



Forschung an der Fakultät für Technische Mathematik und Technische Physik

Research at the Faculty of Technical Mathematics and Technical Physics

5010 Institut für Mathematik A (Analysis und Computational Number Theory)

Gastprofessoren: im Dezember war Prof. Helmut Prodinger (University of the Witwatersrand, Johannesburg) zu Gast. Mit ihm wurden redundante Ziffernentwicklungen und deren Anwendung in der Kryptographie untersucht. Solche Ziffernentwicklungen sind besonders für die Optimierung von Kryptosystemen von Bedeutung, die durch elliptische Kurven gegeben sind.

In Zusammenarbeit mit Prof. Andrej Dujella aus Zagreb hat Dr. Clemens Fuchs ein klassisches Problem von Diophantus und Euler betreffend diophantische m -Tupel gelöst.

5020 Institut für Mathematik B (Mathematische Optimierung, dynamische Systeme und Diskrete Mathematik)

Seit einigen Jahren werden am Institut für Mathematik B Schedulingprobleme untersucht, die in Batch-Produktionsumgebungen in der chemischen Industrie auftreten. Die in letzter Zeit erzielten Ergebnisse lassen sich in zwei Hauptbereiche gliedern: (1) Es wurden Fortschritte erzielt, was die Lösung von Probleminstanzen mittlerer Größe mittels gemischt-ganzzahliger Programme betrifft. (2) Es wurde eine iterative Heuristik entwickelt, die Näherungslösung von zufriedenstellender Qualität für große Probleminstanzen bestimmt. Das neue Verfahren arbeitet deutlich schneller als die bisher bekannten Ansätze. Die Dissertation von Johannes Hatzl zu diesem Thema steht kurz vor dem Abschluss.

5030 Institut für Mathematik C (Mathematische Strukturtheorie)

Gastprofessoren: im März war Prof. Andrzej Zuk (ENS Lyon) zu Gast, ein international anerkannter Experte auf dem Gebiet der Spektraltheorie und harmonischen Analyse diskreter Gruppen. Herr Zuk hat gemeinsam mit Herrn Dr. Neuhauser und Prof. Woess über geometrische Gruppentheorie gearbeitet. Im Mai 2004 war Prof. Jean-Luc Chabert (Univ. de Picardie) zu Gast, der mit Frau Ao.Prof. Frisch unter anderem an einem Problem der Co-Maximalität von Idealen unter Ringerweiterungen, das sich aus früherer erfolgreicher Zusammenarbeit ergeben hat.

Forschungsaufenthalt: Im April 2004 hat Prof. Woess als „Visiting scholar“ die Universität von Sydney besucht, wo ihn eine langjährige Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Donald I. Cartwright verbindet. Ein neues Forschungsprojekt on funktionalanalytischer Natur („Spectrum of averaging operators on one-dimensional complexes“) wurde in Angriff genommen.

Tagung: Im Juni findet eine internationale Tagung über „Geometric Group Theory, Random Walks, and Harmonic Analysis“ in Cortona (Toskana, Italien) statt, die von Prof. Woess gemeinsam mit internationalen Fachleuten organisiert wird. Die prominenten Hauptvortragenden kommen unter anderem aus Frankreich, England, USA und Israel.

5070 Institut für Geometrie

Das Institut für Geometrie organisierte im Juni eine internationale Tagung über Geometrie.

5060 Institut für Statistik

Das Institut für Statistik organisierte im Mai eine internationale

Konferenz über „Statistical Models for Financial Data“.

5080 Institut für Navigation & Satellitengeodäsie

Mitarbeiter des Instituts haben über das Thema der Navigation ein Buch verfasst, das im Herbst 2003 im Springer-Verlag erschienen ist.

Projekttätigkeiten: über das langjährige ESA-Projekt GOCE (Gravity Field and steady-state Ocean Circulation Explorer) wurde bereits an anderer Stelle berichtet.

Das BMVIT-Projekt EPRIS (Evaluation of Positioning technologies for the generation of value-added services in the environment of River Information Services) hat die Mitte der Laufzeit erreicht und den Midterm-Review positiv passiert. Das Projekt wurde bereits mehrfach auf Vorträgen vorgestellt, zuletzt auf der GNSS 2004 in Rotterdam im Mai 2004.

5110 Institut für Experimentalphysik

Die Arbeitsgruppe Subsekunden Thermophysik unter der Leitung von Prof. G. Pottlacher beteiligt sich am Projekt EVITherM (European Virtual Institute for Thermal Metrology) im 5. Rahmenprogramm der EU, dessen Ziel es ist, in 3 Projektjahren (2003-2005) in 7 technischen und 3 infrastrukturellen Workpackages (WPs) ein internet-basiertes virtuelles Institut für thermische Metrologie zu errichten. Potentielle Kunden aus Forschung und Industrie können sich an diese Adresse wenden, wenn sie z.B. zuverlässige Daten suchen, Beratung bei Problemstellungen brauchen oder einen geeigneten Ansprech- bzw. Kooperationspartner suchen.

