



Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg

14. Jahrgang 2007

Editorial

Die Ausgabe 2007 wird inhaltlich besonders geprägt von Initiativen der Universität im Verbund mit Partnern aus der Wirtschaft, die sich herausragend in der Kompetenzinitiative „Nachhaltigkeit“ und der durch die „Dr. Erich Krüger Stiftung“ ausgelösten und fundierten Exzellenzinitiative reflektieren. Einen Höhepunkt in diesem Engagement bildete die Festveranstaltung unserer Universität am 11. Juni mit der Gründung und erstmaligen Projektvergabe des Krüger-Forschungskollegs als „Freiberger Hochdruckforschungszentrum (FHZ)“. Diese Aktivitäten formen eine fruchtbare Basis für die Qualifizierungsarbeiten von zahlreichen Promovenden und die Erweiterung der wissenschaftlichen Infrastruktur. Sie stärken markant den gezielten Ausbau der Forschung auf den profilbildenden Gebieten Umwelt, Energie, Geokompetenz sowie Material/Werkstoffe.

Bilanzen und hervorstechende Ergebnisse zu den beiden Feldern Umwelt sowie Material/Werkstoffe bilden einen weiteren inhaltlichen Schwerpunkt dieses Heftes. Ihre Auswahl ist motiviert durch die aktuelle Bedeutung von wissenschaftlichen Konzepten im Sinne eines globalen Klimaschutzes und die 2007 fünfzig Jahre währende Produktion von Halbleiterwerkstoffen in Freiberg, die mit dem erfolgreichen Wandel Freibergs vom Bergbau- und Hüttenstandort zum Hightech-Zentrum unter maßgeblicher Mitwirkung unserer Universität verbunden ist.

Eine besondere Freude ist für uns der Beitrag von Prof. Dr. Drs. Klaus Töpfer, seit Januar auch Ehrendoktor der TU Bergakademie Freiberg.

Der Ausbau des Schlosses zur „terra mineralia“ kommt zügig voran, so dass wir uns bereits jetzt auf die planmäßige Eröffnung im nächsten Jahr freuen dürfen.

In die Freude über eine erfolversprechende Entwicklung unserer Universität mischt sich die tiefe Trauer um den Stifter Peter Krüger.

Ein herzliches „Dankeschön“ an alle Autoren für das Engagement an diesem Heft! Für die an mehr Details und Hintergrundinformationen zu den abgedruckten Beiträgen interessierten Leser ist auf der Internet-Seite unseres Vereins ein Zugang zu von den Autoren zitierten relevanten Quellen geschaffen worden.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Gerhard Roewer
Redaktionsleiter

Inhalt

Aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

Vorwort Klaus Töpfer.....	3
Ernennung von Dr.-Ing. Holst zum Professor e. h.	4
Ständiges deutsch-russisches Forum zur Nutzung von Rohstoffressourcen.....	5
Die „Dr. Erich Krüger Stiftung“ – eine private Exzellenzinitiative.....	6
Wir trauern um Stifter Dipl.-Ing. Peter Krüger	8
Erich Krüger – Vorreiter des Umweltschutzes	8
Freiberg gründet „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“.....	8
Globaler Wandel und die Renaissance des Nachhaltigkeits-Prinzips	10
13. Internationale Fachtagung „Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe“.....	15
Der globale CO ₂ -Kreislauf aus ökologischer Sicht.....	16
Bioneutrale Kraftstoffe.....	22
Treibstoff sparen durch leichtere Autos.....	27
Aus dem Labor in die ganze Welt.....	38
Geophysikalischer Nachweis eines prähistorischen Grabenwerks.....	40
Neues aus dem ewigen Eis.....	43
Materialien für die Halbleitertechnologie.....	45
50 Jahre Halbleitermaterialien in der Region Freiberg. Teil I: Siliciumchemie und Kristallzüchtung.....	49
40 Jahre selbständiges Lehrgebiet Hydrogeologie.....	63
terra mineralia. Statusbericht	64
Ehrenpromotion Prof. Dr. Dr. mult. Klaus Töpfer	66
Industriedenkmalpflege zwischen Diktatur und Demokratie ..	69
Dr. Wolf-Dieter Schneider zum Honorarprofessor bestellt.....	72
Der Bachelor ist da – der Master folgt bald.....	73

TU Bergakademie Freiberg international

Eine isländische Studentin in Freiberg.....	75
Zusammenarbeit mit Universitäten und Firmen in der kanadischen Provinz Alberta.....	76
Verbundnetz Gas AG fördert internationale Hochschulkooperation.....	77
Wie viel ist Russland die Umweltforschung wert?.....	78
Am ICT Prag	79
Vierte Freiburger „International Summer School“ lockt 14 internationale Studierende an die TU Bergakademie	79
Afrika zum Greifen nah.....	80
Alumni-Arbeit der TU Bergakademie: mehr zu tun für beide Seiten!	81

Veranstaltungen und Ehrungen

Freiberger Wissenschaftsnacht entpuppte sich als Besuchermagnet	82
58. Berg- und Hüttenmännischer Tag 2007.....	84
Freiberger Studierende erstmals mit einem Kulturstipendium ausgezeichnet	88
Neuberufungen.....	89
Kanzlerwechsel an der Universität	90
Zum 90. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. Alfred Neumann	90
50 Jahre Diplombergingenieur.....	90
„Die Technik“ ist weiblich, doch was heißt das schon in Freiberg?	91

75. Geburtstag von Prof. Dr. Hans-Walter Bandemer.....	92
Zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Horst Brezinski.....	93
Geburtstage	94
Promotionen, Habilitationen.....	95

Geschichtliches

Ferdinand Reich.....	96
Zum Prioritätsstreit der Indium-Entdeckung	98
Frederick Gleason Corning	99
Carl Emanuel Löscher	101
130. Geburtstag Otto Emil Fritzsches.....	101
100. Geburtstag von Werner Beck.....	102
Matrikel-Nr. 3440: Friedrich Emil Heyn	103
Gustav Anton Zeuner – Lehrer, Forscher, Organisator	105
Alexander Wilhelm Köhler.....	106
Auf den Spuren berühmter Namen in der Freiberger „Himmelfahrt Fundgrube“.....	108
Sachzeuge des Bergbaus ging auf Wanderschaft.....	111
Die SAXONIA-FREIBERG-STIFTUNG	112
Chronik 2008.....	114

Berichte

Erstsemesterfahrt „Geotechnik und Bergbau“ 2006.....	115
Ein halbes Jahr Trondheim	116
Bernhard-von-Cotta-Preis 2006	118
Abenteuer Nahost: Praxissemester in Israel.....	120
Fachtagung EGU 2007 in Wien.....	121
Göttingen GIS & Remote Sensing Days	121
Mikrobiologie auf Schwedisch	122
Energetischer Workshop Edmonton/Kanada-Freiberg	123
Europa 2030 – Politikberatung für Europa	123
Aufenthalt am Institute of Technology and Renewable Energy (I.T.E.R.), Teneriffa, Spanien	124
Kartierung auf der Reykjanes-Halbinsel.....	125
Ökologische Untersuchungen im ehemaligen Basaltsteinbruch Sághegy (Ungarn).....	127
Tauchen für die Forschung	128

Kuriosa

Vom Sinn des Lebens.....	130
Tretet ein, denn auch hier sind Götter.....	130

Buchbesprechung

Bergwirtschaftslehre in 2 Bänden	133
--	-----

Nachrufe

Erinnerung an Friedrich-Karl von Oppel.....	133
Verstorbene 2007.....	133

In eigener Sache

Jahrsmitgliederversammlung 2006	134
Aus der Arbeit des Vorstandes	134

Autorenverzeichnis.....	135
-------------------------	-----

Vorwort

Klaus Töpfer

Die Weltbevölkerung steigt weiter an. Besonders in Asien und Afrika ist diese Dynamik kaum gebrochen. Die hoch entwickelten Länder, aber auch Südamerika, sind dagegen durch abnehmende oder stagnierende Bevölkerungszahlen gekennzeichnet. Gleichzeitig verändert sich die Siedlungsstruktur dramatisch. Zu Recht wird darauf hingewiesen, dass die Welt sich in einem "Urban Millennium" befindet. Wachstumsraten der Bevölkerung von über 6% in den Städten, Megacities und urbanen Agglomerationen Asiens belegen dieses oft kanzerogene Wachstum städtischer Ballungsräume.

Nach der Überwindung der Bipolarität dieser Welt hat die Globalisierung gleichzeitig weltweit einen wirtschaftlichen Wachstumsprozess ausgelöst. Diese globale Wachstumsdynamik wird oft als die „Dritte Industrielle Revolution“ bezeichnet. Besonders in den Schwellenländern von Indien über China bis Südafrika und Brasilien sind Wachstumsraten des Bruttonationalprodukts Realität, die bis zu 10% pro Jahr reichen. Diese Wachstumsschübe sind zur Überwindung der Armut in diesen Ländern zwingend geboten. Vor allem in Afrika ist andererseits dieser wirtschaftliche Wachstumsprozess noch nicht angekommen. Noch herrscht Armut, verbunden mit ungesicherter Ernährungsgrundlage, fehlendem Zugang zu sauberem Trinkwasser, mit Seuchen von Aids bis Malaria, unzureichender Ausbildung junger Menschen und Benachteiligung besonders der Frauen. Die „Millennium Development Goals“, von allen Staatschefs dieser Welt im Jahre 2000 verabschiedet, belegen die Notwendigkeit dieser wirtschaftlichen Wachstumsprozesse. Es ist zu befürchten, dass diese Ziele, so vor allem die Verminderung extremer Armut um 50%, bis zum Zieljahr 2015 in Afrika nicht erreicht werden können. Instabilitäten der Gesellschaft mit weit reichenden Migrationsbewegungen werden die Folge sein. Die Dramatik dieser Entwicklung wird noch dadurch verstärkt, dass sich durch die Abwälzung von Umweltkosten aus den hoch entwickelten Ländern in die Entwicklungsländer die Grundlage für wirtschaftlichen Aufschwung dort erheblich verschlechtert. Wirtschaftliche Ent-



Klaus Töpfer (rechts) und Klaus-Ewald Holst (links) während der Podiumsdiskussion zum Thema Energie- und Rohstoffkrise am 11. Januar 2007 in Freiberg

wicklung basiert stets auf der Verfügbarkeit von Energie und Rohstoffen der Natur. Der oft als „ehernes Gesetz“ bezeichnete Zusammenhang, dass mit 1% Wachstum des BSP ein Wachstum der Energienachfrage von mindestens 1% verbunden ist, macht deutlich, dass in einer globalisierten Welt, die bis zum Jahre 2050 als untere Grenze 8,5 Milliarden Menschen tragen wird, Energie und Rohstoffe die entscheidenden Engpässe sein werden. Dies umso mehr, als mit der Verwendung von fossiler Energie, die bisher deutlich über 70% des Weltenergieangebots stellt, massive Rückwirkungen auf die Stabilität des Naturhaushalts, vor allem auf die Atmosphäre, verbunden sind. Der Umgang mit fossilen Energien, die Entwicklung neuer, kohlenstoffarmer Energieträger sowie die höhere Effizienz in der Nutzung von Rohstoffen und die Entwicklung neuer Materialien sind somit für die Stabilität globaler Entwicklung von entscheidender Bedeutung.

Damit treten Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Energieversorgung und der Rohstoffwirtschaft in den Mittelpunkt der Zukunftssicherung einer Volkswirtschaft. Diese zwingende Notwendigkeit wird dadurch weiter verstärkt, dass mit der sprunghaft ansteigenden Nachfrage nach Leistungen des „Naturkapitals“ auch weit reichende strukturelle Preiserhöhungen bei diesen Ressourcen verbunden sind. Ebenso wird die Zielsetzung der Versorgungssicherheit mit Energie und Rohstoffen gefährdet. Spannungen und Konflikte hinsichtlich des Zugangs zu diesen Ressourcen sind vorprogrammiert, wenn es nicht gelingt, den Nachfragegedruck durch bessere technische Lösungen der Effizienz der Nachfrage und das Angebot wettbewerbsfähiger Alternativen aufzufangen.

Wie selten zuvor treten damit die wissenschaftliche und technische Leistungsfähigkeit, die Forschungsqualität und die Intensität der auf diesen Gebieten eingesetzten Ressourcen in den Mittelpunkt gesellschaftlicher und politischer Erwartungen. Wieder wird wie in der ruhmreichen Vergangenheit der Bergakademie Freiberg der Fortschritt wissenschaftlicher Forschungen zu einem wesentlichen Gradmesser der gesamtwirtschaftlichen Perspektiven dieses Landes. Dabei muss immer wieder die Unabhängigkeit und Selbständigkeit der Forschung auch dort angemahnt und eingefordert werden, wo der aktuelle Handlungsdruck eine frühzeitige Konzentrierung menschlicher und finanzieller Ressourcen auf einen oder zwei Lösungswege nahelegen mag. Die wettbewerbliche Vielfalt der Forschungsansätze ist es, die die Wahrscheinlichkeit positiver Lösungsbeiträge erhöht. Nicht die unmittelbare Verwertbarkeit, sondern die Notwendigkeit grundsätzlichen Denkens und Forschens müssen in Kenntnis der großen, unter Zeitdruck stehenden Aufgabenstellungen der Gesellschaft gewährleistet bleiben. Kurzfristige Erfolge werden nur zu häufig durch mittel- und langfristige Folgeprobleme kompensiert. Immer wieder zeigt sich, dass man eben nicht pfennigweise klug und talerweise dumm sein kann, indem dem schnellen Erfolg die Breite von Forschung und Entwicklung geopfert wird. Dies steht keineswegs in einem Gegensatz zur Einbindung privatwirtschaftlicher Überlegungen in die Entwicklung von Arbeitsprogrammen einer Universität. Eher ist das Gegenteil der Fall. Die Zusammenarbeit mit der privaten Wirtschaft wird durch die hohe Qualität unabhängiger Forscher zu einer sinnvollen und tragfähigen Symbiose führen kön-

nen, wenn von beiden Seiten die jeweils konstituierenden Unterschiede erkannt und respektiert werden.

Vor diesem Hintergrund war für mich die Auszeichnung mit dem Doktor honoris causa der Bergakademie Freiberg eine ganz besondere Ehre. Aus meiner langjährigen Verantwortung für die Umweltpolitik der Vereinten Nationen ist mir die zwingende Notwendigkeit technologischer Fortschritte, ja revolutionärer Durchbrüche für das friedliche Zusammenleben auf diesem wunderschönen Blauen Planeten Erde immer wieder bewusst geworden. Verantwortung für Zukunft zu übernehmen macht es gebieterisch erforderlich, über die Analyse und Prognose von bestehenden oder zu erwartenden Engpässen und Konfliktmöglichkeiten hinaus Handlungsmöglichkeiten für eine

frühzeitige Entschärfung dieser Spannungen zu suchen. Dies ist vorsorgende Friedenspolitik; das gilt für die gesamte Breite wissenschaftlichen Tuns. Es macht das Überdenken betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Denk- und Entscheidungsmuster ebenso notwendig wie das Erkennen menschlicher Verhaltensweisen und Steuerungen, aber eben auch technischer Lösungen in der Weiterentwicklung von Handlungsmöglichkeiten. Es verpflichtet dazu, auch den negativen Auswirkungen bisheriger technischer Lösungen vorurteilsfrei nachzugehen. Dazu gehören gegenwärtig insbesondere der Klimawandel und die damit verbundenen regionalen Konsequenzen für Niederschlag und Extremwetterlagen, für Auswirkungen auf den Naturhaushalt insgesamt, aber auch

auf die menschliche Gesundheit. Vieles in dieser Veröffentlichung belegt, dass die Bergakademie Freiberg sich ihrer Verantwortung für Zukunft stellt. Damit erarbeitet sich diese so traditionsreiche wissenschaftliche Forschungs- und Ausbildungsstätte ihr unverwechselbares Profil innerhalb der Forschungslandschaft Deutschlands, Europas und weltweit. Der Forschungserfolg wird immer auch inspiriert und weitergetragen durch eine Qualität der Lehre, die bei den Studenten das Verständnis für eigenständiges Denken und Forschen sowie verantwortliches Handeln zur Selbstverständlichkeit werden lässt. Die Universität Bergakademie Freiberg wird durch eine so gestaltete Forschung und vermittelnde Lehre ihre verpflichtende Tradition erfolgreich weiterführen.

Ernennung zum Professor e. h.

Am 13. Juni 2007 ernannte Ministerpräsident Milbradt unseren Vorsitzenden, Herrn Dr.-Ing. Klaus-Ewald Holst, zum Professor ehrenhalber (Prof. e. h.). Damit fanden die vielfältigen Verdienste von Dr.-Ing. Holst bei der Förderung des sächsischen Hochschulwesens eine weitere Anerkennung. Bereits 1995 war ihm die Würde eines Ehrensenators der TU-Bergakademie übertragen worden.

Mit unserer Universität ist Professor Holst seit 1962, dem Jahr seiner Immatrikulation in die Fachrichtung Tiefbohrtechnik, Erdgas- und Erdölgewinnung verbunden. 1967 erwarb er hier den Grad eines Dipl.-Ing. dieser Fachrichtung. 1968 trat er als Entwicklungsingenieur in den damaligen VEB Verbundnetz Gas ein und befasste sich dort zunächst mit der Entwicklung optimaler Technologien für die Speicherherstellung und den Speicherbetrieb. Diese Thematik war auch Gegenstand seiner Dissertation, mit der er 1977 an der Bergakademie zum Dr.-Ing. promoviert wurde. In den Folgejahren, als Abteilungsleiter und Hauptingenieur eingesetzt, hat er mit seinen Mitarbeitern einen entscheidenden Anteil an den erzielten Ergebnissen, die 1990 bei der Wiedervereinigung einen solchen Stand erreicht hatten, dass die ostdeutsche Gasindustrie ohne Leistungsdifferenzen in die gesamtdeutsche bzw. europäische Gasindustrie aufgenommen wurde.

Nach der Umwandlung des VEB Verbundnetz Gas in eine Aktiengesellschaft wurde Klaus-Ewald Holst zum Vorsitzenden des Vorstandes der Verbundnetz Gas AG gewählt. In den Folgejahren war er beim Ausbau des Unternehmens sehr erfolgreich. Natürlich blieben auch für einen erfolgreichen bodenständigen



Prof. e. h. Dr.-Ing. Klaus-Ewald Holst

Manager die Angebote von Mandaten und Mitgliedschaften nicht aus, von denen viele angenommen wurden. So ist Professor Holst Mitglied des Kuratoriums der Universität Leipzig sowie Vorsitzender des Kuratoriums Sachsen des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft. Weiterhin wurde ihm das Ehrenamt eines Honorarkonsuls des Königreiches Norwegen sowie der Republik Kroatien übertragen.

Das Amt des Vorsitzenden unseres Vereines hat er erstmals im November 1995 für die Wahlperiode bis 1998 übernommen. Erfreulicherweise hat er sich bereit erklärt, am 23. November 2007 für eine weitere Wahlperiode dafür nochmals zu kandidieren.

Eines der von ihm initiierten umfangreichsten Projekte ist die Förderung der Kooperation der Bergakademie mit der TU Trondheim durch die VNG. Dadurch wurden für zahlreiche Studenten ein- bis zweisemestrige Studienaufenthalte

in Trondheim möglich.

Einbezogen wurden mittlerweile auch fachverwandte Hochschulen in St. Petersburg, Krakau und Prag. Der jüngste Höhepunkt der Aktivitäten von Professor Klaus-Ewald Holst, die Bergakademie in hochrangige internationale Kooperationen einzubinden, war die Gründung des Deutsch-Russischen Rohstoff-Forums e.V. (siehe nebenstehender Beitrag).

Wir gratulieren Prof. e. h. Holst sehr herzlich zu dieser Ehrung und wünschen ihm weiterhin viel Erfolg und beste Gesundheit für die weitere erfolgreiche Erfüllung seiner umfangreichen Aufgaben.

■ Christian Oelsner

Ständiges deutsch-russisches Forum zur Nutzung von Rohstoffressourcen

Anliegen/Ziele

Ein Memorandum für das „Ständige deutsch-russische Forum zu Fragen der Nutzung von Rohstoffressourcen“ wurde am 10. Oktober 2006 in Dresden zwischen dem St. Petersburger staatlichen Bergbauinstitut und der TU Bergakademie Freiberg im Beisein der deutschen Bundeskanzlerin Merkel und des russischen Präsidenten Putin unterzeichnet. Hauptanliegen ist es, mittels einer innovativen Ressourcenstrategie die künftige stabile Entwicklung der Volkswirtschaften Russlands und Deutschlands zu gewährleisten. Dazu soll die Basis für die Erkundung, den Abbau und die Weiterverarbeitung von Rohstoffen gestärkt werden, und verbesserte Möglichkeiten einer rationellen und effektiven Nutzung fossiler, mineralischer und alternativer Rohstoffressourcen sollen aufgezeigt werden. Innovative Lösungen werden angestrebt in Hinsicht auf wissenschaftlich-methodische, forschungs- und produktionsseitige sowie ausbildungsrelevante Fragestellungen. Als erste Industriepartner unterstützen die Gazprom Export und die VNG Verbundnetz Gas AG die Initiative.

Organisation

Als Schirmherren des Rohstoffforums wurden für die deutsche Seite Herr Prof. Dr. Töpfer, zuletzt Generaldirektor des UN-Büros in Nairobi, und für die russische Seite Herr Prof. Litvinenko, Rektor des St. Petersburger staatlichen Bergbauinstituts und Mitglied des Beraterstabs des russischen Präsidenten, benannt.

Als gemeinsames übergeordnetes Gremium fungiert ein Lenkungsausschuss, in welchem unter anderem die Festlegung der Themen erfolgt. Auf untergeordneter Ebene gibt es jeweils einen Lenkungskreis, welcher auf deutscher Seite juristisch als Verein organisiert ist und später in eine Stiftung überführt werden soll. Der Verein „Deutsch-Russisches Rohstoff-Forum e.V.“ wurde im Mai 2007 in Berlin im Beisein von Prof. Töpfer gegründet und hat seinen Sitz in Freiberg. Hauptzweck des Vereins ist die Förderung aller Formen der Aus- und Weiterbildung sowie der politischen und wissenschaftlichen Zusammenarbeit zu allen Fragen der Rohstoffressourcen.

Für die Umsetzung der Aktivitäten ist ein Kuratorium verantwortlich, dessen Vorsitzender der Freiburger Rektor Prof. Unland ist. Als stellvertretender Vorsitzender fungiert der Vorstandsvorsitzende der Verbundnetz Gas AG, Herr Dr. Holst. Weitere Mitglieder sind noch zu bestimmen. Der Vorstand des Vereins, dessen Vorsitz die VNG AG Leipzig und der Stellvertreter des Prorektorats Forschung der TU Bergakademie Freiberg innehaben, führt die Geschäfte im Rahmen der Satzung und nach Maßgabe des Kuratoriums.

In die Arbeit einbezogen werden sollen weitere Vertreter von Organisationen (u. a. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Bund der Deutschen Industrie), von Industrieverbänden (u. a. Rohstoffwirtschaft, Energiewirtschaft, Metallurgie, Anlagenbau) und Vertreter aus Bildung und Wissenschaft (DAAD; DFG).

Aktivitäten/Aufgaben

Die inhaltlichen Aktivitäten des Rohstoffforums laufen sowohl auf einer wirtschaftspolitischen wie auch auf einer wissenschaftlichen Ebene. Die wirtschaftspolitische Ebene dient der Entwicklung der strategischen Ziele und der Verständigung zwischen politischen Gremien und Unternehmen beider Seiten. Auf der wissenschaftlichen Ebene finden die Fachdialoge zu den verschiedenen Themenfeldern statt, wie Öl und Gas, Energietechnik, Anlagenbau u. a. Die Zusammenarbeit erfolgt dabei in Form von Workshops und Konferenzen, Block-Vorlesungen, Sommer Schulen und über einen Austausch von Personal. Zunächst sollen als zentrale Maßnahmen verwirklicht werden:

1. Berufung ständiger Arbeitsgruppen aus Vertretern der beiden Universitäten und der Wirtschaft bzw. anderer Institutionen, die gemeinsam Forschungsvorhaben realisieren.
2. Durchführung jährlicher internationaler Rohstoffkonferenzen abwechselnd in St. Petersburg und Freiberg, auf denen Themen und Ergebnisse aus den Arbeitsgruppen diskutiert werden.
3. Einrichtung einer internationalen Graduiertenschule für Rohstoffmanagement.

Aktuelle Aktivitäten

Eine zentrale Aufgabe des Rohstoffforums war die Vorbereitung einer Konferenz, die zeitgleich und in Verbindung mit der Tagung „St. Petersburger Dialog“ durchgeführt wurde. Der „St. Petersburger Dialog“ fand vom 13.–15.10.2007 in Wiesbaden statt. An der abschließenden Plenumssitzung am 15.10. nahmen auch die deutsche Kanzlerin Merkel und der russische Präsident teil. Die Konferenz des Rohstoffforums stand unter dem Thema „Determinanten einer entwickelten Rohstoffpartnerschaft“. Für die Arbeit auf der fachlichen Ebene gab es drei Fachsektionen (Stahl/Metallurgie, Energie und Transport sowie Rohstoffgewinnung). Es bestand die Möglichkeit, die Ergebnisse aus den Fachsektionen der Konferenz des Rohstoffforums auf der Plenumssitzung des „St. Petersburger Dialogs“ im Beisein der Regierungschefs beider Länder zu präsentieren. Eine weitere aktuelle Aufgabe des Rohstoffforums besteht in der Aus- und Weiterbildung. Ziel ist es, einen deutschen Studiengang in Russland einzurichten, zunächst am St. Petersburger staatlichen Bergbauinstitut. Dafür laufen derzeit konzeptionelle Arbeiten.

■ Rudolf Kawalla



Die Rektoren Prof. Litvinenko und Prof. Unland mit dem unterzeichnenden Dr. Holst (r.), VNG Leipzig. Im Hintergrund Präsident Vladimir Putin und Bundeskanzlerin Angela Merkel. Foto: MDR

Die „Dr. Erich Krüger Stiftung“ – eine private Exzellenzinitiative

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg ist seit dem 1. Januar 2007 Eigentümerin des größten Stiftungsvermögens einer staatlichen Universität in Deutschland. Der Münchner Unternehmer Peter Krüger stiftete der Freiburger Universität am 14. Dezember 2006 Teile seines Immobilienvermögens.

Aus der „Dr. Erich Krüger Stiftung“, die nach dem Vater des Stifters benannt ist, erhält die TU Bergakademie Freiberg jährlich auf unbegrenzte Zeit mehrere Millionen Euro. Mit den Erträgen wird die Freiburger Universität die Ausbildung herausragender Promovenden verstärken sowie den Ausbau ihrer Forschungsinfrastruktur finanzieren.

Das Stiftungsvermögen besteht aus Immobilien in zentraler Lage mehrerer ost- und westdeutscher Großstädte, unter anderem in Leipzig und Dresden. Die Erträge aus dem Immobilienvermögen sollen dem Stiftungszweck entsprechend in praxis- und anwendungsbezogene Wissenschaft und Forschung investiert werden.

Warum hat sich der erfolgreiche Unternehmer die TU Bergakademie Freiberg für seine großzügige Zuwendung ausgesucht? „Ich möchte mit der Stiftung die praxis- und anwendungsbezogene Wissenschaft und Forschung fördern“, erklärte Peter Krüger. „Die TU Bergakademie Freiberg mit ihrem Profil ist hierfür der richtige Partner. Dabei ist es meine Absicht, vor allem solche Forschungsprojekte zu fördern, deren Ergeb-



nisse im Freistaat Sachsen, bevorzugt in Freiberg, umgesetzt, produziert sowie von hier aus verkauft werden können.“

Für seine Entscheidung war sicher auch seine biographische Verbundenheit mit Freiberg ausschlaggebend. Peter Krüger wurde 1924 in Freiberg geboren. 1946 schrieb er sich an der dortigen Hochschule für das Fach Bergbau ein, musste sie jedoch nach einem Semester verlassen. Die offizielle Begründung für seine Exmatrikulation lautete, er sei kein „Arbeiter- und Bauernkind“. Krüger kehrte seiner Heimat den Rücken. In Westdeutschland baute Peter Krüger Unternehmen im Baugewerbe und im Lebensmittelhandel auf. Zuletzt konzentrierte sich der Unternehmer



Peter Krüger und Prof. Unland unterzeichnen am 4. Dezember in München den Stiftervertrag

auf das Immobiliengeschäft. Die Früchte dieser Tätigkeit fließen nun in die „Dr. Erich Krüger Stiftung“.

Die „Dr. Erich Krüger Stiftung“ ist laut ihrer Satzung nicht verzehrend. Das bedeutet, dass das Stiftungsvermögen auch in Zukunft erhalten bleiben muss.

Über die Verwendung der Stiftungsgelder entscheidet ein Stifterrat. Er bestimmt über alle, die Stiftung betreffenden finanziellen Entscheidungen. Dies betrifft sowohl Maßnahmen zum Erhalt des Stiftungskapitals als auch die Investitionen in die Forschung. Im letztgenannten Fall entscheidet der Rat auf Empfehlung des Rektorats der TU Bergakademie Freiberg. Dazu sammelt und sichtet das Rektorat die Vorschläge, die aus der Hochschule eingehen und schlägt dem Rat einzelne Projekte vor. Die „Dr. Erich Krüger Stiftung“ eröffnet der TU Bergakademie Freiberg die Möglichkeit, zusätzliche Mittel in den gezielten Ausbau der Forschungen ihrer profilbestimmenden Bereiche zu investieren: Umwelt, Energie, Geo sowie Material/Werkstoffe. Die Erträge der Stiftung sollen vor allem der Rekrutierung und Ausbildung herausragender Promovenden sowie der Erweiterung der wissenschaftlichen Infrastruktur zugute kommen.

Als eine der ersten Maßnahmen beschloss die Stiftung daher die Einrichtung eines Krüger-Forschungskollegs. Das Kolleg, das fünf Jahre gefördert wird, setzt sich aus acht bis zwölf Hochschullehrern zusammen, die aus mindestens drei Fakultäten der Universität kommen. Das interdisziplinäre Team widmet sich dabei gemeinsam einem Forschungsthema. Nach der Absicht des Stifters sollen dabei solche Fragestellungen im Vordergrund stehen, deren Beantwortung neue Arbeitsplätze befördern.

Eng eingebunden in die Forschungsaktivitäten des Krüger-Forschungskollegs sind dabei Doktoranden. Durch den Austausch zwischen ihnen und den Betreuern der unterschiedlichen Fächer sollen die Problemlösungsfähigkeit gefördert und der Blick über das eigene Fachgebiet hinaus erweitert werden. Zu diesem Zweck sowie zur Weiterbildung bietet das Forschungskolleg ein Aus- bzw. Fortbildungsprogramm an.

Anfang Februar startete unsere Universität dazu eine Ausschreibung. Aussicht auf Erfolg sollten Vorschläge haben, die noch folgende Bedingungen erfüllen:

- Das Thema passt mindestens in eine der Profillinien der TU Bergakademie und ist für die Universität strategisch von Bedeutung. Das Oberthema und die Einzelthemen müssen wissenschaftlich aktuell und auf ein für die Wirtschaft oder Gesellschaft wichtiges Problem fokussiert sein.
- Die das Forschungskolleg tragenden Arbeitsgruppen sollen in ihrem Gebiet bereits sehr gut ausgewiesen sein, beispielsweise durch Publikationen oder Drittmittel. Gleichzeitig wird angeregt, dass sich einzelne Arbeitsgruppen auf neue Wissenschaftsgebiete vorwagen und hierdurch die Zusammenarbeit auf Profillinien der Bergakademie gefördert wird.
- Die Zusammenarbeit mit Firmen und anderen Einrichtungen ist ebenso erwünscht wie Ansätze für mögliche Neugründungen.
- Es soll erkennbar sein, dass die Einrichtung des Krüger-Forschungskollegs eine über den vorgesehenen Zeitraum von fünf Jahren hinaus gehende Zusammenarbeit der beteiligten Gruppen fördert, zum Beispiel in Form einer künftigen DFG-Forschergruppe, eines Sonderforschungsbereichs oder eines sonstigen Verbundprojektes.
- Es muss ein überzeugendes Konzept präsentiert werden, wie die Aus- bzw. Fortbildung der Doktoranden im Rahmen der entstehenden Graduierten- und Forschungsakademie der Universität gefördert wird.

Das Geld des Krüger-Forschungskollegs steht sowohl für Personalkosten, insbesondere für die beteiligten Doktoranden, als auch für Verbrauchsmittel, Geräte und Reisen zur Verfügung. Um bei einer Förderungsdauer von fünf Jahren nicht Anreize für eine entsprechend lange Promotionsdauer zu schaffen, werden die Finanzmittel auch für den Fall zugesagt, dass die jeweiligen Promotionen früher abgeschlossen werden.

Von den insgesamt bis zum Stichtag Ende April eingereichten 14 Projektskizzen wurde zur Förderung das Projekt „Freiberger Hochdruckforschungszentrum“ (FHP) ausgewählt. Es vereinigt in sich Aktivitäten von 8 Hochschullehrern aus den Fakultäten Chemie und Physik, Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau sowie Werkstoffwissenschaft und Werkstofftech-



Dirk Gottschalk von der RENTA GmbH mit den Stiferratsmitgliedern Peter Krüger, Prof. Georg Unland, Prof. Klaus Michael Groll und Fritz Lütke-Uhlenbrock sowie dem Notar Dr. Friedrich Schalkhaußer (v. l.). Fotos (3): TU Bergakademie

nologie. Sprecher ist Prof. Dr. Jens Kortus (Theoretische Physik).

Stifter Peter Krüger selbst verkündete auf einer Festveranstaltung der TU Bergakademie Freiberg in der Alten Mensa das Ergebnis des Auswahlverfahrens und wünschte mit einem beeindruckenden Auftritt den Initiatoren des Kollegs viel Erfolg bei dessen Realisierung. Er nahm auf dieser Veranstaltung auch die höchste Auszeichnung der Freiburger Universität zum Ehrensator der TU Bergakademie Freiberg entgegen. Den Festvortrag hielt der sächsische Ministerpräsident Prof. Georg Milbradt.

„Die TU Bergakademie Freiberg wird durch die Stiftung erheblich dabei unterstützt, ihre Position als international führende Universität in den vier Profillinien Geo, Energie, Material/Werkstoffe und Umwelt erfolgreich auszubauen“, hob Prof. Georg Unland, Rektor der Freiburger Universität, in seiner Laudatio hervor. „Die Gründung der ‚Dr. Erich Krüger Stiftung‘ ist gleichzeitig ein beachtenswertes Zeichen für das Stiftungswesen von Privatpersonen zugunsten der Wissenschaft. Gerade in unserer Zeit, die durch immer geringer werdende staatliche Mittel gekennzeichnet ist, sind solche Aktivitäten erforderlich.“ Die Ehrung erhielten bereits herausragende Wissenschaftler wie Prof. Erich Rammler, Prof. Arno Hermann Müller und Prof. Karl Kegel sowie die Stifterin Dr. Erika Pohl.

Ein weiterer Höhepunkt der Festveranstaltung am 11. Juni war der Start der „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“. Mit den Erträgen der „Dr. Erich Krüger Stiftung“ und mit Unterstützung von nunmehr schon über 70 Unternehmen sollen pro Jahr über sieben Millionen Euro zusätzlich in die Forschung sowie Graduiertenausbildung unserer Universität fließen.



„Eine private Exzellenzinitiative

Durch die Stiftung des Unternehmers Krüger steht der TU Freiberg nun mehr Geld zur Verfügung, als manch andere Hochschule aus der Exzellenzinitiative des Bundes erwarten kann (...)

Peter Krüger hat sich die Bergakademie für seine großzügige Zuwendung ausgesucht, weil die TU Freiberg anders als die meisten anderen Hochschulen in Deutschland wieder deutlich mehr Studenten in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern hat als noch vor wenigen Jahren. Zudem hat Krüger eine starke biografische Motivation für seine Stiftung. Er ist in Freiberg geboren (...)

Die TU Freiberg hat bisher mehr als 150 Stifter gewinnen können. Nach der großzügigen Zuwendung Krügers verfügt die Universität über ein Stiftungsvermögen pro Student in Höhe von mehreren 10.000 Euro.“ (FAZ, 13. Januar 2007)



Peter Krüger während der Auszeichnung zum Ehrensenator der TU Bergakademie

Wir trauern um Stifter Dipl.-Ing. Peter Krüger †

Die Nachricht, dass Peter Krüger am 12. Juli im Alter von 83 Jahren in München verstarb, hat viele Menschen erschüttert. Als Stifter setzte er mit seinem Engagement für die TU Bergakademie Freiberg wichtige Impulse für die Forschung und Ausbildung.

Im Juni dieses Jahres wurde er an unserer Universität dafür mit der Ehrensenatorwürde geehrt. Bei dieser Auszeichnung im Beisein des sächsischen Ministerpräsidenten Prof. Georg Milbradt nahm er die Teilnehmer mit seiner Vitalität und seinem Humor für sich ein. Diese Ausstrahlung und sein Wirken werden für die Freiburger Universität immer in Erinnerung bleiben.

Mit seiner Unterstützung der Wissenschaft setzte Peter Krüger bundesweit ein Zeichen für das private Stiftungswesen. Mit den Erträgen der nach seinem Vater benannten Dr. Erich Krüger Stiftung startete der Münchner Unternehmer im letzten Monat das erste Krüger-Forschungskolleg. Ich bedauere es außerordentlich, dass Peter Krüger die durch ihn initiierten Aktivitäten nicht mehr selbst verfolgen kann.

Ich habe Peter Krüger als einen Menschen erlebt, der sich der TU Bergakademie Freiberg sehr verbunden fühlte. Mit ihm haben wir einen engagierten Freund und Förderer verloren. Wir werden seiner immer in Dankbarkeit und mit hoher Wertschätzung gedenken.

■ Georg Unland

Erich Krüger – Vorreiter des Umweltschutzes

Erich Krüger, an dessen Namen die Stiftung des Unternehmers Peter Krüger erinnert (s. vorige Seite), wurde am 28. Dezember 1885 in Dippoldiswalde geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Dippoldiswalde absolvierte er in Freiberg das Gymnasium und erwarb hier im Jahr 1905 sein Abitur. Anschließend studierte er in Leipzig und legte dort sein Staatsexamen in Chemie, Zoologie und Botanik ab und promovierte auf dem Gebiet der Biologie. In Freiberg war Erich Krüger Lehrer am Freiburger Gymnasium. Parallel dazu leitete er die „Vereinigung für zeichnende und photographierende Heimatfreunde“ in Freiberg. Nach dem Ende des 1. Weltkrieges nahm er ein Studium an der Bergakademie auf und vertiefte hier vor allem seine Kenntnisse auf dem Gebiet der Chemie. Ab 1923 wirkte Dr. Erich Krüger als staatlich bestellter Sachverständiger für Rauchgasschäden im Freiburger Bezirk. Er galt als Spezialist für Schäden in der Landwirtschaft, die durch zunehmende Hüttenrauchemissionen entstanden.

Dr. Erich Krüger kann aus gutem Grund mit zu den ersten Umweltschützern in Deutschland gezählt werden. Als Studienrat am Gymnasium in Freiberg vertrat er Imker und Bauern, deren Tiere an Arsenvergiftung eingegangen waren, erfolgreich in Prozessen gegen die Verursacher der Schäden: die Hüttenwerke in Halsbrücke und Muldenhütten bei Freiberg. Später folgte er einem Ruf an das Metallhütteninstitut der Bergakademie und übernahm einen Forschungsauftrag zum Thema „Hüttenrauchschäden“. Dass ein großes Industrieunternehmen wegen Giftstoffemission zum Schadensersatz an kleine Imker und Bauern verurteilt wurde, war damals eine Sensation. In der Folge begannen die Hüttenwerke darüber nachzudenken, wie sich solche Schäden minimieren oder vielleicht sogar ganz ausschließen lassen könnten. Genau dieser Aufgabe widmete sich Dr. Erich Krüger mit seinen Forschungen, die 1945 ein vorzeitiges Ende fanden und in Vergessenheit gerieten. Die nach ihm benannte Stiftung soll in seinem Sinne die anwendungsbezogene Forschung an der TU Bergakademie Freiberg stärken. 1944 übernahm Erich Krüger einen Lehrauftrag für Zoologie und Botanik für Geologen an der Bergakademie Freiberg, musste diese aber 1945 zunächst verlassen. Von 1951 bis 1958 war Dr. Erich Krüger als Mitarbeiter der Abteilung Fernstudium an der Bergakademie Freiberg tätig. Er verstarb am 5. Mai 1968 in Homburg.

