



## Technisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Die Technisch-Naturwissenschaftliche Fakultät unserer Universität ist aus der Chemischen Fakultät hervorgegangen. Seit 30 Jahren ist sie auch Heimat für andere Naturwissenschaften, für die Physik, die Erdwissenschaften, für die Mathematik und die Informatik.

Diese Konzeption macht es verständlich, dass die TN-Fakultät ein zweifaches Erscheinungsbild hat:

Einerseits sind an ihr die Hilfswissenschaften, freundlicher formuliert die Grundlagenwissenschaften für die Ingenieurausbildung der Technischen Fakultäten angesiedelt, andererseits bietet sie aber auch Vollstudien in Mathematik, Physik und Chemie und zusammen mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Telematik an. Sie wirkt in Lehre und Forschung mit einem deutlichen Bezug zu den Anwendungen. Sie bemüht sich auch die Studienrichtung Angewandte Geologie zu sichern und um die Einrichtung des Lehramtsstudiums Informatik am Universitätsort Graz, was eine ideale Ergänzung des Lehramtsstudiums in Physik und Darstellender Geometrie darstellen würde.

Die Technisch-Naturwissenschaftliche Fakultät ist eine lebendige Fakultät. Sie sprudelt, da sie noch nicht sehr alt ist, jugendfrisch dahin. Davon gibt der Strukturplan der Fakultät bereites Zeugnis, der das Ergebnis einer regen Diskussion zusammenfasst. Nichts könnte besser die Absichten und Anliegen dieser Fakultät umschreiben, als die Präambel des Strukturkonzepts und ihr Leitbild.

Sie seien wörtlich zitiert:

### PRÄAMBEL

Dieses Struktur- und Entwicklungskonzept soll Grundtendenzen für eine mittelfristige Entwicklung der Fakultät darstellen. Die vorgeschlagene Strukturierung bezieht sich auf aktuelle Gegebenheiten und möchte aktuelle Entwicklungen unterstützen. Die Einrichtung von Fachbereichen mit beratenden Kommissionen wird zur Unterstützung der Arbeit des Fakultätskollegiums angestrebt.

Strukturveränderungen sind grundsätzlich andauernde Prozesse, die im Zusammenhang mit gesellschaftlichen Entwicklungen nicht ausschließlich aus Sicht dieser Fakultät betrachtet werden können. Langfristige Entwicklungen können nicht zur Gänze vorausgesehen werden. Eine Weiterentwicklung des Strukturkonzeptes ist durch das Fakultätskollegium durch Beschlussfassung mit einfacher Mehrheit möglich.

### LEITBILD

So wie in der Vergangenheit strebt die TNW-Fakultät Vollständigkeit in der Lehre und Forschung auf naturwissenschaftlich-mathematischem Gebiet mit einschlägigen Anwendung auf alle Lebensgebieten an. Um auch die neuesten Forschungsergebnisse nutzbar zu machen, unterliegen ihre Studienpläne einer ständigen Anpassung.

Sie fühlt sich der Ökologie und Ökonomie in gleichem Masse verpflichtet – Technikfolgen-Abschätzung und Beseitigung negativer Entwicklungen der Vergangenheit rechnet sie zu ihren bevorzugten Aufgaben.

Die Institute der TN-Fakultät bieten den Studierenden der gesamten TU Graz eine anwendungsorientierte, aktuelle Grundausbildung in den naturwissenschaftlich-mathematischen Fächern an, wie sie den Instituten durch die Satzung aufgetragen und in den Leitlinien der Studienrichtungen angegeben sind.

Die Studienrichtungen der TN-Fakultät vermitteln ein Grundlagenwissen auf hohem Niveau, eine vertiefte Ausbildung in praxisnahen Anwendungsgebieten führt die Studierenden in die zukünftige Berufslaufbahn ein. Wie schon in der Vergangenheit, wird auch

künftig das Lehr- und Forschungsangebot an die Erfordernisse der Gesellschaft angepasst. Die Forschungsschwerpunkte der Fakultät d. s. Advanced Materials Science (Materialwissenschaften, mit dem Schwerpunkt neuartige Materialien), Technische Biowissenschaften und Informationswissenschaften, sowie die derzeit eingerichteten Spezialforschungsbereiche (Biokatalyse, Elektroaktive Stoffe, Optimierung und Kontrolle) und Kompetenzzentren dokumentieren durch ihre inhaltlichen Schwerpunkte die Basis für eine material- und umweltorientierte Ausbildung in angewandten Naturwissenschaften.....

