

# TU Contact

Nummer 16 · 10. Jahrgang · Mai 2005

Zeitschrift des Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal



Technische Universität Clausthal



# Mit High-Tech zu mehr Gas und Öl

Wir sind eine der leistungsstarken Gesellschaften zur Exploration und Produktion von Erdgas und Erdöl in Deutschland. Dabei verfügen wir über modernste Bohr- und Produktionstechniken und vielseitiges Know-how.

In Deutschland konzentrieren wir uns auf die Erdgas-Suche und -Förderung in der niedersächsischen Region zwischen Elbe und Weser, den Betrieb hochvolumiger Untergrund-Erdgasspeicher in Bayern und die Entwicklung des Offshore-Ölfeldes Mittelplate im Wattenmeer vor der schleswig-holsteinischen Westküste.

Unsere internationalen Upstream-Aktivitäten, vor allem in Norwegen, Nordafrika und Großbritannien, aber auch in Dänemark und Polen, verfolgen wir mit wachsendem Engagement in Zusammenarbeit mit kompetenten Partnern.

**RWE Dea**

RWE Dea AG · Überseering 40 · 22297 Hamburg  
T +49(0)40 - 63 75 - 0 · E [info@rwe.dea.com](mailto:info@rwe.dea.com) · I [www.rwe.dea.com](http://www.rwe.dea.com)



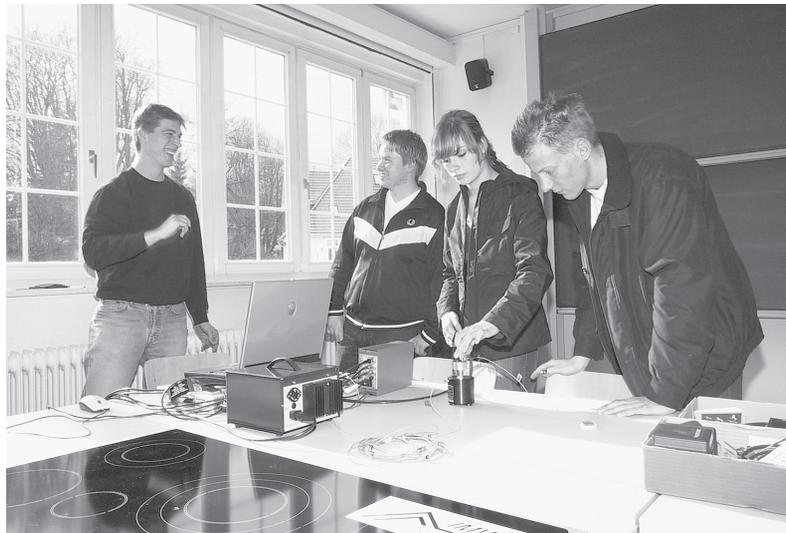
# „Die Dinge stoßen sich hart im Raum...“

Es geschah – vor rund zwanzig Jahren – an einem Institut für Theoretische Physik. An einer der renommiertesten deutschen Universitäten, ausnahmsweise spreche ich nicht von der TU Clausthal. Einer der Professoren lief wochenlang bleich durchs Institut. Seine Doktoranden kannten den Grund. Es war ein Experiment angekündigt worden, das die Vorhersagen seiner Theorie überprüfen sollte. Es ist dann noch mal gut gegangen. Das Experiment erwies sich als undurchführbar. Der Professor nahm seine gesunde Hautfarbe wieder an. Vielleicht ist die wahre Geschichte, ich bürgte hierfür, von exemplarischem Wert? Wenn es nach uns ginge, lebten wir alle im Kokon unserer Träume. Aber leider, die Dinge stoßen sich hart im Raum. Und an einer Technischen Universität sind Rückzugsmöglichkeiten ins Reich der Phantasie vielleicht noch mehr versperrt als an einer klassischen Universität? Einer Theoriefeindlichkeit sollte aber mit dieser Moral von der Geschicht' nicht Vor-schub geleistet werden. Oft wurde, was zuerst nur ein theo-retisches Modell war, technisch realisiert.

Am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe wurde in den vergangenen vier Jahren gemeinsam mit der Wacker Chemie GmbH und Trumpf Laser- und Systemtechnik ein im Vergleich zum konventionellen Lichtbogenschmelzverfahren wesentlich kostengünstigeres und qualitativ besseres Verfahren zur Herstellung von Quarzglasziegeln entwickelt. Dabei wird die oberste Schicht des keramischen Grünkörpers des Quarzglasziegels berührungslos und unter Vakuum, somit kontaminationsfrei, mit einem aufgeweiteten Kohlendioxid-Laserstrahl aufgeschmolzen. Anschließend erstarrt sie glasig. Das Verfahren ist patentiert. Nun wird diese Technologie erweitert. Es sollen auf den Grundkörper des Quarzziegels aus Siliciumdioxid Schutzschichten aus Siliciumnitrid aufgetragen werden. (S. 41)

Das Unternehmen PSL Systemtechnik, gegründet 2001 von dem Maschinenbauingenieur Dr.-Ing. Jens Pfeiffer und dem Technomathematiker Dr.-Ing. Jörg Sonnenberg, produziert und vertreibt hochwertige Messgeräte für die Erdölindustrie sowohl in Deutschland als auch weltweit. An dem Erfolg des Unternehmens haben Studierende ihren Anteil mit Studien- und Diplomarbeiten, die der Weiterentwicklung der Systeme dienen. Bezahlt und bei besonders guten Ergebnissen mit einer Prämie belohnt, bietet PSL Systemtechnik, ein Unternehmen, das es ohne die Universität nicht gäbe, Studierenden die Möglichkeit, an direkten Entwicklungen für die Industrie beteiligt zu sein. (S. 10)

Ein Wort in eigener Sache: Als ich im Sommer 1990 an der TU Clausthal begann, waren die Erstsemesterzahlen seit zwei Jahrzehnten kontinuierlich geklettert, die Universitäten hatten die geburtenstarken Jahrgänge verschluckt; und das Kaninchen wanderte durch die Schlange. Mit der Verkürzung der Wehrdienstzeit von achtzehn auf zwölf Monate strömten zwei Jahrgänge gleichzeitig an die TU Clausthal. An den ostdeutschen Universitäten wurden unentwegt ehemalige Stasispitzel enttarnt, viele Dozenten wurden entlassen. In dieser Umbruchphase kamen viele Studenten aus den neuen Bundesländern an westdeutsche Universitäten. Der SPIEGEL hatte mit seinem ersten Ranking die hohe Wertschätzung der TU Clausthal zusätzlich sichtbar gemacht und verstärkt. Schon bald drehte sich der Wind. Die überhitzte Konjunktur brach 1993/94 ein. Ingenieure mussten oft ein dreiviertel Jahr nach dem Abschluss suchen, um eine Stelle zu finden.



**Die Öffentlichkeitsarbeit wurde intensiviert: 12 Besuche in Gymnasien (500 Teilnehmer) seit Oktober letzten Jahres, und vier Schülerseminare (350 Teilnehmer) und zwei Messebeteiligungen mit rund 1500 Kontakten zu Abiturienten im Frühjahr 2005.**

Ein Schock, die Erstsemesterzahlen fielen rasant – an allen Technischen Universitäten. Es fühlte sich an, als säßen wir in einem Fahrstuhl und erwarteten den Aufprall.

Neben der Pressearbeit entstand nun die zusätzliche Aufgabe, potentielle Kandidaten eines natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Studiums für die TU Clausthal zu gewinnen. Mitten in einer für die Universität harten Sparzeit wurden aus diesem zehnjährigen Spagat von Presse- und Öffentlichkeitsarbeit in einer Person die Konsequenzen gezogen. Mit Frau Dr. Etwina Gandert als neuer Pressesprecherin – es sei ihr auch an dieser Stelle viel Erfolg gewünscht – kann ich mich nun neben den bereits seit 1997 realisierten Schülerwochenendseminaren ganz auf die Arbeit konzentrieren, gute Studenten für die TU Clausthal zu gewinnen. Die Schülerseminare und der Besuch von Bildungsmessen sollen ausgebaut werden, unser Wissenschaftszirkus besucht seit Herbst letzten Jahres, möglichst im Zwei-Wochen-Rhythmus, Gymnasien, und Veranstaltungen wie Wissenschaft im Rathaus werden die Universität - auch verstärkt in der Region - konstruktiv ins Gespräch bringen. So verabschiede ich mich mit diesem Heft von der - primär - schreibenden Zunft. Mit dem in vielen Jahren erfahrenen Rückhalt aus den Instituten und dem Engagement der Clausthaler Wissenschaftler für ihre Universität sollte es uns - trotz niedriger Geburtenzahlen und einer Tendenz zum Großstadtleben - gelingen, auch in Zukunft genügend Salz in der „Suppe“ der akademischen Jugend für ein Studium in Clausthal zu motivieren.

*Jochen* *Dr. Etwina Gandert*

Ihr,



Die Tempelanlage Angkor Wat im Urwald von Kambodscha.  
Foto: Rouven-Oliver Kerl.

## RUBRIKEN

Editorial	1
Hochschulpolitik	4
Campus	7
Geschichte	31
Forschung	40
Personalia	69
Nachrichten	80

### FÖRDERPREISE FÜR NACHWUCHSWISSENSCHAFTLER

Im Rahmen der feierlichen Immatrikulation am 29. Oktober wurden die Förderpreise des Vereins von Freunden, des Deutschen Akademischen Auslandsamtes und der Eberhard-Schürmann Stiftung verliehen.

Seite 12

nischen Einsatz bislang zu unattraktiv sind. Der Artikel soll veranschaulichen, dass es möglich ist, solche Sorbentien kostengünstig auf dem Wege der Sprühtrocknung herzustellen.

Seite 51

### EINMAL UM DIE GANZE WELT..

„Es muss im Jahr 2001 gewesen sein, da standen Rouven und ich mal wieder abends an der Theke im Kristallhaus und unterhielten uns über Gott und die Welt. An diesem Abend fanden wir heraus, dass wir beide den Traum hatten, einmal eine Zeit auszusetzen und um die Welt zu reisen. Wir wollten wissen, wie sich die Welt außerhalb unserer westlichen, durchorganisierten Gesellschaft dreht und wie sie funktioniert.“

Seite 26

### FUNKORTUNGSSYSTEM FÜR INDUSTRIEANWENDUNGEN

Das innovative funkbasierte 3D-Positionsmesssystem Local Positioning Radar (LPR) wird zur berührungslosen Erfassung der Position und Geschwindigkeit von industriellen Produktions- und Transportmitteln wie Lastkränen, Gabelstaplern, AGVs, Personen und Werkzeugen eingesetzt. Das in einer Industrie-Kooperation entwickelte und inzwischen mit einem Innovationspreis ausgezeichnete System erlaubt eine auf wenige Zentimeter genaue Ortung und hat sich bereits im täglichen Einsatz in einem Stahlwerk bewährt, wo es die Koordinaten von 18 Kränen erfasst.

Seite 46

### WIDERSTANDSPUNKTSCHWEIßEN

Im Karosseriebau werden zunehmend moderne Mehrphasenstähle zur Reduktion des Gewichts bei gleichzeitiger Verbesserung der Crashesicherheit und der Karosseriesteifigkeit verwendet. Im vorliegenden Artikel werden Besonderheiten bei der schweißtechnischen Verarbeitung dieser Stähle mittels Widerstandspunktschweißen aufgezeigt sowie Lösungsansätze und Folgerungen für die Praxis diskutiert.

Seite 54

### GERÄTE FÜR DIE ERDÖL-INDUSTRIE – STUDIERENDE SIND AN DEREN ENTWICKLUNG BETEILIGT

Das Unternehmen PSL Systemtechnik der beiden Clausthaler Absolventen, Dr.-Ing. Jens Pfeiffer und Dr.-Ing. Jörg Sonnenberg, produziert und vertreibt hochwertige Messgeräte für die Erdölindustrie, sowohl in Deutschland als auch weltweit. Bezahlt und bei besonders guten Ergebnissen mit einer Prämie belohnt, bietet PSL Systemtechnik, ein Unternehmen, das es ohne die Universität nicht gäbe, Studierenden die Möglichkeit, an direkten Entwicklungen für die Industrie beteiligt zu sein.

Seite 10

### KONSTRUKTIONSMETHODIK ALS EXPORTSCHLAGER

Im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Netzwerkprojektes ApoST kooperiert das Institut für Maschinenwesen mit der University of Wales, Cardiff, und der University of Patras, um asiatische Staaten im Bereich der Konstruktionsmethodik zu unterstützen. Der Bericht beschreibt die Zusammenarbeit im Projekt sowie die Durchführung eines Abschlussworkshops in Thailand und Malaysia.

Seite 66

#### IMPRESSUM

##### Herausgeber

Der Präsident der Technischen Universität Clausthal Prof. Dr. Edmund Brandt (Adolph-Roemer-Str. 2A), und der Vorsitzende des Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal, Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling (Osteröder Straße 8), beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld.

##### Verlag, Anzeigen und Layout

VMK Verlag für Marketing & Kommunikation GmbH & Co. KG  
Faberstraße 17, 67590 Monsheim  
Telefon: 06243/909-0 Fax: 909-400  
www.vmk-verlag.de

##### Druck

VMK-Druckerei GmbH  
Faberstraße 17, 67590 Monsheim  
Telefon: 06243/909-110 Fax: 909-100

##### Redaktion

Jochen Brinkmann, M. A.  
Adolph-Roemer-Str. 2A  
Telefon: 05323/727755 Fax: 727759  
Dr.-Ing. Lothar Schmidt  
(Betreuung der Autoren)  
Adolph-Roemer-Str. 2A  
Telefon: 05323/722141 Fax: 722203  
(beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld)

TU Contact erscheint als Zeitschrift der TU Clausthal. Bezugspreis (für Mitglieder im Beitrag enthalten): 3,00 € zuzüglich Versandkosten.

# Engineering und Innovation in Guss



Wir sind Entwicklungspartner und Produzent von Leichtmetallgussprodukten für die Automobilindustrie.

Als wachsende internationale Unternehmensgruppe streben wir nach höchster Kundenzufriedenheit durch wertorientierte Dienstleistung und Partnerschaft mit unseren Kunden. Leichtbau, konsequentes Engineering sowie Technologie und Kostenführerschaft durch Werkstoff- und Verfahrenskompetenz zählen zu den Erfolgsfaktoren beim weiteren Ausbau der Geschäftsaktivitäten.

Wir suchen motivierte und engagierte **Diplomanden/Praktikanten** aus den Fachbereichen

- **Maschinenbau**
- **Gießereitechnik**
- **Werkstofftechnik**
- **Technische Betriebswirtschaftslehre,**

**WIR SUCHEN**

die daran interessiert sind, in einem dynamischen und innovativen Unternehmen ihre Chance zu ergreifen.

Mit einer Diplomarbeit, einem Praktikum oder Praxissemester können Sie schon früh konkrete Erfahrungen aus dem Arbeitsleben sammeln.

Sie erhalten einen ersten Einblick in die Arbeitswelt und verschaffen sich so einen Vorsprung beim Berufseinstieg.

Bringen Sie Ihre Talente in die **KSM Castings** ein, zu Ihrem und unserem Erfolg. Reden wir darüber: 0 51 21 - 505-274.



**KSM Castings GmbH**  
Cheruskerring 38  
D - 31137 Hildesheim

Telefon +49 (0) 51 21 - 505 - 274  
Telefax +49 (0) 51 21 - 505 - 320  
E-Mail [Jolanthe.Ketzler@ksmcastings.com](mailto:Jolanthe.Ketzler@ksmcastings.com)

[www.ksmcastings.com](http://www.ksmcastings.com)

# Neuer Hochschulrat der TU Clausthal bestellt

## *Hochschulrat wählt neue Vizepräsidenten der TU Clausthal*

In seiner konstituierenden Sitzung am 18. März hat der Hochschulrat der Technischen Universität Clausthal die zwei nebenamtlichen Vizepräsidenten, Professor Hans-Peter Beck und Professor Thomas Hanschke, sowie den hauptamtlichen Vizepräsidenten, Dr. Kai Handel, einstimmig gewählt.

Der designierte Vizepräsident der TU Clausthal, Dr. Kai Handel, ist promovierter Physiker und war zwischen 2001 und 2004 Geschäftsführer der Landeshochschulkonferenz. Zuletzt arbeitete er als Projektleiter für das Centrum für Hochschulentwicklung. Vorgesehen war, dass Dr. Handel sein Amt zum 1. Mai 2005 antrat. Zwischenzeitlich wurde Dr. Handel jedoch zum Rektor der FH Konstanz gewählt und zog dieses Angebot, welches ihm noch größere Wirkungsmöglichkeiten eröffnet, vor. "Die Wahl von Herrn Dr. Handel in Konstanz bestätigt, dass wir an der TU Clausthal einen exzellen-



Der Hochschulrat in der Akademischen Feierstunde zur Ernennung von Dr. Kickartz zum Ehrensenator.

ten Kandidaten ausgewählt hatten", sagte Präsident, Prof. Dr. Edmund Brandt und bekundete zugleich Bedauern wie Verständnis für die Entscheidung von Dr. Handel.

Die Stelle wird erneut ausgeschrieben werden. Der Senat hat am 24. Mai eine neue Findungskommission einberufen, die aus den Bewerbern eine Kandidatenliste erstellen wird.

Der Hochschulrat löst im Niedersächsischen Hochschulgesetz (NHG) das Kuratorium der Universität zum 1. Januar 2005 ab. Zu seinen Aufgaben zählt, das Präsidium und den Senat zu beraten, Vorschläge des Senats zur Ernennung, Bestellung oder Entlassung von Mitgliedern des Präsidiums zu bestätigen und zu den Wirtschafts- und Entwicklungsplänen Stellung zu nehmen. Die Amtszeit der sieben Mitglieder beträgt vier Jahre. Drei der ehrenamtlich tätigen Mitglieder bestellt das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur, die vier übrigen benennt der Senat der Universität.

Die Mitglieder des Hochschulrats sind:

Dr.-Ing. Wolfgang Domröse, MdL a. D., VDI/VDE

Prof. (em.) Dr. Klaus Habetha, Rektor der RWTH Aachen a. D.

Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Gerhard Kreysa, Geschäftsführer der Dechema e.V.

Dr. Erwin Möller,  
Aufsichtsratsvorsitzender der M. M. Warburg Bank KGaA Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Ekkehard Schulz,  
Vorstandsvorsitzender der Thyssen-Krupp AG

Regina Seeringer, Mitglied des Niedersächsischen Landtags

Agnes Tistler-Kachel,  
Geschäftsführerin der LogoSensus Management Consultants GmbH

# Nebenamtliche Vizepräsidenten der TU Clausthal einstimmig wieder gewählt

*Beide nebenamtliche Vizepräsidenten der TU Clausthal bestätigte der Senat in seiner Sitzung am 1. Februar 2005 einstimmig in ihren Ämtern.*

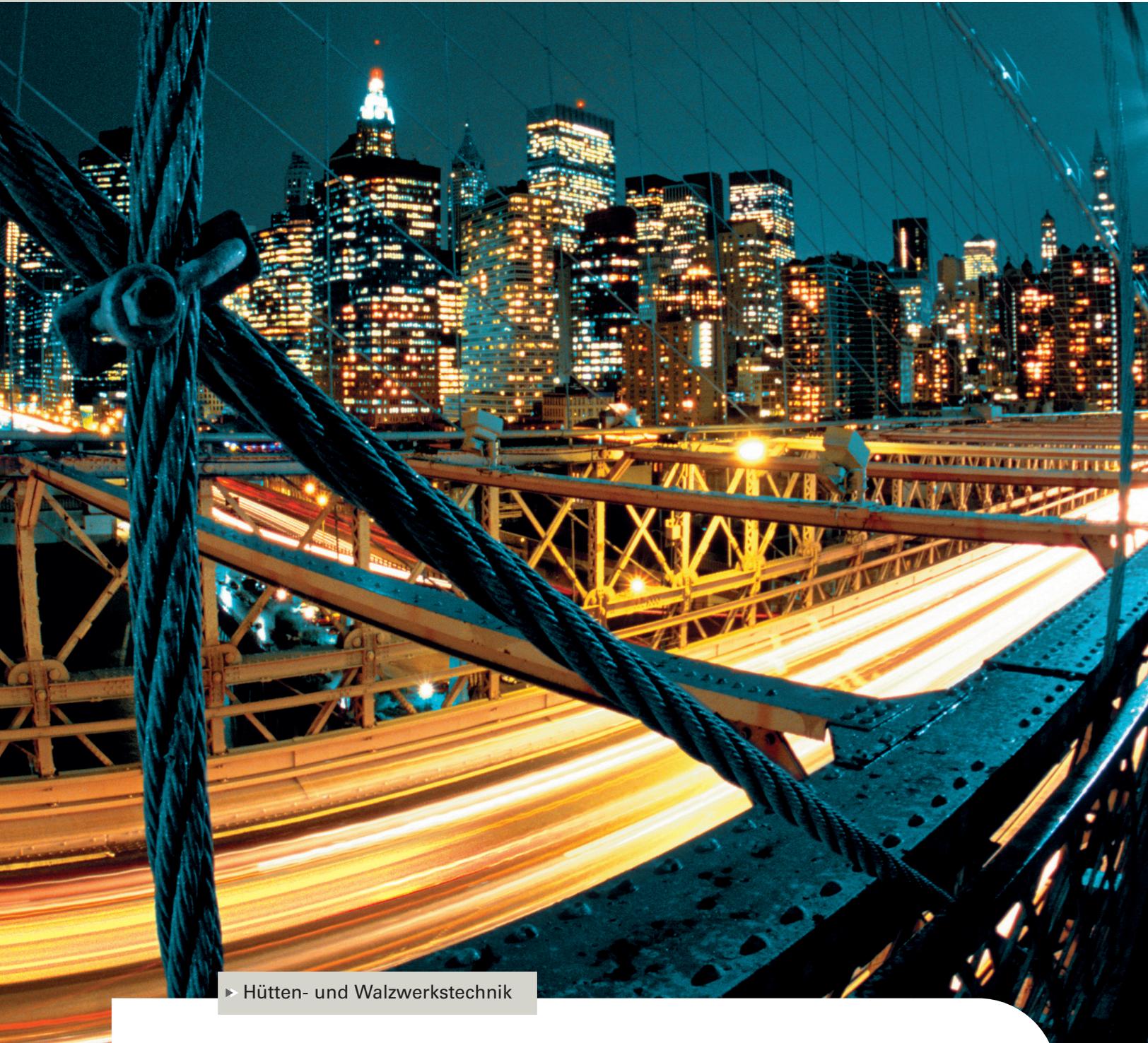
Der Vizepräsident für Studium und Lehre, Professor Dr. Thomas Hanschke, engagiert sich besonders für eine bedarfsorientierte und flexibilisierte Ausbildung an der TU Clausthal. Die Betreuung des einzelnen Studierenden zu intensivieren, sieht er als eine von vielen Maßnahmen, die Attraktivität der TU Clausthal zu steigern. Als Meilensteine für die beginnende Amtsperiode bis 2008 nannte er die Einführung weiterer Bachelor-/Master-Studiengänge und berufsintegrierter Weiterbildungsstudiengänge. Hierbei sorgt die Vernetzung der Studienfächer innerhalb eines Studiengangs für eine vielseitigere Ausbildung.

Professor Dr.-Ing. Hans-Peter Beck hat sich bei der Wahl des Vizepräsidenten für Forschung und Hochschulentwicklung gegen einen zweiten Kandidaten durchgesetzt. Zu den Hauptaufgaben des seit sechs Jahren amtierenden nebenamtlichen Vizepräsidenten zählt die Modernisierung der TU Clausthal. Er setzt sich dabei vor allem für die Einrichtungen von hochschulübergreifenden Forschungsverbänden und Forschungsschwerpunkten in Bereichen wie Mechatronik, Energie und Endlagerung ein.



# Ein Teil von uns ... bewegt die Welt.

**SMS  
DEMAG**  
SMS group



## ► Hütten- und Walzwerkstechnik

Was die Welt verbindet hat bei uns seinen Ursprung. Wir projektieren, konstruieren und bauen weltweit Anlagen für die Produktion und Weiterverarbeitung von Stahl, Aluminium und Kupfer.

Das Resultat: Qualitätsprodukte, die höchsten Beanspruchungen standhalten, sorgen auf der ganzen Welt für nachhaltige Lebensqualität, die uns alle miteinander verbindet.

Weitere Informationen unter: [www.sms-demag.com](http://www.sms-demag.com)

### SMS DEMAG AG

Eduard-Schloemann-Straße 4  
40237 Düsseldorf

Telefon: +49 (0) 211 881-0  
Telefax: +49 (0) 211 881-4902

E-Mail: [communications@sms-demag.com](mailto:communications@sms-demag.com)

**MEETING your EXPECTATIONS**

# TU Clausthal ernennt Dr. Kickartz zum Ehrensenator

Am 18. März hat die Technische Universität Clausthal ihren ehemaligen Kanzler und zuletzt Vizepräsidenten Dr. Peter Kickartz zum Ehrensenator ernannt. Sie hat ihm damit die höchste Auszeichnung der Universität verliehen. Als Kanzler nahm Dr. Peter Kickartz 1989 sein Amt auf und war von 2002 bis 2004 Vizepräsident der TU Clausthal. Ende Dezember 2004 schied er aus gesundheitlichen Gründen aus.

Zu der Feierstunde in der Aula der Universität waren zahlreiche Freunde, die Familie und Honoratioren aus Wissenschaft und Politik zu Gast, darunter auch der Niedersächsische Minister für Wissenschaft und Kultur Lutz Stratmann, die Mitglieder des zum 1. Januar 2005 bestellten Hochschulrats sowie das Präsidium der TU Clausthal mit dem designierten Vizepräsidenten Dr. Kai Handel.

Der Präsident der Universität Professor Edmund Brandt bedankte sich in seiner Begrüßung bei allen Gästen und bei Dr. Kickartz für sein beachtenswertes Engagement zum Wohl der Hochschule. Die TU Clausthal schulde Dr. Kickartz großen Dank, da er mit Weitsicht zur Weichenstellung und Profilbildung der Universität beigetragen habe. In der Entwicklung der TU Clausthal habe man die Talsohle durchschritten, was sich auch in einem stärkeren Zulauf von Studierenden zeige. Die Internationalisierung schreite voran, „weil hier an der TU Clausthal hochkarätige Wissenschaftler arbeiten“, so Professor Brandt weiter. Mit Freude stellte er fest, dass sich die Taktzeit der Besuche des Ministers Lutz Stratmann verkürzten. Sie seien ein Mosaikstein in der Entwicklung der Universität.

Der Bürgermeister der Bergstadt Clausthal-Zellerfeld Michael Austen, bedankte sich bei Dr. Kickartz für die langjährige und gute Zusammenarbeit. Dr. Kickartz habe die TU Clausthal in das Bewusstsein der Bürger gerückt. „Die Universität ist die Lebensader der Bergstadt. Wenn es ihr gut geht, dann geht es der Stadt auch gut“, resümierte Austen. Dem herzlichen Glückwunsch schloss sich der Schatzmeister des Vereins von Freunden der TU Clausthal Dr.-Ing. Jörg Pfeiffer an. Das Grußwort der verfassten Studentenschaft sprach Claas Hemig.

An die Glückwünsche für Dr. Kickartz fügte der Niedersächsische Minister für Wissenschaft und Kultur Lutz Stratmann lobende Worte zur Entwicklung der Universität an. „Die TU Clausthal braucht sich hinter keiner anderen Universität des Landes zu verstecken.“ Sie sei auf einem guten Weg und habe alle Chancen, zu den Spitzenuniversitäten in Deutschland zu gehören.

Die Laudatio sprach die Dekanin des Fachbereichs Geowissenschaften, Bergbau und Wirtschaftswissenschaften Professor Heike Schenk-Mathes. Sie betonte, dass Dr. Kickartz sich quasi zu jedem Zeitpunkt des Tages für die TU Clausthal eingesetzt habe. Dank sagte sie auch für sein Engagement für den guten Ruf der Professorenenschaft.



Dr. Peter Kickartz, Foto: Hans-Dieter Müller

Die Entwicklung und Veränderungen in seiner Amtszeit an der TU Clausthal skizzierte Dr. Kickartz in seiner Dankesrede nach. „Wir sind Zeugen eines gründlichen Wandels“, so der Ehrensenator. In den Jahren nach 1968 waren „die Universitäten noch um die Wissenschaft herumgebaut“. Mit betriebswirtschaftlicher Unternehmensführung und formelgebundener Mittelzuweisung seien die Hochschulen auf die Wirtschaftlichkeit als höchsten Wert ausgerichtet. „Die Wissenschaft findet sich in zweiter Linie und ist Objekt der Steuerung“, resümierte Dr. Kickartz. Er bedanke sich beim Senat und bei allen Mitarbeitern, die ihn über die Jahre unterstützt hätten und im Hintergrund wirkten. Er schätze sich glücklich, dass in seiner Amtszeit die Verwaltung nie im Gerede war. „Eine Verwaltung ist um so besser, je weniger man von ihr redet.“ ■

# Partnerschaftsvertrag mit Hannoveraner Schule unterzeichnet

*Am 8. November unterzeichneten die Schulleiterin der Albert-Einstein Schule in Hannover Laatzen, Frau Krus, und der Präsident der TU Clausthal, Prof. Dr. Edmund Brandt, einen Partnerschaftsvertrag.*

Die Albert-Einstein Schule ist eine kooperative Gesamtschule mit 1576 Schülern, davon 740 Gymnasiasten. Dank eines engagierten Kollegiums, namentlich auch des Chemielehrers Peter Heinzerling, bestehen enge Kontakte zu den Arbeitgebern der Metall- und Elektroindustrie, die über die Stiftung Niedersachsen Metall die Kooperation mit der TU Clausthal fördern wollen. So soll so bald als möglich eine gemeinsame Lehrerfortbildung in Clausthal stattfinden, die von der Stiftung unterstützt wird.

Professor Dr. Georg Schwedt war bereits zwei Mal zum Tag der Offenen Tür an der Albert-Einstein Schule zu Gast mit einem Experimentalvortrag. Am Tag der Vertragsunterzeichnung fand ein regionaler Berufsfindungsmarkt statt: Betriebswirtschaftslehre und Kunststofftechnik wurden in Workshops vorgestellt.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Ziegmann, Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik, stellte vor über 30 Schülern sein Fachgebiet vor und fand ein sehr interessiertes Publikum vor. Zwei Oberstufenschüler werden im Februar kommenden Jahres im Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik ihr Betriebspraktikum absolvieren, eine weitere Schülerin wird dies in der Organischen Chemie ableisten.

Peter Heinzerling besucht mit seinen Schülern regelmäßig die Schülerlabore in der Organischen Chemie bei Privatdozent Dr. Andreas Schmidt und das SuperLab in der Anorganischen Chemie. Auch nahm die Albert-Einstein Schule regelmäßig an Vorbereitungsseminaren zur Chemie-Olympiade teil.

## Piller Power Systems – Weltweit...

Für Betreiber von kritischen Lasten in automatisierten Produktionen und Rechenzentren stellt ein Stromausfall, eine Katastrophe dar. In Flugleitstellen, militärischen und marineteknischen Anwendungen, Banken, Rundfunk und Telekommunikation ist eine zuverlässige und hochwertige Stromversorgung unentbehrlich. Piller hat viele Jahre Erfahrung in Unterbrechungsfreien-Stromversorgungs-Systemen (USV) hoher Leistung, begleitet von einem Höchstmaß an technischer Kompetenz und engem Kundenkontakt.

### ...Hervorragende Lösungen zur Sicherung der Energieversorgung

- Dynamische USV-Systeme
- Statische USV-Systeme
- Statische Transferschalter
- Flugzeug-Bodenstromversorgung
- Frequenzumformer
- Systeme der Marineteknik
- Systemeinbindung



Piller Power Systems GmbH  
Abgunst 24  
37520 Osterode,  
Germany  
T +49 (0) 5522 311 605  
F +49 (0) 5522 311 414

A Langley Holdings Company

Piller (Australia) Pty. Ltd - Sydney . Piller (France) SAS - Paris . Piller Power Systems GmbH - Osterode . Piller (Italia) Srl - Milan  
Piller (Iberica) SI - Madrid & Valencia . Piller (UK) Ltd - Cirencester . Piller Inc - New York

# Nanopartikel im Einsatz gegen Korrosion

*Um Leichtbauwerkstoffe in sicherheitskritischen Bereichen z. B. der Medizin oder Automobilindustrie, die mit aggressiven Reinigungsmitteln oder Salz zu kämpfen haben, vor dem korrosiven Angriff zu schützen, werden Aluminiumlegierungen oft eloxiert. Das mindert die Schwingfestigkeit erheblich - das Potential der Leichtbauwerkstoffe wird verschenkt. Drei Institute der TU Clausthal schlossen sich zu der Lösung dieses werkstoffkundlichen Problems bei Aluminiumlegierungen zusammen. Gefördert wird das Vorhaben von der Stiftung Industrieforschung mit der Unterstützung einiger Industriepartner. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer verbesserten Beschichtung, die Nanopartikel enthält. Ein Kolloquium am 27. Oktober an der TU Clausthal zog eine Zwischenbilanz nach dem ersten Jahr Forschung.*

Das Problem zerfällt in drei Unteraufgaben: Die nur wenige Millionstel Meter dicken Schutzschichten, zur Zeit werden solche auf Siliziumdioxid-Nickelbasis getestet, müssen hergestellt werden; sie müssen gut haften und dehnbar sein. Diese Kunst ist das Feld des Instituts für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik der TU Clausthal - Prof. Dr. Ing. Lothar Wagner mit seiner Mitarbeiterin Dipl. Chem. G. Vidrich. Für die Herstellung dieser SiO<sub>2</sub>/Ni-Schichten ist es wichtig, das Verhalten der Nanopartikel im Elektrolyt zu kennen, um eine Koabscheidung der Nanopartikel in homogener Verteilung in der Metallmatrix der Beschichtung zu gewährleisten. Dazu wurden zu Beginn des Projektes die Agglomeratgröße und die Oberflächenladung der Teilchen im Nickelsulfamat-Elektrolyt bestimmt. Aufbauend auf diese

Ergebnisse wurde eine geeignete Zusammensetzung des galvanischen Bades ermittelt.

Zweitens werden Prototypen der realen Bauteile „lebensnah“ in Prüfständen Belastungstests unterzogen: Gewährleistet die Schicht den gewünschten Effekt, schützt sie vor Korrosion? Diesen Part übernahm das Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit - Prof. Dr.-Ing. Alfons Esderts, Dr.-Ing. Rainer Masendorf und Dipl.-Ing. Sven Hollunder gehen diesen Fragen nach. Es konnten die ersten Ergebnisse für die neuen Beschichtungen vorgestellt werden. Hier geht der Trend zu einer Erhöhung der Lebensdauer verglichen mit dem heutigen Stand der Technik, dem Eloxieren.

Und schließlich müssen die chemischen Prozesse, die bei der realen Korrosion ablaufen, verstanden sein. Privatdozent Dr. Wolfgang Maus-Friedrichs, Dipl. Phys. Martin Frerichs und Diplomand Florian Voigts vom Institut für Physik und Physikalische Technologien können mit ihren Methoden der Oberflächenanalytik den Atomen der obersten Grenzschichten (fast) dabei zuschauen, welche Bindungen sie eingehen - das Verständnis auf der fundamentalen Ebene hilft dabei, der Arbeit der Ingenieure, die die Schichten herstellen müssen, Hinweise zur Weiterentwicklung geeigneter Schichten zu geben. An den untersuchten Modellproben konnten sie z.B. feststellen, dass durch die Reinigung eine Vielzahl von Spurenelementen wie Natrium, Schwefel und Stickstoff auf die Oberfläche aufgebracht werden - sie beeinträchtigen die weitere Korrosionsbeständigkeit erheblich. ■

## Kooperation seit 25 Jahren

### *Kreisvolkshochschule öffnet das sprachliche Tor zur TU Clausthal*

*Frau Ute Lenz-Rühmann als Leiterin der Kreisvolkshochschule Goslar und der Präsident der TU Clausthal, Professor Dr. Edmund Brandt, unterzeichneten am 24. November einen Rahmenvertrag über die von der Kreisvolkshochschule angebotenen Sprachkurse an der Universität.*

Seit 25 Jahren besteht diese Kooperation und sie ist beständig ausgedehnt worden. Begonnen hatte man mit drei Sprachkursen, heute werden jährlich rund 11000 Stunden Sprachunterricht von insgesamt neun Lehrkräften, vorzugsweise für die ausländischen Studienbewerber, erteilt. Mit den guten und preiswerten Sprachkursen trägt die Kreisvolkshochschule mit dazu bei, dass ausländische Studienbewerber der Natur- und Ingenieurwissenschaften sich für Clausthal-Zellerfeld als Studienort entscheiden. Präsident Professor Brandt dankte für den großen Einsatz der Lehrkräfte, die mit ihrem Engagement dafür sorgen, dass die ausländischen Studienbewerber sich an der TU Clausthal gleich von Anfang an gut aufgehoben fühlen. Neu ist ein Kurs „Deutsch als Wissenschaftssprache“, welcher den ausländischen Studenten auch nach Abschluss ihrer Sprachprüfung ermöglichen soll, studienbegleitend ihre Deutschkenntnisse kontinuierlich zu verbessern.



**Frau Ute Lenz Rühmann, Leiterin der Kreisvolkshochschule Goslar und der Präsident der TU Clausthal, Prof. Dr. Edmund Brandt, besiegeln die langjährige Partnerschaft mit einem Vertrag.** ■

# 20 Jahre Psychosoziale Beratungsstelle des Studentenwerks Clausthal

Die Psychosoziale Beratungsstelle des Studentenwerks Clausthal feierte am 1. März ihr 20-jähriges Bestehen. Der Präsident der TU Clausthal, Professor Edmund Brandt, gratulierte der Leiterin der Beratungsstelle Heidi Homann zu ihrem Jubiläum und dankte ihr, dass sie unzähligen Hilfe suchenden Studierenden seit zwei Jahrzehnten Vertrauen und Unterstützung bietet. Ihre Arbeit sei nicht hoch genug zu schätzen, sagte der Präsident. Heidi Hohmann und Ulli Pahlke beraten Studierende und Mitarbeiter der Technischen Universität Clausthal bei Problemen wie Lernstörungen, Prüfungsangst und Isolation. Die Sozialwissenschaftlerin mit Ausbildung zur Gesprächspsychotherapeutin führt 860 Beratungsgespräche pro Jahr. 360 Menschen suchen telefonisch bei ihr Rat. Junge Menschen beim Erwachsenwerden zu unterstützen, ihnen Eigenverantwortung und ein gesundes Selbstwertgefühl zu vermitteln, sieht sie nicht nur als ihren Beruf, sondern als ihre Berufung an.



Geschäftsführer Studentenwerk Jürgen Graf, Heidi Hohmann, Ulli Pahlke, Prof. Dr. Edmund Brandt.

## Viele kluge Partner

für wegweisende Ideen



Angenehm,

**Verbundnetz  
Gas AG**

Charles Darwin, Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Johann Wolfgang Goethe, Thomas Alva Edison

www.verbundnetzgas.de

### Gemeinsames Engagement.

Gemeinsam mit unseren Kunden und Partnern unterstützen und fördern wir wissenschaftlich-technische Kooperationen, gesellschaftliches Engagement und entwickeln wegweisende Ideen.

### Unser größter Wunsch: Partner binden.

Die VNG – Verbundnetz Gas Aktiengesellschaft ist Erdgasgroßhändler und Energiedienstleister für Ostdeutschland.

**Verbundnetz  
Gas AG**

VNG - Verbundnetz Gas  
Aktiengesellschaft  
Braunstraße 7  
04347 Leipzig

# High-Tech-Unternehmen PSL Systemtechnik GmbH profitiert von Uni-Nähe

*Geräte für die Erdölindustrie werden unter Beteiligung von Studierenden entwickelt*

*Das Unternehmen PSL Systemtechnik mit Sitz in Clausthal-Zellerfeld, gegründet 2001 von dem Maschinenbauingenieur Dr.-Ing. Jens Pfeiffer und dem Technomathematiker Dr.-Ing. Jörg Sonnenberg, produziert und vertreibt hochwertige Messgeräte für die Erdölindustrie sowohl in Deutschland als auch weltweit. An dem Erfolg des Unternehmens der beiden Absolventen der TU Clausthal haben Studierende ihren Anteil in Studien- und Diplomarbeiten, die der Weiterentwicklung der Systeme dienen. Bezahlt und bei besonders guten Ergebnissen mit einer Prämie belohnt, bietet PSL Systemtechnik, ein Unternehmen, das es ohne die Universität nicht gäbe, Studierenden die Möglichkeit, an direkten Entwicklungen für die Industrie beteiligt zu sein.*

Auf die Idee der Selbständigkeit kamen Dr. -Ing. Pfeiffer und Dr.-Ing. Sonnenberg im Jahr 1999, noch während ihrer Zeit der Promotion am Institut für Elektrische Informationstechnik, durch die damals frisch ins Leben gerufene Vorlesungsreihe für potentielle Existenzgründer. "Unsere ersten Versuche haben wir auf dem Küchentisch zuhause durchgeführt", erzählt Dr. Sonnenberg. Mitte 2001 fiel der Entschluss, die Firmengründung zu wagen und seit 2002 schreibt ihr Unternehmen schwarze Zahlen - mit steigender Tendenz.

Wofür dienen die Geräte von PSL Systemtechnik? Rohöl wird im Anschluss an die Förderung in Pipelines zu den großen Verladehäfen gepumpt. Die Viskosität, also die Fließfähigkeit eines Rohöls, ist eine Funktion seiner Temperatur. Darüber hinaus weisen Rohöle unterschiedlicher Herkunft aufgrund



**Für gute Studierende bietet das Clausthaler High Tech Unternehmen PSL Systemtechnik GmbH in Abstimmung mit der Universität Themen für Studien- und Diplomarbeiten an. Dr.-Ing. Jens Pfeiffer und Dr.-Ing. Jörg Sonnenberg (v.l.n.r.) mit einem firmeneigenen Messgerät.**

ihrer differierenden Zusammensetzung sehr individuelle Viskositätskurven auf. Deshalb müssen Edölingenieure bei jeder neuen Rohölgewinnung prüfen, bei welcher Temperatur die Konsistenz des Rohöls von flüssig zu fest umschlägt. Das Messinstrument der PSL Systemtechnik bestimmt diesen, Pour Point genannten Temperaturpunkt mit einer Genauigkeit von 0,1 Grad Celsius, herkömmliche Geräte können diesen Temperaturwert nur innerhalb eines Temperaturfensters von drei Grad Celsius angeben. Diese Präzision ist Geld wert. "Dank moderner Peltiertechnik lässt sich unser Pour Point Tester ohne ein externes Kältegerät betreiben und kann im Handgepäck im Flugzeug mitgenommen werden", erläutert Dr. Pfeiffer.

Ein Clausthaler Maschinenbaustudent hat mit seiner kürzlich bei der PSL Systemtechnik angefertigten Diplomarbeit, betreut auf universitärer Seite von Prof. Dr.-Ing. Ulrich Konigorski am Institut für Elektrische Informationstechnik, an der Entwicklung eines neuen Gerätes, einem Flokulationsmessgerät mitgewirkt. Das Gerät misst das Ausfällungsverhalten von Asphaltene und Harzen im Rohöl auf optischem Wege: Die Probe wird mit Licht durchstrahlt. "Durch das Erdöl dringt per se nur ein ganz geringer Anteil des Lichtes. Die zähen Massen der Asphaltene oder Harze dämpfen diesen Lichtstrahl noch einmal. Dieses reduzierte, ganz schwache Lichtsignal ist unser Messwert", erklärt Dr. Sonnenberg. Aufbauend auf dem Grundkonzept der Firmengründer, baute der Student die Hardware für den Messverstärker auf, testete sie und passte die Software für die Problemstellung an.

Ein weiterer Student, Kassem Zaidan aus Israel, befasst sich in seiner Diplomarbeit bei PSL Systemtechnik mit einem Teilelement eines neuen Instruments, mit dem die Schmierfähigkeit von Dieseltreibstoff bestimmt werden kann. "Für diese Anwendung erwarten wir auf dem russischen Markt ein großes Potential", sagt Dr. Sonnenberg. Russland gehe zunehmend dazu über, Rohöl selbst zu raffinieren, weil dies eine höhere Wertschöpfung erlaube. Weil aber beispielsweise die Treibstoffpumpen in Fahrzeugen, die den Dieseltreibstoff vom Tank zum Motor befördern, von diesem Treibstoff selbst geschmiert werden, müsse dessen Schmierfähigkeit bestimmten Mindestanforderungen genügen und daher gemessen werden. Weltweit gibt es für diese Problemstellung nur das Gerät eines Lieferanten - und dank des Clausthaler Technomathematikers Dr.-Ing. Sonnenberg, und seines Kompagnons, dem Clausthaler Maschinenbauingenieur Dr.-Ing. Jens Pfeiffer, wird dieser Lieferant in näherer Zukunft Konkurrenz bekommen.

Ein nächstes Projekt ist schon im Köcher. PSL Systemtechnik will ein so genanntes Turbulenzrheometer entwickeln. "Altern die Pipelines, so sind ihre Rohrwände aufgrund von Korrosion und Ablagerungen von winzigen Unebenheiten überzogen. So gerät aber das Rohöl schon bei Fließgeschwindigkeiten in Turbulenz, bei denen bei glatten Wänden noch eine laminare Strömung zu erwarten wäre", sagt Dr. Pfeiffer. Um das zu verhindern, werden den Ölen so genannte Fließverbesserer, beispielsweise langkettige Polymere zugegeben. "Wir werden ein Messinstrument bauen, mit dem die Wirkung dieser Fließverbesserer getestet werden soll, ohne deren Moleküle durch den Versuchsaufbau zu zerschneiden." Gute Clausthaler Studenten sind auch bei diesem Projekt gern gesehene Partner. PSL Systemtechnik bietet ständig eine große Auswahl an interessanten Themen für Studien-, Projekt- und Diplomarbeiten an. Kontakt: Dr. Jörg Sonnenberg, Tel. 05323/962790, sonnenberg@psl-systemtechnik.de. ■

# Voraussetzungen für Erfolg der Juniorprofessur benannt

Als Ergebnis eines Workshops des Vereins zur Förderung der Juniorprofessur in Clausthal-Zellerfeld am 28. September 2004 wurde ein Papier mit Vorschlägen zur Gestaltung einer zukunfts- und arbeitsfähigen Juniorprofessur vorgelegt. An der Diskussion nahmen neben Vertretern des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) auch Vertreter des akademischen Mittelbaus teil.

Als wesentliche Punkte wurden Argumente für die Einrichtung von Juniorprofessuren, die Ausgestaltung der Juniorprofessur und die berufliche Perspektive für Juniorprofessoren diskutiert.

Die Juniorprofessur kann auch weiterhin als bester Ansatz gelten, um auf die national wie international veränderten Bedingungen im Wissenschafts- und Hochschulbereich zu reagieren. Mit ihr ist unter anderem die Senkung des Berufungsalters, die Erhöhung der Selbstständigkeit junger Wissenschaftler,

eine verbesserte Planbarkeit wissenschaftlicher Karriereverläufe und eine verbesserte Berücksichtigung von ausländischen Wissenschaftlern erreichbar.

Zentral ist dafür, dass auf die Juniorprofessur im Bewährungsfalle regelmäßig eine Entfristung („Tenure“) folgen soll. Zudem ist eine klare Zuordnung zur Statusgruppe der Hochschullehrer mit den entsprechenden Rechten und Pflichten von hoher Bedeutung.

Nach dem Verfassungsgerichtsurteil zur 5. Novelle des HRG soll das Papier der Juniorprofessoren dazu beitragen, aus einem viel versprechenden Ansatz ein Erfolgsmodell zu machen. Dem Papier sind Eckpunkte der Clausthaler Richtlinien zur Zwischenevaluation von Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren angehängt. Das Dokument steht zum Download unter <http://www.juniorprofessur.com> zur Verfügung. ■

## Mit Sicherheit: Erdgas und Erdöl aus Niedersachsen



**Hohe Sicherheitsstandards**



**Umweltbewußte Verarbeitung**



**Heimische Förderung**



**Sicheres Erdöl**



**Bedarfsgerechte Speicherung**

**ExxonMobil**  
*Production*

Riethorst 12 · 30659 Hannover · Tel. 05 11/641-0

# Förderpreise für Nachwuchswissenschaftler 2004

**Im Rahmen der feierlichen Immatrikulation am 29. Oktober 2004 wurden die Förderpreise des Vereins von Freunden, des Deutschen Akademischen Auslandsamtes und der Eberhard-Schürmann Stiftung verliehen.**

Der Clausthaler Physiker Jochen Unland wurde am 29. Oktober für seine Diplomarbeit „Phasenstabilität von Indiumnitrid und Galliumnitrid und thermodynamische Modellierung des Systems Gallium – Stickstoff“ mit dem Eberhard-Schürmann-Preis 2004 ausgezeichnet.

Aus Galliumnitrid konnte vor einigen Jahren zum ersten Mal ein Laser entwickelt werden, der kurzweiliges blaues Licht aussendet und damit eine vier Mal höhere Informationsspeicherdichte auf optisch auslesbaren Datenträgern, also CDs, ermöglicht. Leuchtdioden auf Nitrid-Halbleiter-Basis würden nur etwa 10 Prozent der Energie einer Glühlampe verbrauchen und darüber hinaus fast ewig halten.

Jochen Unland untersuchte bei welchen Druck- und Temperaturbedingungen Indiumnitrid und Galliumnitrid im festen Zustand vorliegen. Außerdem konnte er einen ersten groben Wert für die Zersetzungstemperatur bestimmen. Die Kenntnis des Phasendiagramms dieser neuartigen Halbleiter-Gruppe, zu dem die Diplomarbeit einen wesentlichen Beitrag liefert, ist von hohem technischen Aussagewert, weil die Herstellung entsprechender optoelektronischer Bauteile Prozesse einschließt, bei denen die Materialien im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand in der Nähe der Gleichgewichtsbedingungen vorliegen. Die Arbeit wurde im Institut für Metallurgie unter Betreuung von Prof. Dr.-Ing. Rainer Schmid-Fetzer angefertigt.

Dipl.-Ing. Markus Krieger wurde für seine bei der Salzgitter Flachstahl GmbH und am Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik (Prof. Dr. Juri Estrin) angefertigte Diplomarbeit „Bake-Hardening bei kalt gewalzten Mehrphasenstählen“ ebenfalls mit dem Förderpreis der Eberhard-Schürmann Stiftung ausgezeichnet.

Der Trend zum Leichtbau im Automobilbau, welcher in der Forderung nach einer Senkung des Treibstoffverbrauchs begründet ist, bei gleichzeitiger Verbesserung der Fahrzeugsicherheit, verlangt nach der Entwicklung neuer Werkstoffkonzepte. Ein Beitrag hierzu ist der Einsatz von höherfesten Mehrphasenstählen, bei denen das gewünschte Eigenschaftsprofil durch eine gezielte Einstellung eines Materialgefüges aus verschiedenen Phasen wie Ferrit, Martensit und Bainit einstellbar ist. Diese Stähle lassen sich in einer konventionellen Durchlaufglühe oder auf einer neuen Art von Feuerverzinkungslinie erzeugen.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden kaltgewalzte Stähle unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, sowohl aus dem laufenden Betrieb, als auch aus Laborschmelzen, in einem Glühsimulator wärmebehandelt, wobei unterschiedliche Temperaturverläufe kontinuierlicher Glühanlagen simuliert wurden. Das auf diese Weise erzeugte Material wurde im Hinblick auf seine Mikrostruktur und die mechanischen Eigenschaften untersucht. Zusammenhänge zwischen chemischer Zusammensetzung, der durchgeführten Wärmebehandlung, der dabei entstehenden Mikrostruktur und schließlich der daraus resultierenden Eigenschaften konnten erfasst werden. Zusätzlich erfolgte eine Untersuchung des Bake-Hardening-Potenzials dieser Mehrphasenstähle. Unter Bake-Hardening versteht man einen Anstieg

der Streckgrenze z.B. von Karosserieblechen infolge einer zusätzlichen Wärmebehandlung, typischerweise im Bereich der Lackeinbrenntemperatur von 170 °C. Dieser Festigkeitszuwachs beruht auf der Blockade von Versetzungen durch im Gefüge gelösten Kohlenstoff. Wichtige Einflussgröße für den zu erzielenden Streckgrenzenanstieg ist neben der Temperatur und Zeit dieser Wärmebehandlung auch die Höhe der davor stattfindenden Verformung. Die Charakteristik des Bake-Hardening in Abhängigkeit von der Vorverformung konnte für verschiedene chemische Zusammensetzungen und verschiedene Wärmebehandlungszyklen von Durchlaufglühe und Feuerverzinkung beschrieben werden.

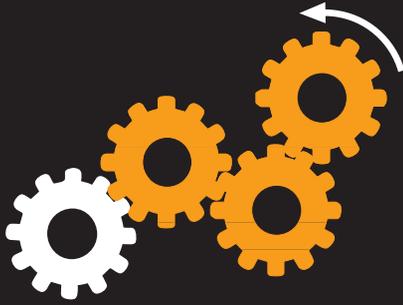
Der dritte Preisträger der Eberhard-Schürmann-Stiftung ist Dipl.-Ing. Andreas Janz mit seiner Arbeit „Beitrag zur Optimierung des Schrotteinsatzes im LD-Konverter.“

Der Werkstoff Stahl beansprucht für sich, bei einer Recyclingrate von ~ 70 % in den entwickelten Ländern, das am meisten recycelte Material in der Welt zu sein. Der Einsatz von Stahlschrott wird jedoch aufgrund der immer weiter steigenden Anforderungen an die Eigenschaften von Stahl bei gleichzeitig ansteigender Verunreinigung des verfügbaren Schrotts mit den verschiedensten Spurenelementen zunehmend schwieriger. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist kein im industriellen Maßstab nutzbares Verfahren verfügbar, mit dem sich für die Stahlqualität schädliche Spurenelemente aus Stahlschmelzen entfernen lassen. Gleichzeitig wird Schrott aufgrund der hohen Nachfrage zunehmend teurer. Ziel dieser Arbeit war es daher, den Einfluss der Schrottqualität auf die Spurenelementkonzentration im Rohstahl zu untersuchen, indem Herkunft und Verteilung der Spurenelemente bestimmt wurden. Mit dieser Arbeit wurden die metallurgischen Grundlagen untersucht und der vorhandene Datenbestand gesichtet sowie grundlegend ausgewertet und dabei verschiedene Streuungsursachen identifiziert. Die Spurenelementgehalte in den verschiedenen Schrottsorten konnte für die wesentlichen Elemente Kupfer, Chrom und Nickel bestimmt werden, für weitere Elemente konnten erste Abschätzungen erreicht werden. Die Untersuchungen haben gezeigt, wie das bisherige Schrottmodell beim betreuenden Unternehmen Stahlwerke Bremen GmbH wesentlich verbessert werden kann und damit erhebliche Kosteneinsparungen zu realisieren sind.

Dipl.-Geol. Michael Schäfer wurde mit dem Förderpreis des Vereins von Freunden 2004 ausgezeichnet.

Schäfer hat im Zuge seiner Diplomarbeit zwei Methoden entwickelt, mit denen aus Satellitenbildern Informationen über die Größe und Temperaturen von Flözbränden im nordchinesischen Steinkohlenrevier gewonnen werden können, sogar wenn diese kleiner als ein Bildpunkt des Satellitenbildes sind (Subpixel-Bereich). Die Diplomarbeit wurde betreut von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Busch und Dr.-Ing. Christian Fischer am Institut für Geotechnik und Markscheidewesen.

Allein in China verbrennen jedes Jahr etwa vier Fünftel der deutschen Steinkohlenförderung, eine viel größere Menge wird zudem für die Förderung unbrauchbar. Eine Fernerkundung mittels Satellitendaten im Wellenlängenbereich des thermalen Infrarots bietet sich an zur großräumigen Erfassung bestehender oder neu entstehender Brandherde, sowie ihrer räumlichen Veränderungen mit der Zeit, in den in China oftmals schwer zugänglichen und dünn besiedelten Gebieten. Sie funktioniert bislang jedoch nicht zufrieden-



Haben Sie den richtigen Dreh?  
In welche Richtung dreht sich das  
weiße Rad, wenn sich das obere  
Rad in Pfeilrichtung drehen soll?

## Kennen Sie die Richtung?

### Diplom-Ingenieure (w/m)

- Maschinenbau
- Werkstoffwissenschaften
- Metallurgie
- Verfahrenstechnik
- Informatik/ Informationstechnik

#### Für Trainees läuft alles nach Programm:

Nach Ihrem Studium bereiten wir Sie während eines 12-monatigen Traineeprogramms individuell auf kommende Fach- und Führungsaufgaben vor!

#### Bei Direkteinsteigern kommt die Karriere in Bewegung:

Sie wissen bereits genau, was Sie wollen? Dann wachsen Sie bei uns step by step in verantwortungsvolle Positionen hinein.

#### Bei Diplomarbeiten, Praktika und Studienarbeiten dreht sich alles um Ihre Zukunft:

Sie wollen Theorie und Praxis miteinander verbinden? Wir unterstützen Sie gerne und ermöglichen Ihnen, Erfahrungen für das spätere Berufsleben zu sammeln. Dabei können Sie uns gleichzeitig von Ihren Fähigkeiten und Ihrer Persönlichkeit überzeugen.

Der Einstieg in den Salzgitter Konzern könnte auch die Drehscheibe für Ihre Karriere bedeuten.

Die Salzgitter AG ist mit über 80 nationalen und internationalen Tochter- und Beteiligungsgesellschaften ein bedeutender und weltweit agierender Stahlkonzern.

Unsere Kernaktivitäten bündeln wir in den Unternehmensbereichen Stahl, Handel, Verarbeitung, Dienstleistungen und Röhren. Über 18.000 Mitarbeiter verbinden ihre Zukunft schon heute mit dem Salzgitter Konzern.

Besuchen Sie auch unsere Homepage [www.salzgitter-ag.de](http://www.salzgitter-ag.de) und senden Sie Ihre Bewerbungsunterlagen an die unten stehende Adresse:

**Salzgitter AG**  
**Stahl und Technologie**  
Abteilung Führungskräfte  
Eisenhüttenstr. 99, 38239 Salzgitter  
[karriere@salzgitter-ag.de](mailto:karriere@salzgitter-ag.de)  
[www.salzgitter-ag.de](http://www.salzgitter-ag.de)



den stellend, weil die Pixelauflösung ziviler Satellitensensoren im thermalen Infrarot oft um ein Vielfaches größer ist als die Größe der Brandherde. Erschwerend kommt u. a. hinzu, dass durch die je nach Geländemorphologie unterschiedliche Sonneneinstrahlung die Oberflächentemperaturen stark variieren.

Die erste von Michael Schäfer entwickelte Methode simuliert daher die Erwärmung der Erdoberfläche durch die Sonne über den ganzen Tagesverlauf seit Sonnenaufgang mittels eines digitalen Höhenmodells und vergleicht diese dann mit den vom Satelliten gemessenen Temperaturen. Bisherige Methoden betrachteten hierbei lediglich den momentanen Sonnenstand zum Zeitpunkt der Aufnahme. Die Methode bietet sich v. a. an für Satellitensensoren mit nur einem Kanal im thermalen Infrarot (z. B. Landsat-7 ETM+). Die zweite Methode nutzt parallel die Strahlungswerte aus fünf Wellenlängenbereichen, welche von dem Sensor Terra ASTER aufgezeichnet werden. Die bisher bestehenden Lösungsansätze für diese Methode nutzten lediglich zwei Thermalkanäle gleichzeitig, durch die weiterentwickelte Methode wird erstmals die eindeutige Bestimmung aller drei Parameter Feuertemperatur, Subpixel-Feuergroße und Umgebungstemperatur ermöglicht. Die entwickelten Methoden besitzen auch für andere ökologisch und ökonomisch relevante Fragestellungen ein hohes Potential, wie z. B. für die Erfassung von Busch- und Waldbränden, Vulkanaktivitäten oder anthropogenen Wärmequellen.

Frau Dipl.-Math. Anke Pohl wurde gleichfalls mit dem Förderpreis des Vereins von Freunden der TU Clausthal ausgezeichnet.

Frau Pohl konnte in ihrer bei Prof. Dr. Joachim Hilgert, Institut für Mathematik der TU Clausthal, angefertigten Diplomarbeit zeigen, dass zwischen zwei bestimmten mathematische Objekten eine Abbildung existiert, die die wesentlichen Eigenschaften beidseitig überträgt. Diese Beziehung der zwei Objekte war bisher vermutet, aber noch nicht bewiesen worden.