Freiberg gründet „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“

Die TU Bergakademie Freiberg startete am 11. Juni eine „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“. Mit Erträgen der „Dr. Erich Krüger Stiftung“ und Unterstützung von bisher mehr als 60 Unternehmen sollen pro Jahr über sieben Millionen Euro zusätzlich in die Forschung sowie in die Graduiertenausbildung der Freiburger Universität fließen.

Ziel der „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“ ist es, aufgrund der hohen Nach-

frage der Wirtschaft nach Freiburger Absolventen in den nächsten Jahren weitere talentierte Nachwuchswissenschaftler für die Forschungsthemen der Freiburger Universität zu begeistern und sie zu fördern. Dazu stellen die „Dr. Erich Krüger Stiftung“ und Wirtschaftspartner der Freiburger Universität zusätzlich zur staatlichen Grundfinanzierung sowie zu den Drittmittelmaßnahmen weitere Mittel zur Verfügung. Mit ihnen sollen Graduiertenkollegs sowie

Programme zur individuellen Promotion finanziert werden.

Mit Unterstützung befreundeter Unternehmen schafft die TU Bergakademie Freiberg weitere zusätzliche Promotionsstellen. Etwa 70 Wirtschaftspartner der Universität sichern dabei die Finanzierung von circa 100 neuen Promotionsstellen sowie Mittel zum Ausbau der Forschungsinfrastruktur zu. Pro Jahr stehen dafür rund fünf Millionen Euro bereit. Zu den Unterstützern

der „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“ gehören neben Unternehmen aus ganz Deutschland auch Firmen aus den Niederlanden und Österreich. Die Siemens AG geht mit der TU Bergakademie Freiberg eine „strategische Partnerschaft“ ein. Zum Start der „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“ an der Freiburger Universität am 11. Juni 2007 stellte Prof. Klaus Wucherer, Mitglied des Zentralvorstands der Siemens AG, diese engste Form der Kooperation vor, die das Unternehmen mit einer Hochschule eingehen kann. Die Partnerschaft vertieft die bisherige Zusammenarbeit. So werden gemeinsame Forschungsprojekte ausgebaut sowie Nachwuchswissenschaftler gezielt gefördert. Ein „Center for Knowledge Interchange“ (CKI), das Siemens an der TU Bergakademie Freiberg gründet, koordiniert die Zusammenarbeit. Die Freiburger Universität ist die sechste Hochschule in Europa, an der der Konzern ein solches Zentrum gründet. „Um unsere Innovationskraft auch weiterhin absichern zu können, braucht Siemens begabte und engagierte Studenten, Promovenden, Wissenschaftler und Ingenieure von Bildungseinrichtungen, die das Niveau in Wissenschaft und Technik mitbestimmen und vorantreiben können“, erklärt Prof. Hubertus von Dewitz, Leiter des Referats Forschungskoooperationen bei Siemens. „Die strategische Partnerschaft der Siemens AG mit der TU Bergakademie Freiberg verfolgt das Ziel, Wissenschaftler und Ingenieure in unsere Forschungs- und Entwicklungstätigkeit unmittelbar einzubinden. Dadurch kann unsere Position auf dem Weltmarkt auch weiterhin abgesichert, gehalten und auch ausgebaut werden.“

Bereits 2005 prüfte Siemens mit der Bergakademie die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit. Die Analyse ergab, dass die strategischen Entwicklungslinien der Universität mit langfristigen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der zwei für Siemens bedeutsamen Geschäftsbereiche Automation and Control (A&C) sowie Power Generation (PG) eine hohe inhaltliche Übereinstimmung aufweisen. „Das gilt besonders für das Geschäftsgebiet Industrial Solutions and Services (I&S), wo in den Technologiefeldern ‚Mining‘, ‚Metals Technologies‘ und ‚Water Technology‘ an der Universität exzellente Fachkollegen tätig sind sowie eine Labor- und Technikumsausrüstung modernster Art aufgebaut worden ist“, so Prof. von Dewitz.

Auch auf dem Gebiet der Energieverfahrentechnik ist die Freiburger Universität ein außerordentlich interessanter For-

schungspartner. Mit dem Institut für Automatisierungstechnik besteht bereits seit mehr als zehn Jahren eine erfolgreiche ingenieurtechnische Zusammenarbeit. Im Rahmen der strategischen Partnerschaft wurden inzwischen fünf Arbeitsgruppen gegründet. In ihnen sind 18 Professoren tätig.

Der TU Bergakademie Freiberg fließen durch die Partnerschaft in den nächsten Jahren rund 750.000 Euro jährlich an zusätzlichen Mitteln zu. Schon heute gehört die TU Bergakademie Freiberg mit ihren Forschungsthemen Energie, Umwelt, Geo und Material/Werkstoffe aufgrund der Drittmiteinnahmen pro Professor zu den stärksten zehn Forschungsuniversitäten in Deutschland.

Firmen, welche die Kompetenzinitiative Nachhaltigkeit unterstützen:

- ABB Automation GmbH Cottbus
- ACTech GmbH
- Allgemeine Gold- und Silberscheideanstalt AG, Pforzheim
- ALSTOM AG
- Anchor Lamina GmbH, Chemnitz
- Arcelor Eisenhüttenstadt GmbH
- Bayer Business Services GmbH, Leverkusen
- BGH Edelstahlwerke GmbH, Freital
- Bharat Forge Aluminiumtechnik GmbH & Co. KG, Brand-Erbisdorf
- BHS Sontheofen GmbH
- C.D. Wälzholz GmbH & Co. KG, Hagen
- CALDERYS Deutschland GmbH & Co. OHG
- CeramTec AG Innovative Ceramic Engineering, Lauf a. d. Pegnitz
- Choren Industries GmbH
- Daimler Chrysler Forsch.-zentrum Ulm
- Deutsche Solar AG, Freiberg
- Deutsche Steinkohle AG, Herne
- DIHAG Deutsche Giesserei- u. Industrie-Holding AG, Essen
- Dobeneck-Technologie-Stiftung Planegg
- ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH, Erfurt
- Fels-Werke GmbH, Goslar
- Freiburger Compound Materials GmbH
- G.E.O.S Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH
- GEOMontan Gesellschaft für angewandte Geologie mbH, Freiberg
- Georgsmarienhütte Holding GmbH
- Gesellschaft für Montan-u. Bautechnik mbH (GMB), Senftenberg
- GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
- Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG
- HAVER & BOECKER OHG, Oelde

- Hexion Speciality Chemicals GmbH, Iserlohn-Letmathe
- IBM Industrie Marktentwicklungs- und Beratungs AG, Bottrop
- iPSS Gesellschaft für Produktionssteuerungssysteme mbH
- Kali-Umwelttechnik GmbH, Sondershausen
- Knauf Gips KG, Iphofen
- KÖPPERNGmbH & CO KG, Hattingen
- Kreissparkasse Freiberg
- Ligmatech Automationssysteme GmbH
- Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG, Hardheim
- MgF Magnesium Flachprodukte GmbH, Freiberg
- Mittal Steel Germany GmbH
- Mitteldeutsche Baustoffe GmbH
- MPA Dresden GmbH, Freiberg
- Nickelhütte Aue GmbH
- Ortrander Eisenhütte GmbH
- Polysius AG
- Qimonda Dresden GmbH & Co. OHG
- Rasselstein GmbH, Andernach
- REMONDIS Assets & Services GmbH & Co. KG, Lünen
- Rheinkalk GmbH, Wülfrath
- ROMONTA GmbH, Amsdorf
- RWE Power AG, Essen
- Saarschmiede GmbH Freiformschmiede, Völklingen
- Saint-Gobain C.R.E.E., Cavailon Cedex, Frankreich
- Salzgitter Mannesmann Fo. GmbH
- SGL Carbon GmbH, Meitingen
- Siemens AG
- Siemens Fuel Gasification Technology GmbH, Freiberg
- Siemens VAI Metals Technologies GmbH & Co, Linz/Österreich
- Siltronic AG, Freiberg
- Siltronic AG, München
- Sparkasse Mittleres Erzgebirge, Marienberg
- Swiss Steel AG, Emmenbrück
- ThyssenKrupp AG
- ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg
- Vallource & Mannesmann Tubes, Düsseldorf
- Vattenfall Europe Mining AG
- Verein Deutscher Giessereifachleute e.V., Düsseldorf
- VNG Verbundnetz Gas AG
- Volkswagen Sachsen GmbH, Zwickau
- Wagener GmbH & Co. KG, Stahldrahtwerk Altena
- WEIGL Aluminium Guss GmbH
- Wieland-Werke AG
- Zenker Consult, Mittweida
- ZPF therm Maschinenbau GmbH, Siegelsbach

Globaler Wandel und die Renaissance des Nachhaltigkeitsprinzips

Udo E. Simonis

Zum Begriff Nachhaltigkeit

Das Wort, so meint Ulrich Grober in einer Kleinen Begriffsgeschichte, gälte als sperrig: ‚Nachhaltigkeit‘ – ‚halten‘ und ‚nach‘ – irgendwie schwerfällig. Da sei nichts von der Dynamik und Vitalität eingefangen, die man eigentlich meine. Das Wort habe keine Ausstrahlung, die Menschen verstünden es nicht, würden eher verwirrt als animiert. Auch Politiker äußerten Unbehagen an dem ‚schrecklichen Begriff‘ (Jürgen Trittin). Ein unterschwelliges Unbehagen habe sich hierzulande in den Köpfen festgesetzt und bleibe gewiss nicht wirkungslos ...

Es mag ja stimmen, dass ‚sustainable development‘ authentischer klingt, eine zukunftsfähige Entwicklung meint, und so auch ins Deutsche hätte übersetzt werden sollen (wie der Autor es bereits 1991 vorschlug). Was allerdings die Suche nach einem anderen Begriff angeht, so ist der Zug wohl abgefahren, insbesondere nachdem in Deutschland ein Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) installiert und eine Nationale Nachhaltigkeitsstrategie formuliert wurde. Doch nehmen wir – mit Ulrich Grober – einen Blick in die Begriffsgeschichte, dann entfaltet der vermeintlich sperrige Begriff seine eigene Aura. So wie die Idee der Nachhaltigkeit beileibe nicht nur eine Kopfgeburt ist, sondern in den Kulturen der Welt vielfältige Wurzeln hat, so ist das Wort ‚nachhaltig‘ keineswegs eine simple Übersetzung von ‚sustainable‘. Nein, man kann vielmehr sagen, das deutsche Wort Nachhaltigkeit diene als Blaupause bei der modernen Prägung des ‚sustainable development‘!

Eine Entwicklung, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, die eigenen Bedürfnisse zu befriedigen“, so hatte der sog. Brundtland-Bericht von 1987, der zur Vorbereitung des Erdgipfels 1992 in Rio de Janeiro diente, ‚sustainable development‘ definiert und in den Blickpunkt gerückt. Die Formierung dieses Konzepts lässt sich von hier aus über mehrere Vorstufen zurückverfolgen, wozu Naturforscher und

Naturschützer, Theoretiker und Praktiker, Zukunftsplaner und Nicht-Regierungsorganisationen beigetragen haben. Einige Beispiele:

‚Living Resource Conservation for Sustainable Development‘, so hieß der Titel der ‚World Conservation Strategy‘ von 1980, einer Richtlinie für den weltweiten Naturschutz, entworfen von einem international zusammengesetzten Gremium aus Wissenschaftlern und Umweltschützern, die unter der Schirmherrschaft des UN-Generalsekretärs in 34 Ländern gleichzeitig vorgestellt worden war.

Im Jahre 1974 war der Begriff ‚sustainable‘ in einem Dokument des ‚Ökumenischen Rates der Kirchen‘ verwendet worden, das unter dem Einfluss von Befreiungstheologen aus dem Süden und Schöpfungstheologen aus dem Norden eine ‚gerechte und nachhaltige Gesellschaft‘ (a just and sustainable society) einforderte.

Das Jahr der entscheidenden Initialzündung aber war das Jahr 1972, als dem ‚Club of Rome‘ der bahnbrechende Bericht über die „Grenzen des Wachstums“ vorgelegt wurde. Mit Hilfe von kybernetischen Simulationsmodellen hatten Donella Meadows und Mitarbeiter die Folgen von Bevölkerungswachstum, Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung global hochgerechnet und bei der Beschreibung eines angestrebten ‚Zustandes des globalen Gleichgewichts‘ an zentraler Stelle das Wort ‚sustainable‘ verwendet:

„We are searching for a model output that represents a world system that is (1.) sustainable without sudden and uncontrollable collapse; and (2.) capable of satisfying the material requirements of all its people.“ Im Spätsommer desselben Jahres, 1972, stand auf der ersten UN-Umweltkonferenz in Stockholm aber noch der Begriff „ecodevelopment“ im Mittelpunkt der Diskussion.

Eine starke Inspiration kam dann Ende 1972 aus dem Weltall, mit dem Satellitenbild vom ‚Blauen Planeten‘, der Erde in ihrer physischen Endlichkeit und Begrenzung, in ihrer Ganzheit, Schönheit und Verletzlichkeit. Dieses Foto, aufgenommen

men durch die Besetzung von „Apollo 17“, avancierte schnell zum meistpublizierten Bild der Mediengeschichte. „Mitten im 20. Jahrhundert sahen wir zum erstenmal unseren Planeten aus dem Weltall ...“, mit diesen Worten beginnt, 15 Jahre später (1987), der Brundtland-Bericht, der das Konzept „sustainable development“ dann weltweit bekannt und populär machte.

Wurzeln im Forstwesen

Die Verknüpfung des Verbs ‚sustain‘ (aufrechterhalten, tragen) und des Suffix ‚able‘ (fähig) mit dem dynamischen Begriff ‚development‘ schien sprachliches Neuland zu bedeuten. Doch das Modell für diese Wortschöpfung, so wissen wir – und so zeigt es Grober im Detail, – stammt aus der Fachsprache des Forstwesens: ‚Sustainability‘ ist die Übernahme, Modifikation und Erweiterung des international gebräuchlichen Fachbegriffs ‚sustained yield forestry‘, nachhaltige Forstwirtschaft.

Das Konzept ‚sustained yield‘ beschrieb William A. Duerr, ein amerikanischer Forstwissenschaftler, im Jahre 1968 folgendermaßen: „To fulfill our obligations to our descendants and to stabilize our communities, each generation should sustain its resources at a high level and hand them along undiminished“.

Dies ist, kein Zweifel, eine markante Vorwegnahme der vorhin erwähnten Brundtland-Formel. Das forstliche Konzept aber hat seinerseits eine lange, hoch interessante Traditionslinie, – und, was Freiberg angeht, einen genius loci.

Im Jahre 1713 (!) nämlich hatte Hanns Carl von Carlowitz, unter August dem Starcken Oberberghauptmann und Leiter des Sächsischen Oberbergamts in Freiberg, ein Buch veröffentlicht mit dem Titel ‚Sylvicultura Oeconomica‘. Gegen den Raubbau am Wald setzt von Carlowitz darin die Regel, „dass man mit dem Holz pfleglich umgehe.“ Man solle diese Ressource „mit Behutsamkeit“ nutzen, damit „eine Gleichheit zwischen An- und Zuwachs und dem Abtrieb des Holzes erfolget“ und die Nutzung „immerwährend“, „continuirlich“, und „perpetuirlich“ stattfinden könne. Diese Carlowitzsche Wortprägung setzte sich im

Laufe des 18. Jahrhunderts im deutschsprachigen Raum allgemein durch. So plädierte der württembergische Forstmann Wilhelm Gottfried Moser 1757 für eine „nachhaltige Wirtschaft mit unseren Wäldern“. Diese Forderung sei so „vernünftig, gerecht, klug und gesellschaftlich, je gewisser es ist, dass kein Mensch nur bloß für sich, sondern auch für andere und für die Nachkommenschaft lebe ...“.

Im Jahre 1816 hatte Heinrich Cotta in Tharandt die erste Forstakademie gegründet. Weitere Akademien folgten; so im Jahre 1824 im französischen Nancy, wodurch unter anderem die Notwendigkeit einer Präzisierung der Begriffe entstand, um miteinander kommunizieren zu können. Einer der diesbezüglichen Kommunikatoren war der Schweizer Forstmeister Karl Albrecht Kasthofer, der um 1800 herum in Göttingen studiert hatte, und das – wie er sagte – ‚deutsche Kunstwort‘ übersetzte mit: ‚produit soutenu et égal d’une forêt‘.

Das französische Verb ‚soutenir‘ ist eine Ableitung des lateinischen ‚sustinere‘: aufrechterhalten, stützen, tragen, bewahren, zurückhalten. Ähnlich wie Kasthofer verfuhr der Franzose Adolphe Parade, Absolvent der Forstakademie Tharandt und später Professor in Nancy; er übersetzte ‚Nachhaltigkeit‘ im Jahre 1837 mit ‚production soutenu‘.

Eine andere Ableitung von ‚sustinere‘ bildete im Verlauf des 19. Jahrhunderts dann die Grundlage für den englischen Begriff ‚sustained yield forestry‘ – Forstwirtschaft mit dauerhaft aufrechterhaltenem, also nachhaltigem Ertrag.

Nachhaltigkeit – nur ein Modewort?

Ein Modewort ist ‚Nachhaltigkeit‘ – kennt man diese Entstehungsgeschichte – also im Grunde genommen nicht. Und dennoch ist es notwendig darüber zu kommunizieren, was seine eigentliche Substanz ausmacht.

Der Bruch mit nicht-nachhaltigen Praktiken erfordert nämlich ein radikales und zugleich komplexes Denken: über die Naturvoraussetzungen des Wirtschaftens, über den Umgang mit Raum und Zeit, über die Reproduktionspotenziale der Natur, über neue Wohlstandsmodelle wie über zukunftsfähige Bilder eines guten Lebens. Holistisches und dynamisches Denken ist gefragt und dies zumindest dürfte – wie Ulrich Grober mit Recht anmerkt – eigentlich nichts „Sperriges“ sein.

Die internationale Etablierung des Nachhaltigkeitskonzepts 1992 in Rio de Janeiro war ein großer Wurf und eine He-



Titelblatt des Buches von Carlowitz „Sylvicultura Oeconomica“, Ausgabe ???

erausforderung zugleich. Es war damit ein Moment in die Welt gekommen, das extrem weitreichend ist:

- Beim Thema Nachhaltigkeit geht es nicht mehr nur um sorgfältige Nutzung und Erhaltung einer an und für sich erneuerbaren Ressource (des Waldes).
- Es geht auch um den sparsamen Umgang mit den knapper werdenden, in menschlichen Zeiträumen sich nicht erneuernden Ressourcen.
- Und es geht um die Senkenfunktion der Natur (und dabei auch des Waldes), um das Erkennen und Respektieren der begrenzten Absorptionsfähigkeit und Belastbarkeit der natürlichen Ökosysteme.

Globaler Wandel und Nachhaltigkeit

Während der erste Bericht des Teams um

Donella Meadows an den Club of Rome im Jahre 1972 die Grenzen des Wachstums noch primär in der Ressourcenfunktion der Natur sah, stellte der zweite Bericht 1992 die Senkenfunktion in den Blickpunkt – was sich sehr gezielt im englischen Titel des Buches: „Beyond the Limits“, allerdings nicht so sehr in dessen deutscher Übersetzung niederschlug, der schlicht „Die neuen Grenzen des Wachstums“ hieß. Vor wenigen Monaten ist nun eine Ergänzung und Aktualisierung erschienen, in Deutsch: „Grenzen des Wachstums. Das 30-Jahre-Update“ (2006), in dem der Begriff „Overshoot“ (Grenzüberschreitungen) im Mittelpunkt steht. Wir haben, auch wenn noch nicht alle das so sehen wollen, vielfach Grenzen überschritten. Bei der Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht war dies auf

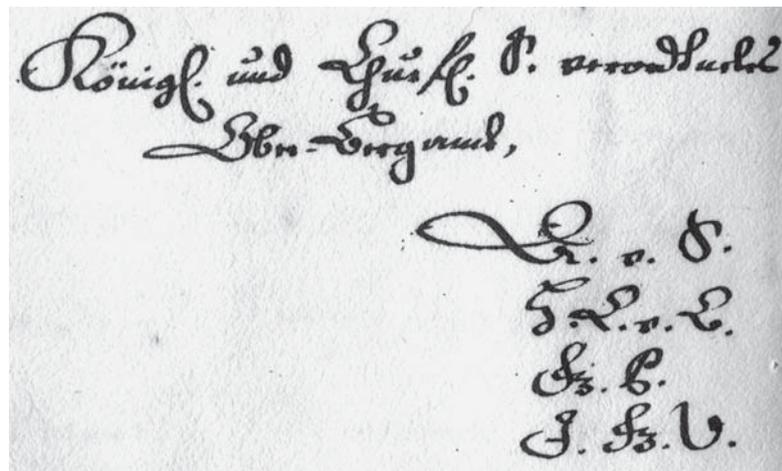
Basis starker wissenschaftlicher Evidenz unbestreitbar – und es kam relativ schnell zu einem internationalen Konsens: Handeln ist dringend erforderlich! Das geschah 1987 mit dem „Montrealer Protokoll“. Dennoch: Vor wenigen Wochen wurde gemeldet, dass das Ozonloch über der Antarktis so groß sei wie nie.

Auch die Änderung des Klimas ist voll im Gange. Dies als Grenzüberschreitung zu erkennen und zu akzeptieren, fällt hingegen schwerer – und gleich aus mehreren Gründen: Weil die Anpassung an den Klimawandel wie seine Verlangsamung, anders als beim Ozonproblem, die Umstrukturierung der gesamten Wirtschaft und die grundsätzliche, nicht nur partielle Änderung unseres Lebensstils erfordert, wurden und werden allseits und überall Denk- und Handlungsblockaden errichtet – insbesondere die Denkblockade, alles sei machbar, substituierbar; insbesondere die Handlungsblockade, Trittbrettfahren sei billiger als einen Fahrschein zu kaufen.

Dabei ist die Grenzüberschreitung in Bezug auf das Klimasystem in vielen Dokumenten festgehalten: Artikel 2 der Klimarahmenkonvention postuliert die „... Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems vermieden wird“. Im logischen Umkehrschluss bedeutet dies: Eine Störung des Klimasystems ist angesichts unserer Emissionsdynamik nicht mehr zu verhindern – nur gefährlich soll sie nicht werden ...

Wenn das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in seinem 3. Sachstandsbericht von einer durchschnittlichen Erhöhung der Erdtemperatur bis zum Jahre 2100 von 1,4 bis 5,8 °Celsius ausgeht, dann mag strittig sein, ob +1,4 °Celsius schon gefährlich sind. Nicht strittig darf sein, dass +5,8 °Celsius eine wahre Katastrophe wäre. (Angesichts der Vielfalt der Auswirkungen des Klimawandels auf die natürlichen, die ökonomischen und die politischen Systeme hätte ich hier eigentlich den Plural – Katastrophen – verwenden müssen!).

Dass das Meadows-Team mit seiner These vom „Overshoot“ auch in Bezug auf die biologische Vielfalt, den Gletscherschwund, die Zerstörung der Korallenriffe und anderes mehr jeden Tag neu bestätigt wird, dürfte den meisten Lesern dieses Textes bekannt sein. Jeder menschliche Eingriff in die Natur, jede Belastung der Natur durch den Menschen, der/die zum Aussterben einer Art führt, ist eine Grenzüber-



Signum von
Carlowitz,
Schreiber-
hand

schreitung. Weniger bekannt – und gesellschaftlich, wissenschaftlich und politisch wenig diskutiert – sind dagegen die Prozesse, welche die anderen Umweltmedien betreffen, insbesondere **die Böden und das Wasser**. Die für die Ernährung der heute und morgen lebenden Menschen erforderlichen Böden gehen quantitativ wie qualitativ in großem Umfang verloren. Und wegen des Bevölkerungswachstums, der Zunahme der Bewässerungswirtschaft und der weiteren Industrialisierung sinkt die Pro-Kopf-Verfügbarkeit an Süßwasser in vielen Ländern und Regionen der Erde unter die kritischen Grenzen: Wasserstress nimmt zu und absolute Wasserknappheit bedroht zunehmend mehr Menschen.

Über das Ozonloch und die Klimaänderung wird immer wieder berichtet und zum Teil auch intensiv diskutiert. Dagegen haben die anderen Aspekte des Globalen Wandels, von ersten Verständigungsversuchen abgesehen, noch nicht zu nennenswerten Anstrengungen einer international abgestimmten Politikformulierung geführt: eine globale Bodenpolitik (Ausnahme Wüstenbildung) gibt es bisher nicht, eine globale Wasserpolitik ist erst im Entstehen, andere globale Umweltpolitiken sind noch in rudimentärem Zustand.

Nachhaltigkeitspolitik auf der internationalen Ebene

Die UN-Konferenz von Rio de Janeiro 1992 hat ein „Moment in die Welt gebracht, das extrem weitreichend ist“ – so eine Formulierung von vorhin, was vielleicht, wie später zu resümieren sein mag, eine Wunsch-Formulierung war.

Fangen wir daher von vorne an: Die Konferenz von Rio, die unter dem Titel „Umwelt und Entwicklung“ stand, brachte

das Thema Nachhaltigkeit auf die Tagesordnung:

- in der „Rio-Deklaration“,
- in der „AGENDA 21“ und
- durch mehrere völkerrechtlich bindende Verträge.

Das Prinzip der „Prävention“, das Vorsorgeprinzip, kam aus der Ecke der Rechtsexperten heraus, und das von Hans Jonas schon früh propagierte Prinzip der „Verantwortung“ erhielt eine eigene Prägung: In der Rio-Deklaration und in allen Rio-Dokumenten findet sich der Hinweis auf die „gemeinsame, aber differenzierte Verantwortung“ (common, but differentiated responsibility), womit eine Antwort auf zwei Tatbestände zu geben versucht wurde:

(a) die historische Verursachung der heutigen Probleme (oder, wie Klaus Töpfer sagen würde: unsere „ökologische Schuld“) und

(b) die unterschiedlichen Fähigkeiten der Staaten und Gesellschaften, auf ökologische Herausforderungen eingehen, d.h. präventiv und/oder reaktiv handeln zu können.

Die AGENDA 21 war ein ausgefeiltes, umfassendes, vielleicht zu anspruchsvolles Aktionsprogramm für die Welt, das alle relevanten Ansatzpunkte für Reformen von Wirtschaft und Gesellschaft enthält und ein weiteres Prinzip in den Blickpunkt stellte: das der „Partizipation“.

Viele sagen, die AGENDA 21 sei gescheitert. Das muss man jedoch etwas differenzierter sehen: In unzähligen Gemeinden wurde AGENDA 21 zu einem belebenden Moment der lokalen Demokratie. In Deutschland, in Europa, auch in Teilen Asiens wurden viele Initiativen angestoßen, die dem Thema Nachhaltigkeit eine eigene, wenn auch unterschiedliche Figur gaben. In Regionen und Ländern jedoch, wo es vor allem um Entwicklungsin-

initiativen hätte gehen müssen, wie in Afrika im Besonderen, blieb das Potenzial dieses Aktionsprogramms weitgehend ungenutzt. Und in Regionen und Ländern, wo es vor allem um Umweltschutzinitiativen hätte gehen müssen, wie insbesondere in den USA, blieb die AGENDA 21 völlig unbekannt. (Nebenbei gesagt: Fast alles, was von den Vereinten Nationen kommt, wird von den meisten US-Amerikanern misstrauisch betrachtet oder als unangemessene Einmischung in innere Angelegenheiten abgelehnt).

Was die internationalen Regelwerke, die völkerrechtlich bindenden Verträge zum Schutz globaler Umweltgüter angeht, so war Rio 1992 gewiss ein Meilenstein der Politik-Formulierung, weniger jedoch der Politik-Implementierung: Als Erstes trat die „Biodiversitäts-Konvention“ in Kraft (1993), ein hochinnovativer Ansatz, der erstmals in der Geschichte

- den Schutz der biologischen Vielfalt,
- die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile und
- die gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung ergebenden Vorteile

vorsieht. In allen Rio-Konventionen taucht, an keiner Stelle aber deutlicher als hier, die Frage der Gerechtigkeit auf, die sich in der Brundtland-Definition ja sowohl als intra-generative (soziale) wie auch als inter-generative (zukunftsbezogene) Gerechtigkeit verstehen lässt.

In hohem Maße interessant für das Thema Nachhaltigkeit ist auch, weil eher unerwartet, die „Desertifikations-Konvention“ (auch Wüsten-Konvention genannt), die 1994 gezeichnet wurde und 1996 in Kraft trat. Interessant vor allem aus zwei Gründen: Der Norden, die Industrieländer sehen sich als mitverantwortlich für ein Problem, die Wüstenausbreitung, das sie – von Spanien abgesehen – gar nicht direkt betrifft. Außerdem sieht die Konvention aktive Partizipationsrechte für die lokale Bevölkerung vor, die man sich für andere internationale Verträge nur wünschen kann.

Ein verspätetes und kein direktes Ergebnis von Rio 1992 ist die „Chemikalien-Konvention“, die im Jahre 2000 in Stockholm unterzeichnet wurde und 2003 in Kraft trat. Diese sog. POP-Konvention (für: persistent organic pollutants) betrifft allerdings nicht alle gefährlichen Chemikalien, sondern (vorläufig) nur das sog. dirty dozen, das „Schmutzige Dutzend“. Das Ringen um diese Zahl wie aber auch um die Eingriffstiefe des Regelwerks, war entsprechend heftig und zeitraubend. Dass die

EU mit ihrem „REACH-Programm“ 30.000 chemische Stoffe regulieren will, sei gleich angefügt, wie aber auch die Vermutung, dass dies, wegen methodischer Schwierigkeiten und allseitiger, interessengeleiteter Widerstände, nicht gelingen könnte.

Dass nach dem Anstoß in Rio zwei andere internationale Übereinkommen nicht auf den Weg gebracht worden sind, eine Wasser-Konvention und eine Bodenschutz-Konvention, erwähnte ich bereits. Persönlich empfinde ich dies als gravierendes Defizit, nicht nur aus dem Blickwinkel der Politik-Systematik im Allgemeinen, sondern auch der notwendigen Kohärenz der globalen Umwelt- und Entwicklungspolitik im Besonderen.

Defizite im politischen Umgang mit dem Globalen Wandel bestehen indes auch noch in einem anderen Sinne: Die genannten Konventionen sind allgemeine Regelwerke, die der Spezifizierung bedürfen, was

- die Bestimmung quantitativer Ziele und fester Zeiträume,
- die Vereinbarung von Instrumenten und Maßnahmen und
- die Schaffung von institutionell-organisatorischen Grundlagen

angeht, die in Form von Umsetzungsprotokollen zu beschließen wären. Für die „Biodiversitäts-Konvention“ beispielsweise sind drei solcher Protokolle im Gespräch, doch nur eines, das zur „Biosafety“ (biologische Sicherheit) wurde bisher auch erarbeitet und unterzeichnet (das „Cartagena Protokoll“). Ein Protokoll zum Schutz der Wälder im Rahmen der Biodiversitäts-Konvention wäre grundsätzlich möglich, ist aber strittig. Ein solches zum Schutz der Küstenregionen ist angedacht, aber erst ansatzweise formuliert.

Unter der „Klimarahmen-Konvention“ wurde bisher nur ein Protokoll erarbeitet, das „Kyoto Protokoll“, das im Jahre 1997 gezeichnet wurde und 2005 in Kraft getreten ist, aber zunächst nur bis 2012 gilt. Was kommt nach 2012? Wird es ein „Kyoto II“ geben und woraus wird es bestehen?

Doch zurück zu der Frage: Ist das „Kyoto Protokoll“ ein Beitrag zur Nachhaltigkeit? Ja und Nein. Ja, weil es den Einstieg in eine Reduzierungsstrategie für 6 Treibhausgase markiert. Nein, weil es jeder Radikalität und Stringenz entbehrt: nur 5,2% Emissionsreduzierung bis 2012 angesichts einer Reduktionserfordernis von 80 bis 90% bis 2050 in den Industrieländern; „heiße Luft“ beim Handel mit Emissionszertifikaten und Unklarheiten bei der Anerkennung und Anrechnung natürlicher Senken als

Beitrag zum Klimaschutz ...

Dieser Überblick über den Globalen Wandel und die bisherigen Ansätze und Fortschritte einer Nachhaltigkeitspolitik auf der internationalen Ebene darf nicht enden ohne Hinweis auf einige institutionelle Innovationen:

Die UN-Konferenz in Stockholm 1972 hatte zur Einrichtung des „UN-Umweltprogramms“ (UNEP) geführt, eines Nebenorgans der UN-Generalversammlung.

Mit dem „Montreal Protokoll“ kam es 1987 zur Einrichtung des „Multilateralen Ozon-Fonds“ (MOF), eines Konversionsprogramms, das den Ausstieg aus der Produktion und der Verwendung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) weltweit auf den Weg gebracht hat, auch wenn das Ozonloch – wegen der Langlebigkeit der FCKW und Halone – zurzeit so groß ist wie nie zuvor.

Auf Initiative von Präsident Mitterand und Kanzler Kohl kam es im Jahre 1990 zur Einrichtung der „Globalen Umwelt-Fazilität“ (Global Environment Facility – GEF), jedoch nur als Abwehr eines von den Entwicklungsländern geforderten Allgemeinen Umweltfonds. Die GEF wurde 1994 auf Drängen der Entwicklungsländer zu einem paritätisch besetzten Gremium reformiert, in dem beide Seiten – Industrieländer wie Entwicklungsländer – ein Gruppenvetorecht haben, also nicht, wie bei Weltbank und Währungsfonds, überstimmt werden können.

Mit dem „Kyoto Protokoll“ wurden der „Clean Development Mechanism“ (CDM) und der „Joint Implementation Mechanism“ (JI) etabliert, potenziell wichtige Instrumente zur Durchführung nachhaltiger Projekte in Entwicklungsländern bzw. anderen Industrieländern. Dagegen ist es weiterhin offen, ob der Emissionszertifikate-Handel („Emissions Trading“) so ausgestaltet werden kann, dass er sowohl einen effektiven Klimaschutz als auch eine umweltfreundliche Entwicklung begünstigen wird – ein großes Thema, auf das ich hier leider nicht näher eingehen kann.

Nachhaltigkeitspolitik auf der nationalen Ebene

Auch wenn es nicht eigentlich zum gestellten Thema gehört, muss ich doch etwas zur Nachhaltigkeitspolitik in Deutschland sagen, auch und besonders deswegen, weil der internationale Diskurs zum Globalen Wandel ja auf die nationale Ebene zurückwirkt, und weil die heimischen Ak-

tivitäten natürlich Auswirkungen auf die internationale Ebene haben. Hierzu allerdings nur einige Stichworte:

- Lokale Agenda 21-Prozesse: Sie sind zahlreich; unterschiedlich; unterschiedlich erfolgreich.
- Nationale Nachhaltigkeitsstrategie: Einen nationalen Umweltplan hat es, anders als bei unseren Nachbarn in Holland und Skandinavien, nicht gegeben; da steht unsere Geschichte vor. Also kam es zu einer Nachhaltigkeitsstrategie, die von einem sog. Grünen Kabinett (auf Staatssekretärebene) angestoßen wurde und vom Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) kritisch-konstruktiv begleitet wird.

Meine persönliche Einschätzung: Eine Nachhaltigkeitsstrategie im strikten Sinne des Erhalts der erneuerbaren Ressourcen, der Reduzierung des Verbrauchs nicht-erneuerbarer Ressourcen und der Stabilisierung der Senkenfunktionen der Natur ist es nicht geworden. Es ist eher eine clever verpackte Modernisierungsstrategie. Nur sieben der insgesamt verwendeten 21 Indikatoren könnte ich als Nachhaltigkeitsindikatoren akzeptieren. Mit der Erfolgskontrolle von 21 Indikatoren wird man auch methodisch-statistische Schwierigkeiten bekommen. Doch immerhin: Regelmäßige Evaluation und aktive Partizipation der Bevölkerung sind vorgesehen – und auch im Gange. Besonders zu erwähnen für die nationale Debatte sind des Weiteren

- die BUND/Misereor-Berichte „Zukunftsfähiges Deutschland“ 1996 und 2002;
- die UBA-Berichte „Nachhaltiges Deutschland“ von 1997 und 2002 sowie
- mehrere kommunale und regionale Berichte (wie z.B. „Zukunftsfähiges Berlin“, „Nachhaltiges Hamburg“, „Zukunftsfähiges Schleswig-Holstein“)

Nachhaltigkeit und die Wissenschaft

Ich erwähnte eingangs schon einige der epoche-machenden historischen Beiträge der Wissenschaft, die Berichte von Donella Meadows et al. von 1972, 1992 und 2004 (2006) und den Brundtland-Bericht von 1987. Es hat weitere bedeutende Beiträge gegeben, aus der Wissenschaft, aber auch aus unterschiedlichen Formen der Kooperation, z.B. die regelmäßigen Berichte:

- „World Resources“ des World Resources Institute
- „State of the World“ des Worldwatch-Institute

- „Stern Review on the Economics of Climate Change“ von 2006
- „GEO 1“, „GEO 2“ und „GEO 3“ (Global Environment Outlook, 1997, 1999, 2002) des UN-Umweltprogramms.

GEO 3 fordert das mir gestellte Thema in besonders provozierender Weise ein. Zur Einhegung des Globalen Wandels seien grundsätzlich drei Politik-Zukünfte möglich: (1) Eine neoliberale Politik des „Markets first“; (2) eine aus Einsichten der Global governance-Debatte und als Teil-Antwort auf die ökonomische Globalisierung begründete „Policy first“-Strategie und (3) eine durch die Ereignisse des 11. September 2001 geprägte Politik des „Security first“. Aber müsste es nicht, angesichts aller in diesem Bericht (und in den anderen Berichten) konstatierten Umweltprobleme eigentlich um eine vierte Politik-Zukunft gehen, um (4) ein „Sustainability first“? GEO 3 legt es nahe, ich stelle es hier als schlichte Frage: Wer will „Sustainability first“? Wollen wir alle eine Politik der „Nachhaltigkeit zuerst“?

Nun, ich will nicht provozieren. Ich möchte mich lieber hinter eine wissenschaftlich-reservierte, aber doch auch engagierte Position stellen, wie sie in Deutschland seit nunmehr 14 Jahren der „Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen“ (WBGU) vertritt: disziplinär abgesicherte, interdisziplinär orientierte, international ausgegerichtete und handlungsbezogene Wissenschaft. Jedes Jahr seit 1992 wird – wenn auch kaum von der Öffentlichkeit bemerkt – ein bedeutendes Gutachten zum Thema „Globaler Wandel und nachhaltige Entwicklung“ vorgelegt, das der großen gesellschaftlichen Debatte bedarf, auch der Debatte an unseren Hochschulen, besonders jetzt, da die Entscheidung von Deutscher Forschungsgemeinschaft (DFG) und Wissenschaftsrat vom 13. Oktober 2006 zu so genannten Eliteuniversitäten, Graduiertenschulen und Exzellenzclustern den Globalen Wandel völlig negiert und so ein – wie ich meine – intellektuelles Versagen erster Klasse decouviert hat.

Wie geht es weiter? Ein Wunsch und eine Hoffnung

Nachhaltige Entwicklung ist ein Prozess, kein Einmal-Ereignis. Doch dieser Prozess braucht immer wieder besondere Anstöße. Was auf der lokalen und nationalen Ebene teils in etablierten, teils in spontanen Strukturen diskutiert wird, muss auf

der globalen Ebene erst noch verstetigt, zum Teil ganz neu inszeniert werden. Ich nannte schon einige Projekte, meine persönlichen Prioritäten:

- die Reaktivierung der AGENDA 21,
- die Umsetzung der ausgehandelten internationalen Konventionen,
- die Schließung der Lücken, die in Bezug auf einen Teil der globalen Umweltgüter noch bestehen: bei Wasser, den Böden und den Wäldern.

Für Teilbereiche sind Vorschläge ausgearbeitet worden, für Teilfragen sind Vorschläge im Gespräch, so für die Rolle erneuerbarer Energien, insbesondere seit der Renewables-Konferenz in Bonn 2004 und für die Sicherung der Wasserversorgung, insbesondere seit der Johannesburg-Konferenz von 2002 und der Europäischen Wasser-Initiative.

