahren zur Ermittlung der Farbübertragung in den einzelnen Druckpunkten wurden am Institut bereits entwickelt. Zusätzlich wurde eine Software erarbeitet, die die Bewertung eines Druckerzeugnisses durch einen menschlichen Beobachter nachempfunden. Durch Kombination der lokalen Informationen aus der Bewertung des Druckbildes und der dreidimensionalen Papierstruktur sind neue Erkenntnisse zu erwarten, die eine weitere Optimierung des Papierherstellungsprozesses ermöglichen werden.

In der Entwicklung neuer bildanalytischer Verfahren besteht bereits heute eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen (ICG). Generell soll ein derart interdisziplinärer Zugang zukünftig einen wichtigen Aspekt in neuen

Forschungsaktivitäten darstellen. Gerade die Papier- und Zellstoffindustrie ist eine der multidisziplinärsten Industriezweige überhaupt. Daher wäre sie ein logischer Partner für eine derartige Form der Zusammenarbeit, die heute – aus welchen Gründen auch immer – noch viel zu selten gewählt wird.

### Lebenslauf

Alter: 43 Jahre

Familienstand: verheiratet, 3 Kinder

Studium: Verfahrenstechnik, Studienzweig „Papier- und Zellstofftechnik“ an der TU Graz

1987-1992: Assistent und Dissertation am Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik der TU Graz

1992-1995: R&D Projektingenieur bei KNP LEYKAM (heute SAPPI) ab 1994 Leitung des R&D-Bereichs „Basepaper + Coating“

1995-1997: Leitung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Projekt „Triple Star“ (Planung + Bau Gratkorn PM11 - der weltgrößten Produktionseinheit für holzfrei gestrichene Bilderdruckpapiere)

1998-2003: Mitglied des Managementteams Sappi Gratkorn, Zuständigkeitsbereich Prozess- und Qualitätsmanagement (Technologie)

ab 1.10.2003 Universitätsprofessor am Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik (IPZ) der TU Graz

### Curriculum Vitae

- 43 years old, married, 3 children
- Master and Doctor's Degree in Chemical Engineering (branch of research: Pulp and Paper Engineering) at the University of Technology, Graz
- 66 years in R&D department of KNP LEYKAM (now Sappi), Manager R&D area "Base Paper & Coating"
- 6 years in management team of SAPPi Gratkorn (responsible for Process & Quality Management)

### Research Areas of the Institute

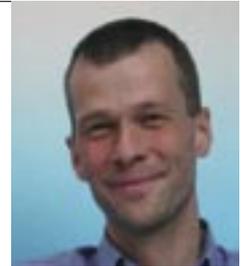
Current research activities of the Institute focus on the following subjects:

- Determination of 3-D Micro- and Macrostructures in paper and board
- Wetting and penetration phenomena in paper and board
- Energy-efficient refining methods yielding improved fiber properties
- Characterization of fiber damage during the pulping process by way of image analysis
- Types of reactive coating for improved printability characteristics
- New and improved calibration methods in paper testing

Recently, a five year research project was started with the aim to determine spatial micro-scale paper structure of samples up to an area of 5 cm<sup>2</sup>. To determine this distribution, a voxel size in the sub-micrometer range is required, which presently is only possible using synchrotron-microtomography and therefore is not yet feasible for industrial purposes.

The approach of the Institute is to split or cut paper samples into thin layers and measure the distribution of fibers, fillers and coating, using image analysis [Fig. 1]. The layers are then interconnected electronically, thus giving a 3-D model of the paper sample.

Combining 3-D paper structural information with e.g. results from evaluation methods of local ink transfer [Fig. 2] will allow a better understanding of the underlying mechanisms leading to print unevenness. This is just one of many possible examples, how this method will allow an optimization of the paper manufacturing process.



## Horst Bischof

### *seit 31.12.2003 Professor für „Computer Vision“ am Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen*

Seit 31.12.2003 bin ich am Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen Vertragsprofessor für Computer Vision. Ich bin jedoch bereits seit 1.10.2001 Gastprofessor an diesem Institut. Diese Tätigkeit hat mir erlaubt bereits einige Kooperationsprojekte zu starten, aber dazu später mehr.

Ich wurde 1967 in Saanen in der Schweiz geboren, bin aber größtenteils in der Steiermark aufgewachsen, zuerst in Fohnsdorf, dann in Neumarkt, in Murau absolvierte ich das Realgymnasium. 1985 begann ich mit dem Studium der Informatik an der TU Wien. Dort erlangte ich 1990 das Diplom und 1993 das Doktorat mit Auszeichnung. Während meines Doktoratsstudiums verbrachte ich auch einige Zeit am Institut für Neuroinformatik in Bochum. Im Jahr 1998 habilitierte ich mich an der TU Wien aus angewandter Informatik.

Von 1990 bis 1991 war ich am Institut für Fernerkundung an der Universität für Bodenkultur tätig. 1991 wechselte ich an die Abteilung für Mustererkennung und Bildverarbeitung der TU Wien, zuerst als Assistent, nach der Habilitation als Ao. Professor. Kurze Forschungsaufenthalte verbrachte ich neben Bochum auch in Laibach und Palermo. Seit Juli 2000 bin ich auch als Key-Researcher am Kompetenzzentrum Advanced Computer Vision (ACV) tätig, wo ich den Forschungsbereich für Klassifikation leite (siehe auch [www.acv.ac.at](http://www.acv.ac.at)).

Neben dem Preis der Österreichischen Arbeits-

gemeinschaft für Mustererkennung 1989 und den Siemens best presentation award 1998 erhielt ich heuer den Preis der Internationalen Pattern Recognition Society für die innovativste Arbeit im Jahr 2002 in Journal Pattern Recognition.

Meine Forschungsschwerpunkte reichen von der Objekterkennung und statistischen Methoden der Mustererkennung bis hin zu Anwendungen im Bereich der Überwachung, Biometrie, Robotik und medizinischen Bildverarbeitung. In diesem Bereichen habe ich mehr als 160 Arbeiten in Journalen, Büchern und Konferenzen verfasst (eine detaillierte Liste finden Sie in meinem Lebenslauf auf meiner Homepage (<http://www.icg.tu-graz.ac.at/~bischof>). Beispielhaft sei der Bereich der Objekterkennung näher beleuchtet (siehe auch Folien unter <http://www.icg.tu-graz.ac.at/~bischof/TUTECCV02.pdf>). Zielsetzung ist es, Objekte und Szenen auch unter schwierigen Bedingungen wie z.B. teilweiser Verdeckung, Störungen, Änderungen in Beleuchtungsverhältnissen etc., zu erkennen. Diese robuste Objekt- und Szenenerkennung ist eine notwendige Voraussetzung für kognitive Systeme und Multi-modale Schnittstellen. Ziel ist es auch Roboter zu entwickeln, die mittels bildhafter Information Lokalisierung und Navigation unter realistischen Bedingungen (d.h. auch

außerhalb des Labors) durchführen können. Abb 1 zeigt Bilder, die illustrieren wozu unsere Systeme momentan in der Lage sind.

Wie bereits angesprochen habe ich während meiner Tätigkeit als Gastprofessor bereits zahlreiche Kooperationsprojekte mit anderen Instituten der TU Graz beginnen können. Diese Kooperationen sollen natürlich weitergeführt und ausgebaut werden:

- Ein FWF Projekt gemeinsam mit Prof. Pfurtscheller beschäftigt sich mit der Fragestellung in wie weit Virtual Reality Techniken beim Brain-Computer Interface Verwendung finden können. So wollen wir z.B. die Navigation in virtuellen Welten durch reine Gedankenkraft ermöglichen.
- Ein Projekt im Rahmen eines DOC Stipendiums der Akademie der Wissenschaften gemeinsam mit Prof. Holzappel beschäftigt sich mit der Bestimmung von strukturellen Parametern aus mikroskopischen Bildern der Adventitia. Diese Parameter sollen später Eingang in die biomechanische Modellierung finden.
- In einer sehr verwandten Fragestellung beschäftigen wir uns in einem FFF-Projekt des Institutes für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik mit der Erfassung der 3D Struktur von Papierfasern.
- Gemeinsam mit Prof. Krammer vom Inst. für Apparatebau, Mechanische Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik beschäftigen wir uns in einem FWF-Projekt mit der 3D Erfassung von Filterkuchen.
- Im Rahmen des K+ Kompetenzzentrums angewandte Biokatalyse arbeiten wir mit Prof. Schwab und Prof. Klimant an der Bildanalyse zur automatischen Auswertung von Biochips.
- Kürzlich ist es uns gelungen einen FWF - Forschungsschwerpunkt zum Thema Cognitive Vision genehmigt zu bekommen. In diesem Schwerpunkt werden von der TU Graz neben mir noch Prof. Maass und Prof. Pinz beteiligt sein. Im Rahmen dieses Schwerpunktes werde ich die Arbeiten über Objekterkennung weiterführen.
- In einem Projekt teilweise finanziert vom Forschungszentrum Seibersdorf und dem FFF arbeiten wir gemeinsam mit Prof. Rinner an der Entwicklung einer intelligenten Kamera.
- Es sei noch der Spezialforschungsbereich Robotik erwähnt, wo ein Vortrag noch vor Weihnachten beim FWF eingereicht wurde. Auch an diesem Schwerpunkt werde ich mitarbeiten.