Institute der TN-Fakultät sind sowohl im Bereich der Grundlagenforschung wie in der anwendungsorientierten Forschung tätig. Durch intensive Zusammenarbeit mit in- und ausländischen Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industriepartnern sowie durch die Einbindung in nationale und europäische Programme wird Aktualität und Kompetenz in Forschung und Lehre gefördert.

In Erweiterung des Studienangebots für Undergraduates und Graduates unterstützt die Fakultät die Abhaltung von Post-Graduate-Kursen und von Universitätslehrgängen für bereits im Berufsleben stehende Absolventinnen und Absolventen.

Um die aktuelle Forschung des letzten Jahrfünfts zu dokumentieren, mögen die Sprecher der Spezialforschungsbereiche zu Wort kommen. Es sind dies:

### Der Spezialforschungsbereich Biokatalyse

1993 wurde als erster Spezialforschungsbereich in Österreich ein solcher für Biokatalyse an der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät eingerichtet. Entsprechend der Interdisziplinarität der Thematik sind darin die Institute für Biochemie, Biotechnologie und Organische Chemie der Fakultät vertreten, sowie das Institut für Chemie (Bioorganische Chemie und Strukturbiologie) der Karl-Franzens-Universität.

Unter Biokatalyse versteht man den Einsatz der Katalysatoren der lebenden Natur, der Enzyme, zur Lösung chemische, technischer und ökologischer Fragestellungen. Bedingt durch die hohe Selektivität, die milden Reaktionsbedingungen und die Umweltfreundlichkeit dieser Prozesse werden auf diese Weise neue Produkte, verbesserte Verfahren und Problemlösungen möglich, die über eine andere Methodik meist nicht erzielbar sind.

Biokatalyse als Teil der Biowissenschaften (Biotechnologie) ist einer der zukunftsweisenden Bereiche für die technologische Entwicklung. Weltweit gibt es hier größte Forschungsinvestitionen. Einige Unternehmen produzieren mit Hilfe von Enzymen Produkte bereits im Vieltonnenmaßstab. Die Tendenz ist steigend, weil durch die Biokatalysatoren einzelne Schritte vielfach ökonomischer und unter größtmöglichem Schutz der Umwelt umgesetzt werden können. So lag der Umsatz für chemisch und biokatalytisch gewonnene Feinchemikalien und Zwischenprodukte für den Agrobereich und Pharmazeutika im Jahr 2000 weltweit bei rund ATS 90 Milliarden. Mit den neuen Möglichkeiten könnte er bis 2007 auf weltweit



ATS 240 Milliarden ansteigen. Am SFB sind derzeit etwa 40 Wissenschaftler und eine Reihe von technischen Fachkräften tätig. Die wissenschaftlichen Arbeiten fanden ihren Niederschlag in bisher etwa 300 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften und 15 Patenten. Einige im SFB entwickelte Verfahren erreichten in Kooperation mit Industriepartnern bereits industrielle Anwendung (Produktion bisher etwa 100 t).

Der SFB ist weltweit als Zentrum der Biokatalyse anerkannt. Er ist das einzige dieser Art in Österreich. Es bestehen zahlreiche Kooperationen mit europäischen und nichteuropäischen Forschungsstätten und Beteiligung an verschiedenen internationalen Projekten der EU.

Im „Educational Programme“ werden Diplomanden und Dissertanten in die wissenschaftliche Forschung eingeführt und Tagungen, Forschungstage, Seminare organisiert und Gastvorträge angeboten.

Es ist geplant, die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Kompetenzzentrum „Angewandte Biokatalyse“ fortzusetzen. Dieses befindet sich gerade in der Antragsphase.