Altbundespräsident Johannes Rau hat sich in der ihm eigenen, menschlich verbindlichen Art für besseren Natur- und Umweltschutz stark gemacht. Die Bundesregierung will sich für den Vorschlag des Rates für Nachhaltige Entwicklung (RNE) stark machen, eine „Weltkommission für Globalisierung und Nachhaltigkeit“ einzusetzen. Das könnten in der Tat Anlässe und Ansatzpunkte sein, unserem Thema neue Dynamik zu verleihen. Persönlich hätte ich jedoch eine andere Priorität anzubieten, an der seit Jahren gearbeitet worden ist, die aber bisher nicht das Interesse der Politik gefunden hat: die Einrichtung einer „Weltumwelt- und Entwicklungsorganisation“ (World Environment and Development Organisation – WEDO). Alle, die darüber nachgedacht haben, alle die darüber diskutieren, wissen es; die umweltpolitische Kompetenz auf der globalen Ebene ist zu schwach ausgeprägt:

- UNEP ist ein Programm, aber keine Organisation und schon gar keine Behörde der Vereinten Nationen (wie viele Leute fälschlicherweise meinen);
- es mangelt an Koordination und Kooperation der internationalen umwelt- und entwicklungsrelevanten Institutionen;
- die globalen ökonomischen Interessen dominieren – und sie sind gut organisiert ...

Weil es eine Weltbank (WB) und eine Welthandelsorganisation (WTO) gibt, sollte es auch eine Weltumweltorganisation (WEDO) geben – Parität muss her; das ist angesichts der Dynamik des Globalen Wandels institutionell-organisatorisch gesehen das Mindeste.

Nun bin ich also bei den Wünschen angekommen. Zwischen Wunsch und

Wirklichkeit bestehen oft große Diskrepanzen. Solche Diskrepanzen aber lassen sich überwinden. Und hier fällt mir Arthur Schopenhauers „Gesetz des Glücks und der Zufriedenheit“ ein: „Um glücklich zu sein und zufrieden zu bleiben, hast Du zwei Möglichkeiten: Senke Deine Erwartungen oder steigere Deine Anstrengungen!“ Damit das Thema Nachhaltigkeit nicht weiter verschleppt wird, bietet des Philosophen Weitsicht zwei konkrete Handlungsanleitungen: Wir sollten uns von unrealistischen Erwartungen trennen;

wir sollten grundsätzlich ungeduldig sein, aber auch, wenn nötig, Geduld haben.

Wir sollten uns mehr anstrengen, uns größeren Mühen um Nachhaltigkeit unterziehen – und zwar auf allen Ebenen.

Hierbei setze ich natürlich auch auf die heutige Veranstaltung und den historischen Ort, an dem wir versammelt sind. Wer so viele Jahre direkt oder aber indirekt am Thema Nachhaltigkeit dran war, wie viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bergakademie Freiberg, wird nicht leicht aufgeben, wird immer wieder neue An-

strengungen unternehmen. Wir müssen nämlich auf dem Weg zur Nachhaltigkeit weiter vorankommen, auf der lokalen und nationalen, aber auch auf der internationalen Ebene.

Dem Verein der Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg gelten mein Dank für die bisherige und meine guten Wünsche für die zukünftige Arbeit.

Literaturangaben zu diesem Beitrag unter:
<http://www.tu-freiberg.de/~vff/>

„Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe“

13. Internationale Fachtagung am 6. und 7. September 2007 in Freiberg

Zum 13. Mal fand an der TU Bergakademie die internationale Fachtagung zur energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe statt. Diese wird traditionell vom Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik der TU Bergakademie Freiberg und seinen langjährigen Partnern, dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, dem Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft der TU Dresden, dem Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. sowie der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft unter der Schirmherrschaft des Sächsischen Staatsministers für Umwelt und Landwirtschaft veranstaltet. Prof. Dimosthenis Trimis vom Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik der TU Bergakademie Freiberg fungierte als Tagungsleiter. Der Sächsische Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft Stanislaw Tillich ging in seinem

Grußwort auf die aktuelle Bedeutung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe ein. Besonderes Augenmerk richtete der Minister auf die Thematik Biomasse: „Mittelsachsen ist ein Zentrum für die Forschung und Produktion nachwachsender Rohstoffe und deren wirtschaftlichen Einsatz.“ Vor allem Biomasse zeichne sich dadurch aus, dass sie nachhaltig produziert und durch sie auch eine Wertschöpfung im ländlichen Raum gesichert werden kann.

In den Plenarvorträgen sprachen Christian Virks, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zu Stand und Tendenzen der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe aus der Sicht des BMELV und Daniel Gellner, Leiter der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, über die Biomassepotenziale im Freistaat Sachsen und Möglichkeiten zu deren Nutzung.

Die Themen der 15 Fachvorträge reichten von den gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Stromerzeugung aus Biomasse, aktuell: die bevorstehende Novelisierung des EEG (Jaqueline Daniel vom Institut für Energetik und Umwelt gGmbH in Leipzig) über die Möglichkeiten der Biomassegewinnung, sei es aus Kleinprivatwäldern (mit einem überaus engagierten Vortrag von Forstdirektor Jörn Uth) oder von schwermetalbelasteten Flächen (Dr. Christian Röhricht, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft) bis zum Einsatz von Biomasse, beispielsweise für Gewächshäuser (Roy Michael, HolSo Therm GmbH aus Kölleda) oder für kommunale Heizungen (Prof. Ivan Pesenjanski, Universität Novi Sad in Serbien).

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt vieler Vorträge lag auf den vielfältigen Möglichkeiten der Aufbereitung bzw. Umwandlung von Biomasse zu einem komfortabel einsetzbaren Energieträger, wie z.B. die Vergasung von Biomasse und Einsatz des Gases im BHKW (Dr. Tobias Zschunke, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung der TU Dresden) oder die Aufbereitung teerhaltiger Brenngase (Dorith Böhning vom Institut für Energietechnik der TU Dresden) oder der Einsatz von Schwachgasen aus der Biomassevergasung in speziellen Porenbrennern (Prof. Dimosthenis Trimis).

Eine tagungsbegleitende Poster- und Firmenpräsentation gab den Teilnehmern die Gelegenheit, ihre Produkte und Tätigkeitsschwerpunkte dem interessierten Fachpublikum vorzustellen. Ergänzt wurde das zweitägige Programm durch eine Fachexkursion in das Ökozentrum Nossen bei Freiberg am 7. September.



Firmenpräsentation zur Tagung

■ Saskia Wesolowski

Der globale CO₂-Kreislauf aus ökologischer Sicht

Hermann Heilmeier

Das Jahr 2007 bringt zwei zehnjährige Jubiläen mit sich, die neben der zeitlichen eine enge inhaltliche Verknüpfung aufweisen: am 18. Juni 1997 wurde in einem Festakt im Stadttheater Freiberg das Interdisziplinäre Ökologische Zentrum als zentrale Einrichtung der Technischen Universität Bergakademie Freiberg gegründet, dessen Aufgabe es ist, die umweltbezogene Forschung an der Universität zu fördern, zu initiieren und zu koordinieren. Dazu gehören auch ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen und das Wirtschaften in geschlossenen Stoffkreisläufen. Auf globaler Ebene sind diese Ziele unter anderem im sogenannten Kyoto-Protokoll festgeschrieben, das am 11. Dezember 1997 als ein Ergebnis von Verhandlungen unter dem Dach der Klimarahmenkonvention der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung von Rio de Janeiro (1992) verabschiedet wurde. Das Kyoto-Protokoll regelt verbindlich, wie von 2008 bis 2012 die Emissionen der sechs wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und bestimmte Gruppen von Fluor-Kohlenwasserstoffen (FCKWs) global um etwa 5% unter das Niveau von 1990 gesenkt werden sollen. Der folgende Beitrag soll am Beispiel des globalen CO₂-Kreislaufs eine kritische Bewertung der im Kyoto-Protokoll vorgesehenen Maßnahmen aus biologisch-ökologischer Sicht ermöglichen.

Im Kyoto-Protokoll vorgesehene Maßnahmen zur globalen Senkung klimawirksamer Emissionen

Die im Kyoto-Protokoll eingegangenen Verpflichtungen sind global nicht gleichmäßig verteilt. Insgesamt sind nur für 30 Staaten (sogenannte Annex-I-Staaten; Industrieländer und Länder im Übergang zur Marktwirtschaft) individuelle Reduktionsquoten festgelegt, so für die Europäische Union 8%, für Deutschland 21%. Diese Staatengruppe repräsentiert auch die Hauptquellen der globalen CO₂-Emissionen (Osten der USA, Mitteleuropa, Ostasien). Folgende Möglichkeiten sind im Kyoto-Protokoll vorgesehen (Schulze et al. 2002a; Nentwig et al. 2004):

- Technische Maßnahmen zur Abgas-

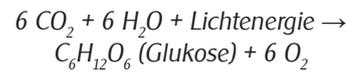
minderung z.B. in den Sektoren Energie, Industrie, Landwirtschaft und Abfallbehandlung

- Förderung biologischer Senken im Forst (Aufforstung, Vermeidung von Rodungen) und emissionsmindernde Maßnahmen in der Landwirtschaft
- Handel von Emissionszertifikaten zwischen den Industrieländern als finanzieller Anreiz, Emissionen zu reduzieren und den Quotenüberschuss an Länder zu verkaufen, die noch keine Emissionsenkung erreichen konnten
- Projekte von Industriestaaten in Entwicklungsländern zur Emissionsreduktion (z.B. durch erhöhte Effizienz der Energienutzung) bzw. zur Erhöhung der Kapazität von CO₂-Senken (z.B. im Bereich der Land- und Forstwirtschaft), die von einem Industrieland finanziert werden, aber auch dem Entwicklungsland nützen (clean development mechanism). Die dadurch bewirkte CO₂-Verminderung würde dem Industrieland gutgeschrieben.

Somit werden durch das Kyoto-Protokoll erstmals nicht nur technisch-industrielle Maßnahmen zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen erwogen, sondern auch die Schaffung neuer biologischer Senken, um einen Teil der industriellen CO₂-Emissionen zu kompensieren. Wie im folgenden dargestellt, beträgt die Reduktionsverpflichtung um 5,2 % nur einen Bruchteil der natürlichen Kohlenstoffflüsse von CO₂-Assimilation und Atmung. Somit stellt sich die Frage, ob eine geringe Verschiebung dieser Flüsse einen großen Teil der Reduktionsverpflichtungen ermöglichen könnte.

Photosynthese und Atmung: treibende Kräfte des globalen CO₂-Kreislaufs

Kohlendioxid wird von sogenannten autotrophen Organismen, das sind diejenigen grünen Pflanzen und Mikroorganismen, die mittels Licht- oder chemischer Energie (Photo- bzw. Chemotrophie) ihre körpereigenen organischen Substanzen aus CO₂ aufbauen, aus der Atmo- bzw. Hydrosphäre aufgenommen. Quantitativ überwiegt dabei die Photosynthese, vor allem in den Blättern von Landpflanzen (Abb. 1):



Pflanzen als sogenannte Primärproduzenten assimilieren jedoch nicht nur CO₂ tagsüber in ihren Chlorophyll-(Blattgrün-)haltigen Organen (weltweit ca. 10¹¹ Tonnen pro Jahr, Ricklefs & Miller 2000). Vielmehr geben diese in der Dunkelheit, genauso wie durchgehend die nicht-grünen Pflanzenteile und die Tiere sowie Mikroorganismen in der gegenläufigen Reaktion (Atmung) den in den photosynthetisch erzeugten Produkten festgelegten Kohlenstoff wieder als CO₂ an die Atmo- bzw. Hydrosphäre ab. Derjenige Anteil des von den Pflanzen photosynthetisch fixierten Kohlenstoffs, der nicht veratmet wird (ca. die Hälfte der gesamten C-Bindung), kann zunächst pflanzliche Biomasse (C-Gehalt der Trockensubstanz ca. 46 bis 50%) mit unterschiedlicher Lebensdauer (wenige Tage bis mehrere Tausend Jahre) bilden (Sitte et al. 2002). Beim Absterben der Pflanzen bzw. Abwurf einzelner Pflanzenteile gehen diese jedoch in die Zersetzerkette ein, in der die mikrobiellen Bakterien und Pilze die organische Substanz wieder vollständig zu CO₂ zersetzen. Somit wird zumindest prinzipiell durch die Respiration annähernd so viel C freigesetzt wie durch die Photosynthese fixiert wurde. Allerdings hängen die Photosynthese- und Respirationsraten und damit die Primärproduktion und die Zersetzung, also die Geschwindigkeit des C-Kreislaufs in Ökosystemen von einer Reihe von Faktoren und Prozessen ab, vor allem von Temperatur und Wasserverfügbarkeit.

Kohlenstoffumsatz und Biomasseproduktion in Ökosystemen

Die Bestimmung des Kohlenstoffumsatzes bzw. der Biomasseproduktion in Ökosystemen ist alles andere als trivial, da neben den Atmungsverlusten ein beträchtlicher Teil des photosynthetisch fixierten Kohlenstoffs einem ständigen Umsatz (Lebensdauer von Feinwurzeln gemäßiger Wälder beispielsweise 0,5 bis 1 Jahr, bei Gräsern deutlich kürzer) unterliegt, von Pflanzenfressern konsumiert wird (terrestrisch durchschnittlich ca. 7%) oder als sogenannte Wurzelexsudate in den Boden abgegeben wird (ca. 20% des täglichen C-Gewinns). Deshalb sind die mittels Biomasseernten erhobenen Produktivitätsraten mit einem großen Fehler behaftet. Eine mit deutlich weniger Unschärfe behaftete, annähernd realistisch messbare Größe ist die Netto-Ökosystem-Produktion NEP, die



Abb. 1: Messung der Photosyntheserate eines Blattes eines Mandelbaumes (*Prunus dulcis*) in einer sogenannten Gaswechsellkuvette. Die Abnahme der CO_2 -Konzentration in der Kuvettenluft durch die Photosynthese wird mittels Absorption der Infrarot-Strahlung bestimmt – das gleiche Prinzip, auf dem der Treibhauseffekt durch CO_2 und andere Treibhausgase basiert

Netto-C-Bilanz eines Ökosystems, also die Differenz aus C-Aufnahme und C-Abgabe. Diese wird in der Regel auf Zeiträume von mehr als einem Jahr und Flächen größer als 1 ha bezogen, auf der Basis von CO_2 -Fluss-Messungen mit meteorologischen Verfahren („eddy co-variance“-Methode: Messung des vertikalen Bruttoflusses von Luftpaketen mit einem dreidimensionalen Ultraschall-Windmessgerät, Verknüpfung mit zeitgleicher Messung der CO_2 -Konzentration in sehr hoher zeitlicher Auflösung). Allerdings sind aufgrund des hohen technischen Aufwandes NEP-Messungen bisher nur für ausgewählte Ökosysteme durchgeführt worden. Somit beruht der Großteil der globalen Schätzungen der Biomasseproduktion auf den fehlerbehafteten Erntedaten. Die dabei zu Tage tretenden latitudinalen Unterschie-

de in der jährlichen Primärproduktion sind vor allem durch die unterschiedliche Saisonlänge bedingt, die monatliche Primärproduktion in der Periode aktiven Wachstums dagegen ist bei ausreichender Wasserverfügbarkeit weltweit relativ einheitlich (Tabelle 1). Die mittleren Produktionsraten für Wälder und Grasländer unterscheiden sich dabei kaum. Unter besonders günstigen Bedingungen, wie etwa in der Intensivlandwirtschaft, kann die jährliche Biomasseproduktion jedoch Extreme von über 5 kg m^{-2} erreichen (Sitte et al. 2002).

Kohlenstoff- und Biomassevorräte

Die Erde enthält ca. 10^{23} g (100 Millionen Gigatonnen) Kohlenstoff (Smith & Smith 2006), das sind etwa 0,1% ihrer Gesamtmasse (Nentwig et al. 2004). Davon sind ca.

55.000 Gt (Pg) in die globalen C-Kreisläufe involviert. Der Vorrat an fossilen Brennstoffen wird auf 10.000 Gt geschätzt, davon sind ca. 3.700 Gt förderbar. Den größten C-Speicher in diesem Kreislauf stellen die Ozeane (ca. 37.000 Gt, meist als Bicarbonat- und Carbonationen, sowie 3.000 Gt in Form gelöster organischer Substanz und 17 Gt in der marinen Biomasse), gefolgt von Böden (1.500 Gt) und Landpflanzen (560 Gt). Mit zusammen 2.060 Gt C beinhalten diese beiden Kompartimente somit in etwa die dreifache C-Menge der Atmosphäre (ca. 760 Gt, entspricht <1% des globalen Kohlenstoffs). Neben dem CO_2 finden sich 6 Gt Kohlenstoff in Form von Methan und 0,2 Gt C in Form von Kohlenmonoxid in der Atmosphäre. Die mittlere Verweildauer eines CO_2 -Moleküls in der Atmosphäre beträgt etwa drei Jahre. Diese geringe Zeitspanne und die Tatsache, dass die atmosphärische Kohlenstoffmenge nur geringfügig größer ist als die in Pflanzen gebundene und nur halb so groß wie die im Boden gespeicherte C-Menge, verdeutlichen die hohe Sensitivität des atmosphärischen C-Pools bereits auf geringe Störungen der globalen C-Kreisläufe (Schlesinger 1997; Schulze et al. 2002a).

Der größte Teil des biologisch gebundenen Kohlenstoffs findet sich auf dem Land. Die globale Biomasse besteht zu ca. 85% aus Bäumen, davon knapp die Hälfte in tropischen und subtropischen Wäldern. Die Agrarkulturen machen knapp 2% der globalen Biomasse aus, in den Ozeanen finden sich nur 0,2% (Abb. 2).

Den größten terrestrischen Kohlenstoffspeicher stellen die C-Vorräte im Boden dar (meist $10\text{--}20 \text{ kg C m}^{-2}$, in Feuchtgebieten bis zu 70 kg C m^{-2} ; Ricklefs & Miller 2000). Während sie in den humiden Tropen aufgrund der hohen Abbauraten der organischen Substanz oft nicht mehr als 10–20% des gesamten C-Vorrates im Ökosystem betragen, sind dies in borealen Nadelwäldern oft 60–70%. Dennoch ist aufgrund der großen Fläche in den tropischen Wäldern (24,5 Mio. km^2) mit 255 Gt C ca. ein Sechstel allen Bodenkohlenstoffs weltweit zu finden. Die Grasländer der gemäßigten Zone (9 Mio. km^2) und die landwirtschaftlichen Böden (14 Mio. km^2) weisen mit 173 bzw. 178 Gt C annähernd gleich große Kohlenstoffvorräte auf.

Die Akkumulation von kohlenstoffhaltigen Verbindungen in Böden ist durch ein Ungleichgewicht zwischen Aufbau und Abbau bedingt, da beide Prozesse durch Umweltbedingungen unterschiedlich be-

Ökosystem	Monatliche Primärproduktion (kg m^{-2})	Vegetationszeit	Jährliche Primärproduktion (kg m^{-2})
Tropischer Regenwald	0,21	12	2,5 (1,8–3,0)
Gemäßigter laubabwerfender Wald	0,24	5	1,2 (1,0–1,5)
Borealer Wald (Taiga)	0,21	5	1,1 (0,3–2,0)
Tropisches Grasland	0,25	10	2,5 (0,2–4,0)
Gemäßigtes Grasland (Steppe, Prärie)	0,17	6	1,0 (0,2–1,5)

Tabelle 1: Biomasseproduktion unterschiedlicher Ökosysteme (aus Sitte et al. 2002)

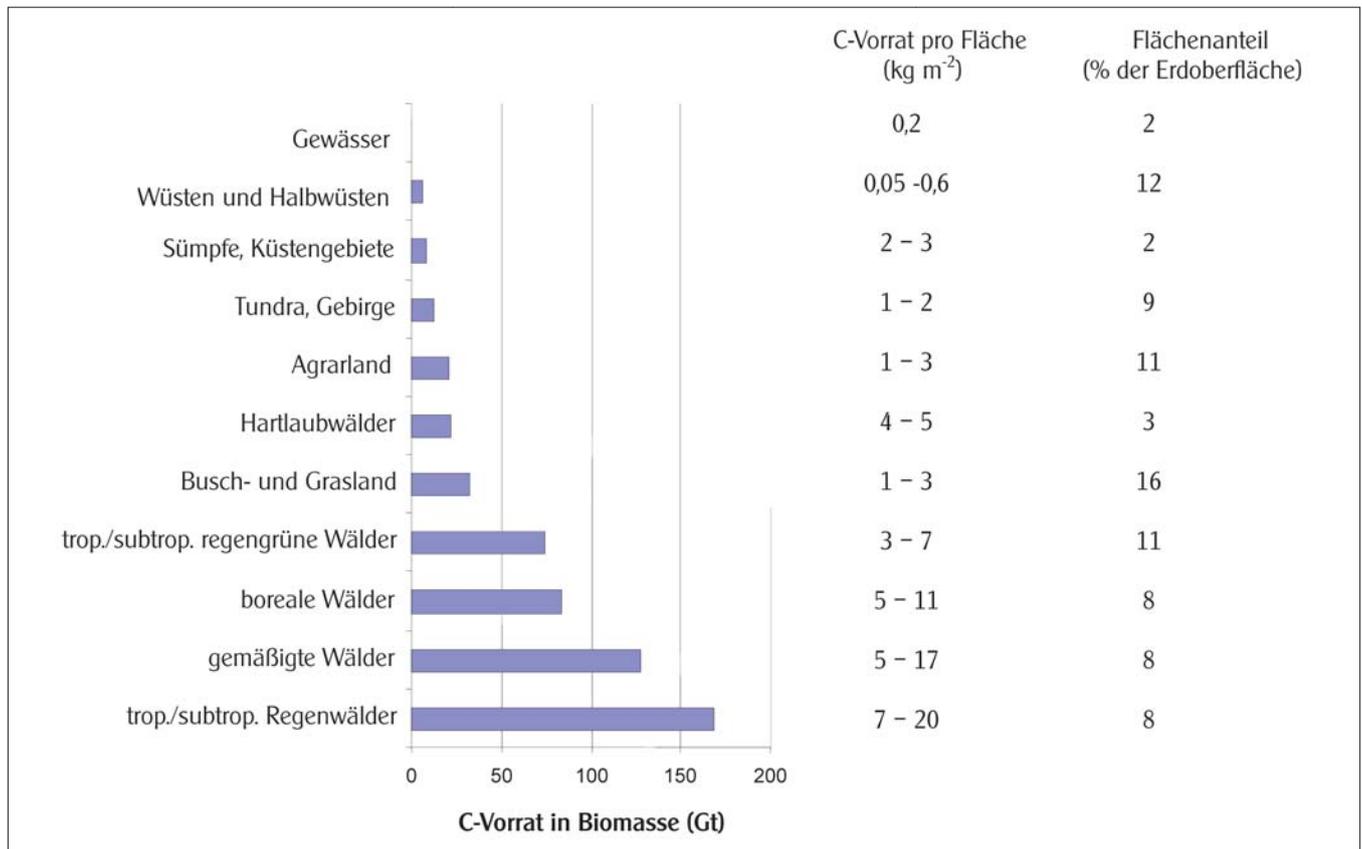


Abb. 2: Verteilung des in der Biomasse festgelegten Kohlenstoffvorrates auf die großen Biome der Landoberfläche der Erde ohne eisbedeckte Flächen (10% Flächenanteil) (verändert nach Sitte et al. 2002)

einflusst werden. So begünstigt steigende Temperatur die Zersetzung von Biomasse stärker als deren Produktion. In Mooren ist der Abbau organischer Substanz durch sauerstoffarme bzw. O₂-freie Bedingungen und niedrige pH-Werte gehemmt. In Wäldern verlangsamen die ungünstige stoffliche Zusammensetzung der Streu (reich an Lignin und Gerbstoffen) und Bodenversauerung die Zersetzung. Bindung der organischen Substanz an Tonminerale durch die Tätigkeit der Regenwürmer (Bildung stabiler Ton-Humus-Komplexe in deren Darmtrakt) verzögert den Abbau in Grünländern. In Äckern hingegen sind die Bodenorganismen durch den Entzug der oberirdischen und zum Teil auch unterirdischen Biomasse bei der Ernte C-limitiert, so dass es zu einem Abbau organischer Substanz kommt. Dieser wird zusätzlich durch die mechanische Bodenbearbeitung gefördert. So ging in landwirtschaftlich genutzten Prärieböden in Nordamerika innerhalb von etwa 50 Jahren die Hälfte des Bodenkohlenstoffs verloren, zum Teil durch Erosion, größtenteils aber durch Zersetzung. Weltweit gingen in den letzten Jahrhunderten durch die Kultivierung von Böden ca. 25 Gt C als CO₂ verloren (Schulze et al. 2007). Durch Veränderung der Bewirtschaftung (konservierende Bodenbearbeitung ohne Pflü-

gen) kann dieser Kohlenstoff auch wieder aufgebaut werden (Schulze et al. 2002a).

Bilanzierung der globalen C-Kreisläufe

Die globale Biomasseprimärproduktion beträgt nach aktuellen Berechnungen jährlich etwa 250 Mrd. t Biomasse oder 120 Gt C (Sitte et al. 2002). Die darin gespeicherte Energie von ca. $1,7 \times 10^{21}$ J entspricht etwa dem 5fachen des Weltenergieumsatzes, obwohl global der durchschnittliche ökologische Wirkungsgrad der Photosynthese (in Biomasse gespeicherte Energie/auftreffende Strahlungsenergie pro Landfläche) bei nicht-limitierenden Wasser- und Nährstoffbedingungen nur ca. 1-2% beträgt (Nentwig et al. 2004). Durch die Atmungstätigkeit der Vegetation und der Tiere und die Zersetzung der organischen Substanz im Boden (jeweils ca. 60 Gt C) ist die C-Bilanz der Biosphäre (Gesamtheit aller Ökosysteme) nahezu ausgeglichen (vorindustrieller „natürlicher“ Zustand, s. Abb. 3). Neben dem CO₂-Fluss zwischen Atmosphäre und Vegetation bzw. Boden bestimmt der CO₂-Fluss zwischen Atmosphäre und Oberflächengewässern der Ozeane den globalen C-Kreislauf. Der Austausch von CO₂ zwischen den Ozeanen und der Atmosphäre durch physikalische und biologische Prozesse führt zu einem

jährlichen Netto-Transfer von etwa 1 Gt C in die Weltmeere. Daneben werden über die Flüsse und Ströme 0,8 Gt C jährlich in die Ozeane transportiert, jeweils die Hälfte davon als gelöster organischer und anorganischer Kohlenstoff. Die Verweilzeit des durch Diffusion in die Oberflächengewässer eingetragenen und in Form von CO₂, Bicarbonat und Carbonat gelösten Kohlenstoffes beträgt weniger als ein Jahrzehnt. Im Gegensatz zu terrestrischen Ökosystemen ist in den Ozeanen die Bilanz zwischen photosynthetischer C-Festlegung in den Organismen (50 Gt C a⁻¹) und C-Freisetzung durch deren Atmung bzw. Zersetzung (39 Gt C a⁻¹) nicht ausgeglichen, da der überwiegende Teil der abgestorbenen Biomasse von den Oberflächengewässern in tiefere Schichten gelangt (11 Gt C a⁻¹). Die Prozesse, die den in dieser toten Biomasse enthaltenen Kohlenstoff von den Oberflächen- in die Tiefengewässer befördern und somit die CO₂-Konzentration des Oberflächenwassers verringern, werden als „biologische Pumpen“ bezeichnet. Im Gegensatz dazu befördern physikalische, auf der Löslichkeit von CO₂ beruhende Pumpen ca. 90 Gt C a⁻¹ als gelösten anorganischen Kohlenstoff (DIC) in die Tiefengewässer. Mit den aufsteigenden kalten Tiefenwassern ge-

langen 101 Gt Ca⁻¹ als DIC wieder in die wärmeren Oberflächengewässer. Durch Sedimentbildung in Form von Carbonaten verlieren die Tiefengewässer 0,2 Gt C pro Jahr. Somit kann der Meeresboden als globale Kohlenstoffs Senke wirken (Denman et al. 2007).

Dieser „natürliche“ biologische Kohlenstoffkreislauf wird durch anthropogene Einflüsse zum Teil erheblich gestört. Am deutlichsten wirkt sich dies in der Atmosphäre aus, deren CO₂-Menge jährlich um 0,5% oder 3 Gt C zunimmt. Die beiden wichtigsten anthropogenen C-Quellen sind dabei Emissionen aus dem Verbrauch fossiler Brennstoffe (6,4 Gt Ca⁻¹ in den Jahren 1990-1999, 7,2 Gt Ca⁻¹ von 2000 bis 2005) und die Freisetzung von 1,6 Gt C pro Jahr durch Landnutzungsänderungen (vor allem Entwaldung, Abb. 3). Dass von den jährlich durch diese Aktivitäten in die Atmosphäre entlassenen 8 (1990–1999) bzw. 8,8 (2000–2005) Gt C nur ca. 3,2 bzw. 4,1 Gt C pro Jahr dort verbleiben, liegt an mehreren Ursachen. Zum einen nehmen die Ozeane ca. 2,2 Gt Ca⁻¹ über das physikalische Lösungsgleichgewicht auf, weshalb sie als wichtige Kohlenstoffsenke im modernen „industriellen“ C-Kreislauf dienen. Die Kapazität der Ozeane zur Absorption von CO₂ wird allerdings durch die geringe Mischung von Oberflächen mit Tiefenwasser begrenzt. Zum anderen fixieren derzeit noch nicht endgültig identifizierte „biologische Senken“ 2,6 Gt Ca⁻¹. Dies liegt wahrscheinlich zumindest teilweise an einer erhöhten Photosyntheseaktivität der Landpflanzen durch einen „Düngeeffekt“ aufgrund der höheren CO₂-Konzentration der Atmosphäre, wodurch von 1982 bis 1999 die globale Primärproduktion um 6,2% stieg (Friend et al. 2007). Ein weiterer Grund ist die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts aufgetretene Extensivierung der Landnutzung in Teilen Nordamerikas und Europas (Aufforstungen früherer landwirtschaftlich genutzter Flächen, unternutzte Forste).

Infolge der anthropogenen Aktivitäten hat sich die CO₂-Menge in der Atmosphäre seit 1750 bis 1994 um 165 Gt C, die der Ozeane um 118 Gt C erhöht (s. Abb. 3). Dies entspricht einem Konzentrationsanstieg von 280 µl l⁻¹ („ppm“) auf 379 µl l⁻¹ im Jahr 2005 (Forster et al. 2007). Gleichzeitig ist ein kumulierter Verbrauch fossiler Brennstoffe von 244 Gt C und ein Verlust der terrestrischen Ökosysteme von 140 Gt C, vor allem durch Landnutzungsänderungen, zu verzeichnen (Denman et al. 2007). Etwa 45% des anthropogen emittierten CO₂ verbleiben damit in der Atmosphäre, ca. 30% wurden von den Meeren absorbiert, der Rest (101 Gt C) von der terrestrischen Biosphäre aufgenommen. Damit ergibt sich seit 1750 ein Nettoverlust der terrestrischen Ökosysteme von 39 Gt C (Denman et al. 2007). Etwa die Hälfte der CO₂-Emissionen wird innerhalb von 30 Jahren aus der Atmosphäre entfernt, weitere 30% im Verlauf der nächsten Jahrhunderte, während die restlichen 20% für mehrere Jahrtausende in der Atmosphäre verbleiben (Solomon et al. 2007). Gegenüber den rein geochemischen, relativ langsam ablaufenden Umsetzungen im globalen C-Kreislauf (10¹³–10¹⁴ g Ca⁻¹) sind die raschen biogeochemischen Kohlenstoffflüsse (10¹⁵–10¹⁷ g Ca⁻¹) um mehrere Größenordnungen höher. Inwieweit durch menschliche Eingriffe in die biogeochemischen Umsetzungen die Biosphäre als „Absorbens“ für die anthropogen freigesetzten CO₂-Mengen fungieren kann, soll folgend betrachtet werden.

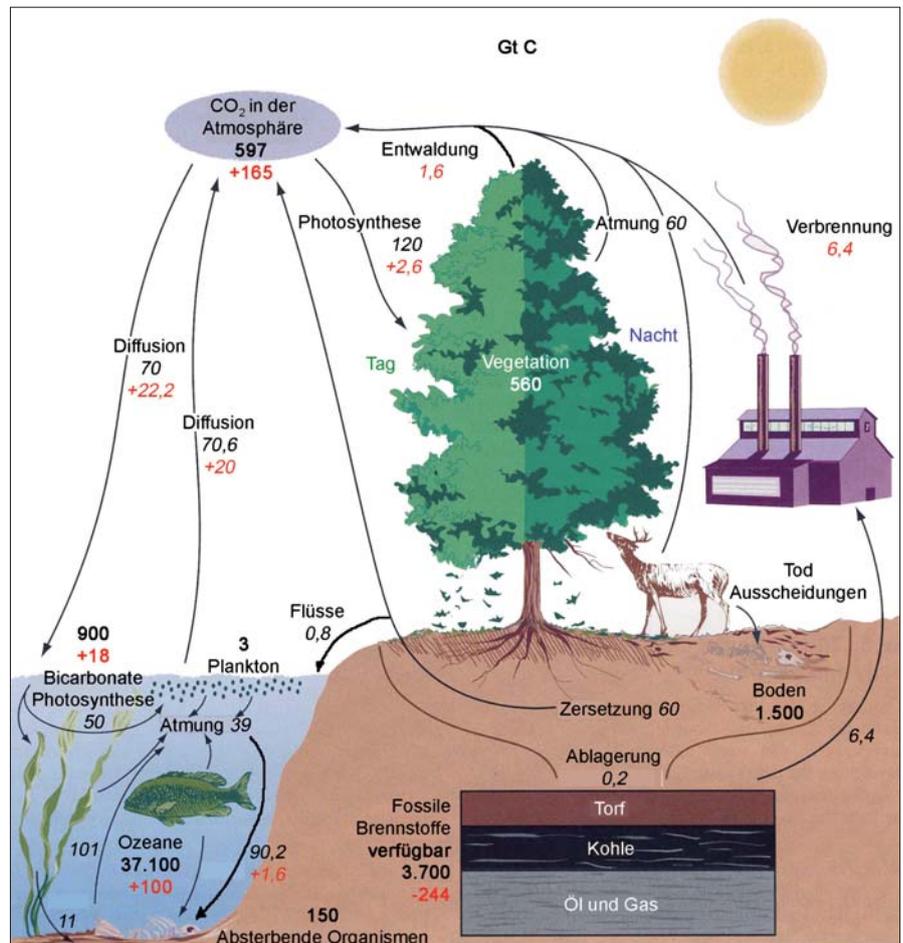


Abb. 3: Der globale Kohlenstoffkreislauf mit vorindustriellen „natürlichen“ (schwarz) und anthropogenen (rot) Quellen und Senken. C-Vorräte (fett gedruckt) sind in Gt (10¹⁵ g), C-Flüsse (kursiv) in Gt a⁻¹ (10¹⁵ g a⁻¹) angegeben. Die anthropogenen Vorratsänderungen umfassen den Zeitraum von 1750 bis 1994. Bei Bruttoflüssen weisen allgemein eine Unsicherheit von >20% auf. Abbildung verändert nach Smith & Smith (2006); Werte aus Schlesinger (1997), Ricklefs & Miller (2000), Sitte et al. (2002), Schulze et al. (2002a), Nentwig et al. (2004), Smith & Smith (2006) und Denman et al. (2007)

Bio-Management als Beitrag zur Lösung des globalen CO₂-Problems?

Die Landnutzungsänderungen trugen zu dem seit 1850 zu beobachtenden Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration von knapp 100 µl l⁻¹ ca. 12–35% bei. Dabei waren bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts Entwaldungen in den gemäßigten Breiten die Hauptursache. Seitdem wurden dort aber im Zuge der Extensivierung der Landwirtschaft Wälder wieder aufgeforstet, während derzeit die Waldvernichtung vor allem in den Tropen fortschreitet (Forster et al. 2007). Neben großflächigen Abholzungen, die nicht nur den aktuellen C-Speicher vermindern, sondern auch die zukünftige CO₂-Aufnahme reduzieren, sind auch das Verbrennen von Biomasse, die Nutzpflanzenproduktion und die Umwandlung von Grünländern in Ackerland bedeutende Änderungen der Landnutzung, die zu einer vermehrten CO₂-Freisetzung führen. Allerdings sind die mit der veränderten Landnutzung verbundenen Abschätzun-

gen der globalen C-Flüsse mit einer sehr großen Unsicherheit behaftet.

Durch den CO₂-Düngeeffekt, Stickstoffdepositionen, eine verlängerte Vegetationsperiode, aber vor allem aufgrund der hohen Wachstumsraten derzeit begünstigenden Altersstruktur der Wälder in der nördlichen Hemisphäre ist die Senkenstärke der terrestrischen Ökosysteme für CO₂ in den letzten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts von 1,7 auf 2,6 Gt Ca⁻¹ gestiegen. Trotz umfangreicher Entwaldungen stellen die Tropen derzeit keine C-Quelle dar, und in der nördlichen Hemisphäre gibt es bedeutende C-Senken.

Im folgenden sollen am Beispiel der Land-, Forst- und Plantagenwirtschaft die Möglichkeiten einer verstärkten C-Bindung durch Pflanzen abgeschätzt werden. Zunächst aber wird die physiologische Reaktion der Pflanzen auf ein erhöhtes atmosphärisches C-Angebot diskutiert.

Der CO₂-Düngeeffekt in der Atmosphäre und die Biomasseproduktion

In der Gewächshausgärtnerei wurden in Deutschland und in den Niederlanden schon vor dem 2. Weltkrieg Ertragszuwächse durch ein erhöhtes CO₂-Angebot erzielt (bei 600 µl l⁻¹ ca. 30% pro Saison). Im Freiland (Arizona, USA) liefern gedüngte und bewässerte Weizenfelder bei ebenfalls 600 µl l⁻¹ CO₂ 14% mehr Korn. Im Vergleich dazu wurden durch neue Sorten und verbesserte Anbaubedingungen die Erträge in den letzten 100 Jahren um 300 bis 500% gesteigert (Sitte et al. 2002). Weshalb sind die Düngeeffekte durch erhöhtes CO₂ nicht stärker ausgeprägt? Unter natürlichen, nicht optimalen Bedingungen limitieren meist andere Ressourcen als CO₂ das Wachstum, überwiegend Nährstoffe und Wasser. Daneben könnten noch andere, durch den möglichen Klimawandel bedingte komplexe Wechselwirkungen die Kohlenstoffbindung durch die Pflanzen einschränken (Ricklefs & Miller 2000). Deshalb wird die Vegetation das durch den anthropogenen CO₂-Ausstoß erhöhte Mehrangebot an Kohlenstoff im Lauf der nächsten Jahrhunderte „sicher nicht“ binden können (Sitte et al. 2002). Eher wird durch die Landnutzung zusätzlicher Kohlenstoff an die Atmosphäre abgegeben werden, wie die nachfolgenden Beispiele aus der Landwirtschaft zeigen.