Wie Sie an dieser Liste sehen bin ich sehr an Kooperationen interessiert, und hoffe während meiner Tätigkeit in Graz noch sehr viele davon zu etablieren.

*Horst Bischof did his M.S. and Ph.D. degree in computer science at the Vienna University of Technology in 1990 and 1993, respectively. In 1998 he qualified himself as university lecturer (venia docendi) for applied computer science. He has been visiting professor at the Institute for Computer Graphics and Vision at the Graz University of Technology since Oct. 2001. H. Bischof is also key researcher at the recently founded KPlus Competence Center "Advanced Computer Vision" where he is leading research projects in the field of classification. His research interests include neural networks, adaptive methods for computer vision, object recognition and learning, topics about which he has published more than 160 scientific papers that appeared in journals and were discussed during major conferences, and he also co-authored/edited six books.*



Abb 1 Von unserem System erkannte Objekte. Man beachte die signifikanten Beleuchtungsänderungen und Verdeckungen



## Enrico Arrigoni

seit 1.11.2003 Universitätsprofessor für „Theoretische Physik mit Schwerpunkt Quantenmechanik von Korrelierten Vielteilchensystemen“ am Institut für Theoretische Physik

### Konkurrierende Phasen in korrelierten Systemen

Mein Physikstudium habe ich im Schatten des schiefen Turms von Pisa absolviert. Im Zuge der Entdeckung einer neuen Stoffklasse („Hochtemperatursupraleiter“ (HTSL)) herrschte damals Aufregung in der Festkörperphysik. Seit meiner Promotion in Pisa hat sich meine Forschungsaktivität zum Teil mit dem Verständnis der physikalischen Eigenschaften dieser neuen Materialien und vor allem des physikalischen Mechanismus, der diese neue Art von Supraleitung hervorbringt, auseinandergesetzt.

Zusätzlich zur Supraleitung zeigen diese Materialien eine Reihe interessanter Eigenschaften. Ändert man zum Beispiel die Konzentration eines bestimmten, zusätzlich eingebauten Elementes (Dotierung), so ergeben sich verschiedene Phasen (siehe Abb.1). Bei kleinen Dotierungen ist das Material sogar ein Isolator mit besonderen magnetischen Eigenschaften („Antiferromagnet“) und wird erst bei einer Dotierung von ca. 5% zum Supraleiter. Bei höheren Temperaturen tritt eine sog. „Pseudogap“-Phase auf, in der eine Art Supraleitung auf mikroskopischer Skala erscheint, die erst bei niedrigeren Temperaturen richtig supraleitend wird. In einigen HTSL tritt bei bestimmten Dotierungen eine sog. „Streifenphase“ auf, bei der sich mikroskopische, eindimensionale Strukturen bilden, die die Elektronendynamik stark beeinflussen.

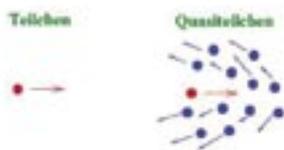
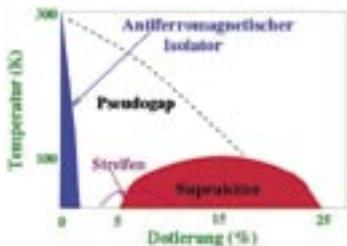


Abb1 oben: Schematisches Phasendiagramm eines typischen Hochtemperatursupraleiters. Zusätzlich zur Supraleitung zeigen diese Materialien eine Reihe verschiedener konkurrierender Phasen. Eine isolierende (antiferromagnetische) Phase bei kleinen Dotierungen, eine sog. „Pseudogap“ und eine „Streifenphase“ (siehe Text).

unten: Ein Quasiteilchen ist ein kompliziertes Objekt, das aus einem Teilchen, umgeben von seiner „Teilchenwolke“ besteht.

Nach meiner Promotion in Pisa war ich ein Jahr am Max-Planck-Institut für Physik Komplexer Systeme in Stuttgart und danach am Institut für Theoretische Physik der Universität Würzburg tätig, wo ich im Fach Theoretische Physik im Jahr 2000 habilitiert habe. Dort habe ich meine Forschungstätigkeit auf weitere Materialien ausgeweitet, die wie die HTSL unter dem Begriff „Korrelierte Vielteilchensysteme“ fallen. Diese stehen in Kontrast zu konventionellen Metallen, in denen die Elektronendynamik durch ein Bild nicht wechselwirkender Teilchen im „mittleren“ Potential der anderen Elektronen beschrieben werden kann. Durch die Idee des sowjetischen Physikers L. D. Landau, das Konzept von Teilchen durch das Konzept so genannter Quasiteilchen zu ersetzen, kann diese Beschreibung auch für zahlreiche korrelierte Systeme angewandt werden. Als vereinfachtes Bild kann man sich ein Quasiteilchen als ein kompliziertes Objekt vorstellen, bestehend aus einem Teilchen, umgeben von einer „Wolke“ anderer Teilchen, die es in seiner Bewegung mit sich zieht (siehe Abb. 1). Diese Quasiteilchen können dann als nahezu unabhängige Objekte beschrieben werden, die untereinander nur eine schwache „Restwechselwirkung“ haben.

Es gibt trotzdem Materialien (unter ihnen auch die HTSL), bei denen das Quasiteilchen-Konzept an seine Grenzen stößt oder sogar nicht anwendbar ist. Diese Stoffe sind besonders interessant, weil sie öfter eine Konkurrenz zwischen verschiedenen Phasen aufweisen, deren Verständnis eine besondere Herausforderung darstellt.

Diese konkurrierenden Phasen sind oft durch starke Nichtlineareffekte charakterisiert und können in der Zukunft für Anwendungen in verschiedenen Bereichen der Elektronik oder der Informatik benutzt werden. Meine Forschungstätigkeit hat sich während der letzten Jahre auf diesem Gebiet entwickelt. Nach den HTSL habe ich mich mit quasi-eindimensionalen Systemen beschäftigt, die ein Modell für verschiedene Stoffe, wie z. B. Carbon Nanotubes, Mesoskopische Nanostrukturen, sowie auch die o. g. „Streifen“-Strukturen der HTSL darstellen. In jüngster Zeit habe ich mich mit dem Problem der Wechselwirkung zwischen den Elektronen und den Gitterschwingungen (sog. „Phononen“) auseinandergesetzt. Diese Arbeiten habe ich zum Teil in enger Kooperation mit theoretischen und experimentellen Arbeitsgruppen in den USA [den Universitäten Stanford und UCLA (Los Angeles)] und in Genf durchgeführt. In diesen Universitäten habe ich mit Unterstützung eines mir im 2001 gewährten Heisenberg-Stipendiums der deutschen Forschungsgemeinschaft zahlreiche Forschungsaufenthalte absolviert.

Diese Forschungsschwerpunkte und im allgemein der Schwerpunkt „Korrelierte Vielteilchensysteme“ mit Anwendung auf neue Materialien möchte ich an der TU Graz, wo ich im November 2003 als Universitätsprofessor für Theoretische Physik ernannt worden bin, weiterverfolgen.