In der Arbeitsgruppe Plasma- und Gasentladungsphysik (Leitung Prof. T. Neger) gibt es zwei neue Forschungsaktivitäten mit Verbrennungsmotor-relevanter optischer Diagnostik: 1. In Zusammenarbeit mit den Instituten für Photonik und für Verfahrenstechnik der TU Wien und GE Jenbacher wird das Prinzip der Laserzündung magerer Gemische mit dem Ziel größerer Abgasreinheit untersucht (unterstützt durch FFF). 2. Im Rahmen des EU Projektes PREVERO ENK6-CT2002-00605 werden laseroptische Messungen zur Ermittlung der durch Kavitation erzeugten Erosion in diversen Diesel-Einspritzsystemen durchgeführt.

Die Arbeitsgruppe New Magnetometer unter Leitung von Prof. L. Windholz (gefördert im EU Projekt G6RD-CT-2001-00642) hat ein EU-Netzwerktreffen vom 18. bis 20.12.2003 in Graz mit Teilnehmern aus Italien, Belgien und Bulgarien veranstaltet und richtet einen weiteren Workshop zum gleichen Thema vom 15. bis 17.7.2004 an der TU Graz aus. Prof. L. Windholz wurde darüber hinaus als Mitglied des Steering Committees für das Netzwerk der European Science Foundation (ESF) mit dem Titel Collisions in Atom Traps (CATS) bestellt.

Im Bereich Materiewellenoptik (Leitung Frau Dr. B. Holst -s. Rubrik Jungforscher- und Prof. W. Ernst) findet am 14. und 15. Juli 2004 das Kick-off Meeting für das kürzlich bewilligte EU-Projekt INA (Imaging with Neutral Atoms) mit Vortragenden und Teilnehmern aus Großbritannien, Frankreich, Spanien, Polen und den USA statt. Die Projektleitung liegt beim Institut für Experimentalphysik der TU Graz (s. Artikel zum RFT-geförderten Projekt Entwicklung von Atom- und Molekularstrahlmethoden für die Erzeugung und Charakterisierung neuartiger Materialkomponenten für die Nanotechnologie).

5130 Institut für Festkörperphysik

Das 49th International Field Emission Symposium stellt die einzige internationale Fachtagung über Grundlagen und Anwendungen der

Feldemission von Elektronen und Ionen dar, aus Entwicklungen in diesem Gebiet haben neueste Methoden in den Nanowissenschaften und in der Nanotechnologie entscheidende Impulse erhalten. Beispiele für Anwendungsfelder sind z.B. Punktkatoden in der hochauflösenden Elektronenmikroskopie, Flüssigmetallionenquellen für Feinfokusanwendungen (Focussed Ion Beam) sowie Punktquellenanordnungen für Displays (z.B.: Carbonanotube-arrays als großflächige kalte Elektronenquellen). Die Feldemission von Ionen wird auch ausgenutzt um moderne Werkstoffe (Metalle, Halbleiter) auf atomarem Niveau ortsaufgelöst zu charakterisieren (quantitative Analyse mit 3D Atom Probe bzw. Local Electrode Atom Probe).

Nach den vorliegenden Zusagen werden eine Reihe von Wissenschaftler aus führenden Forschungsstätten aus Ost und West auf der Tagung vertreten sein. Eingeladene Referenten aus Berkeley, Oak Ridge, Oxford, Göteborg, Berlin, Rouen, Damaskus, Tokyo und Taipei werden ein aktuelles Bild von Forschung und Anwendung aus diesem Bereich präsentieren.

5170 Institut für Materialphysik

Auslandskooperationen - Wissenschaftler des Institutes für Materialphysik der TU Graz und des Institutes für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe entwickelten ein neuartiges nanoporöses Metall, das sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung reversibel ausdehnt. So kann elektrische Energie direkt in mechanische Energie umgewandelt werden. Erstmals lassen sich damit an einem Metall makroskopisch messbare Längenänderungen durch Anlegen von geringen elektrischen Spannungen hervorrufen. Auf der Grundlage dieser in „Science“ (300 (2003) S. 312) veröffentlichten Arbeit sind eine Vielzahl von Anwendungen möglich. So können aus dem nanostrukturierten Platin so genannte Aktuatoren gebaut werden, das sind Bauelemente, die elektrische Arbeit direkt in Bewegung umsetzen. Am Institut für Materialphysik laufen derzeit Untersuchungen, inwieweit auch andere Materialeigenschaften von Metallen, wie beispielsweise Leitfähigkeit oder optische Reflektivität, durch elektrische Spannungen verändert werden können.