Kohlenstoffspeicherung auf landwirtschaftlich genutzten Böden

Eine Metaanalyse von Guo & Gilbert (2002), in der der Effekt von Landnut-

zungsänderungen auf die C-Vorräte von Böden abgeschätzt wurde, zeigte, dass bei der Rodung natürlicher Wälder zugunsten von Ackerland fast die Hälfte des Boden-C-Speichers durch erhöhte Zersetzung verloren geht, bei der Umwandlung von Weide- in Ackerland sind dies sogar knapp 60%. Dagegen kann durch die Umwandlung von Naturwäldern in Weideland 8%, von Acker- in Weideland sogar 19% mehr C im Boden gespeichert werden. Da zumindest in den Tropen der Verlust von Wäldern zugunsten landwirtschaftlicher Nutzung immer noch fortschreitet (ca. 140.000 km² a⁻¹, Smith & Smith 2006), ist mit einem zunehmenden Verlust an Bodenkohlenstoff weltweit zu rechnen. In Europa stellen Ackerböden C-Quellen dar, die jährlich 0,84 t Cha⁻¹ emittieren, während Grünländer zum großen Teil C speichern (0,52 t Cha⁻¹ a⁻¹). Durch Umwandlung von Acker- in Grünland können 1,44 t Cha⁻¹ a⁻¹ gebunden werden, verringerte Bodenbearbeitung von Äckern allein reduziert die C-Emissionen um 0,25 t ha⁻¹ a⁻¹ (Meeshouwers & Verhagen 2002). Allerdings ist zu beachten, dass selbst der C-Senken-Effekt bei der Umwandlung von Acker- in Grünland nur vorübergehender Natur ist, da sich mit der Zeit (in Europa ca. 100 Jahre) ein Gleichgewicht im Boden einstellt (Smith 2005). Deshalb kann die C-Speicherung nicht als Ersatz für eine Verringerung der CO₂-Emissionen betrachtet werden: Bei einer maximalen jährlichen C-Speicherung in Böden von ca. 0,9 Gt kann diese bis 2100 nur ca. 2 bis 5% (Szenario maximaler Emissionen) beitragen. Angesichts der Tatsache, dass die C-Speicherung in Böden in den ersten 20 Jahren der Nutzungsumstellung am wirkungsvollsten ist, sollte sie jedoch als eine Überbrückungsmaßnahme bis zur Entwicklung und Anwendung effizienter CO₂-Reduktionstechnologien in Erwägung gezogen werden (Smith 2005).

Kohlenstoffspeicherung in der Forstwirtschaft

Wird Ackerland aufgeforstet, erhöht sich die im Boden gespeicherte C-Menge um über 50% (Guo & Gifford 2002). Da dies aber mindestens 80 Jahre dauert, sind kürzere Umtriebszeiten im Hinblick auf eine langfristige Boden-C-Speicherung abträglich (Thuille & Schulze 2006). Bei allen Aufforstungsmaßnahmen ist jedoch zu bedenken, dass die nachwachsenden Wälder Jahrzehnte benötigen, bis sie die Senkenleistung reifer Wälder erreichen. Da alte Wälder wesentlich mehr Kohlen-

stoff als junge Wälder enthalten, stellen Rodungen und darauffolgende Aufforstungen in den ersten 100 bis 200 Jahren immer einen C-Verlust dar.

Eine entscheidende Rolle sowohl bei der unter- als auch der oberirdischen C-Speicherung in Wäldern spielt die Baumartenwahl (Kriebitzsch 2005).

Am wirkungsvollsten für die Senkenfunktion von Wäldern ist jedoch eine Reduktion der Waldvernichtung bzw. der Bewirtschaftung. So ist durch forstliche Bewirtschaftung der Wälder der Neuen Bundesländer ein Verlust an C-Speicherkapazität im Mittel von 20,1 t ha⁻¹ eingetreten (Anders & Pommer 2005). Dies ist vor allem durch die Fichten- und Kiefernforste mit kurzen Umtriebszeiten auf den nährstoffreichen Standorten im Tiefland und in Berglagen bedingt, auf denen natürlicherweise Buchen mit einer höheren Trockensubstanzproduktion und längeren Umtriebszeiten stehen.

Allgemein stellen jedoch die Wälder in den gemäßigten und borealen Zonen derzeit die wichtigste terrestrische C-Senke dar, ihre C-Senkenstärke wird sich voraussichtlich von derzeit ca. 0,14 Gt Ca⁻¹ auf 0,35 Gt Ca⁻¹ bis 2050 erhöhen (Schulze et al. 2007).

Ähnlich wie die tropischen Wälder sind sie jedoch durch in der Zukunft häufigere Wetterextremereignisse und Störungen wie Feuer anfällig für C-Verluste. Vor allem bei langlebigen Ökosystemen wie Wäldern ist entscheidend, dass dadurch der in Jahrzehnten bis Jahrhunderten akkumulierte Kohlenstoff binnen sehr kurzer Zeit freigesetzt werden kann. Somit stellt der Schutz der bestehenden Kohlenstoffvorräte vor Entwaldung und Degradation das größte Emissionsminderungspotenzial dar (Schulze et al. 2007).

Kohlenstoffbindung durch Biomasseplantagen

Sowohl die Umwandlung von Weideflächen als auch von Naturwäldern in Plantagen mit Energiehölzern (vor allem Weiden und Pappeln in gemäßigten, Eukalyptus und Kiefern in mediterranen Klimaten) verringert die im Boden gespeicherte C-Menge um ca. 10%. Die Umwandlung von Ackerland in Schnellwuchsplantagen dagegen kann den Boden-C-Speicher um knapp 20% erhöhen (Guo & Gifford 2002). Dabei wirken sich Laubbäume im Gegensatz zu Nadelbäumen in der Regel eher positiv auf die C-Speicherung aus. Die Ursache für die Abnahme des Boden-C-Speichers bei der Umwandlung von

Weide- und Waldland liegt in der erhöhten Zersetzung der organischen Substanz infolge erheblicher mechanischer Bodenstörungen bei der Etablierung der Plantagen. So dauert es mindestens 40 Jahre, bis sich nach einer Waldrodung der Boden-C-Speicher wieder regeneriert (Guo & Gifford 2002). Allerdings liegen die Umtriebszeiten von Schnellwuchsplantagen deutlich darunter, beim sogenannten Kurzumtrieb bei vier bis sechs Jahren (Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe 2005). Somit ist bei dieser Art der Bewirtschaftung eine langfristige C-Speicherung im Boden nicht möglich, die Plantagen wirken vielmehr als permanente Boden-C-Quellen.

In der oberirdischen Biomasse von Schnellwuchsplantagen können jährliche Zuwächse von 10–14 t ha⁻¹ erreicht werden (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004). Bei einem durchschnittlichen C-Gehalt holziger Biomasse von 50% entspricht dies 5 bis 7 t Cha⁻¹ a⁻¹. Bei einer durchschnittlichen Umtriebszeit von fünf Jahren würden somit in der oberirdischen Biomasse 25 bis 35 t Cha⁻¹ akkumuliert. Der Anbau von Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*) erbringt einen Ertrag von 15 bis 20 t ha⁻¹ a⁻¹, was aufgrund des im Vergleich zu Holz geringeren C-Gehaltes von ca. 46% 7 bis 9 t Cha⁻¹ a⁻¹ entspricht. Über die gesamte Nutzungsdauer einer Chinaschilfkultur von 15 Jahren sind dies etwa 100 bis 135 t Cha⁻¹.

Substitutionspotenzial von fossilem Kohlenstoff durch biologische C-Senken

Scheffer (2002) geht davon aus, dass mittelfristig in Deutschland für die energetische Nutzung von Biomasse eine Ackerfläche von 4 Mio. ha zur Verfügung stehen wird. Würde man diese Fläche je zur Hälfte mit schnellwachsenden Hölzern und Chinaschilf für energetische Zwecke bewirtschaften, so könnten damit pro Jahr etwa 28 Mio. t C gespeichert werden. Im Kyoto-Protokoll hat sich Deutschland verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen um 254 Mio. t CO₂, das sind 70 Mio. t C, zu reduzieren. Somit könnten durch die Nutzung von Energiepflanzen ca. 40% des Einsparzieles erreicht werden. Bezogen auf den gesamten C-Ausstoß von 218 Mio. t a⁻¹ im Jahr 2005 (Erdmenger et al. 2007) stellt das Substitutionspotenzial ca. 13% dar. Setzt man das weniger optimistische Flächenpotenzial für den Anbau von Energiepflanzen nach Deimling & Kaltschmitt (2001) von 2 Mio. ha an, reduziert sich dieser Anteil auf 6,5%. Dies entspricht ungefähr den Werten von Prof. Ch. Körner

vom Botanischen Institut der Universität Basel, der unter Annahme eines Biomasseertrages von 10 t Cha⁻¹ a⁻¹ auf 10% der Ackerfläche in Deutschland bei einem jährlichen C-Ausstoß von 283 Mio. t ein Substitutionspotenzial von 4,2% errechnete (Sitte et al. 2002). Im Vergleich zu der auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen in Deutschland insgesamt fixierten C-Menge ist der Ausstoß fossilen Kohlenstoffs etwa 4fach höher (Loets 1992). Weltweit spart die energetische Nutzung von Biomasse vor allem in Afrika, Südasien und China derzeit ca. 0,5 bis 1 Gt C jährlich ein (Sims et al. 2006). Bis 2025 könnte nach diesen Autoren durch Energiepflanzen ein Netto-C-Einsparungspotenzial von ca. 25 bis 550 Mt Ca⁻¹ erreicht werden, was 0,5 bis 20% der nötigen Emissionsreduktion von Treibhausgasen entspricht. Dies zeigt die begrenzte Möglichkeit, über biologische C-Senken die C-Schuld eines Landes im Rahmen des Kyoto-Protokolls zu entlasten. Durch Ersatz von fossilen C-Quellen können aber Energiepflanzen und nachwachsende Rohstoffe eine wertvolle Quelle für erneuerbare Ressourcen darstellen.

Allerdings berücksichtigt diese Berechnung nicht, dass unter anderem bei der Gewinnung, dem Transport und der Konversion von Biomasse ebenfalls CO₂ emittiert wird. Die für den Transport der Biomasse zu überbrückenden Entfernungen seien am Biokraftwerk Delitzsch GmbH veranschaulicht. Dieses benötigt bei einer Leistung von 14,5 MW jährlich ca. 110.000 t Holz (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004). Bei einem durchschnittlichen Hektarertrag von 10 bis 14 t Biomasse entspricht dies einer Fläche von ca. 10.000 Hektar (100 km²). Geht man nun mit Scheffer (2002) von einer für den Anbau von Energiepflanzen in Deutschland zur Verfügung stehenden Fläche von 40.000 km² aus, so entspricht dies in etwa 10% der Gesamtfläche Deutschlands (357.000 km²). Mit dieser Flächendichte wäre ein Gebiet in der Umgebung des Biokraftwerks von 1.000 km² vom Anbau von Energiepflanzen betroffen. Dies entspricht einem Anfahrweg der geernteten Biomasse im Umkreis von ca. 20 km pro Fahrt.

Zu den durch den Energieverbrauch für das Prozessieren der Biomasse verursachten C-Emissionen kommen noch zusätzliche negative Umwelteffekte, die bei einer ökologischen Bilanzierung zu berücksichtigen sind. Während sich durch den Einsatz von Energiepflanzen wirksame Umweltentlastungen beim Nichterneuerbaren Energieverbrauch und beim Treibhauspotenzial

im Vergleich zu ihren fossilen Äquivalenten erzielen lassen, schneiden sie beim Eutrophierungs- und Versauerungspotenzial deutlich schlechter ab (Weiß et al. 2004). Insbesondere durch die Folgen konventioneller Anbaumethoden belasten Nitrat, Phosphat und Ammonium die Umwelt, zusätzlich werden bei der Verbrennung der Biomasse bspw. für Heizzwecke oder der Verwendung als Treibstoff SO₂ und Stickoxide frei (Weiß et al. 2007).

Ein weiteres Konfliktpotenzial kann mit um den Anbau von Energiepflanzen konkurrierenden Landnutzungsansprüchen, wie solchen zur Sicherstellung der Ernährung oder zum Erhalt der biologischen Vielfalt, wie er in der Biodiversitätskonvention von Rio 1992 vorgegeben ist, auftreten. Besonders in den Tropen werden derzeit durch den Ersatz von primären Regenwäldern beispielsweise durch Palmölplantagen viele natürlichen Ökosysteme zerstört, aber auch in den gemäßigten Breiten kann der Anbau von Energiepflanzen und nachwachsenden Rohstoffen die Artenvielfalt durch die Flächeninanspruchnahme und die Verschlechterung der Lebensraumqualität negativ beeinflussen (Heilmeyer & Thies 2006). In der Forstwirtschaft gefährdet eine zu intensive Nutzung u.a. Alt- und Totholzanteile, Nist- und Höhlenbäume sowie den Nährstoffhaushalt der Ökosysteme. Kurzumtriebsplantagen können zwar im Gegensatz zu einer vorherigen intensiven Ackernutzung die Artenvielfalt erhöhen, sind aber artenärmer als Wälder. Beim landwirtschaftlichen Anbau von Energiepflanzen sind, wenn dieser in Intensiv-Monokulturen erfolgt, Auswirkungen unter anderem auf den Nährstoffhaushalt der Böden und die Artenvielfalt von Flora und Fauna zu bedenken (Rode et al. 2005). So sind aus Umweltschutzgründen dringend Anbaumethoden mit einem geringen Einsatz an Dünge- und Pflanzenbehandlungsmitteln nötig. Negative Auswirkungen – die Bodenverdichtung/Bodenerosion, die Eutrophierung von Böden und Gewässern sowie global ein erhöhter Verbrauch limitierender Wasserressourcen sowie eine durch den Einsatz von Düngemitteln zusätzliche Klimawirkung durch freigesetztes N₂O (mit einer gegenüber CO₂ ca. 300fach höheren Klimawirkung) – müssen unbedingt vermieden werden.

Das Kyoto-Protokoll als Lösungsstrategie für die globalen CO₂-Probleme?

Obwohl eine gewisse Integration von Naturschutzziele in die Biomasseproduktion machbar erscheint, bestimmte Syn-

ergieeffekte zwischen Naturschutz und Biomasseproduktion wie eine Grünlandpflege mit energetischer Nutzung des Schnittgutes, die energetische Holznutzung aus Nieder- und Mittelwäldern oder der Schilfanbau auf degradierten Niedermoorstandorten genutzt werden können und aus naturschutzfachlicher Sicht der Ausbau erneuerbarer Energien zur Vermeidung von Klimaänderungen grundsätzlich zu begrüßen ist, da sich Naturschutz langfristig nicht ohne Klimaschutz realisieren lässt, sind die mit der energetischen Nutzung von Biomasse sich ergebenden oben dargelegten weitreichenden Veränderungen in der Land- und Forstwirtschaft und damit auch für den Naturschutz kritisch zu bewerten (Rode et al. 2005). Auch wenn Biomasse global weiterhin den Hauptbeitrag zu den erneuerbaren Energien leisten wird und Energiepflanzen einen zunehmenden Anteil daran haben werden (Sims et al. 2006), sind negative Auswirkungen auf die Schutzgüter Wasser, Boden, Luft,

Biodiversität und Landschaftsbild zu berücksichtigen.

Zudem erscheinen einige der im Kyoto-Protokoll vorgeschlagenen Maßnahmen alles andere als geeignet, durch biologische Maßnahmen eine Stabilisierung der atmosphärischen CO₂-Konzentration zu erreichen (Schulze et al. 2002b). Da Primärwälder keine „anthropogene Senke“ darstellen, sind sie als Kohlenstoffsinken nicht anrechenbar. Ebenso gelten Rodungen von Primärwäldern nicht als C-Emissionen, die anschließende Aufforstung als Plantage jedoch als auf die nationalen CO₂-Emissionen anrechenbare Maßnahme. Zusätzlich wird bei Plantagen nur der oberirdische Zuwachs, nicht aber der C-Haushalt des gesamten Ökosystems einschließlich des nach Entwaldung freigesetzten Boden-Kohlenstoffs betrachtet, der innerhalb der Umtriebszeiten der Plantagen nicht wieder gebunden werden kann. Der dadurch erhöhte Umnutzungsdruck vor allem auf tropische Wälder und deren Ersatz durch standortfremde Plantagen

gefährden die Biodiversität in höchstem Maße. Die Grenzen biologischer Maßnahmen zur Erreichung der im Kyoto-Protokoll vorgesehen Reduktionsverpflichtung von 5,2% (0,33 Gt C a⁻¹) werden deutlich, wenn man diese mit der globalen terrestrischen Netto-Senke für C von derzeit 1,4 Gt a⁻¹ (siehe Abb. 3) vergleicht: dazu müssten die biologischen Senken um ca. 25% verstärkt werden. Aber angesichts der infolge des Klimawandels eher steigenden Atmungsraten durch verstärkten Stoffabbau werden heutige C-Senken sich eher in C-Quellen verwandeln. Somit wird in der Zukunft sich die Bedeutung von Einsparpotenzialen und Effizienzsteigerungen im Energiesektor im Hinblick auf eine Stabilisierung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre erhöhen – eine Herausforderung, zu der die TU Bergakademie Freiberg entscheidende Beiträge leisten kann.

Literaturangaben zu diesem Beitrag unter: <http://www.tu-freiberg.de/~vff/>

Bioneutrale Kraftstoffe

Matthias Rudloff

Synthetischer Biokraftstoff BTL aus Freiberg

Wer im September 2007 durch das Industriegebiet Saxonia am Südostrand von Freiberg fährt, ahnt kaum, dass auf dem Betriebsgelände der CHOREN Industries GmbH Großes bevorsteht: Die Inbetrieb-

nahme der weltweit ersten kommerziellen Anlage zur Herstellung von BTL

Vorteile und Herstellung von BTL

CHOREN stellt aus einem breiten Spektrum von Einsatzstoffen hochwertigen synthetischen Biokraftstoff (BTL) her. Dieser, von CHOREN auch SunDiesel® genannt,

weist eine Vielzahl von Vorteilen auf, er

- kann direkt in die Infrastruktur bestehender Verteilungsketten gegeben werden,
- ist erneuerbar und nahezu CO₂-neutral,
- ist ein extrem sauberer Kraftstoff: kein Schwefel und keine Aromaten,
- hat, verglichen mit fossilen Kraftstoffen, 30–50% weniger Abgasemissionen,
- hat, verglichen mit den bekannten Biokraftstoffen Biodiesel oder Ethanol, eine vielfach höhere Ausbeute / ha,
- hat eine hohe Energiedichte (40 MJ je Liter),

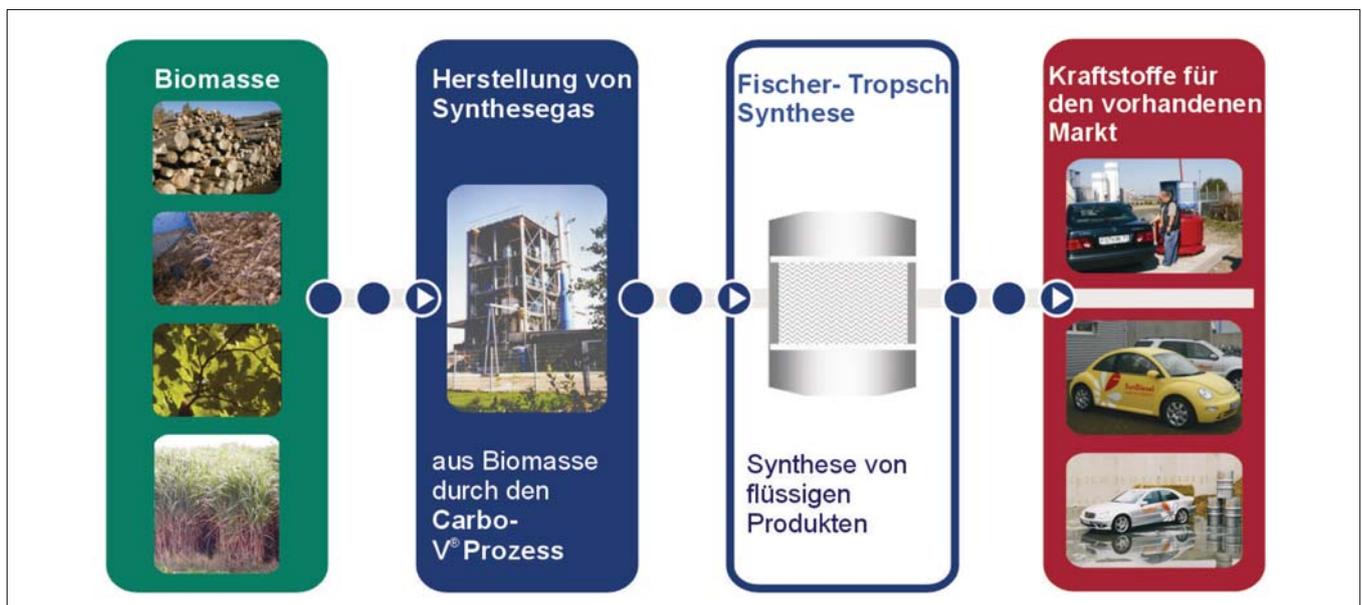


Abb. 1: Produktionsprozess

- ist geeignet für Ferntransport und Lagerung,
- kann vor Ort produziert und verbraucht werden,
- verringert die Importölabhängigkeit.

Zur Herstellung von BTL (Abbildung 1) wandelt CHOREN stückige Biomasse zunächst mit dem Carbo-V[®]-Verfahren zu einem Synthesegas mit den Hauptbestandteilen CO und H₂ um. Dieses Synthesegas reagiert dann in der Fischer-Tropsch-Synthese („FT-Synthese“) beispielsweise an einem Kobalt-basierten Katalysator zu Kohlenwasserstoffen.

CHORENs Weg zum BTL-Produzenten

Erste flüssige Produkte aus Holz konnte CHOREN bereits im Jahr 2001 im Labormaßstab herstellen (Abbildung 2). Dabei wurde ein Teil des in der Pilotanlage (Alpha-Anlage) in Freiberg hergestellten Holzgases auf einen Katalysator geleitet.

Nachdem in den Jahren 2002 und 2003 in einem vom BMWi im Rahmen des ZIP-Programms geförderten Vorhabens die bestehende Carbo-V[®]-Vergasungsanlage mit einer Syntheseinheit nachgerüstet wurde, konnten im Frühjahr 2003 erstmals kontinuierlich nennenswerte Mengen Flüssigprodukt hergestellt werden. Entsprechend den Anforderungen des Programms und



Abb. 2: UET/CHOREN Alpha-Anlage



Abb. 3: Beta-Anlage, Freiberg/Sachs.



Abb. 4: Standorte Sigma-Anlagen

der Partner wurde zunächst Methanol produziert. Nach Austausch des Katalysators wurden dann seit Sommer 2003 Fischer-Tropsch-Produkte hergestellt.

Die Verfahrensoptimierung des Jahres 2005 konnte durch den Dauerbetrieb in 2005 mit über 3.000 h bestätigt werden.

Die in der Alpha-Anlage gewonnenen Erkenntnisse flossen in das Design der ersten kommerziellen BTL-Anlage der Welt, der CHOREN Beta-Anlage, Freiberg, ein (Abbildung 3). Diese Anlage wird ab Anfang 2008 aus ca. 68.000 t_M Biomasse rund 18 Mio. l BTL herstellen. Während die Biomasselogistik bereits komplett in Betrieb genommen wurde, ist der Vergaser fertig gestellt und befindet sich in der Inbetriebnahme. In der FT-Synthese sind die Hauptkomponenten installiert, Verrohrung und Elektroinstallation laufen auf Hochtouren. Die Nebenanlagen sind ebenfalls weitestgehend fertig gestellt.

Die Beta-Anlage ist für CHOREN ein wichtiger Meilenstein, jedoch nur ein Zwischenschritt auf dem Weg zur Sigma-Anlage (Abbildung 4). Diese soll aus ca. 1 Mio. t/a Biomasse rund 250 Mio. l BTL herstellen. CHOREN strebt die Errichtung und den Betrieb von mehreren solcher Sigma-Anlagen in den nächsten Jahren an. Zurzeit läuft ein Standortsuchprozess mit einem differenzierten Bewertungsschema. Dabei werden Informationen zu

- Bebaubarkeit/Genehmigungsfähigkeit der Fläche
- Medienver- und -entsorgung
- Verkehrsinfrastruktur/Transportlogistik
- Serviceleistungen, Standort synergien
- allgemeinen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen

ermittelt und verglichen.



Betankung des SunDiesel®-Mercedes. Foto: by DC Media Services

Die Standorte Lubmin, Schwedt und Brunsbüttel haben sich als die am besten geeigneten in Deutschland für ein Erstprojekt herausgestellt. In Lubmin, unmittelbar angrenzend an das ehemalige Kernkraftwerksgelände, hat CHOREN bereits einen Grundstücksvertrag unterzeichnet. Der Standort bietet hervorragende infrastrukturelle Voraussetzungen, ist aber ansonsten ein „Grüne-Wiese-Standort“. Ganz anders der Standort Raffinerie Schwedt. Hier handelt es sich um einen komplett integrierten

Standort, der neben Verkehrsinfrastruktur auch alle denkbaren Ver- und Entsorgungsmedien sowie die zugehörigen Dienstleistungen einschließlich der optimalen Absatzpfade für die Produkte bietet.

CHORENs Kernkompetenz ist die Biomassevergasung. Im Bereich der FT-Synthese wurden zwar in den letzten Jahren umfangreiche Betriebserfahrungen gesammelt, doch handelt es sich hier um ein international sehr umkämpftes Feld. Es ist davon auszugehen, dass es kaum mög-



Die Beta-Anlage Freiberg

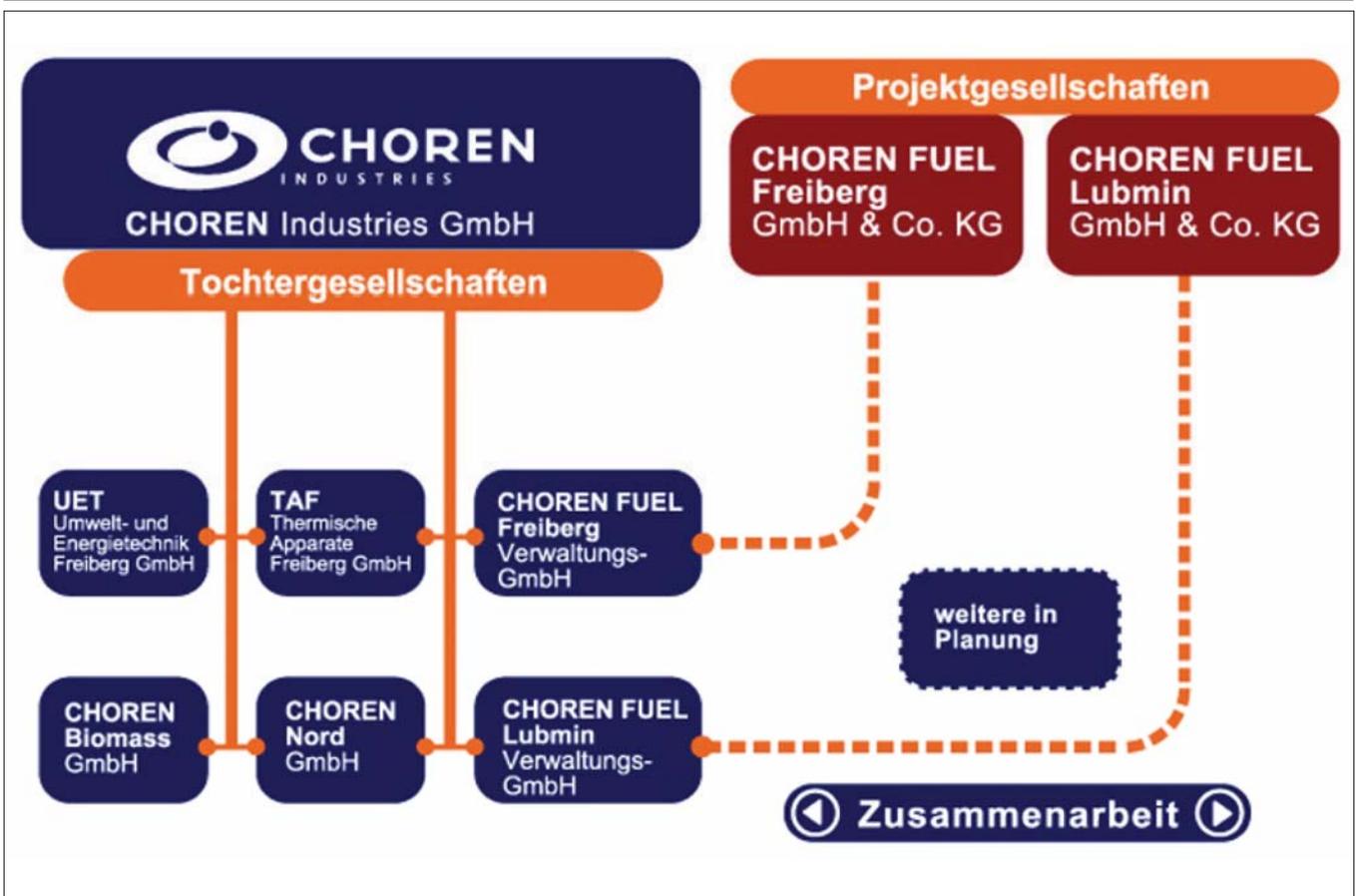


Abb. 5: Die CHOREN-Gruppe

lich ist, außerhalb bestehender Patente kommerzielle FT-Aktivitäten zu entwickeln. Ziel von CHOREN war es deshalb, für die FT-Synthese mit einem starken Partner zu kooperieren, der darüber hinaus noch die Verantwortung für die Qualität der Produkte sowie die Vermarktung übernimmt. Mit Shell wird seit August 2005 eine solche Kooperation gelebt. Der Syntheseprozess in der Beta-Anlage wird eine Shell Middle Distillate Synthesis (SMDS) sein. Damit ist CHOREN das erste externe Unternehmen, das kompletten Einblick in diese sensible Technologie erhält.

Die Entwicklung des Geschäftsfeldes BTL erfordert nicht nur eine leistungsfähige Technologie und starke Partner, sondern auch eine umfassende Kompetenz in angrenzenden Bereichen sowie eine entsprechende Firmenstruktur. Neben der technologischen Kompetenz, die historisch in der UET Umwelt- und Energietechnik Freiberg GmbH angesiedelt ist, verfügt CHOREN inzwischen mit der CHOREN Biomass über ein Biomassekompetenzzentrum sowie über mehrere lokale Projektgesellschaften, die für die Realisierung der Produktionsanlagen verantwortlich sind (CHOREN Fuel Freiberg GmbH & Co. KG, CHOREN Fuel Lubmin GmbH & Co. KG) (Abbildung 5).

Umweltwirkungen

In der in Freiberg im Bau befindlichen Beta-Anlage zur Herstellung von SunDiesel wird je nach Betriebsweise ein Gesamtwirkungsgrad der Flüssigproduktherstellung (Diesel) von 45 bis 55 % erreicht. Wenn ausschließlich Biomasse als Energieträger eingesetzt wird und der Elektroenergiebedarf für die Hilfsaggregate und die Luft-

zerlegung aus Restgas und Abwärme im Prozess selber hergestellt werden (Szenario Basis autark) (Abb. 6), ist der Wirkungsgrad geringer als bei Maximierung der Dieselausbeute, wo 6,6 % elektr. Energie extern bezogen werden müssen (Szenario teilautark). Zur Ermittlung der Umweltwirkungen der Herstellung und Nutzung von SunDiesel im Vergleich zu schwefelarmem

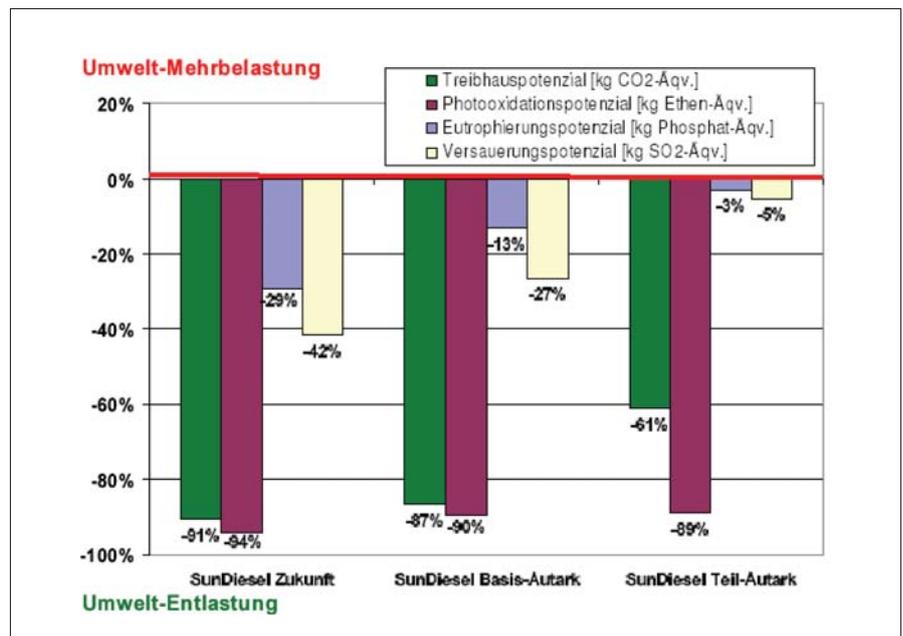


Abb. 6: Untersuchungen der Umweltwirkungen

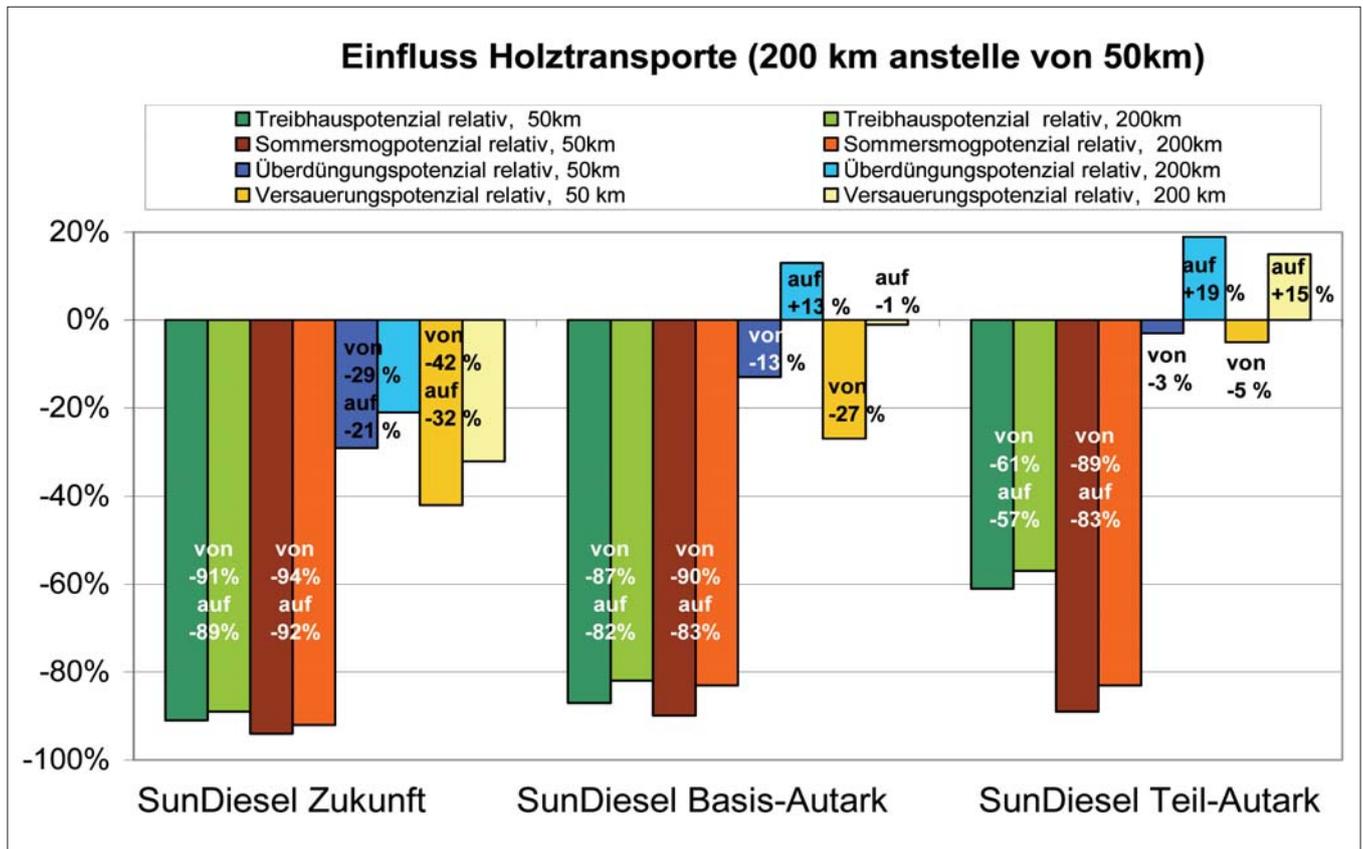


Abb. 7: Variation der Transportentfernung Biomasse

Diesel wurde eine LCA (Life-Cycle-Analyse) nach ISO 14040 durchgeführt. Dabei wurde erstmals mit Auslegungsdaten der Beta-Anlage ein BTL-Herstellungsprozess von einem unabhängigen Gutachter einer solchen Analyse unterzogen.

Die Ergebnisse wurden von einem weiteren Gutachter (ESU, Schweiz) kritisch ge-

prüft. Neben den erwähnten Szenarien autark und teilautark wurde ein Zukunftsszenario definiert, das die Vervielfachung der Ausbeute bei gleichem Biomasseeinsatz durch Zugabe von regenerativ (mittels Überschuss-Strom) gewonnenem Wasserstoff berücksichtigt. Neben dem klimarelevanten Treibhausgaspotenzial wurden die

Umweltwirkungen Photooxidationspotenzial (Sommersmog), Eutrophierungspotenzial (Überdüngung) und Versauerungspotenzial (SO₂-äqui) untersucht (s. Abb. 6).

Es wird deutlich, dass in jedem der untersuchten Szenarien eine deutliche Verminderung der für den Verkehrssektor besonders relevanten Umweltwirkungen Treibhausgas und Sommersmog erreicht wird, ohne, dass es in anderen Bereichen zu einer Verschlechterung kommt. Eine Variation der Transportentfernung für die eingesetzte Biomasse zwischen 50 und 200 km führt zu keiner signifikanten Veränderung der Ergebnisse (s. Abb. 7).

Die Marken SunDiesel und SunDiesel-Logo sind eingetragene Marken der Volkswagen Aktiengesellschaft in der Europäischen Union und anderen Ländern und werden unter Lizenz des Markeninhabers Volkswagen Aktiengesellschaft benutzt.



Kontakt:

CHOREN Industries GmbH
 Matthias Rudloff
 Frauensteiner Str. 59
 D-09599 Freiberg
 Tel. +49 3731 2662-222 · Fax. +49 3731 2662-25
 E-Mail: matthias.rudloff@choren.com
 www.choren.com

Treibstoff sparen durch leichtere Autos

Klaus Eigenfeld, Steffen Klan, Katja Pranke, Volker Metan, Balazs Kovacs



Der Druckguss als etabliertes Fertigungsverfahren für Leichtbauteile aus Aluminium- und Magnesium-Legierungen wird am Gießerei-Institut erforscht. Unten: Aus der Tradition in die Zukunft – auch der Kupolofen erlebt derzeit eine Renaissance. Das Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg ist das einzige Institut mit einem Kleinkupolofen.



Die Diskussion um klimatische Veränderungen sollte, unabhängig von dem exakten Nachweis der Beeinflussbarkeit, zur Reduzierung des Energieverbrauches und damit zur Reduzierung von Emissionen zwingen. Diese Entwicklung wurde jedoch nicht erst durch die CO₂-Diskussion angestoßen, sondern ist seit langem, bedingt durch die begrenzten Ressourcen unseres Planeten Erde, Gegenstand der Entwicklung. Insbesondere trifft dies die Automobilindustrie, da die notwendige individuelle Mobilität mit den bekannten Antriebsquellen derzeit ohne Emissionen nicht denkbar ist. Rechnet man zu dem laufenden Energiekonsum während der Nutzung von Kraftfahrzeugen noch die Energie im Herstellprozess dazu, führt dies zu einer übergeordneten Betrachtungsweise und stellt naturgemäß Fragen nach den verwendeten Werkstoffen.

Die Reduzierung des Energieverbrauches wird nun auf zweierlei Weise realisiert. Zum einen haben sich die Wirkungsgrade der Antriebsquellen in der letzten Zeit signifikant erhöht. Betrachtet man insbesondere die Wirkungsgrade und damit die spezifischen Treibstoffverbräuche modernster Dieselmotoren, so ist zu konstatieren, dass die durch sie verursachte CO₂-Emission inzwischen unter denen von Hybrid-Fahrzeugen gleicher Leistungsdichte liegt. Hier spielt naturgemäß dann die Frage nach dem Fertigungs- und Wartungsaufwand eine wichtige Rolle.