Diese Untersuchungsmethodik der Mathematik wendet intuitiv jeder im Alltag an, wie Frau Pohl in einer Metapher erklärt: „Wenn man zwei unterschiedliche Objekte untersucht, stellt sich manchmal heraus, dass man Information über gewisse Eigenschaften des Objektes A bekommt, wenn man gewisse Eigenschaften des Objektes B untersucht und auf eine bestimmte Art interpretiert. Solch eine Untersuchungsmethode wird jeder schon einmal genutzt haben, z.B. wenn man auf Stromausfall testet, indem man probiert, ob das Licht angeht.“

Der mathematische Beweis von Frau Pohl liefert eine Funktion, die ähnlich einem Wörterbuch funktioniert. Hat man an einem Objekt die interessierende Eigenschaft charakterisiert und definiert, so lässt sich mit Hilfe der Übersetzungsregel des „Wörterbuches“ angeben, wie die gleiche Eigenschaft bei dem anderen Objekt beschaffen ist. Das hat neben dem Erkenntnisgewinn, der noch tiefer liegende Gemeinsamkeiten vermuten lässt, zusätzlich den Vorteil der Denkökonomie. Untersuchungen von Eigenschaften müssen nur auf einer Seite durchgeführt werden, weil die Ergebnisse durch das Wörterbuch auf die andere Seite übersetzt werden können. Hierbei ist der große Vorteil, dass man sich die Seite aussuchen kann, auf der die Beweise leichter zu führen sein werden.

Für die Fachleute unter den Lesern: Zwischen hyperbolischen Matrizen und indefiniten quadratischen Formen existiert eine  $GL(2, \mathbb{Z})$ -äquivalente Bijektion. Der Beweis der Existenz dieser Bijektion läuft über quadratische Irrationalzahlen und Kettenbrüche, wobei sich herausstellte, dass hyperbolische Matrizen gerade die Perioden von Kettenbrüchen kodieren. Weiterhin hat Frau Pohl einen Reduktionssatz für indefinite Formen bewiesen, der sich (mittels des Wörterbuchs) in einen Reduktionssatz für hyperbolische Matrizen übertragen lässt. Hyperbolische Matrizen sind in der aktuellen mathematischen Forschung von großem Interesse.

Frau Pohl ist Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Hilgert, seit letztem Sommersemester an der Universität Paderborn.

Mit dem DAAD-Preis für den besten ausländischen Absolventen des Jahres 2004 wurde Dipl.-Ing. Mickhail Popov ausgezeichnet. Mickhail Popov kam vor zwei Jahren von der Moskauer Hochschule für Stahl und Legierungen an die TU Clausthal und fertigte nun im Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik bei Prof. Dr. Juri Estrin seine Diplomarbeit an - zugleich mit dem Clausthaler Diplom erwarb er das Diplom seiner Moskauer Universität.

Dipl.-Ing. Mickhail Popov befasste sich in seiner Diplomarbeit mit der Verbesserung des Eigenschaftsprofils von Magnesiumlegierungen mittels eines speziellen Verfahrens, bei dem sie eine enorme Scherverformung erfahren und dadurch extrem feinkörnig (fast nanoskalig) werden. Herr Popov hat Matrizen entwickelt, die für solche hochgradige Verformungen besonders geeignet sind, Versuche zur Kornfeinung von Magnesiumlegierungen durchgeführt und die so behandelten Materialien auf ihre Eigenschaften hin getestet und charakterisiert. Die Arbeit wurde sowohl an der Heimathochschule in Moskau als auch an der TU Clausthal mit der Note „ausgezeichnet“ bewertet. Bei der Preisverleihung war auch Prof. Sergey Nikulin als Vertreter von der Moskauer Hochschule für Stahl und Legierungen, MISIS, anwesend. ■

## Dozententag 2004 an der TU Clausthal

*Am 1. Oktober 2004 hatte der Vizepräsident für Studium und Lehre der Technischen Universität Clausthal, Prof. Dr. Thomas Hanschke, zum Dozententag 2004 in die Aula eingeladen. Ziel der Veranstaltung war es, den Kontakt zu den Lehrbeauftragten und Honorarprofessoren der TUC zu intensivieren und sie über die aktuellen Entwicklungen an der TU und im europäischen Bildungsraum zu informieren. Mehr als 70 Dozenten und Dozentinnen waren der Einladung gefolgt. Ihren Lehrbeauftragten und Honorarprofessoren verdankt die TUC ein großes zusätzliches Angebot an Sprachkursen und Spezialvorlesungen.*

In seiner Begrüßungsrede würdigte Präsident Prof. Dr. Edmund Brandt das besondere Engagement der Lehrbeauftragten und Honorarprofessoren. Angesichts der gegenwärtigen Umbruchsituation sei es besonders wichtig, unterstützt zu werden. Er betonte noch einmal die Entschlossenheit der Hochschulleitung, die TUC durch geeignete Strukturmaßnahmen und Umschichtungen in allen Bereichen nach vorne zu bringen.

Vizepräsident Professor Hanschke erläuterte die neuen Anforderungen an Studium und Lehre, die sich vor allem aus der Umstellung der traditionellen

Diplomstudiengänge in gestufte Bachelor-/Master-Studiengänge nach amerikanischem und angelsächsischem Vorbild ergeben würden. Die TU Clausthal sollte sich zukünftig aber auch daran messen lassen, wie gut sie die gesellschaftlichen Anforderungen und die beruflichen Realitäten wahrnimmt und wie schnell sie ihre Erfahrungen und Erkenntnisse in ihre Curricula und Forschungsziele einbringt, um auf diese Weise ihren Absolventen bestmögliche Arbeitsplatzchancen zu eröffnen.

Dr. Gerald Lange, Leiter Rechenzentrum, berichtete über die Aktivitäten der TU Clausthal als Netzpilot der virtuellen Universität Niedersachsens. In diesem Verbund praktiziert die TUC einen elektronischen Lehraustausch mit den Universitäten Göttingen und Freiberg.

In weiteren Vorträgen von Frau Prof. Schenk-Mathes und den Herren Pro-

fessoren Wolter, Tudeshki, Busch und Pusch wurden die Gäste über die neuen Bachelor-Master-Studiengänge „BWL“, „Energie und Rohstoffe“, „Petroleum Engineering“, den Weiterbildungsstudiengang „Rohstoffversorgungstechnik“ und das Promotionskolleg „Hochtemperatur-Stoffbehandlungsprozesse“ informiert.

In der abschließenden Diskussion waren sich Professoren und Lehrbeauftragte einig, dass die TUC auch weiterhin die Balance zwischen Tradition und Moderne wahren müsse, um Alleinstellungsmerkmale entwickeln und im Wettbewerb der europäischen Hochschulen bestehen zu können. Einig war man sich auch darin, den Dozententag im jährlichen Turnus fortzusetzen.

Die Veranstaltung wurde von dem Verein von Freunden der TU Clausthal finanziell gefördert. ■

## Unterstützung für Gipfelstürmer

### TU Clausthal richtet Promotionskolleg in den Materialwissenschaften ein

*An der TU Clausthal wurde im Sommersemester 2004 ein gemeinsames Promotionskolleg der Materialwissenschaften, Verfahrenstechnik und Anorganischen Chemie begründet. Der Sprecher des Kollegs, Prof. Dr. Albrecht Wolter im Institut für Nichtmetallische Werkstoffe, äußert sich im Gespräch zu den Zielen des Projekts.*

"Vor dem Doktorumzug auf der Adolph-Roemer-Straße gehen einige Jahre harter wissenschaftlicher Arbeit im Labor ins Land. Und weil es nun einmal zum Wesen der Forschung gehört, Neuland zu betreten, ist es auch unvermeidbar, dass zu dieser Zeit eine gewisse Einsamkeit gehört. Es gibt eben nur wenige, die sich mit den Fragen und Problemen auskennen, mit denen sich der Doktorand abmüht. In dem Promotionskolleg "Hochtemperatur-Stoffbehandlungsprozesse" kombinieren wir die Freiheit und Unabhängigkeit des wissenschaftlichen Nachwuchses mit einem intensiven gedanklichen Austausch der Doktoranden untereinander, die an verwandten Fragestellungen arbeiten", sagt Prof. Dr. Albrecht Wolter. Sieben Professoren mit derzeit 20 Doktoranden haben sich zu dem Kolleg mit ihren Forschungsvorhaben zusammengeschlossen. Die wissenschaftlichen Fragestellungen reichen von der Stahl- über die Zementherstellung bis zur Glastechnologie, von der Flammensimulation bis zu Korrosionsprozessen in feuerfesten Werkstoffen.

"Gemeinsam ist diesen Themen, dass sie alle mit der Umwandlung von Stoffen bei sehr hohen Temperaturen, über 1000 Grad Celsius, zu tun haben", erklärt Prof. Wolter. In einem Seminar tragen die Doktoranden reihum aus den beteiligten Instituten zu ihren Forschungsvorhaben vor. Jeder Doktorand durchläuft im Rahmen dieses Kollegs neben seinem eigenen wissenschaftli-



Sprecher des Promotionskollegs "Hochtemperatur-Stoffbehandlungsprozesse" ist Prof. Dr. Albrecht Wolter, TU Clausthal, Institut für Nichtmetallische Werkstoffe.  
Foto: Angelika Ohlendorf.

chen Thema vier Trainingseinheiten und hört besondere Vorlesungen, die speziell für diese Gruppe gehalten werden.

"Und wir gehen natürlich auch in die Labore und diskutieren die Tücken der Experimente direkt am Ort des Geschehens. Das bereichert den Horizont und hilft auch jedem Einzelnen an seiner Fragestellung weiter", sagt Prof. Wolter und ergänzt: "So kann jeder unserer Nachwuchswissenschaftler noch besser von dem herausragenden Forschungsumfeld profitieren, das die TU Clausthal in den Materialwissenschaften und der Verfahrenstechnik besitzt."

Ein weiteres Ziel ist die Verkürzung der Dauer bis zur Fertigstellung der wissenschaftlichen Arbeit von derzeit meist fünf Jahren auf drei Jahre. "Darüber hinaus wird der Berufseinstieg erleichtert, weil wir durch dieses strukturierte

Promotionsstudium nicht nur den Absolventen eine noch breitere wissenschaftliche Basis vermitteln können, sondern auch, weil von der Industrie heute erwünschte Schlüsselkompetenzen wie Teamfähigkeit im Kolleg trainiert werden", sagt Prof. Wolter.

Ursprünglich hatte die niedersächsische SPD-Regierung unter Siegmund Gabriel angekündigt, Promotionskollegs aus Geldern des Innovationspaktes fördern zu wollen und die TU Clausthal aufgefordert, ein solches Kolleg einzurichten. Von der neuen Landesregierung wurden aber die Gelder des Innovationspaktes einkassiert. Die TU Clausthal hat nun dieses Promotionskolleg aus eigener Kraft realisiert und strebt mittelfristig eine Finanzierung durch den Deutschen Akademischen Austauschdienst oder die Deutsche Forschungsgemeinschaft an. ■

# 10 Jahre idw

Informationsdienst Wissenschaft (idw), das ist heute der Inbegriff für deutschsprachige Nachrichten aus der Wissenschaft. Journalisten recherchieren dort, Pressestellen veröffentlichen ihre Mitteilungen auf der Plattform im Internet, Privatleute informieren sich über aktuelle Forschung und Veranstaltungen oder surfen in der Linksammlung. 23.000 Abonnenten, gut 570 angeschlossenen Einrichtungen, rund 85.000 Pressemeldungen im Archiv und täglich knapp ein Dutzend Anfragen um Experten von Journalisten aller Medien – das sind Zahlen des heutigen idw (<http://idw-online.de>).

Nach dem Vorbild der amerikanischen Expertenvermittlung „ProfNet“ entwickelten die Pressesprecher Jürgen Abel (Bayreuth), Jochen Brinkmann (Clausthal) und Dr. Josef König (RUB) 1994 die Idee, eine ähnliche Vermittlungsstelle mit Hilfe der neuen Medien aufzuziehen – und fanden in Dr. Gerald Lange, dem Direktor des Clausthaler Rechenzentrums, den Partner, mit dem allein die Umsetzung und weitere Entwicklung der Idee möglich wurde. Mit Hilfe enthusiastischer Clausthaler Informatikstudenten, u.a. Rainer Funke, Ingo Macherius und Constantin Gonzalez nahm der Vorläufer des heutigen idw – ELSTER – Elektronische Technologien für die europaweite Recherche – seinen Anfang.

Die Idee solch direkter Kommunikation zwischen Wissenschaft, Medien und zunehmend auch Privatleuten fand Anklang. Im Januar 1995 kamen eine erste Web-Seite im Internet und der Versand von Pressemitteilungen über Mailinglisten hinzu, ein Bereich, der den Erfolg des idw maßgeblich ausmacht. 20 Themenforen entstanden, die bis heute die Grundlage für die

Sachgebiete im idw bilden. Um das Projekt zu betreiben, gingen die Gründer viele Wege: eine Projektförderung des Bundes sicherte die Anfangsphase (rund 2 Mio. Mark über drei Jahre), auch andere Förderer wie „Wissenschaft im Dialog“ halfen der nun als „Informationsdienst Wissenschaft“ auftretenden Internet-Plattform. Der idw entwickelte sich – nicht zuletzt auch dank gezieltem Marketing der Bayreuther und Bochumer idw-Mitarbeiter (Bettina Hellenkamp und Jan Engelkamp, Christine Voertler und über lange Jahre Christian Wißler) zu „der“ populärwissenschaftlichen WWW-Adresse im deutschsprachigen Internetangebot.

Heute ist der idw ein eingetragener Verein und finanziert sich dank der Beiträge seiner über 500 Mitgliedseinrichtungen. In seinen Reihen vereint er Mitglieder aus Deutschland, Österreich, der Schweiz sowie verschiedenen europäischen Ländern. Ein eigenes web-basiertes Bedienungssystem erlaubt den selbstständigen Zugriff über das Internet rund um die Uhr. Es lässt sich dank moderner Technik flexibel an zukünftige Anforderungen anpassen. Einige zeichnen sich bereits ab und versprechen spannende Möglichkeiten: Der idw will sich über den deutschsprachigen Raum hinaus Richtung Europa öffnen. Alternative Bezugsmöglichkeiten für Informationen neben E-Mail werden an Bedeutung gewinnen (RSS-Feed), und auch inhaltlich muss der idw laufend auf die Ansprüche der Nutzer und der modernen Kommunikation reagieren.

Der idw im Internet: <http://idw-online.de>  
 Kontakt: [service@idw-online.de](mailto:service@idw-online.de)

## Schülerseminare – schon zum 40.ten Male!

**Rund 60 Teilnehmer interessierten sich für das Mathematikstudium an der TU Clausthal**

*Seit 1997 laden die Fachbereiche in Zusammenarbeit mit der Pressestelle Schüler der Oberstufenklassen zu Seminaren an Wochenenden ein und stellen die Chemie oder Physik, die Umweltschutztechnik oder beispielsweise den Clausthaler Maschinenbau detailliert vor. Am zweiten März-Wochenende wurde das Studium und die Berufsfelder der Mathematik präsentiert. An anschaulichen Beispielen wurden die Denkweisen der Mathematik und ihre Rolle in unserem Berufsleben erläutert.*

So wurde die Statistik am Beispiel des Lottospielens dargelegt und die Bedeutung der Kryptographie am Beispiel der Verschlüsselung von eMail-Nachrichten im Internet geschildert. Der Mensch, der die Gegenwart zu kennen meint, möchte wissen, wie es denn in Zukunft aussieht – wie es sich mit dem Wachstum der Weltbevölkerung verhält, oder, wie schnell sich eine Epidemie ausbreiten könnte. Auch bei diesen Fragestellungen hilft Mathematik. Flugunternehmen wie die Lufthansa drücken ihre Kosten bei der Planung der Streckenverbindungen durch mathematische Modellierungen der Abläufe. So konnten die Schüler erfahren, in wie vielen Bereichen der Gesellschaft „Mathematik drinsteckt“, ohne dass man es auf den ersten Blick sieht. ▶



**Fackelwanderungen mit „Befahrung“ des oberen Hasenbacher Wasserlaufs gehören zum Rahmenprogramm der Schülerseminare. Foto: Hans-Dieter Müller**

An diesem Wochenende wurde das vierzigste Seminar durchgeführt. Und jedes Mal sind – beim Freizeitunterhaltungsprogramm am Samstagabend – die Mitarbeiter der Harzwasserwerke mit eingebunden. Nur dank ihres Engagements ist es möglich, dass eine Fackelwanderung über die verschneiten Höhen hinaus nach Buntenbock zum oberen Hasenbacher Wasserlauf angeboten werden kann, wo die Teilnehmer, ausgestattet mit Gummistiefeln, Helm und „Geleucht“, den Gang in die Harzer Unterwelt antreten. Mit Vor- und Nachbereitungszeit ist dies für Markus Liebermann, Björn Holm, André Pfau, Marcus Hödel, Thomas Reinhard, Stefan Schönenborn und Jürgen Alich jeweils ein Zeitaufwand von 18 bis 23 Uhr. Der Aufwand, für

den die Universität sehr dankbar ist, lohnt sich. Nur so lernen die Schülerinnen und Schüler, die oft von weit her anreisen, die Besonderheit Clausthal-Zellerfelds, die schöne Natur in unmittelbarer Nähe und das Erbe des Bergbaus, kennen. Im Kontrast zu dem geistig anstrengenden Tagesprogramm ist die Wanderung – mitunter durch kniehohe Schneewehen – eine Erinnerung, die als Abenteuer im Gedächtnis haften bleibt. Die freundliche und auf jeden zugehende Art der Dozenten und das besondere Flair des Oberharzes zeigen Wirkung: Rund ein Viertel der Teilnehmer gibt bei den anschließenden Befragungen an, in Clausthal studieren zu wollen. ■

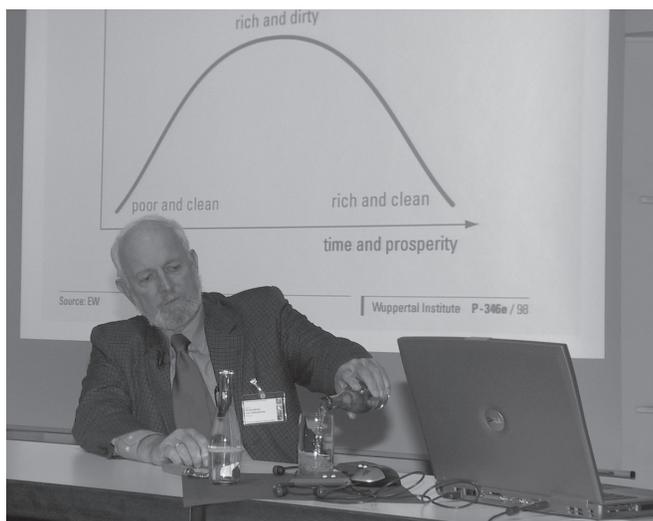
## Mit einem Viertel des Ressourcenverbrauchs Wohlstand ermöglichen

*Prof. Dr. Ernst Ulrich von Weizsäcker zu Gast im CUTEC-Institut*

*Damit die Menschheit nicht an den Folgen der industriellen Lebensweise – namentlich der Umweltzerstörung und einem durch Schadstoffgase hervorgerufenen Klimawandel – zugrunde gehe, dürften in Zukunft technische Produkte nur noch ein Viertel der natürlichen Rohstoffe verbrauchen, die heute zu ihrer Funktionsweise und Herstellung benötigt würden. Autos würden dann nicht mehr, wie heute noch, im besten Fall, fünf bis sechs Liter Treibstoff pro hundert Kilometer benötigen, sondern nur noch ein bis zwei Liter Treibstoff. So lautete die Kernthese Prof. Dr. Ernst Ulrich von Weizsäckers. Seit 1998 ist Ernst Ulrich von Weizsäcker Mitglied des Deutschen Bundestages für die SPD und Vorsitzender des Umweltausschusses des Deutschen Bundestages. Am 9. Dezember sprach er im*

*CUTEC-Institut anlässlich eines deutsch-französischen Workshops zu erneuerbaren Energien.*

Die Menschen der westlichen Industriestaaten seien vor rund zwei Jahrhunderten aus einer armen und sauberen Lebensweise mit der Industrialisierung zuerst in eine reiche und dreckige Phase und schließlich in eine reiche und saubere Phase übergegangen. Aber unser Wohlstand und unsere saubere Umwelt seien gekoppelt an Umweltzerstörung in anderen Teilen der Erde. So importierten die westlichen Staaten Orangen, Holz und Erze aus Brasilien. Der Regenwald werde für unsere Bedürfnisse gerodet. Und weil unser Energiekonsum ein Vielfaches dessen betrage, was ein Bettler in Kalkutta verbrauche, würde jeder aus dem reichen Norden an die Entwicklungsländer gerichtete Vorwurf, ihren Naturverbrauch einzuschränken, abprallen und mit einem Verweis auf unsere Umweltsünden beantwortet. Es müsse also ein Weg gefunden werden, die reichen und die armen Länder aus ihrer wechselseitigen Blockadehaltung herauszuführen, sagte von Weizsäcker. Hoffnung setzte der Referent auf einen Handel mit Kohlendioxidverschmutzungsrechten: Wer mehr verschmutzt, als ihm zusteht, kann sich Verschmutzungszertifikate bei denjenigen einkaufen, die weniger Energie verbrauchen, als ihnen zusteht. Das bedeute für die reichen Länder einen ökonomischen Anreiz, ihre Schadstoffemissionen zu senken und für die armen Länder sei es finanziell lukrativ, ihren Emissionsanstieg möglichst gering zu halten. Und so könnte durch den Import umweltschonender Technologien in die Entwicklungsländer indirekt der Export der reichen Länder gefördert werden. Fragen aus der anschließenden Diskussion: Wie könne vermieden werden, dass jede Ressourceneinsparung erneut in einem erhöhten Konsum verschwendet werde? Es gäbe Lichtblicke, der Nettobenzinverbrauch sei in den letzten zehn Jahren nicht mehr angestiegen, antwortete von Weizsäcker. Wie könne verhindert werden, dass der Geldtransfer in die Entwicklungsländer dort nur dem Luxus einer korrupten Elite und deren Machterhaltungsstrategien (Militär und Polizei) diene? Die Umweltpolitik könne nicht alle Probleme der Welt lösen. Die Ärmsten müssten in diesen Ländern selbst um ihre Rechte kämpfen, sagte Ernst Ulrich von Weizsäcker. ■



Ernst-Ulrich von Weizsäcker bei seinem Vortrag im CUTEC Institut.

# ELAN Clausthal

ELAN (eLearning Academic Network Niedersachsen) unterstützt die Hochschulen des Landes Niedersachsen beim Umbau bestehender und beim Aufbau neuer Strukturen zum Einsatz von Multimedia in Lehre, Studium und Weiterbildung. Die Technische Universität Clausthal bildet mit der Universität Göttingen einen der drei ELAN-Piloten. Im Rahmen von ELAN I (2002-2004) wurden Rahmenbedingungen und Infrastrukturen für das ELAN-Netzwerk geschaffen und wichtige Schritte in Richtung Multimedia und E-Learning getan. Die so geschaffenen Strukturen und Prozesse sowie die daraus gewonnen Erkenntnisse sollen in ELAN II (2005, 2006) weiter entwickelt, nachhaltig gesichert und in den Routinebetrieb überführt werden.

## Aufgaben und Projekte des Piloten Clausthal/Göttingen

Ein Schwerpunkt des Gemeinschaftsprojektes Clausthal/Göttingen ist, am Beispiel „Informatik/Wirtschaftsinformatik“ die Grundlagen für den Aufbau von Lehrnetzwerken zu schaffen. Der Einsatz von E-Learning soll das lokale Lehrangebot durch Importe ergänzen und durch Exporte die Profilierung des eigenen Lehrangebots fördern. Dazu muss zwischen den Partnern eine enge Abstimmung erfolgen, so dass auf organisatorischer Ebene eine reibungslose Integration der jeweils importierten Lehre ermöglicht wird.

Inzwischen wurden mit weiteren Universitäten, sowohl im Bereich der Informatik als auch mit anderen Fachgebieten, Kooperationen eingegangen. So wurden im Wintersemester 2004/2005 zwei Vorlesungen („Technologische Grundlagen der Förder- und Speichertechnik“, „Ausgewählte Probleme der Förder- und Speichertechnik“) via Teleteaching zwischen der TU Clausthal und der TU BA Freiberg gehalten, weitere Vorlesungen sind für das Sommersemester 2005 eingeplant.

Eine wichtige Begleitentwicklung zum E-Learning sind Lehr- und Lernumgebungen, die den Lehrenden bei der didaktischen Gestaltung und Durchführung der Lehrveranstaltung effektiv unterstützen und dem Lernenden eine optimale Nutzung der Lehrangebote bis hin zur persönlichen Studienplanung ermöglichen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Konzeption, Erstellung und Etablierung von mediengestützten Lehr- und Lernmaterialien (Vorlesungsaufzeichnungen, „Remote Labs“, Web Based Trainings, Animationen, Simulationen), auch für die Weiterbildung. In Abstimmung zwischen den Stochastik-Arbeitsgruppen in Clausthal, Göttingen und Oldenburg wurde in Clausthal damit begonnen, einen „Stochastik-Zyklus“ als Online-Skriptum zur Verfügung zu stellen.

Am ELAN-Projekt sind folgende Einrichtungen beteiligt: Institut für Informatik, Institut für Prozess- und Produktionsleittechnik, Institut für Elektrische Informationstechnik, Institut für Elektrische Energietechnik, Institut für Wirtschaftswissenschaft, Institut für Mathematik, Rechenzentrum.

## Ausstattung der TU Clausthal

Alle Formen der multimedialen Unterstützung von Lehre und Lernen erfordern eine leistungsfähige hard- und softwaretechnische Infrastruktur. Mit Unterstützung des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur und erheblichen Eigenmitteln der TUC wurde im Jahr 2002 ein Multimedia-Hörsaal eingerichtet, der für die Übertragung und Aufzeichnung von Lehrveranstaltungen ausgestattet ist. Ein mobiles Kamerasystem ermöglicht ergänzend die Aufzeichnung von Vorlesungen in weiteren Hörsä-

len bzw. Veranstaltungsräumen der Hochschule. Das Rechenzentrum der TU Clausthal betreut die Aufzeichnungen und Übertragungen sowie die Produktion von Videos zur Unterstützung der Lehre.

Die Universitätsbibliothek der TUC fördert mit der Katalogisierung, Archivierung und Ausleihe der CDs/DVDs die Verbreitung der multimedialen Lehrmaterialien.

## Austausch und Aufzeichnung von Lehrveranstaltungen

Der Universität Göttingen steht ebenfalls ein Multimedia-Hörsaal zur Verfügung. Die Technik ermöglicht die Übertragung von Lehrveranstaltungen zwischen beiden Hochschulen in digitaler Fernsehqualität (MPEG 2 Full-D1) über das Gigabit-Wissenschaftsnetz. Dabei werden Bild und Ton des Dozenten und seine PC-Präsentation übertragen und in der Gegenrichtung Bild und Ton der entfernten Studenten. Dies ermöglicht eine Kommunikation zwischen den Hörsälen wie in einer herkömmlichen Präsenzveranstaltung. Im Wintersemester 2004/2005 wurden insgesamt zwanzig Stunden Vorlesung pro Woche ausgetauscht.

Neben dem Live-Szenario werden Veranstaltungen mit einem „Authoring on the fly“ System aufgezeichnet und so aufbereitet, daß die Präsentationsfolien zusammen mit den Videoaufnahmen eine Lerneinheit bilden. Darin lassen sich einzelne Abschnitte gezielt anspringen. Die Aufzeichnungen werden auf dem Videosever der TU Clausthal veröffentlicht. Studierende ohne ausreichenden Netzanschluss können eine in kleiner Serie gefertigte DVD erwerben. Ein bemerkenswertes Beispiel ist die Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“.

## Aufzeichnung der Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik I und II“

Die Kenntnis der Grundlagen der Elektrotechnik ist für Studierende aus verschiedenen Fachrichtungen (Maschinenbau, Informatik, Technische Informatik, usw.) erforderlich und wird auch für die Weiterbildung der technischen Informatiker, Ingenieure usw. intensiv gebraucht.

Durch den Grundlagencharakter, den weitgehend konstanten Inhalt der Vorlesung und den Aspekt der Experimentalvorlesung mit vielen Versuchen (live in der Vorlesung) bietet sich die Realisierung eines „Grundlagen der Elektrotechnik-Lernpakets“ an. Gemeinsam mit dem Rechenzentrum wurden die Vorlesungen in den vergangenen Semestern bereits aufgezeichnet, aufbereitet und veröffentlicht. Dabei ermöglichte die eingesetzte Video- und Aufzeichnungstechnik außerdem eine gut sichtbare Projektion der Experimente während der Vorlesung. Das Anbringen von Annotationen auf den Folien belebt die Präsentation des Vorlesungsstoffes (wie Kreide an die Tafel). In Zukunft sollen auch Praktika und Übungen multimedial aufbereitet bzw. aufgezeichnet werden.

## Nachfragesituation

Die ELAN-Projekte wurden ständig auf ihre Akzeptanz hin überprüft und erreichten bei den Studierenden immer sehr positive Bewertungen. Dank der hervorragenden Ausstattung der Hörsäle mit Multimedia-Technik war es für die Studierenden nach kurzer Eingewöhnungsphase kein Problem,

den Dozenten (in gewohnter Fernsehqualität) auf der Leinwand zu akzeptieren. Ebenso schnell gewöhnten sich die Studierenden daran, den Dozenten über das Mikrophon anzusprechen. Und ebenso wurden die Dozenten, unterstützt von medienerfahrenem Personal des Rechenzentrums, durch die laufenden Kameras und die Medientechnik kaum beeinträchtigt. In kurzer Zeit akzeptierten sie den virtuell vergrößerten Hörsaal.

Sehr gut angenommen wurden von den Studierenden auch die Vorlesungsaufzeichnungen, die fast unmittelbar nach den Veranstaltungen den Studierenden zur Verfügung gestellt werden konnten:

- „Finde ich eine gute Idee, um verpasste Vorlesungen nachzuholen oder sich für Klausuren bestimmte Themenbereiche noch mal zu verinnerlichen.“
- „Ich halte sie für sehr gut. Ich nutze sie gerne. Vor allem mag ich es, dass ich schwierige Passagen durch Zurückspulen mehrmals hören + sehen kann.“

Das hochwertige Begleitmaterial führte teilweise dazu, dass die Studierenden den Besuch der Vorlesungen reduzierten, oft mit dem guten Grund, dass sie bei Vorlesungsüberschneidungen andere Veranstaltungen besuchen konnten. Umgekehrt konnten auch die Lehrenden neue Veranstaltungsformen und Betreuungskonzepte erproben, bei denen sie in Präsenzphasen z.B. voraussetzten, dass der Vorlesungsstoff über die Aufzeichnungen und Skripte bereits „vorgelemt“ war.

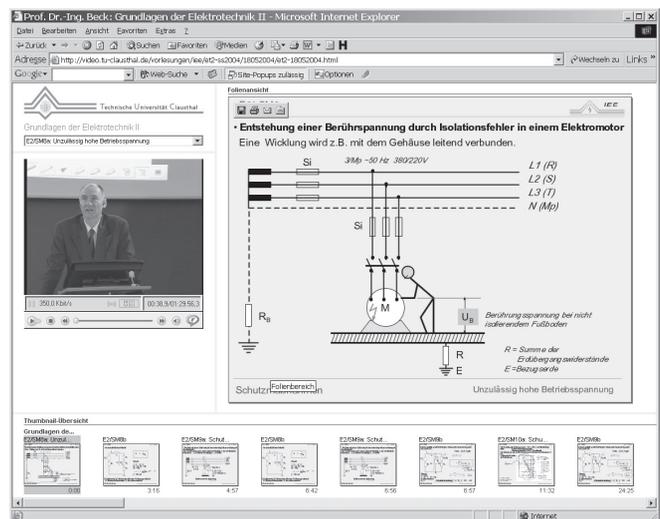
Noch liegt kein ausreichendes Zahlenmaterial vor, um objektiv zu belegen, dass sich der Medieneinsatz auch in verbesserten Prüfungsergebnissen niederschlägt. Aber alle subjektiven Eindrücke bestärken den Vorsatz der Hochschulen, das E-Learning als festen Bestandteil der Lehre zu etablieren und zukünftig verstärkt das Potenzial für die Weiterbildung zu nutzen.

Weitere Informationen zum Projekt und Links zu den Vorlesungsaufzeichnungen finden sie unter:

- <http://www.elan.tu-clausthal.de>
- <http://video.tu-clausthal.de/vorlesungen/>

Bei Interesse am Austausch oder der Aufzeichnung von Veranstaltungen oder an der Nutzung eines Lernmanagementsystems beraten und unterstützen Sie die Mitarbeiter der Abteilung Multimedia des Rechenzentrums.

Bei der Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ werden auch Experimente mit aufgezeichnet (Prof. Dr.-Ing. Beck, Institut für Elektrische Energietechnik).



Mit Hilfe der Aufzeichnung können die Studierenden die Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ im Internet nacharbeiten.

## Beste Vordiplomskandidaten 2004 ausgezeichnet



In der Bibliothek des Institutes für Anorganische und Analytische Chemie (v.l. n. r.): Dr. Clemens Bedürftig, Stellvertretender Vorsitzender des GDCh-Ortsverbandes Harz, Markus Susoff, Ulrike Pfannenschmidt, Simone Brennecke, Prof. Dr. Arnold Adam, Vorsitzender des GDCh-Ortsverbandes Harz.

In vier Semestern bis zum Chemie-Vordiplom und dies mit sehr guten Noten auf dem Zeugnis - das erreichten in diesem Jahr Simone Brennecke, Ulrike Pfannenschmidt und Markus Susoff. Diese Leistung würdigte Professor Dr. Arnold Adam, Vorsitzender des GDCh-Ortsverbandes Harz, am 10.12.2004 im Rahmen der Vortragsreihe der Gesellschaft Deutscher Chemiker im Historischen Hörsaal des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie mit Büchergutscheinen im Wert von 50 Euro. Für das körperliche Wohl der erfolgreichen Nachwuchswissenschaftler gab es zudem eine Nikolaustüte mit „Studentenfutter“ und vitaminreicher Kost.

Diese Auszeichnung wurde wiederum möglich, weil der Ortsverband Harz im Jahr 2003 wiederum ein hohes Mitgliederwachstum aufwies. Dies fand von der Frankfurter Zentrale der GDCh mit den jetzt verteilten Büchergutscheinen des Verlages Wiley-VCH gebührende Anerkennung.

# CUTEC-Kooperation mit der Haute Normandie, Frankreich

## - 2. Deutsch-Französischer Workshop zu „Erneuerbaren Energien“ -

von Britta Kragert \*

Im Rahmen der Partnerschaft des Landes Niedersachsen mit der französischen Region Haute Normandie fand am 9. und 10. Dezember 2004 bei CUTEC der 2. Deutsch-Französische Workshop „Erneuerbare Energien“ statt.

Die Veranstaltung knüpfte an ein gemeinsames Kolloquium zur Windenergie im November 2003 in Le Havre und Fécamp an. Wichtigstes Anliegen dieses ersten Treffens war die Präsentation der niedersächsischen Erfahrungen und des Know-hows bei der Planung und dem Bau von Windenergieanlagen einem breiten Kreis von Meinungsführern.

Mit der zweiten Veranstaltung, die unter der Leitung von Prof. Bernd Heins, CUTEC, stand, wurde der begonnene Erfahrungsaustausch mit den französischen Wissenschaftlern fortgesetzt. Neben verschiedenen Fragen der Energiegewinnung aus Windkraft konnten auch Biokraftstoffe, Chancen und Möglichkeiten der Brennstoffzelle sowie die Kopplung und Steuerung der Energiegewinnung aus verschiedenen regenerativen Energiequellen erörtert werden. Darüber hinaus war die Beurteilung der politischen Rahmenbedingungen für die Energienutzung in beiden Ländern ein wichtiges Themenfeld. Beteiligt waren Wissenschaftler der Universitäten Le Havre, Oldenburg und Clausthal, von Forschungseinrichtungen aus Rouen und Fécamp sowie der CUTEC.

Die Delegation aus Frankreich wurde angeführt von Prof. Brayima Dayko, der die Groupe de Recherche en Electrotechnique et Automatique du Havre (GREAH) der Universität Le Havre leitet. Diese Forschungsgruppe beschäftigt sich hauptsächlich mit Fragestellungen zu Elektrotechnik und Automation im Bereich der Windenergie. Beheimatet in einer energieintensiven Region, möchte man die erneuerbare Energie nutzen und konventionelle Energien einsparen.

Staats-Vertreter der Region Haute Normandie haben deutliches Interesse an einem vertieften Dialog zum Ausdruck gebracht. Sie möchten auf die Erfahrungen der CUTEC für die Unterstützung ihrer Innovationspolitik zurückgreifen und auch die Bevölkerung für den Wert der Erneuerbaren Energien sensibilisieren. Insgesamt wünscht man sich, dass Clausthaler Wissenschaftler an der Ausbildung mitwirken und auch bei Strukturfragen beratend zur Verfügung stehen. Neben den definierten Themenfeldern im Bereich Erneuerbarer Energien sollten auch Fragen zu Risikomanagement aufgegriffen werden. Als Gastgeber wies der CUTEC-Geschäftsführer Prof. Otto Carlowitz bei seiner Begrüßung der Gruppe auf die enge und erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen TUC und CUTEC hin. Der Vorteil durch die Nut- ▶

\* Die Autorin, Dr.-Ing. Britta Kragert, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im CUTEC-Institut GmbH, Clausthal-Zellerfeld



Teilnehmer des 2. Deutsch-Französischen Workshops in Clausthal-Zellerfeld

Foto: G.-E. Knochen, CUTEC

zung vielfältiger Synergie-Effekte wirkt sich fruchtbar auf alle beteiligten Institutionen aus. Prof. Günter Borchardt, der in Vertretung für den Präsidenten Prof. Edmund Brandt die Grußworte der TUC überbrachte, betonte, dass neben der Übernahme von Lehraufträgen einzelner Personen die TUC auch Doppel-Diplome anerkennen könne (bisherige Beispiele sind Metz und Moskau).

Für den Gastvortrag von Prof. Dr. Ernst-Ulrich von Weizsäcker, Vorsitzender des Umweltausschusses des Deutschen Bundestages und Mitglied des Club of Rome, war die Öffentlichkeit eingeladen. Als Pionier für den „Faktor Vier“ bekannt, entfachte der Umweltpolitologe mit dem Thema „Ökologische Neuausrichtung des technischen Fortschritts“ eine lebhaft Diskussions im Anschluss an sein engagiertes Referat (siehe Beitrag auf Seite 17).

Das Niedersächsische Umweltministerium, das den Workshop finanziell unterstützte, bekräftigte durch die Grußworte von Staatssekretär Dr. Christian Eberl erneut sein Interesse an der Entwicklung innovativer Technologien im Bereich der „Erneuerbaren Energien“. Dr. Eberl führte aus, dass das Land in der Energiepolitik die Strategie eines offenen Energie-Mix verfolge, durch den die Versorgungssicherheit gewährleistet, die Wettbewerbsfähigkeit verbessert und die Umweltverträglichkeit erhöht wird. Hier spielen die Erneuerbaren Energien eine bedeutsame Rolle; sie sind neben Maßnahmen zur Energieeinsparung und Energieeffizienz ein wichtiger Faktor bei der Schonung von Klima und fossilen Ressourcen und sollen Importabhängigkeiten abmildern.

Zum Abschluss der Veranstaltung schloss CUTEC mit den Forschungseinrichtungen aus Le Havre und Fécamp einen Kooperationsvertrag ab, in dessen Folge gemeinsame Forschungsanträge auf EU-Ebene gestellt werden sollen. Austauschprogramme von Wissenschaftlern sowie Stärkung des Technologietransfers sind weitere Zielstellungen.

Auch im Bereich der Studierenden soll der Austausch stattfinden: Im Rahmen des Erasmus/Sokrates-Programms hat der erste Student aus Le Havre bereits an der TU Clausthal im Institut für Metallurgie seine Arbeit aufnehmen können. Dort beschäftigt er sich unter der Leitung von Prof. Borchardt mit der Steuerung eines Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Messstandes. Der



Foto: G.-E. Knochen, CUTEC  
**Die Staatsvertreter und Wissenschaftler bei der Vertragsunterzeichnung: Prof. Carlowitz (CUTEC), Dr. Eberl (Nds. Umweltministerium), Prof. Dayko (GREAH/Le Havre), Herr Fleury (Region Haute Normandie) und Herr Hattenville (Lycée Guy de Maupassant de Fécamp)**

Gegenpart in Frankreich ist noch unbesetzt; austauschfreudige Studenten, die sich für den Bereich „Erneuerbare Energien“ interessieren, sind aufgefordert, sich mit der Autorin in Verbindung zu setzen, um weitere Informationen zu erhalten. Die französischen Einrichtungen haben finanzielle Unterstützung zugesagt.

Der 3. Workshop, dieses Jahr werden die französischen Partner wieder Gastgeber sein, ist bereits fest eingeplant – intensive Begegnungen mit der regionalen Industrie werden derzeit vorbereitet. ■

## Professor Wagner - Neuer Vorsitzender des Fachausschusses „Titan“ der DGM

**Prof. Dr.-Ing. Lothar Wagner, Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik der TU Clausthal wurde am 16.09.2004, wenige Wochen nach seiner Ernennung zum Mitglied im IOC Titanium, auch zum neuen Vorsitzenden des Fachausschusses „Titan“ der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM) gewählt.**

Prof. Wagner, der bereits seit 1996 den Fachausschuss Mechanische Oberflächenbehandlungen der DGM leitet, hat damit den Vorsitz über einen zweiten Fachausschuss übernommen.

Der Fachausschuss Titan, der 1990 gegründet wurde und sich einmal im Jahr zu einer Vortragsveranstaltung trifft, hat zum Ziel, die Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern des FA, insbesondere zwischen Industrie und Hochschule zu fördern und gegenseitig über laufende und geplante Forschungs-

und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet „Titan und Titanlegierungen“ zu informieren.

Bisherige im FA „Titan“ behandelte Themengebiete waren „Oberflächenbehandlungen und Einfluss auf Schwingfestigkeit und Hochtemperaturverhalten; Hochtemperatur-Titanlegierungen; Intermetallische Werkstoffe auf Basis Ti3Al und TiAl; Oxidation und Schutzschichten; Fügeverfahren; Beta-Titanlegierungen; Biomaterialien; Schmelzen, Giessen und Erstarren; Ermüdung; Einsatz von Titan in der Luftfahrt und im Automobilbau sowie Titanguss“.

Die nächsten Veranstaltungen der Fachausschüsse Mechanische Oberflächenbehandlungen und Titan sind für April bzw. September 2005 an der TU Clausthal geplant. ■

# Neues aus der Universitätsbibliothek

## Öffnungszeiten

Im Laufe der vergangenen Semester konnten die Öffnungszeiten weiter an die Benutzerwünsche angepasst werden.

Auch in der vorlesungsfreien Zeit sind jetzt Lehrbuchsammlung und Leihstelle montags bis freitags in der Zeit von 9 bis 18 Uhr geöffnet. Für Bücherbestellungen, die nach 16 Uhr aufgegeben werden, gilt die kleine Einschränkung, dass sie erst am Folgetag ausgehändigt werden können.

Der Lesesaal kann an Samstagen in der Zeit von 10 – 13 Uhr genutzt werden.

## Arbeitsplatz Bibliothek

Die Universitätsbibliothek erfreut sich zunehmender Beliebtheit als Arbeitsplatz .

Zeitweise waren im Februar zur Prüfungszeit, sämtliche Tische, nicht nur im Katalograum und Lesesaal, sondern auch in der Garderobe und in der Eingangshalle besetzt.

Um dem Bedürfnis nach Gruppenarbeitsplätzen Rechnung zu tragen, wurden im vergangenen Jahr Arbeitsplätze im Katalograum und neben der Ausleihe geschaffen.

So kann jeder Benutzer für sich entscheiden, ob er lieber in diesem Bereich arbeitet oder die Stille des Lesesaals vorzieht.

## W-LAN

Als besonderer Magnet erweist sich die Nutzungsmöglichkeit des W-LAN. Seit Frühjahr 2003 können Bibliotheksbesucher mit dem eigenen Laptop und einer am Aufsichtspunkt ausgeliehenen LANkarte über Funk das Internet nutzen. Die ursprüngliche Anzahl von 6 Karten wurde zwischenzeitlich auf zehn erhöht, durchschnittlich wurden im vergangenen Jahr täglich zwölf Karten-Ausleihen pro Tag verzeichnet.

Für Bibliotheksbesucher ohne Laptop wurde der Zugang zum Internet modernisiert. An 6 Stationen in Lese- und Katalogsaal steht das Internet kostenlos und uneingeschränkt zur Verfügung. Zusätzlich werden weitere Arbeitsplätze für weitergehende Arbeiten und einfache Katalogterminals für die schnelle Bestandsrecherche und Ausleihe angeboten.

## Elektronische Zeitschriften

Das Angebot an elektronischen Zeitschriften wird ständig ausgeweitet. Zur Zeit haben wir über das Niedersachsenkonsortium Online-Zugang zu Zeitschriften, die in mindestens einer niedersächsischen wissenschaftlichen Bibliothek abonniert sind. Das gilt für folgende Verlage: American Chemical Society (ACS), American Institute of Physics (AIP), Institute of Physics (IOP), Blackwell Synergy: STM-Collection, Cambridge University Press (CUP), Kluwer, Springer und Wiley.

Über ein weiteres Konsortium besteht Zugang zu „Science“ und „Nature“. Daneben haben wir auch Online-Zugang zu einem Teil der von uns abonnierten gedruckten Zeitschriften.

Sie finden die Zeitschriften in der Elektronischen Zeitschriftenbibliothek (EZB):

<http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit/> oder über unsere Homepage.

## Datenbanken

Im Rahmen von Vorauszahlungs- oder Festpreis-/Pauschalabkommen mit mehreren Hosts (Datenbankanbietern), ergänzt durch einige gekaufte CD-ROMs, offeriert die Universitätsbibliothek Recherchiermöglichkeiten in ca. 250 Fachdatenbanken. Herr Schmidt führt in der Universitätsbibliothek Auftragsrecherchen in allen Datenbanken durch. Für Angehörige der TU sind die Recherchen kostenlos.

Ca. 40 Online-Datenbanken von 5 Hosts sind auch für Selbstrechercheure campusweit freigeschaltet (allerdings mit z. T. eingeschränkten Retrievalmöglichkeiten!): Die Hosts sind :

CSA FIZ Technik STNEasy Web of Science WISO

Neu ist die Datenbank WISO I-III von Wisonet. Die Datenbank COMPENDEX steht nicht mehr campusweit zur Verfügung, Recherchen werden aber von Herrn Schmidt (Tel. 72-2348, [schmidt@club.tu-clausthal.de](mailto:schmidt@club.tu-clausthal.de)) nach wie vor durchgeführt.

## Lokale Zeitschriften-Datei (LZD)

Auf der Homepage der Unibibliothek steht neben dem Katalog der Lehrbuchsammlung (Homepage UB à Kataloge, Fernleihe) ab sofort die **Lokale Zeitschriften-Datei (LZD)** zum download bereit.

Die LZD enthält alle aktuellen Zeitschriften der Unibibliothek, sowie deren Signatur und ISSN.

Speziellere Abfragen (z.B. nach Fächern) kann Frau Spormann (Tel.: 72-2300) für Sie ausdrucken bzw. Ihnen per Email schicken.

## Der Neue Zentralkatalog der Institutsbibliotheken

Das 5. Update des Kataloges ist Anfang März ins Netz gestellt worden. Im Neuen Zentralkatalog der Institutsbibliotheken ist der Bestand von 28 Institutsbibliotheken der Technischen Universität Clausthal nachgewiesen.

## Elektronische Dissertationen

Seit Januar 2003 wurde die Promotionsordnung der Technischen Universität Clausthal dahingehend ergänzt, dass Pflichtexemplare von Dissertationen und Habilitationsschriften auch in elektronischer Form abgegeben werden können. Diese Publikationsform wurde bereits gut angenommen.

Einzelheiten sind auf unserer Homepage nachzulesen oder telefonisch von Frau Kraft (Tel. 72-3102) zu erfragen.

## Gebühren

Leider sind die Gebühren aufgrund der Gebührenordnung des Landes Niedersachsen ab 1.1.2005 gestiegen.

Die Ausstellung eines Nutzungsausweises kostet jetzt 5 Euro, eine Fernleihe 1,50 Euro. Für die 1. Mahnung müssen 2 Euro, die 2. Mahnung 5 Euro und die 3. Mahnung 10 Euro bezahlt werden. Einzelheiten zu diesem Thema sind ebenfalls auf unserer Homepage zu finden.

# Litauisch-deutsche Kooperation auf dem Gebiet der Umweltanalytik

Vor über acht Jahren fertigte Gintaras Denafas, von der Universität Kaunas in Litauen kommend, seine Doktorarbeit im Bereich der Umweltanalytik bei Prof. Dr. Georg Schwedt im Institut für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal an; gestern kehrte er als Prof. Dr. Gintaras Denafas nach Clausthal-Zellerfeld zurück und besuchte die gemeinsame Doktorandin Frau Vaiva Strimaityte in „seinem“ Institut, zwei weitere seiner Studenten, Frau Adele Janusaite und Herr Gediminas Rudys, fertigen zur Zeit Teile ihrer Masterarbeit im Clausthaler Institut für Anorganische und Analytische Chemie an; sie befassen sich gleichfalls mit Fragestellungen der Umweltanalytik.

Vaiva Strimaityte erprobte ein Verfahren, mit dem in Anlehnung an natürliche Bedingungen die Auswaschbarkeit von Schwermetallen aus Aschen, wie sie bei der Verbrennung von Abfällen anfallen, festgestellt werden soll. „Je nachdem, wie sehr ein Schwermetall mobilisierbar ist, also in den Umweltkreislauf zurück gelangen kann, stellt es eine mehr oder minder große Gefährdung dar. Die nach DIN erfolgenden Messungen, beispielsweise mit starken Säuren oder mit Wasser kommen entweder zu unreal hohen Werten oder brauchen viel Zeit. Mit einem Schnelltest, bei dem Citronensäure als Modell einer organischen Säure, wie sie auch in Böden vorkommt, eingesetzt wird, sind nach zwanzig Minuten Aussagen über die zu erwartende



Im Labor (v.l.n.r.) Gediminas Rudys, Prof. Dr. Georg Schwedt, Prof. Dr. Gintaras Denafas, Frau Vaiva Strimaityte und Frau Adele Janusaite.

Auswaschbarkeit von Kupfer oder Blei möglich“, berichtet Frau Strimaityte aus ihren Ergebnissen. ■



## Durchstarten mit Energie.

Erreichen Sie Ihre Ziele mit uns als Student/in oder Absolvent/in der Fachrichtungen Elektrotechnik, Maschinenbau, Verfahrenstechnik, (Kern-)physik oder Wirtschaftswissenschaften. Startschuss frei für die ersten Karriereschritte als Praktikant, Diplomand, Werkstudent oder für den Einstieg ins Berufsleben als Trainee oder im Direkteinstieg.

E.ON Kernkraft GmbH, Tresckowstraße 5, 30457 Hannover

[www.eon-kernkraft.com](http://www.eon-kernkraft.com)

**e-on** | Kernkraft

# Clausthaler Absolventen erhalten Startförderung für ihr Unternehmen

„Die Elektrifizierung ländlicher Gebiete ist ein wesentlicher Beitrag zur Entwicklung dieser Landstriche. Aber gerade in Entwicklungsländern gibt es halbwegs stabile elektrische Netze nur in den größeren Städten. Und deshalb verfolgen wir das Ziel, dort mit dezentralen Systemen und regenerativen Quellen elektrische Energie möglichst kostengünstig bereitzustellen. Dazu bietet es sich an, gebrauchte Windenergieanlagen aus Deutschland einzusetzen, die durch unser technisches Konzept in das System eingebunden werden können“, sagt Jakob Schmidt-Reindahl, einer der Gründer des jungen Energieberatungsunternehmens Peters/Peterschmidt/Schmidt-Reindahl (GbR) - reNewable Energy Options.

Gemeinsam mit Dipl.-Ing. Holger Peters und Dipl.-Ing. Nico Peterschmidt erhielt er, bei der Antragstellung für das Programm „EXIST-SEED“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) den Zuschlag für eine einjährige Förderung. Zunächst waren nur die 15 EXIST-Regionen antragsberechtigt, kurz vor Ende der letzten halbjährigen Bewerbungsfrist im Sommer kamen die Partnerregionen hinzu. Die sehr engagierte Arbeit von Frau Dipl.-Ing. Ulrike Hellwig vom GründerService im Zentrum für Technologietransfer und Weiterbildung (ZTW) der TU Clausthal hat dazu geführt, dass die beiden einzigen niedersächsischen Bewerber aus Clausthal kamen.

„Das Bundesforschungsministerium will mit diesem Wettbewerb jungen Unternehmen bereits in der Vorgründungsphase helfen, indem eine Anschubfinanzierung gegeben wird, um Kunden zu akquirieren bzw. konkrete Projekte einzuwerben“, erklärt Frau Dipl.-Ing. Ulrike Hellwig.

Das Programm richtet sich an Studierende und Absolventen bis drei Jahre nach Abschluss und junge wissenschaftliche Mitarbeiter aus Hochschulen. EXIST-SEED bietet der Zielgruppe hiermit eine direkte Unterstützung für die Entwicklung und Ausarbeitung ihrer Geschäftsidee als Vorbereitung einer Unternehmensgründung.

EXIST-SEED sichert für maximal ein Jahr den Lebensunterhalt der werdenden Gründer: Sie erhalten eine Vergütung, die einer halben BAT-Stelle entspricht. Zusätzlich stehen bis zu 20.000 € an Mitteln für Beratung sowie Sachanschaffungen zur Verfügung.

Neben der finanziellen Förderung werden die potenziellen Gründer von Mentoren, den jeweiligen Hochschulprofessoren, bei ihrem Vorhaben unterstützt und bekommen vom betreuenden Institut kostenfrei einen Arbeitsplatz und weitere Ressourcen bereitgestellt. Für die drei Clausthaler Windenergieberater ist dies der Fall in der Person von Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck, Institut für Elektrische Energietechnik. Frau Dipl.-Ing. Ulrike Hellwig vom GründerService im Zentrum für Technologietransfer und Weiterbildung unterstützt die Gründer dabei, ihre Geschäftsidee bis zu einem Geschäftsplan weiterzuentwickeln.

Die drei Jungunternehmer, die bereits Ergebnisse ihrer im Vorfeld durchgeführten Studien auf großen internationalen Windenergie-Tagungen vorgestellt und wichtige Partner für ihre Vorhaben gewonnen haben, freuen sich auf die Realisierung der ersten Projekte. Ausgang der Gründungsidee war eine Studie am Institut für Elektrische Energietechnik der TU Clausthal, die den Einsatz gebrauchter Windenergieanlagen auf den künftig zu erschließenden Märkten untersucht.



Im Labor des IEE (v.l.n.r) Frau Dipl.-Ing. Ulrike Hellwig, Dipl.-Ing. Jakob Schmidt-Reindahl, Dipl.-Ing. Holger Peters, Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck und Dipl.-Ing. Nico Peterschmidt.

www.scandpowerpt.com

## Reservoir Technology

History Matching  
Production Optimisation  
Pre- and post-processing

be dynamic      scandpower  
Petroleum Technology

# Chemiekenntnisse für den Alltag - die Erfolgsgeschichte des Clausthaler SuperLab

*Zu einer Lehrerfortbildung mit Experimenten zu Alltagsprodukten lud Professor Dr. Georg Schwedt am 15. September 2004 ins Clausthale SuperLab ein und viele Chemielehrer aus dem näheren und fernen Umkreis waren der Einladung gefolgt. Das Konzept des Clausthaler SuperLab ist, mit Produkten, die es in jedem Supermarkt um die Ecke zu kaufen gibt und die gefahrlos im Schulunterricht eingesetzt werden können, ein chemisches Basiswissen über Substanzen und deren Umwandlungen zu vermitteln; und in rund 100 Experimentalvorträgen und sieben Büchern verbreitete Professor Schwedt sein Konzept - mit einfachsten Mitteln chemisches Basiswissen zu vermitteln.*

„Und indem die Schüler herausfinden, was in einem Backpulver, einer Apfelsine oder einem Gummibärchen so alles drin ist, lernen sie mit einem kritischen Blick einzukaufen und auch manche Behauptungen, beispielsweise, isotonische Getränke seien der Gesundheit zuträglicher als ein normales Mineralwasser, als das, was sie in Wahrheit sind, ein Bluff der Marketingabteilung, zu durchschauen“, sagt Professor Schwedt, Institut für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal.

Dass dieses Konzept aufgeht und viele für die Chemie interessieren kann, zeigt der Zuspruch der rund 100 Experimentalvorträge, die Professor Schwedt in den letzten Jahren an ganz unterschiedlichen Orten hielt - zuletzt am vergangenen Montag, den 13. September im Bonner Wasserwerk zum Deutschen Lebensmittelchemikertag vor vierhundert Gästen, darunter mehr als zweihundert Schülern - oder auch mit Experimenten zur fürstlichen



**Professor Dr. Georg Schwedt im SuperLab mit Teilnehmern des Fortbildungskurses.**

Küchenchemie, samt ihrem kulturhistorischen Hintergrund. Als Orientierung dienten die barocken Tafelfreuden aus der Zeit des Kölner Kurfürsten Clemens August an seiner Residenz in Bonn.

Mittlerweile sind, begleitend zu den Vorträgen, im Verlag Wiley VCH fünf Bücher erschienen: „Experimente mit Supermarktprodukten, Chemische Experimente in Schlössern, Klöstern und Museen“, „Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten“ - bei denen jeweils das Periodensystem als Wegweiser dient, „Chemische Experimente in naturwissenschaftlich-technischen Museen“, zuletzt „Experimente rund ums Kochen, Braten, Backen.“ Eine wesentliche Förderung seiner Bemühungen, die Einsicht zu verbreiten, dass alles, was unser Leben betrifft, Chemie ist, erfuhr Professor Schwedt durch die Förderung seines Vorhabens im Rahmen des Aktionsprogramms PUSH des Stifterverbandes für die deutsche Wissenschaft im Jahr 1999, die unter 216 eingereichten Anträgen seinem Projekt „Chemische Experimente mit Supermarktprodukten“ einem der 22 Förderpreise zuerkannte.

„Jetzt habe ich mich ausgeschrieben“, sagt mit einem Augenzwinkern Professor Schwedt - zwei verwandte Bücher werden aber noch in den kommenden Wochen erscheinen: „Ruff! - damit ins Ofenloch - Alltägliche Chemie bei Wilhelm Busch“ und „Chemie in Flammen - mit Kerze, Zündholz und Feuerzeug“, beide im Aulis Verlag Deubner. ■

## TU Clausthal unter den zwölf drittmittelstärksten Universitäten Deutschlands

*Die Technische Universität Clausthal gehört in den Kreis der drittmittelstärksten Universitäten Deutschlands, wie das Statistische Bundesamt in seinem Datenreport 2002 ermittelte. Mit 189.970 Euro pro Professur liegt Clausthal mit diesem Wert auf Rang drei in Norddeutschland, hinter der Medizinischen Hochschule Hannover ( 449.100 Euro ) und der Universität Bremen (195.210 Euro). Bundesweit belegt sie damit den Rang 9.*

„Diese Zahlen belegen erneut die Intensität der Forschung an der TU Clausthal“, sagt der Präsident der TU Clausthal, Prof. Dr. Edmund Brandt.

Das besondere Profil der Forschung an der TU Clausthal sind zum Einen der hohe Grad der Interdisziplinarität zwischen den Natur- und Ingenieurwis-

senschaften und die zahlreichen Kooperationen mit der Industrie, bei der Grundlagen erforscht und in die Anwendung überführt werden.

„Diese starke Position wird noch unterstützt durch die gegenwärtig kurz vor der Vollendung stehenden Neustrukturierung der Universität hin zu drei Fakultäten, die eine schlankere Selbstverwaltung ermöglichen und zu einer stärkeren Fokussierung auf besonders zukunftssträchtige Handlungsfelder führen werden“, ergänzt Präsident Prof. Dr. Edmund Brandt.