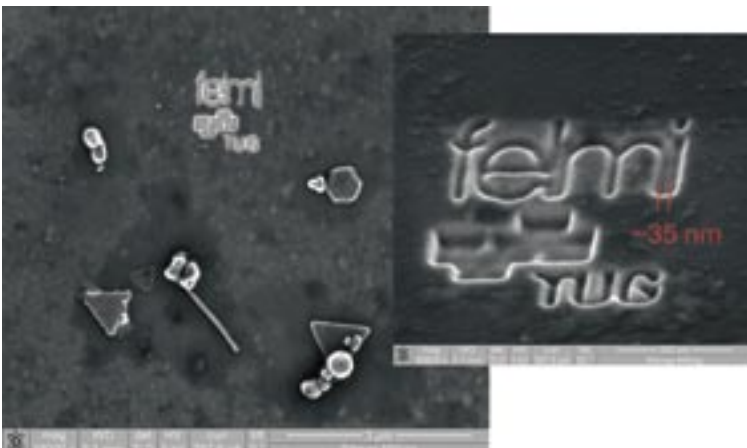
Im Rahmen einer Kooperation mit Kollegen der Universität Stuttgart ist es erstmals gelungen, einen strukturellen Phasenübergang in einer Legierung mit der Methode der Positronenzerstrahlung auf atomarer Skala zu untersuchen. Die Positronenzerstrahlung ist ein wichtiges Werkzeug zum spezifischen und empfindlichen Nachweis von freien Volumen in Materialien, wie beispielsweise Leerstellen

in einem Kristallgitter. Die vorliegende Arbeit, die kürzlich in „Physical Review Letters“ (92 (2004) 127403-1) erschienen ist, basiert auf neueren Entwicklungen der Messmethodik zum koinzidenten Nachweis der Positron-Elektron Annihilationsstrahlung. Hiermit ist es nunmehr möglich, aus Untersuchungen der Positronenzerstrahlung neben der Größe und relativen Konzentration von freien Volumen auch Informationen über die lokale chemische Umgebung dieser freien Volumen zu gewinnen. Damit eröffnen sich neuartige Möglichkeiten zur chemischen Analytik strukturell komplexer Materialien auf atomarer Skala. Am Institut für Materialphysik soll diese Methode künftig vor allem zur chemischen Grenzflächenanalytik von nanoskalierten Materialien eingesetzt werden.

5190 Institut für Elektronenmikroskopie und Feinstrukturfor- schung (FELMI)

Nano-Gravur mit der neuen NANOLAB-Anlage: Nach einer berühmten Rede von Richard P. Feynman gibt es im Mikrokosmos genug Platz („There's Plenty of Room at the Bottom...“, 1959). Diesem Motto folgt das FELMI mit der neuen NANOLAB Anlage, mit der Werkstoffe und Bauelemente mit Nanometerpräzision präpariert, analysiert und modifiziert werden können. Die NANOLAB Anlage besteht aus einem Hochauflösungs-Rasterelektronenmikroskop, das mit einer fokussierten Gallium-Ionenquelle und einem integrierten Mikromanipulator ausgerüstet ist. Mit dem Ionenstrahl können Nanostrukturen in Materialoberflächen geschnitten werden und dies kann auch für das „Gravieren“ von Materialoberflächen benützt werden. In einem ersten Versuch konnte Dipl.-Ing. Michael Rogers das Logo der TU Graz mit einem 7 Nanometer feinen Ionenstrahl (30 kV) in einen etwa 50 Nanometer dünnen Gold-Einkristall schreiben. Die Auflösung betrug bei diesem Experiment etwa 30 nm und kann wahrscheinlich noch deutlich reduziert werden. Das Verfahren eröffnet neue Möglichkeiten für die Kodierung von wertvollen Materialien (z.B. Diamanten), denn die durch Eingravieren erzielbare Nanoschrift ist wesentlich beständiger als die durch konventionelle Verfahren abgeschiedenen Strukturen. Ein weiteres ebenfalls sehr breites Anwendungsgebiet der NANOLAB Anlage besteht im Aufbau von funktionellen dreidimensionalen Nanostrukturen. Diesbezügliche Experimente befinden sich im Planungsstadium.

Die NANOLAB-Anlage wurde im September 2003 am FELMI in Vollaussstattung installiert. Die Anlage wurde von FEI (USA) gebaut und über die Uni-Infrastruktur Offensive I des Rates für Forschung und Technologieentwicklung (RFT) finanziert.



Nanoschrift in Gold-Einkristall neben Gold-Nanoteilchen, eingraviert mit einem fokussierten Ionenstrahl. (Foto: Felmi)

Research at the Faculty of Technical Mathematics and Technical Physics

Research at the Faculty of Technical Mathematics and Technical Physics is as diverse as the different departments of the faculty: it ranges from the study of optimal expansions of integers used in elliptic curve cryptography, over discrete optimization to geometric group theory at the mathematics departments; from navigation to estimating the earth's gravity field at the departments of geodesy; from thermal metrology over optical diagnostics of cavitation in Diesel engines to the Scanning Helium Atom Microscope at the Department of Experimental Physics; from semiconductor physics to field emission with applications to electron microscopy at the Institute of Solid State Physics; from nanostructured materials to their analysis at the Institute of Materials Physics; from the focused ion beam processing of materials to new developments in electron microscopy at the Research Institute for Electron Microscopy and Fine Structure Research.