Nicht zu vergessen ist aber auch die Entwicklung der Elektronik, die in außergewöhnlicher Weise zu den Effizienzsteigerungen beigetragen hat. Modernes Motormanagement ist ohne sie nicht mehr denkbar.

Auf der anderen Seite ergeben sich durch konsequente Nutzung des Leichtbaus weitere Einsparungspotenziale. Diese sind vor allem dort zu finden, wo stark schwankende Geschwindigkeiten mit häufigem Abbremsen bzw. Beschleunigen zu einem erhöhten Treibstoffverbrauch führen. Ebenso spielt das Gewicht eine Rolle, wenn es sich um Strecken mit starken Höhenunterschieden handelt. Die Verminderung des Gewichtes ist demzufolge eine grundsätzliche Maßnahme zur Reduzierung des Treibstoffverbrauches. Angemerkt sei jedoch hier, dass häufige Verzögerungs- oder Beschleunigungsvorgänge durch intelligente Verkehrsführungen vermieden werden können.

Leichtbaukonzepte müssen nun auf die einzelnen Wirkorte der Komponenten angepasst und ausgerichtet werden,

da die unterschiedlichsten Bedingungen vorliegen. Im Bereich des Antriebs und im Speziellen bei der Dieselmotorenteknik stehen höchste thermische Belastungen des Zylinderkopfes, der Abgasführung und des Turboladers sowie extrem hohe Belastungen des Zylinderkurbelgehäuses im Vordergrund. Hier gilt es neue Werkstoffe und neue Fertigungstechnologien zu finden, die den technologischen Vorsprung der hiesigen Region halten und ausbauen sowie die oben genannten Ansprüche an die Umwelt erfüllen.

Anders sieht die Situation im Bereich des Fahrwerks aus. Leichtbau zur Komfortsteigerung unter gleichzeitiger Beachtung sicherheitsrelevanter Vorgaben, eine kostengünstige Fertigung und selbstverständlich auch hier die Recycelbarkeit sind permanente Entwicklungsthemen. Dabei stellen sich Ansprüche an Steifigkeit, Duktilität, Energieaufnahmevermögen genauso wie ein möglichst hohes akustisches Dämpfungsvermögen, da Geräuschemissionen ebenfalls die Umwelt belasten.

Die Fahrzeugstruktur, d.h. die Karosserie, verlangt nach einem steifen, Crash-optimierten Konzept, geringen Schwingungseigenschaften und selbstverständlich einem niedrigen cw-Wert. Gerade die Analyse von Unfällen zeigt nun, dass hier neue Wege beschritten werden müssen, um einen möglichst optimalen Insassenschutz zu realisieren. Erschwerend kommen hier naturgemäß die geringen Verformungswege hinzu, die einen kontinuierlich langsamen Energieabbau verhindern, so dass auch hier neue Werkstoffe zum Einsatz kommen müssen.

Im Folgenden werden aus den angesprochenen Gebieten einige Beispiele dargestellt, die den Beitrag des Gießerei-Institutes in der Grundlagenentwicklung neuer Werkstoffe für automobiler Adaptionen dokumentieren.

Bereich Antrieb: Neue Werkstoffe für hochaufgeladene Dieselmotor-Zylinderköpfe

Um den weiterhin steigenden Anforderungen der Kunden und der Politik im Automobilbau gerecht zu werden, müssen die Automobilkonzerne und ihre Zulieferfirmen immer schneller innovative Ideen bezüglich Design, Prozessoptimierung und Werkstoffe entwickeln und in die Serie umsetzen. Dabei ist die Werkstoffinnovation ein Schlüsselement zur Optimierung der Bauteileigenschaften speziell für die ak-

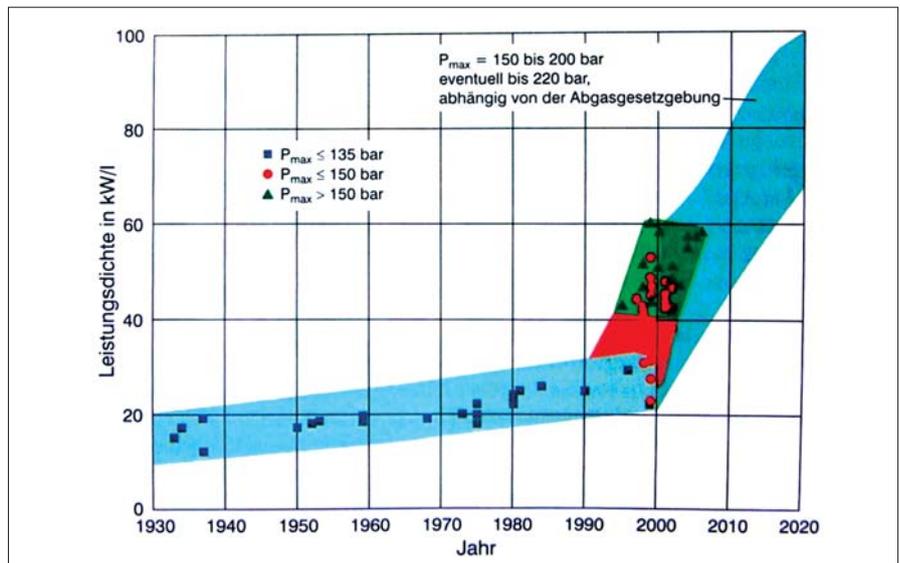


Abb. 1: Anstieg des Spritzdrucks bei PKW-Dieselmotoren¹

tuellen Zielsetzungen der Weiterentwicklung von Verbrennungsmotoren.

Besonders im Bereich direkt eingespritzter hoch aufgeladener Dieselmotoren sowie bei direkt eingespritzten Ottomotoren stellt der Zylinderkopf derzeit das kritischste Bauteil dar. Erhöhte spezifische Leistungen führen zu höheren Bauteiltemperaturen und steigende Zünddrücke, wie in Abbildung 1 gezeigt, erhöhen erheblich die mechanische Belastung. Parallel dazu

wird die geometrische Gestaltungsfreiheit durch die Nutzung der Mehrventiltechnologie stark eingeschränkt. Insgesamt kann hinsichtlich der heute eingesetzten Werkstoffe festgestellt werden, dass vor dem Hintergrund des steigenden Leistungsni- veaus, sinkender Motorgewichte und zunehmender thermischer und mechanischer Belastungen die Werkstoffausnutzung der Zylinderköpfe vielfach bis in den Grenzbereich optimiert ist.

Tabelle 1: Sollzusammensetzung der optimierten AlMgSi-Legierungen¹ (* Maximalwerte)

Variante	Gehalte in Gewichtsprozent											
	Mg	Si	Mn	Fe	Ti	Cr	V	Ni	Cu	Zr	Sc	Al
5	5.5	2.3	0.6	0.2*	0.15	0.2	0.2	1.5	0.5	0	0	Rest
5.1	5.5	2.3	0.2	0.2*	0.15	0.2	0.2	0	0	0	0	Rest
5.2	5.5	2.3	0	0.2*	0.15	0	0.2	0	0	0.08	0.15	Rest
8	3.3	1.1	0.6	0.2*	0.15	0.2	0.2	1.5	0	0	0	Rest
8.1	3.3	1.1	0.2	0.2*	0.15	0.2	0.2	0	0	0	0	Rest
8.2	3.3	1.1	0	0.2*	0.15	0	0.2	0	0	0.08	0.15	Rest
8.3	3.3	1.1	0.2	0.2*	0.15	0.2	0.2	1.5	0	0.08	0	Rest

Tabelle 2: Sollzusammensetzung der optimierten AlSi6Cu4-Legierungen¹ (* Maximalwerte)

Variante	Gehalte in Gewichtsprozent										
	Si	Cu	Mg	Mn	Fe	Ag	Ti	Ni	Ce	Cr	Al
11	6.0	3.5	0.5	0.1*	0.15*	0.6	0.2	0.05	0.05	0.05	Rest
11.1	6.0	3.5	0.3	0.1*	0.15*	0	0.2	0.05	0.05	0.05	Rest
11.2	6.0	3.5	0.3	0.1*	0.15*	0.3	0.2	0.05	0.05	0.05	Rest

Tabelle 3: Sollzusammensetzung der optimierten AlCu5Mn-Legierungen¹

Variante	Gehalte in Gewichtsprozent										
	Cu	Mn	Fe	Ti	Zr	V	Cr	Ni	Ce	Co	Al
27	5	0.8	0.15*	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	Rest
27.1	5	0.4	0.15*	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	Rest
29	5	0.4	0.15*	0.2	0.2	0.3	0	0.4	0.4	0	Rest

Im Rahmen einer Arbeit am Gießerei-Institut werden durch Optimierung und Weiterentwicklung bestehender Aluminiumwerkstoffe Legierungen für den Einsatz im Motorenbereich für deutlich höhere Temperaturbelastungen entwickelt. Die Ergebnisse sollen die stetigen Bemühungen um die Reduzierung von Emissionen der Kraftfahrzeuge durch effektivere Antriebsquellen und werkstofftechnischen Leichtbau unterstützen. Die neuen Legierungen sollen sowohl im Sand- als auch im Kokillenguss gleichzeitig mehrere konkurrierende Anforderungen erfüllen, welche jedoch nicht alle im Rahmen dieser Arbeit überprüft werden konnten:

- hohe Festigkeit und Dehnung sowohl bei Raumtemperatur als auch bei erhöhten Temperaturen (bis zu 300 °C),
- hohe Härte,
- gute Gießereigenschaften mit niedriger Warmrissanfälligkeit,
- hohe Wärme- und Temperaturleitfähigkeit,
- hohe Kriechbeständigkeit,
- niedrige thermische Ausdehnung,
- hohe Thermoschockbeständigkeit,
- Serientauglichkeit sowie
- ausreichende Bruchzähigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Bearbeitbarkeit.

Diese Anforderungen lassen sich durch eine Legierungsmodifikation, eine Variation der Kristallisationsbedingungen und eine Anpassung der anschließenden Wärmebehandlung erfüllen. Durch Hinzufügen von Legierungselementen, die sphärische, intermetallische Phasen bilden und/oder die Diffusion verringern, sollen die Hochtemperatureigenschaften verbessert werden. Bei der Auswahl der Legierungen wurde darauf Wert gelegt, dass Legierungen aus der Gruppe AlSi, AlMg und AlCu untersucht werden. Für die Bestimmung des derzeitigen Ist-Zustandes und zum Vergleich der erhaltenen Ergebnisse diente die Legierung AlSi7Mg, welche derzeit für höher belastete Zylinderköpfe verwendet wird.

Die vielen Veröffentlichungen zum Einfluss einzelner Elemente auf Aluminiumlegierungen beschränken sich meistens nur auf die Verbesserung einzelner Eigenschaften, ohne auf die negativen Auswirkung der Elemente einzugehen. Aus diesem Grund ist es sehr schwierig, Voraussagen über die vielfältigen Eigenschaften, welche bei einer Zylinderkopflegerung nötig sind, zu treffen. Auch die Verwendung von Simulationsprogrammen, welche das chemische und thermodynamische Gleichgewicht von Elementgemischen während

der Erstarrung bestimmen können, ist für eine Gusslegierung aufgrund der benötigten Freiheitsgrade (teilweise mehr als 10 Elemente) und der Annahme der unendlich langsamen Erstarrung nicht sinnvoll. Deswegen wurden aus dem System AlMg, AlSi und AlCu verschiedene Grundlegierungen mit unterschiedlichen Zusätzen und Zusatzmengen ausgewählt, um auf einer sehr breitgefächerten Grundlage möglichst eine Legierung herauszuarbeiten, welche den hohen Anforderungen künftiger Zylinderköpfe gerecht wird.

Um die Eigenschaften der neuen Legierungen einstuft zu können, wurde parallel die Zylinderkopflegerung AlSi7Mg mit untersucht. Als zusätzliche Legierungselemente wurden in unterschiedlichen Gehalten Titan, Chrom, Vanadin, Nickel, Kupfer, Cer, Silber, Yttrium, Kobalt und Zirkon zugesetzt. Die Gegenüberstellung der besten Legierungen der verschiedenen Legierungssysteme aus diesen Versuchsreihen zeigte, dass zumindest die Varianten AlMg3Si1 und AlSi6Cu4 nach einer Langzeitwarmauslagerung bei 200 °C ähnlich gute Eigenschaften wie die AlCu5Mn-Legierung aufweisen. Bei höheren Auslagerungstemperaturen weist nur noch die Legierungsvariante AlCu5Mn akzeptable Werte auf. Aus diesem Grund wurde eine weitere Optimierung der Zusammensetzung einzelner Varianten durchgeführt. Die jeweilige Zusammensetzung innerhalb der einzelnen Gruppen ist in den Tabellen 1 bis 3 dargestellt. Für die Einstufung der Ergebnisse dienen die Diagramme in den Abbildungen 2 bis 4, siehe folgende Seite. In diesen Diagrammen werden die Ergebnisse der neuentwickelten Legierungen mit Ergebnissen bekannter Zylinderkopflegerungen verglichen. Speziell ab einer Auslagerungstemperatur von 200 °C wird sehr deutlich, dass die neuen Legierungen den zur Zeit üblichen Legierungen stark überlegen sind. So liegen die Werte der neuen Legierungen nach einer Langzeitwarmauslagerung von 500 h bei 250 °C für die Festigkeit ca. doppelt so hoch wie bei den herkömmlichen Legierungen.

Bei einem direkten Vergleich der neuentwickelten AlCu4Mn-Legierung mit der bisher höchstfesten, aber schwierig zu gießenden Legierung AlCu5Ni1CoSbZr sind aufgrund der unterschiedlichen Probenbehandlungen während der Messungen nur Aussagen zu den Werten beim Guss- und beim T6-Zustand sinnvoll. Bei diesen beiden Zuständen ist eine deutliche Steigerung der Zugfestigkeit und der Bruchdehnung, aber auch eine leicht-

te Verschlechterung der Streckgrenze bei der neuen Legierung sichtbar geworden. Da der Abfall der Eigenschaften der Legierung AlCu5MnNiCe bei thermischer Beanspruchung sehr gering ist, kann daraus die Schlussfolgerung gezogen werden, dass sich die Eigenschaftskonstellation der beiden Legierungen nicht wesentlich verändert. Durch eine geänderte Wärmebehandlung ist die Erhöhung der Streckgrenze, mit einer einhergehenden Verringerung der Bruchdehnung, vorstellbar. Somit dürfte die neue Legierung AlCu5MnNiCe der Legierung AlCu5Ni1CoSbZr überlegen sein. Des Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass die neue Legierung Sb-frei ist, d.h. die Handhabung beim Recycling vereinfacht sich und auch die Gesundheits- und Umweltbelastungen beim Umgang (Schmelze, Krätze) mit der Legierung verbessern sich deutlich.

Um die von der Abkühlungsgeschwindigkeit ausgehenden unterschiedlichen Eigenschaften zu berücksichtigen, erfolgte der Abguss der Legierungen in Kokillen und Sandformen. Die daraus gewonnenen Gussteile konnten zum einen sofort ausgewertet bzw. für die jeweilige Untersuchung bzw. Prüfung präpariert und später analysiert werden. Die Festlegung der Wärmebehandlung erfolgte unter Berücksichtigung der DTA- und Dilatometeruntersuchungen. Zusätzlich wurden einige Proben bei unterschiedlichen Temperaturen langzeitwarmausgelagert, um den Eigenschaftsverlauf bei einer späteren Anwendung zu untersuchen. Neben der Feststellung der gewonnenen mechanischen Eigenschaften erfolgte auch die Bestimmung gießtechnologischer und physikalischer Eigenschaften sowie eine metallografische Untersuchung mit Hilfe eines Licht- und Raster-Elektronen-Mikroskopes (REM). Am REM erfolgte die Phasenbestimmung mittels EDX (Energie-Dispersive-Röntgenanalyse), um die Phasenbildung der verschiedenen Legierungselemente zu verdeutlichen.

Die Ergebnisse wiesen bei den einzelnen Legierungssystemen teilweise starke Unterschiede auf, welche zum Teil direkt auf einzelne Elemente zurückgeführt werden konnten. Eine statistische Darstellung bezüglich der Auswirkung von verschiedenen Elementen auf die erhaltenen Ergebnisse ist aufgrund der geringen Zahl der Freiheitsgrade nicht sinnvoll.

Aus der Analyse der erhaltenen Eigenschaften ist folgendes sichtbar geworden: Während die AlCu5Mn-Legierungen und speziell die AlMgSi-Legierung mit Sc- und

Zr-Zusatz im Guss- und wärmebehandelten Zustand nur durchschnittliche Ergebnisse bei den mechanischen Eigenschaften zeigten, erreichten diese Legierungen nach der Langzeitwärmelagerung bei erhöhten Temperaturen ein für die anderen Legierungsvarianten nicht erreichbares Eigenschaftsniveau. Bei einer späteren Anwendung muss aber auch darauf geachtet werden, dass die AlCu5Mn-Legierungen stark zur Bildung von Warmrissen neigen und dass es bei den AlMgSi-Legierungen durch den Zusatz von Sc und Zr zu einer leichten Erhöhung der Warmrissneigung kommt. Des Weiteren wirkt sich ein Sc- und Zr-Zusatz bei den AlMgSi-Legierungen besonders positiv auf die Temperaturleitfähigkeit aus. So erreichen diese Legierungen ähnlich gute Werte wie die untersuchten AlSi-Legierungen. Die Festigkeitssteigerung, vor allem nach thermischer Beanspruchung, bei den Sc-haltigen AlMgSi-Legierungen wird durch die Bildung thermisch stabiler Ausscheidungen im Mischkristall hervorgerufen.

Weitere Schlussfolgerungen sind, dass durch einen Ag-Zusatz bei AlSi6Cu4-Legierungen keine relevante Eigenschaftsverbesserung zustande kam. Hingegen wirkt sich bei AlMg3Si1-Legierungen nach einer längeren thermischen Beanspruchung der Zusatz von Ni und Zr leicht festigkeitssteigernd aus, auch wird die Legierung weniger empfindlich gegenüber Warmrissen.

In dieser Arbeit wurde festgestellt, dass für die Werkstoffanforderungen der nächsten Motorgenerationen der Einsatz von AlCu- sowie Sc- und Zr-haltige AlMgSi-Legierungen in Frage kommen kann. Für die AlCu5Mn-Legierungen sprechen die guten mechanischen Eigenschaften bei thermischer Beanspruchung, wobei bei der Umsetzung erhöhtes Augenmerk auf die gießtechnische Umsetzung und die Korrosion zu legen ist. Die Frage nach der Korrosionsbeständigkeit stellt sich bei den Sc- und Zr-haltigen AlMgSi-Legierungen nicht. Auch höhere thermische Belastungen stellen für diese Legierungen kein Problem dar. Ein Nachteil entsteht bei der wirtschaftlichen Betrachtung, denn durch den Zusatz von Sc erhöht sich der Legierungspreis erheblich. Bei einem derzeitigen Sc-Preis von ca. 2.000 \$ pro kg in einer AlSc2-Vorlegierung ergibt sich bei einem Zusatz von wenigen zehntel Prozent Sc in den AlMgSi-Legierungen ein Kostenmehraufwand von ca. 2,60 €/kg. Bei einem Zylinderkopfgewicht von ca. 17 kg würde sich das Gussteil um etwa 45,00 € verteuern. Auch wenn sich dieser Sachverhalt bei

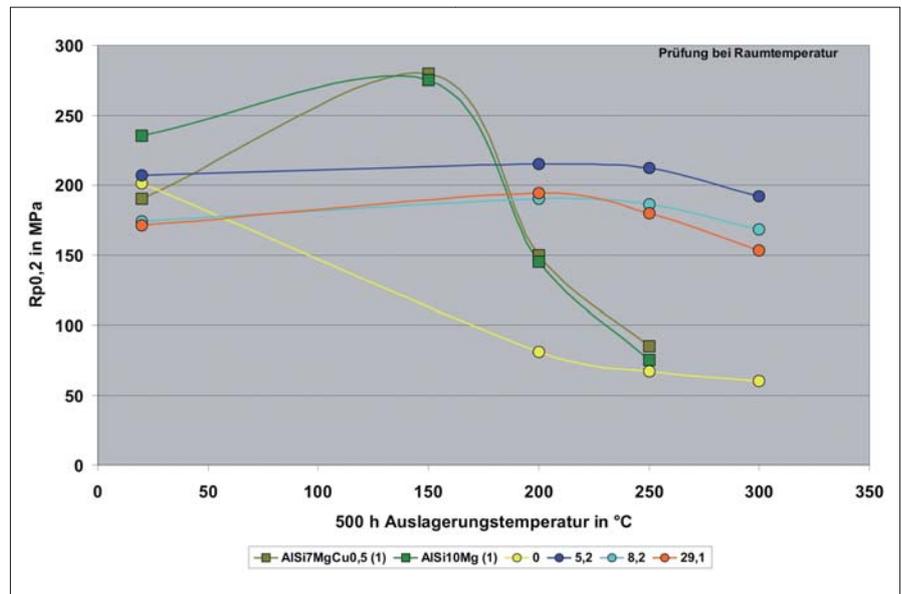


Abb. 2: Vergleich der Streckgrenzen¹

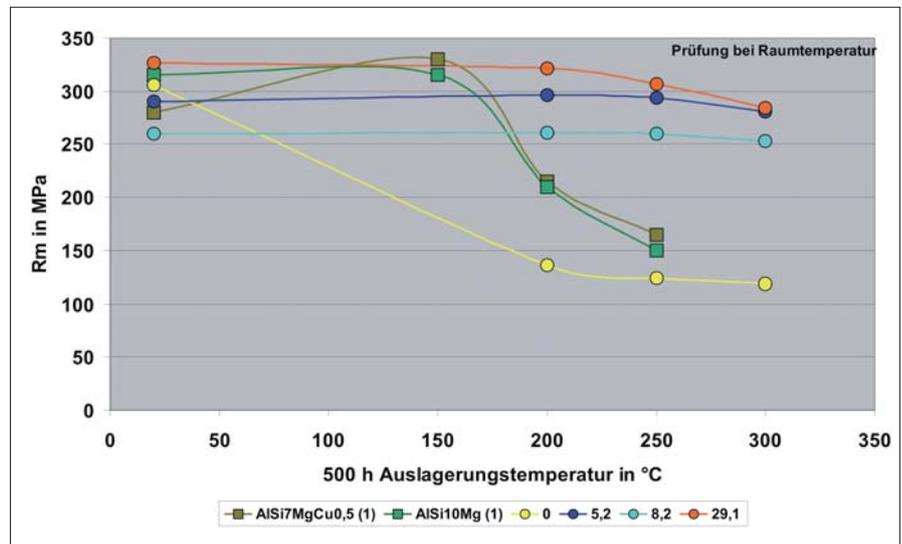


Abb. 3: Vergleich der Zugfestigkeit¹

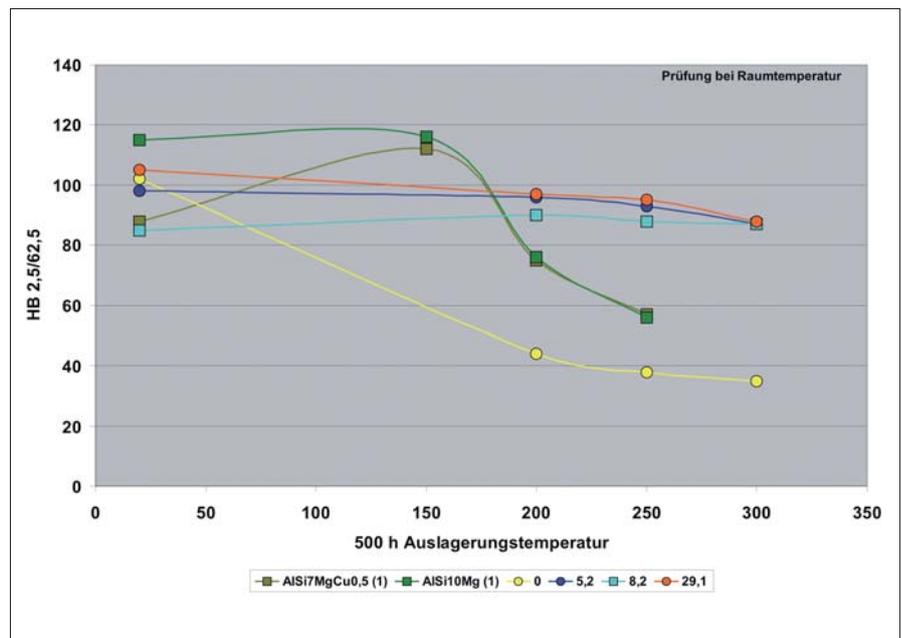


Abb. 4: Vergleich der Härtewerte¹

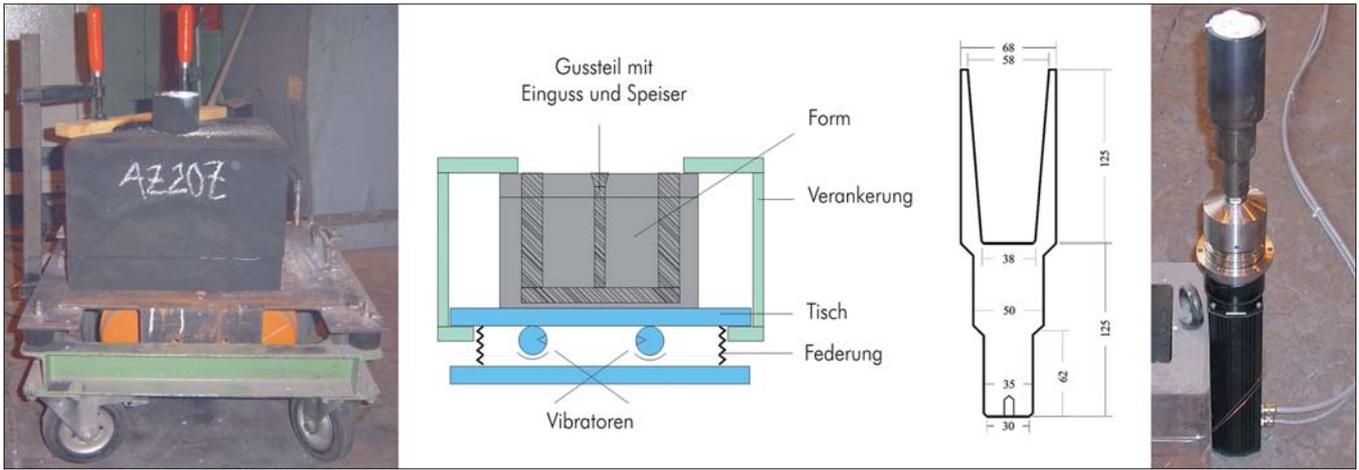


Abb. 5: Aufbau der Vibrationsversuche (links); Ultraschallkokille schematisch und real mit Generator (rechts)

Betrachtung des gesamten Motors bzw. späteren Autos relativiert, wird der Einsatz solcher Legierungen in der nahen Zukunft voraussichtlich erst ab der (oberen) Mittelklasse beginnen können¹.

Physikalische Schmelzebehandlung von Magnesiumlegierungen

Der Werkstoff Magnesium rückte in den vergangenen Jahren wieder mehr und mehr in den Vordergrund, da er auf Grund seiner geringen Dichte bei gleichzeitig guter Festigkeit ausgezeichnet für Leichtbauanwendungen geeignet ist. Durch die Verwendung von Magnesiumlegierungen kann im Vergleich zu Aluminium eine Gewichtsreduktion von 40% erreicht werden. Leichtbauwerkstoffe kommen vor allem dort zum Einsatz, wo durch die Verringerung des Gewichtes erhebliche Energiemengen eingespart werden können. Um diesen Vorteil des Magnesiums weiter ausbauen zu können, besteht ein immenser Informations- und Forschungsbedarf im Bereich der Magnesiumlegierungen.

In den Jahren von 1995 bis 2005 ist der Bedarf an Magnesiumdruckgussteilen von 4.000 auf 18.000t gestiegen². Hauptanwender ist dabei die Automobilindustrie, wobei versucht wird, den klassischen Konstruktionswerkstoff Stahl zu substituieren. Ein weiterer Anwender ist die Elektroindustrie, die für ihre hochwertigen Gerätegehäuse auf Magnesiumlegierungen zurückgreift. Dabei ist jedoch nicht nur die Gewichtsersparnis von Interesse, sondern auch Vorteile im Bereich der elektromagnetischen Abschirmung und Wärmeabfuhr³. Dies zeigt die Wichtigkeit der Weiterentwicklung von Magnesiumlegierungen, um dem steigenden Bedarf und den Anforderungen gerecht zu werden.

Heutzutage werden die meisten Magnesiumlegierungen im Druckguss vergossen. Der Bereich Sand- und Kokillenguss wurde deshalb etwas vernachlässigt, ist aber nicht minder von Interesse. Leider sind die Forschungen auf diesem Gebiet doch sehr zaghaft. Die Erstarrung läuft im Gegensatz zum Druckguss verlangsamt ab, weshalb ein gröberes Korn entsteht. Hier müssen Möglichkeiten gesucht werden, um eine Kornfeinung und damit auch eine mögliche Eigenschaftsverbesserung zu erreichen. Dieser Aspekt wird durch eine physikalische Kornfeinungsbehandlung in Angriff genommen.

Die gezielte Einstellung eines feinkörnigen Gussgefüges erfordert eine Beeinflussung des Erstarrungsablaufs dahingehend, dass die Keimbildungsgeschwindigkeit deutlich höher als die Kristallwachstumsgeschwindigkeit ist. Da für die technische Realisierung einer Unterkühlung Grenzen bestehen, muss versucht werden, Energie in die Schmelze einzubringen, um dadurch den Keimbildungsprozess zu unterstützen⁴.

Der Energieeintrag kann über verschiedene physikalische Behandlungsmethoden erfolgen. Bei dieser Art der Schmelzebehandlung werden Verfahren angewandt, mit denen physikalisch auf die Schmelze eingewirkt wird, z.B. Vibration, Ultraschall oder magnetisches Rühren, um das Gefüge der erstarrenden Schmelze zu beeinflussen. Mit Hilfe dieser Verfahren kommt es zu einem Energieeintrag in die erstarrende Schmelze. Ziel einer solchen Beeinflussung kann es sein, ein kornfeintes Gefüge zu erreichen, wodurch auch wichtige mechanische Eigenschaften verbessert werden können. Andere mögliche Anwendungen sind: die Entgasung der Schmelze, verbesserte Dispersion von Legierungsbestandteilen, Filtration sowie die

positive Beeinflussung des Fließ- und Formfüllungsvermögens. Als Nachteil erweisen sich die hohen Investmentkosten⁵. Vorteil einer physikalischen Kornfeinung ist der Verzicht auf chemische Einsatzstoffe, welche teilweise gesundheitsschädlich, aber auch umweltschädlich sein können.

Vibration und Ultraschall beschreiben Schwingungsarten, die sich sowohl in ihren physikalischen Eigenschaften, als auch in der Art der Schwingungsausbreitung unterscheiden. Durch Vibrationsschwingungen entstehen alternierende Folgen von Kompression und Entspannung, die sich mit Wellencharakter in der Schmelze ausbreiten⁶. Mit Ultraschall werden allgemein elastische Schwingungen mit einer Frequenz größer 16.000 Hz beschrieben, deren Wellenlänge in Folge kontinuierlicher, harmonischer Erregung wesentlich kürzer ist als die von Vibrationen. Es sind dadurch Druckwellen zu erwarten, die sich in der Schmelze mit Schallgeschwindigkeit c ausbreiten können⁷.

Über die Wirkungsweise physikalischer Behandlungsmethoden ist sich die Wissenschaft derzeit nicht einig. Es werden verschiedene Mechanismen erwähnt, von denen einige hier genannt werden sollen:

- Kavitation⁸
- Dendritenarmabschmelzen/Strömung^{9, 10, 11}
- Viskose Scherung¹²
- Dendritenarmabbrechen¹³
- Durchbiegung von Dendritenarmen^{14, 15}
- Kristallschauermechanismus¹⁶

Ausgehend vom Stand der Wissenschaft sollte versucht werden eine Kornfeinung mit einhergehender Verbesserung der mechanischen Eigenschaften zu erreichen. Dafür wurden sowohl mittels Vibration als auch mittels Ultraschall Versuche durchgeführt. Die dafür verwendeten Versuchsaufbauten sind in Abbildung 5 dargestellt.

Der linke Bildteil zeigt den verwendeten Vibrationstisch mit einer darauf befestigten, furanharzgebundenen Form zur Herstellung von Zugstäben. Mit Hilfe einer Frequenzvariation im Bereich 0 bis 40 Hz wurde versucht, eine Beeinflussung der Beschleunigung der Form und der Amplitude zu bewirken, in deren Folge eine Gefügefeinerung erreicht werden sollte. Im rechten Bildteil ist die zur Durchführung von Ultraschallversuchen verwendete Kokille dargestellt. Bei dieser Versuchsreihe wurde eine konstante Frequenz von ca. 19 kHz auf die Kokille übertragen. An Hand einer Amplitudenvariation sollte in dieser Versuchsreihe eine Kornfeinerung bewirkt und somit eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften erreicht werden.

Die vorliegenden Ergebnisse bei der Legierung AZ 91 (MgAl9Zn1) werden im Folgenden entsprechend ihrem angewandten Behandlungsverfahren diskutiert. Zur Auswertung der Ergebnisse wurden Abkühlkurven aufgenommen, metallografische Gefügeuntersuchungen durchgeführt und mechanische Kennwerte ermittelt. Der erste Teil der Betrachtungen beschäftigt sich mit den Ergebnissen der Vibrationsbehandlung. Ausgehend von der Annahme, dass in Folge der Behandlung eine Veränderung der Abkühlkurven eingetreten ist, kann eine Gefügeveränderung erwartet werden. Untersucht wurde eine eventuelle Abhängigkeit der Korngröße und der Festigkeitswerte in Abhängigkeit von Frequenz, Schwingungsamplitude und Beschleunigung.

Es konnte nur für die Schwingungsamplitude eine geringfügige Beeinflussung festgestellt werden (Abbildung 6). Es ist zu erkennen, dass die Korngröße bei Amplitudenwerten um 0,2 mm etwas kleiner geworden ist als bei der unviбриerten Probe. Bei den höheren Schwingungsamplituden wird die Korngröße deutlich größer als der Ausgangswert. Ausgehend davon ist mit einem Anstieg der Festigkeit für die niedrigen Amplitudenwerte und einer Abnahme für die höheren Werte zu rechnen. Wie die untere Abbildung zeigt, steigt jedoch für alle untersuchten Proben die Zugfestigkeit, bei gleichbleibender Streckgrenze, leicht an. Eine Erklärung für diesen Effekt ist nicht eindeutig möglich, da auch in der Literatur verschiedene Theorien kursieren.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Infolge der Vibration treten sowohl Kornvergrößerungs- als auch Kornfeinerungseffekte auf. Die vibrierten Proben zeigten gegenüber der Referenzprobe einen geringen Anstieg bei der Zugfestigkeit

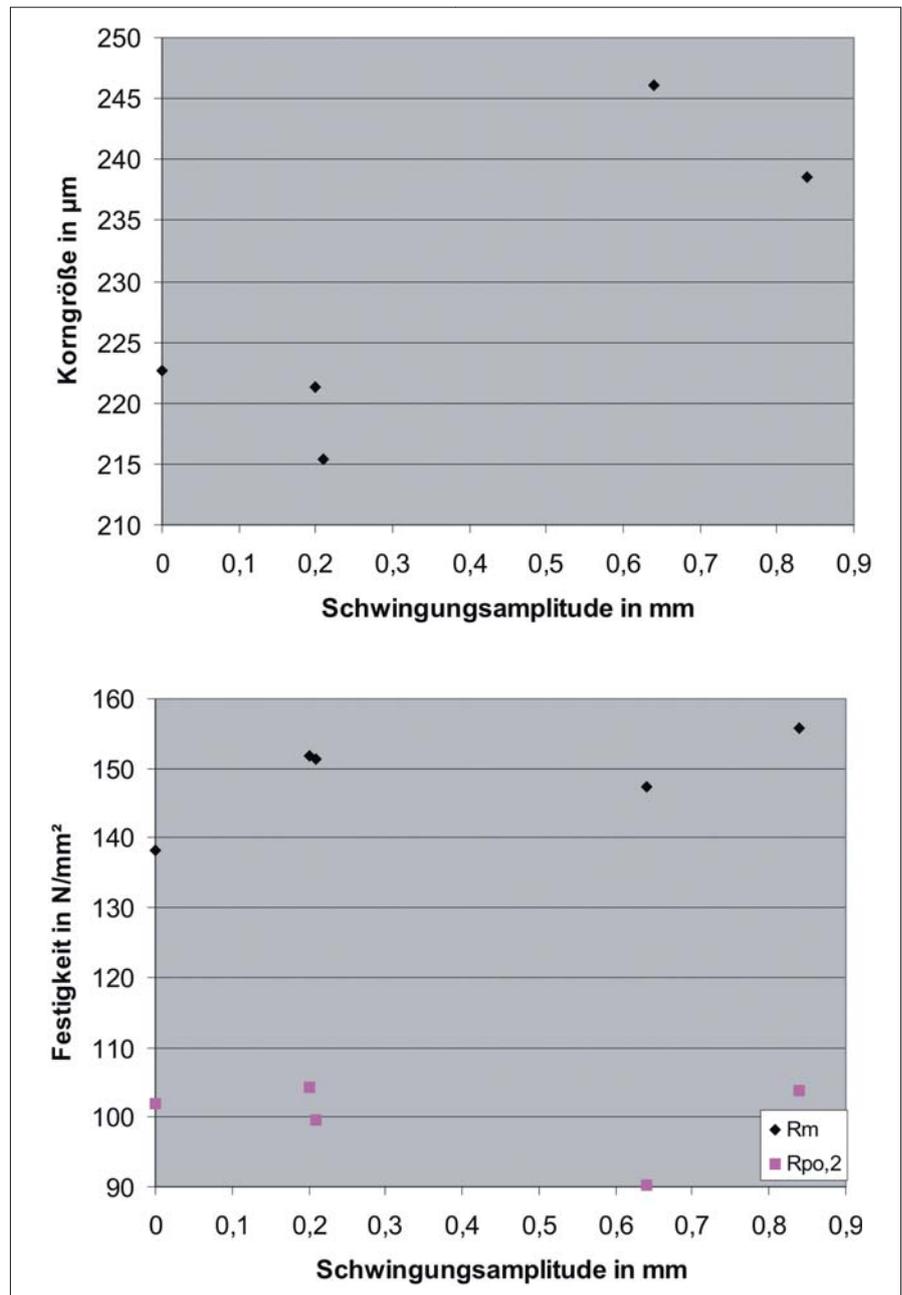


Abb. 6: Korngröße und Festigkeit in Abhängigkeit von der Schwingungsamplitude

und der Bruchdehnung. Bei den Härtewerten konnten sowohl erhöhte als auch verringerte Werte nachgewiesen werden. Für keine der betrachteten Eigenschaften konnte eine deutliche Abhängigkeit von der Schwingungsamplitude und der Beschleunigung festgestellt werden. Einzig der bekannte Effekt, dass eine langsamere Abkühlung ein gröberes Korn zur Folge hat, konnte anhand der Gefüge und der Abkühlkurven gezeigt werden. Mit zunehmender Frequenz werden die Zugfestigkeit und die Bruchdehnung tendenziell kleiner, trotz allgemeiner Zunahme gegenüber der Referenzprobe.

Ein weiterer Punkt der Untersuchungen war die Beeinflussung der Korngröße mittels Ultraschall. Dabei wurde ebenfalls

die Schwingungsamplitude variiert. Die Ergebnisse der Korngrößenbestimmung und der Festigkeitsmessung werden in Abbildung 7 gezeigt. Es wird deutlich, dass die Korngröße im Bereich der Schwingungsamplitude von 0,3 bis 0,7 µm kleiner ist als in der Referenzprobe. Damit einhergehend ist die Festigkeit größer. Mit weiter zunehmender Amplitude nimmt die Korngröße zu. Die Festigkeit fällt entsprechend ab, bleibt aber trotzdem größer als die der Referenzprobe. Die Kornfeinerung ist in Abbildung 8 dargestellt: links die Referenzprobe, rechts die Gefügeaufnahme der Probe mit einer Amplitude von 0,33 µm.