Wenn Sie mehr über diese Themen wissen wollen (Links):

(Hochtemperatur)supraleitung:

<http://superconductors.org/>

[http://cnls.lanl.gov/Highlights/1997-06/html/June\\_97.html](http://cnls.lanl.gov/Highlights/1997-06/html/June_97.html)

Quasiteilchen:

<http://arxiv.org/abs/cond-mat/9807366>,

<http://www.oxides.bham.ac.uk/nonfermi.pdf>

Streifenphase:

<http://arxiv.org/abs/cond-mat/9907228>

### Competing phases in correlated systems

*High-Temperature Superconducting materials (HTSM) show – besides superconductivity – a number of unconventional phases. At low doping concentrations, these systems actually behave as antiferromagnetic insulators, and become superconductors only beyond a doping of approximately 5%. Just above the superconducting critical temperature, these materials are in a so-called “pseudogap”-phase with microscopic superconducting correlations. Finally, in some HTSM a so-called “stripe” phase occurs characterized by the presence of one-dimensional spin- and charge structures.*

*HTSM belong to a larger class of so-called correlated systems. In these systems, in contrast to conventional metals, the electron dynamics cannot be described in terms of independent particles moving in an average field. The introduction of the “Quasiparticle” concept makes this description also possible for a number of correlated systems. A simple view of a quasiparticle is that of a particle surrounded by a cloud of other particles drawn by its motion.*

*Still, there are several materials in which the quasiparticle concept is at the borderline of its applicability. Systems in which this occurs – among other the HTSM – are often characterized by a competition between different phases, and their study constitutes one of the most interesting challenges of modern condensed-matter physics.*



## Peter Grabner

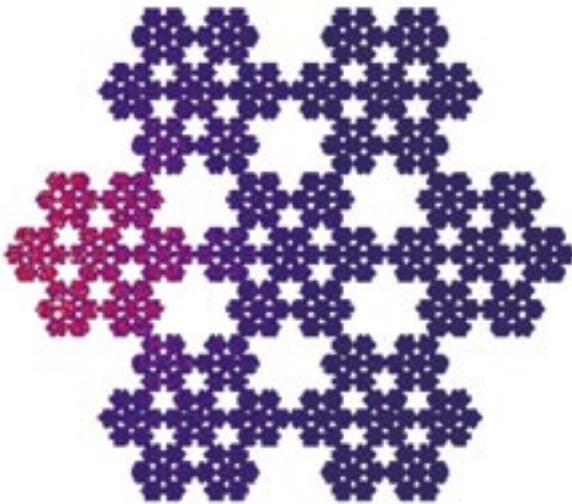
*seit 3.11.2003 Professor für „Constructive and Computational Mathematics“ am Institut für Mathematik*

Mein Arbeitsgebiet lässt sich kurz mit dem von Donald Knuth geprägten Begriff der „Concrete Mathematics“ umschreiben, also dem Zusammenspiel von *kon*-tinuierlicher und *dis*-kreter Mathematik. Die mit diesem Begriff umschriebenen Methoden stammen hauptsächlich aus der analytischen Zahlentheorie und haben vielseitige Anwendungen besonders in der analytischen Kombinatorik, der Wahrscheinlichkeitstheorie und der probabilistischen Analyse von Algorithmen gefunden. Ich beschäftige mich mit der Anwendung dieser Methoden auf verschiedene mathematische Gebiete:

*Analytische Zahlentheorie:* Ausgehend von Resultaten von Delange und anderen beschäftige ich mich mit Verteilungseigenschaften additiver Funktionen, die durch Ziffernentwicklungen definiert sind. Anwendungen dieser Untersuchungen liegen etwa in der Kryptographie, wo es durch Verwendung alternativer Zahlendarstellungen gelingt, die Anzahl der Rechenoperationen bei der Multiplikation von Punkten auf elliptischen Kurven zu minimieren.

*Analyse von Algorithmen:* seit Knuth's bahnbrechendem Werk „The Art of Computer Programming“ haben analytische Methoden Anwendung in der Informatik gefunden. Um die Qualität von

Algorithmen bewerten zu können, studiert man die Anzahl der Operationen, die zur Bearbeitung eines Datensatzes benötigt werden. Dabei kann man entweder das Verhalten im schlechtest möglichen Fall oder das durchschnittliche Verhalten unter einem probabilistischen Modell studieren.



Simulation der Wärmeausbreitung auf einem Fraktal

Ich interessiere mich besonders für die Untersuchung rekursiver Algorithmen unter geeigneten wahrscheinlichkeitstheoretischen Modellen. Dabei treten fraktale Phänomene auf, die sich auch in der Untersuchung von Ziffernfunktionen zeigen.

*Diffusion auf Fraktalen:* ausgehend von der klassischen Brownschen Bewegung wurden seit den 1980-er Jahren Diffusionen auf fraktalen Mengen studiert. Diese dienen als Modelle für die Wärmeausbreitung bzw. den Stofftransport in porösen Medien. Die Konstruktion der Diffusion verwendet für gewisse Klassen von Fraktalen Irrfahrten auf selbstähnlichen Graphen. Ich interessiere mich für das genaue Studium des Verhaltens dieser Irrfahrten, bzw. der Diffusionen, etwa für Periodizitätsphänomene, die beim Studium der Ausbreitungsgeschwindigkeiten und der Übergangswahrscheinlichkeiten auftreten.

*Punktverteilungen auf der Sphäre:* numerische Integration und Approximation von Funktionen auf der Sphäre hat viele Anwendungen, etwa in der Geodäsie. Den verwendeten Approximationen liegen diskrete Punktverteilungen zugrunde, die den jeweiligen Problemstellungen angepasst werden müssen. Hier zeigt sich, dass für verschiedene Anwendungen unterschiedliche Gütemaße für die Verteilung der Punkte verwendet werden müssen. Solche Maße sind etwa die Diskrepanz, diskrete Energiefunktionale, Dispersion, etc. Ich beschäftige mich mit dem Vergleich verschiedener solcher Verteilungsmaße und der Anwendung dieser Maße auf numerische Integration und Approximation.

### Lebenslauf

6.7.1966 geboren in Linz  
1985-1990 Studium der Technischen Mathematik an der TU Wien  
1991-1994 FWF-Projektmitarbeiter an der TU Graz  
1994 Habilitation  
1994-95 Schrödinger-Stipendiat an der Université de Provence, Marseille  
1995-2003 Universitätsdozent an der TU Graz und regelmäßige Gastaufenthalte an der University of the Witwatersrand und der Université de Provence  
1998 START-Preis des FWF  
2003 Ruf an die University of the Witwatersrand, Johannesburg (abgelehnt)  
2003 Ruf an die TU Graz

*My field of work can be described shortly by Donald Knuth's coined phrase of „Concrete Mathematics“. This means the interaction between con-tinuous and dis-crete mathematics. Most of these methods are based on classic analytic number theory. I am interested in the application of these methods in the various fields of mathematics described below:*

*Analytic number theory:* In this field I am interested in the distribution behavior of additive functions related to numeration systems. These investigations have found applications in cryptography, where certain digital expansions of integers can be used to increase the speed of the computation of multiples of points on elliptic curves.

*Analysis of algorithms:* The study of the behavior of algorithms under a probabilistic model has been initiated by Knuth in his seminal series of books „The Art of Computer Programming“. I am mostly interested in the study of the average behavior of recursive algorithms. Here we can find fractal periodicity phenomena, which are also encountered in the study of digital expansions.

*Diffusion on fractals:* Diffusion on fractal sets has been introduced as a model for heat diffusion and mass transport in porous materials. The construction of such diffusions for certain classes of fractals uses random walks on self-similar graphs. I am interested in the detailed study of certain parameters of these diffusions and random walks, for instance the speed of the diffusion and the transition probabilities.

*Point distributions on the sphere:* Numerical integration and approximation of functions on the sphere have various applications, for instance in geodesy. These approximations are based on discrete point distributions, which have to be designed to fit specific problems. It turns out that different problems lead to different measures for the quality of such point distributions, such as discrepancy, discrete energy functionals, dispersion, etc. I am interested in the comparison of these different quality measures and their application to numerical integration and approximation.