## Der Spezialforschungsbereich Elektroaktive Stoffe

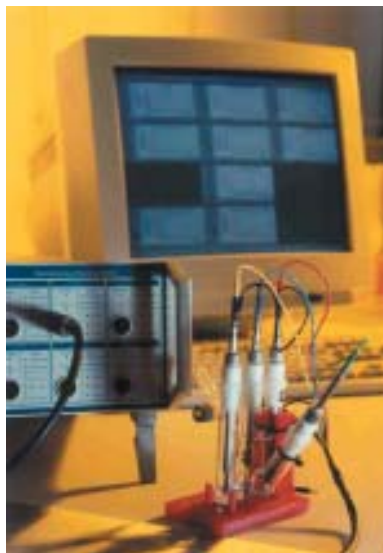
steht in der zweiten Förderungsperiode und beendet im soeben begonnenen Studienjahr sein sechstes Förderungs-jahr. Rund 30 Forscherinnen und Forscher aus zwei Physik- und drei Chemieinstituten von drei Universitäten (Technische Universität Graz, Karl Franzens Universität, Montanuniversität Leoben), sowie dem Zentrum für Elektronenmikroskopie, bereiten sich auf die zweite Zwischenevaluierung vor.

Im letzten Förderungsabschnitt wurden insgesamt mehrere 100 Publikationen und Tagungsbeiträge

verfasst, eine Zahl, die im

Zweiten Förderungsabschnitt noch übertroffen werden wird. Ein Sonderband der „Monatshefte für Chemie“ (Chemical Monthly, Vol 132/4, April 2001, mit elf Beiträgen zu den Projekten und einem Gastbeitrag, erhältlich als Buch bei Springer-Verlag Wien) gibt eine gute Momentaufnahme der wissenschaftlichen Fortschritte der 10 Projektgruppen.

In einem zweitägigen Workshop wurden die Weichen für die Zukunft gestellt, wobei zwei hochrangige internationale Fachkollegen (Sigmar Roth, MPI für Festkörperforschung, Stuttgart; Otto Haas, Paul Scherrer-Institut, Villigen, CH) nicht nur ihre eigenen Ergebnisse auf dem Gebiet der alternativen Energiegewinnung in Brennstoffzellen bzw. der Verwendung von organischen Aktivmaterialien in Light Emitting Diodes (LEDs) präsentierten, sondern auch künftige Arbeiten anregten.



Der thematische Bogen der 10 Teilprojekte spannt sich von Optimierung von Energiespeichermodulen (Li-Ionen-Batterien, Brennstoffzellen), über die grundlegende Erforschung der Leitfähigkeit in oxidischen Festkörpern bis zur Entwicklung neuer Materialien und Technologien für die Herstellung organischer Bauelemente (LEDs, Photovoltaik, organische Laser) und für den Einsatz im derzeit hochaktuellen Feld der Nanotechnologien.

Die hohe Qualität der Forschungsleistung wird dadurch unterstrichen, dass während dieser Förderungsperiode drei Habilitationen erfolgreich abgeschlossen werden konnten und zwei Projektgruppenleiter als Universitätsprofessoren berufen wurden.

## SFB Biomembranen

Die Technische Universität Graz war mit einem Teilprojekt am SFB Biomembranen beteiligt, dessen Zentrum an der Karl Franzens Universität liegt. Ziel dieses SFB ist es, einen signifikanten Beitrag zum besseren Verständnis der Biosynthese, Funktion und Dysfunktion von Lipiden und biologischen Membranen zu leisten. Lipide stellen eine wichtige Komponente der Nahrung dar und Lipidstoffwechsel und -Homöostase sind von zentraler Bedeutung für die Energiegewinnung und die Physiologie von Organismen. Biologische Membranen sind aus komplexen Gemischen von Proteinen und Lipiden aufgebaut und bilden zentrale Elemente aller lebenden Systeme. Membranen stellen das „Interface“ zur Umgebung der Zelle dar und sind für den regulierten Stofftransport und die Signalübertragung und Kommunikation mit der Umgebung verantwortlich. In Eukaryonten (z.B.: Tiere, Pflanzen) bilden Membranen intrazelluläre Kompartimente mit spezialisierten Funktionen. Der Zusammenbau biologischer Membranen aus einem komplexen Gemisch von Lipiden und Proteinen, sowie die Regulation des Zusammenbaus und die Funktion von Lipiden in Membranen sind nur zum Teil verstanden.