Zusammenfassend für die Ultraschallbehandlung kann gesagt werden: Die Korngröße steigt nach anfänglichem Ab-

fall tendenziell mit der Amplitude an. Die Zugfestigkeit steigt mit der Amplitude bis zu einem Maximum ebenfalls und fällt dann auf einen Wert oberhalb des Ausgangswertes ab.

Mit Hilfe der physikalischen Schmelzebehandlungsverfahren Vibration und Ultraschall konnten eine Gefügebeeinflussung und eine Steigerung der Festigkeit erreicht werden. Als Folge der Vibrationsversuche konnte eine Festigkeitssteigerung um 10–15 N/mm² beobachtet werden. Durch die Ultraschallbehandlung konnte eine maximale Festigkeitssteigerung um 30 N/mm² erreicht werden. Die Ergebnisse sind von den Behandlungsparametern abhängig.

Magnetofluidynamische Änderungen der Erstarrungsmorphologie von Leichtmetall-Gusswerkstoffen

Die gießtechnische Beeinflussbarkeit der Eigenschaften beruht auf den physikalischen Grundlagen der Strömungsmechanik und der Thermodynamik. Mit den genutzten Guss- und Formwerkstoffen werden aber durch physikalische Parameter Grenzen gesetzt, die oftmals automobiltechnische Entwicklungen bremsen. Eine Aufweitung der Grenzen während der Erstarrung kann nun durch gezielte Beeinflussung des Temperaturgradienten der Erstarrungsfront und deren Geschwindigkeit erreicht werden; Ansatz ist hier die Nutzung der Magnetofluidynamik.

Das Projekt „Magnetofluidynamische Änderungen der Erstarrungsmorphologie von Leichtmetall-Gusswerkstoffen“ wird seit 2002 als Teilprojekt des Sonderforschungsbereiches 609, „Elektromagnetische Strömungsbeeinflussung in Metallurgie, Kristallzüchtung und Elektrochemie“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft am Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg bearbeitet. Im Projekt werden die Einflüsse elektromagnetischer Felder (transversaler Magnetfelder) auf die Erstarrungsmorphologie sowie das Gefüge von Leichtmetalllegierungen (Al, Mg) bei der Anwendung in der Gießertechnik untersucht. Bei in der Praxis häufig eingesetzten Gusslegierungen treten Fehlstellen (z.B. Mikrolunker) auf, die zur Verschlechterung mechanischer Kennwerte führen. Die aufgetretenen Fehlstellen sind auf ein breites Erstarrungsintervall zurückzuführen. Insbesondere bei großen, langsam erstarrenden Gussteilen soll daher der Einfluss einer intensiven Bewegung

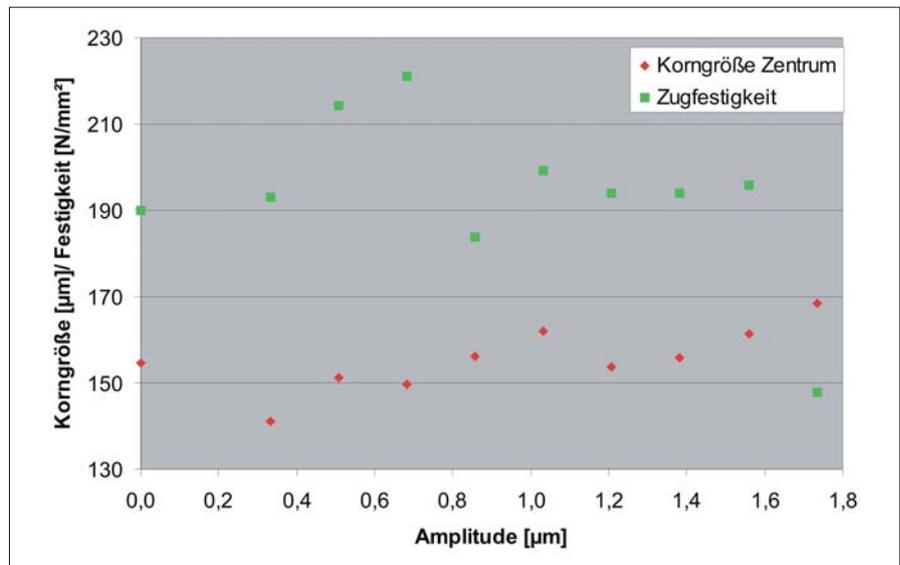


Abb. 7: Korngröße und Zugfestigkeit in Abhängigkeit der Amplitude

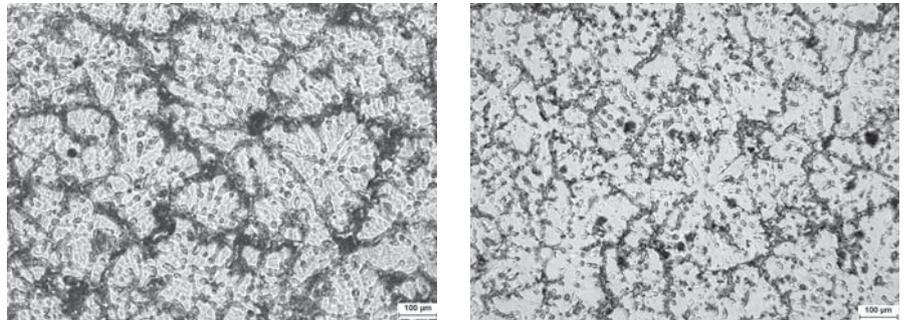


Abb. 8: Gefügeaufnahmen AZ 91; links: ohne Behandlung; rechts: Ultraschallbehandlung, Amplitude: 0,33 µm

der Schmelze kurz über und im Bereich zwischen Liquidus- und Solidus-Zone sowohl an einfachen Proben in verlorenen Formen (Sandguss) als auch an praxisrelevanten, komplexen, in der Wanddicke stark differierenden Gussteilen untersucht werden.

Die Konvektion der Schmelze aufgrund der Magnetfelder führt zur Veränderung der Temperaturverhältnisse im Bereich der flüssigen Schmelze im Gussteil, insbesondere vor der Erstarrungsfront. Diese Veränderung wirkt sich auf den Temperaturgradienten in der flüssigen Schmelze und somit auf die Keimwachstumsgeschwindigkeit aus. Dadurch kann Einfluss auf die Gefügemorphologie, die Speisungseigenschaften (Dichtspeisung) und auf die Erstarrungsbandbreite der Gussteilpartien genommen werden. Konkrete Ziele der Forschungsarbeit sind:

- gezielte Beeinflussung von Temperaturgradienten und Wachstumsgeschwindigkeit, um durch Veränderung des G/V-Verhältnisses die Morphologie der Erstarrung (globular, dendritisch, zellular) zu ändern
- Reduzierung der Mikrolunker durch Verkleinerung der Erstarrungsbandbreite

- Einstellung eines feinen Gefüges und Verbesserung der Dichtspeisung
- gleichmäßige Verteilung ausgeschiedener Phasen oder Partikel
- Bestimmung der Abhängigkeiten von Werkstoffstrukturen von den Magnetfeldparametern bei unterschiedlichen Geometrien
- Übertragung und Verifizierung der Ansätze der numerischen Modellierung makroskopischer und mikroskopischer Erstarrungsabläufe aus anderen Teilprojekten des Sonderforschungsbereichs auf praxisrelevante Experimente

Als Grundlage für das Forschungsprojekt dient ein Spulensystem (Abbildung 9), mit dem das transversale Magnetfeld (TMF) erzeugt wird. Die durch den Praxisbezug des Forschungsvorhabens bedingten geometrischen Abmessungen der Proben machten es dabei erforderlich, ein Spulensystem eigens für das Gießerei-Institut zu konzipieren und aufzubauen. Das Kernstück bilden zwölf wassergekühlte Ringspulen, die zu sechs Spulenpaketen zusammengefasst und übereinander angeordnet sind (Abbildung 10). Der Spuleninnenraum für zu untersuchende Proben weist dadurch einen Durchmesser von 300 mm und eine Höhe



Abb. 9: Spulensystem an der TU Bergakademie Freiberg mit Kühl- und Steuereinheit

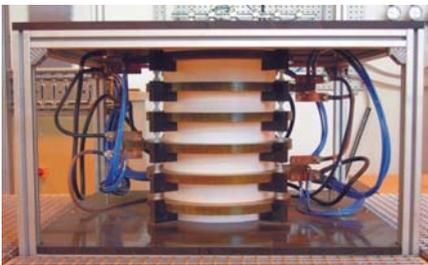


Abb. 10: Anordnung der Spulenpakete

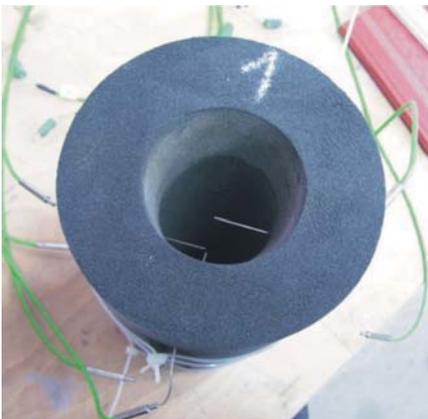


Abb. 11 (unten links und rechts): präparierte Sandform mit Thermoelementen

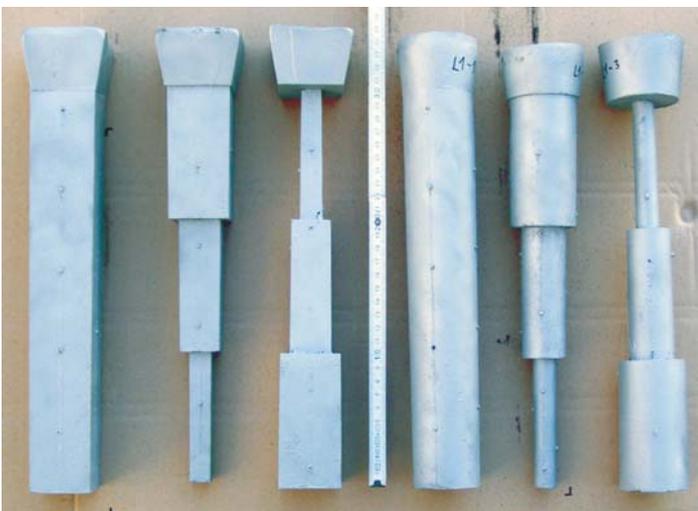


Abb. 12: Probegeometrien

von 500 mm auf. Durch die phasenverschobene elektrische Verschaltung der Spulen entsteht, dem sinusförmigen Verlauf des Wechselstroms folgend, zu unterschiedlichen Zeitpunkten an den einzelnen Spulen die maximale Induktion und somit das maximale Magnetfeld. Es kann somit von einem „wandelnden Magnetfeld“ gesprochen werden, das mit seinen Maxima das Spulensystem von oben nach unten durchläuft. Dieses Magnetfeld koppelt an die flüssige Schmelze an und verursacht eine Konvektion in der flüssigen Schmelze der Proben. Auf diese Weise wird die Möglichkeit der Strömungsbeeinflussung zur Strukturveränderung in den Proben genutzt. Durch eine regelbare Wechselstromquelle kann bei 50 Hz eine Magnetfeldstärke bis 18 mT erzeugt werden; für den Betrieb des Spulensystems sind außerdem eine elektrische Steuereinheit und ein überwachtetes Kühlsystem nötig (Abbildung 9).

Eine Besonderheit stellt die Tatsache dar, dass in dieser Versuchsanlage zur Zeit Werkstoffe mit Schmelztemperaturen bis 1200 °C in Sandformen abgegossen werden können. Dabei ermöglichen in die Sandformen integrierte Thermoelemente (Abbildung 11) die Aufzeichnung der Temperaturen während der Versuche. Bei den Formen handelt es sich um furanharzgebundene Sandformen, mit denen Proben unterschiedlicher Geometrien mit praxisrelevanten Abmessungen laut Abbildung 12 hergestellt werden.

In der Projektbearbeitung werden im Wesentlichen drei Untersuchungsrichtungen verfolgt.

1.) Zur Einstellung der Korngröße (Morphologie) durch transversale Magnetfelder findet eine AlSi7Mg-Legierung Anwendung. Bei der Erstarrung der zylindrischen Probekörper in einer Sandform werden diese einem transversalen Magnetfeld von unterschiedlicher Intensität und Richtung bis max. 12 mT ausgesetzt. Mit steigender Magnetfeldstärke ist deutlich eine Abnahme der Korngröße zu erkennen (Abbildung 13). Gleichzeitig treten Veränderungen im Verlauf der Abkühlkurven der Probekörper auf. Mit zunehmender Magnetfeldstärke ist ein abnehmender Temperaturgradient in der Probe zu verzeichnen, der sich durch einen deckungsgleichen Verlauf der Abkühlkurven der einzelnen Thermoelemente darstellt.

2.) Die Verbesserung der Dichtspeisung sowie die positive Beeinflussung der Gießigenschaften im Speisersystem (Nachspeisung) durch Einwirkung eines transversalen Magnetfeldes während des

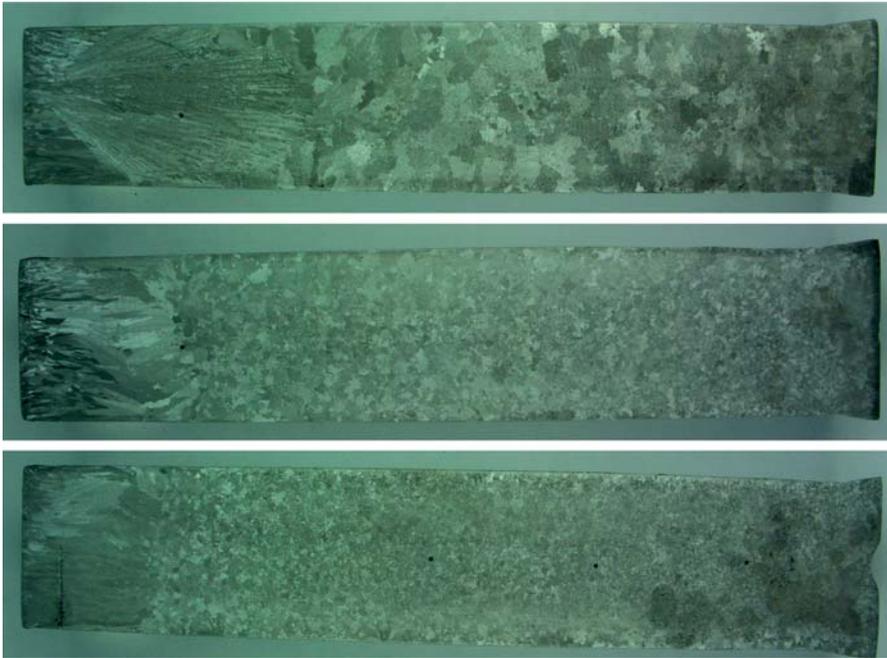


Abb. 13: Abnahme der Korngröße mit zunehmender Magnetfeldstärke. Oben: Magnetfeldstärke 0mT, Mitte: Magnetfeldstärke 8mT, unten: Magnetfeldstärke 12mT

Erstarrungsprozesses kann an der Al-Si7Mg-Legierung dargestellt werden. Dazu dient eine zylindrische, abgestufte Probe (Abbildung 12) mit einem geringen Querschnitt im oberen Bereich zur Formfüllung und einem zusätzlichen Speiser. Anhand von Computertomografie-Aufnahmen sind eine Verringerung der Lunkergröße in der Probenmitte und eine Lunkerverschiebung in horizontaler Richtung bei zunehmender Magnetfeldstärke festzustellen. Somit kann auf eine Verbesserung der Formfülleigenschaften geschlossen werden.

3.) Das gleichmäßige Verteilen eingebrachter oder ausgeschiedener Partikel wird in verschiedenen parallelen Arbeitsschritten untersucht. Zum einen ist die Einstellung der Korngröße bei mit Titan korngefeintem AlSi7Mg-Legierungen zu nennen, bei der mit Zunahme der Magnetfeldstärke eine Kornvergrößerung über das gesamte Bauteil eintritt. Zum anderen finden Vorversuche mit Materialien statt, die eine wesentlich höhere Dichte als Aluminiumlegierungen besitzen (z.B. Kupfer).

Im Verlauf der Forschungsarbeit wurden thermophysikalische Grenzen (Wärmeleitung, Wärmeübergänge) erreicht. Daher ist in der Perspektive der Einsatz neuer Magnetfeldqualitäten (variable Frequenzen, Pulsung des Magnetfeldes) beabsichtigt. Auf deren Grundlage kann im Weiteren die Kornfeinung, z.B. durch das Einbringen von Kornfeinungsmitteln (Nanopartikel) und deren Verteilung praxisrelevant untersucht werden. Nanopartikel gewinnen in den verschiedenen Sparten

der Gießereitechnik (Stahl, Eisen, Bronze, Leichtmetall) größere Bedeutung, weil sie unabhängig vom Temperaturregime stabil bleiben und die Möglichkeit zur Herstellung von Gradientenwerkstoffen bieten.

In die Untersuchungen sollen in der Praxis übliche Leichtmetall- (Al, Mg) und Cu-Legierungen einbezogen werden. Daraus ergeben sich Parallelen zum Basiswerkstoff Stahl mit homogen eingelagerten Partikeln¹⁷.

Inhomogene Werkstoffe mit gegossener metallischer Matrix

Massive Konstruktionswerkstoffe werden durch Kennzahlen wie Elastizitätsmodul, Festigkeit und Bruchdehnung, Dauerfestigkeit oder chemische Eigenschaften beschrieben. Die Entwicklung moderner Verkehrsmittel verlangt aber nun Werkstoffe, die einem anderen Anforderungsprofil entsprechen müssen. Beispielhaft hierfür seien Werkstoffe für die Energieabsorption im Crash-Fall oder Werkstoffe mit Dämpfungseigenschaften genannt. Hier hat sich eine neue Gruppe nicht homogener Werkstoffe, d.h. zellulärer Metalle oder Metallschäume herausgebildet. Eine Untergruppe davon sind syntaktische Metallschäume, die durch Zusammensetzung zweier Komponenten, dem Füll- und dem Matrixmaterial, einen neuen Werkstoff darstellen. Die in einer Schüttung oder zu einem eigenstabilen Kern geformten Füllmaterialien, in

der Hauptsache Hohlkugeln, werden in den entstehenden Zwischenräumen durch eine Metallschmelze infiltriert. Daraus bildet sich eine geschlossenporige Schaumstruktur. Der Vorteil liegt hier in einer innerhalb eines Gussteiles nur partiell ausgebildeten Schaumstruktur mit massiven Partien zur Einleitung von Kräften. Darüber hinaus kann durch unabhängige Variation der einzelnen Parameter wie Matrixlegierung, Geometrie, Dichte und Zellstruktur die Eigenschaften des Endproduktes in einem breiten Spektrum variiert werden.

Angewendet werden können diese Werkstoffe im Bereich der Automobiltechnik für energieabsorbierende Elemente im Vorder- und besonders im Seitenbereich sowie zur Reduzierung der Geräuschemission von Antrieb, Fahrwerk und Struktur. Weiterhin bieten diese Werkstoffe Anwendungsbereiche in der Werkzeugmaschinen-Industrie zur Dämpfung von Eigenschwingungen und zur Aussteifung von Maschinenbauteilen.

In ausgedehnten Versuchsreihen am Gießerei-Institut wurden grundlegende Zusammenhänge zwischen der Art und der Geometrie der Füllstoffe, dem Matrixmaterial und dessen metallurgischer sowie gießtechnischer Behandlung und den daraus resultierenden Eigenschaften ermittelt. Als Füllkörper kamen Mineralschaumgranulate mit Kornfraktionen von 2–8 mm, Eisenhohlkugeln mit 2–3 mm Korndurchmesser sowie Korundhohlkugeln zum Einsatz. Als Matrixmaterial wurden Magnesium-, Aluminium-, Zink- und Eisenlegierungen bis hin zum Stahl untersucht. Die Auswertung bezog sich dann auf die Bestimmung von Eigenschaften im einaxialen Druckversuch, die Ermittlung der Elastizitätsmoduli sowie der Energieaufnahme im Crash-Versuch und besonders auf die akustischen Eigenschaften.

Es konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Granulatfraktion und dem Lastplateau im Druckversuch nachgewiesen werden, wobei das kleinste Durchmesser Verhältnis naturgemäß die besten Eigenschaften erbrachte. Durch eine Wärmebehandlung ist im Vergleich zum Gusszustand weiterhin eine Festigkeitssteigerung erreichbar. Die Veredelung des eutektischen Siliziums in Aluminiumschmelzen bewirkt eine weitere Erhöhung der Druckfestigkeit und beeinflusst insgesamt die Charakteristik der plastischen Verformung. Die Verformungsgeschwindigkeit selbst hat hingegen keinen gravierenden Einfluss auf den Spannungsverlauf.

Der Elastizitätsmodul des Materials wurde durch zweierlei Methoden ermittelt:

- über die Messung des Anstieges nach einem Hysteresezyklus im linearelastischen Bereich der Spannungs-Dehnungs-Kurve im Druckversuch und
- dynamisch durch die Bestimmung der Resonanzfrequenz.

Beide Messungen haben übereinstimmende Werte gebracht und gezeigt, dass auch hier das feinere Granulat zu höheren Werten führt.

Vergleicht man nun die spezifischen Druckfestigkeitswerte, d.h. unter Berücksichtigung des Verhältnisses Spannung zu Dichte, so ergibt sich, wie in Abbildung 14 dargestellt, eine Steigerung der spezifischen Druckfestigkeit von Zinkmatrix mit Mineralschaumkugeln hin zu hohen spezifischen Eigenschaften bei Magnesium mit Eisenhohlkugeln.

Diese Ergebnisse zeigen insgesamt, dass sowohl mit der Variation der Füllmaterialien als auch des Matrixmaterials und seiner metallurgischen Behandlung eine breite Palette von Eigenschaften eingestellt werden kann.

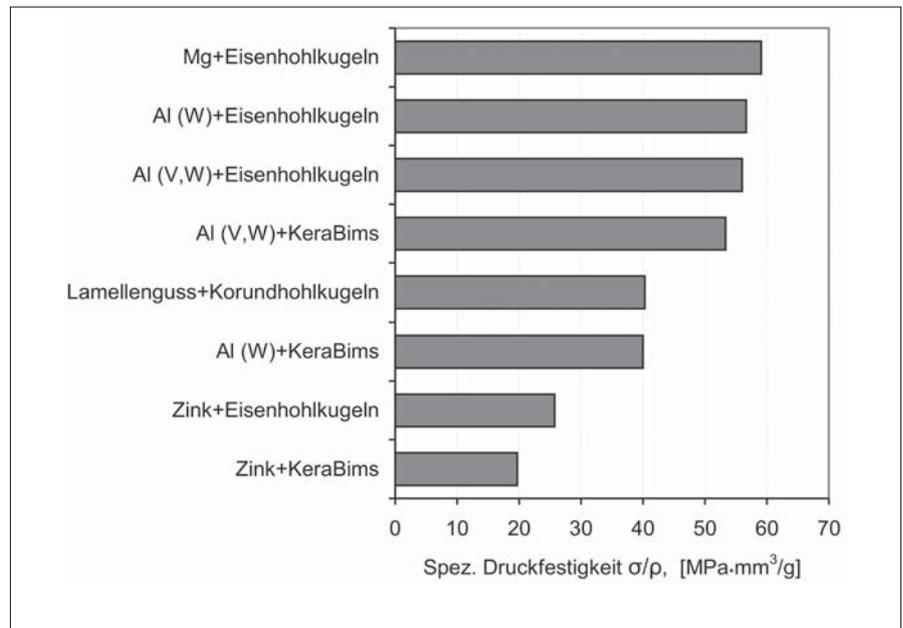


Abb. 14: Vergleich spezifischer Druckfestigkeitswerte der mit unterschiedlichen Matrix- und Füllmaterialien hergestellten syntaktischen Metallschäume

Diese Ergebnisse wurden nun genutzt, um einen Demonstrator herzustellen und hinsichtlich seiner akustischen Eigenschaften zu untersuchen. Für die Unter-

suchungen wurde das in Abbildung 15 dargestellte Bauteil, ein Getriebequerträger aus Aluminiumguss für ein Oberklassefahrzeug, ausgewählt.



Abb. 15: PKW Querträger aus Aluminium im Originalzustand, mit Rippenstruktur

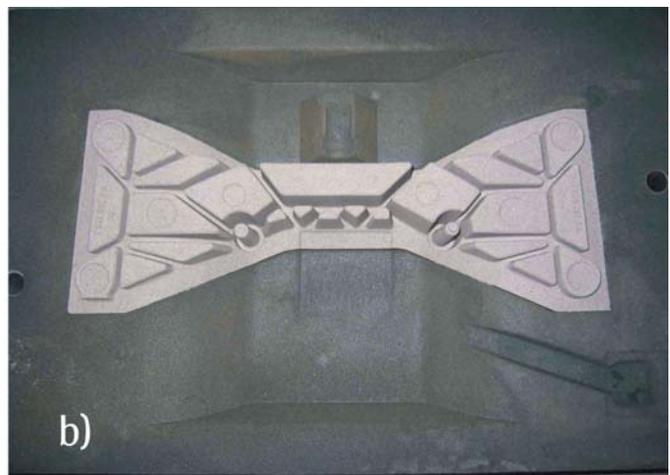
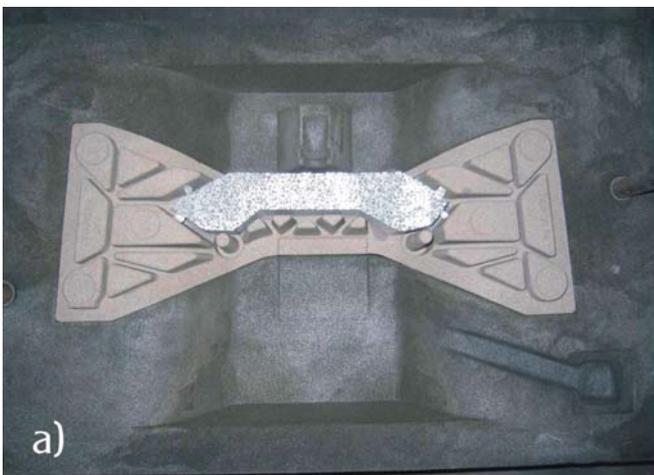


Abb. 16: Gießform mit (a) Metallschaum-Dauerkern und (b) im originalen Zustand

Im Serienzustand wird die erforderliche Steifigkeit durch eine Verrippung gewährleistet, welche auf der zugbelasteten Seite des Gusstückes über die gesamte Länge vorgesehen ist. Für die Versuche wurde diese Verrippung durch einen Metallschaum-Dauerkern ersetzt und als dann geschlossenes Profil gegossen.

Die Lage des Dauerkerns ist in Abbildung 16 verdeutlicht. Ergebnisse einer Untersuchung der Versuchsteile zeigen die Röntgentomographiebilder in Abbildung 17. Als Vergleich dazu wurde noch ein massives Aluminiumgussteil gegossen. Die akustische Untersuchung erfolgte mittels experimenteller Modalanalyse und Charakterisierung der Eigenfrequenzen der Bauteile.

In Bild 18 sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen dargestellt. Die Auswertung erfolgte im Frequenzbereich von 1000–3200 Hz. Die Spitzenwerte im Diagramm kennzeichnen die Eigenfrequenzen der Struktur, bei denen besonders heftige Reaktionen mit hohen Auslenkungen auftreten. Mit jeder dieser Eigenfrequenzen ist eine charakteristische Eigenschwingungsform der Struktur verbunden. Weiterhin charakterisieren die Eigenfrequenzen jeweiliger Schwingungsmoden die dynamische Steifigkeit des Bauteiles. Bei der Untersuchung der Dämpfung, d.h. Verringerung der Amplitude bzw. der Intensität einer Schwingung wurde die Dämpfung der jeweiligen Eigenform bestimmt. Als Ergebnis kam insgesamt mit der Erhöhung der ersten drei Eigenfrequenzen des Gussteiles mit Schaumkern eine Erhöhung der dynamischen Steifigkeit des Bauteiles hinsichtlich Längs-, Torsions- und Biegeschwingung zustande.

Die Veränderungen der Intensität und Form der Eigenfrequenzspitzen zeigen weiterhin, dass das mit Dauerkern hergestellte Gussteil bei verschiedenen Eigenformen verbesserte Dämpfungswerte aufweist. Allerdings konnte die Intensität der Biegeschwingung hier nicht erhöht werden. Diese Arbeiten wurden nicht mit geometrioptimierten Komponenten durchgeführt, so dass mit weiteren Untersuchungen die vorhandenen Potenziale besser genutzt werden können. Insbesondere bieten hier geordnete oder gradiert gestaltete Porenstrukturen noch beträchtliche Optimierungsmöglichkeiten.

Insgesamt beweisen diese Werkstoffgruppen, dass zur Nutzung des Zusammenhangs zwischen Akustik und Leichtbau noch viele Möglichkeiten bestehen. Die Reduzierung bewegter Massen ist

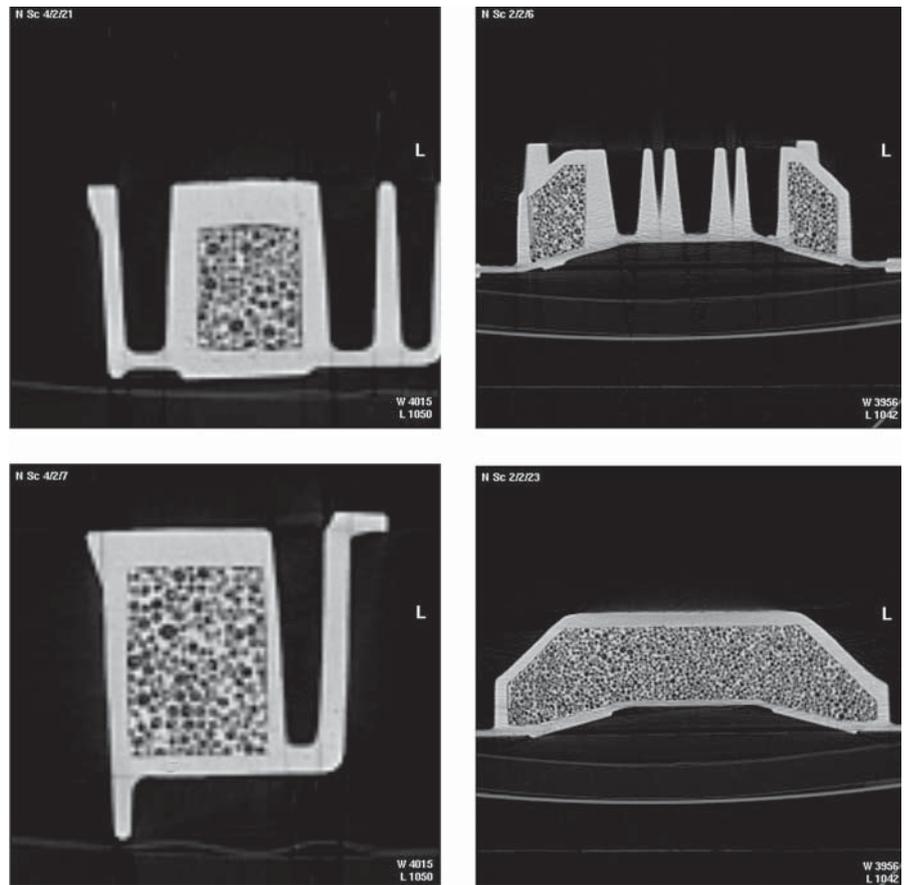


Abb. 17: Röntgentomographische Aufnahmen eines Probekörpers. (Gussteil: AlSi7Mg, Dauerkern: Aluminiummatrix mit KeraBims Granulat 2–4mm)

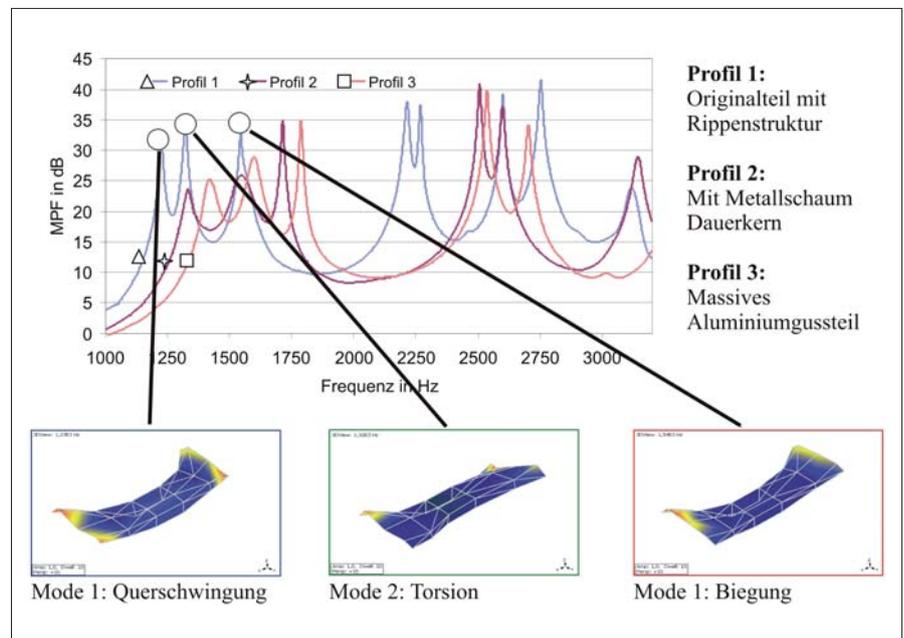


Abb. 18: MPF und ausgewählte Eigenschwingungsformen

eines der wichtigsten Betätigungsfelder in der Entwicklung zukünftiger Verkehrsmittel. Neben immer subtiler werdenden Konstruktionsprinzipien bietet die Werkstoffentwicklung noch eine breite Palette von Möglichkeiten und demzufolge noch ein erhebliches Optimierungspotenzial. Das Gießerei-Institut der TU Bergakademie

Freiberg wird diese Chancen nutzen und auch zukünftig mit der Automobilindustrie und ihren Zulieferern neue Wege zu verbrauchs- und emissionsarmen Kraftfahrzeugen suchen¹⁸.

Literatur zu diesem Beitrag siehe unter:
<http://www.tu-freiberg.de/~vff/>

Aus dem Labor in die ganze Welt

Eine Freiburger Unternehmensgeschichte

belChem 

Die TU Bergakademie Freiberg ist mit ihrer industrienahen Forschung ein idealer Inkubator, wo Gründungsideen unternehmerisch ambitionierter Studenten oder Absolventen entstehen und gefördert werden. Ergänzend dazu bietet das Freiburger Gründerzentrum „GIZEF“ diesen innovativen Ideenträgern den Raum und vor allem auch einen Platz, die Infrastruktur und gute Konditionen, um ihre Geschäftsidee als angehende Unternehmer in der Start-Up-Phase umzusetzen. Wenn es den Jungunternehmern gelingt, ihre Geschäftsidee am Markt gewinnbringend zu etablieren, dann sind solche Technologieunternehmen aufgrund einer nachhaltigen Wertschöpfung durch Produktion mit einem oft hohen Forschungs- und Entwicklungsanteil ein strategischer regionaler Wachstumsfaktor. Oft werden diese Unternehmen zu einer Quelle von erneuten Spin-offs bzw. zu Katalysatoren für die Ansiedelung von Zulieferern und Kooperationspartnern. Das schafft Arbeitsplätze auf allen Qualifikationsebenen mit langfristigen Perspektiven für Menschen, die sich hier in der Region eine solide Existenz aufbauen wollen.

Die belChem fiber materials GmbH ist ein Fasertechnologieunternehmen, das sich mit der Entwicklung und Produktion von textilen hochtemperaturbeständigen Fasern auf Basis von oxidischen Siliciumverbindungen, d. h. hochkondensierten Kieselsäuren, befasst. belChem wurde von Dr. Robin Richter 1996 als Spin-off der TU Bergakademie (dem Institut für Anorganische Chemie der Fakultät für Chemie und Physik) in Form einer Einzelunternehmung gegründet; im Juni 1997 wurde belChem in eine GmbH überführt.

Im Rahmen der Silicium-Arbeitsgruppe unter Leitung von Professor Roewer war Dr. Richter an der Bergakademie eingebunden in die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Herstellung von kontinuierlichen, textilen und hochtemperaturresistenten Siliciumcarbidfasern aus siliciumorganischen Polymeren, die aus industriellen Nebenprodukten der Synthese von Methylchlorsilanen, der sogenannten Müller-Rochow-Synthese, gewonnen wur-

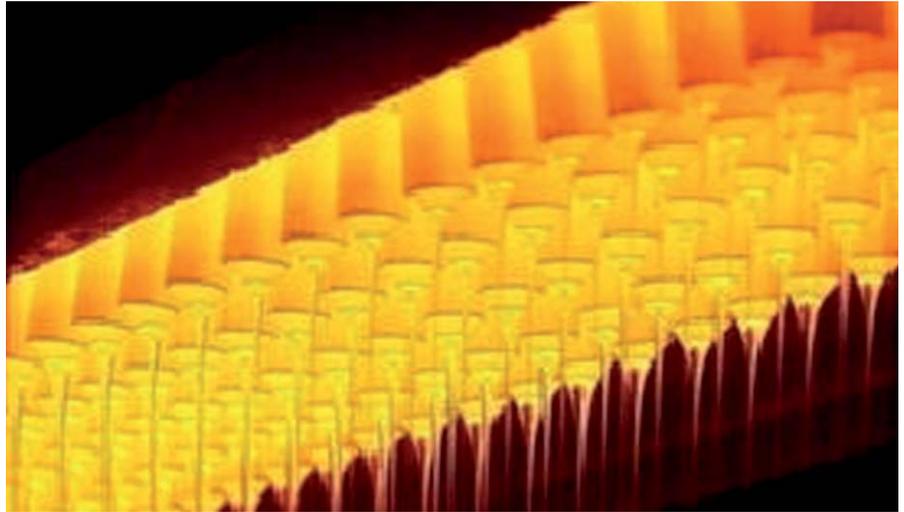


Abb. 1: Silex®-Schmelzspinnprozess

den. Diese angewandte Forschung in Zusammenarbeit mit der Industrie erforderte einen vollständigen Überblick über den Weltmarkt hochtemperaturbeständiger Fasern, deren Produkte und Applikationen.

belChem realisierte mit diesem Wissen im Gründungsjahr 1997 erste Labormuster einer neuen textilen und voluminösen Stapelfaser, die aus einer siliciumdioxidreichen Schmelze kontinuierlich gezogen und danach mittels Ionenaustauschreaktionen in eine amorphe Kieselsäure über-

führt wird. Dieser Prozess – auch Silex®-Prozess genannt, erzeugt einheitliche Faserdurchmesser mit einer geringen Größenverteilung und einer gleichbleibenden Temperaturbeständigkeit von über 1000 °C. Die Silex®-Fasern besitzen eine porenarme Oberfläche sowie sehr gute mechanische Fasercharakteristika. Die textilen Eigenschaften dieses Produktes haben sich in den zurückliegenden Jahren zum Maßstab im globalen Markt für anorganische Fasern entwickelt. Aufgrund ihrer



Abb. 2: Silex®-Stapelfaser

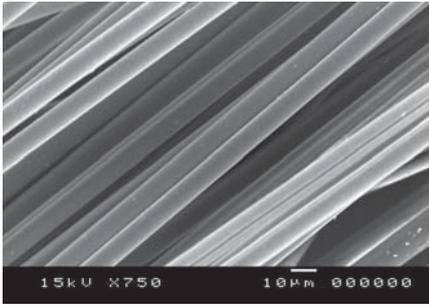


Abb. 3: REM-Aufnahme Silex®-Fasern

Faserdurchmesser von 9 bzw. 7,5 μm sind Silex®-Fasern nicht atembar und gelten somit gemäß internationaler Gesetzgebung zur Gesundheit und Sicherheit als gesundheitlich unbedenklich.

Die Gründung eines solchen Technologieunternehmens ist eine komplexe unternehmerische Herausforderung, die mit einem hohen Risiko behaftet ist. belChem startete mit fünf Mitarbeitern, fast alle kamen von der Bergakademie. Die Herstellung der neuen Faser wurde in einer mehrjährigen Produkt- und Prozessentwicklung aus dem Labor- in einen Technikum- und danach in einen Pilotproduktionsmaßstab skaliert. 1999 standen erste nennenswerte Mengen zu Verfügung, die potenziellen Kunden zum Test überlassen werden konnten.