## Susanne Hauser

seit 1.10.2003 Professorin für „Kunstgeschichte und Kulturwissenschaften“ am Institut für Kunst- und Kulturwissenschaften

Architektur steht heute unter den Bedingungen eines schnellen ökonomischen und technischen Wandels, der die sozialen Räume in denen wir leben, permanent in Frage stellt. Die Architekturausbildung muss sich dem entsprechend auf Wissen und Praktiken beziehen, die über die materielle, bauliche Realisierung hinaus Antworten auf neue raumbezogene Problemstellungen liefern.

In dieser Situation können die Künste als experimentelle und Avantgardepraktiken wie auch die Theorie und Geschichte der Kultur das Verständnis von Veränderungen ebenso unterstützen wie Optionen für eine sozial wie ästhetisch nachhaltige Architektur eröffnen.

Meine Lehre und Forschung an der Technischen Universität Graz wird sich auf fünf Aspekte der Kunst- und Kulturwissenschaften konzentrieren, auf

- Kulturtheorie und -geschichte
- Soziologie des Raumes
- Medien- und Technikgeschichte
- Kunst- und Bildwissenschaft sowie
- allgemeine Ästhetik

■ Kulturtheorie und -geschichte lehren das Sehen und Begreifen von Kulturen, zuerst der eigenen. Thematisiert werden Kapitel aus der Wahrnehmungs- und Mentalitätsgeschichte, der Kulturgeschichte der Natur und der Landschaft, der Kultur- und Sozialgeschichte der Geschlechter, dazu anthropologische Fragen, weil das sich wandelnde Konzept „des Menschen“ für die Architektur relevant ist.

■ Soziologie des Raumes diskutiert die früher wie heute gelebten Räume und ihre gesellschaftlichen Bedingungen in ihren Qualitäten und ihren sozioökonomischen Bestimmtheiten. Zentral sind hier sozialpsychologische und urbanethnologische Ansätze.

■ Eine architekturbezogene Medien- und Technikgeschichte aus kulturwissenschaftlicher Perspektive weist Zusammenhänge von Wahrnehmung und Technik auf. Von Interesse sind hier vor allem Wechselbeziehungen zwischen Raumerfahrung und Technologieentwicklung.

■ Kunsttheorie und -geschichte sind unter zwei Gesichtspunkten wesentlich, für die Ausbildung der Bildkompetenz und in der Funktion eines Fundus wie einer kritischen Instanz aktueller Entwürfe. Gegenstän-

de sind neben Werken der Architektur die bildenden Künste, auch Fotografie, Film, Video und interaktive Medien.

■ Ästhetik befasst sich mit den Formen und Weisen gesellschaftlichen Wahrnehmens und den Urteilen über das Wahrgenommene. Hier ist im Sinne neuerer Kulturwissenschaft die Ästhetik des Auges um eine des Ohres und der Nahsinne zu ergänzen sowie die Historizität der Sinne und die Ästhetik der Materialien zu thematisieren.

Diese Aspekte bestimmen zur Zeit die Neugestaltung der Vorlesungen und Seminare und gehen ein in die Entwicklung von Forschungsprojekten.

### Forschungsschwerpunkte

In den nächsten Jahren werde ich drei Arbeitsschwerpunkte weiterverfolgen und ausbauen:

- Raum und Identität unter Bedingungen einer „globalisierten“ Wirtschaft
- Architektur und Vernetzung
- Materialästhetik in Kunst und Architektur

Ein Forschungsprojekt zum ersten Schwerpunkt beginnt bereits im Januar 2004. Seine Aufgabe ist die Entwicklung einer Theorie der Ästhetik und des Entwurfs (in) der urbanisierten Landschaft. Das Projekt ist der kulturwissenschaftliche Beitrag zum Ladenburger Kolleg „Mitten am Rand“ – Zur Qualifizierung der Zwischenstadt“, das die Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung finanziert.

Forschungsanträge, die die drei Schwerpunkte weiter konkretisieren, entstehen darüber hinaus zur Zeit zu folgenden Themen:

„Territory and Identity – Space and Place in the 21st Century“

In diesem Projekt wird es um die Untersuchung der Auswirkungen wirtschaftlicher und sozialer Prozesse auf den Umgang, die Konzeption und die Praxis des Raumes gehen. Gegenstand der Untersuchung sind fünf konkrete Areale in fünf europäischen Ländern.

„Die Grenzen des Hauses“

Ziel ist die Erarbeitung einer Geschichte des städtischen Hauses aus der Perspektive der Aufhebung seiner Autonomie durch Vernetzungsprozesse. Die Untersuchung umfasst auch die gestalterischen

und planerischen Reaktionen auf infrastrukturelle und mediale Entwicklungen und soll erlauben, heutige Entwurfsaufgaben vor



Objekte im Raum. Installation im Museum der Dinge, Berlin. Foto: Museum der Dinge

dem Hintergrund langfristiger kulturhistorischer Entwicklungen einzuschätzen.

*„Kunst-Stoff: Materialästhetik in Architektur und bildender Kunst“*

Ziel des Projektes ist es, die ästhetischen und symbolischen Qualitäten und Potentiale ausgewählter Kunststoffe zu erforschen. Künstlerische Erfahrungen mit Kunststoffen seit 1920 bis heute werden dabei im Vordergrund stehen, da sie die Materialeigenschaften neuer Stoffe in besonderem Maße in ästhetischer Hinsicht erproben.

#### Lebenslauf

1977-1982 Studium der Geschichte, Linguistik, Philosophie, Germanistik und Kunstgeschichte in Bonn, Freiburg und Berlin. 1983-88 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TU Berlin, Arbeitsstelle für Semiotik. Promotion 1989. 1988-1995 Büro für Organisationsberatung in Berlin. 1995/96 Fellow am Wissenschaftskolleg zu Berlin (Institute for Advanced Studies). 1999 Habilitation am Kulturwissenschaftlichen Seminar der Humboldt-Universität zu Berlin.

Lehrtätigkeit an kulturwissenschaftlichen und Architekturfakultäten in Berlin, Innsbruck und Stockholm. Gastaufenthalte u.a. in Paris (École des Hautes Études en Sciences Sociales) und in Washington, D.C. (GACVS). 2000-2003 Gastprofessuren an der Universität Kassel, zuletzt Vertretung des Lehrstuhls „Landschaftsästhetik, Landschaftsgeschichte“ im Studienbereich Architektur, Stadtplanung und Landschaftsplanung.

Projekte, Publikationen und Vorträge zu kulturtheoretischen und -historischen sowie zu architektur- und planungstheoretischen Themen. Neuere Buchpublikationen: „Metamorphosen des Abfalls. Konzepte für alte Industrieareale“. Frankfurt/M., New York: Campus 2001. „Die Brache als Chance. Ein transdisziplinärer Dialog über verbrauchte Flächen“ (ed. mit Dieter D. Genske), Berlin: Springer. „Spielsituationen. Über das Entwerfen von Städten und Häusern“. Köln: Kunsthochschule für Medien, Walther König 2003.

*The challenge for today's developing economies and communication facilities, that keep reshaping the social spaces we live in. In this situation the arts – as experimental and avant-garde practices – and the theory and history of culture help to understand change and to reflect the options for the creation of socially and aesthetically sustainable architecture.*

*The Institute for History of Arts and Cultural Studies at TU Graz offers courses, that discuss architecture from the point of view of anthropology and cultural history, the sociology of space, theory and history of technology and the media, art history and aesthetics.*

*My research activities will focus on three subjects: (1) local space and identity in a „global“ economy (2) architecture and networks (3) materials and their aesthetics in the arts and in architecture. A research project related to the first topic starts in January 2004. Its task is the development of an innovative approach to design for urbanized landscapes in metropolitan areas.*

Vertrags.-Prof. dipl.Architekt ETH Ernst Hubeli  
Institut für Städtebau  
E-Mail: hubeli@tugraz.at  
Tel: 0316 873 6784



## Ernst Hubeli

### *seit 3.11.2003 Professor für „Städtebau und Raumplanung“ am Institut für Städtebau und Umweltgestaltung*

Der aktuelle Strukturwandel von Urbanität ist für alle europäischen Universitäten eine große Herausforderung. Sie wirft die Frage auf, was die spezifische Form der Urbanisierung am Beginn des 21. Jahrhunderts ist, und mit welchen Forschungsmethoden und Entwurfsstrategien sie analysiert und gestaltet werden kann. Dabei stehen folgende Themen im Vordergrund:

■ Der Siedlungsraum ist heute netzartiger, gleichgewichtiger und weniger zentralisiert, so dass die traditionelle Stadt als Standort nur noch eine Option ist. Die Standort-Konkurrenz hat sich in die Regionen, Agglomerationen und Nationen ausgedehnt. 80% der Europäer leben heute in einer verstärkerten Landschaft.