Weitere Informationen:

<http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2004/p3610061.htm> ■

# Eindrücke aus Südamerika und Asien

*„Wir wünschen uns für jeden Deutschen eine Weltreise. Die zehn Prozent, die nicht zurück kommen, haben etwas Besseres gefunden, der Rest wird dankbar sein, wieder rein zu dürfen.“*

von Sven Gose und Rouven Kerl\*

Es muss im Jahre 2001 gewesen sein, da standen Rouven und ich mal wieder abends an der Theke im Kristallhaus und unterhielten uns über Gott und die Welt. An diesem Abend fanden wir heraus, dass wir beide den Traum hatten, einmal eine Zeit auszusetzen und um die Welt zu reisen. Wir wollten wissen, wie sich die Welt außerhalb unserer westlichen, durchorganisierten Gesellschaft dreht und wie sie funktioniert.

Nach zweijähriger Planung war es dann soweit. Wir saßen im Flieger nach Rio de Janeiro mit einem leicht flauen Gefühl im Bauch, was uns denn die nächsten Monate so erwarten möge und was für Abenteuer uns bevorstünden. Unsere Route sollte uns von Rio, der Stadt des Sambas und des Caipirinhas, über ein deutsches Oktoberfest in Brasilien nach Buenos Aires bringen. In Argentinien sahen wir Wale. Sie tauchten - einen Meter vor uns - ins Meer. Endlos zogen sich die Weiten Patagoniens, bis an den südlichsten Zipfel der Welt, bis Feuerland. Von dort aus sollte es wieder nach Norden gehen. In Chile folgten wir der Pan Americana, hinauf bis nach Peru, zu den Städten der alten Incas. Durch die Atacamawüste und die Ausläufer des Amazonas Dschungels sollten wir Bolivien durchqueren, um die Gipfel der Anden hinter uns zu lassen und in einem großen Kreis wieder nach Rio zu gelangen und dort den ersten Teil der Reise nach vier Monaten zu beenden.

Natürlich haben wir in diesen vier Monaten viel erlebt, Menschen kennen gelernt und noch viel mehr gesehen, als wir hier in diesem kurzen Bericht wiedergeben könnten. Darum werde ich mich auf einige Höhepunkte beschränken und leider viele interessante Details auslassen müssen.

Nachdem wir Rio hinter uns gelassen hatten, zog es uns zu den größten Wasserfällen Südamerikas. Am Dreiländereck - zwischen Paraguay, Argentinien und Brasilien - liegen die Fälle von Iguacu. Das gewaltige Donnern dieser Wasserfälle hört man schon Kilometer weit entfernt, wenn man durch den angrenzenden Regenwald auf sie zu wandert. Als Eleonor Roosevelt dieses Naturschauspiel gesehen hat, schrieb er nur zwei Worte ins Gästebuch: „poor Niagara“ und wir konnten uns diesem Urteil nur anschließen.

Wenn man auf der Landkarte Brasiliens mit dem Finger lang fährt, entdeckt



Einmal um die ganze Welt: Rouven Kerl und Sven Gose.

man in den südlichen Provinzen vertraut klingende Namen. Einer dieser Namen ist Blumenau. Blumenau ist eine Siedlung deutscher Auswanderer, die heute nach München das zweitgrößte Oktoberfest der Welt veranstaltet. Das konnten wir uns natürlich nicht entgehen lassen. Es war ein wenig surreal, am anderen Ende der Welt eine Stadt zu sehen, die von oben bis unten mit Schwarz-Rot-Gold geschmückt ist; in der es zünftige deutsche Speisen gab, in der uns Frauen in Dirndls und Männer in Lederhosen entgegenkamen. Unser Hotelbesitzer im Hotel „Hermann“ sprach sogar mit einem außergewöhnlichen Dialekt deutsch. Brasilien ist aber doch nicht Deutschland. Das haben wir spätestens auf dem Oktoberfest festgestellt. Während wir uns noch bei der zweiten oder dritten Runde Bier langsam warm tranken, waren schon alle Einheimischen aufgesprungen um nach deutscher Volksmusik, von extra eingeflogenen Kapellen, zu tanzen. Und je später der Abend wurde, umso mehr wurde die Volksmusik durch Samba-Rhythmen ersetzt, wodurch der Brasilianer kein Halten mehr konnte. In punkto Lebensfreude können wir Deutsche eine ganze Menge von den Brasilianern lernen, die ihr Leben so genießen, wie sie es bekommen.

Uns zog es nun nach wenigen Tagen dieses Deutschtums weiter nach Süden. In Argentinien Hauptstadt Buenos Aires genossen wir das europäische Flair und wir sahen begeistert den Straßentänzern bei perfekt getanzten Tangos zu. Die endlosen Weiten Patagoniens nahmen wir im Bus in uns auf. Eine Landschaft, die einem die Bedeutung der Worte flach und menschenleer näher bringen kann. Alles sieht gleich aus, eine Kurve war ein Ereignis. ▶



Der Dalifelsen in der Atacamawüste.

\* Sven Gose studiert im 9. Semester Energiesystemtechnik und ist 25 Jahre alt. Sein Kompagnon und Mit-Weltenbummler, Rouven Kerl, studiert Verfahrenstechnik im 11. Semester und ist 27 Jahre alt. Die hier beschriebene Reise dauerte von September 2003 bis Mai 2004. Im Mai 2005 zieht es Sven Gose erneut in die Ferne – zu einem Praktikum nach Australien und Rouven Kerl bricht nach Neuseeland und Tonga auf.

Fotos: Rouven-Oliver Kerl.

Ich schlief ein, und als ich nach sechs Stunden Busfahrt wieder aufwachte, sah noch immer alles gleich aus. Wir überquerten die Magellanstraße und setzten über nach Feuerland. Am Ende der Welt wartet noch eine Überraschung auf uns: Höhe. Der liebe Gott hat sich wohl gedacht, dass man die Welt nicht so langweilig enden lassen sollte, also setzte er noch ein paar Berge an den Rand. Hinter den Bergen, die sich bis zu 1500 Meter in die Höhe strecken, lag einer der seltsamsten Orte auf unserer Reise, Ushuaia, 40.000 Menschen leben in dieser Steueroase. Wir haben Glückssucher und Aussteiger kennen gelernt, Menschen, die ihr Leben auf einem Schiff verbringen, die die Schönheit des ewigen Eises gefangen hat, und die zwischen Antarktis und Arktis pendeln. Ein Smut erzählte uns von dem Einfallsreichtum russischer Köche im Alkoholschmuggel und ein kanadisch-australisches Paar zeigte uns Bilder von ihrer Expedition, bei der sie sich 4 Monate mit dem Schiff im Eis von Grönland einfrieren ließen. Ushuaia, eine rauhe Stadt mit besonderem Charme.

Da es nicht mehr weiter nach Süden ging, kehrten wir nun um und reisten weiter nach Norden. In Südchile bestiegen wir einen (fast) aktiven Vulkan. Und wir sahen den Gletscher Perito Moreno, wie er im Stundentakt gewaltige Eisberge in den See „Lago Argentino“ warf. Santiago de Chile nahm uns für mehrere Wochen gefangen. Hier haben wir zum ersten mal von unserem üblichen Transportsystem, dem Bus, Abstand genommen und uns einen Pickup geliehen. Am zweithöchsten Berg der Anden, dem Aconcagua, begann unsere Rundfahrt durch dieses majestätische Gebirge. Die Atacama Wüste und den Sternenhimmel auf 3500 Meter über NN werde ich nie vergessen. Hier oben war die Luft so klar und der Himmel so blau, dass sich die Berge gestochen scharf abhoben. In Teilen der Atacama, einer der trockensten Wüsten der Welt, waren wir hunderte Kilometer von der nächsten Ansiedlung entfernt und sind über Staubpisten in die faszinierende Einöde gefahren. Durch unsere Beweglichkeit mit dem Pickup konnten wir kaum befahrene Straßen erkunden und wir haben es geschafft, exakt nach über 4000 Kilometern zur europäischen Südsterntwarte zu gelangen, um dort die größten Teleskope zu bewundern. Nachdem wir das Auto nicht mehr hatten, war unser nächstes Ziel Peru.

Jetzt begaben wir uns in eine neue Welt, denn Peru ist weitaus ärmer als die Länder, die wir zuvor besuchten. Das Straßenbild prägten hier die dreirädrigen Tuk-Tuks und die Indios in ihren bunten Trachten. Die Musik der Indios, genau wie der für empfindliche Nasen eigenwillige Geruch, waren von jetzt an auf jeder Busfahrt unsere Begleiter. Höhepunkte der Busfahrten durch Peru sollten die halbsbrecherische Busfahrt eines Michael Schumacher Fans entlang einer steilen, kurvigen, schlecht befestigten Küstenstraße und der nicht ganz wasser- und regendichte Bus von San Cristobal del Sur sein. Bei beiden Nachtfahrten habe ich kein Auge zugemacht. Zum einen aus Angst, zum anderen wegen der chinesischen Wasserfolter auf meinem Kopf. Aber für all diese anstrengenden Erfahrungen wurden wir von den großartigen Städten der Incas mehr als entschädigt. In Cusco, der ehemalige Hauptstadt des Inca Reiches mit ihren spanische Kolonialbauten und den alten Heiligtümern, die auf 3600 Meter über dem Meeresspiegel liegt, blieben wir einige Zeit und folgten den Spuren der Incas entlang eines ehemali-



Der Salzsee Salar de Uyuni.

gen Hochgebirgspfades und gewöhnten uns an die Höhenluft. Da es in Deutschland nun langsam kalt wurde und auf die Feiertage zugeht, entschlossen wir uns, das Weihnachtsfest an einem besonderen Ort zu verbringen. Wir haben kurzerhand einen Flug in die Ausläufer des Amazonasbeckens gebucht, um Weihnachten in einer Hängematte am Amazonasarm im Primärwald zu verbringen. Hier sollte unser festliches Weihnachtsessen aus selbst gefischtem Piranha bestehen, und die Geräusche des nächtlichen Urwaldes erinnerten uns so gar nicht an die Sternsinger daheim. Sylvester wollten wir wieder in Cusco sein. Hier findet eine der größten Sylvesterfeiern ganz Perus statt. Sobald es Neujahr wird, versammeln sich die Bewohner der Stadt um den Hauptplatz und umkreisen ihn immer schneller - gegen den Uhrzeigersinn. Die Sylvesterknaller wären bei uns unter das Waffengesetz gefallen. Langsam näherte sich der erste Teil unserer Weltreise dem Ende. Doch der Höhepunkt sollte noch kommen. Wir durchquerten Peru bis zum Titicaca See, an dessen Ufer wir uns es für einige Tage in dem Hotel eines deutschen Aussteigers gemütlich machten. Nach einer anstrengenden und abenteuerlichen Busfahrt über unbefestigte Schlammstraßen des Altiplanos, jenes Hochplateaus, das die Hälfte Boliviens ausmacht, kamen wir am Salzsee Salar de Uyuni an. Dieses ist der größte Salzsee der Erde mit einer Ausdehnung von 80 mal 130 Kilometern. Normalerweise ist dieser See mit seinem weißen Boden gegen den strahlend blauen Himmel auf 4000 Höhenmetern schon ein Naturwunder. Aber wir hatten das Glück, am Anfang der Regenzeit angekommen zu sein. Während dieser zwei bis drei Wochen ist der See mit etwa 20 cm Wasser geflutet. Dieser Wasserstand erlaubt es, mit einem Geländewagen durch den See zu fahren. Doch das unglaublich Beeindruckende ist: durch die Reflektion des flachen Wassers spiegelt sich der Himmel auf dem See und es sieht so aus, als würde man direkt in den Himmel fahren. Es gibt kein oben und kein unten, überall sind Wolken und der Horizont ist verschwunden. Dieses Schauspiel ist das größte Naturwunder, das ich bisher sehen durfte, und ich weiß noch, dass wir den ganzen Tag das Lachen nicht aus dem Gesicht bekommen konnten.

Uns packte langsam das Heimweh nach dem wir uns immer schöner werden- den Deutschland und wir entschlossen uns, nachdem wir die elenden Bedingungen der Bergleute von Potosi gesehen hatten, zu einem Gewaltmarsch quer durch den Kontinent. Wie lange wir von zu Hause weg waren, wurde uns erst bewusst, als es uns nicht einmal aufregte, dass die Bolivianische Eisenbahn 3 Stunden zu spät eintraf und 6 Stunden zu spät an der brasilianischen Grenze ankam. Die 20 Stunden Fahrt in der zweiten bolivianischen Klasse werde ich wohl auch nicht vergessen. Dort bekommt man so einiges geboten und das für nur 5 Dollar Fahrtkosten. In einem für unsere jetzigen Verhältnisse unglaublich luxuriösem Weichei-Bus (der hatte sogar gepolsterte Liegesessel, im Gegensatz zur Holzpritsche mit 3 Mann) fuhren wir die letzten paar tausend Kilometer durch Brasilien, um wieder in unserem ersten Hotel in Rio de Janeiro einzuche-

cken, wo die Reise begonnen hatte. Wir hatten es geschafft, mit einem reichen Schatz an Erfahrungen und Erlebnissen setzten wir uns in den Flieger und überquerten die halbe Welt in wenigen Stunden, zurück in das vertraute Deutschland, dass uns jetzt so viel anders, so viel schöner und besser vorkam und immer noch vorkommt als noch vor wenigen Monaten.

**Teil II: Asien:**

Als wir die Empfangshalle des Flughafens in Bangkok verließen, schlug uns der heiße und feuchte Atem Asiens entgegen, in einer erdrückenden, immerwährenden Smoglocke. Wir hatten unseren Reiseplan für den nächsten Monat schon im Gepäck. So war das vorrangige Ziel die Besorgung der Visa für die Thailand im Osten umgebenden Staaten Kambodscha, Vietnam und Laos, was wir unter der Mithilfe einiger netter Menschen und der Zahlung von Beschleunigungsgebühren auch in Rekordzeit hibekamen. Nach nur vier Tagen verließen wir Bangkok. Wir hätten nicht gedacht, dass wir diesen „Moloch“ in den nächsten Monaten noch als zweites Zuhause betrachten würden. Nun ging es mit einem Linienbus in Richtung Osten, nach Aranya-prathet, der Grenzstadt zu Kambodscha. Auf der Ladefläche eines Pickup ging es mit gutem Tempo nach Siem Reap, wo wir erst in der Dämmerung, vollkommen bedeckt mit dem fruchtbaren, roten Staub von den Straßen des Khmerlandes, ankamen – die Trockenzeit begleitete uns durch Asien. Bereits am nächsten Tag ging es weiter ins Landesinnere – per Taxi. Jeder, der einen fahrbaren Untersatz besitzt, verdingt sich, manchmal auch nur zur Überbrückung zwischen zwei anderen Aufträgen, als Taxifahrer. Die Preisverhandlungen gingen schnell und unkompliziert, als wir dem Fahrer erklärten, dass er gern noch weitere Passagiere einsammeln dürfe. Das Gespann, dass am Nachmittag Kompong Thom erreichte, bestand aus einem Fahrer, der auf dem Schoß eines Fahrgasts saß, zwei Personen auf dem Beifahrersitz, und auf den hinteren Sitzen

kuschelten mit uns noch zwei Fahrgäste, also ein ganz normaler PKW mit acht Leuten in der Verkehrsanarchie Kambodschas. Der Verkehr in fast allen Ländern Südasiens folgt einigen wenigen Gesetzen: Es gilt das Recht des Stärkeren, der Ausdruck „überfüllt“ ist nicht existent! Wenn du Lust verspürst, beim Überholen auf drei nebeneinander, dir entgegenkommende Lastwagen zuzuhalten, dann mach es! Nach den ersten hundert Kilometern hatten wir diese Gesetze akzeptiert, und eine zarte Kommunikation erblühte zwischen uns und den äußerst amüsierten, mitreisenden Khmer. Das weite, flache Land mit seinen trockenen Reisfeldern zog an uns vorüber. Phnom Penh, die Hauptstadt, kennt keine Hochhäuser, besitzt nur wenige große Firmen, viele, leider oft auch verfallene Bauten im französischen Kolonialstil und einen überreich geschmückten Königspalast. Ein großes Dorf, zwar hektisch und laut, aber der Verkehr kollabiert (noch) nicht. Die Ruhepole bilden die Grünflächen vor dem Königspalast und der gemächlich fließende Mekong. Wir näherten uns Vietnam und der Stadt der Mofas, dort Ho Chi Minh City, bei uns Saigon genannt. In ihr leben neun Millionen Menschen - und mit ihnen fünf Millionen knatternde, zweirädrige Gefährte. Möchte man in Saigon die Straße überqueren, läuft man zu einem beliebigen Zeitpunkt los und überquert sie - aber bitte mit konstanter Geschwindigkeit. Der Verkehr wird ausweichen; nur nicht die Nerven verlieren, mit „hektischem Hin- und Herspringen“ gefährdet man sich als Fußgänger selbst. Waren wir von der kambodschanischen Fahrweise schon schwer beeindruckt, war uns ab nun klar: Schlimmer geht immer! Erholung hiervon fanden wir am Strand von Doc Let Beach, den wir nur mit wenigen einheimischen Touristen teilten. Wir beobachteten die Fischer beim Kampf gegen die Brandungswellen, den sie in den kleinen selbst gebauten Körben, die als Bootszubringer dienten, auch manchmal verloren. Die Herren der Sippschaften spielten nach dem Essen, bei Hochprozentigem, Kar-

ten, die Geldgewinne schienen den Reiz des Spieles zu erhöhen. Bislang war uns einiges fremd gewesen, jetzt hatten wir zum ersten Mal den Eindruck, die Menschen ticken an vielen Flecken dieser Erde im Grunde sehr ähnlich. Welches Staatssystem herrscht in Vietnam – ein kapitalistischer Kommunismus!? Auffällig viele westliche Werbeschilder sind zu sehen, und für den Bürger mit entsprechendem Budget sind auch all diese schönen Güter zu erwerben. Die Geschäftstüchtigkeit und der Fleiß des vietnamesischen Volkes lassen darauf schließen, die freie Marktwirtschaft muss von ihnen erfunden worden sein – es wird überall alles und zu jeder Tageszeit verkauft. Man steht im Morgengrauen auf und mit untergehender Sonne endet ein, hoffentlich erfolgreicher Geschäftstag. Nur in den Städten scheint der Rhythmus der Sonne langsam unwichtiger zu werden. Das offiziell ausgegebene Ziel des Staates ist der Kommunismus. So sahen wir - als Gegenpol zum wirklichen

Leben - staatliche Werbeschilder: Markige Arbeiter, eine Hausfrau, das Schulmädchen mit rotem Halstuch - die ideale kommunistische Familie. Auch Verkehrshinweise und bunte Traumbildchen einer prächtigen sozialistischen Gesellschaft sind auf diesen Schildern festgehalten, es handelt sich wohl um Propaganda der kommunistischen Partei. Uns schien, dass sie mit dem wirklichen Leben der Vietnamesen aber kaum noch etwas zu tun hatte, es war nur noch der (abbröckelnde) Lack des einstigen Zwangskorsetts. Dabei sind noch viele Dinge des täglichen Lebens uniform, zum Beispiel die Kleidung, und ein dreistündiger Kauf der Zugkarten erinnert uns, in welchem Gesellschaftssystem wir uns befinden. Per Zug bereisten wir Vietnam. Sicher und recht pünkt-

lich verkehrt er auf den 2500 km zwischen Saigon und der Hauptstadt Hanoi im Norden. Im Norden erwartete uns ein Naturschauspiel, Tam Coc mit seinen nebelverhangenen, rund gewaschenen Kalksteinfelsen. Wir glitten im Boot zwischen den bewachsenen Kalksteinbergen vorüber, an deren Fuße Frauen fast unbemerkt und mit Ausdauer für die Ewigkeit Reisfelder bestellen, die nur wenige Zentimeter über dem Flussniveau liegen.

Andere Reisende verrieten es uns schon vorher. Laos ist das Land der Langsamkeit, und die Ruhe die Laos auf uns ausstrahlte, ließ uns auch alles etwas gemächlicher angehen. In der kleinen Provinzstadt Savannakhet, in der wir ankamen, schlug uns sofort der französische Einfluss entgegen. Dass wir fast die einzigen Touristen waren, erkannten wir spätestens an der Vielfalt der Angebote der Touristeninformation; die einmal im Monat stattfindende Tour in den Dschungel war leider gerade vorbei. Andere Touren – Fehlanzeige! Damit war für uns klar, die Kinderschuhe des Tourismus sind noch in Arbeit. Wir beschlossen, das Land ohne straffes Sightseeing Programm zu erkunden, zumal der dünne Reiseführer fast nur auf Höhlen, Wasserfälle und buddhistische Tempel verwies, und stießen dabei auf sehr gute Nudelsuppen, französische Aussteiger als Kneipenbesitzer und sehr höfliche, dafür manchmal ein wenig langsame, nichts desto trotz aber stets hilfsbereite Laoten. Das dünn besiedelte Land hat sich seine natürliche Schönheit fast vollständig bewahrt, berauscht vom Augenglück fuhren wir Richtung Norden, entlang des Mekong, zu einer der längsten schiffbaren Höhlen der Erde, Tham Lot Konglor. Unser Ausgangspunkt für die Fahrt durch die über vier Kilometer lange Höhle war sehr einfach und ursprünglich. Wir wurden sehr höflich empfangen und durften den Fluss, der die einzige Waschmöglichkeit darstellte, nutzen, worüber wir mehr als dankbar waren. Die Ehefrau des Dorfältesten bewirtete uns großzügig mit Klebreis und kleinen Köstlich- ▶



So reist man in Burma.

Fotos: Rouven-Oliver Kerl

keiten, von denen unsere Zunge leider nur wenige Zutaten uns bekannten Geschmacksrichtungen zuordnen konnte, er selbst zauberte eine, aus Wurzeln und Baumrinde gebrannte, Leckerei hervor. Nach zwei Stunden hatten wir jegliche Sprachbarrieren überwunden, auch wenn das bisschen Französisch, was der gute Herr anfangs noch sprach, mit jedem Getränk abnahm. Am nächsten Tag ging es rasant in einer Art Einbaum mit Außenborder und mit spärlicher Beleuchtung durch die vier Kilometer lange und zum Teil hundert Meter breite und genau so hohe Höhle. In der Trockenzeit ist der Wasserstand allerdings so niedrig, dass man manchmal auf dem Kiesgrund aufläuft, was dann dazu führte, dass wir von Zeit zu Zeit unser Boot verließen und schieben mussten. Das Gefühl, durch einem unbekanntes Wasser in relativer Dunkelheit zu waten und dabei einen solch riesigen Raum um sich zu haben, war anfangs recht unangenehm, was aber durch die unheimliche Erhabenheit dieses Produktes der Natur mehr als wett gemacht wurde.

Für uns ging es weiter in die Hauptstadt, Vientiane, die, ähnlich wie Phnom Penh, französisch geprägt, großzügig angelegt war. Dort erlebten wir unseren ersten Monsunregen: Innerhalb von zwei Minuten waren unsere Stiefel von dem Regenwasser, das in Sturzbächen an uns herunter lief, voll gelaufen. Wir standen direkt am Mekong und beobachteten wie abwechselnd auf thailändischer und laotischer Seite der Strom ausfiel, die Beleuchtung übernahmen lang andauernde Blitze, bis dann die Regenfront uns auch diese Sicht nahm. Nach einer halben Stunde endete das Spektakel abrupt und das Wasser stand in den Straßen teilweise einen halben Meter hoch. Die Schlaglöcher in den Straßen wurden zu unsichtbaren Fallen.

Luang Prabang, das buddhistische Zentrum Laos mit über fünfzig Klöstern ist im Norden in den bewaldeten Bergen gelegen, die leider mehr und mehr, besonders im Sommer, durch Brandrodung ihr natürliches Gesicht verlieren. Als wir ankamen, war uns auch sofort klar warum im Süden kein Tourist zu sehen war; alle waren im Norden versammelt. Bis auf die freundlichen, aufgeschlossenen und zum Teil sehr gut Englisch sprechenden Mönche der Kleinstadt und die zahlreichen, kunstvoll bis ins Detail verzierten Tempel erinnerte sonst wenig an das Laos, was wir vorher kennen gelernt hatten.

Über Vientiane ging es wieder nach Thailand, wo wir in Khon Kaen das buddhistische Neujahrsfest begehen wollten; zu Recht wird es auch Wasserfest genannt. Am Höhepunkt der Trockenzeit, wenn selbst die Einheimischen über die Hitze klagen, erwacht in den sonst zurückhaltenden, manchmal sogar scheuen Menschen die Feierwut, und es kommt auf offener Straße zu Wasserschlachten, die mehr als professionell sind. Alles, was laufen

kann, ist auf den Straßen unterwegs, die geschmückt und von Autos, aus denen laute Musik dröhnt, gefüllt sind. Diese Autos sind vorzugsweise Pickups, auf denen sich auf der Ladefläche mehrere Jugendliche mit Eimern und möglichst großen Wasserpistolen nebst zwei Regentonnen mit (Eis-) Wasser befinden. Von Auto zu Auto findet dann eine Wasserschlacht statt, und wer sich nicht auf einem Auto befindet, stellt sich an den Straßenrand und baut seine „Munition“ dort auf. Oft sieht man dort auch die eine oder andere Großmutter, die dem kleinen Enkel taktische Tipps gibt. Verschont wird niemand – Polizisten und offene Autofenster sind eher eine Einladung als eine Abschreckung und man sollte sich vorher überlegen, wie man Kamera und Geld trocken hält. Während dieser drei Tage bricht die Wasserversorgung mehrmals täglich zusammen, nicht so jedoch die Versorgung mit Sang Som, eine der beliebten Whiskeysorten der Thais.

Nach Neujahr fuhren wir wieder nach Bangkok, nach diesen Eindrücken erschien es uns schon wesentlich westlicher. Weiter ging es noch mal nach Osten, wir besichtigten die größten Tempelanlagen der Erde, Angkor Wat, der Stolz Kambodschas. Diese Bauwerke sind überwältigend. Die heutigen Ruinen werden langsam und unter der Mithilfe vieler internationaler Institute wieder restauriert. Trotz jahrelanger Tyrannei der Roten Khmer unter dem Monster Pol Pot, bauen die Kambodschaner ihr Land wieder mit größter Energie auf und bringen es in Schwung. Obwohl all die Grausamkeiten noch lange nicht verarbeitet sind und wir den Eindruck hatten, dass auch aufgrund der Mentalität der Khmer viel verdrängt wird, ist es sehr angenehm, solch eine optimistische Ausstrahlung eines ganzen Volkes in sich aufnehmen zu können.

Von Angkor Wat ging es wieder nach Bangkok – die Stadt, an der man nicht vorbei kommt. Unser nächstes Ziel war Burma, das heute Myanmar heißt. Wegen der politischen Situation an den Grenzübergängen flogen wir nach Yangon, der Hauptstadt. Von dort aus ließen wir uns auf eine neue Art des Reisens ein, indem wir uns einen Fahrer, der gleichzeitig unser Führer war, besorgten, mit dem wir zwei Wochen lang durch Myanmar fuhren. Die politische Situation im Land stellt den gemeinen Backpacker vor große Probleme, da alles (!) vom Staat kontrolliert wird. Im ganzen Land ist es für den Touristen nicht möglich, an Bargeld zu kommen, es gibt keine Geldautomaten, Travellercheques werden nicht eingelöst und es war uns nur erlaubt, in staatlich lizenzierten Unterkünften zu übernachten. Auch das Vorankommen ist problematisch, da außerhalb der Städte kaum jemand eine Fremdsprache spricht. Trotz all dieser Schikanen des Staates, die die Bewohner noch wesentlich härter treffen als den Touristen, haben wir das Land als sehr schön empfunden.

Wir fuhren in einem großen Kreis durch die südliche Hälfte des Landes, da die nördlichen Gebiete und auch die grenznahen zu den Nachbarstaaten für Touristen gesperrt sind. Unser erstes großes Ziel war Bagan, die Stadt der tausend Pagoden. Es sind weit mehr als tausend und diese Menge an gleichartigen Gebäuden lässt das Gebiet wie ein überdimensioniertes Freilichtmuseum erscheinen. Einige dieser Pagoden kann man im Stand überblicken, um auf andere zu gelangen, muss man fast hundert halsbrecherische Stufen überwinden. Wenn man dies dann hinter sich gebracht hat, bietet sich eine prächtige Aussicht, die, wenn die Felder und die Pagoden herum bestellt sind, noch eindrucksvoller sein muss.

Wir fuhren Richtung Nordosten in die Berge nach Kalaw, in die Teeanbauggebiete, um dort ein wenig Abkühlung zu finden, und wir fanden nicht nur sie, sondern auch einen Ort, der vom Tourismus noch wenig berührt ist. Weite Teile des Landes wirken sehr ursprünglich, und man hat den Eindruck, dass seit hunderten von Jahren ohne viel Veränderung alles seinen gewohnten Gang geht. Das mag zum Teil daran liegen, dass in der Landwirtschaft, die in Myanmar, wie in vielen Ländern Asiens, die wir bereit haben, sehr wichtig ist, fast keine Maschinen zum Einsatz kommen. Wasserbüffel sind die treibende Kraft, auf dem Feld wie auf der Straße, und mit ihrer Hilfe holen die Bauern das Wasser vom manchmal dreißig Kilometer entfernten Brunnen.

Wie man auf die Idee kommen konnte, ein Dorf auf einem See zu bauen, ist uns weiterhin unklar, jedoch ist die Sache sehr gut durchdacht. Da der See nur drei Meter tief ist, baue man sein Haus einfach auf Stelzen. Auf Bast- ▶



**Die Tempelanlage Angkor Wat in Kambodscha stammt aus dem 12. Jahrhundert; von hier aus regierten die Khmer Könige vom 9. bis ins 15. Jahrhundert. Schon im 16. Jahrhundert war die einst politisch und wirtschaftlich bedeutendste Metropole Südasiens aufgegeben worden. Die Natur erobert das Menschenwerk einer gigantomanischen Unsterblichkeitssehnsucht zurück.**



Eine Straßenszene in Srimangal, Bangladesh.

matten, die mit dem fruchtbaren Schlamm des Sees belegt sind, gedeihen Tomaten, Bohnen und Salat. Und damit der Garten vor dem eigenen Haus nicht fortschwimmt, wird jedes kleine Stück Plantage mit einem langen Bambusstock fixiert. Ein Boot vor der Haustür ersetzt den PKW, und zu guter letzt, stelle man an der Wasserstraße noch ein Ortsschild auf und wähle einen Bürgermeister – fertig! Es wurde tatsächlich nach diesem Prinzip ein See nach und nach bevölkert, der Inle See. Auf dem See leben mehrere tausend Menschen und sie leben gut von und mit ihm. In Myanmar erleben wir auch wieder einen Rekord im Straßenverkehr. Wenn wir bis dato dachten,

dass in Asien alle Verkehrsmittel überfüllt sind – im Myanmar war immer noch etwas frei, der Sitzplatz auf dem Außenspiegel ist nicht der letzte, der besetzt wurde.

Von Yangon flogen wir nach Hause – nach Bangkok, um dann auch von unserer zwischenzeitlichen Heimat endgültig Abschied zu nehmen. In Bangkok konnten wir immer ein Stückchen westliche Welt erhaschen. Nach zwei Monaten fremder Speise, Kultur und Sprache nimmt man schon fast kriminelle Tendenzen an, wenn man ein Stück Schwarzbrot sieht.

Es ging mit dem Flugzeug nach Bangladesch, wir landeten gegen Mitternacht in Dhaka. In der Hauptstadt erfuhren wir, was Lärm, Hektik, Smog und Verkehrschaos wirklich bedeutet. Schlimmer geht immer!

Wir flüchteten sofort in den Norden in die ruhigen Gegenden der Teeanbaugebiete, wo wir dann auch relative Ruhe fanden. Vom Norden fuhren wir mit dem Schiff in die Sunderbans, die größten Mangrovenwälder der Erde, die sich im Süden von Bangladesch bis nach Indien erstrecken. Die Weitläufigkeit der Wasserwege dieses Landes, das von Flüssen zerteilt ist, die selbst in der Trockenzeit leicht drei Kilometer breit sind, wurde uns erst dort bewusst. Von dort aus starteten wir, ähnlich wie die letzte Etappe in Südamerika, einen Spurt durch Indien von Kalkutta bis nach Mumbai. Wir fuhren in zehn Tagen 3500 Kilometer mit dem Zug und machten nur in Bodhgaya, dem Ort in dem Buddha unter dem Bodhibaum die Erleuchtung fand, Varanasi, der heiligsten Stätte des Hinduismus, und natürlich am Taj Mahal in Agra halt. Das Thermometer zeigte zu dieser Jahreszeit mittags immer über 50°C, was uns stark einschränkte, da man nur vormittags oder spätabends und nachts das klimatisierte Zimmer verlassen konnte.

Nach insgesamt sieben Monaten und vielen tausend Kilometern auf vermutlich fast allem, was sich bewegt, und einigen Millionen Eindrücken, die uns das ganze Leben lang begleiten werden, flogen wir wieder gesund nach Deutschland. ■

## Was hat „Findet Nemo“ mit Mathematik zu tun?

### Lehrerfortbildung fand großen Zuspruch

*Computerspiele und schnelle chice Autos – dafür interessieren sich viele Jugendliche – , aber wie macht man sie? (Unter anderem) mit Hilfe der Mathematik. Auf diese – listige – Weise Schüler für den Mathematikunterricht mit lebensnahen, „coolen“ Inhalten zu interessieren, dazu bot die 17. Lehrerfortbildung des Instituts für Mathematik der TU Clausthal am 8. September 2004 die geistige Lockangel. Dr. habil. Bernd Mulansky stellte vor rund 50 Mathematiklehrern einige der mathematischen Basismethoden vor, damit im Rechner ein Trickfilm oder auch die Entwurfszeichnung einer Luxuslimousine entstehen kann. Das Institut für Mathematik bietet seit 1996 Lehrerfortbildungen an.*

Das erste Wort bei der Entstehung eines Trickfilms haben die Künstler, sie zeichnen die Figuren, verleihen ihnen die charakteristische Mimik, Gestik und Kleidung. Dann wird im Rechner ein Drahtgittermodell der Figur nachgebildet, das aber weist logischerweise viele Ecken und Kanten auf, die im

späteren Film, sagen wir die Lachfältchen bis zur Unkenntlichkeit verunstalten würden. 1974 legte der Mathematiker Chaikin eine Rechenregel – einen Algorithmus – vor, wie aus einem gezackten Streckenzug eine geschwungene Linie wird. Die jetzt benutzten Verfahren beruhen auf dem gleichen Grundprinzip – der Unterteilung.

Sind alle Figuren und Szenen eines Films modelliert, folgt als letzter großer Berechnungsaufwand das so genannte Rendering. Dafür muss für jeden Bildpunkt berechnet werden, in welchem Licht und mit welchem Schattenschwurf er bei einem gegebenen Beobachtungspunkt auszusehen hat. 24 Bilder zeigt ein Film pro Sekunde, jede einzelne Szene muss also in ihrer perspektivischen Wirkung errechnet werden – ein Vorgang der bis zu anderthalb Stunden dauern kann.

Organisiert wurde die Lehrerfortbildung in bewährter Form von Dr. Henning Behnke. ■

# Forschung und Lehre am Chemischen Laboratorium der Königlichen Bergakademie zu Clausthal an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert

von Eberhard Stumpp \*

Schon fast 200 Jahre bevor an der Bergakademie Clausthal im Jahr 1962 ein eigener Diplomstudiengang Chemie eingerichtet wurde, war Chemie eines der Unterrichtsfächer in den wissenschaftlichen Lehrkursen, die 1775 am Lyceum in Clausthal für die Ausbildung von Nachwuchskräften im Berg- und Hüttenwesen eingerichtet wurden. Aus diesen Sonderkursen ist die Bergschule und aus dieser die Bergakademie Clausthal hervorgegangen, die 1968 in „Technische Universität Clausthal“ umbenannt wurde.

Die Gewinnung der Metalle aus der vom Bergmann geförderten Erze ist das Aufgabengebiet des Hüttenmannes. Die Prozesse der Erzverhüttung sind chemische Verfahren, die vor über 200 Jahren zwar bereits einen hohen technischen Stand erreicht hatten, deren Entwicklung und Praxis jedoch empirischer Art war, denn die wahre Natur dieser Umwandlung der Erze in Metalle lag noch im Dunkeln. Die Notwendigkeit chemischer und mineralogischer Kenntnisse für den Hüttenmann und Bergmann wurden schon früh erkannt. In einem Bergbericht vom Jahre 1782 wird diese Bedeutung hervorgehoben: „Insofern die Umstände der jungen Leute es nicht gestatten, ihren Aufenthalt in Göttingen zu nehmen, so sey die Gelegenheit auf dem Hartz bey dem Apotheker Ilsemann, welchem das Bergamt ein gutes Lob wegen seiner Geschicklichkeit in der Chemie beylege, zu nutzen.“ ILSEMANN hatte die Teilnehmer an den erwähnten Lehrkursen in Chemie und Metallurgie unterrichtet und er muß somit als der erste Dozent für Chemie in Clausthal angesehen werden. Neben Vorlesungen bot er auch praktischen Unterricht im Laboratorium der Apotheke an. ILSEMANN hat auch schon Forschung und Lehre in seiner Person verbunden, wie viele seiner wissenschaftlichen Publikationen belegen. Sein 1786 publiziertes Experiment „*Metallischer Niederschlag des Zinns auf dem nassen Wege, oder Zinnbaum*“ wird auch heute noch in den chemischen Experimentalvorlesungen demonstriert. Den Berichten zufolge hat er sein Lehramt fast 25 Jahre lang, bis zu seinem 81. Lebensjahr ausgeübt. In einem Nekrolog aus dem Jahre 1824 steht: „Der König ertheilte ihm daher, zum Beweis der Anerkennung seiner wichtigen Dienste, den damals ausgezeichneten Charakter eines Bergcommissärs.“ ILSEMANN verstarb 1822 im 94. Lebensjahr.

Um eine Vorstellung zu bekommen, welchen Wandel das chemische Wissen zur damaligen Zeit erfuhr und wie dadurch auch die Lehrinhalte diesen Erkenntnisfortschritten angepasst werden mußten, sollen nur zwei epochale Entdeckungen und Erfindungen erwähnt werden, die in die Zeit der Lehrtätigkeit von ILSEMANN fallen. Es ist dies einmal die Entdeckung des chemischen Elements, dem der berühmte französische Forscher LAVOISIER (1743 – 1794) die Bezeichnung *oxygène* gab und das in unserer Sprache Sauerstoff genannt wird. Er erkannte die Bedeutung des Sauerstoffs für die Verbrennungsvorgänge, die damit erstmals wissenschaftlich exakt erklärt werden konnten. Alle früheren „Theorien“ zur Erklärung von Verbrennungsvorgängen, speziell die ab dem 17. Jahrhundert vorherrschende „Phlogistontheorie“ wurden durch die LAVOISIERSche neue Verbrennungstheorie gestürzt. Dies führte zu einem Paradigmenwechsel in der Chemie, dem die Wissenschaftsgeschichte die Bedeutung eines revolutionären Umsturzes im Lehrgebäude der Chemie beimisst. Jetzt gab es für die bei der Reduktion der Erze zum Metall ablaufenden Prozesse und die Wirkungsweise der daran beteiligten Kohle eine wissenschaftliche Erklärung. Die Umkehrung der Reduktion ist die Oxidation. Oxidations-

und Reduktionsprozesse sind die vorherrschenden Reaktionen auf unserer Erde. Auch für alle Lebensvorgänge sind sie von zentraler Bedeutung. Mit den Untersuchungen von LAVOISIER erhielt die Menschheit auch die Kenntnis, dass Wasser, das bis dahin als Urstoff angesehen wurde, eine Verbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff ist. Weil in der heutigen Zeit das Kohlenstoffdioxid in der Klimadiskussion eine zentrale Rolle spielt, sollte daran erinnert werden, dass erst durch LAVOISIERS Untersuchungen die qualitative und quantitative Zusammensetzung dieses Gases aufgeklärt wurde.

An der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert machte der Italiener VOLTA seine epochale Erfindung, die sog. *Voltasche Säule*, in der chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Diese heute als „*galvanisches Element*“ bezeichnete Vorrichtung war das erste Elektrizitätswerk. Damit stand erstmals eine starke und über längere Zeit wirkende Quelle zur Lieferung elektrischen Stroms zur Verfügung, mit deren Hilfe alle weiteren Gesetzmäßigkeiten der Elektrizitätslehre und der Elektrochemie aufgefunden wurden.

Mit der Neubestimmung der chemischen Grundbegriffe „Element“ und „Verbindung“ nach Inhalt und Umfang durch LAVOISIER, sowie deren Rückführung auf eine atomistische Struktur der Materie durch DALTON (um 1810) war für die weitere Entwicklung der Chemie ein neues wissenschaftlich fundiertes Begriffssystem geschaffen worden, das auch die Lehrinhalte der Chemie reformierte.

Der im 19. Jahrhundert im Gefolge dieser Entdeckungen und Entwicklungen einsetzende, stürmische Erkenntnisfortschritt in den chemischen und physikalischen Disziplinen hatte auch Einfluß auf die Lehrgebiete und Lehrinhalte an der 1811 gegründeten Bergschule in Clausthal, in der die vormaligen Lehrveranstaltungen jetzt einen institutionellen Rahmen erhielten. Es war dies noch die Zeit der napoleonischen Fremdherrschaft und die Bezeichnung der Lehranstalt wurde nach dem der französischen „*école des mines*“ gewählt. Der Unterricht erstreckte sich anfangs auf Mathematik, Chemie, Mineralogie, Gebirgskunde, Probier-, Markscheide- und Zeichenkunst.

Die Lehrveranstaltungen und Prüfungen bekamen zunehmend einen hochschulartigen Charakter und erreichten akademisches Niveau. Die Leistungen der Dozenten und Studenten erhielten die gebührende Anerkennung mit der 1864 verliehenden Bezeichnung „Königliche Bergakademie“ für die bisherige Bergschule

Nach dieser kurzen Beschreibung der Situation der Chemie in den Anfangsjahren der heutigen TU soll die Entwicklung der nächsten fast siebenzig Jahre übersprungen werden und jetzt die Situation der Chemie gegen Ende des 19. Jahrhunderts näher betrachtet werden.

Von den Lehrkräften, die nach der Erhebung des akademischen Teils der Bergschule zur Königlichen Bergakademie die Lehre in Chemie vertraten, soll zunächst DR. WILHELM HAMPE erwähnt werden. ▶

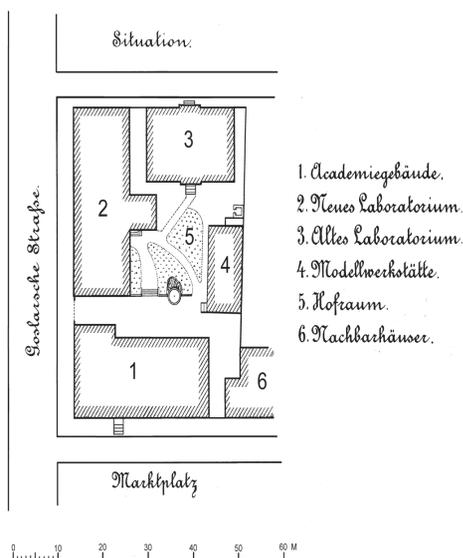
\* Prof. Dr. (em.) Eberhard Stumpp hatte von 1972 bis 1997 den Lehrstuhl Anorganische Chemie an der TU Clausthal inne.

Als WILHELM HAMPE, am 1. Oktober 1867 als Dozent für Chemie an die Königliche Bergakademie zu Clausthal berufen wurde, war ihm die neue Wirkungsstätte nicht unbekannt, da er hier bereits von 1857 bis 1861 Student (Matrikel-Nr. 781) im Fach Hüttenkunde war. Nach dem ersten Examen für den Staatsdienst im damaligen Königreich Hannover ging er an die Universität Göttingen, um noch ein Chemiestudium anzuschließen. Nach der Promotion zum Dr. phil. (1862) erhielt er die Stelle eines Vorlesungsassistenten bei dem Geh. Obermedicinalrath FRIEDRICH WÖHLER, der neben JUSTUS LIEBIG der bedeutendste Chemieprofessor in der Mitte des 19. Jahrhunderts war. 1865 habilitierte sich WILHELM HAMPE in Göttingen als Privatdozent für Technische Chemie. Von 1864 bis zu seiner Berufung an die Bergakademie war er Assistent am agrilkulturchemischen Laboratorium.

Wie die Studienpläne der Bergakademie aus dieser Zeit ausweisen, mußten alle Studenten in allen vier Studienjahren an chemischen Lehrveranstaltungen teilnehmen. Die Vorlesungen wurden durch praktische Übungen im Laboratorium ergänzt. In den der Bergakademie für chemische Arbeiten zur Verfügung stehenden Räumen konnte eine fortschrittliche Laboratoriumsausbildung, wie sie HAMPE in Göttingen kennen lernte und auch in Clausthal einführen wollte, nicht geleistet werden. Die Direktion der Bergakademie erkannte die Notwendigkeit, ein den Anforderungen in den Neuentwicklungen in der Chemie entsprechendes neues chemisches Laboratorium zu erbauen und erteilte einer Arbeitsgruppe, der auch WILHELM HAMPE angehörte, den Auftrag, einen Entwurf über die Organisation eines chemischen Laboratoriums anzufertigen.

In den Jahren 1873 bis 1875 wurde das neue chemische Laboratorium in unmittelbarer Nähe des Akademiegebäudes unter der Bauleitung des Kgl. Bauinspectors DR. LANGSDORFF zu Clausthal errichtet. Die Lage des Laboratoriums zeigt **Bild 1**. [Die Goslarische Straße in Clausthal wurde später in Adolph-Roemer-Straße umbenannt].

An dieser Stelle konnten wegen baurechtlicher Auflagen einige Vorstellungen über zweckmäßige Innenbauten nicht verwirklicht werden. So beschreibt WILHELM HAMPE das neue Laboratorium in der Chemiker-Zeitung (1882): „Besitz somit das Clausthaler Laboratorium auch keine so vollkommenen Anlagen und Einrichtungen, wie viele andere neue Laboratorien, bei deren Erbauung keinerlei Nebenrücksichten hemmende Schranken setzten, so kann es doch Anspruch erheben auf eine, im Verhältnis zu den geringen aufgewandten Mitteln, sehr große Leistungsfähigkeit, auf gute und billige Ventilationsanlagen und manche andere empfehlenswerte Vorrichtungen, die sich praktisch bewährt haben und allgemeines Interesse gewähren dürften.“



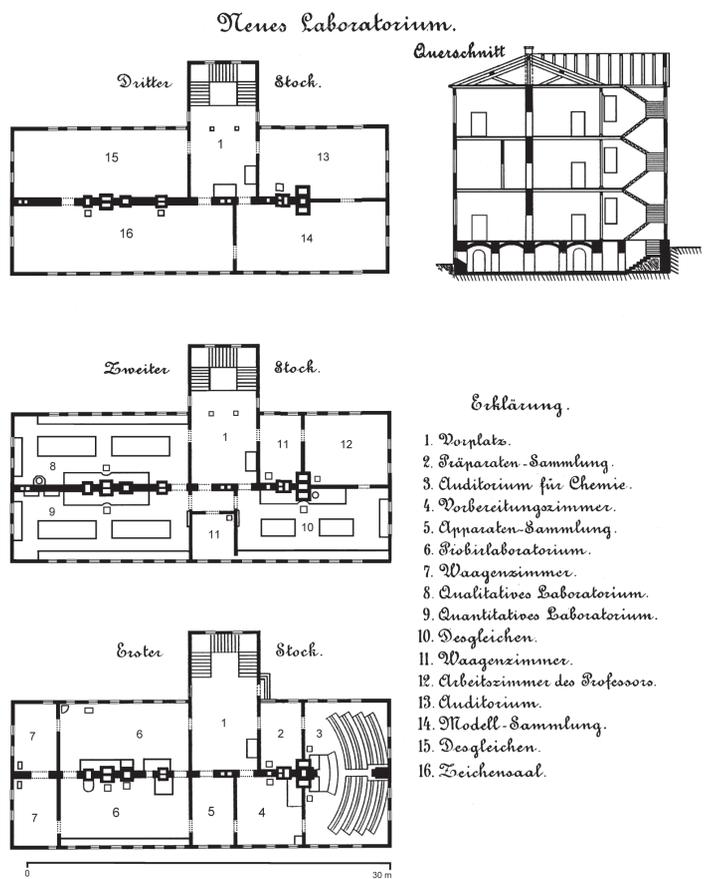
**Bild 1: Lageplan der Gebäude der Bergakademie (um 1880).**

Die Ventilationsanlage bestand aus Schornsteinen aus zwei konzentrisch angeordneten Röhren. Im inneren Rohr wurden die Rauchgase der Zimmeröfen und Schmelzöfen abgeleitet. Dadurch entstand auch im äußeren Rohr ein starker Zug, durch den die Dämpfe aus den Abzugskammern abgezogen wurden.

Die Baukosten beliefen sich auf 109825 Mark für das Gebäude und 27450 Mark für die Inneneinrichtung.

Als das Laboratorium in Betrieb genommen wurde, war Clausthal noch nicht an das elektrische Stromnetz angeschlossen. Für elektrochemische Untersuchungen wurde der Strom mit Hilfe von Batterien erzeugt. Elektrisch beheizte Öfen konnten erst ab 1895 eingesetzt werden, nachdem in Clausthal ein Elektrizitätswerk errichtet worden war. Auch Leuchtgas stand erst ab 1924 zur Verfügung als eine Gasleitung von Osterode nach Clausthal gelegt wurde. Das chemische Laboratorium hatte zunächst eine eigene Gasversorgung für die Laborplätze. Die Brenner wurden mit einem Gasolin-Luft-Gemisch betrieben, das im Keller mit einer kunstvollen Apparatur aufbereitet wurde.

Der Grundriss des neuen Chemischen Laboratoriums ist in **Bild 2** wiedergegeben.



**Bild 2: Grundriss des Chemischen Laboratoriums**

In dem neuen Laboratorium konnte WILHELM HAMPE jetzt experimentell aufwendigere Arbeiten in Angriff nehmen, die, das sei besonders hervorgehoben, persönlich von ihm durchgeführt wurden, da anfangs noch kein Assistent zur Verfügung stand. Auch die Studenten in den Praktika wurden in den ersten Jahren seiner Lehrtätigkeit persönlich von ihm angeleitet. Im „Programm der Königlichen Bergakademie zu Clausthal, 69. Lehrjahr ▶

1880-1881“ wird bei der Ankündigung „Praktische Übungen im chemischen Laboratorium B. Quantitative Analyse: Professor Dr. Hampe. Unter Mithilfe eines Assistenten“ erstmals auch ein Assistent erwähnt.

Viele der wissenschaftlichen Arbeiten von WILHELM HAMPE waren von hoher Bedeutung für das Hüttenwesen. Seine Untersuchungen über den Einfluß fremder Körper auf die mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Kupfers, die unter dem Titel „Beiträge zur Metallurgie des Kupfers“ in den Jahren 1873 bis 1877 erschienen, wurden in der Fachliteratur als „epochemachend“ referiert. Bei der sich nach der Erfindung der Dynamomaschine durch WERNER VON SIEMENS stürmisch entwickelnden Elektrotechnik war Kupfer als Kabelmaterial von zentraler Bedeutung. Wichtige Beiträge betreffen die Analytik von Metallen. Als Ergebnis der Lehrtätigkeit auf dem Gebiet der chemischen Analyse wurden die „Tafeln zur qualitativen chemischen Analyse“ herausgegeben, die in mehreren Auflagen erschienen sind.

Besonders erwähnenswert sind die Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit von flüssigen und geschmolzenen Halogeniden. Diese Arbeiten mit zunächst rein akademischem Charakter bildeten die Grundlage für alle späteren Arbeiten über die technische Herstellung von Metallen durch Schmelzflusselektrolyse. Er hat von allen damals bekannten chemischen Elementen die Chloride, häufig auch die Bromide und Iodide hergestellt und ihre elektrische Leitfähigkeit in geschmolzenem Zustand untersucht. Auch die bei Normaltemperatur bereits flüssigen Halogenide wurden in die Untersuchungen einbezogen. In den Jahren 1887 und 1888 wurden in der Chemiker-Zeitung die Ergebnisse an 103 Verbindungen publiziert. Um diese Forschungsarbeiten richtig würdigen zu können, darf nicht unerwähnt bleiben, dass zur damaligen Zeit die allermeisten dieser Verbindungen nicht kommerziell erhältlich waren, sondern jeweils neu hergestellt werden mußten. Für die Chloride, zu deren Synthese elementares Chlor erforderlich war, mußte auch dieses selbst hergestellt werden. Die für die Leitfähigkeitsmessungen erforderliche elektrische Spannung konnte nur mit Batterien erzeugt werden und die elektrische Meßtechnik befand sich noch im ersten Entwicklungsstadium. Die Kenntnis darüber, welche Verbindungen in der Schmelze den elektrischen Strom leiten oder Nichtleiter sind, waren in der Folgezeit im Zusammenhang mit der Frage zur Natur der chemischen Bindung von großer Bedeutung. Seine Untersuchungen über die Elektrolyse von Kryolith waren ein wichtiger Beitrag zur Kenntnis der dabei ablaufenden Reaktionen an den Elektroden. Aufbauend auf diese Untersuchungen wurde einige Jahre später die technische Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse von in Kryolith gelöstem Aluminiumoxid von HALL und HÉROLD entwickelt.

Diese Zeit erfolgreicher Forschungsergebnisse fand ein jähes Ende, als WILHELM HAMPE im Januar 1899 im 58. Lebensjahr verstarb. Bei der Bedeutung des anorganisch-chemischen und analytischen Unterrichts für die Ausbildung der Berg- und Hüttenleute stand die Bergakademie vor der Aufgabe, schnell eine geeignete Persönlichkeit für die vakante Professur zu gewinnen. Dies war schwierig, denn gegen Ende des 19. Jahrhunderts gab es nur an ganz wenigen Hochschulen Ordinariate für Anorganische Chemie und damit auch wenig Promotionen und Habilitationen. Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts setzte eine stürmische Entwicklung der Organischen Chemie ein. Dagegen galt die Anorganische Chemie als eine im wesentlichen abgeschlossene Wissenschaft. Die in dem von MENDELEJEV im Jahre 1869 aufgestellten „Periodensystem der chemischen Elemente“ noch fehlenden Elemente konnten in den folgenden Jahren fast alle entdeckt und charakterisiert werden. Der wissenschaftliche Nachwuchs sah daher größere Chancen, wenn er sich der organisch-chemischen Forschung zuwandte. Mit dem ausbleibenden Nachwuchs junger Anorganiker, in dem auch die Chemische Industrie einen Wettbewerbsnachteil gegenüber der ausländischen Konkurrenz sah, befasste sich die Deutsche Elektrochemische Gesellschaft auf ihrer Hauptversammlung in Göttingen im Jahr 1899. Der Vorsitzende begründete, warum es dringend erforderlich sei, das Ministerium in Berlin auf diese Situation aufmerksam zu machen: „Die Beamten des Unterrichtsministers

gehören der Verwaltung und der Jurisprudenz an. In sachlicher Hinsicht beziehen sie ihre Informationen in erster Linie aus den Berichten der Fakultäten. Die Fakultäten werden durch die ordentlichen Professoren vertreten. Die Vertreter unserer Wissenschaft sind fast überall die Chemiker, welche die Organische Chemie und ihre Forschung mit Vorliebe berücksichtigen. Sie können daher nicht so, wie wir, das Bedürfnis einer besseren Vertretung der Anorganischen Chemie empfinden, und von dieser Seite ist daher keine Anregung zu erwarten“.

Um die Vakanz des Clausthaler Lehrstuhls für Chemie nicht zu verzögern, wurde als Folge des Mangels an geeigneten jungen Dozenten der Anorganischen Chemie ein Vertreter der Physikalischen Chemie ausgewählt. Den Ruf erhielt FRIEDRICH WILHELM KÜSTER, Abteilungsvorsteher am Chemischen Institut der Universität Breslau. Er hatte dort außer Physikalischer Chemie auch „Allgemeine und Anorganische Chemie“ gelesen. Bereits im Sommersemester 1899 nahm er seine Lehr- und Forschungstätigkeit an der Bergakademie Clausthal auf.



**Bild 3: Photographie von Professor Dr. Küster, aufgenommen in Clausthal im Jahr 1902**

FRIEDRICH WILHELM KÜSTER wurde am 11. April 1861 zu Falkenberg im Kreise Luckau geboren und wuchs auf einem Rittergut auf. Wie sein späterer Schüler KARL SCHAUM in einem Nachruf schreibt, entwickelte sich schon in der Schulzeit in ihm ein reges Interesse an naturwissenschaftlichen Vorgängen. Dieser Neigung entsprechend studierte er Naturwissenschaften und Mathematik an den Universitäten Berlin, München und Marburg. In Marburg wandte er sich dann ganz der Chemie zu. 1889 wurde er von der Universität Marburg mit einer organisch-chemischen Dissertation promoviert. Sein Doktorvater war THEODOR ZINCKE, Direktor des Chemischen Insti- ▶

tuts. Den Chemiker ZINCKE kennt noch heute jeder Chemiestudent, da viele Reaktionen mit seinem Namen verbunden sind, z. B. *Zincke-Synthese*, *Phenol-Dienon Umwandlung nach Zincke*. Es soll hier der Werdegang von ZINCKE kurz eingeschoben werden, der, wie bei vielen Chemikern der damaligen Zeit in einer Apotheke begann. Da ZINCKES Vater, ein Drogist, früh starb, konnte er keine höhere Schule besuchen, sondern machte eine Apothekerlehre, nach deren Abschluß er 1863 eine Stelle in Clausthal bei dem Apotheker BETHE erhielt. Er war hauptsächlich im Laboratorium tätig und konnte dort auch chemische Arbeiten ausführen. Es wird berichtet, dass er sich als Autodidakt Grundlagen der qualitativen und quantitativen Analyse aneignete. Die Bergakademie Clausthal, an der damals der Chemiker STRENG wirkte, bot ihm Gelegenheit als Gasthörer Kenntnisse in Hüttenkunde, Mineralogie, Chemie und Geologie zu erwerben. Nach zwei Jahren in Clausthal wechselte er an eine Apotheke nach Hamburg. Seine im Selbststudium erworbenen Kenntnisse in Pharmazie und Chemie ermöglichten ihm 1867 die Immatrikulation an der Universität Göttingen. Nach erfolgreichem Studium wurde er Assistent bei WÖHLER und promovierte bei FITTIG. Danach wurde er Vorlesungsassistent bei KEKULÉ in Bonn, habilitierte sich dort und wurde 1875 auf den Lehrstuhl für Organische Chemie an der Universität Marburg berufen. Von der Vielzahl der ZINCKE-Schüler soll außer dem bereits erwähnten FRIEDRICH WILHELM KÜSTER noch OTTO HAHN erwähnt werden. Er promovierte bei ZINCKE mit einer organisch-chemischen Dissertation und war anschließend zwei Jahre dessen Vorlesungsassistent. Nach der Assistentenzeit wurde OTTO HAHN eine Industriestellung angeboten. Zuvor sollte er jedoch einige Monate nach England gehen, um Englisch zu lernen. ZINCKE fragte den berühmten SIR WILLIAM RAMSAY, den Entdecker der Edelgase, ob OTTO HAHN für einige Zeit im University College in London bei ihm arbeiten könne. RAMSAY antwortete, er möge kommen. RAMSAY war einer der ersten Chemiker, die auf dem damals noch ganz neuen Gebiet der Radiochemie forschten. Er stellte HAHN die Aufgabe, aus einem Bariumsalz das darin in Spuren enthaltene Radium nach der von Madame Curie entwickelten Methode abzutrennen. Damit begann der Werdegang von OTTO HAHN als Radiochemiker. Bei seiner Entdeckung der Kernspaltung (1938) waren Barium-Radium-Trennungen die folgenreichsten Experimente. Der Aufenthalt ZINCKES in Clausthal, seine Begegnung dort mit dem Chemiker STRENG an der Bergakademie Clausthal, ZINCKES Aufstieg vom Apothekergehilfen zum Chemieordinarius und schließlich seine Anfrage bei RAMSAY, ob OTTO HAHN bei ihm als „Post-Doc“ arbeiten könne, sind ein Beispiel, wie menschliche Begegnungen Ausgangspunkt für weltgeschichtliche Entwicklungen sein können.