Typisch für viele Technologieunternehmen ist, dass in den ersten Jahren der Produktentwicklung den Ausgaben nur geringe Einnahmen gegenüber stehen und somit geplante (und – noch schwieriger – auch nicht geplante) Verluste finanziert werden müssen. Eine solide, langfristig angelegte Unternehmensfinanzierung bis zum Erreichen der Gewinnschwelle und darüber hinaus ist deshalb unabdingbar und neben engagierten und begeisterten Mitarbeitern der Erfolgsfaktor.

belChem wurde in den ersten Jahren mit Hilfe der SchmidtBank, der Deutschen Bank, der Mittelständischen Beteiligungsgesellschaft und über einen Business Angel finanziert. Essenzielle Förderungen wurden seitens des BMBF und des Sächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit bereitgestellt. Im Jahre 2001 kam eine Venture Capital Finanzierung dazu, die die weltweite Markteinführung des inzwischen patentierten Produktes sicherstellte. Seit 2003 schreibt belChem stabil Gewinne und erwirtschaftet mit 20 Mitarbeitern Jahresumsätze in Höhe von etwa drei bis fünf Mio. EUR. Die Exportrate des Unternehmens beläuft sich auf etwa 85%.

Aus belChem's Silex®-Fasern werden heute in 26 Ländern auf vier Kontinenten



Abb. 4: Silex®-Langstapelfasern

vielfältige faserverstärkte Verbundwerkstoffe oder technische Textilien hergestellt und genutzt wie z. B. Formteile, Vliesstoffe, Gewebe, Gestricke und Geflechte (Abb. 3). Anwendungsgebiete sind u. a.:

- Schutz unseres Lebensraums:
 - Emissionskontrollanlagen bei Kraft- und Nutzfahrzeugen zur Senkung des CO_2 - und Schadstoffausstoßes
- Nachhaltige Einsparung von Ressourcen, Senkung von Energieverbräuchen:
 - Thermisch-akustische Isolation
 - Hochtemperatur-Dichtungen
- Hitze- und Brandschutz
 - Personenschutz
 - Maschinen und Anlagen
 - Gebäude und Einrichtungen
- Hochtemperatur-Filtration von Gasen und Fluiden
 - Lebenserhaltende Systeme
 - Trennung und Reinigung von Rohstoffen

Die belChem fiber materials GmbH feierte in diesem Jahr ihren 10. Geburtstag. Anlass genug für einen Rückblick, vor allem aber für einen Ausblick.

Im Rückblick betrachtet ist die Überwindung von technischen Risiken durch vorausschauende ingenieurtechnische Planung und Anwendung wissenschaft-

licher Methoden zur Prozessentwicklung gut beherrschbar; hingegen ist die Etablierung von neuen Produkten auf einem konservativen und internationalen Markt mit sehr hohen Unsicherheiten und Anwendungen verbunden, insbesondere für eine kleine (wenn auch effiziente) Organisation wie die von belChem. Das erfordert immer wieder echte Pionierleistungen aller Mitarbeiter, die außerdem eine hohe interkulturelle Kompetenz entwickeln müssen, um gleichermaßen mit amerikanischen, asiatischen, europäischen und afrikanischen Kunden erfolgreich zusammenzuarbeiten. Persönlichkeit, Integrität, Disziplin und Fleiß sind auch in Zeiten der Globalisierung Erfolgsfaktoren, in denen sich Kundenwünsche sowie Wettbewerbsbedingungen ständig und kurzfristig ändern können.

belChem blickt voller Optimismus und Wachstumsaussichten auf die kommenden Jahre der Unternehmensentwicklung. Konsequente Kundenorientierung, verbunden mit innovativen Produktlösungen, sind die Maxime des Unternehmens, die baldigst in einer neuen Produktionsstätte am Standort Freiberg weitergeführt werden soll.

■ Robin Richter

Geophysikalischer Nachweis eines prähistorischen Grabenwerks

Volker Donner, Bernhard Forkmann, Rolf Käppler, Michael Strobel

Seit Anfang der 1990er Jahre werden mit Hilfe der Luftbildarchäologie auch in Sachsen immer wieder spektakuläre prähistorische Siedlungsspuren entdeckt. Es sind u. a. Grabenwerke, die die besondere Aufmerksamkeit der Archäologen erwecken. Denn sie weisen einerseits mit ihrer gleichzeitigen weiträumigen Verbreitung zwischen Pariser Becken und Mitteldeutschland darauf hin, dass es im 4. Jahrtausend v. u. Z. bereits eine weitreichende Kommunikation gegeben haben muss. Andererseits existiert bis heute noch kein geschlossenes Bild ihrer funktionellen Bedeutung in der jungsteinzeitlichen Gesellschaft, so dass diese monumentalen Anlagen noch viel Raum für schlüssige Erklärungskonzepte bieten. Auf Grund der akuten Gefahr, dass diese Bodendenkmäler durch natürliche, aber vor allem anthropogene Erosion zunehmend verloren gehen, besteht ein besonderes Interesse seitens der Archäologen, die Reste dieser jungsteinzeitlichen Denkmälergruppe eingehend zu untersuchen und – soweit möglich – unter Schutz zu stellen.

Als besonders lohnendes Untersuchungsobjekt erwies sich das bereits im

Mai 1993 bei einem archäologischen Bildflug entdeckte Grabenwerk bei Riesa (Abb. 1). Die ovale Anlage besitzt in ihrer Längsachse eine Ausdehnung von ca. 280 m und besteht aus drei bzw. vier konzentrischen Gräben, die von drei erhaltenen Zugängen unterbrochen werden. Für ein Bodendenkmal dieser Größe wird nach einem zweckmäßigen Grabungsfeld gesucht, da es unmöglich ist, die gesamte Anlage zu ergraben. Hier hat sich international der Einsatz hochauflösender geophysikalischer Messverfahren bewährt, die mit geringem Zeit- und Kostenaufwand eine flächenhafte Abbildung der Untergrundstruktur liefern und damit die Auswahl für eine aussichtsreiche Grabung erleichtern.

Wie erste Testmessungen im März 2004 mittels Georadar ergaben, sind die heute nur unter bestimmten Bedingungen und visuell nur im Luftbild erkennbaren Grabenartefakte noch in einem guten Erhaltungszustand. Im Radargramm tritt ihre Signatur anhand eines charakteristischen Reflexionsmusters klar hervor (Abb. 2). Der Abstand der Gräben untereinander beträgt 10 m, die Grabentiefe nimmt vom inneren

zum äußeren Graben von 2 m auf 1 m ab, die Grabenbreite beträgt zwischen 2–4 m. Einzelheiten der Grabenfüllung werden im Radargramm nicht deutlich aufgelöst. Während Radargramme so schnell die Querschnittsdimensionen der Gräben ins Bild rücken, dient eine geomagnetische Kartierung der schnellen flächenhaften Abbildung der Grabenanlage (Abb. 3). Der Verlauf der Gräben ist im Detail erkennbar. Besonderheiten der geomagnetischen Signatur treten im Zugangsbereich (A) bzw. im Bereich des äußeren Grabens (B) auf. Im ersten Fall, der lokalen geomagnetischen Anomalie zwischen zwei Grabenköpfen, entsteht sofort die Frage nach deren spezifischer Ursache. Im zweiten Fall wurde durch eine punktuelle Grabung die Vermutung schnell bestätigt, dass es sich um eine rezente lokale Deponie (Hausmüll) handelte. Im Zugangsbereich der Testfläche wurde ein drittes hochauflösendes Verfahren herangezogen, das anhand des geoelektrischen Widerstands ein charakteristisches Abbild der Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten liefert (Abb. 4). Die blaufarbige niederohmige Signatur im Bereich der Gräben verweist im Vergleich zur gelb-braunen hochohmigen Signatur ihrer Nachbarschaft auf einen deutlichen Widerstandscontrast, der ursächlich mit einer gegenüber ihrer Umgebung stärkeren Durchfeuchtung der Grabenfüllung verbunden ist. Im Bereich der obengenannten lokalen geomagnetischen Anomalie (A) fällt im geoelektrischen Bild ebenfalls eine lokale (niederohmige) Anomalie auf. Die breite diagonal verlaufende blaufarbige (niederohmige) Zone unterhalb des Zugangsbereichs korrespondiert mit einer entsprechenden graufarbenen Zone im Luftbild (s. Abb. 1). Ihre Ursache lässt sich auf ein altes Flussbett der benachbarten Jahna zurückführen.

Den Geophysiker interessiert am meisten die Frage nach den petrophysikalischen Ursachen der geophysikalischen Indikationen. Im Falle des Georadars und der Geoelektrik ist offenbar nur ein geringfügiger Unterschied in der Bodenfeuchte für die eindrucksvollen Messbilder verantwortlich. Und auch das Luftbild ist damit

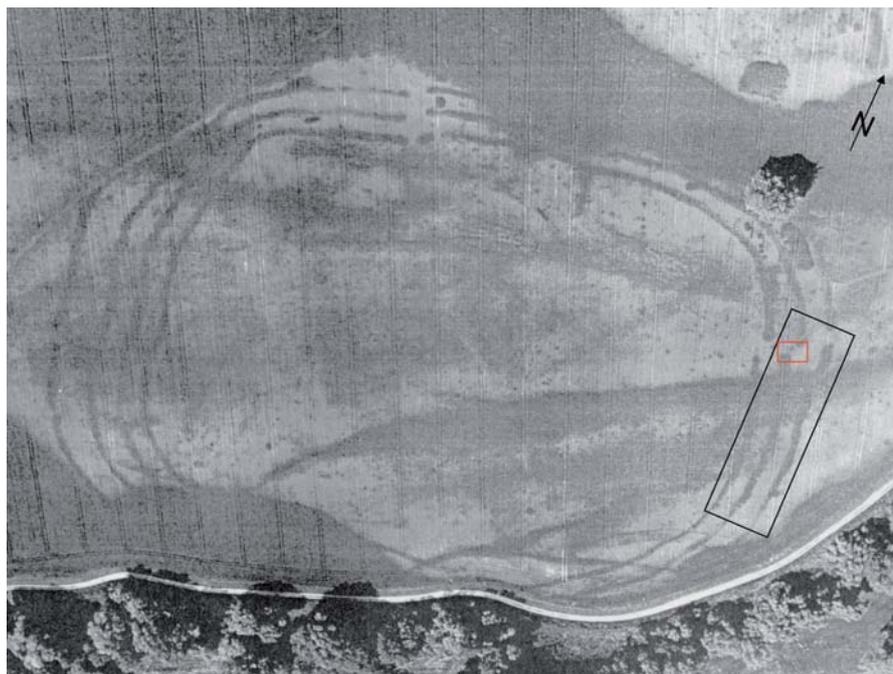


Abb. 1: Luftbild des Grabenwerkes bei Riesa (geomagnetische Messfläche und Grabungsfeld im Bereich des östlichen Zuganges schwarz bzw. rot markiert)

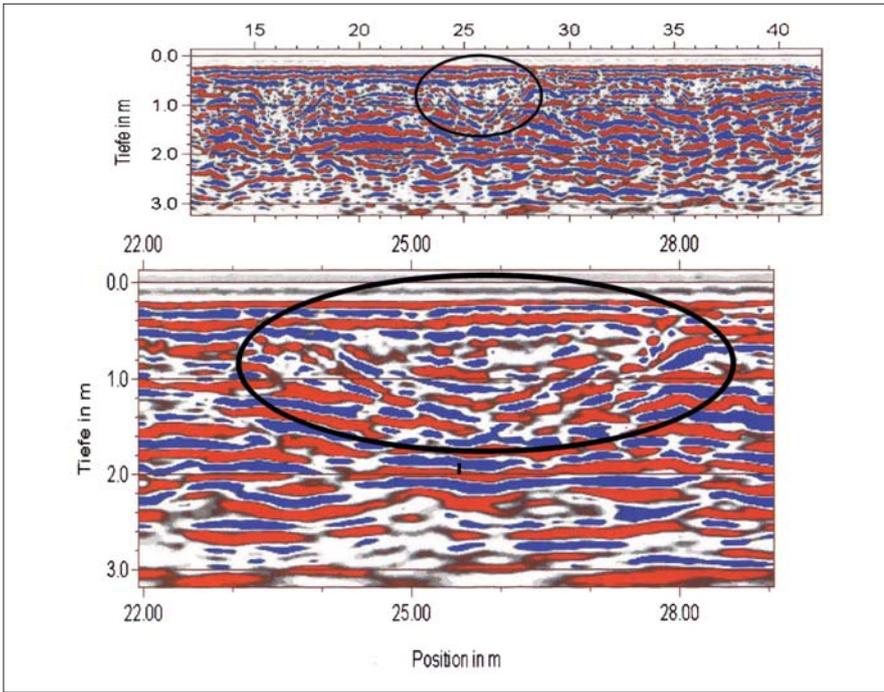


Abb. 2: Radargramm im Querschnitt der drei östlichen Grabenrelikte (mittlerer Graben unten vergrößert)

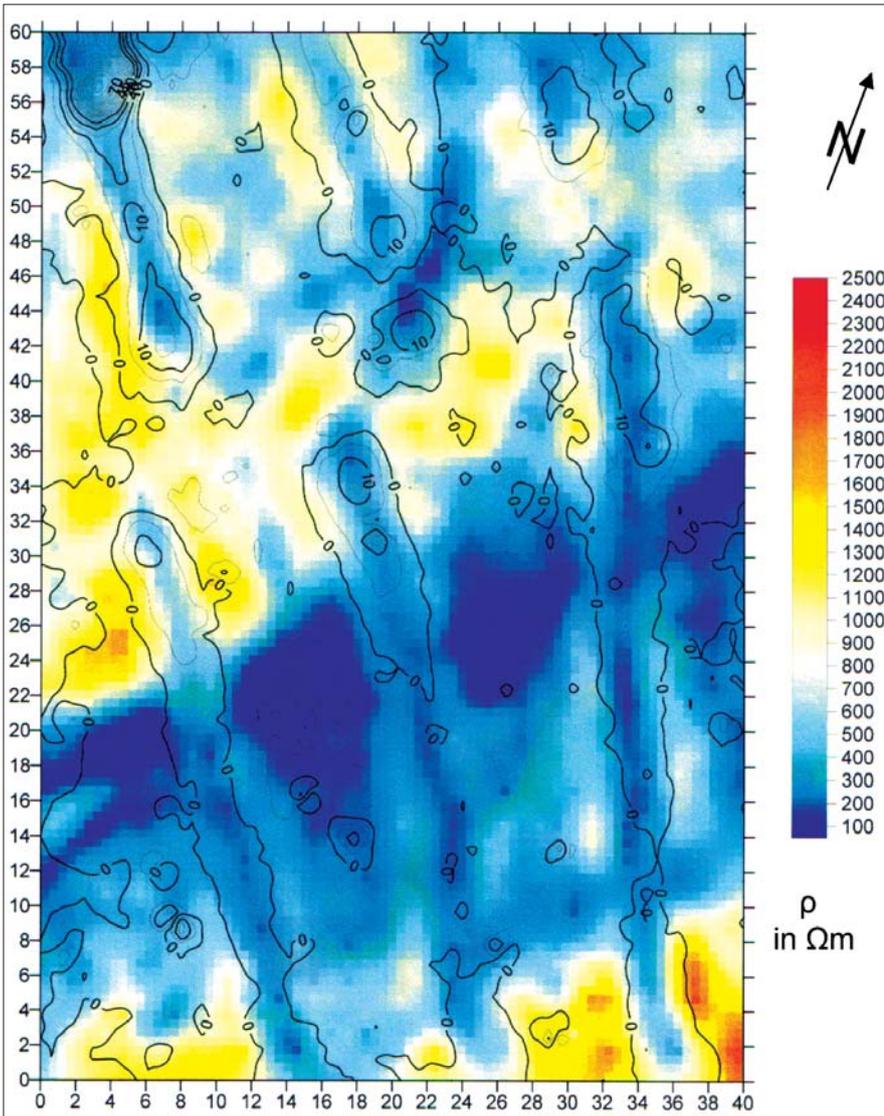


Abb. 4: Flächenhaftes Ergebnis der geoelektrischen Spezialvermessung im Bereich des östlichen Zuganges der Anlage (kombiniert mit dem geomagnetische Vertikalgradienten in Form von Isolinien)

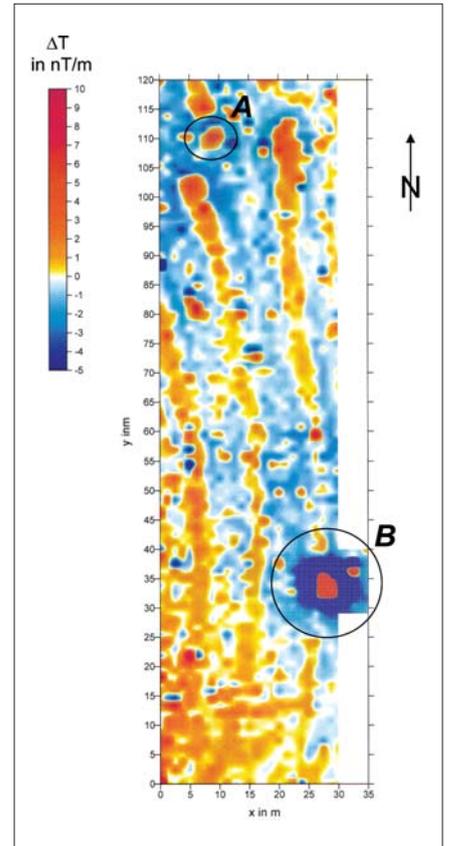


Abb. 3: Flächenhaftes Ergebnis der geomagnetischen Vermessung des Vertikalgradienten ΔT (hervorgehoben Spezialanomalie A und B)

zu erklären, nimmt doch das Reflexionsvermögen des Bodens mit zunehmendem Wassergehalt ab, was zur dunkleren Signatur der Gräben gegenüber ihrer Umgebung führt. Diese Situation ist offenbar in einer frühen Vegetationsperiode, in der im Bereich der Gräben die Frühjahrsniederschläge noch besser gespeichert werden, am stärksten ausgeprägt. Das wiederum lässt sich zwanglos durch eine höhere Porosität der Sedimente der Grabenfüllung erklären. Um eine Vorstellung von der Größe des Bodenfeuchteunterschiedes zu bekommen, wurden Spezialmessungen mittels Georadar durchgeführt. Über den Vergleich der Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Radarwellen innerhalb des Grabenbereichs und außerhalb desselben kann mit einer empirischen Beziehung zwischen der Geschwindigkeit der Bodenwelle, der Dielektrizitätszahl (ϵ) und der Wassersättigung (S_w) eine Abschätzung des Feuchtigkeitskontrastes erfolgen (Abb. 5). Das Ergebnis dieser Spezialmessungen lieferte einen Bodenfeuchteunterschied von nur 5%. Schwieriger ist die Frage nach dem petrophysikalischen Modell der geomagnetischen Indikationen zu beantworten. Der gemessene Vertikalgradient der magnetischen Flussdich-

te liegt im Grabenbereich mit 2–5 nT/m nur wenig über dem Pegel in der Umgebung der Gräben. Über den Grabenköpfen wird jedoch teilweise ein 2–3facher Wert gemessen. Die magnetische Wirkung von Böden und Gesteinen ist wesentlich vom Gehalt an ferromagnetischen Mineralen, vor allem des Magnetits abhängig. Für seine Anreicherung in den durch natürliche Sedimentationsvorgänge verschütteten Gräben sind vermutlich magnetotaktische Bakterien verantwortlich. Für die teils deutlich erhöhten Messwerte im Bereich der Grabenköpfe lieferte erst die im Juli 2005 angesetzte archäologische Grabung einen Hinweis. Im Bereich der Grabensohle wurden Gerölle gefunden (Abb. 6), die sich teilweise durch hohe Werte der magnetischen Suszeptibilität auszeichnen. Wie eine Modellrechnung unter Berücksichtigung von Suszeptibilität, Volumen und Tiefenlage der angetroffenen Gerölle ergab, lassen sich die erhöhten Messwerte damit zwanglos erklären.

Insgesamt lieferten die geophysikalischen Messergebnisse eine gute Diskussionsgrundlage, die schließlich zur Auswahl eines Grabungsfeldes von 9 × 14 m im östlichen Zugangsbereich der Anlage unter Einbeziehung der geomagnetischen Anomalie (A) und des mittleren südlichen Grabenkopfes führte (s. Abb. 1). Die vom sächsischen Landesamt für Archäologie im Sommer 2005 ausgeführte Grabung lieferte eine klare petrographische Bestätigung für die feinkörnige (dunkelfarbige) Matrix der Grabenfüllung im Gegensatz zur grobkörnigen (hellfarbigen) Nachbarschaft (s. Abb. 6) und damit einen schlüssigen Nachweis des obengenannten Porositäts- und Feuchtigkeitskontrastes. Weiterhin erbrachte sie auch einen wertvollen archäologischen Fund in Form zweier Tongefäßfragmente von sogenannten Kragenflaschen, die bisher in Sachsen nur selten gefunden wurden und die eine Datierung des Grabenwerkes in die Trichterbecherkultur, also das 4. Jahrtausend v. u. Z., erlaubten. Diese beiden Funde befanden sich in dem angeschnittenen mittleren südlichen Grabenkopf bzw. genau im Bereich der mit (A) bezeichneten lokalen geomagnetischen Anomalie, der sich in seiner petrographischen Signatur nicht von den Sedimenten des Grabenkopfes unterscheidet und entsprechend der isolierten Lage dieser Anomalie als eine Art Grube im Zugangsbereich angesehen werden kann. So führte die Neugier der Geophysiker hinsichtlich der erhöhten magnetischen Messwerte im Bereich der Graben-

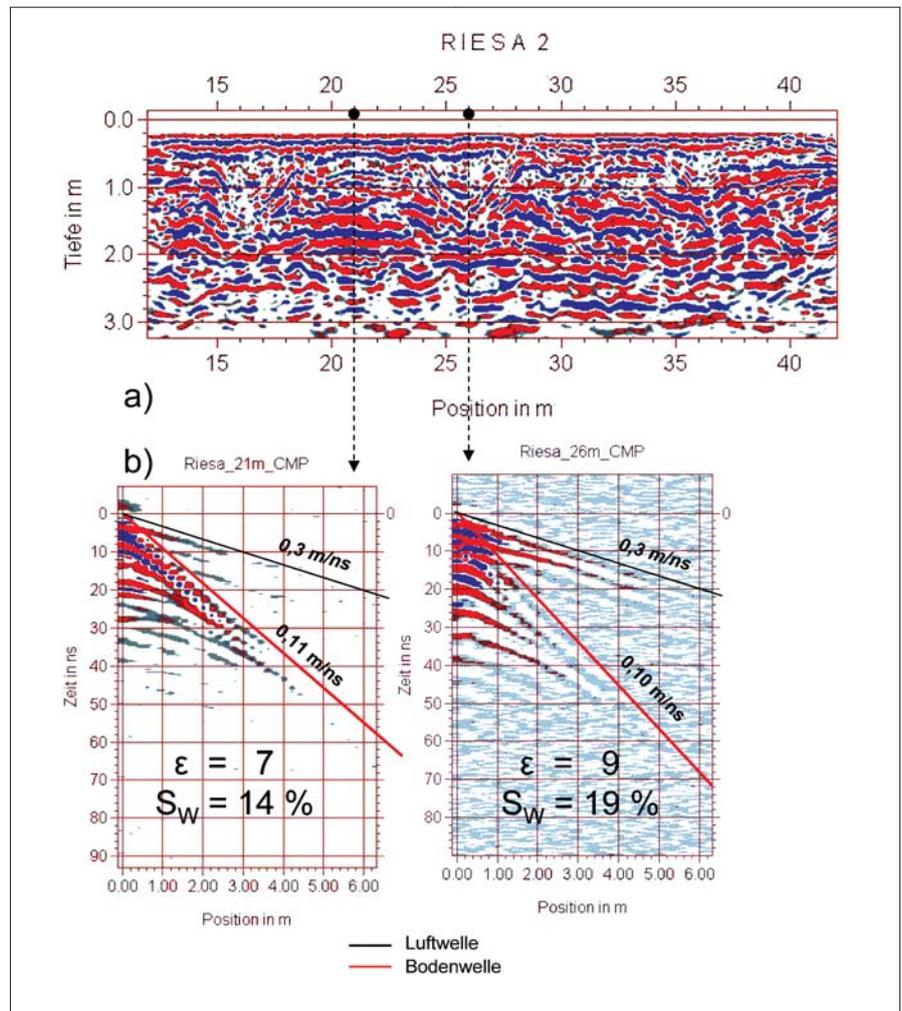


Abb. 5: Spezialmessung mittels Georadar zur Ermittlung der Geschwindigkeit der Bodenwelle (b) innerhalb bzw. außerhalb des mittleren Grabens (a)



Abb. 6: Grabungsschnitt durch den mittleren südlichen Grabenkopf des östlichen Zugangsbereiches der Anlage

köpfe und der spezifischen Ursache der lokalen geomagnetischen Anomalie (A) im östlichen Zugangsbereich auf die geophysikalisch nicht direkt prognostizierbaren archäologischen (Zufalls)-Funde. Das Interesse des sächsischen Landesamtes für Archäologie an einer systematischen

Zusammenarbeit mit dem Institut für Geophysik der TU Bergakademie Freiberg ist in den letzten Jahren stark gewachsen. Das zeigt sich an der Zahl ähnlicher gemeinsamer Untersuchungen in den archäologischen Objekten Seydewitz, Kyhna, Zschaitz, Biehla und Seußblitz.

Neues aus dem ewigen Eis

Fortsetzungsbericht zur 9. Antarktisexpedition der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Der Start zur GANOVEX IX, zur „9th German Antarctic North Victoria Land Expedition“ Oktober 2005/Februar 2006, liegt nun fast zwei Jahre zurück (siehe Zeitschrift für Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, 2006, S. 37–40). Und je größer der zeitliche Abstand wird, umso unwirklicher erscheinen die Arbeitsbedingungen und die Erlebnisse dort im Eis. Ganz präsent ist stattdessen das gerade zu Ende gegangene zweiwöchige Grabungspraktikum mit Studenten in einem fossilen Seehorizont im Rotliegend des Thüringer Waldes Ende August/Anfang September diesen Jahres. Der Nieselregen in der zweiten Woche machte das Arbeiten im bis drei Meter tiefen Schurf nahe zum Rennsteig bei Tambach-Dietzharz schon schwer und die Nächte mit Temperaturen um die Null Grad auf dem Zeltplatz Georgenthal waren auch nicht gerade angenehm. Da kamen die Erinnerungen wieder auf – drei Monate im Zelt in der Antarktis, zeitweilig in einem Feldcamp bei 2.500 m Höhe, durch Schnee und Eis Schürfe in den steinhart gefrorenen Boden gehackt und um Schutz vor scharfen, bitterkalten Winden zu finden, manchmal im Liegen die Gesteinsplatten auf der Suche nach Fossilien aufgespalten. Kaum vorstellbar, dass dort, nahe zum Südpol, einmal Wälder mit bis zu 30 m hohen Bäumen wuchsen, Farne ihre Wedel in lauen Winden wiegten. Das war allerdings auch vor 195 bis 200 Millionen Jahren, als unsere Erde eine sehr ungewöhnlich warme Klimaphase durchlief – das sogenannte mesozoische „super hothouse“. In dieser Zeitspanne begannen Prozesse, die unser heutiges Erdbild formten – das Auseinanderbrechen des Superkontinentes Pangea und die Drift der dabei entstandenen neuen Kontinente in ihre heutige Position. Der Beginn dieses Auseinanderbrechens, verbunden mit der Eruption gewaltiger Lavamassen über mehrere tausende Quadratkilometer und die Situation kurz zuvor sind in den Gesteinen des Transantarktischen Gebirges dokumentiert.

Forschungsziel unseres (Universität Jena, Universität Münster, TU Freiberg) sich über drei Jahre erstreckenden DFG-Projektes ist es, Antworten auf die Fragen zu finden, wie sich ein derartiges globales, für

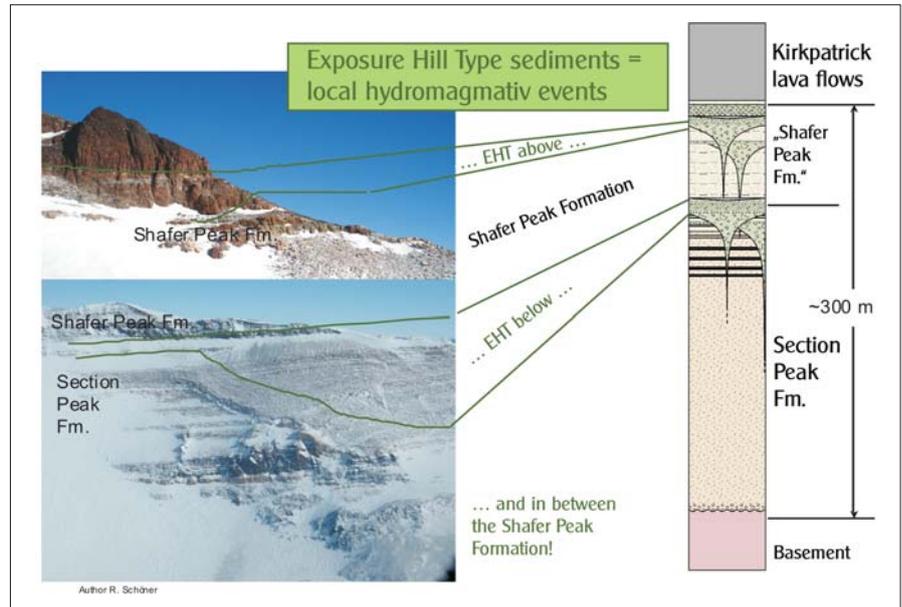


Abb. 1: Schematisches Profil der Abfolge von Sedimenten und vulkanischen Gesteinen in North Victoria Land. Das untere Foto zeigt die Situation am Mt. Adams – den Rand eines vulkanischen Explosionskraters, das obere Bild vulkanische Auswurfmassen und Lavaströme (braun), darunter umgelagerte feine Aschentuffe.

kontinentweite Regionen katastrophales Ereignis ankündigt, welche Prozesse in Erdmantel und Erdkruste die Ursache dafür sein könnten und welche Folgen dies für die zuvor existierende Umwelt im damaligen Antarctica hatte. Über die Expedition und die Geländearbeiten in North Victoria Land wurde in der vorhergehenden Ausgabe berichtet.

Inzwischen liegen erste Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Vulkanologie und Sedimentologie der Team-Mitglieder Prof. L. Viereck-Götte und Dr. R. Schöner, Universität Jena, zur Paläobotanik von Dipl. geol. B. Bomfleur, Universität Münster, und zur Paläozoologie von J. W. Schneider, TU Freiberg, vor. Wichtigstes gemeinsames Ergebnis ist ein komplett neues Bild der Stratigraphie, der Abfolge der Gesteine und damit der Reihenfolge der Prozesse (Abb. 1). Bisher war man der Meinung, dass im gesamten Transantarktischen Gebirge den gewaltigen, bis 1 km dicken Kirkpatrick-Lavaströmen ein explosiver Vulkanismus mit dem Auswurf von Gesteinsblöcken, Lavafetzen und Aschen vorausgegangen ist. Wir können zeigen, dass dies nicht auf einen relativ kurzen Zeitraum beschränkt war, sondern dass derartige vulkanische Schuttmassen in verschiedenen Positionen im Profil auftreten. Wir nennen diese wiederholten Eruptionen deshalb nach ei-

ner charakteristischen Lokalität Exposure Hill Events bzw. - Ereignisse. Diese Ereignisse unterbrechen mehrfach die Ablagerung der von uns in North Victoria Land entdeckten und definierten Shafer Peak Formation. Typusprofil ist eine 50 m mächtige Sequenz in 3.200 m Höhe am namengebenden Berg in der Deep Freeze Range (Abb. 2).



Abb. 2: Die Basis der Shafer Peak Formation am namengebenden Shafer Peak in der Deep Freeze Range bei ca. 3200 m Höhe.



Abb. 3a: Für Fluß-Sedimente typische Rippelschichtung in den umgelagerten Vulkanaschen der Shafer Peak Formation.

Mit Gesteinsdünnschliffen und geochemischen Analysen wurde in Jena herausgefunden, dass es sich bei den Ablagerungen der Shafer Peak Formation um durch Flüsse umgelagerte feinste Partikel vulkanischen Glases handelt (Abb. 3). Die Partikel-Größe lässt darauf schließen, dass diese sehr starken Asche-Eruptionen hunderte Kilometer fern von North Victoria Land waren. Auf diese umgelagerten Aschen folgten erste Lavaströme, die, in feuchtes Sediment eindringend, zu Kissenlaven erstarrten (Abb. 4). Erst danach beginnt der Ausstrom der gewaltigen Lavamassen der Kirkpatrick Basalte entlang von tieferreichenden, durch das Auseinander-

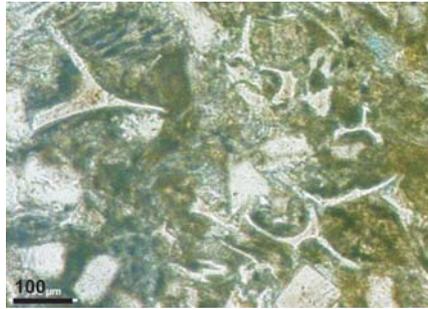


Abb. 3b: Gesteinsdünnschliff aus der Shafer Peak Formation. Deutlich sind die Fragmente einer aufgeschäumten Lava zu erkennen. Die geringe Größe der Blasenfragmente weist auf eine hunderte Kilometer entfernte Eruption hin.

derbrechen des Superkontinents generierten Spalten in der Erdkruste.

Bis zum Beginn unserer Expedition waren in North Victoria Land lediglich vier Fossilfundpunkte bekannt, am Ende unserer Expedition waren es mehr als 15 über die gesamte Sedimentfolge verteilte Lokalitäten. Allein das war ein toller Erfolg. Inzwischen haben die zahlreichen Pflanzenfunde während unserer Expedition für Benjamin Bomfleur ein eigenes Promotionsforschungsprojekt ermöglicht. Ungewöhnlich für die durch die Lavamassen aufgeheizten Sedimente des Mesozoikums der Antarktis ist die ausgezeichnete Erhaltung der Pflanzenfunde. Mit spe-

ziellen Methoden der Säure-Mazeration ist es Benjamin gelungen, die Pflanzensubstanz selbst in großen Fragmenten vom Gestein zu lösen. Diese sogenannten Cuticulen bieten nicht nur spannende Informationen zum Aufbau der Pflanzen, sondern auch zu ihrer Lebensweise, zur Umwelt ihrer Wuchsorte, zur Klimasituation. Sehr häufig sind verschiedene Arten des Samen-Farnes *Dicroidium*, von denen Benjamin prächtige Exemplare in einem Schurf in der Section Peak Formation am Timber Peak bergen konnte (Abb. 5a, b). Diese Pflanze ist eine Leitform für die Trias des Südkontinentes Gondwana. Ebenfalls am Timber Peak gelang der Fund von winzigen Käfer-Flügeldecken (Abb. 6a). Später haben wir sie auch zwischen Pflanzenfragmenten in den feinen Aschen der Shafer Peak Formation am Mt. Carson entdeckt. Sie könnten Auskunft über paläobiogeographische Beziehungen zwischen den ehemals außer Antarktika zum Südkontinent Gondwana gehörenden Kontinenten, wie Süd-Afrika und Süd-Amerika geben. Sehr zahlreich sind Funde von etwa 5 mm großen Schalenkrebse, den Conchostraken (Abb. 6b). Von diesen erhoffen wir uns Informationen zum Alter der Sedimente. Weder im Gelände noch unter den hunderten Kilogramm Proben-



Abb. 4: Der Vulkanologe Prof. Viereck-Götte untersucht am Mt. Carson die metergroßen Aggregate (rotbraun) einer sogenannten Kissenlava.



Bild 5a: Wedelfragment eines Dicroidium-Farnsamers; die dunkle Pflanzensubstanz (Cuticula) beginnt sich vom Abdruck zu lösen.



Bild 6a: Fossile Käferflügeldecke vom Timber Peak; Maßstab 1 mm.

Bild 5b (links): Fossile Pflanzen-Cuticula unter dem Mikroskop; deutlich sind die von Schließzellen umgebenen Öffnungen im fossilen Blatt zu erkennen, deren Anordnung und Ausbildung Auskunft z.B. über die Luftfeuchtigkeit und damit über das Klima gibt.



Bild 6b: fossiler Conchostrake; Maßstab 1 mm; derartige Schalenkrebse kommen oft massenhaft in den mesozoischen Seesedimenten der Antarktis vor.

material haben wir aber bisher Reste von Wirbeltieren gefunden, nicht eine winzige Fischschuppe, schon gar nicht etwas von den aus South Victoria Land bekannten Sauriern. Warum diese in North Victoria Land so völlig zu fehlen scheinen, wissen wir noch nicht. Vielleicht liegt es an der noch wenig erforschten Vorgeschichte dieser Region, die in den Perm-Sedimenten aufgeschrieben ist. Diese könnten Ziel einer nächsten Expedition in drei Jahren sein, die die Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe, Hannover, angekündigt hat.

Erste Projektentwürfe unseres Teams von GANOVEX IX sind dazu eingereicht. Eventuell kann ein Freiburger Student mit in das ewige Eis kommen – er bereitet sich mit der Untersuchung der Proben von GANOVEX IX in seiner Diplomarbeit bereits darauf vor.

■ Jörg Schneider

Materialien für die Halbleitertechnologie

Ein neues Forschungsgebiet an der TU Bergakademie Freiberg

Einleitung

In jedem technischen System übernehmen heute Halbleiterbauelemente eine tragende Rolle. Die globale wirtschaftliche Entwicklung wird deshalb entscheidend von der Einführung neuer, auf Halbleiterbauelementen beruhender, Produkte bestimmt. Wichtige Beispiele dafür sind der PC, das Handy, die digitale Fotografie, die Medizintechnik aber auch moderne Automobile, die eine Vielzahl von Halbleiterbauelementen enthalten. Innerhalb Deutschlands konnte sich Sachsen im vergangenen Jahrzehnt als der maßgebliche Industriestandort für Halbleiterbau-

elemente etablieren. In Anlehnung an das kalifornische Silicon Valley wurde deshalb der Begriff „Silicon Saxony“ geprägt. Sachsen hat somit auch einen sehr hohen Bedarf an Fachkräften, die neben entsprechenden mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenkenntnissen spezifisches Wissen aus diesem Bereich mitbringen. Freiberg befindet sich im Zentrum dieser Hochtechnologieregion und hat mit „Solar World“, „Siltronic“ und „Freiberger Compound Materials“ drei ortsansässige Unternehmen, die diese Branche repräsentieren. Unter diesen Randbedingungen ist es für die Technische Univer-

sität Bergakademie Freiberg naheliegend, den Schwerpunkt Halbleitertechnologie in Forschung und Lehre deutlich auszubauen.