■ Die Verstädterung des Umlandes hat die Kernstädte politisch geschwächt. Denn die Stadtbenutzer wohnen hauptsächlich in der Region. Viele Kernstädte mit 300'000 bis 500'000 Einwohnern werden heute von ein bis zwei Millionen Kunden beansprucht. So orientiert sich die Stadtpolitik vor allem an den spezialisierten Wünschen der Stadtkunden.

■ Urbanität entsteht heute auch „künstlich“, ohne Geschichte. Eine Folge davon ist die Einkapselung des Urbanen in Malls und Event-Cities, wo „Stadt“ simuliert und von Zeit und Ort getrennt ist, was einer globalen Hyperkultur entspricht. Diese Entortung entspricht einer Hybridisierung des Urbanen, so dass Urbanität an neue Grenzen ihrer Künstlichkeit stößt. Die Kritik an den genutierten Stadtzellen ändert nichts an der Tatsache, dass sie neuen Lebensgewohnheiten, Kommunikationsmitteln, Arbeitsformen entsprechen. Es stellt sich aber die Frage, ob dieser virtuelle – den architektonischen Raum zerstört oder mit ihm koexistiert.

■ Die Stadt ist heute als ein Organisationsfeld zu verstehen, wo sich Inseln für voluntaristische Gemeinschaften bilden – oft nur temporär, wie auch die Bindungen an Orte kurzfristiger werden. Die entsprechende Dynamik und Instabilität bezieht sich einerseits auf die Funktionen einzelner Gebäude (in Japan gibt es bereits einen Abschreibungszyklus von zwölf Jahren), andererseits auf großräumliche, instabile Funktionstrennungen von Wohnen, Arbeiten und Freizeit. Aus diesem Zusammenhang kann man von einem permanenten Stadtbau sprechen, der nicht nur postindustriell, sondern auch postfunktional ist.

Am Institut für Städtebau werden in den nächsten Jahren diese und verwandte Themen in der Forschung und Lehre verfolgt. Es muss dabei von transdisziplinären Erkenntnismethoden ausgegangen werden, da sich politische und soziologische mit architektonischen und städtebaulichen Fragen verflechten. Dies betrifft auch die Entwurfslehre. Ein Entwurf wird in Zukunft weniger als ein fertiges Objekt und mehr als ein Prozess begriffen. Er ist geprägt von sich ändernden Rahmenbedingungen, so dass auch Ungewissheiten den Entwurf konstituieren. Insofern ist jeder Entwurf eine Komplexitätsreduktion, also etwas Vorläufiges und keine „Lösung“.

Aus diesen Zusammenhängen kann man auch von einer deprogrammierten Architektur sprechen. Das heißt u.a., dass soziale Prozesse den Maßstab setzen und weniger subjektiver Gestaltungswille.

Die Form wird durch eine Überform ersetzt: sie strukturiert möglichst viele Informationen und Themen, aber auch Unbestimmtes. Ein entsprechendes Raumgefüge lässt Gebrauchs- und Aneignungsformen weitgehend offen. Die Überform ist komplett genug für den Gebrauch und unvollständig genug für die subjektive Aneignung und komplex genug, um antizipationsfähig zu sein. So konkretisiert sich der architektonische Raum darin, dass er laufend durch Aneignung interpretiert werden kann.

#### Lebenslauf

Studium: Architektur an der ETH-Zürich, 1968-1973, Städtebau und Publizistik TU- und FU Berlin; eigenes Büro seit 1980 mit A. Herzog; seit 2002 Gastprofessor an der TU Graz; seit 2003 Professor an der TU Graz.

Aktuelle Baurealisierungen: Großüberbauung mit Mischnutzungen und 150 Wohnungen in Zürich-West; Multifunktionelle Hallen, ABB-Areal Zürich-Nord; Wohnhaus mit Büros in Lugano; Fabrikkomplex „Toni“, Umnutzung und Erweiterung in ein urbanes Zentrum mit Museen, Zürich-West; Indianermuseum in Zürich; Obermühle, Umnutzung und Neubauten, Baar.

Aktuelle Wettbewerbserfolge 2002/2003: Wohnsiedlung (330 Wohnungen) bei Zürich 1.Preis; Boulevard Güterstrasse, Basel, 1.Preis; Bahnhof, Gewerbe, Wohnbauten, Freizeitlandschaft, Langnau am Albis, bei Zürich, 1.Preis; Gesamteuropäischer, städtebaulicher Ideenwettbewerb, Mannheim; 2.Preis; „Kaisermeile“, Augsburg, 2.Preis.

Forschungen seit 1998: Stadterneuerung in der Schweiz; Umnutzung von Industriebrachen; Öffentlichkeit und Öffentlicher Raum; Bilderpolitik (Architektur, Baugesetze und Lokalpolitik); Der neue Stellenwert von Hochhäusern; Innovationen im Wohnungsbau, in Bearbeitung

Redakteur, Publikationen: ‚Werk, Bauen+Wohnen‘, 1983-2000; diverse Bücher, über 500 Publikationen in Fachzeitschriften und Tageszeitungen; Fernsehsendungen, Durchführung von Ausstellungen, Wettbewerben und Kongressen.

*The profound transformation of European Cities over the past 20 years calls for an urgently needed discussion about the perspectives of urban development in Europe, and also about the research methods and design strategies to be used for its analysis and design. The important topics are:*

1. *Today 80 per cent of all Europeans live in urbanized areas. It means that the populated areas now appear like networks, population density is distributed more equally and less centralized.*
2. *The loss of political weight of the cities is due to those, who spend time in a city for different reasons, but actually prefer to live in the surrounding regions. As a result, urban politicians more and more try to meet the requirements of the urban customers from outside.*
3. *Urban places can be created artificially. We can therefore speak about a “hybridization” of the urban character. One consequence of this phenomenon is the spatial encapsulation of the urban space, reflecting a global hyper-culture.*
4. *The dynamism and instability of urban development apply to the functions and the separation of living, working and leisure. Today, the urbanization process is not just post-industrial but also post-functional.*



## Helmut Schwab

### *seit 1.12.2003 Universitätsprofessor für „Biotechnologie mit dem Schwerpunkt Molekulare Biotechnologie“ am Institut für Biotechnologie*

**Biotechnologie – Eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts**

Die Biowissenschaften und die Biotechnologie haben im 20. Jahrhundert eine revolutionäre Entwicklung gebracht. Einen besonderen Meilenstein hat die Aufklärung der Struktur und der Funktion der DNA, die als zentraler Träger der genetischen Information dient, gesetzt. Damit ist nicht nur die Erforschung biologischer Systeme auf eine neue Dimension gehoben worden. Es wurde auch Realität, direkt in die Baupläne von lebenden Organismen eingreifen zu können. Diese Basis hat Biotechnologie zu einer Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts gemacht.

Mit der Einrichtung einer Professur und eines Instituts für Molekulare Biotechnologie hat die TU Graz einen richtungweisenden Schritt gesetzt. Sie hat damit eine klare Orientierung auf den weiteren Ausbau der technischen Biowissenschaften festgelegt sowie eine moderne Konzeption definiert - die Verbindung der molekularen mit der technischen Dimension. Ingenieur-Denken und geplante Konstruktionsarbeit werden in die molekulare Ebene eingebracht. In die andere Richtung werden molekulare Konzepte in technologische Entwicklungen integriert. Diese Verknüpfung wird international als eine der wichtigen Säulen für innovative Entwicklungen in der Biotechnologie gesehen. Derzeit mit rasanter Entwicklung entstehende Bereiche wie Nanobiotechnologie basieren auf diesem Konzept. Hervorzuheben ist weiters, dass mit der Etablierung von zwei Professuren im Bereich Bioinformatik einer zweiten wichtigen Säule der modernen Biotechnologie, die Verknüpfung mit den Informationswissenschaften, Rechnung getragen wurde.