KÜSTER war zunächst Vorlesungsassistent bei ZINCKE und habilitierte sich 1881 für Physikalische Chemie. Er wurde erster Unterrichtsassistent und unterrichtete in qualitativer und quantitativer Analyse. Den Schwerpunkt der eigenständigen Lehrtätigkeit bildeten aber Gebiete der Physikalischen Chemie. 1884 gab er die Assistentenstelle auf, „um sich ungehindert seinem Lehrberuf und seinen wissenschaftlichen Arbeiten widmen zu können“. Er wurde also im wahrsten Sinne des Wortes „Privatdozent“. Die in Marburg durchgeführten physikalisch-chemischen Forschungsarbeiten machten KÜSTER in der Fachwelt schnell bekannt. 1896 holte in WALTHER NERNST an das Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie nach Göttingen, wo er sich für das Fach Physikalische Chemie umhabilitierte. 1897 übernahm KÜSTER die Stelle eines Abteilungsvorstehers am Chemischen Institut der Universität Breslau. Dort habilitierte er sich zum dritten Mal. Seine Antrittsvorlesung „Die Bedeutung der physikalischen Chemie für andere Wissenschaften“ vom 11. Dezember 1897 ist im Druck erschienen. Ein Exemplar ist in der Bibliothek der TU Clausthal.

Als Professor KÜSTER seine Tätigkeit an der Bergakademie aufnahm, bestand das Kollegium aus acht Professoren, die im „Programm der Königlichen Bergakademie zu Clausthal, Lehrjahr 1899-1900“ (Bild 4) zusammen mit ihren Lehrgebieten aufgeführt sind.

### III. Personalbestand.

Direktor der vereinigten Bergakademie und Bergschule:

Oberbergrath und Professor G. Köhler.

#### Königliche Bergakademie.

Oberbergrath und Professor G. Köhler: Bergbaukunde und Aufbereitung.  
Professor Dr. Küster: Chemie.

Professor O. Hoppe: Mechanik und Maschinenfächer.

Bergrath Professor Biewend: Eisenhüttenkunde, Löthrohrprobiren und Probiren.

Oberbergrath Professor Dr. Schnabel: Metallhüttenkunde, Salinenkunde, chem. Technologie. Brennmateriallehre.

Professor Dr. Bergeat: Mineralogie, Geologie, Lagerstättenlehre.

Professor Dr. Gerland: Physik, Elektrotechnik, darstellende Geometrie.

Professor Dr. Sommerfeld: Niedere Mathematik (Repetitorium), höhere Mathematik, analytische Geometrie.

Bild 4: Professoren an der Bergakademie Clausthal 1900

PROFESSOR ARNOLD SOMMERFELD, der in Clausthal Mathematik vortrug, lehrte später in München Theoretische Physik. Sein Name begegnet dem Chemiestudenten spätestens bei der Behandlung des Bohr-Sommerfeldschen Atommodells.

Die Lehrveranstaltungen, die KÜSTER abgehalten hat, waren: Allgemeine Chemie (6 Std. wöchentlich im WS, 5 im SS.); Maßanalyse (4 SWS im SS); Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (täglich von 8 bis 5 Uhr); Lötrohrprobieren (3 SWS); Selbständige Arbeiten. Im „Programm der Königlichen Bergakademie“ waren die Inhalte der Lehrveranstaltungen ausführlich beschrieben und die empfohlene Literatur angegeben. Daraus läßt sich ersehen, dass das wissenschaftliche Niveau und die Aktualität der Lehrinhalte vergleichbar mit denen an Universitäten war. Bei der Lehrveranstaltung „Selbständige Arbeiten“ wird hervorgehoben „Selbständige Untersuchungen auch kleineren Umfangs sind das beste Mittel, den geübten Analytiker zum denkenden Chemiker fortzubilden“.

Im „Programm“ findet sich auch die Ankündigung „Wissenschaftliche Vorträge (Kolloquien)“: „Unter Leitung des Professors Dr. Küster wird an jedem Sonnabend Abend des Wintersemesters im Hörsaal des chemischen Instituts ein Vortrag gehalten über ein frei gewähltes chemisches oder sonstiges naturwissenschaftliches Thema. Die Vorträge bezwecken die Studierenden außerhalb des Rahmens der planmäßigen Vorlesungen auf den behandelten Gebieten anzuregen und fortzubilden, weshalb besonders Wert darauf gelegt wird, an die Vorträge allgemeine Debatten anzuschließen“. Diese Kolloquien haben sich bis heute erhalten und werden angekündigt unter „Chemisches Kolloquium der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Ortsverband Harz, gemeinsam mit den Chemischen Instituten der TU Clausthal“.

Im Hinblick auf die heutige Diskussion über Studiengebühren, soll erwähnt werden, dass bis 1960 Unterrichtsgelder an deutschen Hochschulen erhoben wurden. Die an der Königlichen Bergakademie Clausthal um 1900 zu zahlenden Unterrichtsgelder sind im oben erwähnten „Programm“ aufgeführt. (Bild 5). ▶

**C. Unterrichtsgelder.**

Für den Besuch der Vorlesungen und für die Teilnahme an den praktischen Übungen zahlen die Studierenden halbjährlich:

- 1. Für jede wöchentliche Lehrstunde in Probirkunst, Löthrohrprobiren und Maassanalyse . . . . . M 4.50
- 2. Für jede andere wöchentliche Lehrstunde . . . . . » 3 —
- 3. Für tägliches Arbeiten in quantitativer oder qualitativer Analyse, sowie in Probirkunst:
  - Im Wintersemester . . . . . » 60 —
  - Im Sommersemester . . . . . » 45 —
  - Für einzelne Monate . . . . . » 18 —
- 4. Für Probirkunst an je einem Tage in der Woche:
  - Im Sommersemester . . . . . » 18 —

Alle Glas- und Porzellansachen, sowie alle kleineren Gerätschaften, welche bei den Übungen gebraucht werden, werden den Studierenden zur Verfügung gestellt. Dieselben haben jedoch zerbrochene oder beschädigte Sachen zu bezahlen.

Die Honorare für die Übungen in den Laboratorien sind vor dem Eintritt in dieselben bei der Anmeldung, diejenigen für die Vorlesungen spätestens vier Wochen nach dem offiziellen Beginn derselben einzuzahlen.

**Bild 5: Ausschnitt aus dem „Programm der Königlichen Bergakademie Clausthal, 1900“**

Nach dem Studienplan für das Wintersemester im dritten Studienjahr waren 26 Semesterwochenstunden vorgeschrieben. Dafür waren 78 Mark an Hörgeld zu entrichten. Dazu kam die Gebühr für das chemische Praktikum von 60 Mark. Diese Studiengebühren müssen in Relation zum Monatslohn eines Facharbeiters in der Industrie gesehen werden, der damals 70 bis 80 Mark betrug. Im Studienjahr 1899/1900 waren 277 Studenten an der Bergakademie eingeschrieben, die die oben aufgeführten Unterrichtsgelder entrichten mußten.

Die von KÜSTER an der Bergakademie Clausthal durchgeführten wissenschaftlichen Arbeiten entsprachen seinem Bestreben, rein chemische Probleme durch die Anwendung physikalisch-chemischer Anschauungen und Verfahren zu vertiefen. Auch die analytische Chemie, der er eine hohe Bedeutung für Wissenschaft, Technik und chemische Pädagogik beimaß, nahm in Forschung und Lehre einen breiten Raum ein.

In diesem Überblick über das wissenschaftliche Werk KÜSTERS können nicht alle im Clausthaler Laboratorium durchgeführten Arbeiten auf ihren Inhalt und ihre Bedeutung besprochen werden. Wir beschränken uns auf einige ausgewählte Leistungen, die für die Fortschritte der chemischen und physikalisch-chemischen Wissenschaft eine nachwirkende Rolle gespielt haben.

Dazu gehört die 1903 in der „Zeitschrift für anorganische Chemie“, deren Redakteur er damals war, erschienene Arbeit „Die Festlegung des Neutralisationspunktes durch Leitfähigkeitsmessungen“. Diese „konduktometrische Titration“ wird zwar heute nur noch selten in der Maßanalyse verwendet, sie hat aber weiterhin eine hohe pädagogische Bedeutung und wird in Vorlesungen ausführlich behandelt. Die noch relativ junge Elektroanalyse wurde von KÜSTER um weitere Anwendungen bereichert. Die dafür erforderliche Gleichspannung lieferten Bleiakumulatoren. Durch eine sinnvolle Verbindung der einzelnen Akkulatoren konnten die benötigten Spannungen ohne Verwendung von Widerständen, d.h. quasi verlustfrei, entnommen werden. Eine ausführliche Beschreibung bringt der Aufsatz „Die elektrische Anlage des chemischen Laboratoriums der Bergakademie Clausthal“ in der Zeitschrift für anorganische Chemie (1904).

Dem Wesen seiner Persönlichkeit entsprechend wollte KÜSTER Arbeiten anderer Wissenschaftler nicht unwidersprochen lassen, wenn seiner Anschauung nach die experimentellen Fakten falsch interpretiert wurden.

Dazu soll ein Beispiel angeführt werden, das zugleich auch einen Einblick geben kann, wie zu KÜSTERS Zeiten bei wissenschaftlichen Meinungsverschiedenheiten oft mehr polemisch als sachlich argumentiert wurde. KÜSTER hat in mehreren Arbeiten die Hydrate der Salpetersäure untersucht und die Ergebnisse auf der Basis der damals noch neuen Gleichgewichtslehre gedeutet. Das gleiche Gebiet bearbeitete auch der Chemieordinarius ERDMANN (TH Berlin), der ein Lehrbuch der Anorganischen Chemie verfasst hatte, das damals zu den Standardwerken zählte. ERDMANN hat darin, gegründet auf eigene Experimentalarbeiten, die Existenz einer Orthosalpetersäure behauptet, der er die Formel  $N(OH)_5$  zuordnete. KÜSTER hält diese Formel für falsch und sie solle daher aus dem Lehrbuch entfernt werden. ERDMANN versuchte in einer neuen Publikation seine Auffassung zu beweisen. Darin schreibt ERDMANN über den Einwand von KÜSTER: „seine Ausführungen lassen deutlich erkennen, dass Herr Küster sich nicht auf tatsächliche Feststel-



**Seit 1829 Hand in Hand mit der Hochschule: Die Grosse'sche Buchhandlung (links)**



Ihre Fachbuchhandlung für:  
**Technik • Naturwissenschaften  
 Bergbau • Umwelttechnik**

**GROSSE'SCHE BUCHHANDLUNG**  
 ADOLPH-ROEMER-STRASSE 12 • TEL. (0 53 23) 9390 - 0 • FAX - 20  
 grosse.harz.de • buch@grosse.harz.de  
**D-38668 CLAUSTHAL-ZELLERFELD**

lungen beschränkt, sondern sich vielmehr in einer heftigen Polemik gegen meine Experimentaluntersuchungen über die Orthosalpetersäure gefallen hat.“ Weiter schreibt er „Es erscheint daher an der Zeit, die ganz irrigen Behauptungen des Herrn Küster zurückzuweisen. Zum Verständnis der Situation sei vorausgeschickt, dass Herr Küster jedesmal in einen Zustand höchster Erregung gerät, wenn ihm eine chemische Formel begegnet, die er nach seinem eigenartigen Entwicklungsgange nicht zu verstehen imstande ist. Dazu gehört selbst eine so ganz einfache Formel wie  $N(OH)_5$ .“ Heute gehört es zu den elementarsten Kenntnissen der chemischen Bindung, warum eine Verbindung mit dieser Formel nicht existieren kann.

Im geschichtlichen Rückblick muß eine der bedeutendsten Arbeiten KÜSTERS wieder in Erinnerung gebracht werden, die in der Chemiegeschichte nicht die ihr gebührende Resonanz gefunden hat. Es ist dies die Publikation „Beiträge zum Schwefelsäure-Kontaktverfahren“, die 1904 in der Zeitschrift für anorganische Chemie erschienen ist. Um die Bedeutung dieser Arbeit richtig würdigen zu können, muß kurz der Stand der Technik der Schwefelsäureherstellung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts beschrieben werden. Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts wurde Schwefelsäure industriell hergestellt nach dem sog. Bleikammerverfahren. Dabei wird Schwefeldioxid durch Luftsauerstoff, der durch nitrose Gase übertragen wird, zu Schwefeltrioxid oxidiert, das mit Wasser Schwefelsäure bildet. Dabei entsteht nur eine verdünnte Schwefelsäure. Hochkonzentrierte, sog. rauchende Schwefelsäure wurde zuerst in Böhmen in kleinen Mengen durch Destillation von Vitriolen erhalten. Die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts sich rasch entwickelnde Teerfarbenindustrie, insbesondere die Erzeugung des synthetischen Alizarins bedurfte einer rauchenden Schwefelsäure. Die dafür erforderlichen Mengen konnte das „böhmische Verfahren“ nicht liefern.

Die Intention der chemischen Forschung an den Universitäten im 19. Jahrhunderts war die Erkenntnisgewinnung und nicht ökonomisch-technische Bedürfnisse. Dagegen kamen die Bergakademien aus ihrer engen Verbundenheit mit Hüttenbetrieben ständig mit technischen Fragestellungen in Kontakt. Für eine ganz neue Epoche der Technik der Schwefelsäurefabrikation wurde die Bergakademie Freiberg der Ausgangspunkt. Diese Entwicklung ist auch ein Beispiel, wie die Aufgabe, ein Umweltproblem zu lösen, neue industrielle Techniken hervorbringen kann.

Im sächsischen Erzgebirge wurde in den sog. Blaufarbenwerken Ultramarin hergestellt, bei dessen Herstellung große Mengen Schwefeldioxid ausgestossen wurden, die zu einem großen Baumsterben führten. Dagegen protestierten die Waldbesitzer und forderten die Einstellung der Ultramarinproduktion. Während seiner Tätigkeit in den Blaufarbenwerken entwickelte CLEMENS WINKLER, der später (1873) zum Professor für Chemie an die Bergakademie Freiberg berufen wurde, Verfahren zur weitgehenden Absorption des Schwefeldioxids, so dass die drohende Schließung der Werke unterblieb. Die bei der Absorption anfallenden Produkte konnten aber technisch nicht sinnvoll verwendet werden. Das war der Anlaß für Untersuchungen WINKLERS Schwefeldioxid zu Schwefelsäure zu verarbeiten, aber nicht nach dem bekannten Bleikammerverfahren, das nur eine verdünnte Säure liefert, sondern direkt aus Schwefeldioxid durch Oxidation mit Sauerstoff Schwefeltrioxid zu erzeugen, das mit der berechneten Menge Wasser zu „rauchender“ Schwefelsäure, sog. Oleum umgesetzt werden kann. Diesen Untersuchungen WINKLERS ging eine geradezu epochale Entdeckung voraus, die J. W. DÖBEREINER 1821 machte. Er beobachtete, dass sich Wasserstoff schon bei Normaltemperatur an der Luft entzündet, wenn er mit feinverteilter Platin in Kontakt gebracht wird. Damit hatte er ein neues Phänomen entdeckt: die Katalyse. Bald danach wurde von verschiedenen Experimentatoren auch die katalytische Beschleunigung der Oxidation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid durch Platin beobachtet. Jedoch wurde das technische Potential der katalytischen Erzeugung von Schwefeltrioxid damals nicht erkannt. Erst CLEMENS WINKLER hat in einer als Pionierarbeit zu bezeichnenden, 1875 veröffentlichten Arbeit sehr systematisch angelegte Versuche beschrieben, die das Ziel hatten, diese katalytische Reaktion zur Grundlage eines technisch umsetzbaren Verfahrens zur Herstellung von rauchender

Schwefelsäure zu machen. Daraus entwickelte sich das heute wichtigste Verfahren zur Gewinnung der Schwefelsäure, das unter der Bezeichnung „Kontaktverfahren“ zum Grundlagenwissen in der Chemie gehört. Nach diesem Verfahren wurde in der BASF die Schwefelsäurefabrikation aufgenommen, wobei viele neue verfahrenstechnische Prozesse entwickelt werden mußten. Schon um 1900 wurden jährlich etwa 116000 Tonnen Schwefeltrioxid erzeugt. Bis etwa 1930 wurde Platin als Katalysator verwendet. Dieses ist nicht nur sehr teuer, sondern es wird schnell deaktiviert, wenn die Reaktionsgase nicht sehr aufwendig von sog. Katalysatorgiften, wie z.B. Arsen, gereinigt werden. Es wurde daher nach anderen Katalysatoren gesucht, die diese Nachteile nicht haben.

An der Bergakademie Clausthal hat KÜSTER ab 1900 mit Versuchen begonnen mit dem Ziel, Platin durch andere, billigere Katalysatoren zu ersetzen. Diese Versuche sind in der oben genannten Arbeit „Beiträge zum Schwefelsäurekontaktverfahren“ beschrieben. Darin wird erstmals in systematischen Versuchsreihen die Schwefeltrioxidbildung an Vanadiumpentoxid (auf Asbest) als Katalysator untersucht. Dazu hatte KÜSTER eine für den damaligen Stand der Experimentierkunst neuartige Apparatur aufgebaut, die es ermöglichte, Mischungen von Schwefeldioxid und Sauerstoff in vorgegebenen Verhältnissen über den Katalysator zu leiten. Diese Gase gab es damals noch nicht in Stahlflaschen. Sauerstoff wurde aus Kaliumchlorat und Schwefeldioxid aus Natriumsulfit hergestellt. Aus den Versuchsdaten bestimmte er auch die Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten. Diese ist die wichtigste Kenngröße bei der Umsetzung der Laborergebnisse zu einem technischen Prozess. Aus diesen Untersuchungen ergab sich, dass prinzipiell Vanadiumpentoxid Platin als Katalysator ersetzen kann und gleiche Ausbeuten liefert, jedoch mit deutlich geringerer Reaktionsgeschwindigkeit.

Die Bedeutung dieser Arbeit wurde damals nicht erkannt und auch in Aufsätzen über die Geschichte der Schwefelsäurefabrikation wird sie nicht erwähnt. Dazu hat wohl auch beigetragen, dass KÜSTER diese Arbeiten nicht fortgeführt hat, da er 1904, im Alter von 44 Jahren seine Lehrtätigkeit an der Bergakademie niedergelegt hatte und Clausthal verließ.

Die BASF erhielt 1913 das Patent „Verfahren zur Herstellung einer Kontaktsubstanz zur Erzeugung von Schwefelsäureanhydrid (Schwefeltrioxid)“. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass Vanadiumpentoxid auf einen keramischen Träger aufgebracht wird. Es dauerte noch einige Jahre bis die industrielle Katalysatorforschung Ergebnisse erzielte, die zeigten wie und mit welchen Zusätzen die Wirkung von Katalysatoren verbessert werden kann. Seit etwa 1930 wurde nach und nach das Platin beim Kontaktverfahren durch Katalysatoren auf der Basis von Vanadiumpentoxid ersetzt. Heute wird weltweit nur noch dieser Katalysator eingesetzt. Es sollte der Vergessenheit entrissen werden, dass erstmals KÜSTER eine Versuchsapparatur zur Herstellung von „rauchender“ Schwefelsäure mit diesem Katalysator beschrieb, die schon alle wesentlichen Bestandteile der heute in der Technik eingesetzten Schwefelsäurefabrikation enthielt. Unter den volumenstärksten Chemieprodukten nimmt die Schwefelsäure, hergestellt nach dem Kontaktverfahren und ausschließlich mit Vanadiumpentoxid als Katalysator, den zweiten Rang ein.

Die Experimentalvorlesung von KÜSTER muß sehr eindrucksvoll gewesen sein, denn sie wurde auch über Clausthal hinaus bekannt. So erwähnt OTTO HAHN in seiner Autobiografie „Mein Leben“ eine Episode aus seiner Assistentenzeit: „Damals war die Herstellung von flüssiger Luft gerade erst bekanntgeworden, und ein früherer Assistent von Zincke, Lehrstuhlinhaber für Chemie an der Bergakademie Clausthal, hatte schon die verschiedensten und sehr verblüffenden Experimente mit ihr angestellt. Er konnte auch Professor Zincke für Versuche mit flüssiger Luft interessieren und versprach ihm, einige Thermosgefäße voll nach Marburg zu schicken. Wir wollten die Küsterschen Versuche auch unseren Studenten vorführen. Die Luft kam an einem Sonntag mit Boten aus Clausthal an, und mein Chef und ich machten uns daran, die Versuche auszuprobieren. Alles klappte. Es kam der Mon- ▶

tag, Zincke hielt eine schöne Einführung in die Eigenschaften der flüssigen Luft und beschrieb die Dinge, die nun vorgeführt werden sollten. Nach Zinckes Vortrag ging ich an mein Thermosgefäß, um die Versuche zu beginnen. Aber nichts geschah! Die flüssige Luft war vom Sonntag bis zum Montag restlos verdampft, und die Enttäuschung des Chefs, des Assistenten und der Studenten war gleichermaßen groß.“

Die wissenschaftlichen Leistungen von KÜSTER konnten in dieser Übersicht nur sehr lückenhaft aufgeführt werden. Neben einer breiten Forschertätigkeit widmete sich KÜSTER auch publizistischen Aufgaben. So war er während seiner Lehrtätigkeit an der Bergakademie Redakteur der „Zeitschrift für anorganisch Chemie“. In vielen seiner Bücherbesprechungen gab er den Autoren Hinweise, welche, seiner Ansicht nach unrichtigen Angaben in der nächsten Auflage geändert werden müßten. Er benutzte die Bücherbesprechungen auch dazu, Ergänzungen zum Inhalt des Buches zu geben oder allgemeine Kommentare anzufügen. Im „Jahrbuch der Chemie“, das kurz vor und nach 1900 jährlich erschien besprach er alle im betreffenden Jahr erschienenen Bücher der physikalischen Chemie. Zu einem Buch von WALTER NERNST „Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften“ merkte er an: „Es kann nicht früh und oft genug gezeigt werden, wie nützlich und unentbehrlich die Mathematik für jeden Chemiker ist, dem daran liegt, etwas tiefer in den eigentlichen wissenschaftlichen Teil seiner Wissenschaft einzudringen; denn nur zu oft kann man beobachten, dass jüngere und ältere Fachgenossen schon bald nach den ersten Anfängen ihrer mathematischen Studien erlahmen, weil sie durchaus keinen Zusammenhang der Chemie mit den ihnen dargebotenen mathematischen Sätzen entdecken können. Die höhere Mathematik erscheint ihnen deshalb sehr bald ein für den Chemiker höchst überflüssiger und zudem noch sehr zeitraubender und schwieriger Sport.“

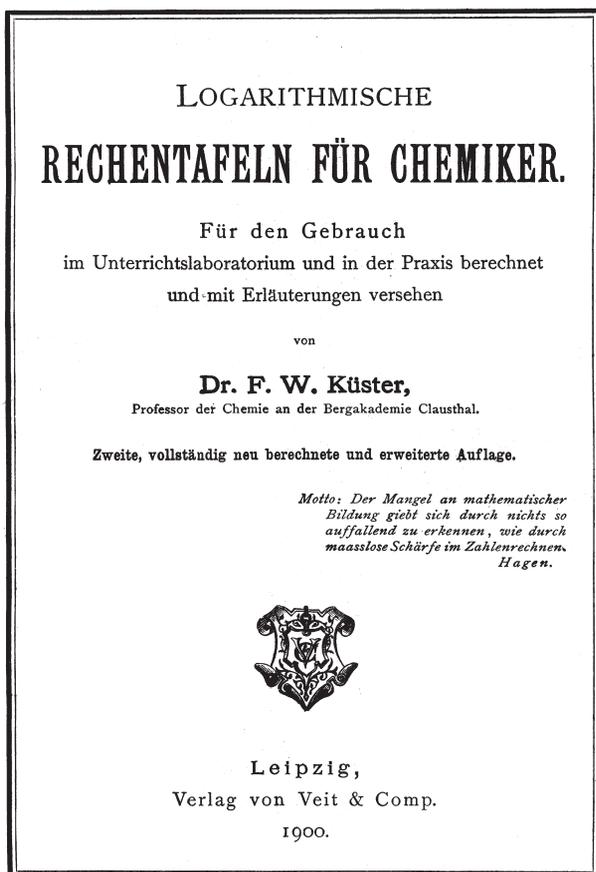


Bild 6: Titelblatt der „Logarithmischen Rechentafeln für Chemiker“

Mit der Erfindung und Verbreitung des Taschenrechners verlor ein von vielen Generationen von Chemiestudenten erworbenes Buch KÜSTERS, von den Studenten nur der „Küster“ genannt, seine Bedeutung in der täglichen Laborpraxis. Als noch „von Hand“ gerechnet wurde, wurden umfangreiche Zahlenrechnungen bei der Auswertung von Analyseergebnissen mit Hilfe von Logarithmen berechnet. Dafür war das Buch „Logarithmische Rechentafeln für Chemiker“, kurz der „Küster“ ein unentbehrliches Hilfsmittel, da das Buch außer einer Tafel der fünfstelligen Logarithmen auch alle Logarithmen der Zahlenwerte, wie Atomgewichte, Äquivalentgewichte, Formelgewichte, Daten für die Gravimetrie, Maßanalyse und Gasanalyse usw., die für die Auswertung der Analyseergebnisse benötigt werden, enthielt. Das Titelblatt der zweiten Auflage, zeigt Bild 6.

Die von der Atomgewichtskommission der Deutschen Chemischen Gesellschaft regelmäßig aktualisierten Zahlenwerte für die Atomgewichte erforderten die Neuberechnung der Angaben im „Küster“, was eine jährliche Neuauflage zur Folge hatte. In einer Besprechung der vierten Auflage im Jahr 1903 steht: „Die weite Verbreitung enthebt uns der Notwendigkeit, näher auf das Werk einzugehen oder ihm ein besonderes Wort der Empfehlung mitzugeben. Seine Vorzüge sind so bekannt, dass niemand versäumen wird, die neue Auflage zu erwerben“. Die Rechentafeln wurden auch ins Englische und Französische übersetzt und von der 19. bis 55. Auflage von seinem Schüler A. THIEL herausgegeben und danach von K. FISCHBECK fortgeführt und stark erweitert. Seit der 102. Auflage wird das Buch von A. RULAND bearbeitet und hat jetzt den Titel „Küster-Thiel, Rechentafeln für die Chemische Analytik“. Inzwischen liegt die 105. Auflage aus dem Jahr 2003 vor, ein Beweis für eine ununterbrochene Tradition, wie sie kein anderes Chemiebuch vorzuweisen hat.

Nach dem Sommersemester 1904 hat KÜSTER auf eigenen Wunsch seine Tätigkeit an der Bergakademie aufgegeben, um sich den schon immer gehegten Wunsch zu erfüllen, Landwirtschaft nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu betreiben. Er legte das größte und bestbewirtschaftete Obstgut der Mark Brandenburg in Schönerberg bei Müncheberg an. Daneben hat er begonnen, seine umfassenden Kenntnisse in einem Buch weiterzugeben. Von diesem „Lehrbuch der allgemeinen, physikalischen und theoretischen Chemie“, als zweibändiges Werk konzipiert, konnte er nur den ersten Band zum Abschluß bringen. Nach einem unglücklichen Sprung beim Schwimmen erlitt er einen Bruch des Rückgrates. An dessen Folgen starb er am 22. Juni 1917 im Krankenhaus zu Frankfurt a.O. Das Lehrbuch wurde mit dem zweiten Band von seinem Schüler A. THIEL 1923 zu Ende geführt und herausgegeben.

Am Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts war das Chemische Laboratorium der Königlichen Bergakademie Clausthal eine der wenigen Forschungsstätten im Kaiserreich, an denen wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Anorganischen Chemie betrieben wurde. Bei der Bewertung der umfangreichen Forschungsarbeiten KÜSTERS darf nicht unerwähnt bleiben, dass das Laboratorium nur eine Assistentenstelle hatte und der Hausmeister, der zugleich Labordiener war, das einzige Hilfspersonal war. Doktoranden, die an Universitäten einen großen Beitrag zur Forschung leisteten, gab es damals an der Bergakademie nicht.

Mit der Berufung des erst achtundzwanzigjährigen WILHELM BILTZ als Nachfolger von KÜSTER im Jahr 1905 begann ein neues Kapitel für das Chemische Laboratorium. Unter BILTZ wurde es zur Keimzelle für die Renaissance der Anorganischen Chemie in Deutschland. Die Beschreibung der Forschungs- und Lehrtätigkeit am Chemischen Laboratorium bis zur 1921 erfolgten Berufung von BILTZ an die Technische Hochschule Hannover muß einem zukünftigen Bericht vorbehalten bleiben. ■

# Vom Theologen zum Diplomingenieur des Bergfachs

## Ein Lebensweg nach dem Ersten Weltkrieg

*Vor einiger Zeit erschien bei der Goslarschen Zeitung ein Mann und tischte eine abenteuerliche Geschichte auf: Ein entfernter Onkel von ihm habe in Clausthal während des Zweiten Weltkrieges studiert. Finanziert habe er seinen Lebensunterhalt, indem er eine Bibel aus der Zeit Martin Luthers bei einer Clausthaler Bank verpfändet habe. Schließlich sei er als Wehrmachtssoldat eingezogen worden. Die Anfrage der Zeitung lautete: Gab es diesen – nennen wir ihn Eduard Richter – an der Bergakademie Clausthal jemals? Ein Gang ins Hochschularchiv in der Universitätsbibliothek brachte Dichtung und Wahrheit ans Licht.*

Geboren wurde Eduard Richter 1892 in Frankfurt am Main. Seine Eltern starben 1909 und 1911. Eduard begann im gleichen Jahr in Bonn und Freiburg ein Philosophie- und Theologiestudium. Ostern 1914 fängt er mit seiner Lizentiatenarbeit an, „um [mich] dann als Privatdozent für Dogmatik und Religionsphilosophie zu habilitieren.“ Seine Eltern haben ihm ein Vermögen von 75.000 Mark hinterlassen. Im August 1914 meldet der 22-Jährige sich als Kriegsfreiwilliger. Er kommt - mit Ausnahme eines kurzen Einsatzes an der Ostfront - für die Dauer des Krieges an die Westfront. Er überlebt die Schlacht von Verdun. Bei Kriegsende hat er es zum Leutnant der Reserve und stellvertretenden Batterieführer gebracht.

„Dann als Führer der größten Arbeitsgruppe des „Deutschen Arbeitsbundes“ (Hptm. Aumann, Hptm. Schmude) in Wolkramshausen b. d. Dtschen Kaliwerken tätig, bis durch linkspolit. Strömungen dies untergraben wurde. Vom S.S. 22 auf der Bergakademie zu Clausthal. Durch die steigende Geldentwertung war ich gezwungen, durch Praktizieren und sonst. Nebenbeschäftigung (als Hauslehrer) mich durchzuschlagen. Bin seit 1919 verheiratet, 2 Kinder. Dadurch, dass ich im verg. Herbst gezwungen war, im Semester durchzupraktizieren, u. durch Erkrankung meiner Frau ging mir das verg. Wintersemester ganz verloren“ schreibt stud. rer. mont. Eduard Richter am 15. September 1924 in seinem Lebenslauf in Clausthal.

Zu diesem Zeitpunkt hat er insgesamt 44 Monate als Bergmann im Salz- und Erzbergbau gearbeitet, unter anderem auch auf Kaiser Wilhelm II. in Clausthal. Am 5. Januar 1925 zieht er seine Meldung zum Vorexamen zurück: „Häusliche Verhältnisse haben mich in eine geistige und seelische Verfassung gebracht, die es mir unmöglich machen.“ Am 13. Januar 1926 besteht er die „Vorprüfung für die Fachrichtung des Bergfachs“. Seine Noten bewegen sich von „sehr gut“ bei der zweiten schriftlichen Ausfertigung, über „gut“ in der Mineralogie bis „genügend“ in Mathematik, Physik und Chemie. Im Dezember 1926 muss er der Preußischen Bergakademie Clausthal

wieder ein „Gesuch“ unterbreiten. Sein Vorkriegsvermögen war zum größten Teil als Kriegsanleihe „mündelsicher“ angelegt worden. Mit der Inflation von 1922 war es nur noch ein Bündel Papier. Seine Geschwister haben sich nur noch bis Ostern 1927 bereit erklärt, ihm und seiner Familie „den Lebensunterhalt vorzuschießen.“ In den Sommersemesterferien 1926 wollte er seine Markscheider- und geologische Arbeit anfertigen, erkrankte aber an einer Blinddarmentzündung und musste sich einer Operation im Clausthaler Krankenhaus unterziehen. Seine „Akademische Krankenkasse“ trug aber nicht die Kosten, weil die Krankheit außerhalb der Vorlesungszeit lag. Operation und Krankenhausaufenthalt kosteten 330 Reichsmark. Dadurch schrumpft der Geldbetrag, dem ihm seine Geschwister gaben. Ihm ist aber eine bezahlte Diplomarbeit auf einem Kalibergwerk angeboten worden, die

er antreten möchte und deshalb bittet er darum, die Meldarbeiten zum Examen nach der Diplomarbeit anfertigen zu dürfen. Am 2. Dezember 1926 lehnt der Vorsitzende des Prüfungsausschusses, Professor Valentiner, mit Verweis auf § 4 Ziffer 5 der Prüfungsordnung das Gesuch ab. Nun tritt Funkstille ein. Am 7. Januar 1928 rät ihm das Sekretariat der Bergakademie „vorläufig nichts zu unternehmen. Wenn Sie sich beurlauben lassen, müssen Sie die allgemeinen Gebühren in Höhe von 15,10 RM doch entrichten. Warten Sie deshalb so lange, bis Sie Ihr Studium wieder aufnehmen und lassen sich dann wieder immatrikulieren, wofür Sie 15 RM Gebühren zu zahlen haben.“ Der Brief ist großlos mit einem Schnörkel unterzeichnet. Am 18. Dezember 1928 reicht er seine Geologische Arbeit ein und verspricht die markscheiderische Arbeit für die Zeit „bald nach Weihnachten“, sie trifft im Juni 1929 in Clausthal ein. Seine Laboratoriumsversuche erhält Professor Stüchtling zur gefälligen Begutachtung und beurteilt sie als „ausreichend“, aber „nur unter der Bedingung, dass die mündliche Prüfung sich auch auf die praktische Beherrschung der wichtigsten Meßmethoden im Laboratorium erstreckt“ und fordert das Sekretariat auf „es ihm aber auch nochmals ausdrücklich schriftlich zu erklären, damit er sich gründlich darauf vorbereitet.“ Mit seiner Markscheiderischen



Eduard Richter in kaiserzeitlicher Uniform.

Arbeit fällt er bei Dr. Haibach durch und bittet nun - am 29. 7. 1929 und damit zweieinhalb Jahre nachdem er dieses Gesuch schon einmal gestellt hat - wiederum darum, die Markscheiderische Arbeit nach der Diplomarbeit anfertigen zu dürfen, weil er „um überhaupt existieren zu können“ durch ein Entgegenkommen der Werksdirektion auf der Grube Frielendorf dort schon mit seiner bezahlten Diplomarbeit beginnen durfte. „Als altes „Semester“ (durch das sehr späte Umsatteln nach dem Kriege, der mich zusammen mit der Inflationszeit aus meiner Laufbahn gerissen hat, .. sehe ich für mich keinerlei Möglichkeit, wie ich es jetzt anders anfangen sollte, aus dieser ▶

Klemme herauszukommen, zumal ich ja moralisch verpflichtet wäre, dem Werk die Vergütung der letzten Wochen zurückzahlen.“ Das genehmigt der Prüfungsausschuss „ausnahmsweise.“ Am 29. Oktober bittet er um Verlängerungsfrist für die Anfertigung der Diplomarbeit aufgrund technischer Schwierigkeiten mit einem Kabelbagger, dessen Leistungen in die Diplomarbeit Eingang finden sollen. Es wird Verlängerung bis zum 15. November gewährt. Am 22. November mahnt die Bergakademie ihn, seine Diplomarbeit abzuliefern. Am 30. November wird ihm eine letzte Frist bis zum 5. Dezember gestellt. Am 4. Dezember meldet er sich mit einem Attest, dass er vom 3. bis zum 23. November „ans Bett gefesselt war durch einen Erguß am rechten Kniegelenk.“ Und seit dem 24. November bis zum 3. Dezember plagte ihn eine schwere Grippeerkrankung – hierüber kann er aber kein Attest beibringen, weil er sich selbst auskurirt hat. Er ist seit drei Monaten aus finanziellen Gründen aus der Knappschaft ausgetreten und kann sich kein weiteres Attest leisten. Er erhält eine Terminverlängerung bis zum 3. Januar 1930. Am 14. März 1930 möchte er sich für die mündlichen Diplomprüfungen anmelden, wird aber daran erinnert, das er noch seine marktscheiderische Arbeit nachliefern muss. Am 11. April wird Eduard Richters marktscheiderische Arbeit mit der Notiz „Eilt sehr“ an Dr. Haibach weitergeleitet. Seine Diplomarbeit war bereits mit „ziemlich gut“ bewertet worden. Bei der mündlichen Diplomprüfung fällt er in vier Fächern durch. Er bitte um einen Wiederholungstermin außerhalb der Prüfungszeit. „Mit Rücksicht auf die besonders unglücklichen Lebensverhältnisse habe ich gegen die Anberaumung eines besonderen Termines nichts einzuwenden“, teilt Prof. Dr.-Ing. Grumbrecht Magnifizienz mit. Anderer Auffassung ist Professor Süchting: „In Maschinenkunde und Elektrotechnik war das Ergebnis der Klausur außerordentlich schlecht. Ich halte es für höchst unwahrscheinlich, dass ein neuer Versuch nach wenigen Wochen zum Ziele führt, und bin jedenfalls nicht geneigt, meine Anforderungen herunterzusetzen. .. Ich bin deshalb aus grundsätzlichen Erwägung für Ablehnung, ganz abgesehen von der erheblichen Mehrbelästigung und Mühe, die mir die Einfügung eines Sondertermines verursache würde.“ Mit seiner Stellungnahme setzt sich Professor Süchting durch. Eduard Richter besteht im zweiten Anlauf die Fächer Maschinenkunde und Elektrotechnik, fällt aber durch die Aufbereitungskunde durch. Nun ist der „Ministerschwanz“ notwendig. Am fünften November 1930 hält Eduard Richter mit 38 Jahren die Diplomurkunde des Bergfachs in Händen.

Nachtrag: 1935 unterschreibt Eduard Richter ein selbst gefertigtes Gedicht an seine 65-jährige Tante mit „Heil Hitler!“ Im gleichen Jahr wird seine Ehe geschieden. 1939 heiratet er erneut; im Zweiten Weltkrieg wird er eingezogen und kommt um - unbekannt ist, wann und wo. ■

Clausthal, den 10.05.30  
Schulstr. 16

An den Prüfungsausschuß der Bergakademie Clausthal

*Ich bitte, mir es ausnahmsweise zu gestatten, die jetzt bei der Prüfung als unzureichend erschienenen Fächer zu frühesten Terminen reparieren zu dürfen. Ich bedarf dazu keiner langen Vorbereitung sondern nur einer kurzen Zeit zum Ausspannen und zu körperlicher Bewegung, um in andere körperliche Verfassung zu kommen als ich es während der letzten Wochen war. Wer mit bald 40 Jahren an viel Bewegung im Freien gewöhnt ist, dem würde es bei einem Ans-Zimmer-Gebundensein wohl ähnlich ergehen wie ich es die letzten Wochen durchkosten mußte. Ich hatte ständig mit mehrtägiger Verstopfung zu kämpfen und dann im Anschluß an ein Purgativ mit einer ebensowenig schönen Verfassung, worauf das erste Stadium wieder eintrat. Das beeinträchtigte meine gesamte Prüfung, die ich aber unter keinen Umständen abbrechen wollte. Denn ich bin aus finanziellen Gründen gezwungen, so bald wie möglich wieder in die Praxis zu kommen, auch schon um meiner Familie, meiner Kinder willen. Ein Darlehen von der Studentenhilfe, das mir über die letzte Zeit hinweghalf, reicht wohl noch bei sparsamster Einteilung bis Pfingsten. Deshalb bitte ich, mir in Sonderterminen die Möglichkeit zu baldigem Fertigwerden zu gewähren. Mit den Herren Prof. Dr. Grumbrecht und Herrn Dr. Frick habe ich schon gesprochen; diese Herren sprachen mir ihr Einverständnis aus zu jedem Termin. Das Gleiche bestätigten die Herren Prof. Dr. Birckenbach und Prof. Dr. Paschke. Herrn Prof. Süchting konnte ich leider mündlich nicht um seine Einwilligung angehen; ich habe schriftlich Herrn Prof. Süchting gebeten. Vielleicht berücksichtigt der Prüfungsausschuß bei Behandlung dieser meiner Bitte, daß ich als Vollkriegsteilnehmer der Vorteile, welche diesen zugebilligt waren, dadurch verlustig ging, daß ich noch bis 1922 im „Vaterlandsdienst“ tätig war („Deutscher Arbeitsbund“, Hauptm. Schmude, Hptm. Aumann) und erst nach Verlust meines Vermögens durch die Inflation an mich selber mehr dachte. Ich bitte deshalb um ausnahmsweise Gestattung von Sonderterminen, um so als alter Frontkämpfer raschstens wieder in die Wirtschaftsfront eingereiht werden zu können.*

Eduard Richter

*Ich bin gezwungen, für die kommende Woche zu verreisen.  
Nachher stehe ich zu allem zur Verfügung.*

# Die Fabrik der Zukunft – ein europäisches Netzwerk –

Von Dr.-Ing. Torsten Grünendick, Dipl.-Math. Dirk Müller, Dipl.-Geophys. Wolfgang Roshofen \*

Die Europäische Union hat mit Inkrafttreten des sechsten Rahmenprogramms Exzellenznetzwerke als Werkzeug zur effizienten Bündelung von Kompetenzen in Europa ins Leben gerufen. Eines dieser Netzwerke nennt sich "Innovative Production Machines and Systems" (I\*PROMS). Es verbindet europaweit 30 Einrichtungen auf dem Gebiet der Produktion und Herstellung. Im Netzwerk ist stellvertretend für die TU Clausthal das Institut für Maschinenwesen (IMW) beteiligt.

Die Vision einer wissensbasierten, autonomen Fabrik im Jahr 2020 soll in I\*PROMS untersucht werden. Die Fabrik der Zukunft benötigt fortschrittliche Fertigungsmaschinen, die beispielsweise zur Be- und Verarbeitung von neuen Werkstoffen oder von Bauteilen bestehend aus unterschiedlichen Materialien verwendet werden können. Im Blickpunkt stehen auch die Mikrofertigung sowie konfigurierbare Maschinen, mit denen durch eine wissensbasierte Intelligenz eine hohe Anpassung an die jeweiligen Anforderungen erzielt wird. Die Entwicklung und Bündelung der fragmentierten Forschungsaktivitäten in Europa auf diesem Gebiet der fortschrittlichen Fertigungsmaschinen wird von dem Bereich "Advanced Produktion Machines" (APM) eines der vier Teilbereiche des Exzellenznetzwerks vorgenommen. Im Fokus von "Product Automation und Control" einem weiteren Teilbereich des Netzwerks liegt die Fertigungsautomatisierung und -steuerung. Ziel ist es mit intelligenten und selbstständigen Maschinen die Mensch-Maschine Interaktion zu verbessern, damit der Mensch effektiv mit den Maschinen interagieren kann. Dies bezieht sich auch auf multimodale/ multimediale und intelligente, benutzerfreundliche Schnittstellen in der Fertigung.

Der Bereich "Fertigungsorganisation und Management" (POM) ist einer der beiden Teilbereiche, in denen das IMW mitarbeitet. Hier geht es um die strategische Ausrichtung des Unternehmens der Zukunft und um die selbstständige Anpassung an ein Geschäftsfeld, welches sich verändert. Außerdem sollen Lösungen für Managementaufgaben großer Hersteller entwickelt werden, damit diese ein Hilfsmittel bei Entscheidungen erhalten, wie z.B. in welchen kleineren Betrieben sie Einzelteile fertigen lassen können, oder wie Transportprobleme und Fragen der Kommunikation gelöst werden.

Das IMW engagiert sich auch in dem Teilbereich des Netzwerks "Innovative Design Technology" (IDT). Durch neuartige Konstruktionen der Produkte bzw. der Maschinen und Systeme soll die der Fabrikation in der Zukunft verbessert werden. Zu diesem Bereich gehören das Produktwissensmanagement, das computergestützte Innovationsmanagement und die computergestützte Fertigung. Um die Schlüsselfaktoren Entwicklungskosten und Zeit bis zur Marktreife optimieren zu können, wird besonders auf die effiziente Einbindung des gesamten Produktlebenszyklus sowie die Fertigung in erweiterten Unternehmen Wert gelegt.

Durch das Exzellenznetzwerk I\*PROMS können für interessierte Unternehmen und Hochschuleinrichtungen neue Verbindungen mit Institutionen aus anderen Forschungsbereichen hergestellt werden. Kooperationen und neue,

gemeinsame Forschungsanträge mit einigen der 30 Kernpartnern werden durch die Europäische Kommission unterstützt. Diese interessierten Partner können Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen, Autoren oder auch Körperschaften sein, die dadurch in neuen Forschungsinitiativen mitwirken oder selbst initiieren. Außerdem nehmen sie an I\*PROMS Aktivitäten teil, bekommen Zugriff auf projektbezogene Dokumente und knüpfen Beziehungen zu Experten aus dem Netzwerk. I\*PROMS stellt somit auch eine Plattform für alle diejenigen dar, die nicht direkt zu den Kernpartnern gehören, sich jedoch der Bedeutung der Thematik bewusst sind und von der Expertise des Netzwerkes profitieren möchten. Das Informations-Portal [www.iproms.org](http://www.iproms.org) sowie das IMW unterstützen Interessenten bei Kontaktaufnahme bzw. Wissensvermittlung und -austausch. ■



## Begeistert für Fortschritt

Die Bauer Spezialtiefbau GmbH führt weltweit alle Verfahren des Spezialtiefbaus aus, Großbohrpfähle und Schlitzwände, Anker und Hochdruckinjektion, Spundwände und Dichtsohlen, Rüttelgründungen und Kleinbohrpfähle. Seit jeher hat die Innovation bei Bauer einen hohen Stellenwert. Aus der Baupraxis heraus werden in enger Zusammenarbeit mit dem Geschäftsbereich Technik laufend neue Verfahren entwickelt.



**BAUER Spezialtiefbau GmbH**  
Wittelsbacherstraße 5  
86529 Schrobenhausen  
Tel. 0 82 52 / 97-0, Fax 97-1359  
[www.bauer.de](http://www.bauer.de)

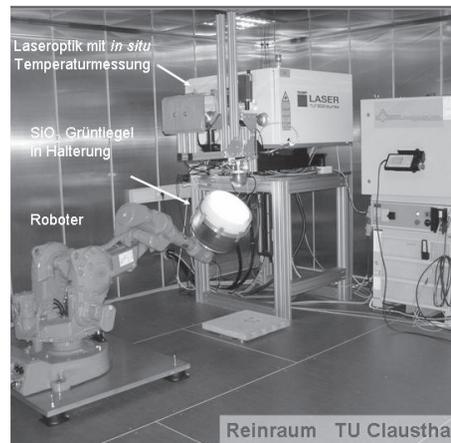
\* Die Autoren sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Institut für Maschinenwesen.

# Siliciumnitridbeschichtete Quarzglas-tiegel mittels Lasersintern

Am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal wurde in den vergangenen vier Jahren gemeinsam mit der Wacker Chemie GmbH und Trumpf Laser- und Systemtechnik ein im Vergleich zum konventionellen Lichtbogenschmelzverfahren wesentlich kostengünstigeres und qualitativ besseres Verfahren zur Herstellung von Quarzglas-tiegeln entwickelt. Dabei wird die oberste Schicht des keramischen Grünkörpers des Quarzglas-tiegels berührungslos und unter Vakuum, somit kontaminationsfrei, mit einem aufgeweiteten Kohlendioxid-Laserstrahl aufgeschmolzen. Anschließend erstarrt sie glasig. Das Verfahren ist patentiert. Nun wird diese Technologie erweitert. Es sollen auf den Grundkörper des Quarzglas-tiegels aus Siliciumdioxid Schutzschichten aus Siliciumnitrid aufgetragen werden.

Anfang des Jahres wurde ein wichtiger Meilenstein erreicht, die erste Fertigung der Siliciumnitridschichten, noch nicht auf einem ganzen Tiegel, sondern auf einem „Scherben“, einem Teilstück des Quarzglas-tiegels.

Da die Wacker Chemie GmbH Quarzglas-tiegel in Größen von bis zu einem Meter Durchmesser, 800 mm Höhe und Wandstärken von nur 20 Millimetern herstellen will, wurde eine Ofensinterung von vornherein ausgeschlossen und die Sinterung mittels aufgeweiteten CO<sub>2</sub>-Laserstrahls vorangetrieben. Durch die lokale Erwärmung mittels Laser wird eine Sinterung des Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> beschichteten Grüntiegels derart erreicht, dass sich die hoch erwärmte Tiegelseite an die Außenseite des Tiegels legt. Der Tiegel weist neben einer reduzierten Wandstärke nach dem Sinterprozess keine Verände-



**Aufbau der Anlage zum Lasersintern im Reinraum der TU Clausthal.**

rung seiner äußeren Kontur auf. Diese Eigenschaft des Lasersinterverfahrens ermöglicht die endkonturnahe Fertigung einer Keramik bereits im Grünkörperstadium. Die beschichteten SiO<sub>2</sub>-Grüntiegel werden mittels eines Sechachsenroboters im Strahlengang eines CO<sub>2</sub>-Lasers verfahren.

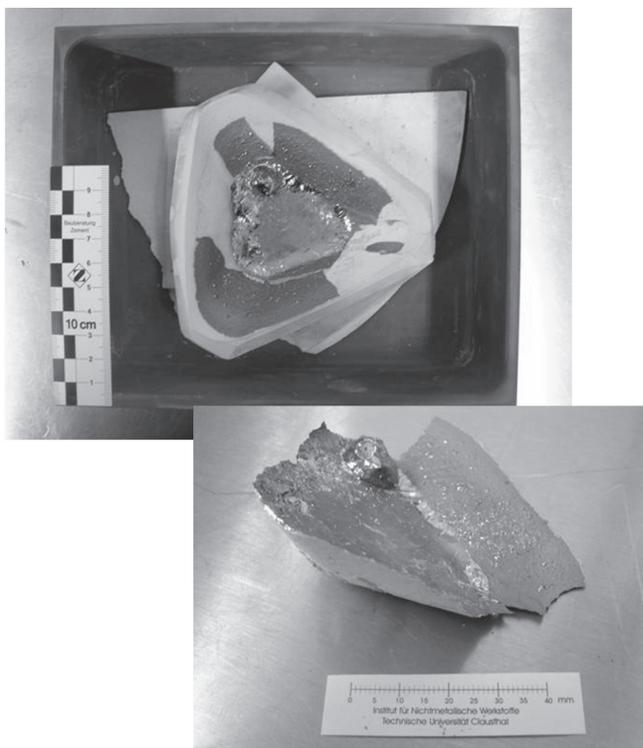
Das Vorhaben (Laufzeit: 2003 - 2006) wird vom Bundesministerium für Forschung und Technologie mit insgesamt 1.627 Millionen € gefördert. Hier von gehen 1.360 Millionen € an die Arbeitsgruppe Prof. Dr.-Ing. Jürgen Heinrich und Privatdozent Dr. habil. Jens Günster am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe. Das Gesamtkostenvolumen des Projektes - inklusive der Eigenanteile der beteiligten Unternehmen - beläuft sich auf 3.255 Millionen €.

Zum Hintergrund:

In Quarzglas-tiegeln werden aus einer Siliciumschmelze Siliciumeinkristalle gezogen. Geringste metallische Verunreinigungen der Tiegel, wie sie beim konventionellen Lichtbogenschmelzverfahren nur unter hohem Kostenaufwand vermieden werden können, können zu Kristallversetzungen und damit zu einem Prozessabbruch führen. Dieses Problem wird mit dem Lasersintern im Vakuum vermieden.

Weitere Informationen:

TU Clausthal  
 Institut für Nichtmetallische Werkstoffe,  
 Privatdozent Dr. Jens Günster  
 Tel.: 0 5323-72-2612, Fax.: 0 5323-72-3119,  
 eMail: [jens.guenster@tu-clausthal.de](mailto:jens.guenster@tu-clausthal.de)



**Nachweis der Trennwirkung von Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Schichten:  
 oben, Tiegellecke mit Silicium nach dem Schmelzversuch  
 unten, herausgelöster Siliciumblock.**

# Entwicklung biokeramischer Beschichtungen für Hüft-Endoprothesen

Von Robert B. Heimann

TEIL 2

## Probleme mit thermisch gespritzten Hydroxylapatitschichten

Beschichtungen werden im Allgemeinen durch ein atmosphärisches Plasmaspritzverfahren aufgebracht. Feines Calciumphosphatpulver wird in den heißen Plasmastrahl eingebracht, aufgeschmolzen und in Richtung der zu beschichtenden Metalloberfläche beschleunigt. Die mit hoher Geschwindigkeit auftreffenden geschmolzenen Partikel bauen lagenweise eine Schicht auf, deren Dicke zwischen 100 und 200 µm liegt. Aufgrund der hohen Temperaturen im Plasmastrahl (>15000 K) kommt es trotz der extrem kurzen Verweilzeit der Pulverpartikel (Größenordnung 40 ms) im heißen Strahl zur Dehydroxylierung des Materials unter Bildung von Oxyapatit (TROMBE, MONTEL 1971) sowie zur thermischen Zersetzung zu einer Mischung von β-Tricalciumphosphat (β-TCP), Tetracalciumphosphat (TTCP) und CaO infolge des inkongruenten Schmelzverhaltens von Hydroxylapatit (MCPHERSON et al. 1995). Das Phasendiagramm (Bild 3) des binären Systems CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> zeigt dieses inkongruente Schmelzverhalten. Bild 4 zeigt in einer Modellvorstellung ein kugelförmiges, angeschmolzenes Teilchen in seiner Flugphase, dessen vergleichsweise kühler Kern (T < 1570°C) aus einer Mischung von Hydroxylapatit (HAp) und Oxyapatit (OAp) besteht. Nach außen schließt sich eine Zone an, die aus den thermischen Zersetzungsprodukten TCP und TTCP besteht (T ≥ 1570°C), gefolgt von einer (dünnen) Schicht von CaO + Schmelze (L). Schlägt ein solches Teilchen auf das Ti6Al4V-Substrat auf, so kommt es zu einer innigen Vermischung und Verknäuelung dieser Phasen. Obwohl man streng genommen daher nicht von einer 'Hydroxylapatit'-Schicht sprechen kann, soll im Folgenden jedoch diese Bezeichnung der Einfachheit halber beibehalten werden.

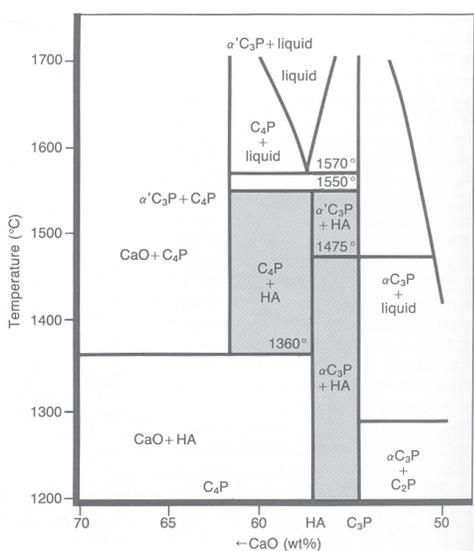


Bild 3: Inkongruentes Schmelzverhalten von Hydroxylapatit (HA) im Phasendiagramm CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (RIBOUD 1973)

Die Gegenwart der Zersetzungsprodukte verringert die Resorptionsresistenz der Schicht, da sie eine drastisch höhere Löslichkeit im Körpermilieu haben (KLEIN 1990). Eine besondere Rolle spielt amorphes Calciumphosphat (ACP), das sich beim Plasmaspritzen vermutlich als erste Schichtlage unmittelbar auf dem Substrat abscheidet. Wegen seiner sehr hohen Löslichkeit *in vivo* kann es dann zu einer kompletten Schichtdelamination kommen. Das veranlasst den Körper, eine Kapsel aus fibrösem (azellulärem) Bindegewebe im entstehenden Spalt zu bilden (vgl. Bild 9). Dieser Prozess führt zu einer aseptischen Lockerung, die eine Revisionsoperation erforderlich macht. Wenn es gelänge, die Schicht fester an das Metall zu binden, könnte die Notwendigkeit solcher Operationen reduziert werden.

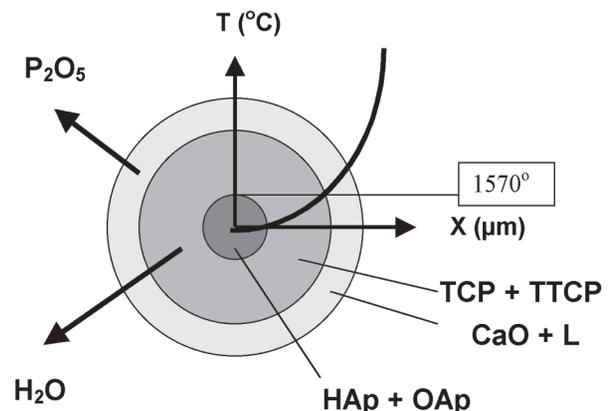
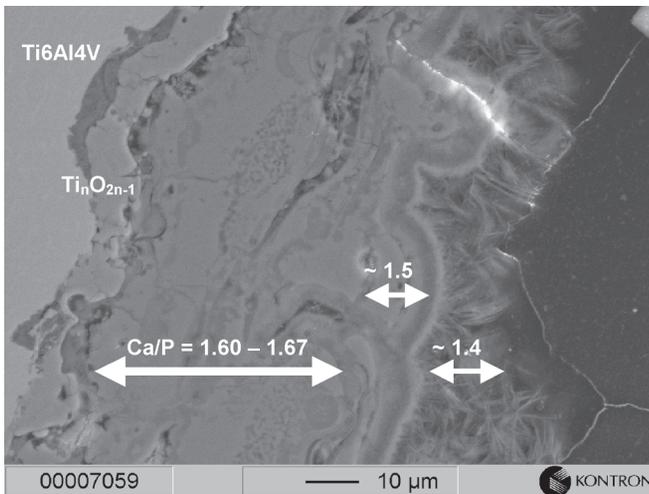


Bild 4: Hypothetischer Kugelschalenaufbau eines Hydroxylapatit-Partikels im heißen Plasmastrahl

Meine Arbeitsgruppe beschäftigt sich seit rund 12 Jahren mit der Entwicklung neuer Schichtsysteme, die dieses Ziel verfolgen. Die Idee besteht u.a. darin, zwischen der Metalloberfläche und der Calciumphosphatschicht eine zweite, sehr dünne so genannte Haftvermittlerschicht (HVS) aus bioinertter Keramik aufzubringen, die einerseits fest am Metall, andererseits aber auch am Calciumphosphat haftet (Prinzip des ‚doppelseitigen Klebebands‘). Bild 5 zeigt den Querschnitt eines solchen Schicht-(Tandem)systems (HEIMANN 1999).

Mechanische Zugfestigkeitstests haben ergeben, dass die Haftung des Doppelschichtsystems um mindestens 100% zunimmt (KURZWEIG et al. 1998, KURZWEIG et al. 1999). Die haftvermittelnde Schicht wirkt vermutlich als Wärmedämmschicht, die wegen des reduzierten Wärmeübergangskoeffizienten die Kristallisation der Schmelze fördert und damit das Auftreten von amorphem Calciumphosphat (ACP) reduziert. Ramanspektroskopische Untersuchungen zeigen, dass das Verhältnis der Intensität der Streckschwingungsbande der OH-Gruppen bei 3554 cm<sup>-1</sup> zu der der (PO<sub>4</sub>)-Bande bei ▶

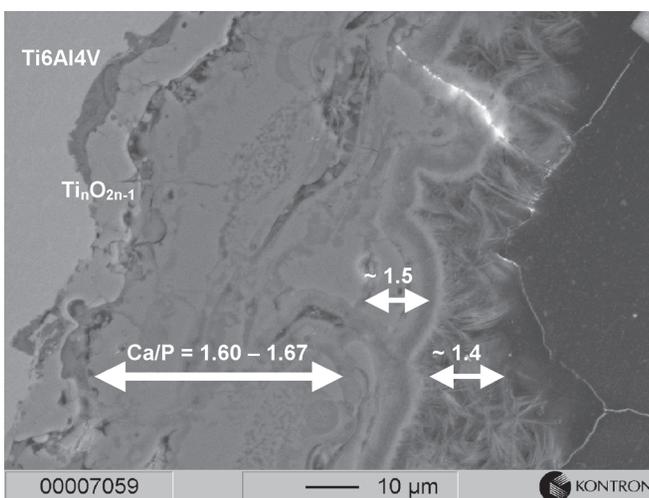
961 cm<sup>-1</sup> deutlich höher ist für Schichtsysteme mit einer TiO<sub>2</sub>-Haftvermittlerschicht. Das deutet auf einer geringere thermische Zersetzung des Hydroxylapatits hin (DÖPNER 2000) (siehe auch **Tabelle 2**).