Lipid-Protein-Wechselwirkungen sind sehr fein abgestimmte und regulierte Prozesse, die für Membranbiogenese sowie Lipid- und Energiestoffwechsel von zentraler Bedeutung sind. Dementsprechend haben Störungen dieser Wechselwirkungen dramatische Auswirkungen auf die Physiologie eines Organismus. Umfangreiche Studien belegen dass pathologische Membranveränderungen in engem Zusammenhang stehen mit derart bedeutenden Erkrankungen wie Arteriosklerose und Fettleibigkeit, die zu den häufigsten Todesursachen der westlichen Welt zählen. Ein besseres Verständnis der molekularen Zusammenhänge des Zusammenbaus biologischer Membranen, der Membranfunktion und der Wechselwirkung mit anderen zellulären Komponenten ist daher nicht nur eine faszinierende wissenschaftliche Herausforderung, sondern von höchster medizinischer Relevanz. Erst in den letzten Jahren wurden Technologien entwickelt um die Komplexität der Lipidkomponenten, sowie Membranheterogenität und Domänenbildung zu analysieren. Die multi-disziplinäre Implementierung von genetischen, biochemischen, molekularbiologischen, analytischen und biophysikalischen Methoden und die Interaktion mit Medizinern und Klinikern erlauben es diese vordringlichen Probleme der Membranbiologie aus verschiedenen Richtungen zu erforschen. Der SFB BIOMEMBRANEN fokussiert in 10 Teilprojekten Lipide und Membranen.

Die Forschungsergebnisse stehen auf hohem internationalen Niveau; In den Jahren 1999/2000 wurden 92 Arbeiten veröffentlicht, bisher wurden 36 Diplomarbeiten und ebensoviele Doktorarbeiten durchgeführt bzw. sind im Entstehen.

## Der Spezialforschungsbereich (SFB) Optimierung und Kontrolle, Projektbereich Diskrete Optimierung

Dieser SFB gliedert sich in 3 Bereiche: (I) Diskrete Optimierung, (II) Kontinuierliche Optimierung und Kontrolle und (III) Optimierung und Kontrolle in Physiologie und Medizin. Im Anschluß wird kurz über 3 Themenkomplexe berichtet, die derzeit im Projektbereich (I) unter der Leitung von Prof. Burkard bearbeitet werden. (Für Details siehe die Preprint-Serie unter <ftp://ftp.tugraz.ac.at/pub/papers/math/>.)

### Verschnittoptimierung in der Papierindustrie

Das aus der Produktion kommende Papier soll in die den Kundenwünschen entsprechenden Formate zerschnitten werden: in Formatware (Blätter der gewünschten Größe) oder in Rollenware (aufgerollte Bahnen der gewünschten Länge und Breite). Ziel ist es, einen Verschnittplan zu entwerfen, der den Verschnitt (Abfall) minimiert, die Mengenvorgaben der Kunden möglichst gut einhält und möglichst wenige Änderungen der Messerstellungen vornimmt. Die in der Praxis auftretenden Instanzen sind sehr groß. Daher konzentrierten sich die Arbeiten auf die Entwicklung von schnellen und guten Heuristiken. Die Grundidee ist die folgende: Ausgehend von einem geeignet bestimmten Ausgangsverschnittplan wird durch ein geschicktes iteratives Suchverfahren zunächst ein lokales Optimum bzgl. der Verschnittmenge bestimmt. In Nachoptimierungsschritten wird dann versucht durch Variation der resultierenden Papiermengen (innerhalb der von den Kundentoleranzen) eine weitere Reduzierung der Verschnittmenge oder eine Reduzierung der Anzahl von Messerstellungen zu erzielen. Der Modul für den Schnitt von Rollenware ist bereits implementiert und an verschiedenen Instanzen aus der Praxis erfolgreich getestet worden. Die bisherigen Ergebnisse sind sehr erfolgversprechend. Es werden Verschnittpläne guter Qualität in sehr kurzer Rechenzeit gefunden. Die Abbildung zeigt einen Verschnittplan mit 14 Messerstellungen (jede Zeile des Planes beschreibt ein Schnittmuster dessen Häufigkeit und Länge angegeben ist). Der Verschnitt beträgt 0.56%.