#### **Molekulare Biotechnologie – Engineering von Biosystemen**

Biotechnologie beschäftigt sich mit allen Problemfeldern, die mit der Nutzung von Biosystemen, das sind lebende Zellen oder funktionelle Teile davon (z.B. Enzyme oder andere Proteine mit spezifischen Funktionen) für Anwendungen, vorwiegend in Industrie, Landwirtschaft, Umwelt und Medizin, verbunden sind. Im Verständnis der modernen Biotechnologie spannen sich die Interessensfelder von großtechnischen Produktionsverfahren, bei denen Produkte mit Hilfe von gezüchteten Mikroorganismen oder Zellen von höheren Organismen in Bioreaktoren hergestellt werden, bis hin zu direkten medizinischen Anwendungen am Menschen wie z.B. Gentherapie. Aus diesen vielfältigen Aufgabenfeldern ist klar ersichtlich, dass Biotechnologie ein hoch interdisziplinäres Wissensgebiet darstellt.

Die Molekulare Biotechnologie umfasst den Anteil der Biotechnologie, der sich mit dem Engineering von Biosystemen auf der molekularen Ebene beschäftigt. Biologische Systeme, wie sie von der Natur im Verlauf der Evolution entwickelt worden sind, müssen einerseits optimiert werden, um effiziente biotechnische Produktionsverfahren entwickeln zu können. Andererseits sind für bestimmte Anwendungen keine natürlichen Systeme vorhanden. Es ist daher wichtig, Strategien und Methoden zu entwickeln, um Eigenschaften solcher Biosysteme entsprechend den Anforderungen spezifischer Anwendungen zu optimieren, bzw. neuartige Biosysteme zu schaffen, um bestimmte Anwendungen überhaupt realisieren zu können.

Der wichtigste Zugang zum Engineering von Biosystemen ist durch Gentechnik gegeben. Damit kann die genetische Information für bestimmte Funktionen aus dem komplexen Genom eines Organismus isoliert, in vitro gezielt verändert und letztlich wieder in funktioneller Form in lebende Organismen eingepflanzt werden. Weiters kann genetische Information völlig neu „komponiert“ und chemisch synthetisiert werden. Damit ist es möglich, Organismen gezielt neue Funktionen zu verleihen (Zell-Engineering) oder die

Eigenschaften von Biomolekülen wie Proteine (Enzyme) selektiv zu verändern (Protein-Engineering).

#### **Molekulare Biotechnologie – ein bereits gut etablierter Schwerpunkt an der TU Graz**

Die Aktivitäten in Lehre und Forschung im Bereich Molekulare Biotechnologie können nahezu als Pionierarbeit in Österreich und im Grazer Raum gesehen werden. Erste Projekte sind bereits zu Beginn der 80-iger Jahre des vorigen Jahrhunderts angelaufen. Als Schwerpunkt in der Forschung hat sich die Bearbeitung mikrobieller Biosysteme für industrielle Anwendungen entwickelt. In den ersten Jahren wurde vorwiegend an der Entwicklung von Gentechnik-„Werkzeugen“ bei Bakterien und Pilzen gearbeitet.

In den letzten Jahren hat sich die Forschungsarbeit vorwiegend auf Molekulare Enzymologie und Engineering von Enzymen fokussiert, die wesentlich zum Spezialforschungsbereich „Biokatalyse“ beigetragen haben. Die Forschungsarbeiten in diesen Themenfeldern tragen auch einen größeren Anteil des Programms des kürzlich etablierten Kompetenzzentrums „Angewandte Biokatalyse“. Die derzeit bearbeiteten Themen umfassen:

- Erschließung von neuen Enzymsystemen durch Screening auf der Genomebene
- Entwicklung von neuen Strategien und Screeningsystemen für Enzym Engineering (directed evolution, rationales Design)
- Molekulare und funktionelle Analyse von Enzymen und Enzymvarianten
- Gezielte Entwicklung von Enzymen für spezifische biokatalytische Anwendungen

Ein zweiter Schwerpunkt ist die Entwicklung von effizienten Expressionssystemen zur heterologen Produktion von Proteinen. Es wird vorwiegend mit dem Hefepilz *Pichia pastoris* gearbeitet. Integrierte molekulare Analyse, gezieltes Zell-Engineering sowie Entwicklung von effizienten Vektorsystemen stellen die Basis für den Aufbau von effizienten „Zellfabriken“ zur Produktion von Enzymen und anderen Proteinen, wie z.B. pharmazeutisch wichtigen Humanproteinen, dar. Aufgabenfelder der näheren Zukunft werden der Einstieg in den Bereich Nanobiotechnologie und das Engineering von pharmazeutisch interessanten Proteinen darstellen.

*Biotechnology is regarded as one of the key technologies of the 21st century. By establishing the Institute of Molecular Biotechnology and combining expertise in both molecular research and engineering, Graz University of Technology has laid the foundations for a strong commitment in the field of applied biosciences.*

*Biotechnology is a highly multi-disciplinary science. It deals with all areas, that use bio-systems (living cells or its functional parts, like e.g. enzymes), for industrial, agricultural, environmental and medical applications. Molecular Biotechnology comprises that part of Biotechnology which deals with the molecular engineering of bio-systems. In order to establish efficient bioprocesses and applications, cells or enzymes have to be engineered at the molecular level. The aim is to either improve natural systems or to create novel bio-systems, using mostly tools of modern gene technology (genetic engineering).*

*Molecular biotechnology has been deeply rooted in Graz for a long time. Recent research interests focus on the fields of molecular enzymology and enzyme engineering as well as cell engineering to establish routes for the development of efficient enzymes and microbial systems for the expression of heterologous proteins. Future interests include steps into nanobiotechnology and engineering of proteins of pharmaceutical potential.*



## Anregungsprozesse in organischen Halbleitermaterialien

### *Excitation Processes in Organic Semiconductors*

Organische Halbleiter sind eine besonders interessante Materialklasse, da sie die in zahlreichen Bereichen genutzten Eigenschaften klassischer Halbleiter mit der großen Vielfalt an in der organischen Chemie möglichen Substanzen verbinden. So erlauben sie den Bau elektronischer Schaltungen, kostengünstiger Solarzellen oder vielfarbiger Bildschirme. Diese können dann in anorganischen Halbleitern nicht realisierbare Eigenschaften wie mechanische Flexibilität haben. Außerdem lassen sich andere Material-Parameter, wie beispielsweise die Emissionsfarbe sehr einfach einstellen, indem man die chemische Struktur der verwendeten molekularen Bausteine während der Synthese gezielt einstellt. Daneben sind konjugierte organische Materialien vielversprechende Kandidaten für Anwendungen in der Datenübertragung (nichtlineare optische Bauelemente) oder als Datenspeicher mit enormen Datendichten (3-dimensionale Strukturierung unter Ausnützung nichtlinearer Absorptionsprozesse). In den letzten Jahren gewinnen organische Halbleiter auch als Elemente verschiedener Nanostrukturen immer mehr an Bedeutung.

An unserem Institut hat die Arbeit mit organischen Halbleitern bereits eine lange Tradition. Die Untersuchung exotischer niedrig-dimensionaler Systeme wurde von Prof. Kahlert and Prof. Leising schon vor fast 25 Jahren begonnen. Dabei versuchen wir, einen möglichst breiten Zugang zu wählen, der neben der Herstellung und Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente auch verschiedenste spektroskopische Techniken mit strukturellen Untersuchungen und quantenmechanischen Simulationen verbindet.

Mein Hauptinteresse ist - durch die Kombination experimenteller und theoretischer Methoden - ein vertieftes Verständnis der intrinsischen Eigenschaften der verwendeten Materialien zu gewinnen. Ziel ist es hier, durch bessere Modelle für die Zusammenhänge zwischen der chemischen Struktur konjugierter Moleküle und deren optischen und elektronischen Eigenschaften, Wege aufzuzeigen, die entweder zu einer Verbesserung bereits bekannter Anwendungen führen oder die Entwicklung von Materialien mit völlig neuartigen Eigenschaften zulassen. Dabei ist es besonders attraktiv, in einem hoch aktuellen, multidisziplinären und vergleichsweise „jungem“ Forschungsgebiet tätig zu sein, in dem es noch jede Menge Spielraum für die Umsetzung neuer Ideen gibt.