**Bild 5: Rasterelektronenmikroskopische Ausnahme eines Querschnitts eines biokeramischen Schichtsystems**  
 Links: bioinertes Ti6Al4V-Implantat,  
 Mitte: bioinerte Haftvermittlerschicht aus Ti<sub>n</sub>O<sub>2n-1</sub>,  
 Rechts: biokonduktive HAp-Schicht (HEIMANN 1999)

**Biomimetische Bildung von Knochenapatit**

Die genauen Reaktionsabläufe, die zur Knochenmineralisation während der Einheilphase eines Implantats führen, sind heute noch weitgehend unbekannt. Es wird vermutet, dass Kollagen eine wichtige Rolle bei der Abscheidung von Apatit-Mikrokristallen spielt und dass diese Abscheidung durch Carboxylatgruppen kontrolliert wird (ROBEY 1996). Die Kollagen-Fibrillen werden unter Mitwirkung von an der Oxidschicht des metallischen Implan-



**Bild 6: Querschnitt einer APS-gespritzten Hydroxylapatit-Schicht mit Haftvermittlerschicht nach 56tägiger Inkubation in simulierter Körperflüssigkeit (r-SBF) unter physiologischen Bedingungen**  
 An der Grenzfläche scheidet sich eine hochkristalline Schicht von sekundärem Ca-defizitären Defektopapatit mit Ca/P ~ 1,4 ab.

tats adsorbierten Proteinen fixiert (Bild 1). Nicht-kollagene Proteine wie Osteocalcin zeigen hohe Affinität gegenüber Apatit (HOANG et al. 2003) und scheinen daher die Keimbildung von Apatit-Mikrokristallen zu fördern (VILSAMI-JONES 2004). Dabei ist nicht klar, wie diese Keimbildung abläuft, möglicherweise über die Abscheidung von Calciumphosphat-Protokeimen („Posner-Cluster“ [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]<sub>3</sub>), die nach Rechnungen die energetisch stabilste Konfiguration darstellen (ONUMA et al. 2000). Diese Protokeime mit einem Ca/P-Verhältnis von 1,5 nehmen aus der übersättigten Lösung an der Grenzfläche Beschichtung / Körperflüssigkeit Ca-Ionen auf und bauen mehr oder weniger stöchiometrischen Hydroxylapatit mit einem Ca/P-Verhältnis von 1,67 auf. *In-vitro*-Experimente zeigten, dass sich beim Kontakt einer plasmagespritzten Hydroxylapatitschicht in Gegenwart einer Haftvermittlerschicht mit simulierter Körperflüssigkeit (r-SBF) nach etwa 7 Tagen eine hochkristalline Schicht von sekundärem Ca-defizitären Hydroxylapatit mit einem ungefähren Ca/P-Verhältnis von 1,4 abzuscheiden beginnt (Bild 6) (GÖTZE et al. 2001). Dieses Ergebnis ist jedoch nicht unmittelbar auf den *In-vivo*-Fall übertragbar, da in einer proteinfreien Umgebung gearbeitet wurde.

NMR-Untersuchungen an Schichten mit und ohne Haftvermittlerschicht, inkubiert für bis zu 12 Wochen in simulierter Körperflüssigkeit unter physiologischen Bedingungen bestätigen diesen Sachverhalt und zeigen auch, dass in Gegenwart einer Haftvermittlerschicht weniger thermische Zersetzungsprodukte des HAP gebildet werden (HEIMANN et al. 2003). **Bild 7** zeigt 2D-Doppelquanten-<sup>31</sup>P/<sup>1</sup>H-CP-NMR-Spektren von Hydroxylapatit ohne eine Titanoxid-Haftvermittlerschicht. Das 2D-Spektrum der HAP-Schicht vor der Inkubation zeigt ein breites Signal C-F, das mit mehr oder weniger stöchiometrischem Hydroxylapatit korreliert werden kann, sowie zwei schwächere Signale D-E und B-E. Das E-Signal deutet auf isolierte Paare von Protonen hin, während die D- und B-Signale zu stark verzerrten PO<sub>4</sub>-Gruppen ▶

**Scher-Anisotropie gemessen mit MSIP (Modular Sonic Imaging Platform)**

**Flow Scan Imager (FSI)**

**PURE PERFORATION**

4.5 HSD with P14505 and PURE charges

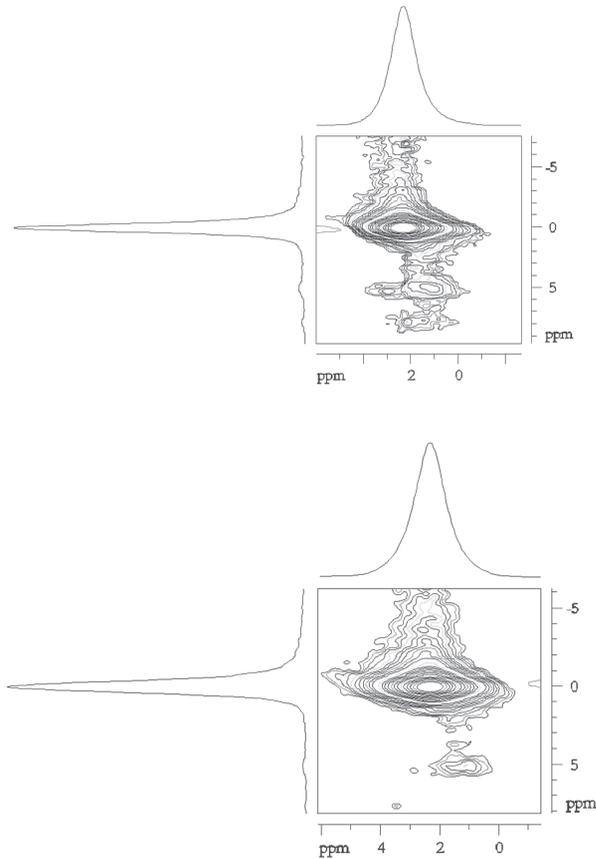
Pressure reflection from bottom of well

Dynamic under balance

# Bohrlochgeophysik Produktionskontrolle Perforation

Schlumberger Oilfield Services  
Rudolf-Diesel-Straße 23  
D 49377 Vechta  
Tel: 04441 953400  
Fax: 04441 953113  
URL: www.slb.com

ohne benachbarte OH-Gruppen bzw. mit einzelnen oder gepaarten OH-Gruppen gehören (HARTMANN et al. 2001). Das Signal B-E verschwindet während der Inkubation und kann damit wohl vergleichsweise leichtlöslichem Tetracalciumphosphat (TTCP) zugeordnet werden.

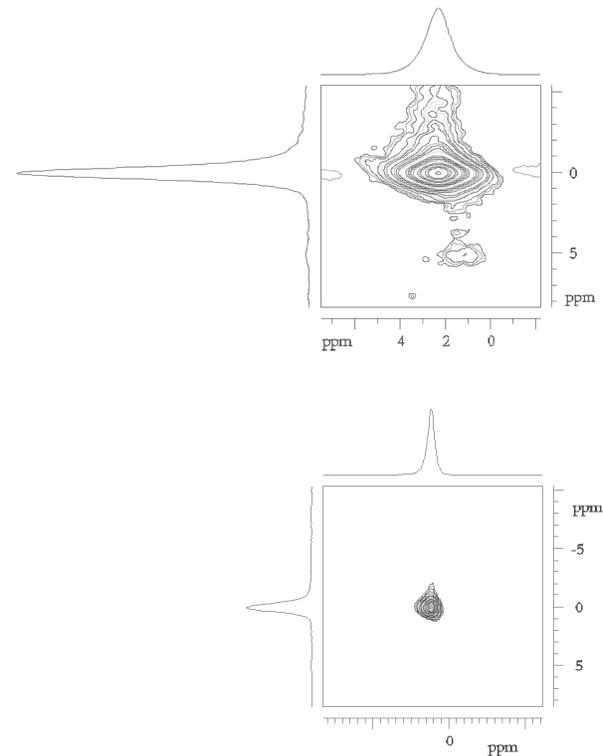


**Bild 7: 2D-<sup>31</sup>P (x-Achse)-<sup>1</sup>H(y-Achse) HETCOR-CP-NMR-Spektren einer Hydroxylapatit-Schicht ohne Haftvermittlerschicht vor (oben) und nach Inkubation (unten) für 12 Wochen in simulierter Körperflüssigkeit (r-SBF nach KOKUBO (KIM et al. 2001))**

In Gegenwart einer Haftvermittlerschicht (Bild 8) ist das zentrale C-F-Signal viel stärker, vermutlich wegen der höheren Kristallinität und Phasenreinheit des HAp. Ein B-E Signal existiert nicht, und das D-E Signal verschwindet vollständig nach 12wöchiger Inkubation in r-SBF, so dass nur noch ein eng umgrenztes 2D-Signal übrig bleibt, das gut geordnetem, d.h. hoch kristallinem Hydroxylapatit zugeordnet werden kann. Quantitative Daten sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

	Ohne HVS			Mit HVS		
	0	1	12	0	1	12
Wochen	0	1	12	0	1	12
Raman	43	53	75	66	70	80
NMR	46	68	74	63	81	92

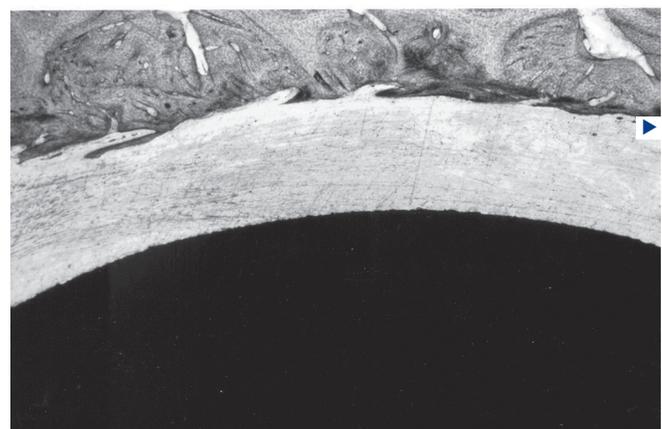
**Tabelle 2: Hydroxylapatit-Anteil in Masse-% ohne (links) und mit einer Haftvermittlerschicht (HVS) (rechts) nach Inkubation in r-SBF für 0, 1 und 12 Wochen (Raman- und NMR-Daten) (HEIMANN et al. 2003)**



**Bild 8: 2D-<sup>31</sup>P (x-Achse)-<sup>1</sup>H(y-Achse) HETCOR-CP-NMR-Spektren einer Hydroxylapatit-Schicht mit Haftvermittlerschicht vor (oben) und nach Inkubation (unten) für 12 Wochen in simulierter Körperflüssigkeit (r-SBF nach KOKUBO (KIM et al. 2001))**

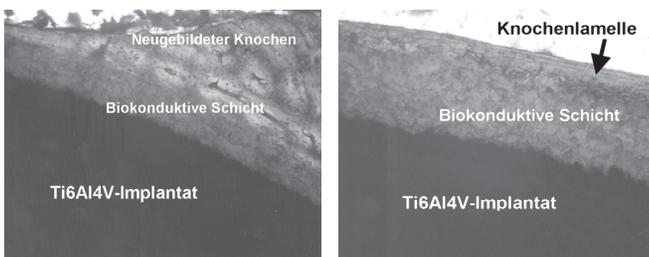
**Ergebnisse von In-vivo-Experimenten in Tiermodellen**

Biologische Tests an Schafen und Hunden (HEIMANN et al. 2004, ITIRAVIVONG et al. 2003, HEIMANN et al. 2004) mit Implantaten, die mit einer Tandem-Schicht Hydroxylapatit-Haftvermittler beschichtet wurden, zeigten, dass offenbar keine Zellgifte aus der Schicht freigesetzt werden, die im Körper unerwünschte Reaktionen hervorrufen könnten.



**Bild 9: Querschnitt durch den distalen Teil eines Schaffemurs, in den ein unbeschichteter Ti6Al4V-Stab (13 cm Länge, 12 mm Durchmesser) implantiert wurde**  
 Nach 6 Monaten zeigt sich, dass das Implantat (unten) vollständig von einer Bindegewebskapsel (Mitte) umgeben ist und dieses vom Knochen (oben) trennt (HEIMANN et al. 2004).

Insbesondere zeigte sich, dass die Spaltbildung und Schichtablösung vom Implantat *in vivo* in Gegenwart einer Haftvermittlerschicht aus Titanoxid stark zurückgedrängt werden kann. **Bild 9** zeigt einen histologischen Schnitt durch den distalen Teil eines Schaffemurs, in den ein unbeschichteter Ti6Al4V-Stab implantiert wurde. Nach 6 Monaten war der im intermedullären Kanal lagernde Stab vollständig von einer Schicht azellulären Bindegewebes umgeben. Bild 9 zeigt, wie die Bindegewebsschicht (Mitte) das Implantat (unten) vom kortikalen Knochen (oben) isoliert. Damit ist eine feste Knochenanbindung des Implantats nicht gegeben. Im Gegensatz dazu zeigen die **Bilder 10a** und **b**, dass in Gegenwart einer ‚Tandem‘-Schicht aus Hydroxylapatit und Titanoxid-HVS die Grenzfläche Implantat-Knochen kontinuierlich ist, dass also Osseointegration stattfindet. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass die HVS die Ablösung der HAp-Schicht vom Implantatkörper *in vivo* unterbinden kann. Damit entsteht kein Spalt, in den Bindegewebe einwandern und zu einer aseptischen Lockerung führen kann.



**Bild 10a:** Verhinderung der Ablösung der HAp-Schicht (Mitte) vom Implantat (unten) und damit gute Anbindung an den Knochen (oben)

**Bild 10b:** Dünne Knochenlamelle (Pfeil) auf der HAp + HVS-Schicht (Mitte), die fest auf dem Implantat (unten) verankert ist

Aus Bild 10b geht auch hervor, dass eine dünne Knochenlamelle im intermedullären Raum angelegt wird, also weit vom kortikalen Knochen entfernt. Damit ist der Implantat-Stab rundherum von neugebildetem Knochen umgeben.

Gegenwärtig laufen auch Tierversuche an Hunden (*ITIRAVIVONG et al. 2003, HEIMANN et al. 2004*), um die positiven Effekte der neuen Beschichtungstechnologie im lebenden Organismus weiterhin zu prüfen. Die Zulassung eines Verbundes Hydroxylapatit/Haftvermittler-Schicht ist ein langwieriger Prozess: Erst bei Vorliegen einer Vielzahl von positiven Ergebnissen und bei beständiger Abwesenheit negativer Nebeneffekte kann das Verfahren beim Menschen eingesetzt werden. Auf der Basis der EU-Direktiven und des Deutschen Medizin-Produktgesetzes müssen aus ethischer und gesetzgeberischer Sicht derartige Entwicklungen klinisch abgesichert werden, um das Risiko für den Patienten zu minimieren. Das bedeutet, dass durch eine Vielzahl von mechanischen, chemischen, biologischen und zelltoxikologischen Tests zunächst die Unbedenklichkeit des neuen Verfahrens bestätigt werden muss, um dann in einer zweiten Phase die Überlegenheit des neuen über das alte Verfahren eindeutig zu demonstrieren.

Prof. Dr. Robert B. Heimann  
 Lehrstuhl für Technische Mineralogie  
 Technische Universität Bergakademie Freiberg  
 Brennhausgasse 14  
 09596 Freiberg  
 E-Mail: heimann@mineral.tu-freiberg.de



**DRILLING FOR OVER 100 YEARS**

**A leading land and offshore platform drilling contractor**

**World class engineering design for drilling facilities**

**Unrivalled operational experience and performance**

**Operations in over 20 countries**



KCA DEUTAG Drilling GmbH  
 Deilmannstrasse 1  
 48455 Bad Bentheim  
 Germany  
 Tel: 00 49 5922 72 0  
 Fax: 00 49 5922 72 105

**www.kcadeutag.com**

**Global success built on people, engineered solutions and excellence of operations**

# Zuverlässiges und hochgenaues Funkortungssystem für Industrieanwendungen

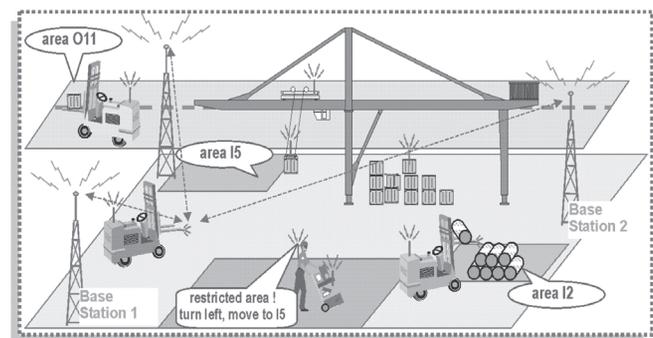
Von Martin Vossiek, Mark Christmann, Leif Wiebking, Peter Gulden

Die Forschung und Entwicklung in der funkbasierten Kommunikations- und Identifikationstechnik konzentrierte sich in den vergangenen Jahren primär auf die Aspekte Verringerung der Modulkosten, optimale Ausnutzung des Funkkanals bzw. Erhöhung der Datenrate sowie auf den Bereich der Standardisierung. Durch die großen Fortschritte in diesen Gebieten ist die Funktechnik inzwischen fast flächendeckend vorzufinden. Neben den bekannten kommerziellen Anwendungen, wie etwa Mobiltelefonie oder WLAN, hat die funkbasierte Kommunikations- und Identifikationstechnik inzwischen aber auch weite Sektoren im Industriebereich und der Logistik erobert. Da nun eine relativ große Marktdurchdringung erreicht wurde, sollte der nächste große Entwicklungsschritt nun nicht nur darin bestehen, den *status quo* weiter zu verbessern, also z.B. die Datenraten oder die Reichweite schrittweise weiter zu erhöhen, sondern es müssen andere, stärker benutzer- und anwendungsorientierte Aspekte in den Vordergrund treten. Neue zusätzliche Funktionen und Dienstleistungen müssen integriert bzw. bereitgestellt werden, die einen benutzerfreundlichen, sicheren und flexiblen Austausch sowie eine intelligente Gewinnung, Selektion und Aufbereitung von Information ermöglichen. In diesem Zusammenhang spielt die funkbasierte Ortung eine zentrale Rolle [HIGHTOWER, BORIELLO 2001, DRANE et al. 1998, PAHLAVAN et al. 2000]. Das starke Interesse an funkbasierter Ortung ergibt sich aus mehreren Gründen. So ist etwa mit der Mobilität, die ja gerade durch die Funktechnik ermöglicht wird, inhärent eine Unsicherheit bzgl. des Aufenthaltsortes des mobilen Gerätes verbunden. Die fehlende Orts-Information ist etwa bei der Benutzung von mobilen Endgeräten, bei der Organisation flexibler Funknetze, bei der Auswahl der zu transferierenden Daten und bei der Bewertung der Integrität und Relevanz der Daten sowohl für den Datenempfänger als auch für den Provider häufig sehr unvorteilhaft. Bei industriellen Produktions-, Transport- und Logistikprozessen ist jede Form von Unsicherheit sicherlich generell unerwünscht. Die Unsicherheit bezüglich des Ortes kann jedoch elegant durch eine Funkortung beseitigt werden. Hervorzuheben ist hierbei, dass sich eine funkbasierte Positionsmesstechnik hervorragend in ein Funkkommunikations- oder Identifikationssystem integrieren lässt, da sie ja dasselbe Medium und in weiten Teilen die selben Funkmodule nutzen kann. Die Befähigung zu einem kontextabhängigen Datentransfer oder zu einer Navigation bzw. Ortung ermöglicht informationstechnische Systeme mit einem hohen erlebbaren Kundennutzen und erlaubt die Verbesserung der Organisation, Automation und Überwachung in den unterschiedlichsten Bereichen.

Der vorliegende Artikel stellt das neu entwickelte Funkortungssystem „Local Positioning Radar“ (LPR) und die Anwendung dieses Systems in der Industrie vor. Die industrielle Zielanwendung des LPR besteht in der Positionsbestimmung von Produktions- und Transportmitteln wie Lastkränen, Gabelstaplern, AGVs, Personen und Werkzeugen.

## Beschreibung der Zielanwendung

Die grundlegende Idee und der Auslöser für die zurückliegenden Entwicklungen bei Siemens und im Institut für Elektrische Informationstechnik der TU Clausthal verdeutlicht **Bild 1**.



**Bild 1: Szenario einer intelligenten Fabrik**

Die Position von jeder Transporteinheit (Kräne, Gabelstapler, Menschen etc.) und des Materials wird in "Echtzeit" vermessen/überwacht.

Es zeigt den Entwurf einer intelligenten Fabrik, in der die Position und der Zustand jedes an der Produktion beteiligten Transportmittels und Materials jederzeit messtechnisch bestimmt werden kann und Informationen per Funk zwischen allen relevanten Teilnehmern ausgetauscht werden können. Durch die informationstechnische Vernetzung und die kontinuierliche Verfügbarkeit aller Positionsdaten ergeben sich äußerst attraktive Möglichkeiten zur Optimierung und Überwachung der Produktionsprozesse z.B. durch:

- einen jederzeit *online* abrufbaren kompletten Lagerspiegel,
- eine optimierte Planung des Materialflusses,
- eine flexible / intelligente Definition von virtuellen Bereichen (Lagerplätzen, Sicherheitsbereichen usw.),
- eine optimierte Planung der Arbeitsschritte und Transportwege / Erhöhung der Transportgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Überwachung der Transporteinrichtungen / Kollisionsvermeidung.

Es ist offensichtlich, dass zur Erreichung dieser Ziele eine hohe Ortungsgenauigkeit und eine hohe Messrate erforderlich sind, wie sie bisher noch von keinem funkbasierten Ortungssystem geliefert werden konnten. Das bekannte und inzwischen sehr weit entwickelte Global-Positioning-System GPS ist zum Beispiel nur im Außenbereich einsetzbar und liefert auch dort in üblichen Ausbauformen weder die erforderliche Genauigkeit noch eine ausreichend hohe Messrate [ENGEE 1994]. Folglich war die Entwicklung eines neuartigen Ortungssystems erforderlich, um die dargestellte Zielanwendung sinnvoll bedienen zu können.

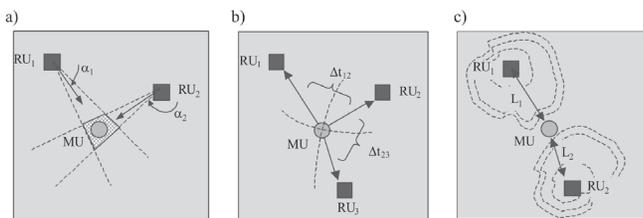
## Prinzipien und Herausforderungen der funkbasierten Ortung

Zur Lösung der zuvor skizzierten Messaufgabe sind prinzipiell unterschiedliche Ortungsprinzipien denkbar. Funkbasierte Ortungssysteme arbeiten ▶

derart, dass Funksignale zwischen einer mobilen Station („mobile unit“, im Folgenden abgekürzt mit MU) und zumeist mehreren ortsfesten Stationen („remote unit“, im Folgenden abgekürzt mit RU) ausgetauscht werden. Basierend auf den empfangenen Funksignalen werden entweder

- die relativen Entfernungen zwischen der mobilen und ein oder mehreren ortsfesten Stationen bzw.
- Entfernungsdifferenzen zwischen der mobilen und je zwei ortsfesten Stationen, oder
- die Relativwinkel zwischen mobiler und ein oder mehreren ortsfesten Stationen

bestimmt. Auf der Grundlage dieser Messwerte kann mittels Trilateralisation bzw. Triangulation die räumliche Position der mobilen Station bestimmt werden. Einige grundlegenden Messprinzipien verdeutlicht **Bild 2**.



**Bild 2: Prinzipien zur Funkortung**

- Peilungsverfahren mit Winkelmessung, die Positionsbestimmung erfolgt mittels Triangulation; engl. Fachbegriff: *angle of arrival principle (AOA)*
- Laufzeitbasierte Verfahren: direkte Messung von Entfernungen / Signallaufzeiten oder Laufzeitdifferenzen; die Positionsbestimmung erfolgt in allen Fällen mittels Trilateralisation; Fachbegriffe: *time of arrival (TOA)* für eine Einweglaufzeitmessung, *round trip time of flight (RTOF)* für eine Zweiweglaufzeitmessung und *time-difference of arrival (TDOA)* bei Messung von Laufzeitdifferenzen
- Feldstärke-basierte Verfahren: indirekte Messung von Entfernungen über die Empfangsfeldstärke (RSS) oder über die *Bit-Error-Rate (BER)*; die Positionsbestimmung erfolgt wie bei b) mittels Trilateralisation.

**Mehrwegeproblematik**

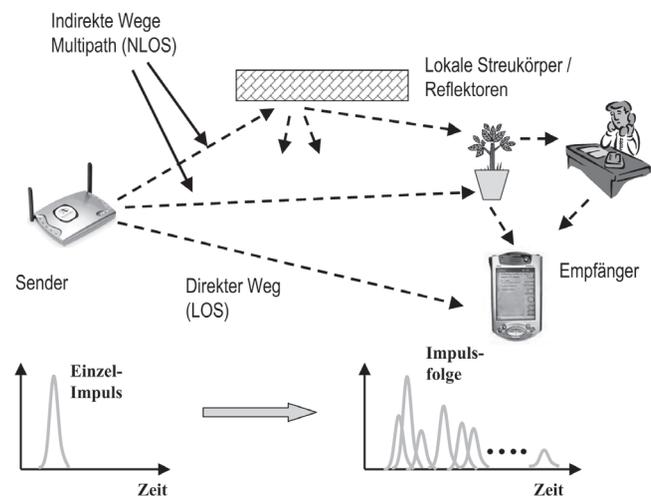
Ein essentielles Problem besteht bei funkbasierten Ortungssystemen darin, dass sich hier die Funksignale notwendigerweise weitgehend ungerichtet im Raum ausbreiten müssen. Dieses ist erforderlich, da die relative Lage zwischen mobiler und ortsfester Einheit – anders als z.B. bei Richtfunkstrecken – vorab nicht bekannt ist. Das ungerichtete Aussenden von Funkwellen führt jedoch häufig dazu, dass die Signale zwischen mobiler und ortsfester Einheit nicht nur über den direkten kürzesten Weg sondern auch über Umwege, z.B. an Wänden oder Gegenständen reflektiert, übertragen werden können. Aus diesen Umwegen resultiert unter Umständen eine große Verfälschung des Ortungsergebnis. Diese sogenannte Mehrwege- bzw. Multipath-Problematik (siehe **Bild 3**) ist insbesondere bei Innenbereichsanwendung kritisch, und sie ist der maßgebliche Faktor, der die erreichbare Genauigkeit von funkbasierten Ortungssystemen limitiert bzw. die anwendbaren Prinzipien selektiert.

Bei einer Übertragungssituation mit ausgeprägten Mehrfachreflexionen verfügen letztendlich nur die laufzeitbasierten Verfahren über das Potential, ein genaues Ortungsergebnis zu gewährleisten. Die in einer Situation mit Mehrwegeübertragung typischen komplexen Feldverteilungen führen zum einem dazu, dass die Empfangsfeldstärke nicht mehr deterministisch mit der phy-

sikalischen Entfernung zwischen Sender und Empfänger verbunden ist, was die Anwendbarkeit der feldstärkebasierten Verfahren stark einschränkt. Zum anderen ist aber auch die Richtung des stärksten Empfangssignals in einem solchen Fall nicht oder nur sehr eingeschränkt mit der Richtung des Senders korreliert, so dass auch Peilungsverfahren kaum in Frage kommen. Nur wenn man in der Lage ist, das Signal mit der kürzesten Laufzeit – also das direkt übertragenen Signal – zu detektieren und dieses mittels einer zeitauf-lösenden Messung von den Signalen mit längeren Laufzeiten zu trennen, kann man eine genaue funkbasierte Ortung auch in Multipath-Situationen erwarten. Man kann zeigen, dass die Detektion und Separation des direkten Übertragungsweges umso besser funktioniert, je größer die Signalbandbreite der verwendeten Messsignale ist. Neben der Wahl geeigneter Signale sind aber auch bei den laufzeitbasierten Verfahren eine Reihe weiterer essentieller Probleme zu lösen, um eine genaue Funkortung zu gewährleisten. Eine hervorzuhebende Herausforderung ist etwa die zeitliche Synchronisation von Sender und Empfänger.

**Zeitliche Synchronisation**

Um die Herausforderung der Zeit-Synchronisation nachvollziehen zu können, betrachten wir zunächst ein TOA-System mit einer Einweg-Laufzeitmessung. Ein Sender setzt hierbei zu einer bestimmten Zeit ein Signal ab, wobei dieses Signal dann um die Übertragungszeit verzögert beim Empfänger eintrifft. Die Differenz zwischen Sende- und Empfangszeitpunkt ist ein direktes Maß für die Entfernung zwischen Sender und Empfänger. Um diese Zeitdifferenz bestimmen zu können, ist es jedoch notwendig, dass der Empfänger den Sendezeitpunkt genau kennt und er exakt die gleiche Zeitbasis besitzt wie der Sender. Schon eine Abweichung von nur 1 ns zwischen den Uhren von Sender und Empfänger führt zu einem Messfehler von 30 cm. Basierend auf heutzutage verfügbaren Taktquellen ist es kostengünstig kaum möglich, zwei Uhren derart exakt zu synchronisieren. Man muss also relativ aufwändige Mittel vorsehen, um die Synchronität zu gewährleisten. Eine Möglichkeit zur Synchronisation, die beim sogenannten TDOA-Prinzip Anwendung findet, ist die Verwendung von Referenz-Sendestationen an bekannten und exakt vermessenen Referenzpunkten [STELZER et al. ▶



**Bild 3: Mehrwege-Übertragung – die zentrale Herausforderung bei der Funkortung innerhalb und zwischen Gebäuden**

Ein Signal (z.B. ein Einzelimpuls, s. Bild) wird nicht nur über den kürzesten Weg, sondern auch mehrfach reflektiert über Umwege mit anderen Laufzeiten und anderen Richtungen übertragen, was zu einem bzgl. der Laufzeit und der Richtung verzerrten Empfangssignal (z.B. zu einer "verschmierten" Impulsfolge, s. Bild) führt.

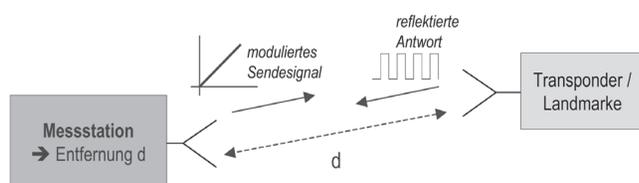
2003]. Sendet man von diesen Referenzstationen ein Signal, so kann man, basierend auf einem Soll-Ist-Vergleich, die Uhren in den Empfangsstationen synchronisieren. Es reicht jedoch nicht aus, die Uhren nur einmal abzugleichen, sondern es muss gewährleistet werden, dass die Uhren ab dem Abgleich auch nahezu gleich schnell laufen. Selbst wenn die beiden Uhren auf kostspieligen, hochpräzisen OCXO (*Oven Controlled Crystal Oscillator*) mit einer Frequenzstabilität mit  $1 \times 10^{-8}$  basierten, so wäre dennoch schon nach einer Sekunde eine Abweichung zwischen den Uhren von Sender und Empfänger von bis zu 20 ns möglich. Ein solche Abweichung würde zu einem Messfehler von 6 m führen. Die einzige Lösung besteht also bei dem TDOA Prinzip darin, möglichst kurz vor jeder Messung eine Synchronisierung durchzuführen oder aber die Taktraten aller beteiligten Stationen auf einen gemeinsamen „Muttertakt“ zu synchronisieren. Für die letztgenannte Variante ist jedoch ein sehr aufwändiges Hintergrundnetzwerk erforderlich, das alle Basisstationen verbindet.

Eine attraktive Alternative ergibt sich, wenn man anstatt einer Einweg-Laufzeitmessung eine Zweiweg-Messung (RTOF – *roundtrip time of flight*) durchführt, also die Laufzeit von der Messstation zu einem Transceiver und zurück bestimmt. Der Vorteil dieser RTOF-Messmethode besteht darin, dass die Voraussetzung entfällt, dass die Transceiver-Uhr absolut synchron zur Messstation arbeiten muss. Es muss in der Messstation lediglich bekannt sein, wie groß die Totzeit zwischen Signal-Empfang und -Antwort im Transceiver ist. Aber auch diese Anforderung ist nicht trivial zu erfüllen. So besitzen z.B. auch sehr gute Quarz-Oszillatoren mit einem moderaten Preis nur eine Frequenzstabilität von etwa  $\pm 10$  ppm. Beträgt nun die Totzeit im Transceiver 1 ms, so wäre diese Totzeit im vorliegenden Beispiel mit einer Unsicherheit von 10 ppm (also  $\pm 10$ ns) behaftet, was einer Messunsicherheit von  $\pm 3$ m entspräche. Die kostengünstigste Maßnahme zur Ermöglichung einer hohen Messgenauigkeit besteht bei RTOF-Verfahren also darin, die Totzeit möglichst kurz zu wählen. Genau dieser Ansatz wird im LPR-Verfahren verfolgt [VOSSIEK et al. 1999].

### LPR-System

#### Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip des *Local Positioning Radar* (LPR) zeigt **Bild 4**. Seine beiden wesentlichen Komponenten werden als Messstation und als Transponder bezeichnet.



**Bild 4: LPR-Messprinzip**

Der aktive Transponder reflektiert das modulierte Radarsignal der Messstation ohne Zeitverzögerung und kodiert es zudem in charakteristischer Weise. Basierend auf dem reflektierten Empfangssignal kann die Messstation dann die Entfernung  $d$  zwischen Sender und Empfänger berechnen und den Transponder identifizieren.

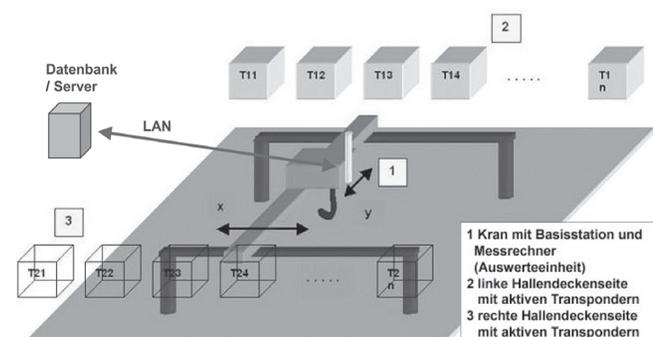
Die Messstation funktioniert im Prinzip wie ein normales FMCW-Radarsystem (FMCW = *frequency modulated continuous wave*) und sendet ein frequenzmoduliertes Signal aus. Dieses Messsignal wird durch jeden Transponder, der sich im Sendebereich befindet, empfangen, verstärkt, charakte-

ristisch moduliert und zur Messstation zurückgesendet. Die Messstation korreliert bzw. mischt das empfangene Reflexionssignal mit dem gesendeten Signalverlauf und kann dann aus der Frequenzdifferenz – der sogenannten Beatfrequenz – die Entfernung  $d$  zwischen Messstation und Transponder und ferner die Identität des Transponders bestimmen. Der entscheidende Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass der Transponder das Messsignal nicht verarbeitet, sondern nur moduliert reflektiert, wodurch die Totzeit im Transponder zu Null angenommen werden kann. Wie in [VOSSIEK et al. 1999] gezeigt wird, gelingt es durch diese Methode und bei einer geeigneten Signalverarbeitung, den Einfluss der nicht exakt bekannten Taktfrequenz im Transponder vollständig zu eliminieren. Durch die unterschiedliche Modulation/Codierung der Transponder ist es zudem möglich, dass eine Messstation gleichzeitig zu einer Vielzahl von Transpondern messen kann. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit für eine denkbar einfache Systemtopologie, wie sie in **Bild 5** dargestellt ist und im nächsten Kapitel näher ausgeführt wird.

#### System-Konzept

Das LPR wurde als ein System zur berührungslosen Echtzeit-Erfassung bzw. zur Ortung der Koordinaten von beweglichen Transportmitteln wie z.B. von Lastkränen, Gabelstaplern und Fahrzeugen in definierten Arealen geplant. Es handelt sich also um eine Applikation, bei der man von relativ wenigen, zumeist gut mit Energie versorgten mobilen Teilnehmern ausgehen kann, die sich aber in einem relativ großen Areal frei bewegen können und auch zwischen Arealen z.B. Innenbereich und Außenbereich wechseln können. Typische Industriehallen und -Lagerbereiche haben z.B. eine Breite von ca. 50 m und eine Länge von einigen 100 m bis zu einigen km. Aufgrund dieser Randbedingungen macht es Sinn, die aufwändigeren und teureren Messstationen auf den Transportmitteln anzubringen und die Umgebung flächendeckend mit vielen kostengünstigen Transpondern / Landmarken auszustatten.

Bei der ersten Leitapplikation des LPR bestand die Aufgabe darin, die Position von Lastkränen in einem Stahlwerk zu bestimmen und diese Daten einem übergeordneten Lagerlogistik-System zu Verfügung zu stellen. Die für diese Applikation gewählte – aber auch für andere LPR-Anwendungen typische – Systemkonzeption zeigt **Bild 5**.



**Bild 5: LPR Systemkonzeption zur Ortung von Lastkränen in einem Stahlwerk**

Die Messstationen auf den Kränen (1) bestimmen die Entfernungen zu allen erreichbaren Transpondern (T11 ... T2n) und berechnen daraus die eigenen Position. Dieser Messwert wird per LAN / WLAN zum Server in der Leitzentrale übertragen.

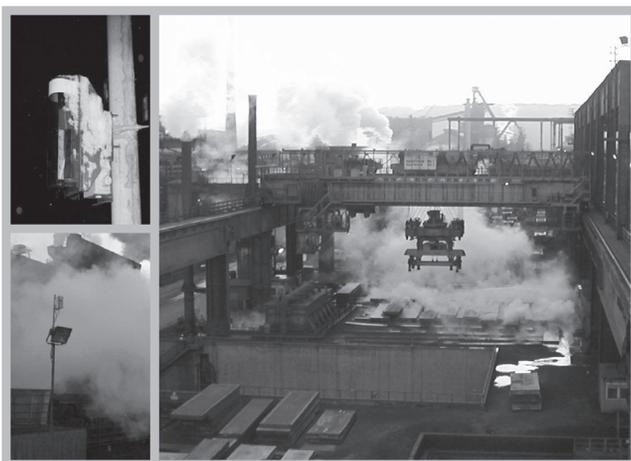
Die Messstation auf dem jeweiligen Kran bestimmt die Entfernungen zu allen erreichbaren Transpondern und berechnet daraus die eigene Position. Die- ▶

ser Messwert und weitere Informationen, z.B. Lastwechsellmeldungen, werden per LAN / WLAN zum Server in der Leitzentrale übertragen, wo sie im übergeordneten Lagerlogistik-Programm weiterverarbeitet werden.

Das Attraktive an diesem Systemansatz ist zum einen, dass es sich um eine Topologie handelt, in der zur Messung keinerlei Hintergrund-Netzwerk benötigt wird. Die Transponder arbeiten völlig unabhängig voneinander, und sie müssen auch nicht untereinander oder mit der Messstation synchronisiert werden. Zum anderen bedingt der Ansatz inhärent eine hohe bzw. skalierbare Redundanz und Zuverlässigkeit. Je mehr Transponder an den Wänden angebracht werden, desto höher ist die Zuverlässigkeit. Bei einer geeignet gewählten Anzahl von Transpondern ist es ohne weiteres zu tolerieren, dass einer oder sogar mehrere Transponder ausfallen können, ohne dass sich das Messergebnis nennenswert verschlechtert. Fehlende Transponder können zudem von der Messstation erkannt bzw. gemeldet werden, und ein Austausch defekter Transponder ist problemlos im laufenden Betrieb möglich. Die Zuverlässigkeit kann weiter erhöht werden, wenn auch die Messstation redundant bzw. sicher ausgelegt wird. Hierzu wurden im System-Ansatz als Redundanzkonfigurationen eine 2-von-2- oder 2-von-3-Auswahl vorgesehen. In Summe handelt es sich also um ein hoch-zuverlässiges eingebettetes System, das die industriellen Anforderungen an einen störungsfreien 24h-Betrieb hervorragend erfüllt und zudem bzgl. Wartung und Inbetriebnahme sehr einfach und effizient zu bedienen ist.

### Anwendungen und Messergebnisse

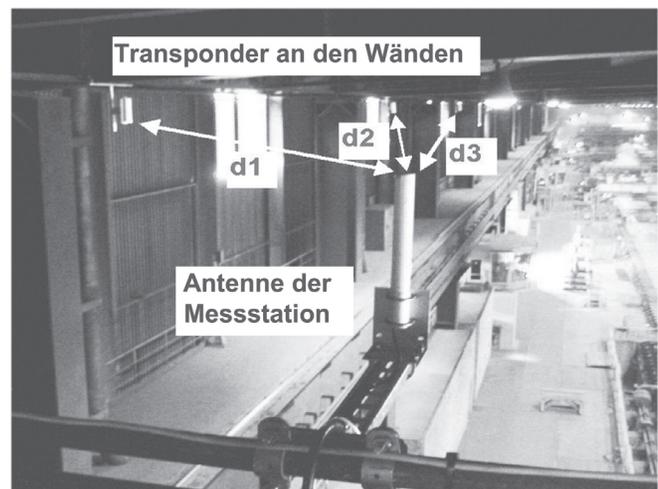
Wie schon oben dargestellt wurde, bestand die Leitapplikation vom LPR-System darin, die Position von Lastkränen in Stahlwerken zu bestimmen. Hervorzuheben sind die extremen Umweltbedingungen, die diese Anwendung mit sich bringt. In den Produktionshallen ist eine hohe Temperaturbelastung sowie Staub- und Nebelentwicklung typisch. Zudem gibt es Kräne im Außenbereich, von denen einige auch vom Innen- in den Außenbereich fahren können. Folglich müssen extreme Temperaturschwankungen und unterschiedlichste Wetterbedingungen wie Regen, Nebel, Schnee toleriert werden. Da Radar ein sehr robustes und im Nahbereich bis zu einigen 100 m ein nahezu wetterunabhängiges Messprinzip ist, eignet sich das radarbasierte LPR-Ortungsverfahren sehr gut für die dargestellte Anwendung. **Bild 6** vermittelt einen Eindruck von den Randbedingungen, die in der Applikation vorzufinden waren.



**Bild 6: Bildbeispiele für die Einsatzbedingung bei der industriellen Ortung von Lastkränen**  
LPR ist problemlos einsetzbar in Extremsituationen mit Staub, Schnee, Regen, Nebel/Rauch.

Die aufgeführten Umgebungsbedingungen in Verbindung mit den mechanischen Randbedingungen liefern letztendlich auch den Grund, warum eine funkbasierte Technik für die Ortungsaufgabe besser geeignet ist als die bestehenden Alternativtechniken. Optische Systeme wie z.B. Lasersysteme sind generell störanfällig bei rauen Umgebungsbedingungen mit z.B. Verschmutzung und Nebel. Insbesondere bei großen Reichweiten ist zudem eine sehr exakte Führung und Ausrichtung des Laserstrahls nötig, was aber auf einer Kranbahn (wg. Welligkeit, thermischer Verbiegungen oder Verformungen etc.) nicht immer gewährleistet werden kann. Bei Verwendung von mechanischen Drehgebern an den Kranrädern werden Probleme durch mechanischen Verschleiß, Räderschleif und Schiefelauf der Räder etc. hervorgerufen, und insbesondere bezüglich Wartung ist der Ansatz extrem ungünstig, da für einen Austausch der Drehgeber der Kran und somit die komplette Produktion längerer Zeit angehalten werden muss. All diese Probleme können mit einer funkbasierten Ortungstechnik vermieden werden. Somit ist eine solche funkbasierte Lösung nahezu konkurrenzlos – zumindest dann, wenn die Anforderungen an Preis und Funktion erfüllt werden können, was mit dem LPR erstmals gelungen ist.

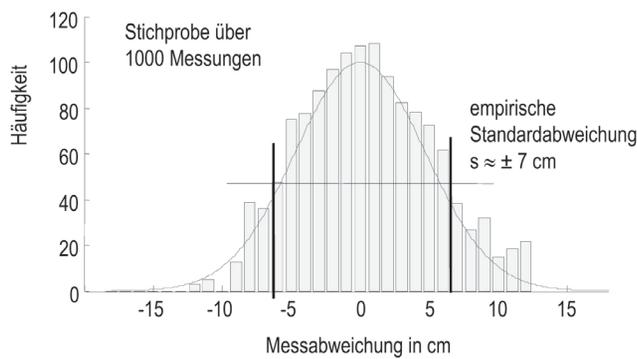
**Bild 7** zeigt die Ausrüstung einer Produktionshalle in einem Stahlwerk mit einem LPR-Testsystem. Für die Felderprobung wurde ein Kran in einer Halle mit einer Größe von ca. 50 m x 800 m mit LPR ausgerüstet. Die mehrmonatigen Tests dienten dazu, die Zuverlässigkeit und Genauigkeit von LPR praktisch zu erproben. **Bild 8** illustriert die Ergebnisse einer repräsentativen Testfahrt.



**Bild 7: LPR, installiert in einem Stahlwerk**  
Im Vordergrund die Antenne der Messstation auf dem Kran, an den Wänden sind die Transponder zu erkennen.

Wie die Messung zeigt, liegt hier die typische Messunsicherheit von LPR bei ca. 7 cm. Mit über 99% Wahrscheinlichkeit ist sichergestellt, dass eine gemessene Kranposition im gesamten möglichen Fahrbereich nicht um mehr als 20 cm vom Sollwert abweicht. Wie die Tests weiter zeigten, arbeitet das System unabhängig von Umgebungseinflüssen und Temperatur und ist robust gegen Feuchtigkeit und mechanische Stöße im Betrieb.

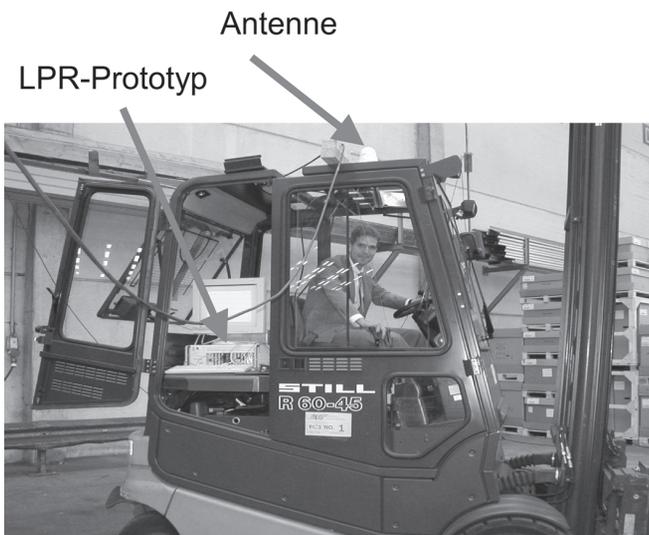
Nach dem erfolgreichen Test wurde ein kompletter Produktionsbereich mit etwa 20 Kränen in einem Stahlwerk mit LPR ausgerüstet. Seit Mitte dieses Jahres sind diese Systeme im täglichen Einsatz. Durch die Implementierung der neuen Technik konnten ca. zehn Prozent der Produktionskosten eingespart werden. ▶



**Bild 8: Fehler-Histogramm einer repräsentativen Messsituation**  
 Es wurden hier 1000 Messungen während einer Kranfahrt durchgeführt. Das Histogramm zeigt die Abweichung der LPR-Messwerte zu einer parallel durchgeführten Referenzmessung.

**LPR zur Ortung von Gabelstaplern**

In Zusammenarbeit mit dem VDA/ITA-Arbeitskreis ISAR wurde ein Pilotversuch durchgeführt, bei dem die Anwendbarkeit von LPR für die Ortung von Gabelstaplern untersucht wurde. Die Tests (s. **Bild 9**) lieferten vergleichbare Ergebnisse wie die zuvor vorgestellte Kran-Applikation, so dass gezeigt werden konnte, dass LPR auch zur Ortung von Gabelstaplern hervorragend geeignet ist.



**Bild 9: LPR-Prototyp im Test auf einem Gabelstapler**

**LPR zur Ortung von Portalhubwagen**

Aktuell läuft eine Erprobung von LPR im Hamburger Hafen. Die Aufgabe besteht hierbei darin, sogenannte Portalhubwagen (engl. *Van-Carrier*) zu orten. **Bild 10** verdeutlicht die Messsituation. Verglichen mit den oben dargestellten Anwendungen ist hier das Areal deutlich größer. Als Montagepositionen für die Transponder standen die Lampenmasten im Abstand von ca. 80 m zur Verfügung. Bei dieser Anwendung war es erforderlich, nicht nur die Position, sondern auch die Orientierung der Fahrzeuge zu bestimmen, was durch die Verwendung von zwei örtlich getrennten Messstationen auf

den Portalhubwagen gelöst wurde. Die ersten Messergebnisse der noch laufenden Erprobung versprechen, dass LPR auch in diesem Bereich äußerst nutzbringend eingesetzt werden kann.



**Bild 10: Im Hamburger Hafen**

Die Transponder sind an den Lampenmasten befestigt, die Messeinheit befindet sich auf den Van-Carriern (re.) – mit ihnen werden die Container befördert. Mit dem LPR-System sind Position und Orientierung der Transportfahrzeuge – und somit die Position der Container – exakt bekannt.

**Zusammenfassung**

Wie in dem vorliegenden Artikel gezeigt wurde, steht mit dem Local Positioning Radar LPR ein neuartiges, genaues und hoch zuverlässiges industrielles Ortungssystem für verschiedenste Anwendungen im Bereich Logistik und Automation zur Verfügung. Die innovativen Mess- und Systemansätze, die eine komplizierte und teure Vernetzung der Teilkomponenten überflüssig machen und die eine inhärente effektive Redundanzkonfiguration bereitstellen, liefern ein flexibles, sicheres und kostengünstiges industrielles Ortungssystem. Wie in ersten Applikationen bereits bewiesen wurde, gelingt es mit diesem System, Produktionsabläufe effektiv zu optimieren und die Betriebs- und Produktionskosten signifikant zu senken. Das System ist in einem Stahlwerk seit Mitte des letzten Jahres im täglichen Einsatz und erfasst hier die Koordinaten von ca. 20 Kränen. Durch die Optimierung der logistischen Abläufe konnten hier ca. zehn Prozent der Produktionskosten eingespart werden. In Felderprobungen konnte das System seine Leistungsfähigkeit auch in anderen Applikationen wie z.B. zur Ortung von Gabelstaplern in Lagerhallen oder zur Lokalisierung von Portalhubwagen im Hafenbereich unter Beweis stellen.

*Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek  
 Institut für Elektrische Informationstechnik  
 Leibnizstraße 28  
 38678 Clausthal-Zellerfeld  
 Tel.: 05323/72-2544  
 Fax: 05323/72-3197  
 E-Mail: vossiek@iei.tu-clausthal.de  
 Dipl.-Ing. Mark Christmann, Dr.-Ing. Leif Wiebking, Dr.-Ing. Peter Gulden  
 Siemens AG, CT PS 7  
 Otto-Hahn-Ring 6  
 81730 München*

# Superparamagnetische Sorbentien durch Sprühtrocknung

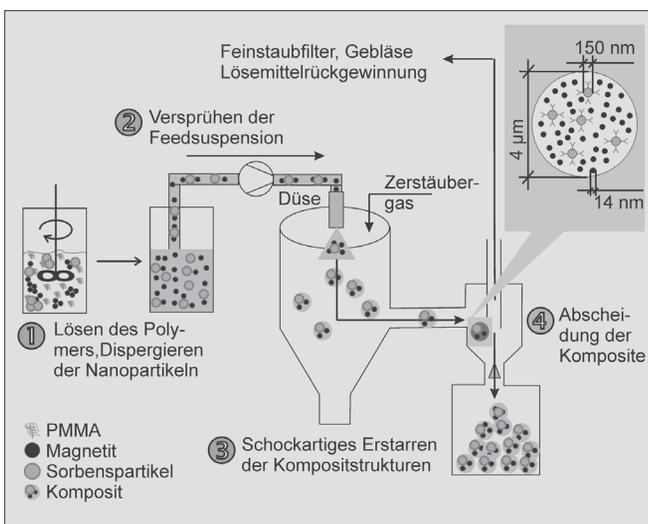
## MAßGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN FÜR DIE MAGNETSEPARATION

Von Tobias Banert und Urs A. Peuker

### Projektidee und Anwendungspotential

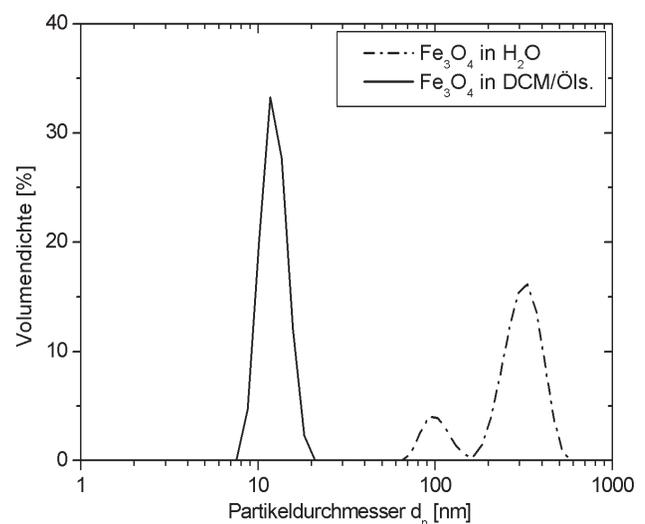
Fragt man in Clausthal nach dem Verfahren der Magnetseparation, denkt die Mehrheit der Befragten sicherlich an Erzaufbereitung durch magnetische Trennung, Mineralgewinnung oder Abfallrecycling. Häufig kommt der Überbandmagnetscheider zum Einsatz, der über einem Förderband platziert ist. Er hebt die magnetischen Bestandteile aus dem Materialstrom heraus und befördert diese seitlich oder in Verlängerung zum Förderband in einen bereitgestellten Container. Ein zukunftsweisendes Forschungsfeld ist der Einsatz der Magnettechnologie im Bereich der Bioseparation [FRANZREB 2003]. Aktuell wird die selektive Abscheidung biologischer Substanzen wie Enzyme, Viren oder Proteine an magnetischen polymeren Trägerpartikeln beforscht. Fast alle biologischen Systeme weisen lediglich diamagnetische Eigenschaften auf. Der direkte Einsatz von Magnetabscheidern ist demnach nicht möglich. Durch die Dotierung eines Polymers mit einem anorganischen, nanoskaligen Füllstoff können verschiedene Volumeneigenschaften erzeugt werden, die sich gegenüber denen des reinen oder mit Mikropartikeln gefüllten Polymers deutlich unterscheiden (Magnetismus, elektrische Leitfähigkeit, optische Eigenschaften). Ebenso können verschiedene Oberflächeneigenschaften der Composite modifiziert werden (Benetzungseigenschaften, Mobilität, Sorptionseigenschaften durch Matrixmaterial und durch Dotierung mit aktiven Primärpartikeln). Ein Ansatz, der am Institut für Che-

mische Verfahrenstechnik (ICVT) verfolgt wird, ist die reversible Bindung der biologischen Objekte an superparamagnetische Polymer-Kompositpartikeln mit Ionentauschereigenschaften. Kernpunkt der Forschung ist die Produktion der Partikeln im Sprühprozess und deren Charakterisierung. Das Prozessschema ist in **Bild 1** dargestellt. Wichtig ist die Scale-up-Fähigkeit des Prozesses – für einen möglichen großindustriellen Einsatz ändert sich nur das Feedmaterial – die konventionellen Produktionsanlagen und das entsprechende Know-how können weiter genutzt werden. Das Feedmaterial für den Sprühtrockner enthält Dichlormethan (DCM) als leicht flüchtiges organisches Lösungsmittel. Darin enthalten sind vollständig dispergiertes, nanoskaliges Magnetit sowie quervernetzte, in DCM unlösliche funktionalisierte Polymerpartikeln und gelöstes Polymethylmethacrylat (PMMA) als Trägermaterial. Die schockartige Entfernung des Lösungsmittels ermöglicht die Fixierung der dispergierten Partikeln in der PMMA-Matrix. Das Produkt ist ein feines Polymerpulver mit einer großen spezifischen Oberfläche, bestehend aus PMMA als kontinuierliche Phase, verkapseltem Magnetit und dem partikulären Sorbentpolymer. Das Pulver hat eine mittlere Partikelgröße von 4 µm. Eine Entmischung des Systems ist aufgrund der kurzen Trocknungszeiten nicht zu beobachten. Es entstehen also magnetische Polymerpartikeln, an die (biologische) Zielsubstanzen selektiv sorbieren und dann magnetisch aus Suspensionen abgetrennt werden können. Für Volumen Anwendungen ist in der Regel ein Füllgrad größer als 5 Ma.-% notwendig, um ▶



**Bild 1: Kompositsynthese im Sprühprozess**

Nanopartikeln und Matrixpolymer werden gemeinsam in einem Lösungsmittel dispergiert bzw. gelöst. Die feinst dispersten kolloidalen Strukturen werden durch die Düse fein zerstäubt. Durch das schlagartige Verdampfen des Lösungsmittels werden die Nanopartikeln im Polymer fixiert.



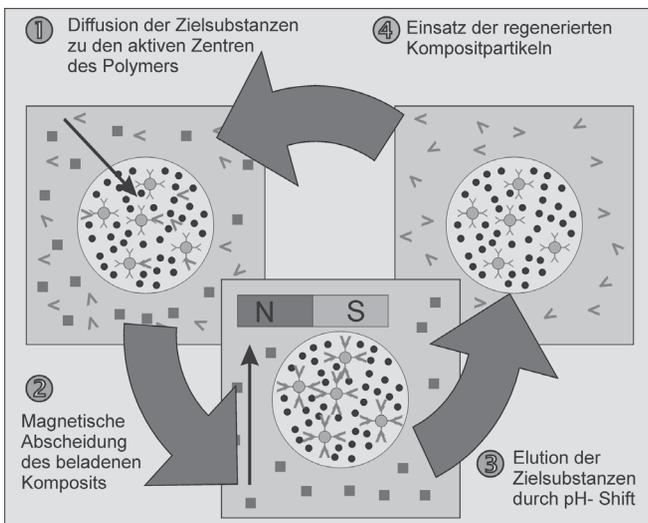
**Bild 2: Partikelgrößenverteilung des Magnetits in Wasser und in Dichlormethan**

Eine elektrostatische Stabilisierung der Suspension im Wässrigen ist nicht möglich; die Partikeln agglomerieren, und die superparamagnetischen Eigenschaften gehen verloren. Erst in der organischen Phase wird die Primärteilchengröße sichtbar.

eine erhebliche Änderung der Materialeigenschaften zu bewirken. Der Herstellungsprozess der Nanopartikeln selbst ist nicht relevant für die folgenden Prozessschritte. Es muss aber gewährleistet sein, dass es möglich ist, die Nanopartikeln vollständig bzw. in der für die Anwendung gewünschten Form, zu dispergieren.

Das nanoskalige Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) wird durch eine Mischfällung aus Eisen(II)sulfat und Eisen(III)chlorid in wässriger Phase hergestellt [SCHWERTMANN, CORNELL 2000].

Im Anschluss erfolgt die Überführung der Magnetitteilchen aus der wässrigen Suspension direkt, ohne eine zwischenzeitliche Trocknung, in Dichlormethan [PEUKER 2004]. Die Stabilisierung findet hier sterisch durch die Zugabe von Ölsäure statt, die an der Oberfläche der Primärpartikeln sorbiert. Die Partikelgröße wird mit Photonenkorrelationspektroskopie (PCS) am ICVT gemessen (Zetasizer Nano ZS, FA. MALVERN). Die primäre mittlere Partikelgröße beträgt etwa 15 nm (Bild 2). Die Agglomerationsneigung der Nanopartikeln in der Lösungsmittelphase mit Stabilisierung ist deutlich geringer im Vergleich zur wässrigen Phase.