### Standortprobleme auf Netzwerken

In Standortproblemen geht es darum, optimale (günstige) Standorte für zu errichtende „Einrichtungen“ (z. B. Fabriken, Lager, Feuerwehrationen, Schulen etc.) unter Berücksichtigung der Anforderungen der „Kunden“ (Kaufleute, Gemeinden, Familien mit Kindern etc.) zu bestimmen. Im vergangenen Jahr konnte ein sehr erfolgreiches Projekt für einen großen internationalen Konzern fertiggestellt werden. In diesem Projekt traten Standortprobleme in Kombination mit Transportproblemen und anderen Optimierungsproblemen auf. Einen weiteren Schwerpunkt bildete in letzter Zeit die Untersuchung von Standortproblemen auf Graphen/Netzwerken, und hier insbesondere der bisher kaum untersuchte Fall von negativen Knotengewichten (zur Modellierung unerwünschter Einrichtungen wie Müllverbrennungsanlagen) sowie die Behandlung von Standortproblemen, in denen für die Gewichte der Knoten und Kanten des Graphen Intervalle statt fester Werte vorgegeben sind.

### Optimierung von Batchprozessen in der chemischen Industrie

Produktionsabläufe in der chemischen Industrie laufen häufig im Batch-Modus ab. Ziel ist es, einen Produktionsplan zu entwerfen, der alle technischen Restriktionen erfüllt und die zu produzierenden Mengen an den nachgefragten Produkten in der kürzestmöglichen Zeit fertigstellt. Dieses Problem läßt sich auf verschiedene Weise als gemischt-ganzzahliges lineares Programm formulieren. Die resultierenden Optimierungsprobleme werden rasch sehr groß. Im Rahmen des SFBs wurde der Versuch unternommen, die üblicherweise verwendete uniforme Diskretisierung der Zeit durch eine nicht-uniforme zu ersetzen. Die Ergebnisse sind vielversprechend. Ferner sind Arbeiten im Gange, Heuristiken zu entwickeln, mit deren Hilfe gute Produktionspläne rasch ermittelt werden können.

*The Faculty for Natural Sciences has a threefold function: it offers a complete university course program for diploma studies in mathematics, physics and chemistry; jointly with the Faculty for Electrical Engineering and Information Technology it provides the informatics part of the telematics program; and last, but by no means least, it is responsible for the course program in natural sciences as the foundation of all bachelor and diploma programs at our Graz University of Technology.*

*The mission statement of the Faculty reflects its dynamic flavour as a response to the rapid development of all branches of natural sciences. Flexibility and permanent improvement are intrinsic elements of the entire course program. Economics and ecology are considered of mutual benefit rather than excluding each other. The foundations of natural sciences and their applications are understood equally important. Dedicated postgraduate courses complement the regular study programs.*

*The Faculty is committed to excellence both with respect to its study programs and to research. The research profile of the Faculty is represented by its key research areas as its focus of attention: Advanced Material Sciences, Technical Bio-Sciences, and Information Sciences. This profile is further strengthened by extended activities in special research programs such as biocatalysis, electro-active materials, optimization and control, and by*

*long-term research and development in the framework of competence centers.*

*The Institutes of the Faculty perform both theoretical and applied research. They cooperate closely with partner universities, research institutions and industrial partners on a national and international basis. The high level of competence in research and teaching is to a great extent due to the strong participation of the Institutes in national and particularly in European research programs.*