Unsere Arbeit ist (wie man z.B. meinen beiden oben angegebenen Adressen entnehmen kann) im Grenzbereich zwischen Physik und Chemie angesiedelt und so war es in den letzten Jahren auch eines meiner Ziele, durch ein Verbinden von Beschreibungsmodellen aus der klassischen Halbleiterphysik und aus der Quantenchemie, einen Brückenschlag zwischen diesen beiden Wissenschaftsdisziplinen zu ermöglichen.

Ein weiterer Eckpfeiler unserer Forschungsarbeit sind intensive Kooperationen mit nationalen sowie internationalen Partnern; letztere befinden sich sowohl in Europa, den USA, wie auch in China. Schon während meiner Diplomarbeit und später dann auch während der Dissertation hatte ich immer wieder die Möglichkeit, mehrere Wochen im Ausland zu verbringen (insbesondere am Institut für Festkörper und Werkstoffforschung in Dresden, an der Université de Mons-Hainaut in Belgien und im Department of Chemistry der University of Arizona). Im Rahmen meiner Dienstfreistellung war ich

dann ein Jahr lang an der University of Arizona tätig und seit August 2003 arbeite ich in Atlanta am Georgia Institute of Technology, wo ich noch weiter etwa eineinhalb Jahre als Senior Reserch Scientist mit Jean-Luc Brédas tätig sein werde. Eines meiner erklärten Ziele ist es dabei, einen intensiven wissenschaftlichen Austausch zwischen der University of Arizona / dem Georgia Institute of Technology und der Technischen Universität Graz zu initiieren. Dies hat in den letzten Jahr schon ganz gut funktioniert (Dr. Alexander Pogantsch, Dr. Georg Heimel und DI Herbert Wiesenhofer waren im Rahmen ihrer Dissertationen jeweils etwa einen Monat in Arizona, DI Peter Pacher hat im Rahmen seines 6-monatigen Forschungsaufenthaltes den Großteil der wissenschaftlichen Arbeiten für seine Diplomarbeit in Tucson durchgeführt, Wojciech Haske war für einen Monat in Graz, Christian Fink und DI Lorenz Romaner arbeiten seit vergangenem Herbst unter meiner Betreuung am Georgia Institute of Technology). Für die nächsten Jahre ist eine Intensivierung dieses Austausches geplant, wobei auch das Massachusetts Institute of Technology (Prof. Stellacci) mit einbezogen werden soll. Ich bin davon überzeugt, dass die dabei aufgebauten internationalen Kontakte und Forschungs Kooperationen auch nach meiner Rückkehr an die TU Graz im Sommer 2005 von großem Vorteil für unsere Arbeitsgruppe sein werden.

### *Excitation Processes in Organic Semiconductors*

*Organic semiconductors are a highly attractive class of materials as they combine typical features of polymers (like mechanical flexibility) with the electronic and optical characteristics of inorganic semiconductors. During the past few years they thus made their way into several commercial applications. This class of materials has been investigated in our institute for about two decades and the main goal of my research is to find reliable relationships between the molecular structures of the materials and their optoelectronic properties in order to develop guidelines for future synthetic efforts. This is achieved by combining a wide range of experimental and theoretical techniques relying on numerous national as well as international co-operations. So far they resulted in extended research visits in Germany, Belgium and the US. During my leave from Graz University of Technology I have worked for one year at the University of Arizona with Jean-Luc Brédas and I am currently at the Georgia Institute of Technology. One of the primary goals during my leave is to establish an intensive exchange of students and a close contact between the involved US universities and Graz University of Technology.*



# Extrakorporale künstliche Bauchspeicheldrüse mit minimal invasiven Zugängen

## *Minimal Invasive Extra Corporeal Artificial Endocrine Pancreas*

Ich bin Biomedizinische Technikerin, befasse mich mit der Künstlichen Bauchspeicheldrüse und freue mich, Ihnen im folgenden ein Bild von mir und meinem Forschungsbereich zu vermitteln.

### Zur Person

Nach der Matura (Realgymnasium Bruneck, Südtirol) habe ich das Studium der Elektrotechnik, Studienzweig Elektro- und Biomedizinische Technik an der TU Graz begonnen und Anfang 2000 mit Auszeichnung abgeschlossen. Direkt im Anschluss habe ich im Rahmen des EU-Projektes ADICOL ([www.ADICOL.org](http://www.ADICOL.org)) meine Forschungsarbeit aufgenommen. Das Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik, Abteilung Biophysik (Prof. Dr. Paul Wach) und die Medizinische Universitätsklinik Graz, Diabetologie und Stoffwechsel (Prof. Dr. Thomas R. Pieber) waren daran beteiligt und bieten in ihrer Kooperation ein multidisziplinäres und offenes Umfeld für meine Arbeiten und Interessen. Voraussichtlicher Abschluss meiner Dissertation ist noch dieses Jahr.

### Zum Forschungsbereich

Unsere Körperzellen brauchen Energie. Diese führen wir ihnen über die Nahrung unter anderem in Form von Kohlenhydraten zu. Die Kohlenhydrate werden im Verdauungsprozess in Glukose (Traubenzucker) umgewandelt und gelangen über den Blutkreislauf zu den Zellen. Damit die Zellen die angebotene Energie in Form von Glukose aufnehmen können, ist das Hormon Insulin nötig. Insulin ermöglicht den Transport von Glukose in die Zelle.

5-6 % der österreichischen Bevölkerung leiden unter Störungen in diesem Ablauf. Sie sind an Diabetes mellitus erkrankt. Bei 10 % der Erkrankten liegt die Störungsursache in einer körpereigenen Zerstörung der Insulin produzierenden Bereiche der Bauchspeicheldrüse. Insulin fehlt somit völlig. Diese Erkrankung wird als Typ 1 Diabetes mellitus bezeichnet und manifestiert sich meistens im Kindes- und Jugendalter.

Nicht behandelter Typ 1 Diabetes führt innerhalb weniger Wochen zum Tod. Die einzig wirksame Therapie wurde in den 20er Jahren entdeckt und besteht in der Verabreichung von körperfremdem Insulin - bisher nur in Form von Injektionen. Die PatientInnen messen aus einem Tropfen Blut aus der Fingerbeere ihre Blutglukosekonzentration und schätzen daraus die Insulindosis, die den Blutzucker im Bereich von Gesunden (nüchtern: 60 – 120 mg/dl, nach dem Essen kurzzeitig höher) hält. Bei erfolgreicher Therapie treten weder Hypoglykämie (Blutzucker unter 60 mg/dl) noch lang anhaltende Hyperglykämie (Blutzucker über 180 mg/dl) auf. Dadurch werden Akutkomplikationen wie Zittern, Unkonzentriertheit, Koma und auch Langzeitkomplikationen wie Nierenversagen, Amputation, Erblindung vermieden. Leider ist die Einstellung des Blutzuckers trotz laufender Therapieverbesserung nach wie vor sehr schwierig und viele PatientInnen erleiden Akut- und Langzeitkomplikationen.

In meiner Forschungsarbeit beschäftige ich mich mit einer neuen Therapieform für Typ 1 Diabetes. Ein Gerät, das am Körper getragen wird (extrakorporal), ständig den Blutzucker misst und Insulin infundiert, soll die blutzuckerregulierende Funktion der Bauchspeicheldrüse übernehmen. Da Typ 1 Diabetes mellitus eine lebenslange Erkrankung ist, muss das Gerät für die Langzeitanwendung

konzipiert sein. Venöse Zugänge und ihre Möglichkeit zur schnellen Intervention können daher aus medizinischen Gründen nicht genutzt werden. Statt dessen wird das Fettgewebe unter der Bauchhaut für Messung und Infusion herangezogen, was einen möglichst gewebeschonenden Zugang (minimalinvasiv) darstellt. Die Einstellung des Blutzuckers mit einer künstlichen Bauchspeicheldrüse ist allein schon wegen ständiger Schwankungen in der Insulinwirkung im Körper schwierig. Der minimalinvasive Zugang bringt zudem im Vergleich zu venösen Anwendungen Zeitverzögerungen mit sich, die für die Vermeidung von Hypo- und Hyperglykämien eine weitere Herausforderung darstellen. Die mit dem ADICOL Konsortium entwickelte Bauchspeicheldrüse meistert diese Probleme. Die vorläufige Erkenntnis aus klinischen Studien innerhalb meiner Dissertation ist, dass das von uns entwickelte System im internationalen Vergleich hervorragend abschneidet und einen großen Fortschritt in der Therapie von Typ 1 Diabetes mellitus bedeutet.