**Bild 3: Anwendungsprinzip**

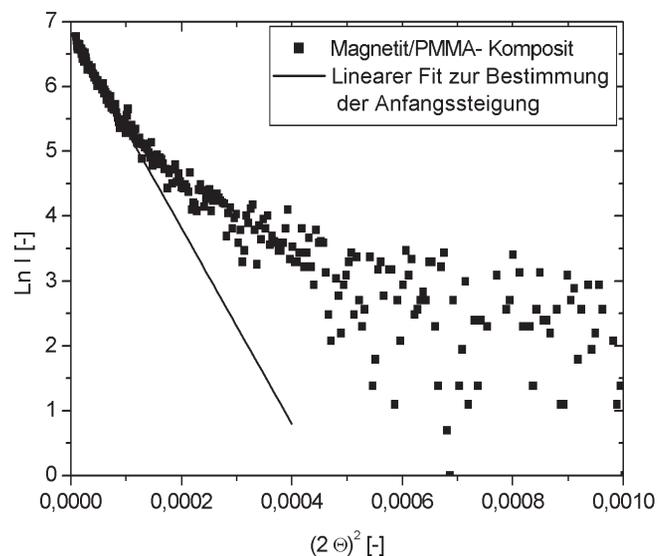
Die abzutrennenden Substanzen gelangen zu den austauschaktiven Zentren im Polymer; danach erfolgt die magnetische Abscheidung. Nach der Elution der Zielsubstanzen sind die Sorbenspartikeln wieder einsatzbereit. Durch die geringe magnetische Remanenz lassen sich die Sorbenspartikeln wieder leicht dispergieren.

Die polymeren Sorbenspartikeln, die in Dichlormethan unlöslich sind, werden durch Miniemulsion synthetisiert. An den 100 bis 150 nm großen Partikeln findet die Abscheidung der Zielsubstanzen statt (Bild 3). Die PMMA-Matrix muss dabei für die abzutrennenden Substanzen permeabel sein, um ein Vordringen zu den austauschaktiven Substanzen zu ermöglichen. Je nach Eigenschaft der abzutrennenden Substanzen (Zetapotential, funktionelle Gruppen) können die Sorbenspartikeln durch anwendungsspezifische Funktionalisierung maßgeschneidert werden. Gängige Modifikationen sind Amino-, Carboxyl-, oder chelatbildende Gruppen. Es muss lediglich gewährleistet sein, dass sich die polymeren Sorbenspartikeln in dem organischen Lösungsmittel dispergieren lassen. Eine selektive Abtrennung von z.B. Wertstoffen ist möglich. Die Komponenten für das Kompositmaterial können ähnlich wie bei einem Baukastensystem bereitgestellt werden.

## Experimentelle Ergebnisse

### Größe der Magnetitpartikeln und magnetische Eigenschaften

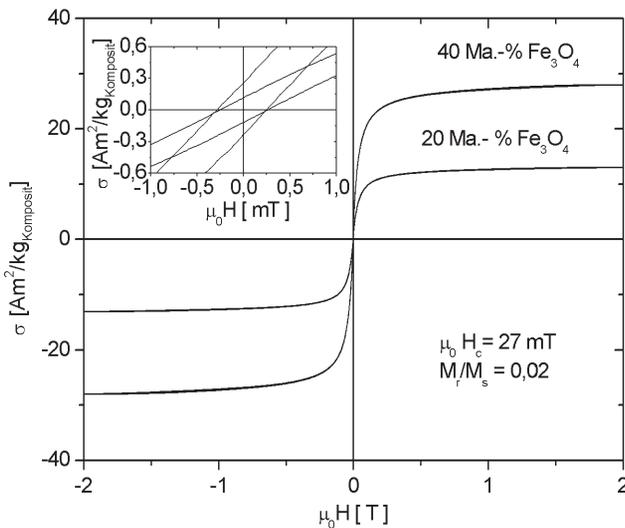
Eine Hauptherausforderung für die Herstellung von Nanokompositen ist die Charakterisierung des hergestellten Systems. Als bildgebendes Verfahren ist die Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (TEM) zu nennen. Hoch gefüllte Strukturen sind nicht durchscheinend. Es müssen Dünnschnitte präpariert werden. Weiterhin kommen Röntgenstrahlungsverfahren zur Anwendung. XRD (Röntgenbeugung) kann bedingt, SAXS (Röntgenstreuung) deutlich besser, die primäre Partikelgröße innerhalb eines Kompositmaterials bestimmen. Bild 4 zeigt die mittels SAXS gemessene Streuintensität eines Magnetit/PMMA-Nanokomposits. Die Probe ist mit Kupferstrahlung vermessen worden. Wird der natürliche Logarithmus der Streuintensität über dem Quadrat des doppelten Streuwinkels aufgetragen, so kann der Partikeldurchmesser aus der Anfangssteigung ermittelt werden [KRATKY 1983]. Die Lösung ist exakt, wenn die Partikeln ideale Kugeln und monodispers verteilt sind. Die Anfangssteigung liefert unter diesen Voraussetzungen eine Partikelgröße von 14 nm.



**Bild 4: SAXS-Streukurve eines Magnetit/PMMA-Nanokomposits, gemessen am Institut für Physikalische Chemie, TU Clausthal. Der Anteil an Magnetit beträgt 30 Ma.-%.**

Dieses Ergebnis steht in guter Übereinstimmung mit der Partikelgrößenverteilung, gemessen im Feedmaterial für den Sprühtrockner (Bild 2). Eine Agglomeration der Magnetitpartikeln während der Sprühtrocknung ist nicht festzustellen. Bild 5 zeigt die Magnetisierungskurven von magnetischen Polymerkompositen. Dargestellt sind die Verläufe für einen Füllgrad von 20 bzw. 40 Ma.-%. Aufgrund der geringen Größe der Magnetitpartikeln kommt es zu keiner Ausbildung WEISScher Bezirke und damit auch zu keiner Hysterisis. Die Polymerpartikeln sind definitiv superparamagnetisch. Bedingt durch das schonende Produktionsverfahren, weisen die Partikeln – bezogen auf das Magnetit – eine für  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -Nanopartikeln hohe Sättigungsmagnetisierung von 65 bzw. 70  $\text{Am}^2/\text{kg}_{\text{Magnetit}}$  auf.

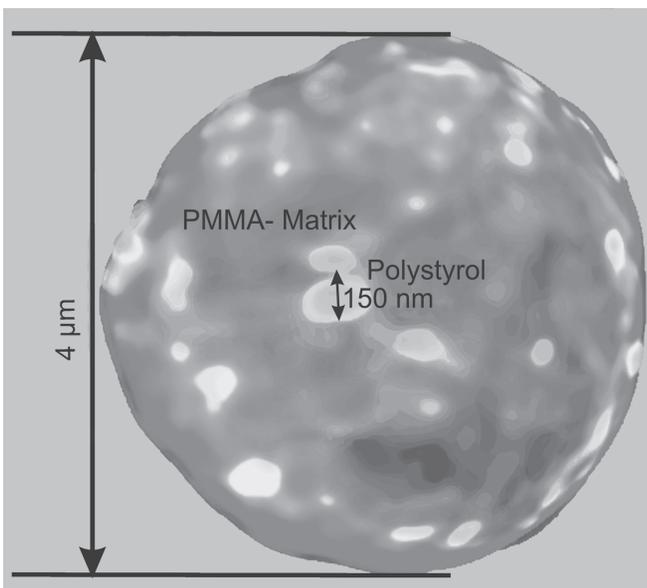
Superparamagnetische Eigenschaften sind für die Anwendung der Sorbenspartikeln unverzichtbar. Nach dem Regenerationszyklus können die Partikeln ohne großen Energieeintrag dispergiert werden. Eine magnetische Floccung findet nicht statt. ▶



**Bild 5:** VSM-Messung bei Raumtemperatur zur Bestimmung der magnetischen Remanenz und der Sättigungsmagnetisierung (Technical University of Denmark, Department of Micro- and Nanotechnology, DK- 2800 Kongens Lyngby – Denmark). Die Verläufe sind nahezu reversibel, d.h. superparamagnetische Partikeln.

**Nachweis der Ionentauschereigenschaften**

Als bildgebendes Verfahren zur Lokalisierung der aktiven Polymere wird ein konfokales Laserscanning Mikroskop (Institut für Physikalische Chemie) eingesetzt. Durch Überlagerung eines im Fluoreszenz- und eines im Reflexionsmodus aufgenommenen Bildes werden die Sorbenspartikeln und die äußere Kontur der PMMA-Matrix sichtbar. **Bild 6** zeigt das Prinzip am Beispiel der Einbettung von Polystyrol. Die Aufnahme zeigt die gleichmäßige Verteilung von Polystyrol im PMMA. Die gute Auflösung des Gerätes lässt selbst Objekte mit einem Durchmesser von nur 150 nm sichtbar werden. Der Anteil an Polystyrol beträgt etwa 10 Ma.-%.



**Bild 6:** Identifizierung der Sorbenspartikeln in der Matrixstruktur, aufgenommen am Institut für Physikalische Chemie

Zur Bestimmung der Austauschkapazität des Kompositpulvers werden Partikeln, bestehend aus 10 Ma.-% aminiertem Polyvinylbenzylchlorid (VBC), 30 Ma.-% nanoskaligem Magnetit und 60 Ma.-% PMMA hergestellt. Das VBC wird sodann mit 5%-iger Salzsäure in die Chlorid-Form überführt. Nach dem Auswaschen mit deionisiertem Wasser wird das Chlorid mit einer 4%-igen Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung gegen Sulfationen getauscht. Der Gehalt an Chlorid und somit die Austauschkapazität des Polymers kann dann durch eine Titration mit einer 0,1-molaren Silbernitrat-Lösung gegen Kaliumchromat als Indikator bestimmt werden (Chlorid nach Mohr [LUX 1967]). Im vorliegenden Beispiel ergibt sich eine Austauschkapazität von 0,47 mVal/g. Dies entspricht dem theoretischen Wert von aminiertem VBC. Ein Verlust an Aktivität ist nicht feststellbar.

Eine Versuchsanordnung zur Quantifizierung der Adsorption von Proteinen, beispielsweise Bovine Serum Albumin (BSA), befindet sich im Aufbau. Die Proteine haben eine Größe von etwa 5 bis 10 nm und sind damit wesentlich größer als Chloridionen. Das Diffusions- und Sorptionsverhalten von BSA in der Polymermatrix soll dann untersucht werden.

**Zusammenfassung**

Die Vielzahl an Prozessschritten bei der biotechnologischen Aufreinigung führt zu enormen Kosten und einer geringen Ausbeute in der Bioproduktaufbereitung [FRANZREB 2003]. Für jede Unit-Operation, also z.B. Filtration, Sorption und Aufkonzentrierung ist nach dem Stand der Technik ein eigenständiger Apparat notwendig. Der hohe Kostendruck bei der Erzeugung biotechnologischer Produkte im Vergleich zu konventionellen Prozessen verlangt nach Alternativen. Ein Ansatz zur Kostenreduktion ist die Reduzierung der Prozessschritte. Dazu werden magnetische Sorbenspartikeln benötigt, mit denen dann gezielt biologische Substanzen, z.B. Proteine aus Biosuspensionen, in einem Magnetfeld abgetrennt werden können. Prinzipiell sind solche Partikeln bereits kommerziell erhältlich. Die komplizierte Fertigungstechnik im Gramm-Maßstab und der daraus resultierende hohe Preis von bis zu 300 Euro pro Gramm machen diese Produkte bislang unattraktiv [FRANZREB 2003]. Ein viel versprechender Schritt zur großtechnischen Nutzbarmachung von Sorbenspartikeln ist die Herstellung im Sprühturm. Entsprechend den Prozessanforderungen werden superparamagnetische Magnetitpartikeln mit einem Durchmesser von etwa 14 nm und polymere Sorbenspartikeln mit einem Durchmesser von ca. 150 nm in eine polymere Trägermatrix aus PMMA eingebettet. Eine auf den Einsatzbereich abgestimmte Funktionalisierung (bspw. mit Amino- oder Carboxylgruppen) der Sorbenspartikeln wird bereits vor dem Sprühprozess erreicht. Die individuelle Zusammenstellung der Komponenten ermöglicht eine hohe Flexibilität ähnlich einem Baukastensystem.

Dipl.- Ing. Tobias Banert  
 Prof. Dr.- Ing. Urs A. Peuker  
 Institut für Chemische Verfahrenstechnik  
 Leibnizstraße 17  
 38678 Clausthal-Zellerfeld  
 Tel.: 05323/72-2832 (Banert)  
 05323/72-2183 (Peuker)  
 Fax: 05323/72-2182  
 E-Mail: banert@icvt.tu-clausthal.de  
 urs.peuker@tu-clausthal.de

# Widerstandspunktschweißen moderner Mehrphasenstähle

Von Volker Wesling, Tim Rekersdrees, Steffen Keitel, Reinhard Winkler, Stefan Schreiber

Vor dem Hintergrund der Konkurrenz zu alternativen Leichtbauwerkstoffen wie Aluminium- oder Magnesiumlegierungen hat die Stahlindustrie in den vergangenen Jahren neue höher- und höchstfeste Stahlwerkstoffe entwickelt. Mit der Anpassung und Entwicklung moderner Herstellungsverfahren und der Entwicklung von Mehrphasenkonzepten konnte eine wesentliche Verbesserung der mechanisch-technologischen Eigenschaften erzielt werden. Mit der Einführung neuer Legierungskonzepte und einem temperaturgeführten Herstellungsprozess ist die Stahlindustrie heutzutage in der Lage, dem Anwender hochfeste und dennoch gut umformbare Stahlfeinblechwerkstoffe zur Verfügung zu stellen: die Gruppe der höher- und höchstfesten Mehrphasenstähle. Grundlage dieser Stähle ist ein struktureller Aufbau, der sich aus mehreren, unterschiedlich harten Phasen zusammensetzt. Die Kombination unterschiedlicher Phasenanteile von Ferrit, Martensit, angelassenem Martensit, Bainit und Restaustenit ergibt das vielfältige Eigenschaftsspektrum dieser Stahlwerkstoffe. Unterschieden werden Dualphasen(DP)- und Complexphasenstähle (CP) sowie restaustenitische/ TRIP (RA/TRIP) und martensitische (MS) Stähle.

Dualphasenstähle bestehen aus einer weichen, ferritischen Matrix, in die eine überwiegend martensitische Zweitphase inselförmig eingelagert ist. Die Menge und Härte des Martensits bestimmt im wesentlichen die mechanisch-technologischen Eigenschaften des Werkstoffes. DP-Stähle zeichnen sich durch ein niedriges Streckgrenzenverhältnis, eine hohe Verfestigung sowie eine hohe Gleichmaß- und Bruchdehnung aus.

Complexphasenstähle besitzen einen Gefügebau aus Ferrit, Bainit, Martensit und angelassenem Martensit. Bei CP-Stählen dominieren im Gegensatz zu DP-Stählen die harten Phasen Martensit, angelassener Martensit und Bainit. Niedriglegierte TRIP-Stähle basieren auf der Stabilisierung austenitischer Gefügeanteile bis auf Raumtemperatur. Sie weisen wie die DP-Stähle eine weiche Ferritmatrix auf, in die jedoch nicht Martensit, sondern Bainit und metastabiler Restaustenit eingelagert sind. Über verformungsinduzierte Umwandlung des Restaustenits zu Martensit (TRIP-Effekt) werden in Bezug auf die hohe Festigkeit sehr gute Umformeigenschaften erreicht.

Damit diese Vorteile auf ein möglichst umfassendes Anwendungsgebiet übertragen werden können, ist es von entscheidender Bedeutung, diese Werkstoffe in ihrer Verarbeitung innerhalb eines Fertigungsprozesses reproduzierbar, sicher und wirtschaftlich handhaben zu können. Für das Widerstandspunktschweißen bedeutet dies ein möglichst großer Schweißstrombereich bei noch ausreichend kleinen Elektrodenkräften. Ebenfalls wird ein Versagen des Schweißpunktes im Zugversuch per Ausknöpfbruch angestrebt.

Über die schweißtechnische Fertigung und die damit verbundene Schweißbarkeit der Mehrphasenstähle lagen außerhalb der Automobilindustrie bisher nur unzureichende Erkenntnisse vor. Anfragen aus der Industrie zeigten, dass gegenüber dem Einsatz dieser Werkstoffe in der Serienfertigung, speziell in Verbindung mit dem Widerstandspunktschweißen, einige Vorbehalte bestehen. Ziel der Untersuchungen war es, dem industriellen Anwender fundierte Hinweise und Anhaltspunkte zur schweißtechnischen Verarbeitung von Mehrphasenstählen mittels Widerstandspunktschweißen zur Verfügung zu stellen. Besondere Berücksichtigung fanden in diesem Zusammenhang

die Aspekte Parameterwahl und -unterschiede bei der schweißtechnischen Verarbeitung mittels Widerstandspunktschweißen einzelner Mehrphasenstähle sowie die Aufhärtung der Schweißlinse und Maßnahmen, diese in Grenzen zu halten. Weitere Untersuchungen wurden bezüglich des Einflusses der Passgenauigkeit und einer dem Schweißprozess vorgelagerten Umformung angestellt. Die Dauerfestigkeitseigenschaften ausgewählter Werkstoff- und Parameterkombinationen wurden bestimmt.

## Verwendete Werkstoffe

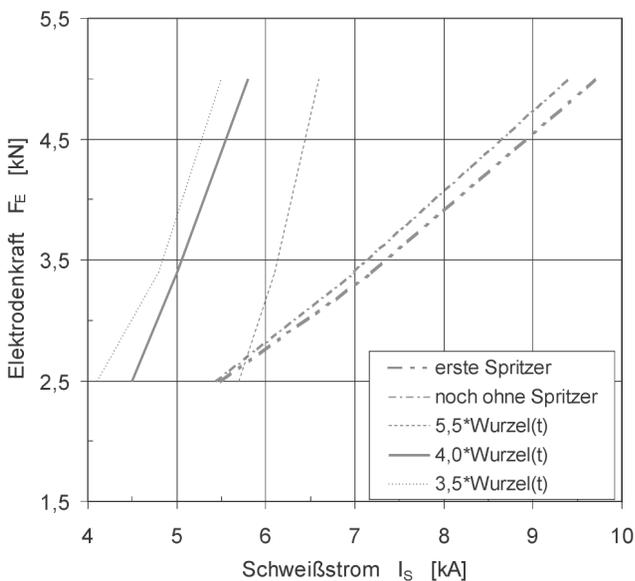
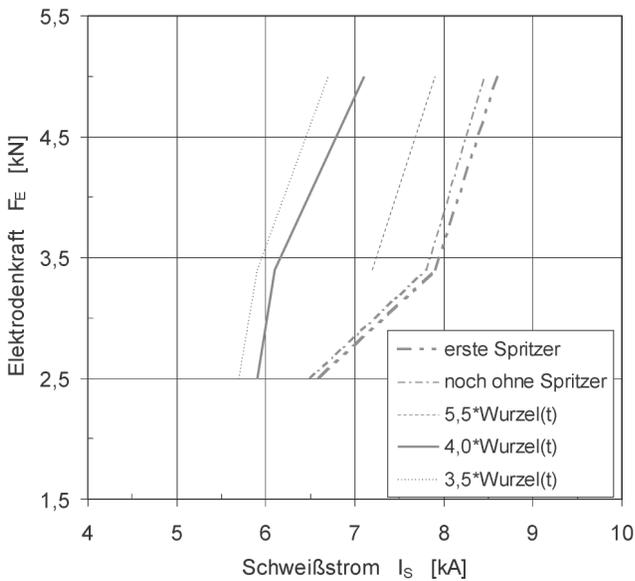
Untersucht wurden höher- und höchstfeste Mehrphasenstähle. Die Stahlwerkstoffe der Typen DP, TRIP, CP und MS wurden in verschiedenen Festigkeitsstufen und Beschichtungsvarianten untersucht. Als Referenz dienten zwei feuerverzinkte, konventionelle Stahlgüten mit besonderer Tiefzieheignung: ein DC06 +Z mit einer Blechdicke  $t = 0,7$  mm und ein DX54 +Z140 mit  $t = 1,5$  mm.

## Schweißbereiche

Die Schweißversuche wurden auf einer Wechselstrom-Ständerpunktschweißmaschine Typ AEG PB5-5 durchgeführt. Vergleichsversuche mit einer umschaltbaren Wechselstrom-/Gleichstromanlage AEG TP3-1 ergaben, dass die Wechselstromschweißung in der Regel den ungünstigeren Fall darstellt. Als Schweißelektroden wurden Elektroden entsprechend ISO 5821-A16 \* 20 und A2/3 - ISO 5182 verwendet.

Für die Charakterisierung der Schweißbarkeit der verschiedenen Materialien artgleich und in Kombinationen wurden Schweißbereiche ermittelt. Dies erfolgte für die unterschiedlichen Varianten anhand von einzelnen Strombereichen bei mindestens drei Kraftstufen und konstanter Schweißzeit. Wo dies sinnvoll erschien, wurden auch die Schweißzeiten variiert. Um eine Vergleichbarkeit der Werte zu gewährleisten, wurden nach Vorversuchen für Blechdicken um 1,5 mm die Kraftstufen 2,5; 3,4 und 5,0 kN sowie eine Schweißzeit von 14 Perioden (14 Per = 280 ms) festgelegt. Für Blechdicken um  $t = 0,7$  mm kamen die Kraftstufen 1,7; 2,5 und 3,4 kN bei einer Schweißzeit von 10 Per (= 200 ms) zur Anwendung.

Exemplarisch dargestellt ist in **Bild 1** oben der Schweißbereich eines Dualphasenstahls, unten der eines TRIP-Stahls. Der erreichte Schweißpunktdurchmesser gilt als ein Qualitätsmerkmal und soll einen bestimmten Mindestdurchmesser nicht unterschreiten. Zur Beschreibung dieses Merkmales gilt eine Korrelation zwischen Schweißpunktdurchmesser und der Blechdicke  $t$ . Die Linien in den Diagrammen geben die untere Qualitätsgrenze für den Punktdurchmesser von  $3,5 \cdot \sqrt{t}$  bzw.  $4 \cdot \sqrt{t}$  an; die Spritzergrenze wird mit dem höchsten Strom ohne bzw. dem niedrigsten Strom mit Spritzer angegeben. Als Zusatzinformation ist die Stromstärke für das Erreichen eines Punktdurchmessers von  $5,5 \cdot \sqrt{t}$  eingetragen; dies gibt einen deutlichen Hinweis auf die Prozesssicherheit und ist eine notwendige Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige Schweißlinse. ▶

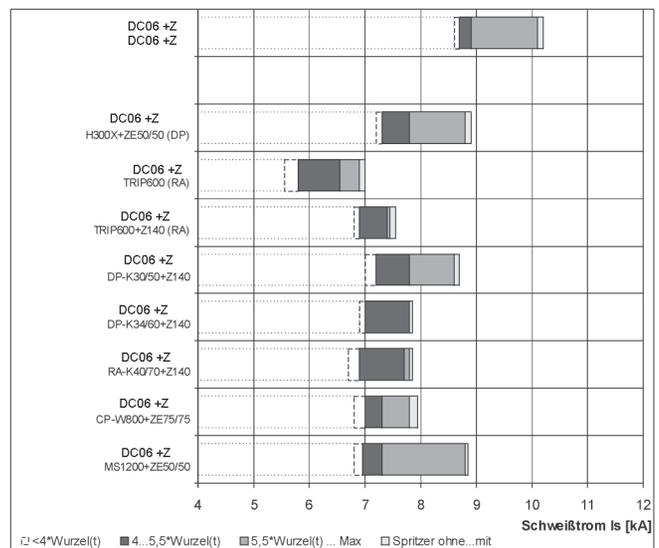
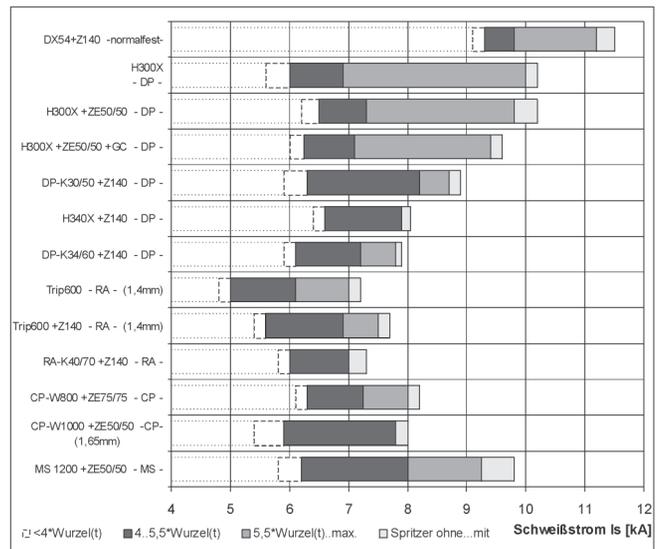


**Bild 1: Schweißbereiche DP-K 34/60 +Z140 (oben) und RA-Stahl TRIP 600 (unten); alle t = 1,5 mm und  $t_s = 14$  Per (=280 ms)**

In beiden Diagrammen ist zu erkennen, dass der Schweißbereich in der unteren Kraftstufe (2,5 kN) relativ schmal ist. Der „Soll“-Punktdurchmesser von  $5,5 \cdot \sqrt{t}$  wird nicht bzw. nicht spritzerfrei erreicht. Dies gelingt erst bei den höheren Kraftstufen. Aus Sicht der Schweißbereichsbreite muss demzufolge empfohlen werden, in der Fertigung mindestens die mittlere Kraftstufe (3,4 kN) einzusetzen.

In der Regel weiten die Schweißbereiche mit zunehmender Elektrodenkraft weiter auf. Wie an Bild 1 oben zu erkennen ist, tritt dieser Effekt jedoch nicht in allen Fällen auf. Eine Gesetzmäßigkeit für dieses Verhalten konnte jedoch anhand der für die Untersuchung zur Verfügung stehenden Materialien nicht herausgefunden werden.

Zum besseren Vergleich der Ergebnisse werden in **Bild 2** oben die Strombereiche verschiedener Materialien bei gleicher Kraft von 3,4 kN gegenübergestellt. Im Vergleich zu dem normalfesten, feuerverzinkten Referenzwerkstoff DX54 +Z140 fällt auf, dass die ermittelten Strombereiche in den meisten Fällen von vergleichbarer Qualität sind. Wenn eine geringere Strombe-

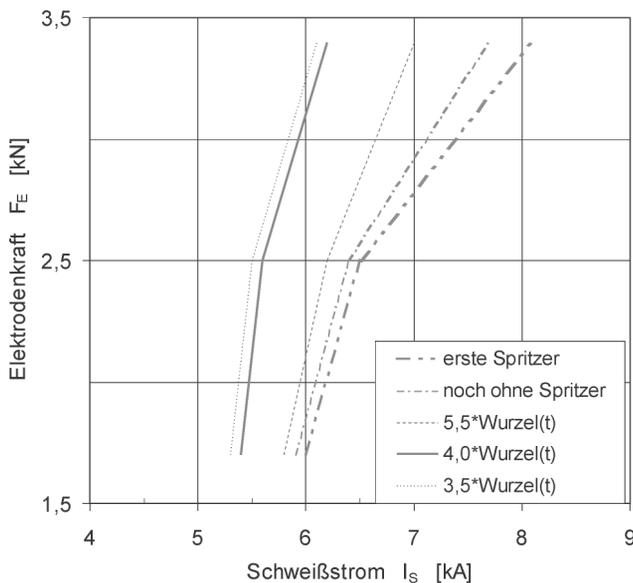
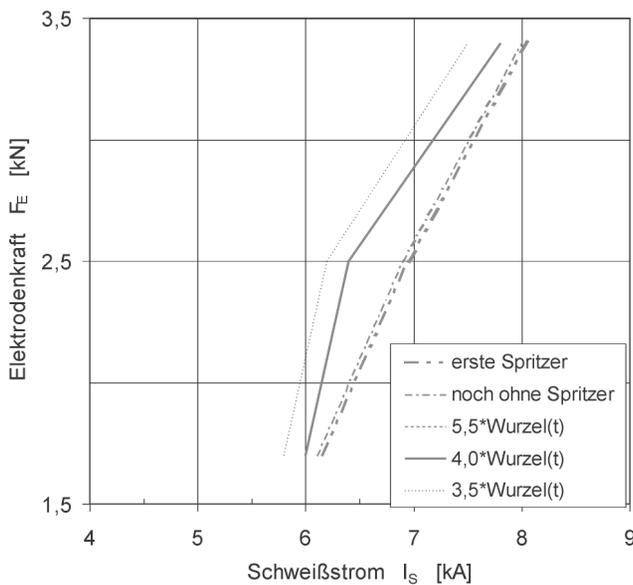


**Bild 2: Vergleich der Schweißbereiche an**  
**oben: verschiedenen Werkstoffen (artgleich); Elektrodenkraft 3,4 kN; Blechdicke etwa  $t=1,5$  mm**  
**unten: Kombinationen von 1,5 mm dicken hochfesten Werkstoffen mit dem 0,7 mm dicken normalfesten Werkstoff DC06 +Z (artfremd); Elektrodenkraft 2,5 kN**

reichsbreite auftritt, so ist dies nur bei bestimmten feuerverzinkten hochfesten Varianten der Fall. Weitere Versuche ergaben, dass bei diesen Problemfällen durch eine Krafterhöhung auf 5,0 kN eine ausreichende Breite erzielt werden konnte. Weiter fällt auf, dass sich die Schweißbereiche der untersuchten Mehrphasenstähle insgesamt hin zu niedrigeren Strömen verschieben.

Bei der Kombination höherfester Werkstoffe mit dem normalfesten, feuerverzinkten Referenzwerkstoff DC06 +Z ergeben sich besonders bei der Kombination feuerverzinkter Materialien relativ schmale Schweißbereiche. Der kritischere Fall ist die Kombination mit einem dünnen normalfesten Blech, Bild 2 unten. Die Kombination mit einem normalfesten Blech gleicher Dicke zeigt deutlich breitere Strombereiche.

Wenn in Einzelfällen durch eine Erhöhung der Elektrodenkraft keine ausreichende Schweißbereichsverbreiterung erzielt werden kann, wurde in einigen Fällen durch Verlängerung der Schweißzeit eine Verbesserung erzielt, **Bild 3**.



**Bild 3: Aufweitung des Schweißbereichs durch Verlängerung der Schweißzeit von oben 10 Per (=200 ms) auf unten 18 Per (=360 ms); RA-K40/70+Z140;  $t=0,7$  mm**

**Bruchverhalten**

Bei der Schweißung hochfester Materialien ist bei der Prüfung häufig kein Ausknöpf-, sondern ein Scher- oder Mischbruch festzustellen. Gründe hierfür liegen u.a. neben den Materialeigenschaften in der Beanspruchungsart (Meißelprüfung), dem Stützverhalten des hochfesten Materials und einer entsprechend gleichmäßigen Kräfteinleitung auf den Punktquerschnitt sowie dem erreichten Punktdurchmesser.

In der Praxis werden meist Ausknöpfbrüche bevorzugt, die auch einfacher und sicherer zu vermessen sind. Um auch bei diesbezüglich kritischen Werkstoffen Ausknöpfbrüche zu erreichen, wurden unterschiedliche Möglichkeiten untersucht. Einen Erfolg bei allen Materialien brachte schließlich die Anwendung eines Stromprogramms mit einem um 20% gegenüber dem Schweißstrom erhöhten Nachwärmstrom, **Bild 4**. Dabei wurde die Schweißzeit mit 14 Per (=280 ms) beibehalten, die Dauer für die Nachwärmzeit auf

15 Per (300 ms), die Pausenzeit zwischen Schweißstromzeit und Nachwärmzeit auf 10 Per (200 ms) gesetzt.

Folgt man dieser Empfehlung, so ist in Bezug auf die gesamte Schweißzeit mit einer ca. 2,8 - fachen Prozesszeit zu rechnen.

	Ohne Nachwärmen	Mit Nachwärmen
RA-K40/70+Z140		
CP-W800+ZE75/75		
MS1200+ZE50/50		

**Bild 4: Beeinflussung des Bruchverhaltens an ausgewählten Werkstoffen**

Schweißstromzeit  $t_s = 14$  Per (=280 ms)

Pausenzeit  $t_p = 10$  Per (=200 ms)

Nachwärmzeit  $t_{NW} = 15$  Per (=300 ms)

Nachwärmstrom  $I_{NW} = 1,2 * I_s$

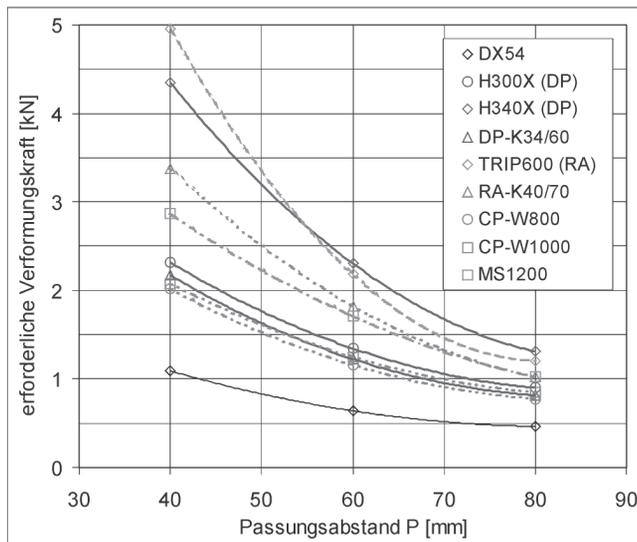
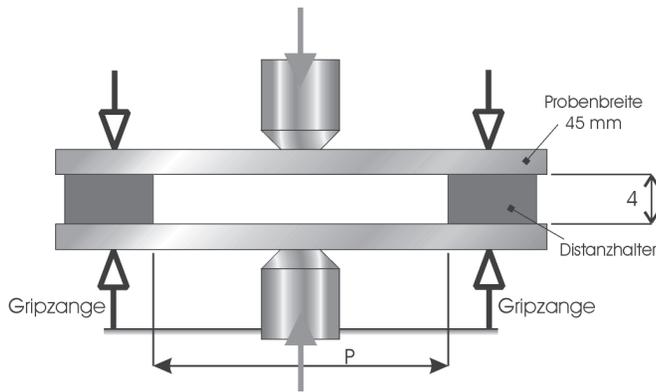
**Passung**

Ein in der Fertigung zu erwartendes Problem ist das Auftreten ungleichmäßiger Passungen. Entgegen der ersten Vermutung, dass bedingt durch den annähernd gleichen Elastizitätsmodul der Stahlwerkstoffe keine Unterschiede zu erwarten seien, zeigen die Vergleichsmessungen deutliche Unterschiede, **Bild 5**.

Ursache hierfür ist, dass sich die Verformung nicht nur im elastischen sondern bereits im plastischen Bereich befindet. Dies legt auch nahe, dass sich Unterschiede im Schweißverhalten ergeben werden, was mittels Versuchsschweißungen an DP-, RA- und MS- Stahlblechen nachgewiesen werden konnte.

**Werkstoffkundliche Untersuchungen**

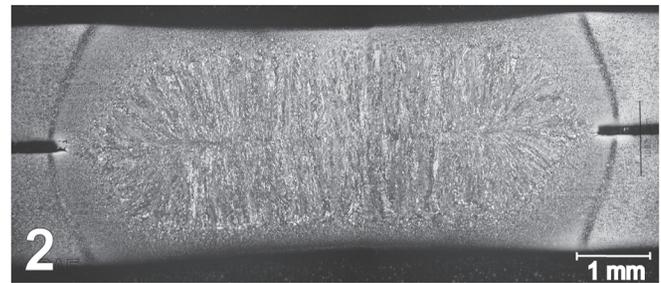
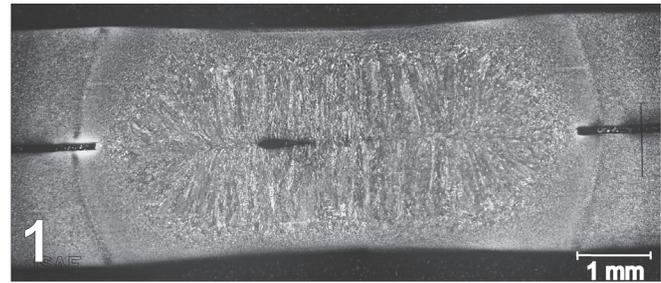
Die werkstoffkundlichen Untersuchungen zeigten für alle Probenwerkstoffe bei höheren Elektrodenkräften eine verringerte Fehlerausbildung in der Schweißlinse. Traten bei Elektrodenkräften von 2,5 kN noch makroskopisch nachweisbare Mittenlunker in der Fügeebene auf, so sind bei Elektrodenkräften von 3,4 kN und 5,0 kN nur noch mikroskopische Bindefehler in der Fügeebene anzuführen, exemplarisch dargestellt an einem martensitischen Stahl MS 1200 +ZE in **Bild 6**. Weiter ließen sich bei RA-Stählen höherer Festigkeitsstufen Mikrorisse nachweisen, die in der Fügeebene vom Rand in die Schweißlinse hineinverlaufen. Aufgenommene Härteverläufe nach Vickers HV0,2 über die Schweißlinse zeigen je nach analysiertem Werkstoff Aufhärtingen der Schweißlinse bis zu 500 HV. Bei RA-Stählen und insbesondere bei CP-Werkstoffen traten Härtespitzen in der Wärmeeinflusszone (WEZ) auf; diese erreichten Werte von maximal 575 HV. Die Härteprüfung an Punktschweißverbindungen martensitischer Stähle zeigte eine Entfestigung im Bereich der WEZ, eine Folge der eingebrachten Wärme in das martensitische Gefüge. Schweißversuche an restaustenitischen Stählen mit ▶



**Bild 5: Ermittlung der erforderlichen Verformungskraft für unterschiedliche Werkstoffe**

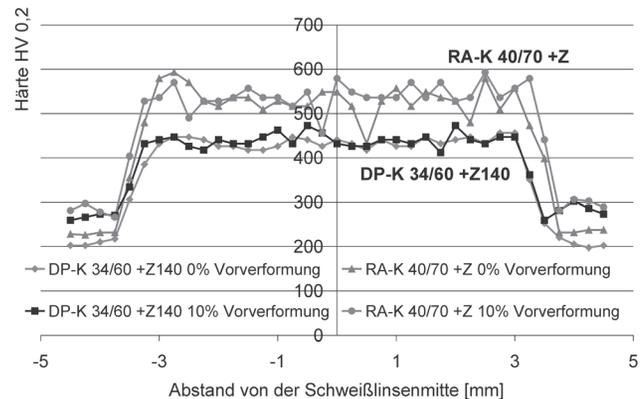
einer dem Schweißprozess anschließenden Nachwärmphase bewirkten eine Absenkung der Härte in der Schweißlinse um 25 HV. **Bild 7** zeigt exemplarisch den Härteverlauf eines restaustenitischen und eines Dualphasenstahls, jeweils mit vorheriger Umformung und ohne. Bedingt durch den höheren Kohlenstoffgehalt des RA-Stahles (TRIP) weisen solche Stähle eine höhere Aufhärtung in der Schweißlinse auf als Dualphasenwerkstoffe. Ebenfalls ersichtlich ist, dass eine dem Schweißprozess vorgelagerte Umformung erwartungsgemäß nur die Härte des Grundwerkstoffes beeinflusst. Diese Kaltverfestigung des Grundwerkstoffes sorgt im Scherzugversuch für höhere ertragbare maximale Kräfte, senkt aber gleichzeitig die Fähigkeit, Verformungsenergie aufzunehmen. Bei diesbezüglich untersuchten DP- und RA-Werkstoffen höherer Festigkeitsklasse konnte in Schlißbildern nachgewiesen werden, dass die Neigung zu Bindefehlern in der Fügeebene (Mittlenlunker) mit dem Grad der Vorverformung zunimmt, wenn die Elektrodenkraft konstant gehalten wird, hier 3,4 kN. Für kaltverfestigte DP- und RA- Stähle höherer Festigkeitsstufen empfiehlt sich somit eine Anpassung der Elektrodenkräfte hin zu höheren Werten.

Für die fertigungstechnische Verarbeitung höherfester Mehrphasenstähle ist die Kombination dieser mit den konventionellen Stählen in einer Punktschweißung von Interesse. Die Untersuchung solcher Mischverbindungen ergab eine Limitierung der Verbindung im Scherzugversuch durch den normalfesten, konventionellen Partner (gleiche und geringere Blechdicken), unabhängig, mit welchem Mehrphasenstahl dieser kombiniert wurde. Alle Proben dieser Art versagten im Scherzugversuch mittels Ausknöpfung. Die



**Bild 6: Makroaufnahmen von Punktschweißungen an 1,5 mm dicken MS 1200 +ZE mit (1) und ohne (2) Mittlenlunker**

- 1: normale Elektrodenkraft  $F_E = 2,5 \text{ kN}$ ;  
 $t_s = 14 \text{ Per (=280 ms)}$ ;  $I_s = 6,8 \text{ kA}$
- 2: erhöhte Elektrodenkraft  $F_E = 3,4 \text{ kN}$ ;  
 $t_s = 14 \text{ Per (=280 ms)}$ ;  $I_s = 8 \text{ kA}$

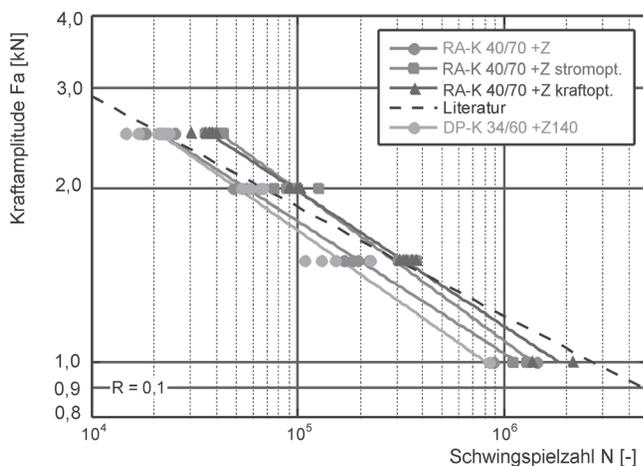


**Bild 7: Härteverlauf nach HV0,2 über die Schweißlinse eines RA-K 40/70 +Z (t = 1,5 mm) und eines DP-K 34/60 +Z140 (t = 1,5 mm), jeweils mit vorheriger und ohne vorherige Umformung**

Aufhärtung der Schweißlinse für Kombinationen mit DP- Stahl ist über die Schweißlinse konstant. Bei Kombinationen mit RA-, CP- und MS- Stählen werden auf der Seite des Mehrphasenstahls Härtespitzen in der WEZ registriert. Kombiniert man Mehrphasenstähle in einer Verbindung, hier CP- und MS-Stähle jeweils mit RA-Stählen verschiedener Festigkeitsstufen, versagten diese Mischverbindungen im Scherzugversuch i. d. Regel mittels Scherbruch in der Fügeebene. An diesen Proben aufgenommene Härteverläufe über die Schweißlinse sind durch eine inhomogene Aufhärtung gekennzeichnet; die ermittelten Härteverläufe schwanken im günstigsten Fall 15 - 20 HV0,2 um einen Mittelwert. Darüber hinaus wird ein Anstieg der Härte zu der Seite der Schweißlinse beobachtet, deren Werkstoff ein höheres C-Äquivalent aufweist, i. d. Regel ein höherfester restaustenitischer Stahl. ▶

**Dauerfestigkeitsuntersuchungen**

Alle Versuche wurden bei einem Beanspruchungsverhältnis  $R = F_U/F_O = 0,1$  durchgeführt. Als Probengeometrie diente eine Einpunkt-Überlappprobe. Die Versuchsdurchführung fand auf einer kraftgeregelten Resonanzprüfmaschine Typ Schenck Vertikalpulser ( $F_{max} = 20 \text{ kN}$ ) statt. Abschaltkriterium war ein Abfall der Eigenfrequenz um 1 Hz. Untersucht wurde ein restaustenischer Stahl RA-K 40/70 +Z mit variierten Schweißparametern (normal, erhöhte Elektrodenkraft  $F_e = 5,0 \text{ kN}$ , Nachwärmstrom) und ein Dualphasenstahl DP-K 34/60 +Z. **Bild 8** zeigt unter Berücksichtigung der Streuung der Einzelwerte keinen signifikanten Werkstoffeinfluss sowie einen Einfluss der Schweißparameter auf die Dauerfestigkeitseigenschaften der untersuchten Punktschweißverbindungen. Der in **Bild 8** aufgeführte Literaturwert repräsentiert Wöhlerlinien, die an punktgeschweißten Stahlblechen ( $t = 1,4 \text{ mm}$ ) verschiedener Festigkeit aufgenommen wurden (DAVIDSON, IMHOF jr. 1984). Alle Festigkeitsstufen zeigten äquivalente Dauerfestigkeitseigenschaften. Eine Verbesserung von Punktschweißverbindungen bei Verwendung von Mehrphasenstählen konnte somit nicht verifiziert werden, und bereits bestehende Ergebnisse für die Dauerfestigkeitseigenschaften von Punktschweißverbindungen ermittelt an Überlappproben wurden bestätigt (DAVIDSON, IMHOF jr. 1984). Geometrische Faktoren (Kerbe, Punktdurchmesser) besitzen eine höher einzustufende Relevanz bezüglich der Dauerfestigkeitseigenschaften von Punktschweißverbindungen.



**Bild 8:** Wöhler-Linien, ermittelt an den Werkstoffen RA-K 40/70 +Z und DP-K 34/60 +Z140; Literaturwert aus (DAVIDSON, IMHOF jr. 1984)  $F_a = 1,0 \text{ kN}, 1,5 \text{ kN}, 2,0 \text{ kN}$  und  $2,5 \text{ kN}$ ; die probenabhängige Schwingspielfrequenz  $n$  betrug 24 Hz bis 34 Hz

**Folgerungen für die Praxis**

Die schweißtechnische Verarbeitung neuentwickelter, hochfester Mehrphasenstähle mittels Widerstandpunktschweißen stellt erhöhte Anforderungen an die aufzubringende Elektrodenkraft. Eine Anpassung der Schweißparameter hin zu höheren Elektrodenkräften führte in den Untersuchungen zu einem i.d. Regel breiteren anwendbaren Strombereich und zur makroskopisch fehlerfreien Schweißlinsenausbildung. Gleichzeitig verschiebt sich der Absolutwert des Schweißstromes zu geringeren Werten. Bleche, die einer dem Schweißprozess vorgelagerten Umformung unterliegen, zeigen beim erreichten Schweißlinsendurchmesser keine Unterschiede zu nicht umgeformten Teilen auf. Eine erhöhte Neigung zu Bindefehlern in der Fügeebene mit zunehmender vorheriger Umformung ist festzustellen; jedoch steigen die ertragbaren Scherzugkräfte mit dem Umformgrad. Eine erhöhte Elektrodenkraft zur Vermeidung von Mittenlunkern ist vorteilhaft. Die Anwendung

einer Nachwärmphase bewirkt eine positiv zu bewertende Verringerung der Gefügeaufhärtung in der Schweißlinse und führt zum angestrebten Ausknöpfbuch.

Das Forschungsvorhaben AiF-FV-Nr. 12.618N „Untersuchungen zum Widerstandspunktschweißen von Feinblechen aus neuentwickelten höher- und höchstfesten Stahlwerkstoffen“ ist aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) gefördert und von der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren des DVS unterstützt worden. Die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg sowie das Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren der TU Clausthal danken für die erhaltene Förderung.

Prof. Dr.-Ing. Volker Wesling  
 Dipl.-Ing. Tim Rekersdrees  
 Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren  
 Agricolastraße 2  
 38678 Clausthal-Zellerfeld  
 Tel.: 05323/72-2503 (Wesling)  
 05323/72-3194 (Rekersdrees)  
 Fax: 05323/72-3198  
 Dr.-Ing. Steffen Keitel  
 Dr.-Ing. Reinhard Winkler  
 Dipl.-Ing. Stefan Schreiber  
 Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Duisburg,  
 Niederlassung der GSI mbH



**Ihr Lotse mit der richtigen Kennlinie.**

Maßgeschneidertes MIG/MAG-Schweißen: Dank der Digitalen Revolution von Fronius gibt es für sämtliche Werkstoffe die exakt richtige Kennlinie. Vorprogrammiert und auf Knopfdruck abrufbar. Für einfaches und präzises Arbeiten. Ob Stahl, Aluminium, Chrom/Nickel oder Nickel-Basiswerkstoffe. Mit jederzeit perfekten, zu 100 % reproduzierbaren Ergebnissen. Volldigitale Schweißtechnologie durch Fronius – ein wahrer Quantensprung für jeden Anwender.

Fronius Deutschland GmbH, D-67661 Kaiserslautern  
 Liebigstraße 15, Tel: +49/(0)631/351 27-0, Fax: +49/(0)631/351 27-30  
 E-Mail: sales.germany@fronius.com, www.fronius.com



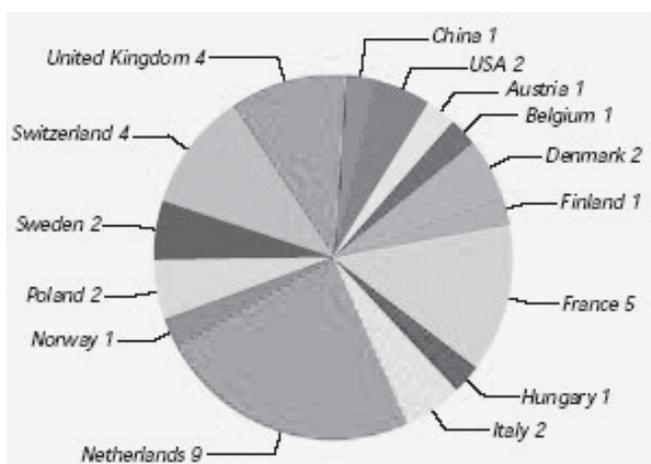
# „MICROSTRUCTURAL CONTROL IN FREE-RADICAL POLYMERIZATION“

– 6 Jahre Europäisches Graduiertenkolleg –

Von Gudrun Schmidt<sup>1</sup>

Eine der zentralen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist die Qualifizierung des Nachwuchses in Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie. Auf der politischen Ebene liegt die Herausforderung in der engeren Zusammenarbeit innerhalb Europas, die in der Forschung ein neues europäisches Profil schaffen kann. Im Mittelpunkt steht dabei die Förderung exzellenter und selbständiger junger Forscher und die Anbindung an den internationalen Forschungskontext.

Exzellenz, Internationalisierung und Nachwuchsförderung sind dabei die Ziele, die die Deutsche Forschungsgemeinschaft mit ihrem Programm „Internationale Europäische Graduiertenkollegs“ verfolgt. Auf der Basis eines gemeinsamen Forschungs- und Studienprogramms können Hochschullehrer in Deutschland mit Partnergruppen im Ausland in der Doktorandenausbildung kooperieren. Damit wird nicht allein die Mobilität und Einbettung der Doktoranden in die internationalen Forschungsaktivitäten gefördert; vielmehr bietet dieser Rahmen eine einzigartige Möglichkeit zur systematischen und koordinierten internationalen und interdisziplinären Kooperation auf der Nachwuchsebene. Deshalb fördert die DFG derzeit 38 Internationale Graduiertenkollegs.



**Bild 1: Anzahl der Internationalen Graduiertenkollegs der DFG nach Ländern (Oktober 2004)**

Im Jahr 2000 wurde das Europäische Graduiertenkolleg (European Graduate School: EGS) „Microstructural Control in Free-Radical Polymerization“ als eines der ersten internationalen Graduiertenkollegs von der DFG an der TU Clausthal als Sprecheruniversität eingerichtet.

<sup>1</sup> Sprecher des Europäischen Graduiertenkollegs (EGS)

In unserem EGS arbeiten Doktoranden der Universitäten Clausthal und Göttingen sowie Amsterdam und Eindhoven an aktuellen Problemen der radikalischen Polymerisation.

Die beteiligten Hochschullehrer sind von der

*TU Clausthal:* Prof. Dr. G. Schmidt (Institut für Technische Chemie) ; Prof. Dr. J. Fuhrmann, PD Dr. J. Adams, Prof. Dr. W. Oppermann (seit 2004), Prof. Dr. D. Johannsmann (seit 2004) (Institut für Physikalische Chemie)

*Universität Göttingen:* Prof. Dr. M. Buback, PD Dr. S. Beuermann, Prof. Dr. K.-H. Hoyer (Institut für Physikalische Chemie, Abt. Technische und Makromolekulare Chemie)

*TU Eindhoven:* Prof. Dr. A. van Herk, Prof. Dr. C.E. Koning, Prof. Dr. J. Meuldijk, (Chemical Engineering and Chemistry, Laboratory of Polymer Chemistry)

*Universität Amsterdam:* Prof. Dr. P. Iedema, Doz. Dr. H.C.J. Hoefsloot (Polymer Reaction Engineering); Prof. Dr. P. Schoenmakers (Polymer Characterization)

In letzter Zeit arbeitet auch Prof. Dr. H. Menzel (Institut für Technische Chemie, Abt. Makromolekulare Stoffe) von der *TU Braunschweig* mit.

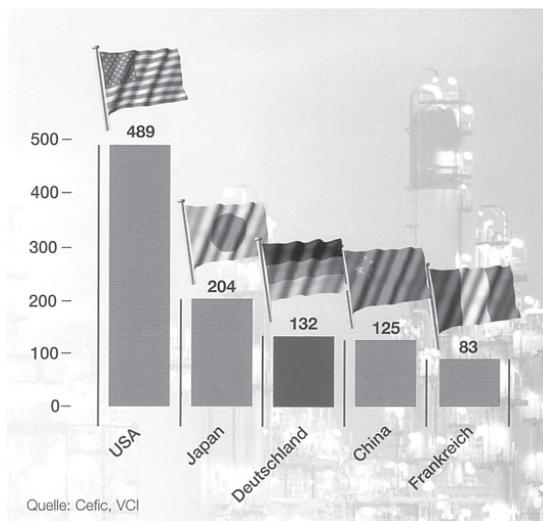
Dem Graduiertenkolleg gehörten bisher ca. 50 Doktoranden (Kollegiaten), 10 Postdocs und 12 Forschungsstudenten an. Ein Teil der Doktoranden, Postdocs und Forschungsstudenten sowie Mittel für ihre Forschungsaufenthalte in den Partneruniversitäten, Reisekosten für Gastwissenschaftler und die Realisierung des gemeinsamen Studienprogramms werden durch die DFG gefördert. Das NWO in den Niederlanden übernimmt eine analoge Förderung. ▶



**Bild 2: Teilnehmer am Workshop Oktober 2004**

Die Einrichtung des Europäischen Graduiertenkollegs dient der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses während der Promotion. Dabei soll nicht nur interdisziplinäres theoretisches und experimentelles *Know how* vermittelt werden, sondern auch ein Beitrag zur Internationalisierung des Studiums geleistet werden. Eine international wettbewerbsfähige chemische Industrie ist für Deutschland und Europa unverzichtbar; diese ist auf hochqualifizierte Mitarbeiter angewiesen.

Eine gemeinsame europäische Graduiertenausbildung trägt der zunehmenden Vernetzung im Innovationsprozess Rechnung und stellt neue Anforderungen hinsichtlich Qualität und Interdisziplinarität in der Aus- und Weiterbildung.



**Bild 3: Größte Chemie-Nationen der Welt (nach Umsatz in Milliarden Euro)**

Mit jedem Kollegiaten werden an jeder beteiligten Universität individuelle interdisziplinäre Promotionsprojekte festgelegt, wobei die Kollegiaten für ihre Promotionsarbeit jeweils von einem Korreferenten des Partnerlandes unterstützt werden. Die Themenauswahl ist dabei so zu treffen, dass in einzelnen Promotions die zentralen Forschungsinteressen der beteiligten Hochschullehrer verknüpft werden.

Der Aufbau einer Juniorgruppe, bestehend aus Studenten vor dem Diplomabschluss, die sich in Projektarbeiten schon frühzeitig in wissenschaftliche Aufgabenstellungen einarbeiten, sich zeitweise an den Aktivitäten des Studienprogramms, Exkursionen, Workshops und den Forschungsaufhalten an den Partnerinstituten beteiligen, erhöht die Motivation und Arbeitsintensität in den Arbeitsgruppen wesentlich. Die Nachfrage zur Beteiligung ist groß.

Diese internationale, interdisziplinäre Zusammenarbeit eröffnet Möglichkeiten zu einer ungewöhnlich vielseitigen Ausbildung, die gleichermaßen moderne experimentelle und theoretische Aspekte erfasst. Somit wird einer nur einseitigen, sehr spezialisierten Ausbildung entgegengewirkt. Das Lehrangebot reicht weit über die an den beteiligten Hochschulen gegebenen Möglichkeiten hinaus und eröffnet den Kollegiaten mit gemeinsamen Blocklehrveranstaltungen, Workshops, Exkursionen in die chemische Industrie, Gastvorträgen eingeladener Wissenschaftler und aktivem Besuch (Poster- und Vortragsbeiträge) von internationalen Tagungen eine vertiefte Ausbildung auf einem zukunftsorientierten Gebiet. Das Studienprogramm, das alle Kollegiaten, Postdocs und zeitweise die Forschungsstudenten der beteiligten Universitäten gemeinsam absolvieren, umfasst die in der folgenden Grafik zusammengefassten sehr vielfältigen Ausbildungskomponenten.



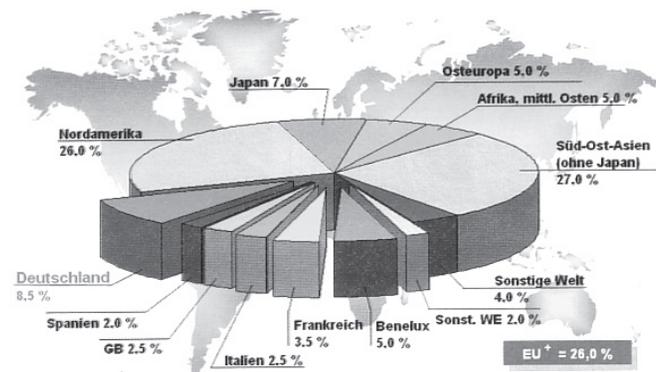
**Bild 4: Studienprogramm**

Alle am Graduiertenkolleg beteiligten Hochschullehrer, Postdocs und Habilitanden sind unter Nutzung aller Potenzen der jeweiligen Institute in die erfolgreiche Durchführung des Studienprogramms eingebunden. Zur Schulung der Vortrags- und Posterpräsentation in englischer Sprache sowie der Nutzung notwendiger Hilfsmittel wie Power Point-Darstellungen werden unter Verwendung von Multimediawerkzeugen Schulungsveranstaltungen in kleinen Gruppen (4 bis 6 Personen) durchgeführt. Die Erfolgskontrolle mit kritischer Auswertung erfolgt im nachfolgenden Workshopvortrag.

Das zentrale Anliegen des seit 2000 erfolgreich durchgeführten EGS richtet sich auf eine intensive Bearbeitung aktueller Fragestellungen der radikalischen Polymerisation.

Radikalische Polymerisationen sind von außerordentlicher weltweiter technischer Bedeutung, so dass für die Absolventen des Kollegs sehr gute Entwicklungsmöglichkeiten in der Industrie gesehen werden.

Weltweit werden ca. 200 Mio. t Kunststoffe produziert, davon allein in Deutschland 8,5 % (16,8 Mio. t) und in der EU 26 %. Damit liegt die EU weltweit mit an vorderster Stelle. Die radikalische Polymerisation ist bei der Produktion polymerer Werkstoffe die weitaus wichtigste Polymerisationsart.



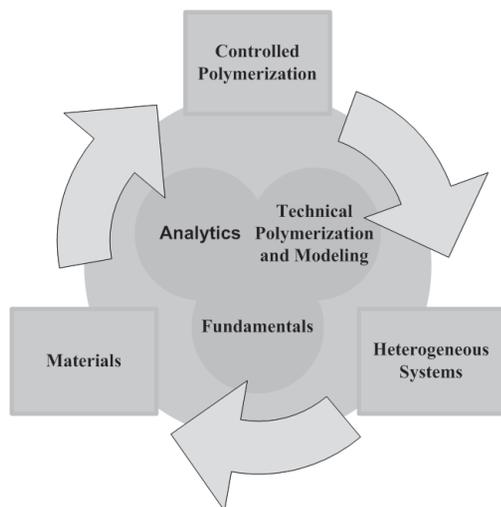
**Bild 5: Kunststoffweltproduktion**

In den letzten Jahren hat sich eine Vielzahl kontrollierter radikalischer Polymerisationsarten, die zur Synthese sehr komplexer Polymerarchitekturen ►

herangezogen werden können, sprunghaft entwickelt. Das Innovationspotential zur Materialentwicklung dieser neuartigen Polymerisationsmethoden, gekoppelt mit verschiedenen reaktionstechnischen Aspekten, wie Einsatz von speziellen Lösungsmitteln (z. B. CO<sub>2</sub>, ionische Flüssigkeiten), von Emulsionspolymerisation, von Ultraschall und Kombination verschiedener Polymerisationsarten, ist sehr groß und erfordert noch hohen Forschungsaufwand.

Die gemeinsamen Forschungsaktivitäten im EGS sind geeignet, koordinierte Beiträge zur Kinetik, zu Struktur- Eigenschaftsbeziehungen und zur Materialentwicklung zu erarbeiten.

Wir haben unsere Arbeiten auf Schwerpunkte konzentriert und bearbeiten sie in interdisziplinären Arbeitsgruppen.



**Bild 6: Forschungsschwerpunkte im EGS**

In zahlreichen Publikationen, Vorträgen und Postern auf internationalen Tagungen haben die Doktoranden und Postdocs ihre wissenschaftlichen Ergebnisse vorgestellt. Die Zahl der gemeinsamen Veröffentlichungen auf der Basis der Zusammenarbeit in den interdisziplinären Arbeitsgruppen ist stark ansteigend.

Die Kollegiaten und Postdocs kommen aus den Niederlanden, Deutschland, Kolumbien, Russland, Kamerun, Slowakische Republik, Tschechische Republik, Frankreich, Indien, Großbritannien, Australien, Rumänien, Mazedonien, Korea usw.. Die Ausbildung und Zusammenarbeit erfolgt in englischer Sprache.

Der erfolgreiche Abschluss der ersten Kollegiaten (11 in Eindhoven, 8 in Clausthal und 3 in Göttingen) und ihr schneller Wechsel, vorwiegend in die industrielle Forschung, dokumentieren den Erfolg unseres EGS. Die Absolventen unseres Graduiertenkollegs fanden große Akzeptanz in der chemischen Industrie; allein in der BASF haben fünf ehemalige Graduierte (2 aus dem Institut für Technische Chemie in Clausthal und 3 aus Eindhoven) nach Abschluss ihrer Dissertation ihre Arbeit in der Forschung aufgenommen. Zwei unserer Absolventen kehrten sofort in ihre Heimatländer zurück.

Für den Zeitraum 2006 bis 2008 haben wir bei der DFG und dem NWO einen Verlängerungsantrag gestellt und hoffen sehr auf eine weitere Förderung unseres erfolgreichen interdisziplinären und internationalen Promotionsstudiums.

Wir glauben, in Europa trägt eine solche Kooperation nicht nur zur Schaffung neuer Studienformen, sondern auch zu einer effizienten und wirksamen Nutzung der wechselseitigen Kompetenzen und damit zur strukturellen Gestaltung des Europäischen Forschungsraums einer neuen Generation bei.

*Prof. Dr. Gudrun Schmidt  
Institut für Technische Chemie  
Erzstraße 18  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Tel.: 05323/72-2036  
Fax: 05323/72-3655*

# We test bearings. Who else?

In our most advanced dynamic load bearing test centre for large size combustion engine bearings.

**Bearing Test Bench – Main Parameters**

Test bearing dia  
standard 200 mm  
maximum 280 mm

Test bearing width  
standard 80 mm  
maximum 110 mm

Test load maximum  
vertical 2000 kN  
horizontal 800 kN

Load cycle  
maximum 1000 1/min

Shaft speed  
maximum 2000 rpm

Simulation of  
real 4-stroke and  
2-stroke load cycles

ZOLLERN BHW Gleitlager GmbH+Co. KG Alte Leipziger Straße 117-118  
38124 Braunschweig Phone +49 531 2605-0 (Fax -300)  
www.zollern-bhw.de Service@zollern-bhw.de

# Bemessung von Eisenbahnfahrwerken

## KOLLOQUIUM AM INSTITUT FÜR MASCHINELLE ANLAGENTECHNIK UND BETRIEBSFESTIGKEIT

*Von Alfons Esderts und Kai Lütkepohl*

Obwohl Clausthal-Zellerfeld eine der wenigen Universitätsstädte, wenn nicht gar die einzige ohne Gleisanschluss ist, fand am 18. und 19. November 2004 ein Kolloquium zum Thema „Bemessung von Eisenbahnfahrwerken“ statt. Die Veranstaltung fand in einer hervorragend geeigneten Umgebung, dem Kuppelsaal der Aula der TU Clausthal, statt.

Hintergrund des Kolloquiums war der erfolgreiche Abschluss eines mehrjährigen Forschungsvorhabens, welches federführend vom Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (IMAB) betreut wurde. Neben diesem abgeschlossenen Projekt sind weitere aktuelle Fragestellungen aus dem Bereich der Bemessung und des Betriebes von Eisenbahnfahrwerken vorgestellt und diskutiert worden. Im Auditorium trafen sich Fachleute aus Wissenschaft, der Schienenfahrzeugindustrie, der Eisenbahnverkehrsunternehmen und nicht zuletzt der Zulassungsbehörde.

Der wissenschaftliche Leiter des Forschungsvorhabens „Sichere und wirtschaftliche Bemessung von Eisenbahnfahrwerken“, Prof. Dr. Zenner (IMAB, TU Clausthal), erläuterte in seinem Einführungsvortrag die Ziele des Forschungsvorhabens. Dabei ging er auf die einzelnen Punkte wie Lastannahme, Normen, Bemessungskonzepte, moderne Werkstoffe und Überwachungsmöglichkeiten ein.

Dr. Thomasch vom Eisenbahnbundesamt (EBA) übernahm freundlicherweise den Anschlussvortrag, in dem er die Anforderungen an die Bemessung von Eisenbahnfahrwerken aus der Sicht der Zulassungsbehörde präziserte. Hier wurden die Anforderungen aufgrund sowohl der nationalen als auch der europäischen Regelwerke erläutert. Dabei wurde ausführlich auf die Verfahrensweise der Zulassungen nach EG-Richtlinien eingegangen. Anschließend



Das Auditorium

wurde auch in diesem Vortrag der Schwerpunkt auf die betriebssichere Bemessung von Radsatzwellen gelegt.

Nach diesen Gesichtspunkten der Aufsichtsbehörde folgten anwendungsorientierte Erfahrungen, vorgestellt durch Vertreter der Bahn und der Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH. Dabei stellte Herr Koch (DB AG) die Strategie der Bahn, d.h. verschiedene Inspektions- bzw. Wartungsarbeiten zu unterschiedlichen Zeitpunkten des „Fahrzeuglebens“ vor. Es werden sowohl die Laufleistung als auch die Laufzeit der einzelnen Fahrzeuge produktspezifisch berücksichtigt. Als Prüfverfahren werden die Ultraschallprüfung, die Magnetpulverprüfung, die Wirbelstromprüfung sowie die Prüfung der geometrischen Abmessungen eingesetzt. Des Weiteren wurde schematisch dargestellt, dass auch im Betrieb der Fahrzeuge bzw. der Fahrzeugkomponenten gemachte Erfahrungen wieder in Neu- oder Verbesserungskonstruktionen einfließen müssen, um einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten zu können. Neben den Prüfmethoden und Verfahren zur Fehlererkennung wurde auch auf die unterschiedlichsten Versagensursachen im Betrieb eingegangen, wie z.B. mechanische Kerben durch Steinschlag oder Laufflächenschäden.

Den zweiten Teil der betrieblichen Erfahrungen stellte Herr Ehemann (Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH) mit seinen Beiträgen aus dem Bereich des Nahverkehrs am Beispiel von Karlsruhe vor. Zunächst wurden die Randbedingungen, d.h. das Streckennetz in Karlsruhe, die Anforderungen durch die Kunden und die Fahrzeuge, kurz erläutert. Im Rahmen der Erläuterungen zur Instandhaltung wurden verschiedene technische Regelwerke miteinander verglichen und die hieraus resultierenden Aufgaben abgeleitet. Auch die unterschiedlichen Richtlinien bezüglich des Betriebes auf DB-Netz und eigenen Nahverkehrsstrecken wurden erläutert. Durch die veränderten Kundenwünsche, aber auch durch Richtlinien, sind die Anforderungen an ein Fahrzeug im Bereich der Straßenbahnen gestiegen. Die hieraus resultierenden Aufgaben wurden dem Auditorium verdeutlicht. Den Abschluss dieses Vortrages bildete eine Vorstellung der VDV-Mitteilung 1503 und deren Fortführung.

Im Anschluss an die Betriebserfahrungen aus den unterschiedlichen Einsatzbereichen von Radsätzen folgte mit dem Vortrag von Herrn Hintze (DB AG) ein Beitrag, der die Prüfung der Radsätze näher erläuterte. Die Überwachung von Radsätzen im Rahmen der Instandhaltung wurde speziell am Beispiel der zerstörungsfreien Prüfung mittels Ultraschall verdeutlicht. Um die Sicherheit weiter zu erhöhen, ohne dass hieraus eine Kostenerhöhung folgt, sind mechanisierte Prüfverfahren erforderlich. Zur Festlegung geeigneter Prüfzyklen sind sowohl theoretische, d.h. bruchmechanische Bewertungen, als auch experimentelle Betrachtungen erforderlich.

Die anschließende Mittagspause wurde von den Teilnehmern genutzt, um Detailfragen zu den vorangegangenen Beiträgen mit den Vortragenden genauer zu erörtern bzw. zu klären. Neben den Diskussionen mit den Vortragenden bot die Pause auch eine ideale Gelegenheit, um mit Kollegen aus ▶

anderen Einrichtungen und Firmen Erfahrungen auszutauschen. Ein solcher Erfahrungsaustausch ist im Bereich der Bahnindustrie möglich, da sich die Teilnehmer untereinander bereits vor dem Kolloquium bekannt waren. Nach der Mittagspause gab Herr Villmann (Radsatzfabrik Ilsenburg GmbH) einen Überblick über die europäischen Regelwerke zur Entwicklung und zur Herstellung von Radsätzen. Dabei wurde besonders auf das Ziel einer einheitlichen Spezifikation für den europäischen Markt hingewiesen. Wichtig für derartige Spezifikationen ist neben dem aktuellen Stand der Technik auch, dass die Möglichkeit besteht, zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen. Zunächst wurden die Organisationsstruktur der europäischen und nationalen Gremien dargestellt und frühere Regelwerke erläutert. Anschließend wurde auf die europäischen Normen eingegangen und der derzeitige Status bezüglich der Wirksamkeit klargestellt. Den Abschluss des Vortrages bildete ein Ausblick auf neue Normungsvorhaben zur Instandhaltung und des technischen Zulassungsverfahrens von Rädern.

Nach diesem informativen Vortrag über die Normung stellte Herr Traupe (IMAB) die Ergebnisse einer vierjährigen Forschungsarbeit vor. Das Vorhaben befasste sich mit dem Thema „Sichere und wirtschaftliche Auslegung von Eisenbahnfahrwerken“. Zunächst wurde ein Konzept zur Bildung zuverlässiger Lastannahmen vorgestellt. Hierzu wurde am Beispiel einer Radsatzwelle die Beanspruchung theoretisch betrachtet und mit Messungen verglichen. Einflussfaktoren, wie z.B. die Streckenart oder die Achsfahrmasse, sind dabei zu berücksichtigen und mit Hilfe eines Einsatzspiegels zu einer zuverlässigen Lastannahme zusammenzuführen. Im zweiten Teil seines Vortrages ging Herr Traupe dann auf die Besonderheiten von Presssitzen ein und zeigte die Ergebnisse der experimentellen Arbeiten. Neben einem Abschätzungskonzept wurde noch ein Vergleich von Dauerfestigkeits- und Betriebsfestigkeitsnachweis gezeigt, ein Sicherheitskonzept vorgestellt und

mit den bisherigen Konzepten verglichen. Als Ergebnisse der Arbeiten präsentierte Herr Traupe dem interessierten Auditorium, dass Messergebnisse in rechnerische Lastannahmen überführt werden können. Eines der wichtigsten Ergebnisse ist die Feststellung, dass die lokalen Spannungen höher liegen, als dies bis zum jetzigen Zeitpunkt erwartet wurde, dass aber für Standardgeometrien eine Methode zur einfachen Abschätzung der Formzahlen existiert. Für ein Nachweiskonzept muss, je nach Beanspruchung, ein Dauer- oder Betriebsfestigkeitsnachweis geführt werden. Der abschließende Ausblick verwies auf entsprechende Verwendung der Ergebnisse in Normen, auf erweiternde Messungen im Bereich des Nahverkehrs und auf die besondere Berücksichtigung von Presssitzen, die zum heutigen Zeitpunkt noch nicht ausreichend untersucht worden sind.

Den letzten Vortrag an diesem ersten Tag hielt Herr Prof. Dr. Hanselka (LBF-Darmstadt), der das Auditorium über die Philosophie des Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF) zum Thema betriebsfeste Auslegung von modernen Radsätzen in Kenntnis setzte. Den Schwerpunkt legte der Vortragende auf die Räder von Schienenfahrzeugen. Die generelle Vorgehensweise für einen Festigkeitsnachweis von Schienenfahrzeugrädern wurde wie folgt vorgestellt: Erstens eine Lastannahme, zweitens eine rechnerische und experimentelle Spannungsanalyse mit anschließender Bewertung und abschließend ein Betriebsfestigkeitsversuch inklusive Bewertung. Zu Beginn wurden den Zuhörern einige Schadensfälle an Radreifen vorgestellt und deren Ursachen herausgestellt. Hierbei wurden auch verschiedene Bauformen von Rädern gezeigt. Neben den Grundlagen der Lebensdauerermittlung wurden auch Ausführungen zur abnehmenden Sicherheitsspanne im Betrieb vorgestellt. Den Abschluss des Vortrages bildete die Vorstellung eines experimentellen Betriebsfestigkeitsnachweises auf dem Radsatzversuchsstand des LBF. ▶

## Wir arbeiten an einer bewegten Zukunft

Auch für Sie. Denn Bewegung ist unser Geschäft, ein Geschäft, in dem man nur Erfolg haben kann, wenn man in Bewegung bleibt und sich weiterentwickelt: In der eigenen Arbeit, im Team, im Unternehmen. Profitieren auch Sie von unserer Internationalität und unseren zahlreichen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten. Lassen Sie uns gemeinsam etwas bewegen!

Unsere aktuellen Stellenangebote und unser Bewerberformular finden Sie unter: [www.siemens.com/ts/jobs\\_karriere](http://www.siemens.com/ts/jobs_karriere)

**SIEMENS**

efficient rail solutions

TH 369-050210-170-467 A1 9100-V950-F102

Der fachliche Teil des ersten Tages endete mit einer Podiumsdiskussion, in der das Auditorium die Möglichkeit hatte, Fragen zu erörtern, die entweder in den Diskussionen nicht direkt im Anschluss an die Vorträge auf Grund der Zeit beantwortet werden konnten, oder die in einem größeren Teilnehmerkreis diskutiert werden sollten. Auf Grund des regen Interesses und der vielfältigen Anregungen wurde die angesetzte Diskussionszeit von einer halben Stunde um etwas mehr als das Doppelte überschritten. Dem weiteren Verlauf der Veranstaltung wirkte dies jedoch nicht entgegen, da ohnehin eine Pause bis zum gemeinsamen Abendessen im Kuppelsaal eingeplant worden war. In dieser Pause konnten sich die Teilnehmer entweder auf den Abend vorbereiten oder, wie von einer interessierten große Gruppe wahrgenommen, an einer Führung durch die Versuchshalle des Institutes für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit teilnehmen. Hier wurden durch die Mitarbeiter des Instituts Fragen zu Aufgaben und Möglichkeiten der Einrichtung beantwortet. Um den hier begonnenen Dialog nicht wegen zeitlicher Überschneidungen zu begrenzen, standen die Mitarbeiter auch im weiteren Verlauf des Abends für Fragen zur Verfügung. Nach einem Sektempfang wurde das reichhaltige Buffet, geliefert von der Mensa der TU Clausthal, eröffnet und hiermit der Rahmen für weitere Gespräche bereitgestellt. Den Abschluss der Abendveranstaltung bildete eine alte Clausthaler Tradition, der Mitternachtsschrei mit anschließendem Steigerlied.

Der zweite Tag des Kolloquiums wurde mit einer interessanten und ausführlichen Begrüßung der Teilnehmer durch den Präsidenten der TU Clausthal, Herrn Prof. Dr. Brandt, eröffnet. Dabei erörterte der Präsident sowohl inhaltliche als auch hochschulpolitische Fragestellungen, welche die Zusammenarbeit der Hochschule mit der Industrie betreffen.

Mit dem ersten Fachvortrag des zweiten Tages wurde von Herrn Dr. Büter (LBF-Darmstadt) das letzte Thema des ersten Tages, modernen Radsätze, erneut aufgegriffen, indem er dem Auditorium über das EU-Projekt Hiper Wheel berichtete. Für dieses Projekt wurden Betriebslasten auf dem italienischen Streckennetz ermittelt. Außerdem wurden während der Messfahrten Lärmmessungen durchgeführt, um auch diesen Aspekt bei der Entwicklung eines Aluminium-Stahl-Hybridradsatzes zu berücksichtigen. Der neu entwickelte Prototyp wurde anschließend auf dem Radsatzversuchsstand unter Betriebslasten getestet.

Das in den vorherigen Vorträgen häufiger verwendete Thema der Lastannahme wurde von Herrn Dr. Moser (TU Graz / Siemens Graz) detaillierter aufgearbeitet. Hierbei ging es im Wesentlichen um „Neue Wege zur Lastannahme für Schienenfahrzeuge“, wobei einleitend zunächst die bisher gültige Form der Lastannahme anhand der Vorgehensweise bei der Firma Siemens kurz erläutert wurde. Die Anforderungen an ein neues Konzept zur Lastannahme wurden mit den folgenden Schwerpunkten definiert: Es muss sichergestellt sein, dass der Betriebseinsatz vollständig abgedeckt ist und dass das Konzept für alle Bauteile im Fahrwerk gültig ist. Abgeschlossen werden die Anforderungen durch Forderung nach Transparenz für Abnahme und Zulassung.

Die Erstellung Synthetischer Lastannahmen mit Hilfe von Mehrkörpersystemen (MKS) stellte Herr Dr. Füser (ALSTOM LHB GmbH) den Zuhörern am Beispiel von Gummi-Metall-Bauteilen vor. Die Zerlegung des realen Fahrzeugs in ein Mehrkörpersystem, bestehend aus Koordinatensystemen, Körpern, Kraftelementen etc., leitete eine Einführung in die Grundlagen der Simulation ein. Dabei wurden sowohl mathematische wie auch geometrische Details (z.B. Bestandteile eines Bogens) erläutert. Die Umrechnung der Systemantworten in ein Wegsignal bereiteten den Abschnitt über die Erstellung bzw. Zusammenstellung von Kollektiven vor. Die abschließenden Betrachtungen am Beispiel eines Querpuffers verdeutlichten die theoretischen Einleitungen für die Zuhörer. Als Fazit stellte Herr Dr. Füser dem Auditorium eine positive Bewertung der MKS-Systeme im Bezug auf deren Verwendbarkeit zur Ermittlung von Belastungsverläufen aus Lastanregungen vor. Durch Simulationen kann ein Lebensdauerbelastungskollektiv erstellt werden, und Gleislagefehler können mit Hilfe der Leistungsspektraldichte quantifiziert werden.



Die Abendveranstaltung

Mit dem Vortrag von Herrn Dr. Hug (SincoTec, Clausthal-Zellerfeld) über die Prüfmethode von Schienenfahrzeugradsätzen wurde auch dem Bedarf an einer ausführlichen Erläuterung dieses für den wirtschaftlichen und sicheren Betrieb wichtigen Aspekts Rechnung getragen. Rückblickend, von den Anfängen der Versuche zur Bauteilermüdung, zeigte dieser Vortrag wichtige Aspekte unterschiedlicher Prüfkonzepte und Prüfeinrichtungen. Detailliert wurde der Prüfstand, der im Forschungsvorhaben „Sichere und wirtschaftliche Bemessung von Eisenbahnfahrwerken“ zur Anwendung kam, beschrieben. Hierbei wurden sowohl die Anforderungen an den Prüfstand erläutert als auch Versuche ausgewertet und die Ergebnisse vorgestellt. Der Vortrag endete mit einem Zitat von August Wöhler (1870), einem der Pioniere der Betriebsfestigkeit:

*„Das Feld der experimentellen Versuche ist fast unerschöpflich, aber wenn zunächst das Wesentliche herausgehoben wird, kann man in nicht zu langer Zeit so viel erreichen, als nötig ist, um bei großen Bauwerken aus Eisen einen gleichmäßigen Sicherheitsgrad ihrer einzelnen Teile festzustellen, womit dann gleichzeitig der Materialaufwand auf ein Minimum gebracht ist.“*

Sowohl experimentelle als auch rechnerische Überprüfungen von Konstruktionen sind nur möglich, wenn im Vorfeld ermittelt werden konnte, welche Belastungen im Betrieb wirken. Am Beispiel von zwei Messfahrten im Nahverkehr, in Karlsruhe und Hamburg, wurde dieses Thema von Herrn Otten (IMAB, TU Clausthal) anschaulich erörtert. Einleitend wurde dem Auditorium zunächst deutlich gemacht, aus welchem Grund die Belastungen im Nahverkehr von denen im Bereich der Vollbahnen abweichen. Die Netze, auf denen die entsprechenden Fahrzeuge eingesetzt werden, sind durch spezifische Beanspruchungen gekennzeichnet, die sich von denen anderer Städte unterscheiden. Somit ergeben sich für die beiden untersuchten Strecken zwei verschiedene Kollektive. Es konnte außerdem festgestellt werden, dass sich die Höhe der Achsfahrmasse je nach Streckenart unterschiedlich auswirkt und somit die Kenntnis der spezifischen Eigenschaften von einzelnen Inselnetzen für die Lebensdauerabschätzung erforderlich ist. Am Beispiel einer künstlich eingebrachten Flachstelle an einem der Messfahrzeuge wurde abschließend der Einfluss von Sonderereignissen dargestellt.

Der Abschlussvortrag von Prof. Dr. Esderts (IMAB, TU Clausthal) stellte zugleich einen Ausblick für zukünftige Forschungsvorhaben dar; denn an das bereits erwähnte BMBF-Vorhaben schließt sich ein Folgevorhaben an. Prof. Dr. Esderts konnte dem Auditorium mit großer Zuversicht verkünden, dass die Bewilligung des Vorhabens in nächster Zukunft stattfinden werden würde und somit auch ein „Sicherer und wirtschaftlicher Betrieb von ▶

Eisenbahnfahrwerken“ untersucht werden kann. Um auch den Anforderungen an einen europäischen Markt gerecht zu werden, wird das neue Vorhaben, welches zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Artikel bereits begonnen hat, als deutsch-französische Kooperation durchgeführt. Zielsetzung des Vorhabens ist es, – in Abhängigkeit von Belastung, Geometrie und Werkstoff – die Überwachungsintervalle so zu wählen, dass ein Riss bis zum nächsten Überwachungszeitpunkt mit ausreichender Sicherheit nicht zu einem Versagen der Welle führen kann. Neben Messungen an weiteren Verkehren sollen grundlegende Werkstoffkennwerte zur bruchmechanischen Bewertung ermittelt und Prüfverfahren bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit unter realen Bedingungen untersucht werden. Eine experimentelle Validierung an Bauteilen in Originalgröße soll das Berechnungskonzept absichern.

Mit einem kurzen Abschlussresümee zur Veranstaltung entließ Professor Esderts die Teilnehmer in einen Imbiss und das anschließende Wochenende. Die schon während der Veranstaltung geäußerten Aussagen zum Erfolg des Kolloquiums wurden auch in späteren Gesprächen bestätigt. Eine Fortsetzung dieser ersten Fachtagung zur Bemessung von Eisenbahnfahrwerken ist bereits geplant.

*Prof. Dr.-Ing. Alfons Esderts*  
*Dipl.-Ing. Kai Lütkepohl*  
*Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit*  
*Leibnizstraße 32*  
*38678 Clausthal-Zellerfeld*  
*Tel.: 05323/72-3526 (Esderts)*  
*05323/72-2156*  
*Fax: 05323/72-3516*

Sicherheit und mehr ...

Genießen Sie Immunität.



Innovative und effiziente Security-Lösungen  
für die Abwehrkraft Ihrer IT-Systeme.

[www.antivir.de](http://www.antivir.de)

# Konstruktionsmethodik als Exportschlager

## KONTINUIERLICHE KOOPERATION MIT SÜDOSTASIEN

Von Carsten Düsing, Dirk Müller, Günter Schäfer

Im Rahmen zweier Projekte der Programmkomponente Asia IT&C der Europäischen Union konnte sich das Institut für Maschinenwesen der Technischen Universität Clausthal an dem Kooperationsprogramm mit Asien beteiligen und baut so die Auslandskontakte der Hochschule kontinuierlich aus. In diesem Artikel soll zum einen ein Überblick über die in dem bereits abgeschlossenen Projekt APoST – Advanced Product Support Technologies Network durchgeführten Aktivitäten gegeben werden, zum anderen soll durch eine Kurzbeschreibung des derzeit laufenden Folgeprojektes EAPSTRA – Eur-Asian Network for Product Lifecycle Support & Training ein Ausblick auf weitere Möglichkeiten der Zusammenarbeit in der Zukunft gegeben werden.

Die Projektkonsortien beider Projekte sind auf der europäischen Seite zusammengesetzt aus dem Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal (IMW), dem Manufacturing Engineering Centre in Cardiff/Wales (MEC) und der University of Patras/Griechenland (UP). Die südostasiatischen Partner sind die King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand (KMUTT), sowie die Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Malaysia (UTM).

Ziel dieser Projekte im allgemeinen ist es, eine engere Kooperation der europäischen Forschung mit den Forschungseinrichtungen der asiatischen Partner zu erreichen. Die Europäische Union ist sich des Potentials des asiatischen Marktes durchaus bewusst und versucht auf diesem Wege über Forschungs-, Lehr- und Ausbildungskooperationen neben der amerikanischen Präsenz auch einen gewissen Zugriff auf den asiatischen Markt zu erzielen und diesen von europäischer Wertschöpfung zu überzeugen.

Während der zweijährigen Projektlaufzeit des APoST-Projektes wurden die folgenden wesentlichen Aktivitäten durchgeführt, um die Kooperation zwischen den einzelnen Ländern zu verbessern.

- In Bangkok und Johor Bahru wurde jeweils ein TDC (Technology Demonstration Center) errichtet. Dort werden Machbarkeitsstudien von Virtual-Manufacturing- (VM) und Rapid-Prototyping-Projekten innerhalb der entsprechenden Länder durchgeführt. Sie dienen als Anlaufstellen für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sowie für andere akademische Einrichtungen. Diese können sich dort mit Rat und Information über die zuvor erwähnten, fortschrittlichen Konzepte zur Produktentwicklung und -fertigung versorgen.
- Zwei Pilotanwendungen in den oben angegebenen Bereichen wurden durchgeführt. In Thailand wurde mit Unterstützung der University of Patras eine Konzeptstudie zur Verbesserung und Erweiterung einer Fahrradlackierstraße mit Hilfe einer virtuellen Robotersimulation durchgeführt. In Malaysia wurde ein praktischer Anwendungsfall der Lasersintermethode Rapid Prototyping in Zusammenarbeit mit der Cardiff University und der TU Clausthal durchgeführt.
- Anhand dieser Beispielanwendungen konnte das Bewusstsein asiatischer Klein- und mittelständischer Unternehmen für die Möglichkeiten dieser Methoden und deren praktische Anwendbarkeit gesteigert und deren

Anwendung demonstriert werden. Ebenso konnte dadurch das Potential dieser Methoden explizit illustriert werden.

- Das Projekt endete offiziell im Dezember des Jahres 2003 und schloss mit jeweils zwei Workshops in Thailand und Malaysia, wo die Ergebnisse vorgestellt wurden sowie Wissen in der Konstruktionsmethodik vermittelt wurde. Im September 2003 wurden die ersten beiden dieser Workshops, je einer in Thailand und Malaysia, durchgeführt. Der folgende Abschnitt soll kurz darüber berichten.

### Durchführung der Workshops

Die Ziele des Förderprogramms Asia IT&C der Europäischen Union sind sehr stark fokussiert auf die Einführung und Anwendung von Informations- und Telekommunikationstechnologien in Asien. Ebenso ist das APoST Projekt sehr stark technologieelastig in den Bereichen des Virtual Manufacturing und des Rapid Prototyping. Die wesentliche Frage, welche sich einem dabei jedoch offenbart ist die, ob gerade mit hochtechnologischen Disziplinen nicht am eigentlichen Ziel, der Weiterbildung der asiatischen Partner und der Erschaffung von Kooperationen mit den asiatischen Staaten, vorbeigeschossen wird. Da das IMW schon seit jeher intensive Auslandsbeziehungen pflegt, zum Beispiel mit China, Mexiko, Panama und Guatemala, wurde uns sehr schnell bewusst, dass der hier gewählte Ansatz, mit hochtechnologischen Kanonenkugeln auf Spatzen zu schießen, eigentlich nicht zu dem erwünschten Erfolg führen kann. Des Weiteren stellt sich hier auch die Frage der Nachhaltigkeit, die insofern nicht gegeben zu sein scheint. Demnach müsste es viel sinnvoller sein, zunächst die Grundlagen für ein methodisches Konstruieren zu schaffen, bevor man mit den technologischen Anwendungen operiert.

Die Delegation des IMW, Dr. Günter Schäfer und Carsten Düsing, flog im September 2003 nach Südostasien, um den Partnern in Thailand und Malaysia die Grundzüge des methodischen Konstruierens näher zu bringen. Mit einer großen Anzahl an Folien zu diesem Thema sollten die beiden Workshops bereichert werden. Es wurden jeweils zwei parallele Sessions durchgeführt: Die eine Session beschäftigte sich mit Virtual Manufacturing und Rapid Prototyping, in der parallelen Session wurde über die Konstruktionsmethodik referiert. Durch die Aufteilung der Workshops in Technologie und Grundlagen wurde jedem der anwesenden Teilnehmer die Möglichkeit gegeben, sich entsprechend zu entscheiden.

Schon während der Vortragsreihen ist ein klarer Unterschied zwischen Thailand und Malaysia festzustellen. Ob dieser kulturell bedingt ist, oder sich nur zufällig so darstellt, sei dahin gestellt. Zunächst einmal kann man bei den ca. 60 Teilnehmern der Konstruktionsmethodiksession in Thailand nur noch von einer Art Vorlesung klassischer Art sprechen. Die wichtige eigene Aktivität der Teilnehmer, die einen Workshop charakterisiert, kam dabei zu kurz. Es konnte nur im Nachhinein ein Feedback von den teilnehmenden Universitätsprofessoren in Diskussionen erreicht werden. Problematisch ist dies insbesondere, wenn man geplant hat, dynamische Gruppenübungen, wie zum Beispiel Brainstorming oder ähnliches durchzuführen. Dies scheint ▶

besonders schwierig, wenn man keinen der Teilnehmer dazu bewegen kann, ein Wort zu sagen, geschweige denn eine Idee öffentlich kundzutun. Wie schön die Idee der interaktiven Lehre von unserer Position auch sein mag, so impraktikabel scheint sie auf einmal in Thailand zu werden. Hier bietet es sich definitiv an, bei den klassischen Methoden der Lehre zu bleiben, einem richtigen Vortrag und eventuell einer anschließenden (vielleicht schriftlichen) Überprüfung des Erfolges und der Wissenserfassung in Folge des Vortrages. In jedem Falle ist eine solche Veranstaltung ein Schritt in die richtige Richtung. Und mit jedem dieser Schritte kommen wir der tatsächlichen Zusammenarbeit ein wenig näher, mehr jedoch durch gegenseitiges Verständnis der anderen Kulturen als durch die Lehre in hochtechnischen Gebieten.

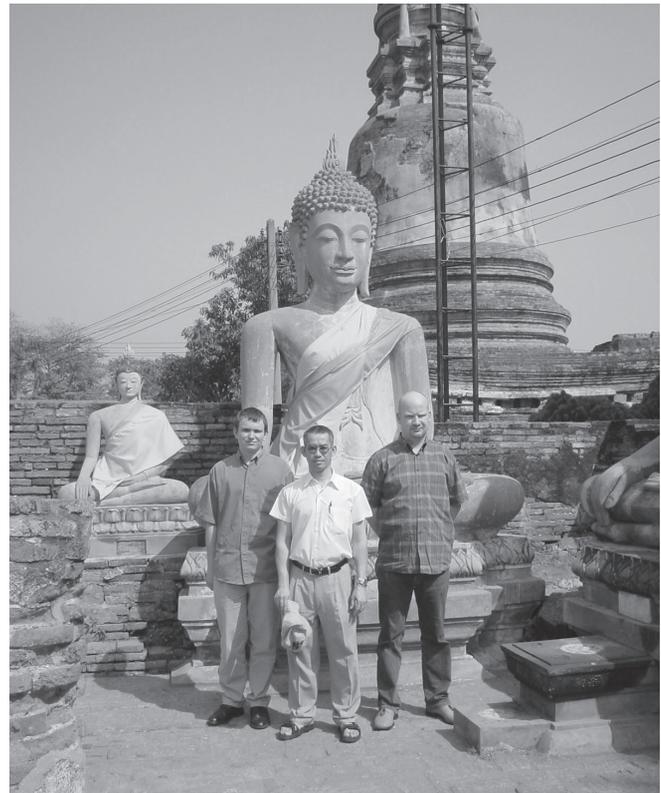
Diese hier gemachte Erfahrung erstaunt einen jedoch umso mehr, wenn man es mit dem entsprechenden Workshop in Malaysia vergleicht. Zunächst einmal fand die Veranstaltung in einem deutlich kleineren Rahmen von ungefähr 15 Teilnehmern statt. Fast alle dieser Teilnehmer waren graduiert. Einige waren Vertreter der lokalen Industrie Kuala Lumpurs, andere Absolventen oder Professoren der lokalen Hochschulen. Der Ablauf dieses Workshops lief tatsächlich wie erwartet ab, d. h. ähnlich einer solchen Veranstaltung in Deutschland. Die Teilnehmer sind ebenfalls sehr aufmerksam und fallen früh durch Zwischenfragen auf, sollten sie etwas nicht verstanden haben. Die Arbeit in Gruppen erfolgt recht ruhig und koordiniert und mit respektablen Ergebnissen. Insbesondere gegen Ende der Veranstaltung kommen immer öfter Anforderungen, den bearbeiteten Stoff mit praktischen Beispielen aus der Industrie zu erläutern. In Summe kann man sagen, dass es gelungen ist, die Grundlagen des methodischen Konstruierens, beginnend mit der Anforderungsliste, über Funktionsstrukturen und -hierarchien bis hin zu ersten Methoden der systematischen Lösungsfindung, durchaus positiv zu vermitteln.

**Landschaft, Klima, Sehenswürdigkeiten und Kulinarika**

Es ist wohl nahe liegend, dass diese Länder mit ihren unterschiedlichen Kulturen und Einwohnern sowie ihren exponierten Lagen auf dem Globus deutlich mehr zu bieten haben als die Möglichkeit des Imports von Konstruktionsmethodik.

Zunächst einmal rebellieren die Atemorgane des Mitteleuropäers bei der Landung in Bangkok, denn die gefühlten 38°C und 100% Luftfeuchtigkeit in Kombination mit einem dauernden Smog und dem Jetlag machen die Bewegung an der freien Luft nicht zur Freude. So ist es einem umso mehr verständlich, dass sich viele Thailänder in der Hauptstadt wenn möglich in klimatisierten Gebäuden aufhalten. Sollte man jedoch einmal die Gelegenheit finden, sich für einen oder zwei Tage aus der Hauptstadt Thailands zu entfernen und sich in das Hinterland wagen, so kann dieses Land mit außergewöhnlichen Reizen aufwarten. Der Besuch der alten Stadt mit ihren unzähligen Tempeln und Buddhastatuen (**Bild 1**) übt einen besonderen Reiz aus.

Eine andere Attraktion Thailands, die jedoch genauso auch für Malaysia zutrifft, sind die kulinarischen Genüsse, denen man sich nur allzu gern und oft hingibt. Insbesondere die Lage der Länder zwischen Indischem Ozean und Südchinesischem Meer lässt auf der Tafel niemals frische Früchte aus dem Meer vermissen. Es ist sicherlich sehr erstrebenswert, alle möglichen Gerichte auszuprobieren, aber eines soll hier besondere Erwähnung finden: Tom Yam Kung, oder zu deutsch Riesengarnelensuppe, ist wohl eines der bekanntesten Gerichte Thailands, und viele der Einheimischen verschlingen diese geradezu höllisch scharfe Suppe mit Genuss. Die mitteleuropäische Zunge wird dabei extrem gereizt und ist in der Regel jedoch mit viel Reis und seichten (nicht so extrem gewürzten) Beilagen wieder sehr schnell zu beruhigen. Generell gilt: Training ist alles. Wer schon morgens mit einem Hühnercurry beginnt, der ist abends garantiert nicht mehr aus seiner kulinarischen Fassung zu bringen. Vor einem sei jedoch gewarnt: dem Essen an den zahlreichen kleinen Imbissbuden am Straßenrand. Die hygienischen Verhältnisse können dafür sorgen, dass Sie mit einem gewissen Herrn Montezuma sehr schnell auf „Du und Du“ sind.



**Bild 1: Carsten Düsing in einem Tempel der alten Stadt mit Prof. Kit-tichai Lavangnananda (Thailand) und Dr. Anthony Soroka (Cadiff)**

Die Sehenswürdigkeiten Kuala Lumpurs sind deutlich weniger zahlreich als beeindruckend. Insbesondere die Petronas Twin Towers, die auf der Welt größten Zwillingstürme, können vom Fernsehturm der Stadt, ebenfalls schon eine beeindruckende Höhe, bestaunt werden (**Bild 2**).

Ebenfalls sehr beeindruckend und der Erwähnung bedürftig ist der Vogel-park in Kuala Lumpur, denn in diesem Park können die Vögel unter einem riesigen Netz frei fliegen und der Besucher kann zwischen diesen spazieren, während er genüsslich eine Kokosnuss ausschlüpft. Damit sind auch schon die wesentlichen Sehenswürdigkeiten von Kuala Lumpur beschrieben, die man in gut einem Tag absolvieren kann.

**Weiterführende Kooperation**

Das Nachfolgeprojekt EAPSTRA startete zu Beginn des Jahres 2004, diesmal unter der Leitung des IMW. Der Fokus der ebenfalls zweijährigen Kooperation liegt hier auf dem Aufbau eines Netzwerkes für den Wissenstransfer im Bereich der IT-Unterstützung des Produkt-Lebenszyklus bezüglich fortschrittlicher Technologien und Forschungsergebnisse. In diesem Rahmen werden Techniken aus den Bereichen Künstliche Intelligenz, Intelligente Produkthanleitungen, Computerbasiertes Training sowie Produktdaten-/Lebenszyklus-Management vorgestellt. Im Vordergrund sollen hier natürlich nicht einzelne Programme und Werkzeuge stehen, sondern die Vermittlung der allgemeinen Methodiken und Anwendungsmöglichkeiten der genannten Technologien.

Da es sich beim PLCS (engl. Product Lifecycle Support) um ein umfassendes Geschäftskonzept handelt, das im Ganzen für die asiatischen KMU noch überdimensioniert und fern der Realisierung ist, beschränkt sich die Vor- ▶



**Bild 2: Petronas Twin Towers, Kuala Lumpur**

stellung und Einführung im Projekt auf einzelne Technologien der Domäne. Eine zentrale und leicht einführbare Komponente stellen dabei die sogenannten Intelligenten Produktanleitungen (engl. Intelligent Product Manuals, IPM) dar. IPM integrieren moderne Web- und Multimediatechniken, um dem Anwender eine leicht verständliche und unterstützende Anleitung bzw. Trainingsmaterial zu dem Produkt an die Hand zu geben, die es ihm ermöglicht, Installation, Bedienung und Wartung überwiegend selbständig auszuführen. Als Beispiel für ein Fehleranalyse-System wird die Fuzzy-Fehler-Diagnose (engl. Fuzzy Fault Diagnosis, FFD) angeführt. Ein solches FFD-System bietet eine neuartige Diagnoseform für Fehler mechanischer/technischer Systeme, folgt dem vertrauten Diagnoseprozess von Symptom – Ursache – Regel, und die Wissensbasis ist formell strukturiert und somit einfach zu pflegen. Um die Sicherung und Verwaltung von Produktdaten ab der Entwurfsphase zu realisieren, gehört auch das Produktdaten/Lebenszyklus-Management (PDM/PLM) zur eingebrachten Thematik. Ein solches System stellt eine kollaborative Umgebung für Benutzer dar, um alle produktrelevanten Informationen über den gesamten Produktlebenszyklus zu managen, zu verfolgen und zu überwachen. Eingebettete Funktionen, wie Dokumentenmanagement, Produktstrukturmanagement, Klassifikation, Projektmanagement und Workflowmanagement u. a., unterstützen dies.

Der Erfolg des APoST-Projektes legte einen ähnlichen Aufbau des EAP-STRAS-Projektes nahe. Die fruchtbare Zusammenarbeit der Partnerinstitutionen konnte erfolgreich fortgesetzt werden. Seit dem Kick-off Meeting in Clausthal im Februar 2004 (**Bild 3**) wurden unter anderem eine Markt-

Produktanalyse durchgeführt, die Programmprioritäten festgelegt und die technologischen Demonstrationszentren in Asien erweitert. Somit ist das Projekt im Zeitplan und in der Lage, im zweiten Jahr vor Ort in Asien weitere Workshops und Pilotprojekte mit thailändischen und malaysischen KMU durchzuführen.

Das Online-Netzwerkportal „eapstra.org“ von Experten und Expertise der Domäne PLCS befindet sich derzeit im Aufbau. Neben der Vermittlung von Know-how soll das Netzwerk als offenes, etabliertes Kontakt- und Diskussionsforum für Forscher und Experten aus Europa und Asien dienen. Interessierte sind dementsprechend herzlich eingeladen, sich auf „eapstra.org“ zu registrieren und das Netzwerk mit Leben zu füllen. Das IMW steht natürlich auch gerne als Kontaktpartner zur Verfügung.

### Ausblick

Bei beiden Projekten wird und wurde darauf Wert gelegt, dass auch nach Beendigung der Projektlaufzeit die Installationen und Ergebnisse nachhaltig verwertet werden. Die lange und gute Zusammenarbeit in den Konsortien bietet die Möglichkeit, weitere Forschungskooperationen nach Beendigung des laufenden Projektes initiieren zu können. Dies muss nicht zwangsläufig im Rahmen des Asia IT&C Programms laufen. Wünschenswert ist hier sogar eine Integration in aktuelle Forschungsprojekte. So sind die beiden asiatischen Universitäten mittlerweile assoziierte Partner des europäischen Exzellenznetzwerkes I\*Proms (Innovative Production Machines and Systems), in dem u. a. die europäischen Universitäten zu den Kernpartnern zählen. Auch deutsche Unternehmen haben die Möglichkeit, an einem solchen Netzwerk teilzunehmen und sich durch Beratungen, Schulungen, Seminare und gezielte Problemlösungen in ihrer Arbeit durch internationale Expertenteams effizient unterstützen zu lassen.



**Bild 3: EAPSTRA Kick-off Meeting in Clausthal**

Die dargestellten Projekte wurden von der EU unter den Nummern ASI/B7-301/97/0126-15 und ASI/B7-301/3152-94/71548 gefördert.

Dipl.-Geophys. Carsten Düsing  
 Dipl.-Math. Dirk Müller  
 Dr.-Ing. Günter Schäfer  
 Institut für Maschinenwesen  
 Robert-Koch-Straße 32  
 Tel.: 05323/72-2993  
 Fax: 05323/72-3501

# Dr.-Ing. Thomas Turek zum Professor für Chemische Verfahrenstechnik ernannt

*Dr.-Ing. Thomas Turek von der Bayer Technology Services GmbH in Leverkusen wurde vom Präsidenten der TU Clausthal, Prof. Dr. Edmund Brandt, zum Professor für Chemische Verfahrenstechnik (W3) am 21. Oktober 2004 ernannt. Professor Turek trat sein Amt zum 1. Dezember 2004 an.*

Geboren 1961 in Herten in Westfalen, studierte Professor Turek Chemie-technik an der Universität Dortmund (1980 bis 1982) und Chemieingenieurwesen an der Universität Karlsruhe (TH) (1982 bis 1986).

In seiner Promotion 1992 am Institut für Chemische Verfahrenstechnik der Universität Karlsruhe stellte Professor Turek eine verfahrenstechnische Alternative zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden von Rauchgasen aus Kraftwerken vor. Stickoxide verursachen zusammen mit Schwefeldioxid den so genannten „sauren“ Regen und tragen zur Bildung von umweltschädigenden Photooxidantien bei. Die Minderung der Stickoxidemissionen aus Verbrennungsprozessen verlangte daher der Gesetzgeber seit 1988 mit immer strengeren Auflagen.

Mit SCR bezeichnet man die Technik der selektiven katalytischen Reduktion (selective catalytic reduction) von Stickoxiden in Abgasen von Verbrennungsprozessen. Die chemische Reaktion der Reduktion ist selektiv, das heißt, das verwendete Reduktionsmittel Ammoniak wird gezielt nur mit den Stickoxiden (NO, NO<sub>2</sub>) zu Wasser und Stickstoff umgesetzt. Die SCR-Reaktoren werden üblicherweise direkt hinter den Brennerkessel oder hinter die Rauchgasentschwefelungsanlage und den Elektrofilter zur Staubabtrennung geschaltet. In der Arbeit von Professor Turek wurde untersucht, ob sich der in Kraftwerken vorhandene rotierende Luftvorwärmer durch Beschichtung der Wärmeüberträgerbleche mit Katalysatoren als SCR-Reaktor nutzen lässt. Die Untersuchungen zeigten, dass das Verfahren für bestimmte Feuerungsarten auch im technischen Maßstab eine sinnvolle Alternative zu den herkömmlichen SCR-Reaktoren darstellt.



**Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek empfing durch den Präsidenten, Prof. Dr. Edmund Brandt, die Ernennungsurkunde.**

In den Jahren 1992 bis 2000 befasste sich Professor Turek im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes an der University of New South Wales in Sydney und in seiner an der Universität Karlsruhe angefertigten Habilitationsarbeit mit unterschiedlichen heterogen katalysierten Verfahren. Dazu gehörten Oxidationsreaktionen, Hydrierungen und weiterhin die Entfernung von Stickoxiden. Ein Schwerpunkt der Arbeiten lag bei der katalytischen Entfernung von Distickstoffmonoxid (Lachgas) aus industriellen Abgasen. N<sub>2</sub>O besitzt eine etwa 300 Mal höhere klimaschädliche Wirkung als Kohlendioxid und trägt, bedingt durch seine hohe Verweilzeit in der Atmosphäre von rund 120 Jahre, auch zur Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht bei.

Professor Turek untersuchte grundlegende Prozesse der katalytischen Reaktion von N<sub>2</sub>O an zeolithischen Katalysatoren, so insbesondere die Gründe für die periodisch schwankende Reaktionsgeschwindigkeit der Umsetzung von N<sub>2</sub>O, und befasste sich mit der praktischen Durchführung der katalytischen Entfernung von N<sub>2</sub>O aus industriellen Abgasen. Schließlich konnten auch hier Verfahrenskonzepte vorgeschlagen werden, die entweder in einer katalytischen Zersetzung des N<sub>2</sub>O oder in einer Reduktion mit Kohlenwasserstoffen bestehen und zum Beispiel für die Reinigung von Abgasen aus Salpetersäureanlagen eingesetzt werden können.

Im November 1999 erhielt Professor Turek einen Ruf auf die C3-Professur für Technische Chemie der TU Braunschweig, zog es aber vor, in die Entwicklungsabteilung der Bayer AG zu gehen; ebenso lehnte er den - ein halbes Jahr später eintreffenden - Ruf auf die C4-Professur für Chemische Verfahrenstechnik der Universität Bayreuth ab. Professor Turek leitete das Fachgebiet Reaktionstechnik in der Technischen Entwicklung der Bayer AG in den Jahren 2001 und 2002 und konnte in den Folgejahren eine eigene Katalyse-Gruppe in der Bayer Technology Services GmbH aufbauen, die sich insbesondere mit Fragestellungen der Auswahl und Entwicklung von heterogenen Katalysatoren für unterschiedliche chemische Synthesen beschäftigt. Die Bayer Technology Services GmbH projiziert weltweit Produktionsanlagen in einem interdisziplinären Team aus Verfahreningenieuren, Chemikern, Mathematikern bis hin zu Biologen und Physikern.

Professor Turek erhielt im Jahr 1991 den 1. Preis für Umweltforschung an der Universität Karlsruhe (TH), in den Jahren 1992 - 1993 ein Feodor-Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung, gewann den Hochschullehrer-Nachwuchspreis der DECHEMA für Technische Chemie (1997) und wurde mit dem Arnold-Eucken-Preis der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (2000) ausgezeichnet.

Professor Turek veröffentlichte 33 Publikationen und hielt von 1994 bis 2003 Vorlesungen an der Universität Karlsruhe sowie, in englischer Sprache, in Straßburg an der dortigen europäischen Hochschule für die Chemie der Polymere. ■

# Der deutsche Bergbau zu Gast an der TU Clausthal

Für den 28. und 29. Januar hatte das Institut für Bergbau zum 14. Bohr- und Sprengtechnischen Kolloquium eingeladen, verbunden mit einem Festkolloquium anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Walter Knissel. 300 Teilnehmer zählte die Tagung.

So war - angefangen mit dem Präsidenten der Wirtschaftsvereinigung Bergbau, Prof. Dr. Karl Friedrich Jakob, dem Präsidenten des Sächsischen Oberbergamtes Prof. Dr. Reinhard Schmidt und dem Präsidenten des Landesbergamtes Clausthal-Zellerfeld Lothar Lohff - der gesamte deutsche Bergbau an diesem Wochenende in der Aula der TU Clausthal präsent: Vertreter der Steinkohlen- und der Kalibergbaubetriebe, der Steine- und Erdenindustrie, der Bergbauliefererindustrie und Wissenschaftler der RWTH Aachen und der Bergakademie TU Freiberg. In insgesamt neun Vorträgen wurden aktuelle Entwicklungen der Bohr- und Sprengtechnik im Tief- und Tagebau erörtert; der Freitagnachmittag stand ganz im Zeichen des Dankes an Professor Knissel. So spielte eingangs in der Aula eine Bergmannskapelle auf und begleitete die Festveranstaltung - ein Geschenk des Bergwerksdirektors von Prosper-



**Eine Freundschaft seit über dreißig Jahren - Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Günter Fettweis, Montanuniversität Leoben, (li.) mit Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Walter Knissel. „Ich habe immer deine Verlässlichkeit, deinen Sinn für Humor und deine Sportlichkeit verehrt.“**

Haniel, Heinz Werner Voss, und des Prosper-Vereins.

Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld eröffnete den Reigen der Reden. „Ihre Studenten haben Sie väterlich umsorgt und diese hatten viel Freude an Ihren Vorlesungen. Der Anekdoten gibt es viele. Seien es lustige Versprecher, wie die „dieselbereiften Gummifahrzeuge“ oder die durch Zeitdruck ausgelöste Hektik, die von unseren Studenten liebevoll mit „knisseln“ umschrieben wurde“, sagte Professor Langefeld. Über 30 Jahre hielt Professor Knissel Vorlesungen. „Der größte Dank gebührt Ihnen für Ihr aufopferungswürdiges Verhalten nach dem Tod von Professor Helms 1999 und der Pensionierung von Professor Lürig 2000. Von 1999 bis 2001 haben Sie mit Ihren Assistenten im Wesentlichen den Lehr- und Forschungsbetrieb aufrecht erhalten. Das Bergbaustudium in Clausthal wäre sonst vielleicht 1999 eingestellt worden“, sagte Professor Langefeld.

41 Bergingenieure führte Professor Knissel zur Promotion. Seine wissenschaftliche Arbeit fand

## Dienstleistungen für den Bergbau Unsere Stärke!



**Lagerstätten-  
exploration**



**Beratung und  
techn. Dienst-  
leistungen für  
Betreiber und  
Hersteller**



**Bergwerks-  
schließung und  
Rekultivierung**



**Internationaler  
Bergbau Service**



**Kokereitechnik**

Unser Anspruch ist die erfolgreiche Unterstützung und Beratung unserer Kunden in der Energie- und Rohstoffwirtschaft.

Ob Sie Rohstoffe aufsuchen, gewinnen, veredeln oder nutzen, wir begleiten Sie als Systemdienstleister entlang des gesamten Lebenszyklus Bergbau mit unserem Know how.

**Lösungen für den  
Bergbau aus einer Hand.**

**www.dmt.de**

Deutsche  
Montan Technologie GmbH

Bergbau Service

Am Technologiepark 1  
45307 Essen

Telefon: 02 01-1 72 13 98

Fax: 02 01-1 72 17 35

E-Mail: [bs@dmtd.de](mailto:bs@dmtd.de)

Internet: [www.dmt.de](http://www.dmt.de)



# ContiTech Fördersysteme Intelligent. Ökonomisch. Zukunftsorientiert.

Für unseren technischen Bereich suchen wir zielstrebige

## Uni-/FH-Absolventen (m/w)

### Die Aufgabe:

Als Uni-/FH-Absolvent (m/w) der Fachrichtung Maschinenbau, Elektro-, Energie- oder Kraftwerkstechnik sowie Bergbau- oder Verfahrenstechnik lernen Sie in einem ca. 2-jährigen Traineeprogramm unsere verschiedenen Standorte in Deutschland kennen. Durch die praktische Arbeit erweitern Sie Ihre sehr guten, fundierten theoretischen Fachkenntnisse.

### Ihr Profil:

Sie haben Ihr Hochschul-/Fachhochschulstudium in einer der oben genannten Fachrichtungen erfolgreich abgeschlossen oder werden dies in Kürze tun. Sie verfügen über gute englische Sprachkenntnisse und sind bereit, engagiert und ergebnisorientiert mitzuarbeiten. Flexibilität und räumliche Mobilität sind für Ihre Tätigkeit unerlässlich.

### Unser Profil:

Wachstum ist Kern unserer Vision. K+S gehört weltweit zur Spitzengruppe der Anbieter von Standard- und Spezialdüngemitteln, Pflanzenpflege- und Salzprodukten. Gesundes und nachhaltiges Wachstum ist unser Ziel und unser Anspruch. Mit maßgeschneiderten Produkten und Marken bieten wir der Agrarwirtschaft, der Industrie und den privaten Verbrauchern ein breites Leistungsangebot, das in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens Grundlagen für Wachstum schafft.

Wir übernehmen so aktiv Verantwortung für die nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft. Dafür setzen sich unsere über 11.000 Mitarbeiter mit all ihrem Wissen und ihrer Erfahrung ein - Tag für Tag.



Bitte senden Sie Ihre Bewerbungsunterlagen an:

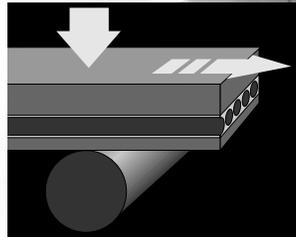
K+S Aktiengesellschaft . Führungskräftebetreuung/  
Personalwesen UL . Postfach 10 20 29 . 34111 Kassel  
personalwesenul@k-plus-s.com



Wachstum erleben.

### Innovativ

in Materialtechnologie und  
Wirtschaftlichkeit



Energieoptimierte Fördergurte von ContiTech zeigen dank ihrer spezifischen Gummimischung und ihres Gurtaufbaus einen um bis zu 35% geringeren Eindruck-Rollwiderstand. Sie benötigen weniger Antriebsleistung und reduzieren die Stromkosten von Bandanlagen um bis zu 10%. Die Gurtfestigkeit fällt geringer aus, wodurch weitere Kosten eingespart werden.

Unsere Transportbänder sind wahre Langstreckenläufer. In ihnen stecken die Kompetenzen von ContiTech: gebündeltes Knowhow im globalen Transportgeschäft. Innovative Material- und Fertigungstechnologien führen zu hochwertigen Qualitätsprodukten und damit zu höherer Wirtschaftlichkeit. Z.B. fördern in den Rocky Mountains CONTI® Stahlseilgurte Erze über 34 km von 3400 m auf 2400 m – und mit der neuen Entwicklung von ContiTech, dem Langstreckenfördersystem „ROPECON“, wird beim Bau des Strengener Tunnels am Arlberg in Tirol in 1380 m Höhe Abraum abtransportiert. Laufende Bänder und laufender Service von ContiTech sorgen weltweit für Einsatzsicherheit.

Sprechen Sie uns an: Tel. +49 5551 702-207 oder unter E-Mail: transportbandsysteme@tbs.conti-tech.de

ContiTech  
Spezialist für Kautschuk- und  
Kunststofftechnologie

[www.contitech.de](http://www.contitech.de)

Keep on running – wherever.  
ContiTech



**Keep on running**

Laufende Bänder.  
Laufender Service.

ContiTech  
Transportbandsysteme GmbH  
D-50682 Köln  
D-37154 Northeim

**Continental**   
**CONTITECH**



Eine Gartenbank mit „Schlägel und Eisen“ Insignien und eine „Gezähkiste“ mit etwas mehr „spirituellem Inhalt“ - das Geschenk der Wirtschaftsvereinigung Bergbau überbrachte deren Präsident, Prof. Dr. Karl Friedrich Jakob.

in drei Büchern und 114 Fachaufsätzen seinen Niederschlag. Nach dem Studium an der RWTH Aachen und einer steilen Karriere auf dem Bergwerk Sophia Jacoba in Hückelhoven, zuletzt als deren Betriebsdirektor, war Professor Knissel 1974 an die TU Clausthal gekommen. Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre wurden, wie Professor Karl Friedrich Jakob, Präsident der Wirtschaftsvereinigung Bergbau, darstellte, die gesamte Breite des Bergbaus und des Bergmaschinenbaus. So befasste sich Walter Knissel unter

anderem mit der Gebirgsschlagverhütung und Fragen der Abbau- und Ausbautechnik in Kohle, Salz, Erz- und Steine- und Erden Industrien im Tagebau und Tiefbau. Darüber hinaus befasste sich Walter Knissel mit dem historischen Bergbau: Untersuchungen in den 70er und 80er Jahren zum Oberharzer Wasserregal legte die argumentative Basis für dessen Anerkennung als eines der großen frühen technischen Denkmäler. In der Verbindung zum Umweltschutz sah Walter Knissel frühzeitig eine Aufgabe für den Bergbau - giftige und gefährliche Abfälle sicher gegen jeden Zutritt von Luft oder Wasser in untertägigen Hohlräumen einzukapseln. Auch den Fragen der landschaftlichen Renaturierung und Sanierung ehemaliger Bergbaugelände wandte Professor Knissel sich zu.

Die langjährigen wissenschaftlichen Kontakte Professor Knissels zur Partner-Universität im nordchinesischen Kohlebergbaurevier Fuxin hob Prof. Dr. Edmund Brandt, Präsident der TU Clausthal, in seinem Grußwort hervor. Von 1980 bis 2003 war Professor Knissel Beauftragter des Senats für die Koordination des Austausches in Forschung und Lehre mit der Universität Fuxin und hielt selbst dort - insgesamt über mehrere Monate - Vorlesungen.

Angesichts des weltweit steigenden Bedarfs an mineralischen Rohstoffen sei es unverstänlich, die bergbauliche Forschung und Lehre zunehmend den Entwicklungsländern zuzuschieben, sagte Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Günter Fettweis, Montanuniversität Leoben. Professor Knissel habe daher, vor der historischen Perspektive der unverzichtbaren Bedeutung des Bergbaus als Ressourcenlieferant für die Industriegesellschaft, vor diesem Fehler der europäischen Staaten frühzeitig gewarnt, sagte Professor Fettweis.