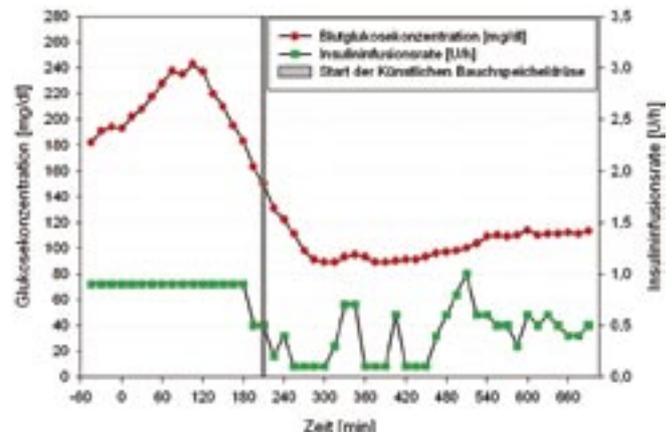


Abbildung: Testergebnis der Extrakorporalen Künstlichen Bauchspeicheldrüse. Vor Start des Systems (grauer Balken) verfolgte der Patient mit Typ 1 Diabetes mellitus seine herkömmliche Therapie. Die Künstliche Bauchspeicheldrüse normalisierte die Blutglukosekonzentration.

## *Minimal Invasive Extra Corporeal Artificial Endocrine Pancreas*

*After graduating from Graz University of Technology in 2000, where I did my degree in biomedical engineering, I started to work in diabetic research within the EU Project ADICOL. My research interests focus on the minimal invasive artificial endocrine pancreas for patients with type 1 diabetes mellitus. Type 1 diabetes is a disorder characterized by absolute insulin deficiency. Insulin is required for cells to obtain energy from glucose. Managing this disease requires substitution of insulin. Insulin dosage is determined by measurement of blood glucose concentration. The aim is to achieve blood glucose levels in the physiological range. Although diabetes therapy has improved a lot over the last decades, patients still suffer acute and late complications due to glycaemic excursions into the hypo- and hyperglycaemic range. In the EU Project we developed an artificial pancreas for automated glucose control. My findings from clinical tests within my doctoral thesis are that our system is a major step forward for therapy of type 1 diabetes mellitus.*



## Messung des Separationsverhaltens von biologischem Schlamm

### *Measuring the separation properties of activated sludge*

Schon als Kind faszinierten mich Computer. Meinen ersten Rechner, einen Commodore C-64, kaufte ich mir von meinem ersparten Taschengeld im Alter von zehn Jahren. Ein paar Jahre später konnte ich auf einen PC aufrüsten, auf dem ich in den verschiedensten Programmiersprachen diverse Tools und kleine Anwendungen programmierte – Computerspiele interessierten mich eigentlich nie. In der siebenten Klasse gelang es mir sogar, mit einem meiner Programme den Programmierwettbewerb der Oesterreichischen Computer Gesellschaft zu gewinnen und an der Informatik-Olympiade in Bonn/BRD teilzunehmen. So war es nur logisch, dass ich nach der Matura jedenfalls einen Ausbildungsweg einschlagen wollte, der mit Computern zu tun hatte. Da ich aber nie mit Computern nur um ihrer selbst willen zu tun haben wollte, sondern mich von Anfang an das Funktionieren eines Systems faszinierte, verband ich dieses Interesse mit meiner zweiten Leidenschaft, der Chemie, und studierte an der TU Graz Verfahrenstechnik im Studiengang Anlagentechnik. Der Computer sollte mir in weiterer Folge dabei wertvolle Dienste leisten.

Nach der Diplomarbeit, die ich als Industriearbeit zum Thema Zyklon am Institut für Apparatebau, Mechanische Verfahrenstechnik und Feuerungstechnik absolvierte, begann ich als Dissertant am selben Institut und beschäftigte mich seitdem mit dem Separationsverhalten von biologischem Schlamm aus Kläranlagen.

Dieser Schlamm, der in einer Kläranlage im Zuge der biologischen Reinigung entsteht und im Wesentlichen aus Bakterien und Wasser besteht, wird von uns in einem Forschungsprojekt mit Hilfe eines selbst entwickelten Geräts, dem „SCHLUMOSÉD“, systematisch untersucht: Der Schlamm wird automatisch in eine Glasküvette gefüllt und setzt sich ab. Währenddessen wird die Küvette in verschiedenen Höhen von weißen Lichtstrahlen durchstrahlt, deren Intensitätsverlauf mit Hilfe von Fotosensoren als Zeitreihe erfasst wird. Bezieht man diese Intensität auf einen Kalibrierwert, der bei der Durchstrahlung von Trinkwasser gemessen wird, so erhält man die „Transparenz“ der Schlammsuspension. Die zugehörige grafische Darstellung wird als Separationsdiagramm (Abbildung) bezeichnet und stellt eine Art Fingerabdruck des Schlamms dar. Aus dem Separationsdiagramm ist ersichtlich, wie gut der Schlamm sich vom gereinigten Wasser trennt und

- und das ist das Neue - wie klar das produzierte Klarwasser sein wird.

Im Rahmen meiner Untersuchungen versuche ich derzeit, mit Hilfe

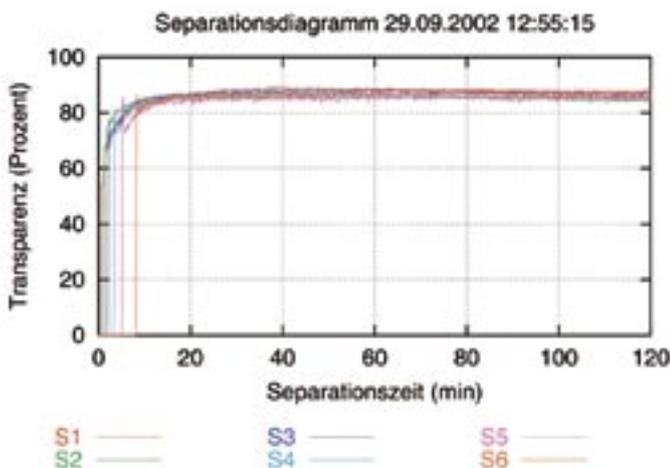
von am Computer simulierten künstlichen neuronalen Netzen bestimmte Eigenschaften eines Separationsdiagramms vorherzusagen. Dazu habe ich eine Reihe von Tools entwickelt, mit denen auf einem Linux-Cluster der TU Graz das Verhalten der Kläranlage simuliert wird. Aus konventionell gemessenen Summenparametern, die die Belastung des Abwassers, sowie gewisse Eigenschaften der Reaktionskinetik in der Kläranlage kumulativ beschreiben, soll dabei die Transparenz des Klarwassers vorhergesagt werden. Umfangreiche Messkampagnen in verschiedenen kommunalen Kläranlagen - für ein sinnvolles

Training von neuronalen Netzen müssen einige hundert Datenpunkte gemessen werden, was einem Messzeitraum von zwei bis drei Monaten entspricht - lieferten bei hoch belasteten Anlagen bereits viel versprechende Ergebnisse.

Ziel dieser Untersuchungen ist die Entwicklung eines Regelkonzepts, mit dem die Prozessführung in einer Kläranlage hinsichtlich der Transparenz des gereinigten Abwassers optimiert wird.

### *Measuring the separation properties of activated sludge*

*After I had finished grammar school I started to study Chemical Process Engineering at Graz University of Technology. While I wrote my diploma thesis I started to work at the Department for Chemical Apparatus Design, Particle Technology and Combustion, where I continued to work as a doctoral student. My main research topic is the examination of the separation properties of activated sludge from waste water treatment plants. To measure these properties, an automated device was designed and constructed. My main task is to correlate the results of this device to other conventionally measured parameters by means of artificial neural networks. Until now, promising results have been obtained with plants, treating highly polluted wastewater flow. The aim of these efforts is to elaborate a control strategy that allows a cost reduction during critical process phases and an optimization of the plant.*





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