Im Dank für Professor Knissel erhob sich das Auditorium und sang, intoniert und mit neuen Strophen von Dipl.-Ing. Wolfgang Schütze versehen, das Steigerlied. ■

Your best way to make  
the most of every well.

**HALLIBURTON**

DON'T LOSE THIS ADDRESS  
IT'S LIKE LOSING A  
MILLION DOLLARS

29227 Celle · Hans-Heinrich-Warnke-Str. 12  
Phone: 051 41/999-0 · Fax: 051 41/9991 68

## Dr.-Ing. Sven Geißen trat Professur an der TU Berlin an

*Im Dezember 2004 hat Dr.-Ing. Sven-Uwe Geißen einen Ruf als Professor an die TU Berlin angenommen und leitet dort seitdem das Fachgebiet Umweltschutztechnik. Seine Lehr- und Forschungsaktivitäten werden neben dem Bereich der Wasserreinigung auch die Luftreinigung einschließen.*

Prof. Dr.-Ing. Sven-Uwe Geißen, Jahrgang 1959, studierte an der TU Clausthal Verfahrenstechnik und arbeitete anschließend 2 Jahre in der Firma



Oeko-Systeme, Breitscheid. Danach zog es ihn zurück an seine alte Alma Mater an das Institut für Thermische Verfahrenstechnik, wo er unter Prof. Vogelpohl im Bereich der biologischen Abwasserreinigung forschte und 1990 seine Promotion mit Auszeichnung abschloss. Danach war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter federführend für den Bereich Abwasserbehandlung tätig. 1999 wurde Herr Geißen zum Akademischen Rat bestellt und 2002 zum Akademischen Oberrat befördert. Nach dem Ausscheiden von Prof. Vogelpohl aus dem aktiven Institutsbetrieb hat Herr Dr. Geißen wesentlich die Interessen des Instituts vertreten.

Forschungsschwerpunkte von Herrn Geißen waren zum einen biologische Hochleistungssysteme zur Abwasserbehandlung, die er vom Labormaßstab bis zur erfolgreichen Markteinführung begleitete. Diese Hochleistungssysteme werden heute weltweit eingesetzt und von der ausgegründeten Firma Technocon GmbH erfolgreich vermarktet. Als Experte für die naßoxidative Wasserreinigung leitete er zahlreiche Forschungsvorhaben unter anderem zur Ozonung und Photokatalyse und war im Jahre 2000 Mitbegründer der Specialist Group „Advanced Oxidation Processes“ im Rahmen der „International Water Association“. Er ist Mitorganisator einer Internationalen Fachtagung mit dem gleichen Namen, die seit 1997 im 3-Jahresrhythmus in Clausthal oder Goslar stattfindet und den Ruf der TU Clausthal im Bereich der oxidativen Wasserbehandlung in alle Welt getragen hat.

Seit 1999 war Herr Geißen Lehrbeauftragter der TU Clausthal mit der Vorlesung „Spezielle Verfahren der Abwasserbehandlung“.

## Ehrendoktorwürde der TU Bergakademie Freiberg an Prof. Dr.-Ing. habil. em. Klaus Schönert

Im Rahmen einer akademischen Festveranstaltung am 15. Oktober 2004 in Freiberg wurde Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Schönert von der Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik der TU Bergakademie Freiberg der akademischen Grad und die Würde eines Doktor-Ingenieur ehrenhalber verliehen. In seiner Laudatio würdigte Prof. Klaus Husemann, den Wissenschaftler als einen führenden Vertreter auf dem Gebiet der Mechanischen Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik weltweit. „In Deutschland gilt Herr Schönert auf seinem engeren Fachgebiet Zerkleinerungswissenschaft und -technik als **der** Experte“, sagte Professor Husemann. „Herr Schönert hat vor allem die Zerkleinerung und Mahlung durch Grundlagenuntersuchungen und Anregungen



zu Maschinenentwicklungen revolutioniert. Die von ihm entwickelten Hochdruckwalzenmühlen beispielsweise bringen bis zu 25 Prozent Energieeinsparung.“

Seit 35 Jahren pflegt Herr Schönert enge Verbindungen zur TU Bergakademie Freiberg. „Er gehört zu jenen Hochschullehrern, denen dieser Kontakt lange vor der Einheit ein Herzensbedürfnis war“, sagte Husemann.

Nach 1990 hat Klaus Schönert in Freiberg den Auf- und Umbau der Professuren Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik aktiv unterstützt und arbeitet seitdem eng mit den Lehrstuhlinhabern zusammen. Prof.

Schönert ist Gutachter und Förderer des bisher einzigen Sonderforschungsbereiches der TU Freiberg zum Thema „Partikelwechselwirkung bei Prozessen der Mechanischen Verfahrenstechnik“ und darüber hinaus Chefgutachter des Schwerpunktprogrammes „Feinste feste Partikel“, an dem die Freiburger Universität maßgeblich beteiligt ist.

Prof. Dr. Klaus Schönert wurde am 18. Juni 1927 in Döbeln/Sachsen geboren. Nach dem Abitur 1946 begann er eine Lehre als Rundfunkmechaniker und war u.a. Facharbeiter bei Siemens. Von 1950 bis 1957 studierte er Physik an der TU Karlsruhe und promovierte 1966 als Dr.-Ing. an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Nach zweijähriger Gastprofesso-

renschaft am Department of Material Science, University California in Berkeley, USA, folgte 1970 seine Habilitation an der Fakultät für Chemieingenieurwesen der TH Karlsruhe, wo er dann bis 1981 geschäftsführender Leiter des Institutes für Mechanische Verfahrenstechnik war. Ab 1981 nahm er den Ruf als Professor an den Lehrstuhl für Aufbereitungstechnik, Institut für Aufbereitung, der TU Clausthal an. Von 1989 bis 1991 leitete er als Dekan den Fachbereich Bergbau und Rohstoffe der TU Clausthal.

In seiner Zeit als Hochschullehrer hat er 36 Doktoranden betreut und zur Promotion geführt. ■

## Dr. habil. Buntebarth erhielt den Titel „Außerplanmäßiger Professor“

Dr. Günter Buntebarth wurde am 3. Februar der Titel „Außerplanmäßiger Professor“ an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der TU Clausthal vom Präsidenten Professor Edmund Brandt verliehen.

Geboren 1942 in Sachsen, hat Professor Günter Buntebarth vor seinem Studium eine Lehre als Physikkolaborant in Düsseldorf abgeschlossen. Sein akademischer Ehrgeiz führte ihn 1966 zielstrebig zum Studium der Geophysik an die TU Clausthal. Nach einigen Semestern an der ETH Zürich schloss er sein Studium 1972 ab. Als Stipendiat der Studienstiftung des deutschen Volkes verbrachte er nach seinem Studium ein Jahr an der Eötvös-Universität in Budapest in Ungarn. Seine Promotion legte er 1975 im Fach Geophysik an der TUC ab. Nach einigen Jahren erfolgreicher Forschungsarbeit, konnte er sich 1989 habilitieren. Er arbeitete am Institut für Geophysik vor allem an verschiedenen Projekten auf den Gebieten Geothermie und Petrophysik. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit verbrachte er mit Unterstützung der DFG viele Monate in Japan, Afrika und Südamerika. Er verfasste zahlreiche Veröffentlichungen, mehrere Fachbücher als Mitherausgeber und ein Lehrbuch der Geothermie, das ins Englische, Spanische und Chinesische übersetzt wurde. Seit 1992 ist er am Technologiezentrum Clausthal-Zellerfeld beschäftigt und hat sich besonders um die Organisation internationaler Fachtagungen und um die Koordination von EU-Projekten verdient gemacht. Das kürzlich beendete Projekt „Protection of thermal groundwater resources in seismic areas“ mit Partnern in Georgien, Portugal und Turkmenistan führte ihn zu zahlreichen Geländeaufenthalten in die Regionen Mittelasien und Kaukasus. Ziel der Arbeit war, mit hoch auflösenden Temperaturmessungen geringe Schwankungen des Grundwassers festzustellen. Diese Änderungen lassen auf die tektonische Aktivität der Erdkruste schließen.



**Verleihung des Titels „Außerplanmäßiger Professor“ an Dr. Günter Buntebarth**

Die überzeugenden Gutachten über die Arbeit von Professor Buntebarth beschreiben seine ausgezeichnete wissenschaftliche Kompetenz auf dem Gebiet der Petrophysik und der angewandten Geophysik. ■

## Nanotechnologie in Niedersachsen mit neuer Antriebskraft

*Auf der außerordentlichen Mitgliederversammlung der niedersächsischen Landesinitiative Neue Materialien, NMN e.V., wurde am 16. September 2004 in Braunschweig Professor Dr. Frank Endres, Institut für Metallurgie der TU Clausthal, zum neuen Fachvorstand für Nanomaterialien gewählt.*

Eine der wohl spannendsten Technologien der Gegenwart mit noch ungeahnten Potentialen für die Zukunft ist zweifelsohne die Nanotechnologie! Die Nanotechnologie kann Probleme lösen helfen, um die sich Wissenschaftler bisher seit Jahrzehnten vergeblich bemüht haben.

Weltweit erzielen nanotechnologische Produkte im Jahr 2003 bereits einen Umsatz von 100 Mrd. Dollar. Der Verband Deutscher Ingenieure sieht für nanotechnologische Anwendungen langfristig Umsatzchancen von mehr als einer Billion US-Dollar. Deutschland liegt, was die Zahl der Patentanmeldungen anbelangt, auf Platz zwei hinter den USA, vor Japan.

Dieser technologisch-strategischen Bedeutung der Nanotechnologie angemessen, nimmt Niedersachsen das Thema jetzt aktiv und koordiniert in die Hand. Die Landesinitiative Neue Materialien (NMN), eingetragener Verein, hat die Nanotechnologie als eines von fünf Leitthemen neu in ihrer Organisationsstruktur verankert.

Die Leitthemen im NMN e.V. werden durch Fachvorstände, hochrangige Vertreter aus Wirtschaft und Forschung, mit fachlicher Expertise erfolgsorientiert vorangetrieben. Das Ziel hierbei ist, die Wertschöpfung für die niedersächsische Wirtschaft zu erhöhen und das Land Niedersachsen im Wettbewerb um neue Technologien zu positionieren.

Auf der außerordentlichen Mitgliederversammlung des NMN e.V. wurde daher am 16. September 2004 in Braunschweig als neuer Fachvorstand für Nanomaterialien Prof. Dr. Frank Endres gewählt.

Professor Endres beschäftigt sich sowohl mit den Grundlagen als auch mit der anwendungsnahe Forschung in der Nanotechnologie. Professor Endres und seiner Arbeitsgruppe ist es gelungen, bei Raumtemperatur in einer ionischen Flüssigkeit nanoskaliertes Silizium herzustellen.

Nanoskaliertes Silizium ist von Bedeutung für optische Sensoren oder Laser, bei denen die Wellenlänge für Absorption bzw. Emission allein durch Wahl der Kristallitgröße eingestellt werden könnte.

Weitere Informationen:

NEUE MATERIALIEN NIEDERSACHSEN e.V.  
c/o Sperlich Consulting GmbH  
Postfach 200 234  
37087 Göttingen  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Wolfgang Axthammer Dipl. Ing. (FH)  
Tel: 0551-4 96 07-0  
Fax: 0551-4 96 07-49  
eMail: mail@nmn-ev.de

Träger der Landesinitiative NMN:  
Niedersächsisches Ministerium  
für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr  
Referat Technologiepolitik  
Burkhard Germeyer  
Friedrichswall 1  
30159 Hannover

## Professor Lex verabschiedet

**Professor Dr. Wilfried Lex, Institut für Informatik der TU Clausthal, wurde vom Präsidenten Professor Dr. Edmund Brandt, am 29. September 2004 in den Ruhestand verabschiedet.**

Professor Lex trug wesentlich mit dazu bei, die Clausthaler Informatik aufzubauen und hatte für die Fragen und Nöte der Studierenden - trotz großer Arbeitslast - stets ein offenes Ohr. Mit Beharrlichkeit und Diplomatie vertrat Professor Lex als hochschulinterner Anwalt die Interessen der Clausthaler Informatik in Gremien und gegenüber der Hochschulleitung; so wechselten an diesem Tag dankenswerte Reden von Seiten des Präsi-



**Professor Lex (li.) mit Präsident Professor Brandt**

ums, des Instituts und der Fakultät einander ab. Der Geehrte nahm es mit Bescheidenheit.

Professor Lex wurde 1939 in Berlin geboren, promovierte 1973 in Gießen und kam 1975 als Oberassistent an das Institut für Mathematik der TU Clausthal; nach erfolgter Habilitation wurde Wilfried Lex zunächst Privatdozent (1980) und 1985 Professor für Mathematik. 1997 wurde der vollzogene Wechsel in die Informatik auch durch die offizielle Neudefinition seines Lehr- und Forschungsgebietes - Mathematische Grundlagen der Informatik - bestätigt.

## PD Dr. Andreas Mann trat Professur für Betriebswirtschaftslehre und Marketing an

**Rechtzeitig zum Wintersemester 2004/2005 - und damit zum Start des neuen Studienganges Betriebswirtschaftslehre - wurde PD Dr. Andreas Mann zum Professor für Betriebswirtschaftslehre und Marketing ernannt; damit ist das Institut für Wirtschaftswissenschaft der TU Clausthal nun, um die siebte Professur arrondiert, für den erhöhten Zustrom an Studierenden im Bachelor- und Masterstudiengang bestens gerüstet und komplettiert.**

Professor Mann, Jahrgang 1965, kommt von der Universität Kassel an die TU Clausthal; dort promovierte (1998) und habilitierte er sich im Fachgebiet Marketing (2004). Den Ruf an die European Business School - International University, Schloss Reichartshausen, lehnte Professor Mann ab. „Während der Lehrstuhlvertretung im letzten Semester an der TU Clausthal konnte ich mich von der Leistungsfähigkeit und Motivation der Studenten überzeugen, so dass ich gerne nach Clausthal gekommen bin. Da ich - entgegen der häufigen Erwartung, Marketing sei in erster Linie bunte Bildchen und schöne Models - Marketing auch im quantitativen Sinne betreibe, bin ich im Umfeld des technischen Profils der Clausthaler Studierenden gut aufgehoben“, begründet Professor Mann seine Wahl.

Aktuelle Forschungsprojekte, an deren Konzeption Professor Mann sich noch in seinen Kasseler Zeiten bei Professor Hünenberg beteiligte, betreffen Fragen des internationalen Marketings. Weitere Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind Vertriebsmanagement und Direktmarketing.

„Die Annahme, der Mensch treffe seine Kaufentscheidungen kühl berechnend, allein nach rationalen Überlegungen, ist irrig. Das weiß jeder Marke-



**Prof. Dr. Andreas Mann**

tingfachmann seit langem; häufig werden Gefühlsentscheidungen im Nachhinein mit rationalen Beweggründen unterfüttert, ohne dass sich der Käufer der Selbsttäuschung bewusst ist. Wie sich unsere Emotionen äußern, ist aber oft ein Ausdruck von Traditionen und Kulturen. Bei uns ist Weiß die Farbe der Unschuld, der Hochzeit, in Indien die Farbe der Trauer. Wer auf internationalen Märkten tätig ist, muss kulturelle Unterschiede bei Entwicklung eines Produktes und bei dessen Vermarktung beachten“, erläutert Professor Mann zu den Bedingungen eines Eintritts in ausländische Märkte. Ebenso wichtig ist die Frage, wie der Service eines international agierenden Unternehmens beschaffen sein muss, um erfolgreich zu sein.

Mit solchen und ähnlich gelagerten Fragen befasst sich Professor Mann seit seiner Doktorarbeit - für die er mit dem Wissenschaftspreis der nordhessischen Wirtschaft 1999 ausgezeichnet wurde, wie schon zuvor für seine Diplomarbeit. In beiden Fällen war neben der theoretischen und stark empirischen Aus-

richtung die hohe Praxisrelevanz seiner Untersuchungen Grund der Auszeichnung. Denn er konnte den beteiligten Unternehmen über Kundenbefragungen und Instrumenten zur Verbesserung des Services gezielt Ratschläge geben, wie sie diesen Zweig ihres Produktes - den guten Service - einsetzen können, um sich besser von der Konkurrenz abzuheben. In seiner Habilitationsschrift beschäftigte sich Prof. Mann mit integriertem Direktmarketing. „In meinen Vorlesungen lege ich großen Wert darauf, dass die Studierenden nicht nur theoretisch, sondern auch an konkreten Beispielen und Fällen lernen, was Marketing eigentlich ist. Die Erfahrungen aus zahlreichen Praxisprojekten kommen mir dabei entgegen. Natürlich bin ich auch offen für Unternehmen der Region, solche Marketingprojekte durchzuführen“, sagt Professor Mann. ■

## Professor Wagner - Mitglied des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Werkstofftechnik

**Prof. Dr.-Ing. Lothar Wagner, Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik der TU Clausthal, wurde am 15. Oktober 2004 als ordentliches Mitglied in den Wissenschaftlichen Arbeitskreis Werkstofftechnik gewählt.**

Der Wissenschaftliche Arbeitskreis Werkstofftechnik (WAW e.V.) ist ein Zusammenschluss von Universitätsprofessoren aus bedeutenden werkstofftechnischen Instituten in Deutschland. Dem Arbeitskreis gehören gegenwärtig 23 ordentliche und 5 beratende Mitglieder sowie 3 Ehrenmitglieder an.

Zielsetzungen des WAW, der sich zweimal im Jahr zu Arbeitssitzungen trifft,

sind die Förderung von wissenschaftlichen und technologischen Arbeiten auf dem Gebiet der Werkstofftechnik mit den Schwerpunkten auf den Fachgebieten Metallische Werkstoffe, Polymerwerkstoffe, Nichtmetallisch-anorganische Werkstoffe, Verbundwerkstoffe, Fügetechnik, Oberflächentechnik sowie Eigenschaftsprüfung und Qualitätssicherung.

Weitere Ziele sind die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, die Förderung nationaler und internationaler Forschungs- und Entwicklungsprogramme in diesem Bereich sowie die Vertretung der Belange der Werkstofftechnik in der Öffentlichkeit. ■

## Professor Elzer verabschiedet

**Prof. Dr.-Ing. Peter F. Elzer, Direktor des Instituts für Prozess- und Produktionsleittechnik der TU Clausthal seit 1990, wurde vom Präsidenten, Prof. Dr. Edmund Brandt, am 29. September 2004 in den Ruhestand verabschiedet.**

Professor Elzer promovierte 1979 an der Universität Erlangen-Nürnberg. 1978 wurde Dr.-Ing. Elzer Produktmanager der Firma Dornier Systemsoftware in Friedrichshafen und wechselte 1982 zur ASEA Brown Boveri Netzleitsysteme, von wo er vor 14 Jahren an die TU Clausthal an das neu geschaffene Institut für Prozess- und Produktionsleittechnik kam. Sein Lehr- und Forschungsgebiet war die Angewandte Softwaretechnik und hierbei insbesondere die Verbesserung der Mensch-Maschineschnittstelle technischer Systeme - mit dem Ziel, die Leitwarte komplexer Anlagen übersichtlicher zu gestalten, damit Fehlermeldungen sofort verstanden werden. Die Maschine dem Menschen anpassen - nicht umgekehrt! lautete sein Credo.



**Präsident Professor Brandt (li.) mit Professor Elzer bei der Verabschiedung.**

Zuletzt konnte im Jahre 2001 das virtuelle Fertigungs- und Konstruktionslabor für Lehre, Forschung und Industrie am Institut für Prozess- und Produktionsleittechnik eingeweiht werden. ■

Der Entwurf virtueller Welten - so zum Beispiel ein „begebares“ Weltall - und die Fernsteuerung technischer Anlagen via Internet traten in den Folgejahren als weitere Projekte hinzu.

Das von ihm und seinen Mitarbeitern entworfene virtuelle Bedienungshandbuch war eine weitere Entwicklung, die weithin Beachtung fand: Durch eine halbdurchlässige Brille werden dem Monteur Reparaturhinweise - ergänzend zu dem, was er sieht und in Situationen, in denen man, överschmiert, nicht nach dem realen Handbuch greifen mag - in sein Blickfeld eingespielt.

## Professor Dietz in den Ruhestand verabschiedet

**Am 29. September 2004 wurde Prof. Dr.-Ing. Peter Dietz vom Präsidenten der TU Clausthal, Prof. Dr. Edmund Brandt, in den Ruhestand verabschiedet.**

Prof. Dr. Ing. Peter Dietz, 1939 in Darmstadt geboren, studierte Maschinenbau an der TH Darmstadt und wurde an der TH Darmstadt im Jahre 1971 promoviert. 1974 ging Dr. Dietz als Entwicklungsleiter zur Maschinenfabrik Pittler AG in Langen und kam von dort 1980 an die TU Clausthal. Seitdem leitete Professor Dietz das Institut für Maschinenwesen.

In der akademischen Selbstverwaltung stand er der Universität zwei Mal als Dekan der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen (1989 - 1991 und 1993 - 1995) zu Verfügung. Seit 1995 Prorektor war Professor Dietz für zwei Amtsperioden Rektor der TU Clausthal (1996 - 2000). Über viele Jahre war Peter Dietz Sprecher des Sonderforschungsbereiches 180 der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Konstruktion verfahrenstechnischer Maschinen bei besonderen mechanischen, thermischen oder chemischen Belastungen“ (1986 - 1999).



**Prof. Dr.-Ing. Peter Dietz (re.) mit dem Präsidenten, Prof. Dr. Edmund Brandt, bei der Verabschiedung.**

Für sein energisches und erfolgreiches Engagement für die TU Clausthal sprachen der Präsident, Professor Brandt, und der Dekan der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen, Prof. Dr. Albrecht Wolter Professor Dietz Dank und Anerkennung aus. ■

Als Rektor der TU Clausthal initiierte u. a. er die Einführung des Intensivstudienprogramms im Maschinenbau und trieb die Modularisierung des Studiums voran. Partnerschaften mit Hochschulen in West- und Osteuropa sowie insbesondere auch nach China pflegte Professor Dietz; auf sein Betreiben und unter seiner Ägide stand „COPES“ - Clausthal Centre of Process Engineering Systems - Design and Research, eine Großforschungseinrichtung an der TU Clausthal, dem Institut für Erdöl- und Erdgastechnik und dem Clausthaler Umwelttechnik-Institut, an welches, gefördert von der EU, Forscher aus dem europäischen Ausland kamen und schließlich fiel in seine Amtszeit die Ausrichtung der 225-Jahrfeier der TU Clausthal im Jahr 2000.

## Prof. (em.) Dr. Dr. hc. Hans-Joachim Bunge ist tot

**Professor (em.) Dr. Dr. h.c. Hans-Joachim Bunge ist tot. Er starb im Alter von 75 Jahren am 28. November 2004. In den letzten Jahren, seit seiner Emeritierung im Jahre 1997, hatte Professor Bunge seine wissenschaftliche Heimat am Institut für Physik und Physikalische Technologien der TU Clausthal gefunden, wo er sich sehr wohl fühlte, und führte überdies am HASYLAB in Hamburg ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziertes Projekt durch. So ereilte ihn der Tod mitten in produktiver wissenschaftlicher Arbeit.**

Seinen 75. Geburtstag am 29. Juli 2004 hatte Bunge im Kreis von über einhundert befreundeten, fachlich verbundenen Wissenschaftlern an der Universität Metz in Frankreich mit einem Fachkolloquium begangen. Am 10. November wurde im kleineren Kreis im Institut für Physik und Physikalische Technologien der TU Clausthal mit Leibniz-Preisträger Prof. Dr. Dierk Raabe, Jg. 1965, vom Düsseldorfer Max-Planck-Institut für Eisenforschung als Vortragendem das Ereignis nachgefeiert - sichtbarer Ausdruck der Tatsache, dass sein Fachgebiet, die Texturforschung, auch für die heutige Wissenschaftlergeneration - in Anverwandlung neuer Fragen - ein Feld für herausragende, kreative Köpfe ist.

Professor Bunge wurde 1929 in Zerbst bei Dessau geboren. Nach dem Abitur im Jahre 1946 absolvierte er zunächst eine Feinmechanikerlehre. 1947 nahm er das Physikstudium an der Martin-Luther-Universität in Halle auf. Seit der Promotion im Jahr 1955 war die Kristalltextur vielkristalliner Werkstoffe sein Forschungsgebiet.



**Prof. (em.) Dr. Dr. h.c. Hans-Joachim Bunge mit seiner Frau Helga und Prof. Dr. Winfried Daum am 10. November.**

Zunächst arbeitete Hans-Joachim Bunge am Institut für Kristallstrukturfor-

schung der Deutschen Akademie der Wissenschaften der DDR in Berlin und widmete sich Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Textur, so insbesondere der Beugung von Röntgenstrahlen am Vielkristall (1955 - 1968). 1968 kehrte er an das Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstoffwissenschaften der Deutschen Akademie der Wissenschaften nach Dresden zurück. Die vielversprechende Karriere als Wissenschaftler in der DDR wurde abrupt beendet, als er mit seiner Frau Helga und dem Sohn Peter 1974 durch Flucht der staatlichen Indoktrination zu entinnen suchte. Der Versuch scheiterte. Sie wurden über ein Jahr getrennt voneinander inhaftiert. 1975 wurden die Familie Bunge von der Bundesregierung als politische Häftlinge freigekauft. Von 1975 bis 1976 ermöglichte ihm ein Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft Forschungsaufenthalte bei Prof. Dr. G. Wassermann in Clausthal und bei Prof. Dr. R. Wenk in Berkeley in Kalifornien. 1976 wurde Dr. Bunge als Nachfolger von Prof. Dr. G. Wassermann als Professor und Institutsdirektor an das Institut für Metallkunde und Metallphysik der TU Clausthal berufen.

1969 veröffentlichte Bunge das grundlegende Werk „Mathematische Methoden der Texturanalyse“, das in Fachkreisen noch heute als die „Bibel“ dieses Arbeitsgebietes gilt. Bunge war Autor oder Herausgeber von weiteren zehn Büchern über quantitative Texturanalyse und anisotrope Materialeigenschaften. Er hat nahezu 500 Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Tagungsbänden veröffentlicht. Die TU Clausthal trauert um den Menschen und großen Wissenschaftler Hans-Joachim Bunge. ■

## PD Dr.- Ing. Jens Strackeljan tritt Professur für Technische Dynamik an der Universität Magdeburg an

**Privatdozent Dr.- Ing. Jens Strackeljan, Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal, hat den Ruf auf die C4-Professur für Technische Dynamik an die Otto - von - Guericke - Universität Magdeburg angenommen. Die Ernennung wurde am Dienstag, den 26. Oktober 2004 vollzogen.**

Sein Fachgebiet, welches er seit der Promotion im Jahr 1993 bei Prof. Dr. Dietrich Behr verfolgt, ist die Schwingungsmechanik sowie die Analyse und Beurteilung von Maschinenzuständen anhand ihrer Schwingungssignale.

Ein Verfahren, mit dem der Schadenszustand von Wälzlagern anhand ihrer

Schwingungssignale klassifiziert werden konnte, wurde 1994 patentiert und weltweit von der DOW Chemical umgesetzt.

Lange Jahre war Professor Strackeljan einer der wissenschaftlichen Leiter eines europäischen Exzellenznetzwerkes, das sich mit der Entwicklung lernfähiger technischer Systeme befasste, deren Ergebnisse nun Eingang fanden in ein umfangreiches Fachbuch im Springer Verlag dessen Mit-Herausgeber Strackeljan ist.

Nach seiner Habilitation vertrat er seit April 2002 die Professur Festkörpermechanik am Institut für Technische Mechanik. ■

## Dr. Torsten Grust zum Professor für „Datenbanken und Informationssysteme“ an der TU Clausthal ernannt

**Dr. Torsten Grust wurde am 20. Januar vom Vizepräsidenten für Studium und Lehre, Prof. Dr. Thomas Hanschke, zum Professor für „Datenbanken und Informationssysteme“ (W2) ernannt und hat seine Arbeit an der TU Clausthal am 1. Februar aufgenommen.**

Professor Grust wurde am 26. August 1968 in Hannover geboren und studierte von 1989 bis 1994 an der TU Clausthal Informatik. Nach seinem Studium war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Datenbanken und Informationssysteme der Universität Konstanz beschäftigt. Seine Promotion legte er 1999 mit seiner von der Gesellschaft für Informatik ausgezeichneten Dissertation „Comprehending Queries“ ab. Nach einem halbjährigen Aufenthalt als Visiting Scientist bei IBM San Jose kehrte er 2000 als Wissenschaftlicher Assistent wieder an die Universität Konstanz zurück. Mit seiner Veröffentlichung „Tree-Aware Relational Database Systems“ hat er sich am 2. Februar 2004 an der Universität Konstanz habilitiert.

Seine Fachgebiete sind die Übersetzung, Optimierung und Auswertung von Datenbankanfragesprachen. In seiner aktuellen Forschung beschäftigt er sich mit sehr großen XML-Datenmengen und der Speicherung dieser Daten in relationalen Datenbanksystemen. XML hat sich in den letzten Jahren als das Standarddatenformat in Wissenschaft und Industrie etabliert. Relationale Datenbanksysteme sind zwar sehr effizient, speichern Daten jedoch ausschließlich in Tabellenform. In dieser Form lassen sich komplexe Informationen nicht erfassen. Querverbindungen der Informationen und die Einteilung in Untergruppen erfordern ein System, das die Daten nicht tabellarisch sondern in einer Baumstruktur darstellen. Indem die Position und die Relation des Knotenpunkts im Baum mit Zahlenkombinationen beschrieben werden, lässt sich die Baumstruktur codieren. Die Zahlenkombinationen können in Tabellen gespeichert und abgefragt werden. So wird eine Verbindung zwischen XML-Datenbanksystemen und relationalen Datenbanken geschaffen.

Professor Grust führt bereits seit 1999 eigenverantwortlich Lehrveranstaltungen durch und hält sich in der Lehre gern an den Grundsatz „Lehre durch Forschung“, den er an der TU Clausthal schätzen lernte. Hierbei bezieht er Studenten in Projektgruppen direkt in seine aktuelle Forschungsarbeit ein. Er sieht sich als praktischer Informatiker und arbeitet in einer Gruppe von zehn Forschern aus Amsterdam und Konstanz an einem Projekt, das die oben geschilderten Techniken in ein Produkt kommerzieller Qualität weiterentwickeln will. Von der Arbeit an der TU Clausthal erhofft sich Professor Grust besonders einen regen interdisziplinären Austausch mit den Ingenieuren an der Hochschule.

Die Verbindung nach Clausthal zu seiner Heimatuniversität hat Professor Grust nie verloren. Während seiner Arbeit in Konstanz pflegte er stets seine Kontakte und traf sich im Harz mit ehemaligen Kommilitonen. Professor Grust lobte die studentische Heimgemeinschaft in seinem ehemaligen Wohnheim II und die ausgezeichneten Studienbedingungen an der TU Clausthal.



**Prof. Dr. Torsten Grust (re.) mit Vizepräsident Prof. Dr. Thomas Hanschke.**

### Ruferteilungen

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Konigorski, Institut für Elektrische Informationstechnik, trat zum 1. 12. 2004 die Professur „Regelungstechnik und Mechatronik (C4)“ an der TU Darmstadt an.

Dr. Gabriel Zachmann, Bonn, wurde am 30.9. 2004 vom niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur der Ruf für die Professur (W2) „Graphische Datenverarbeitung und Multimedia“ am Institut für Informatik der TU Clausthal erteilt.

**29. Oktober 2004**

# Mitgliederversammlung des Vereins von Freunden der TU Clausthal

Vor Eintritt in die Tagesordnung begrüßte der Vorsitzende alle Anwesenden. Ein besonderer Gruß galt dem Präsidenten der TU Clausthal, Professor Dr. Brandt, Vizepräsident Professor Dr. Beck sowie allen Mitgliedern des Lehrkörpers der Universität.

Der Vorsitzende gedachte der seit der letzten Mitgliederversammlung verstorbenen Mitglieder des Vereins von Freunden:

- Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Karl-August Zimmermann, Dinslaken (ehem. Vorstandsmitglied)*
- Dipl.-Ing. Horst Andretzko, Moers*
- Dr. Günther Barth, Spiesen-Elversberg*
- Ruth Borchert, Dießen/Ammersee*
- Hellmut Grosse, Clausthal-Zellerfeld*
- Dipl.-Ing. Manfred Grube, Bad Pyrmont*
- Dipl.-Ing. Hermann Joost, Kerken*
- Dipl.-Ing. Wolfgang Krebs, Salzgitter*
- Prof. em. Dr.-Ing. Ulrich Kuxmann, Bielefeld*
- Dipl.-Ing. Heinz Quack, Spiesen-Elversberg*
- Dr.-Ing. Siegfried Robert, Krefeld*
- Dipl.-Ing. Herbert Wilhelm Schulz, Kassel*
- Dipl.-Ing. Gerhard Staupendahl, Wolfenbüttel*
- Dr.-Ing. Wolfram Wagner, Baden-Baden*
- Dipl.-Ing. Rainer Wilms, Rheinberg*

## Bericht des Vorstands

Die Mitgliederbewegung seit der letzten Mitgliederversammlung am 31.10.2003 stellt sich wie folgt dar:

Firmen-Mitglieder	
Stand am 31.10.2003	58
eingetreten	2
(Sympatec, Clausthal-Z., Diehl-Stiftung, Nürnberg)	
gekündigt	2
(RWE Rheinbraun AG, Köln; Procter & Gamble, Schwalbach)	
<b>Stand am 29.10.2004</b>	<b>58</b>
Persönliche Mitglieder	
Stand am 31.10.2003	1.311
eingetreten	49
gekündigt	25
verstorben	15
aus der Mitgliederliste gestrichen	6
<b>Stand am 29.10.2004</b>	<b>1.314</b>

Der Vorsitzende bat die Anwesenden, ehemalige Mitglieder des Vereins durch persönliche Kontaktaufnahme zu einer erneuten Mitgliedschaft zu bewegen.

Für ihre hervorragenden Diplomarbeiten wurden im Jahre 2004 mit dem Förderpreis des Vereins von Freunden ausgezeichnet:

- Dipl.-Math. Anke Pohl: „Quadratische Formen und reduzierte Matrizen“ (Institut für Mathematik, Prof. Hilgert),*
- Dipl.-Geol. Michael Schäfer: „Auswertung thermaler Informationen von LANDSAT-7 ETM+ und ASTER-Daten zur Erfassung von Landoberflächentemperaturen“ (Inst. f. Geotechnik u. Markscheidewesen, Prof. Busch).*

## Bericht des Präsidenten

Der Präsident, Professor Dr. Brandt, informierte über die aktuelle Situation an der Hochschule wie folgt:

*Dieser Bericht bezieht sich auf den Zeitraum seit der letzten Mitgliederversammlung im Oktober 2003. Ein Teil dieses Berichtes fällt unter die auslaufende Amtszeit des ehemaligen Präsidenten Professor Schaumann, dem an dieser Stelle herzlich für seine vielfältige Unterstützung und Hilfestellung zu danken ist, die den Übergang auf das neue Präsidium wesentlich erleichtert hat.*

*Die Ausgangslage der TU Clausthal kann relativ einfach umschrieben werden. Die TU wird von außen als Universität mit großer Historie wahrgenommen. Sie ist auch international als Stätte herausragender Forschung bekannt, andererseits weiß man aber auch, dass an der TU zu wenige Studenten eingeschrieben sind.*

*Wenn man die Lage etwas kritischer betrachtet, dann gibt es noch einige weitere Punkte, die im Sinne der Entfernung von möglichen Angriffsflächen unbedingt in nächster Zeit beseitigt werden müssen.*

*Neben der schlechten Auslastung in der Lehre, bedingt durch die zu geringen Studentenzahlen, betrifft das vornehmlich das Abrutschen in den Forschungsrankings. Die Aufgabe der Hochschulleitung wird darin bestehen, die geeigneten Voraussetzungen und Rahmenbedingungen zu schaffen, damit energisch gegengesteuert werden kann. Ein geeignetes Anreizsystem soll zudem dafür sorgen, dass die Hochschulleitung flexibel auf die veränderten Gegebenheiten reagieren kann.*

*Auch die finanzielle Situation der TU als Teil der Landesbetriebe ist seit dem letzten Bericht von Professor Schaumann nicht erheblich besser geworden. Nach wie vor gilt das sogenannte HOK (= Hochschuloptimierungskonzept) des Ministeriums für Wissenschaft und Kultur, wonach die TU Clausthal im Wirtschaftsjahr 2004 einen finanziellen Verlust von 3,9 Mio. Euro verkraften muss. Auch der weitere und ebenfalls dauerhafte Abzug von 0,9 Mio. Euro im Wirtschaftsjahr 2005 konnte schon im letzten Jahr nicht verhindert werden. Die Verhandlungen des neuen Präsidenten haben immerhin bewirkt, dass diese Kürzungen nicht im Wesentlichen durch den Abbau beim wissenschaftlichen Personal zu erfolgen haben, sondern alle Statusgruppen einbezogen werden.*

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund wird die TU Clausthal mit Hilfe und Unterstützung durch den Verein von Freunden sämtliche Werkstätten und Labore zusammen mit zwei Experten von der ThyssenKrupp-eigenen Unternehmensberatung „TK best“ evaluieren, um Synergiepotentiale zu finden. Desgleichen wird es, wiederum mit Unterstützung des Vereins von Freunden, eine eingehende Untersuchung der Hochschulverwaltung und der zentralen Einrichtungen (Rechenzentrum, Bibliothek) geben, um auch Anpassungen an die neuen Strukturen und Abläufe zu ermöglichen. Im Bereich der **Lehre** kann schon jetzt einiges Positives berichtet werden. Die neuen Bachelor-/Master-Studiengänge im Bereich des Bergbaus und der Wirtschaftswissenschaften wurden sehr gut nachgefragt. Aufgrund der späten Genehmigung durch das MWK konnte nur noch wenig Werbung für die Studiengänge gemacht werden, was die erreichten Zahlen bei den Anfängern noch hoffnungsvoller erscheinen lässt.

Bei den **Drittmitteln** gab es im Wirtschaftsjahr 2003 (Januar bis Dezember 2003) einen erfreulichen Aufschwung auf 17,9 Mio. Euro zu verzeichnen. Das Präsidium unterstützt alle Aktivitäten der Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeiter, um weiteren, großangelegten Projekten ein möglichst befruchtendes Umfeld zu geben. Derzeit sind besonders die Aktivitäten aus dem Bereich der Materialwissenschaften zur Beantragung eines neuen SFB erfreulich weit gediehen. In die Vorbereitung der ersten Begutachtung (geplant für Anfang des Jahres 2005) ist das Präsidium sowohl mit dem Präsidenten als auch mit dem Vizepräsidenten für Forschung direkt eingebunden.

Weitere **unterstützende Maßnahmen** sind eingeleitet worden. Ein Vorschlag, der außerordentlich viel Anklang in der Bevölkerung gefunden hat, sind die Bemühungen, den alten Haupteingang (zur Kirche hin) wieder zu öffnen. Dieses Vorhaben hat durch die Unterstützung des Staatlichen Baumanagements auch schon eine erste architektonische Konzeption erfahren, die das Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit in einer Visualisierung als virtuell begebares Objekt gestaltet hat.

Neben diesem lokal ausgerichteten Ziel verfolgt das Präsidium eine weitere stetige Einbindung der Universität in die Region. Der Begriff der Region wird von unterschiedlichen Gruppen unterschiedlich interpretiert, was seinen Ausdruck auch in den unterschiedlichen Namensgebungen wiederfindet: „Region Braunschweig“, „Region Mitte Nord“, „Region Harz“. Für die TU Clausthal treffen alle Kategorisierungen je nach der spezifischen Aufgabenstruktur zu; sie benutzt deshalb einen offenen Regionsbegriff. Eine neue Aktivität in der Region, die zugleich auch eine Steigerung der Studentenzahlen erbringen soll, ist der „Clausthal Flying Science Circus“. Hierbei handelt es sich um eine ca. alle zwei Wochen stattfindende Aktion der Pressestelle. Herr Brinkmann wird mit einem Bus einzelne Gymnasien besuchen, um dort,

unterstützt von Lehrkräften der TUC, zu versuchen, das Interesse der angehenden Abiturienten für Naturwissenschaften und Technik und ein Studium an der TU Clausthal zu wecken. Ein erster Einsatz beim Gymnasium in Aschersleben war ein voller Erfolg.

Die Berichterstattung über die TU Clausthal speziell in der Goslarschen Zeitung hat bislang nur in einem relativ eng begrenzten Kreis stattgefunden. Seit Mitte Oktober gibt es nun in der überregionalen Ausgabe eine eigene Campusseite. Die Vorbereitungen haben in enger Abstimmung zwischen der Redaktion in Clausthal und dem Präsidium stattgefunden. Um die Öffentlichkeitsarbeit noch weiter auszubauen, soll in absehbarer Zeit eine personelle Verstärkung der Pressestelle erfolgen. Die Ausschreibung der Stelle hat eine erfreuliche Resonanz gezeigt. Die Idee des AStA, Studenten der TUC sollten animiert werden, ihre ehemaligen Schulen zu besuchen und dort über die Studienmöglichkeiten an der TUC zu berichten, hat die Universitätsleitung gern aufgegriffen und unterstützt. Damit verbindet sich die Hoffnung, dass Studenten wesentlich authentischer über die Studienverhältnisse in Clausthal berichten können als jeder Hochglanzprospekt.



**Kendro ist ein weltweit führender Anbieter von Produkten und Dienstleistungen auf den Gebieten Life und Materials Sciences, Drug Discovery und Bioprocessing. Kendro entwickelt, produziert und vertreibt Produkte der bekannten Marken Heraeus®, Revco®, SORVALL® und JEWETT® und H + P für die Probenlagerung, -vorbereitung und -weiterverarbeitung.**

**Das Unternehmen beschäftigt seit seiner Integration in die US-amerikanische SPX Corporation weltweit inzwischen über 1.600 Mitarbeiter. Um unser starkes Wachstum der letzten Jahre zu vertiefen, bauen wir unser Entwicklungszentrum für Separationstechnologien in Osterode aus.**

**Der Landkreis Osterode am Harz - in reizvoller Umgebung mit hohem Freizeitwert in der Mitte Deutschlands gelegen - ist eine traditionsreiche Industrie- und Tourismusregion. Im Umfeld der Universitäten Göttingen, Hannover, Braunschweig und Clausthal produzieren namhafte Industrieunternehmen für die Welt.**

**Zum nächstmöglichen Eintrittstermin suchen wir**

## Ingenieure - Maschinenbau (m/w)

### Ihre Aufgaben:

Sie arbeiten bei der Entwicklung neuer Technologien, Gerätekomponenten und Zentrifugen mit und betreuen abteilungsübergreifend die Einführung neuer Produkte in Fertigung und Markt. Sie arbeiten mit Universitäten zusammen und wirken bei der Entwicklung neuer Produktideen und innovativer technischer Lösungen mit.

### Ihr Profil:

Sie haben ein Hoch- bzw. Fachhochschulstudium in Richtung Maschinenbau abgeschlossen oder sogar bereits erste Berufserfahrung gesammelt. Sie interessieren sich für Gebiete wie Konstruktionstechnik mit Metallen oder Kunststoffen, Werkstofftechnologie, Schwingungstechnik oder Kältetechnik.

Sie sind kreativ, innovativ und teamfähig, wollen etwas bewegen, eigenverantwortlich handeln und möchten sich persönlich weiterentwickeln.

### Unser Angebot:

Wir bieten Ihnen eine spannende Tätigkeit mit viel Selbstständigkeit und Eigenverantwortung in dynamischen Teams, persönliche und fachliche Entwicklungsmöglichkeiten in einem wirtschaftlich gesunden und expandierenden, international tätigen Unternehmen, Vertrauen in Ihr Leistungsvermögen und ein attraktives Einkommen.

Haben wir Sie neugierig gemacht? Dann schicken Sie uns bitte Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen mit Angabe Ihres frühestmöglichen Eintrittstermins.

**Kendro Laboratory Products GmbH**  
 Personalabteilung • Frau Schrader  
 Am Kalkberg • 37520 Osterode am Harz  
 Luise.Schrader@Kendro.SPX.com  
 www.kendro.de

Als letztes Detail im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit sei das neue Corporate Design genannt. Nicht zuletzt wiederum dank der Hilfe des Vereins von Freunden konnte ein Design-Vorschlag durch eine Werbeagentur erarbeitet werden. Die Umsetzung des neuen Designs soll zum Sommersemester 2005 erfolgen. Derzeit werden die abstrakten Vorgaben der Agentur in im Alltagsgeschäft einsetzbare Beispiele (Visitenkarten, Briefbögen, Internetauftritte, Broschüren, Poster) umgesetzt und zu einem verbindlichen Corporate-Design-Manual zusammengestellt.

### Bericht des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer

Der Schatzmeister, Herr Dr. Pfeiffer, berichtete über die Jahresabrechnung 2003 und erläuterte den Haushaltsvoranschlag 2005. Anhand der Mittelbestands- und Mittelverwendungsübersicht 2000 bis 30.09.2004 beschrieb Herr Dr. Pfeiffer die zurzeit befriedigende Kassenlage. Im Bereich der zweckgebundenen Mittel ist allerdings ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen, da die Industrie verstärkt in derartigen Ausgabenbereichen spart.

Der Freistellungsbescheid des Finanzamtes Goslar zur Körperschafts- und Gewerbesteuer für 2002 für den VvFr und die von ihm betreuten Stiftungen liegt vor.

Der Schatzmeister informierte über die in der Vorstandssitzung beschlossene zukünftige „Geldausgabepolitik“ des Vereins. In Absprache mit dem Präsidium der TUC sollen die finanziellen Zuwendungen des Vereins über die nächsten Jahre klar definierten und nachhaltigen Maßnahmen zur Standortverbesserung der Universität zufließen.

Der Rechnungsprüfer, Herr Dr. Tosch, gab einen Bericht über die Prüfung der Jahresabrechnung 2003. Die Mitgliederversammlung beschloss einstimmig, die Jahresabrechnung für das Geschäftsjahr 2003 anzunehmen. Der Bericht der Rechnungsprüfer, die Aufstellung des Vermögens des Vereins zum 31.12.2003 sowie die Abrechnung für das Geschäftsjahr 2003 liegen als Niederschrift vor.

Anschließend berichtete Herr Dr. Pfeiffer über einen Strukturvergleich zwischen den beiden Fördervereinen „Pro RWTH Aachen“ und dem VvFr der TU Clausthal. Betrachtet man das Verhältnis der Studentenzahlen TUC zu RWTH Aachen mit ca. 1:10, ergibt sich ein deutlich besserer Stellenwert der TUC bei den Aufwendungen und Erträgen. Bemerkenswert ist das vermutete hohe Vermögen des Fördervereins „Pro RWTH Aachen“, welches größte Handlungsspielräume zulässt.

In der Analyse der Firmenmitgliedschaften der beiden Fördervereine wird der Standortnachteil der TUC gegenüber der RWTH Aachen deutlich. Bei den Mitgliedschaften lokaler Unternehmen sowie von Unternehmen im großflächigen Einzugsbereich liegt „Pro RWTH Aachen“ aufgrund der Einzugsbereiche mit starker Wirtschaftskraft, dies sind der Großraum Aachen und ganz Nordrhein-Westfalen, deutlich vor dem VvFr.

### Entlastung des Vorstands und Wahl der Rechnungsprüfer

Herr Dr. Tosch stellte den Antrag, dem Schatzmeister und den übrigen Mitgliedern des Vorstands des Vereins von Freunden für das Geschäftsjahr 2003 Entlastung zu erteilen. Der Antrag wurde von der Mitgliederversammlung einstimmig angenommen.

Der Vorsitzende dankte den Anwesenden für das dem Vorstand entgegengebrachte Vertrauen.

Der Vorsitzende teilte mit, dass sich die Herren Dipl.-Ing. Gravenhorst und Dr. Tosch bereit erklärt haben, auch weiterhin als Rechnungsprüfer zur Verfügung zu stehen. Er stellte deshalb den Antrag, die beiden Herren für das nächste Geschäftsjahr als Rechnungsprüfer zu wählen. Der Antrag wurde von der Mitgliederversammlung einstimmig angenommen.

Herr Professor Dr. Ameling dankte den Herren Dr. Tosch und Dipl.-Ing. Gravenhorst für die geleistete Arbeit und für die Bereitschaft, das Amt des Rechnungsprüfers weiter zu führen.

### Zuwahlen zum Vorstand

Der Vorsitzende stellte den Antrag, die Herren

- *Dr.-Ing. Jens Kempken* (Leiter Zentralbereich Entwicklung SMS DEMAG AG)
- *Dr.-Ing. Frank Wachsmuth* (Wachsmuth Management Consulting, Haan)
- *Dipl.-Ing. Stephan Röthele* (Geschäftsführer der Sympatec GmbH, Clausthal-Zellerfeld)
- *Dipl.-Ing. Andreas Minke* (Betriebsdirektor bei der Deutschen Steinkohle AG, Herne, Abt. Kraft- und Energiewirtschaft)

in den Vorstand des VvFr aufzunehmen. Der Antrag wurde von der Mitgliederversammlung einstimmig angenommen.

Die nächste Mitgliederversammlung, verbunden mit der akademischen Feier der TUC, findet am 28.10.2005 statt.

Mit Dank an die Anwesenden schloss der Vorsitzende die Mitgliederversammlung.

## PROMOTIONEN

### Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

*Sander, Torsten, Dipl.-Math.:*

Eigenspace Structure of Certain Graph Classes.  
(Prof. Dr. W. Klotz)

*Otando, Simon Wanyonyi, M. Sc.:*

An Engineering Geological Characterisation of Tropical Clays. Case Study: Clay Soils of Nairobi, Kenya.  
(Prof. Dr. G. Reik)

*Först, Clemens, Magister:*

Computational Materials Science: Oxides-Semiconductor Interfaces and Atomic Fragments for the Description of Condensed Matter.  
(Prof. Dr. K. Ecker)

*Stepić, Milutin, M. Sc.:*

Discrete Solitons in Media with Saturable Nonlinearity.  
(Prof. Dr. D. Kip)

*Rang, Joachim, Dipl.-Math.:*

Stability Estimates and Numerical Methods for Degenerate Parabolic Differential equations.  
(Prof. Dr. L. Angermann)

*Jiang, Shaiqun, M. Eng.:*

Vergleichende Untersuchungen in der radikalischen Copolymerisation.  
(Prof. Dr. G. Schmidt)

*Cabrera Orozco, Andrés, Dipl.-Chem.:*

Kationische Pfropfung von Polyacetylenimininen auf Oxazolin-haltigen Copolymeren.  
(Prof. Dr. G. Schmidt)

*Zárate-Aquila, Oscar Antonio, Dipl.-Inf.:*

Stochastic Learning of Textures.  
(Prof. Dr. I. Kupka)

*Gömann, Anissa, Dipl.-Chem.:*

Das Verhalten von donatordotierten SrTiO<sub>3</sub>-Oberflächen unter Hochtemperaturbehandlung.  
(PD Dr. W. Maus-Friedrichs)

*Steinmann, Ulrich, Dipl.-Chem.:*

Herkunftsanalyse von tierischem Eiweiß mit HPLC und chemometrischer Auswertung.  
(Prof. Dr. G. Schwedt)

*Mandel, Kerstin, Dipl.-Chem.:*

Kontrollierte radikalische Polymerisation mit multifunktionellen Alkoxyaminen.  
(Prof. Dr. G. Schmidt)

*Lierath, Manja, Dipl.-Chem.:*

Entwicklung von Analyseverfahren für Zinkdithiophosphate als Schmierstoffadditive.  
(Prof. Dr. G. Schwedt)

*Bartsch, Martina, Dipl.-Chem.:*

Einsatz von Ultraschall in der Polymersynthese.  
(Prof. Dr. G. Schmidt)

*Shcheka, Galina, Dipl.-Min.:* Platinum-Group Mineralogy of PGE ± Au Placers of the Southern Far East, Russia.

(Prof. Dr. B. Lehmann)

*Hoppe, Markus, Dipl.-Geol.:* Reservoir-mechanical and Petrographical Studies on the Effects of Deviatoric Stress on Tight Gas Sandstones.

(Prof. Dr. W. Blendinger)

### Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen

*Gottschick, Manuel, Dipl.-Ing.(FH):*

Partizipative Stoffstromanalyse für Unternehmenskooperationen am Beispiel der Altsautoverwertung.  
(Prof. Dr. M. F. Jischa)

*Aly Moawad, Taha Moustafa, M. Sc.:*

A Simulation Case Study for Economically Improved Oil Recovery and Water Shut-off Strategies on the Basis of a Stratified High Temperature Oil Reservoir.  
(Prof. Dr. G. Pusch)

*Bhattacharya, Anup Kumar, M. Sc.:*

MoSi<sub>2</sub>-Based Composites from Synthetic and Natural Sources.  
(Prof. Dr. J. Heinrich)

*Ridzewski, Jens, Dipl.-Ing.:*

Konzepte zur Gestaltung rohrförmiger CFK-Aluminium-Hybrid-Verbunde.  
(Prof. Dr. G. Ziegmann)

*Preuße, Christian, Dipl.-Math.:*

Analyse und Synthese von Automaten auf Basis der arithmetischen Modellierung.  
(Prof. Dr. U. Konigorski)

*Arnold, Markus C., Dipl.-Kfm.:*

Anreizwirkungen von Stock Options – Eine agencytheoretische Analyse von Motivations-, Investitions- und Diversifikationsproblemen.  
(Prof. Dr. H. Y. Schenk-Mathes)

*Fahland, Sandra, Dipl.-Ing.:*

Verformungsverhalten einer kombinierten Bogen-Gewichtsstaumauer unter Betriebsbedingungen.  
(Prof. Dr. H. Grill)

*Düsing, Carsten, Dipl.-Geophys.:*

Produktwissensmanagement in erweiterten Unternehmen – ein ontologisches Integrationskonzept.  
(Prof. Dr. P. Dietz)

*Dawah Tankeu, Alain Patrick, Dipl. Phys.:*

Interdiffusion in the  $\alpha$ -Phase of the Iron-Rich Corner in the Fe-Cr-Al Ternary System.  
(Prof. Dr. G. Borchardt)

*Bodendiek, Nils, Dipl.-Ing.:*

NO<sub>x</sub>-Minderung durch gestufte Verbrennung und deren Wechselwirkung mit dem SNCR-Verfahren bei Vorcalcineranlagen der Zementindustrie.  
(Prof. Dr. A. Wolter)

*Punkte, Stefan, Dipl.-Ing.:*

Auswirkungen des Phosphateintrages in Drehofenanlagen der Zementindustrie auf Klinkermineralogie und Zementeigenschaften.  
(Prof. Dr. A. Wolter)

*Oehme, Bernd, Dipl.-Ing.:*

Klassifikation von Zahnoberflächen mittels Ultraschallanregung – ein adaptives Verfahren zur Mustererkennung.  
(Prof. Dr. J. Strackeljan)

*Bethke, Michael, Dipl.-Ing.:*

Einsatz der Simulation zur kontinuierlichen Verbesserung eines unterstützenden Prozesses im Rahmen der Aggregatefertigung eines Automobilherstellers.  
(Prof. Dr. U. Bracht)

*Winkelhake, Jürgen, Dipl.-Ing.:*

Entwurf digitaler Multiraten-Abtastregelungen.  
(Prof. Dr. U. Konigorski)

*Brunner, Thomas, Dipl.-Wirtsch.-Ing.:*

Internationales Projektmanagement am Beispiel von Lkw-Produktprojekten – ein umfassendes Konzept und seine ganzheitliche Anwendung.  
(Prof. Dr. U. Bracht)

*Springmann, Jens-Peter, Dipl.-Ökonom:*

Förderinstrumente für Elektrizität aus erneuerbaren Energieträgern – eine ordnungspolitische Analyse.  
(Prof. Dr. M. Erlei)

*Wondraczek, Lutz, Dipl.-Ing.:*

Untersuchungen zur Herstellung von Magnesiumbändern mit dem DSC-Verfahren.  
(Prof. Dr. H. Palkowski)

*Petrat, Lutz, Dipl.-Geophys.:*

Das Potential der Multi-Basislinien-Radarinterferometrie zur Detektion kleinräumiger vertikaler Bodenbewegungen.  
(Prof. Dr. W. Busch)

*Moiseev, Anna, Dipl.-Ing.:*

Beitrag zur photokatalytischen Abwasserreinigung: Katalysator- und Reaktionsoptimierung.  
(Prof. Dr. A. Vogelpohl)

*Bosse, Michael, Dipl.-Ing.:*

Darstellung der kunststofftechnischen Verarbeitung und funktionellen Leistungsfähigkeit weichmagnetisch hoch gefüllter Thermoplaste.  
(Prof. Dr. G. Ziegmann)

*Seidler, Thorsten, Dipl.-Ing.:*

Minderung rohmaterialbedingter SO<sub>2</sub>-Emissionen in der Zementindustrie.  
(Prof. Dr. A. Wolter)

*Schumacher, Rudolf, Dipl.-Ing.:*

Praxisorientierte Weiterentwicklung eines Arbeitsschutzmanagementsystems und innovative Ansätze zur Optimierung am Beispiel der deutschen Steinkohle AG.  
(Prof. Dr. H. Tudeshki)

*Mekkaoui Alaoui, Mohamed, Dipl.-Ing.:*

Tiefziehwerkzeuge aus Kunststoff: Standzeiterhöhung durch Beimengung von speziellen Mikro- und Nanofüllstoffen.  
(Prof. Dr. G. Ziegmann)

*Schaefer, Kai, Dipl.-Ing.:*

Experimentelle Untersuchungen zur Reaktivität und Festigkeit von grobkörnigen Koksen unter Bedingungen eines Schachtofens.  
(Prof. Dr. J. Zelkowski)

*Schönfeld, Hagen, Dipl.-Ing.:*

Entwicklung und verfahrenstechnische Optimierung von Polymer/Träger-Mikroreaktoren für die polymerphasenunterstützte Edelmetallkatalyse und organische Synthese.  
(Prof. Dr. U. Kunz)

*Fotsing, E. Roland, Dipl.-Phys.:*

Phase Transformation Kinetics and Microstructure of Carbide and Diboride Based Ceramics.  
(Prof. Dr. G. Borchardt)

*Sadeghian, Zahra, M. Sc.:*

Laser Sintering of Hydroxyapatite by Layer-wise Slurry Deposition (LSD)  
(Prof. Dr. J. Heinrich)

*Leschik, Mario, Dipl.-Min.:*

Diffusion von Wasser in rhyolitischen Schmelzen und Gläsern.  
(Prof. Dr. G. Frischat)

*Voß, Heinz-Werner, Dipl.-Ing.:*

Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Steigerung der Gewinnungsleistung von Gleithobelanlagen unter Berücksichtigung der Massengutinfrastruktur.  
(Prof. Dr. O. Langefeld)

*In Klammern ist jeweils der Hauptberichterstatter aufgeführt.*

# 14. Juli 2005



**World Games  
2005 Duisburg**  
Bottrop, Oberhausen  
Mülheim an der Ruhr



Wir heißen die Welt willkommen zum Sportereignis des Jahres. Ab 14. Juli werden hier im Ruhrgebiet tausende Sportler aus aller Welt in über 40 Disziplinen um Gold und um Ehre kämpfen. Uns ist es eine Ehre, Ihnen die World Games 2005 als offizieller Hauptsponsor zu präsentieren.

[www.thyssenkrupp-stahl.com](http://www.thyssenkrupp-stahl.com)

Wir denken Stahl weiter

**ThyssenKrupp Stahl**

Ein Unternehmen von ThyssenKrupp Steel



**ThyssenKrupp**



Prof. Dr. Ulrich Lehner, Henkel KGaA

# TECHNOLOGISCH GESEHEN IST UNTEN GANZ OBEN.

**Denn unsere Bergbautechnik  
ist weltweit führend.**

Steinkohle wird in unserem Land unter geologisch schwierigen Bedingungen abgebaut. Das hat dazu geführt, dass das spezielle Know-how unserer Bergleute und Ingenieure heute internationale Standards setzt – sowohl unter als auch über Tage. In Sachen innovativer Bergbautechnik ist Deutschland Exportweltmeister, und rund um die Steinkohle ist eine Zukunftsindustrie entstanden, die diesen wichtigen Rohstoff mit modernster Technik fördert und nutzt. Darum gilt hier: Kohle fördert Deutschland. Mehr unter [www.deutsche-steinkohle.de](http://www.deutsche-steinkohle.de)



**Deutsche Steinkohle.**  
400 Jahre ab heute.