Schwerpunkt Halbleitermaterialien und Reinraumlabor

Seit vielen Jahren ist die TU Freiberg bereits auf den Gebieten Kristallzüchtung, Photovoltaik und Halbleiterspektroskopie tätig. Zusätzlich gab und gibt es eine Vielzahl von Forschungsaktivitäten aus anderen Bereichen (z. B. Chemie, Maschinenbau), die ebenfalls Anwendung in der Halbleitertechnologie finden. Über diese bestehenden Aktivitäten hinaus wird nun ein neuer Schwerpunkt „Halbleitermaterialien“ aufgebaut, in dem alle für die Herstellung von Halbleiterbauelementen nötigen Materialien und ihre Grenzflächen im Zentrum des Interesses stehen. Diese spezielle

Ausrichtung hat zwei Hintergründe. Zum einen hängt die weitere Entwicklung der Halbleitertechnologie entscheidend von der Fähigkeit ab, neue Materialien schnell und zielgerichtet in den Halbleiterprozess einzuführen. Die Materialentwicklung ist somit ein Schlüsselthema für die weitere Entwicklung der Halbleitertechnologie. Zum anderen folgt dieser Ansatz aus der bereits erfolgten Profilierung der TU Bergakademie Freiberg, in der das Thema Material eine von vier Profillinien ausmacht. Dadurch kann die Synergie zu anderen Bereichen der Bergakademie optimal genutzt werden. Um den neuen Schwerpunkt zu definieren, wurden zwei neue Professuren geschaffen bzw. neu ausgerichtet, die beide im letzten Quartal 2006 ihre Arbeit aufnahmen. Dies sind die Professur für Halbleitermaterialien am Institut für Angewandte Physik (Prof. Dr. L. Frey) der Fakultät für Chemie und Physik (Fakultät 2) und die Professur für Elektronik- und Sensormaterialien (Prof. Dr. T. Mikolajick) an der Fakultät für Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie (Fakultät 5). An der Fakultät 2 ist die Halbleitertechnologie als Vertiefungsrichtung „Naturwissenschaftliche Grundlagen der Stoffe der Mikroelektronik“ fest in der Ausbildung „Angewandte Naturwissenschaft“ verankert. An der Fakultät 5 wird der Diplomstudiengang „Elektronik- und Sensormaterialien“ bereits seit 1999 angeboten. Mit der Besetzung der gleichnamigen Professur und der Gründung des gleichnamigen Institutes am 1. März 2007 wurde das Thema nun in Forschung und Lehre fest in der Struktur der Fakultät 5 verankert. Entscheidend für die erfolgreiche Arbeit der beiden neu geschaffenen Professuren ist der Bau des Reinraumlabor im Gellertbau. Durch den Reinraum wird die Möglichkeit geschaffen einfache Testbauelemente bzw. Teststrukturen herzustellen und damit neben den Materialeigenschaften an sich auch die Grenzflächen und die Rückwirkungen unterschiedlicher Materialien bzw. Prozesse aufeinander zu untersuchen. Im Reinraum werden alle dafür nötigen Prozessschritte etabliert werden. Zur Strukturübertragung wird es eine Kontaktlithographie geben, die die Erzeugung von Strukturen mit Strukturbreiten bis herab zu ca. $2\mu\text{m}$ ermöglicht. In der Nasschemie erfolgt neben der Reinigung der Substrate auch die nasschemische Ätzung. Eine Trockenätzung ist für den weiteren Ausbau vorgesehen. Den Schwerpunkt der Ausstattung bilden unterschiedliche Methoden zur Schicht-



Abb. 1: Moderne Technik in traditionsreichem Gewand: Blick auf das künftige Reinraumlabor der TU Bergakademie Freiberg im Gellertbau

herstellung. Ein Ofensystem wird neben der Temperung die thermische Oxidation sowie die Abscheidung von Silicium und Siliciumnitrid erlauben. Durch zusätzliche Gase können künftig aber auch andere Abscheidungen aus der Gasphase in diesen Anlagen durchgeführt bzw. untersucht werden. Eine Aufdampfanlage mit drei Verdampferquellen (thermischem Verdampfer, Elektronenstrahlverdampfer und einer speziell geregelten Quelle für organische Materialien) erlaubt neben der routinemässigen Herstellung von Metallisierungsschichten auch die sehr flexible Herstellung unterschiedlicher Materialien, um neue Effekte grundlegend zu studieren. In einer Mehrkammer-Sputteranlage, die sowohl mit Gleichspannungs- als auch mit Hochfrequenzquellen ausgestattet sein wird, können dann die erfolgversprechenden Materialien in Richtung auf die Anwendung in einem Standard-Halbleiterprozess weiterentwickelt werden. Moderne Bauelemente verwenden Schichten, die nur noch wenige Atomlagen dick sind. Mit einer Anlage zur Atomlagenabscheidung (engl. atomic layer deposition = ALD) wird es möglich sein, Schichten mit atomarer Kontrolle herzustellen. Deshalb ist für die Zukunft auch die intensive Nutzung dieser Technik geplant.

Die Fertigstellung des Reinraumlabor wird für das erste Quartal 2008 erwartet. Ein Teil der Geräte wurde bereits beschafft und außerhalb des Reinraums installiert, so dass eine zügige Bereitstellung der Anlagen und Prozesse im Reinraum zu erwarten ist. Erste Forschungsarbeiten könnten somit in der zweiten Jahreshälfte

2008 beginnen und ein erstes Praktikum für Studenten ist für das Sommersemester 2009 vorgesehen. Neben der technischen Bereitstellung der Reinraum-Infrastruktur samt Geräten stellt die zügige Einarbeitung des wissenschaftlichen und technischen Personals in das neue Fachgebiet eine Kernaufgabe dar, die in den nächsten ein bis zwei Jahren eine hohe Priorität haben wird.

Forschungsgebiete

Das Institut für Angewandte Physik wird sich dabei vor allem mit den ultradünnen Schichten sowie deren Grenzflächen beschäftigen, wie sie z. B. für moderne MOS (Metall-Oxid-Silicium)-Transistoren benötigt werden. Dieser MOS-Transistor ist das Arbeitspferd einer Integrierten Schaltung MOS. Dafür wird ein hochwertiges Dielektrikum benötigt, um den Kanal über eine isolierte Elektrode ansteuern zu können. Damit ein MOS-Transistor kleiner (billiger) und leistungsfähiger wird, muss dieses Dielektrikum immer dünner gemacht werden. Traditionell wird als Dielektrikum Siliciumdioxid verwendet. Heutige Mikroprozessoren verwenden Siliciumdioxid dicken von ca. $1,2\text{--}1,4\text{ nm}$ (siehe Abb. 2), was nur mehr ca. drei Moleküllagen Siliciumdioxid bedeutet. Bei einem so dünnen Oxid kann der aufgrund des Tunneleffektes fließende Strom nicht mehr vernachlässigt werden. Eine weitere Skalierung hin zu noch dünneren Schichten ist daher nicht möglich. Es müssen neue Materialien untersucht werden, die aufgrund einer deutlich höhe-

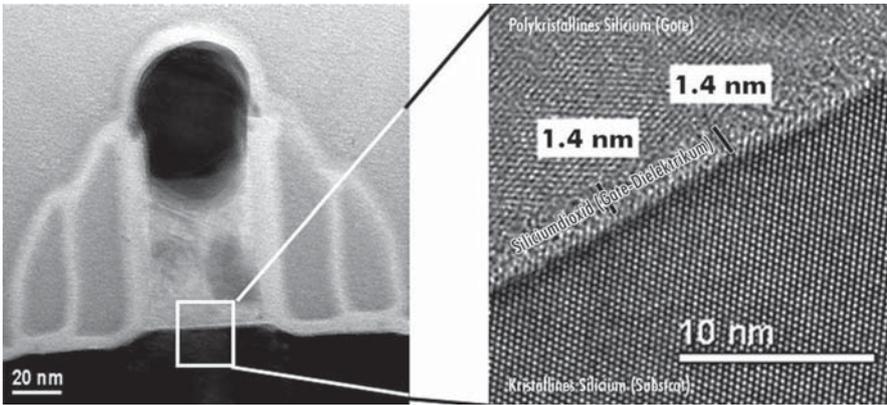


Abb. 2: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines MOS Transistors aus einem Mikroprozessor der 65-nm-Generation. Das als Gate-Dielektrikum verwendete Siliciumdioxid ist nur noch 1,4 nm dick. (Foto: AMD Dresden)

ren Dielektrizitätszahl trotz größerer Dicke eine bessere Ansteuerung des Transistors erlauben. Solche sogenannten Hoch-Epsilon-Materialien werden vom Institut für Angewandte Physik im neuen Reinraumlabor mit atomarer Präzision hergestellt und anschließend charakterisiert und optimiert werden. Neben der Materialherstellung selbst wird dabei die Grenzfläche zum darunterliegenden Halbleiter und zur darüberliegenden Metallelektrode im Mittelpunkt des Interesses stehen. Auch für die Metallelektroden selbst sollen neue Wege beschritten werden. Die für die präzise Abscheidung nötigen Precursoren werden dabei am Institut für Anorganische Chemie (Prof. Kroke) entwickelt werden.

Das Institut für Elektronik- und Sensormaterialien beschäftigt sich im Bereich der Elektronikmaterialien mit Feststoffen, die nichtflüchtige Schalteffekte zeigen. Nichtflüchtige Speichereffekte werden vor allem zur Informationsspeicherung z. B. für Handys, Digitalkameras oder MP3-Player eingesetzt. In enger Kooperation mit der Industrie werden Defekte in dielektrischen Schichten verwendet, um Information zu speichern. Dazu sind das Verständnis der Defekte und deren gezielte Beeinflussung von essenzieller Bedeutung. Den Startpunkt bildet dabei die ausführliche elektrische Charakterisierung des Speicherverhaltens, aus dem Rückschlüsse auf die Haftstellen gezogen werden können. Bei defektgestützten nichtflüchtigen Speichern wird normalerweise die Einsatzspannung eines MOS-Transistors, der im Dielektrikum eine geeignete defektreiche Schicht zur Ladungsspeicherung beinhaltet, als Speichergröße verwendet. Als Einsatzspannung wird dabei diejenige Steuerspannung bezeichnet, bei der im MOS-Transistor ein Strom zu fließen beginnt. Abb. 3 zeigt als Beispiel die Zeit-

abhängigkeit der Einsatzspannung einer Teststruktur für defektgestützte Speicherzellen für unterschiedliche Temperaturen. Aus derartigen Messungen können erste Erkenntnisse über die energetische Lage der zum Speichern verwendeten Defekte abgeleitet werden. Die so extrahierten Parameter werden verwendet, um Modelle zu entwickeln, mit denen das Verhalten unterschiedlicher Schichtstapel vorhergesagt werden kann. Auch für diese Anwendung werden neue Dielektrika mit hoher Dielektrizitätszahl benötigt. So kann in einigen Bereichen auf die Arbeiten am Institut für Angewandte Physik aufgebaut und die dort entwickelten Schichten als Startpunkt verwendet werden. Für künftige Speichergenerationen werden völlig andere Schalteffekte, die eine Widerstandsänderung in dielektrischen Materialien bewirken, diskutiert. Auch derartige Materialien werden am Institut für Elektronik- und Sen-

sormaterialien untersucht werden. Dabei soll die Spannweite von der Anwendung möglichst halbleiterkompatibler Materialien wie Metalloxide bis hin zu einzelnen Molekülen als Schalter reichen. Im letztgenannten Bereich ist die Entwicklung entsprechender Moleküle am Institut für Organische Chemie vorgesehen.

Neben der reinen Informationsverarbeitung spielt die Ankopplung an die Umwelt eine sehr wichtige Rolle für die Weiterentwicklung elektronischer Systeme. Es werden Sensoren benötigt, die physikalische oder chemische Signale in elektrische Signale verwandeln sowie Aktoren, die die umgekehrte Funktion übernehmen. Aus diesem Themenkomplex wird sich das neue Institut für Elektronik- und Sensormaterialien insbesondere mit den chemischen Sensoren beschäftigen. Basierend auf den Arbeiten des Vorgängerinstitutes werden Festelektrolytsensoren auf Basis keramischer Technologien entwickelt. Künftig sollen auch dünne Schichten als Festelektrolyte eingesetzt werden. Außerdem wird an Schichten gearbeitet werden, mit deren Hilfe es möglich sein soll, aus einem MOS-Transistor einen Sensor für Ionen oder biochemische Stoffe zu konstruieren. Hier wird die Kopplung dieser sensitiven Schichten an die Halbleiterbauelemente im Zentrum des Interesses stehen. Hinsichtlich der sensitiven Schichten selbst ist eine intensive Kooperation mit den chemischen Instituten der Bergakademie vorgesehen.

Als dritter Nutzer des neuen Reinraumes beschäftigt sich das Institut für Ex-

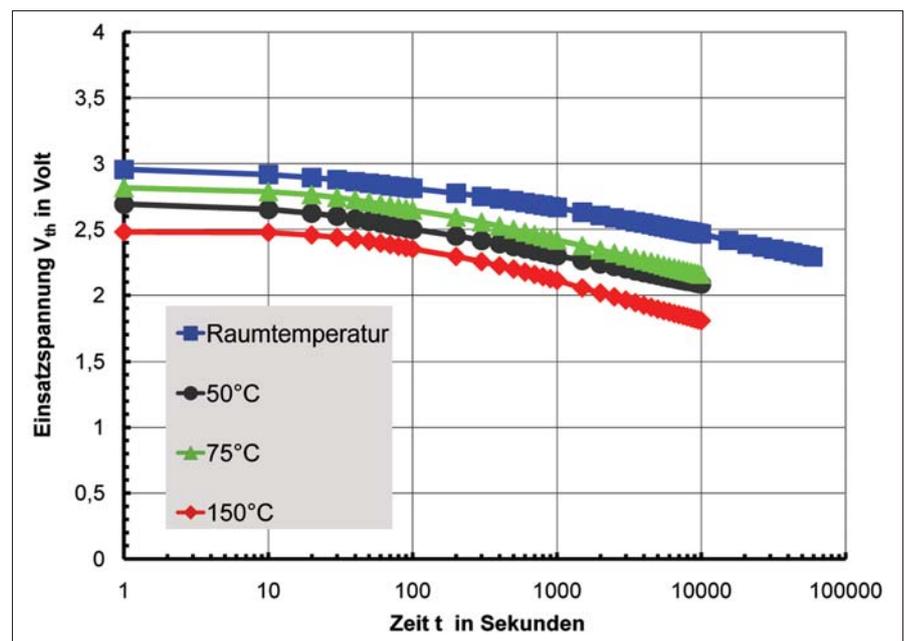
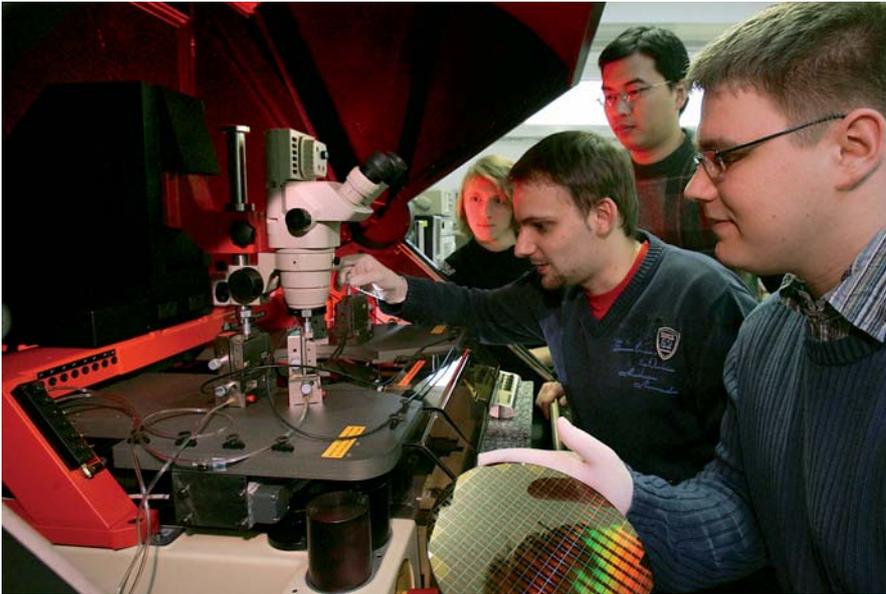


Abb. 3: Einsatzspannung einer defektgestützten nichtflüchtigen Speicherzelle als Funktion von der Zeit für verschiedene Temperaturen.



Studenten des Studiengangs Elektronik- und Sensormaterialien bei der Charakterisierung von Halbleiterbauelementen am Waferprober

perimentelle Physik mit der Photovoltaik. Neben den bisher an diesem Institut erfolgreich laufenden Arbeiten wird der Reinraum die Möglichkeit eröffnen, auch neue Technologien für Dünnschicht-Solarzellen zu entwickeln, um in Zukunft die Kosten für die Herstellung von Solarzellen und damit gleichfalls die Kosten für den daraus gewonnenen Solarstrom weiter deutlich zu reduzieren.

Für alle Arbeiten wird eine umfangreiche Charakterisierung der Schichten benötigt. Die elektrische Charakterisierung wird dabei schwerpunktmäßig an den Instituten „Angewandte Physik“ und „Elektronik- und Sensormaterialien“ durchgeführt. Zur physikalischen Charakterisierung wird eine enge Kooperation mit den anderen Instituten der TU Bergakademie aufgebaut. Insbesondere ist dabei das Institut für Werkstoffwissenschaft zu nennen, das über eine umfangreiche Ausstattung und Expertise im Hinblick auf die Schichtcharakterisierung (hochauflösende analytische Transmissionsmikroskopie; Röntgenbeugung etc.) verfügt. Aber auch die am Institut für Nichteisenmetallurgie und Reinstoffe vorhandenen Methoden der Sekundärionen- und Sekundärneutralteil-spektroskopie sind hier sehr wichtig. Perspektivisch sollte an der Bergakademie zusätzlich die Möglichkeit der Photoelektronenspektroskopie geschaffen werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Schaffung zweier neuer Professuren und dem Bau und der Ausstattung

eines neuen Reinraumlabor baut die TU Bergakademie Freiberg einen neuen Schwerpunkt Halbleitermaterialien in Forschung und Lehre auf. Im Herzen von „Silicon Saxony“ findet dies in einem hervorragend dafür ausgelegten Umfeld statt. Dieses Umfeld bietet direkt vor Ort wichtige Wafer- und Solarzellenhersteller sowie eine europaweit einmalige Konzentration von Halbleiterherstellern und Forschungseinrichtungen im Großraum Dresden-Freiberg-Chemnitz. Speziell in Freiberg steht diese Entwicklung nicht isoliert dar.

Einerseits hat die lokale Freiburger Halbleiterindustrie ein beeindruckendes Wachstum in den vergangenen Jahren erlebt und andererseits entstehen weitere auf die Halbleitertechnologie ausgerichtete Aktivitäten. Hier ist insbesondere das Fraunhofer THM (Technologie der Halbleitermaterialien) zu nennen, das die Bedeutung Freibergs als Forschungsstandort weiter unterstreicht. Eine enge Zusammenarbeit zwischen einem Fraunhofer Institut und der Universität wird an den meisten der deutschen Universitäten, welche in der Halbleitertechnologie einen Schwerpunkt haben, erfolgreich praktiziert und sollte auch in Freiberg aufgebaut werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in den vergangenen Jahren eine Reihe von Aktivitäten begonnen wurde, die in ihrer Kombination das Potenzial haben, die TU Bergakademie in den nächsten fünf Jahren in die Spitzengruppe der halbleitertechnologischen Forschungslandschaft in Deutschland zu führen.

■ Thomas Mikolajick

Auf den Lehrstuhl „Elektronik und Sensormaterialien“ an der Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie ist am 1. Oktober 2006 Thomas Mikolajick berufen worden. Die Professur wurde zunächst am Institut für Keramische Werkstoffe angesiedelt, dessen Mitarbeiter und Gebäude am 1. März 2007 in das neue Institut für Elektronik- und Sensormaterialien übergegangen sind.

Thomas Mikolajick, 1963 in Nürnberg geboren, studierte ab 1984 Elektrotechnik an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. Nach seinem Ingenieur-Abschluss 1990 war er dort Mitarbeiter am Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente. Neben seinem Engagement in der Lehre forschte Thomas Mikolajick über Halbleiter-Bauelementemesstechnik und chemische Halbleitersensoren. 1995 schloss er auf diesem Gebiet erfolgreich seine Dissertation über „Feldeffektsensoren zur pH-Wert-Messung und als Transducer für Biosensoren“ ab.

Im Anschluss übernahm er bis 1996 am Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen in Erlangen die Leitung der Arbeitsgruppe für allgemeine Prozesstechnik und Bauelemente. Vor seiner Berufung nach Freiberg arbeitete Thomas Mikolajick zehn Jahre in der Halbleiterindustrie. So leitete er von 2002 bis 2006 in Dresden bei Infineon Technologies/Qimonda die Vorfeldentwicklung im Bereich Flash-Technologie.

In Freiberg wird Thomas Mikolajick seine Forschungen auf zwei Bereiche fokussieren. Auf dem ersten Gebiet, den Materialien für Halbleiterspeicher, bildet die Modellierung und Materialoptimierung für „charge trapping“ Speicherzellen einen Schwerpunkt. Daneben wird er sich neuen anorganischen und organischen Schaltmaterialien für resistive Speicher widmen.

Auf dem zweiten Gebiet, den Materialien für chemische Sensoren, setzt er die erfolgreiche Arbeit am Institut für Keramische Werkstoffe über Festkörperelektrolytsensoren fort. Zusätzlich entsteht mit der Entwicklung von Feldeffektsensoren für Ionen in Flüssigkeiten sowie, darauf aufbauend, von Biosensoren ein neues Arbeitsgebiet. Der ambitionierte Langstreckenläufer, der schon mehrmals die Marathonstrecke meisterte, ist verheiratet und hat zwei Kinder.

50 Jahre Halbleitermaterialien in der Region Freiberg

Teil I: Siliciumchemie und Kristallzüchtung

Gerhard Roewer, Eberhard Buhrig

Halbleiter und ihre Anwendungen sind von essenzieller Bedeutung für alle Bereiche der Volkswirtschaft, Wissenschaft und Kultur. Es ist ein Glücksfall, dass sich Freiberg mit seinem Ausbildungs-, Forschungs- und Industrie-Potenzial sowie mit der Anbindung an die Zentren Dresden und Chemnitz zu einem regionalen Halbleiter-Werkstoff-Cluster mit international anerkanntem Niveau formieren konnte. Die Freiburger Halbleiterindustrie und die Technische Universität Bergakademie Freiberg können auf eine 50-jährige erfolgreiche Entwicklung zurückblicken. In dem international renommierten Halbleiter-Standort Freiberg sind – einschließlich der wissenschaftlich-technischen Kooperationspartner – gegenwärtig mehr als 3.000 Beschäftigte auf diesem Gebiet tätig. Das belegt die herausragende Bedeutung, die die Halbleiterwerkstoffe für Freiberg besitzen. Im Beitrag werden ausgewählte Aspekte des Halbleiter-Clusters Freiberg dargestellt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Fragen der Werkstofftechnologie. Die chemische, strukturelle und physikalische Diagnostik sowie moderne Bauelement-Aspekte und die industrielle Fertigung von Halbleitermaterialien werden in den nächsten Ausgaben dieser Zeitschrift behandelt.

Historische Hintergründe

Mit der Entdeckung der Freiburger Erzlagertstätten, die im 12. Jahrhundert begann, entwickelte sich auch eine vielschichtige metallurgische Industrie. Dabei spielte zunächst die Herstellung von Metallen wie Silber, Blei, Zinn, Zink, Arsen, Antimon und Wismut eine besondere Rolle. Die dafür erforderlichen speziellen praktischen und theoretischen Kenntnisse führten frühzeitig dazu, dass die Einbeziehung einer

wissenschaftlichen Begleitung und die Ausbildung von qualifizierten Fachleuten – im jeweiligen historischen Niveau – als maßgebliches Erfolgsrezept erkannt wurden.

Die historische chemisch-metallurgische Entwicklung der Freiburger Region ist mit dem Wirken bedeutender Persönlichkeiten verbunden. Im vorliegenden Zusammenhang seien genannt: Agricola (de re metallica 1556), Gellert (1713–1795), Reich (1799–1832), Richter (1824–1882) und Winkler (1838–1904).

Georgius Agricola, der in seinem epochalen Werk „de re metallica“ das zu seiner Zeit vorhandene Wissen zum Bergbau und zur Metallurgie zusammenfasste, beschrieb bereits die Reinigungswirkung von Kristallisationsprozessen, die damals in Form von Seigerprozessen genutzt wurde. Dieses Prinzip der Kristallisationsraffination wurde Anfang der 1950er Jahre von Pfann mit dem Zonenschmelzen zu einem ersten großtechnischen Verfahren der Halbleitertechnologie entwickelt. Auch heute noch spielt die Raffinationswirkung von Kristallisationsprozessen in allen Verfahren der Züchtung von massiven Halbleiterkristallen eine wichtige Rolle.

Christlieb Ehregott Gellert schuf als einer der ersten Professoren der Bergakademie die wissenschaftlichen Grundlagen zur Chemie und Analytik metallurgischer Prozesse, die in weiter entwickelten Formen später auch für die „Halbleitermetallurgie“ bedeutsam sein sollten.

Die Freiburger Professoren Ferdinand Reich und Hieronymus Theodor Richter entdeckten 1863 das Element Indium. Es ist heute als Bestandteil von Verbindungshalbleitern, wie Indiumphosphid, Indiumantimonid und weiteren, speziell in der Optoelektronik genutzten Mischkristallen der III/V-Verbindungen von Bedeutung.

Einen hochrangigen Beitrag zur Formulierung des chemischen Weltbilds leis-

tete der Freiburger Professor für Chemie Clemens Winkler mit der Entdeckung des Elementes Germanium als Bestandteil des Silbererzes Argyrodit Ag_8GeS_6 . Damit begann der weite historische, wissenschaftliche und industrielle Bogen „vom Silber zum Silicium“, der Freiberg zu einem Zentrum der Halbleiterwerkstoffe werden ließ.

Zur Bewertung der Bedeutung dieser Entdeckung muss beachtet werden, dass Ende des 19. Jahrhunderts zwar bereits eine Vielzahl chemischer Elemente bekannt war, doch fehlte zunächst eine prinzipielle Systematik für die chemischen Elemente, die auch eine Korrelation zu den charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften ermöglichte.

Unabhängig voneinander hatten der deutsche Chemiker Lothar Meyer und sein russischer Fachkollege Dimitri Mendelejev aus Petersburg eine systematische Anordnung der Elemente in einem periodischen System vorgeschlagen. In diesem fehlte aber das damals noch unbekannte Element Nr. 32, das wegen seiner Stellung in der Nachbarschaft zum Silicium zunächst als „Ekasilicium“ bezeichnet wurde. Eben dieses wurde von Clemens Winkler im Jahre 1886 in Freiberg entdeckt und schließlich auf Vorschlag von ihm mit Germanium benannt. Es fügte sich hinsichtlich aller Eigenschaften in das System der Elemente von Meyer und Mendelejev ein und lieferte damit die Bestätigung des allgemeingültigen Charakters des „Periodischen Systems der Elemente“, das später mit der Aufdeckung der Gesetzmäßigkeiten des Aufbaus der Elektronenhülle der Atome auch theoretisch gestützt und zu einer unverzichtbaren Matrix in der Chemie geworden ist.

Winkler ahnte natürlich damals nicht, dass er mit dem Germanium auch den Stoff entdeckt hatte, mit dem in der Mitte des 20. Jahrhunderts weltweit der wissenschaftlich-technische Siegeszug der Halbleitertechnik starten konnte.

Halbleiterwerkstoffe

Die Herstellung sowie die Anwendung von Halbleiterwerkstoffen und -Bauelementen sind heute äußerst dynamische Wirtschaftszweige, welche auch große gesellschaftliche Anerkennung besitzen, wie die Vergabe des Nobelpreises für Physik 2007 an den Deutschen Halbleiterphysiker P. Grünberg belegt.

Zur Einordnung der Freiburger Aktivitäten soll zunächst ein kurzer Überblick

über aktuelle Halbleiterwerkstoffe und Anwendungsbeispiele gegeben werden. Halbleiter sind Substanzen, deren elektronische Eigenschaften durch Fremdelemente sowie Einwirkung von Wärme- bzw. Strahlungsenergie in weiten Grenzen variiert werden können. Daraus ergeben sich Anwendungen in der Mikroelektronik, Optoelektronik, Sensorik, Aktorik und Photovoltaik, jedoch auch ganz spezifische Anforderungen an das Niveau der Herstellungsverfahren, speziell hinsichtlich der chemischen und strukturellen Materialreinheit.

Neben oxidischen, keramischen und organischen Materialien, die hier unberücksichtigt bleiben, können die aktuellen Halbleiter aus der Palette der in Tabelle 1 dargestellten Elemente definiert werden.

Periode	Nebengruppen				Hauptgruppen		
	11	12	13	14	15	16	
2				C	N		
3			Al	Si	P	S	
4		Zn	Ga	Ge	As	Se	
5		Cd	In	Sn	Sb	Te	
6	Cu						

Tabelle 1: Matrixelemente für Element- und Verbindungshalbleiter

Konstitutionelle Voraussetzung für die Realisierung halbleitender Eigenschaften für eine Vielzahl von Elementen oder Verbindungen ist, dass der Quotient aus Valenzelektronensumme und Anzahl der Komponenten einer Elementarzelle den Wert 4 besitzt und in der Regel eine Diamant- oder diamantähnliche Kristallstruktur vorliegt¹.

Als erster Halbleiterwerkstoff wurde in den 1950er Jahren das Element Germanium in hochreiner Qualität hergestellt und großtechnisch für Elektronikzwecke eingesetzt. Bald erfolgte jedoch in der Massenanwendung für Halbleiterbauelemente ein Übergang zum Silicium. Dieses weist gegenüber dem Germanium in den elektronischen und technologischen Eigenschaften entscheidende Vorteile auf. Sein Rohstoff ist in praktisch unbegrenzten Mengen auf der Erde verfügbar. Wichtige Anwendungen sind gemeinsam mit denen für die anderen Halbleiter in der Tabelle 2 zusammengestellt. Für Silicium sind dies die Mikroelektronik und die Photovoltaik.

Eine neue Dimension potenzieller Nut-

¹ Es existieren auch halbleitende Materialien, wie etwa Oxide und die jetzt hochaktuellen organischen Substanzen, die diese Bedingung nicht erfüllen. Diese Halbleiter werden im vorliegenden Beitrag nicht behandelt, siehe aber Beitrag von Th. Mikolajick.

Elemente	C (Diamant)	perspektivische Anwendung möglich Probleme: Herstellung, Dotierung
	Silicium	dominanter Halbleiterwerkstoff, Anteil ca 95 % Anwendungen: Mikroelektronik, Solarzellen
	Germanium	historischer Startwerkstoff der Halbleitertechnik Anwendungen heute: Spezialbauelemente sowie als Si-Ge-Mischkristall für schnelle Elektronik
binäre Verbindungen Mischkristalle (Beispiele)	Typ IV-IV	
	SiC	Leistungselektronik, Hochtemperaturelektronik
	Si-Ge-Mischkristall	Hochfrequenz-Mikroelektronik
	Typ III-V (Al, Ga, In) (N, P, As, Sb)	
	GaAs, InP	Mobilfunkkommunikation, schnelle Elektronik Substrat für LED und Halbleiter-LASER
	GaN	favorisierter zukünftiger optoelektronischer Werkstoff Probleme: Herstellung, hoher Preis
	Mischkristalle (Al, Ga, In) (N, P, As)	Optoelektronik, Halbleiter-LASER
	Typ II-VI (Zn, Cd) (S, Se, Te)	
	ZnTe	Sensorik, Solartechnik
	Typ II-IV-V₂ (Zn, Cd) (Si, Ge, Sn) (N, P, As, Sb)	
ternäre Verbindungen	ZnSiP ₂	kaum Anwendungen
	Typ I-III-VI₂	
	(Cu) In (Se, Te) Beispiel: CdInSe ₂	Solarzellen, Sensorik

Tabelle 2: Beispiele für Halbleiterwerkstoffe und ihre Anwendungen

zungsmöglichkeiten für Halbleiterwerkstoffe ergab sich aus der Entwicklung technologisch realisierbarer Methoden für die Herstellung von Verbindungshalbleitern, insbesondere von sogenannten III/V-Halbleitern durch Welker. Dadurch erhielten die Optoelektronik und die Elektronik der Halbleiter-LASER sowie die Hochfrequenz- und Mobilfunk-Technologien neue Impulse. Diese Gebiete weisen bis heute ein hohes Entwicklungstempo auf. Es wird erwartet, dass der Halbleiter Galliumnitrid in den nächsten Jahren die Optoelektronik revolutionieren könnte, wenn für diesen Halbleiterwerkstoff geeignete, kostengünstige Herstellungsverfahren gefunden werden. Von den ternären Halbleitern hat vor allen Dingen das Kupfer-Indium-Diselenid als Photovoltaik-Werkstoff Chancen für eine Massenanwendung.

Die im vorliegenden Beitrag betrachteten Halbleitermaterialien besitzen eine kristalline Struktur², es liegt also eine definierte Anordnung der Atome vor. Diese technisch genutzten Halbleiter kristallisieren in Strukturen, die in Analogie zu natürlich vorkommenden Mineralien, beispielsweise als Diamant-, Zinkblende-, Chalkopyrit- oder Sphalerit-Strukturen bezeichnet

² Amorphe Halbleiter und Flüssigkristalle bleiben im Beitrag unberücksichtigt.

werden.

Die industrielle Kristallzüchtung von Halbleitern befasst sich mit der gezielten Herstellung von kristallinem Material, das durch seine Struktur und Realstrukturdefekte, seine chemische Reinheit sowie durch seine elektronischen, optischen, mechanischen und geometrischen Eigenschaften technisch nutzbar ist. Die erzeugten Kristalle können einkristallin – aus einem einzigen Kristall bestehend – oder polykristallin, also durch Korngrenzen in unterschiedlich orientierte Bereiche getrennt sein.

Halbleitermaterialien lassen sich durch Kristallisation aus der Gasphase, stöchiometrischen Schmelzen, Lösungen oder in Ausnahmefällen auch durch Rekristallisation eines Festkörpers gewinnen. Bei der Kristallisation aus Schmelzen entsteht bei der Erstarrung ein Konzentrationsunterschied für Beimengungen zwischen Schmelze und Kristall, der durch den Verteilungskoeffizienten

$$k^i = \frac{\text{Konzentration des Fremdelements } i \text{ im Kristall}}{\text{Konzentration des Fremdelements } i \text{ in der Schmelze}}$$

i = betrachtetes Fremdelement

definiert ist. Dieser führt bei der Kristallisation zu makroskopischen Anreicherungen oder Abreicherungen von Verunreinigun-

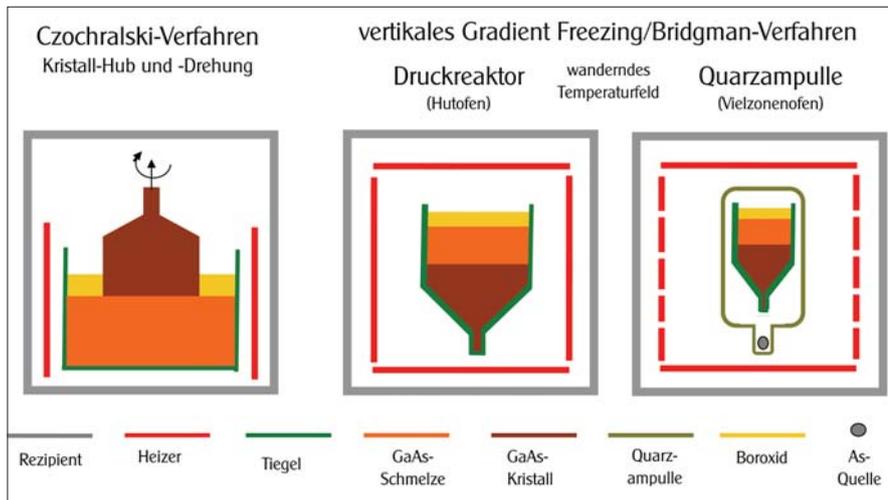


Abb. 1: Wichtige Kristallzüchtungsverfahren für GaAs (schematisch). Quelle: O. Pätzold, E. Buhrig; Vorlesung Kristallzüchtung 2006

gen im Kristall, so dass der Kristallisationsvorgang beispielsweise beim sogenannten Zonenschmelzen auch als Raffinationsprozess genutzt werden kann. Zur Gestaltung der Kristallisationsprozeduren speziell zur Einkristallzüchtung existiert mittlerweile eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren, die in einer nahezu 100-jährigen technisch-wissenschaftlichen Entwicklung entstanden sind. Am Beispiel der Halbleiterverbindung GaAs sind wichtige, technisch genutzte aktuelle Methoden in Abb. 1 schematisch dargestellt. Insgesamt existiert eine Vielzahl von Kristallzüchtungsverfahren für Massivkristalle oder Schichten, wie

- horizontales/vertikales Zonenschmelzen, z. B. für Silicium
- horizontales oder vertikales Bridgman-Verfahren (gerichtete Kristallisation mit Tiegel- oder Kristallbewegung, bzw. mit wanderndem Temperaturfeld, ohne Bewegung als Gradient-Freezing Verfahren), z. B. für GaAs oder polykristallines Silicium
- Czochralski-Verfahren, z. B. für Silicium oder III/V-Verbindungen
- Kristallzüchtung aus Lösungen, wie z. B. als Hydrothermalverfahren oder Züchtung aus Schmelzlösungen
- Züchtung aus Gasphase, wie z. B. für SiC mit dem Lely-Verfahren oder für GaN als Gasphasen-Epitaxie (HVPE)

Die Kristallzüchtung ist heute eine Hochtechnologie, die auf fundierten theoretischen Kenntnissen, präzise arbeitenden Anlagen und Diagnose-Verfahren sowie auf spezifischen Erfahrungen basiert und ständig weiter entwickelt wird.

Die Halbleiter-Technologie ist in der Regel durch folgende Prozessstufen gekennzeichnet:

- Herstellung von Vorlaufmaterialien in „metallurgischer“ Qualität
- Hochreinigung (chemische, physikalische Verfahren)
- Kristallzüchtung (aus Schmelze, Gasphase oder Lösung)
- Herstellung von Bauelementen

Die meisten der aufgeführten Materialbeispiele und Kristallzüchtungsprinzipien wurden oder werden in der Region Freiberg industriell oder im Labormaßstab hergestellt bzw. genutzt. An der Erkundung ihrer mineralogischen, chemisch-thermodynamischen, physikalischen, apparativen und technologischen Grundlagen wird hier gearbeitet. Sie sind inhaltliche Bestandteile von akademischen Lehrveranstaltungen an der TU Bergakademie.

Bezogen auf Lehr-, Forschungs- und Industrieaktivitäten liegen in der Region Freiberg für alle vier Prozessstufen in ausgewählten Schwerpunkten umfassende Kompetenzen vor.

Die Freiburger Halbleiter-Industrie

Die Arbeiten an Halbleiterwerkstoffen begannen in Freiberg mit wissenschaftlich-technischen Untersuchungen zur Hochreinigung von Halbleiter-Basiselementen und Dotierstoffen, wie Gallium, Phosphor, Arsen, Indium, Germanium und Silicium sowie Reinstoffen und zur Synthese halbleitender Verbindungen in der zweiten Hälfte der 50er Jahre im Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle.

Im Jahre 1957 wurde durch Beschluss der DDR-Regierung der VEB Spurenmetalle Freiberg (SMF) gegründet, mit der Aufgabe, Reinstoffe und Halbleiterwerkstoffe für die DDR und die damaligen Ost-

blockstaaten zu produzieren. Der Name „Spurenmetalle“ wies bereits auf das angestrebte Produktionsprofil hin. Standort der neuen Firma war zunächst das historisch entstandene, mit einer funktionierenden Infrastruktur ausgestattete Produktionsareal für Zinn, Blei und andere Schwermetalle in Muldenhütten. Trotz des für eine solche Firma für Halbleiter und Reinstoffe ungünstigen, durch Industrieabgase und metallhaltige Stäube belasteten Umfeldes begann eine technologisch und hinsichtlich der Personalausstattung außerordentlich erfolgreiche Firmenentwicklung. Die Personalzahl wies einen steilen Anstieg von 35 Mitarbeitern im Jahre 1957 bis zu ca. 1.800 Mitarbeitern im Jahre 1989 auf.

1960 begann im VEB Spurenmetalle der Aufbau einer Produktionslinie zur Herstellung von Germanium. Dazu gehörten die Verfahren: Erzeugung von reinem Germaniumdioxid, Reduktion des Oxids zum elementaren Germanium, Zonenschmelzen zur Erzeugung des hochreinen Germaniums sowie die Züchtung von Einkristallen. Mitte der 1960er Jahre produzierte die Firma „Spurenmetalle“ bereits qualitativ hochwertige Germaniumeinkristalle, die in den Halbleiterwerken Frankfurt/Oder und Berlin zu elektronischen Bauelementen verarbeitet werden konnten.

In dieser Zeit begann jedoch im internationalen Maßstab der Übergang zum Silicium als Halbleiter. Silicium, dessen Rohstoff in der Erdkruste praktisch unbegrenzt verfügbar ist, weist gegenüber dem Germanium auch technologische und elektronische Vorteile auf, die dieses Material bis heute zum dominanten Halbleiter machten. Auch die Firma „Spurenmetalle“ folgte diesem Trend und begann 1963 mit der Produktion von Silicium-Einkristallen und -Wafeln. In Muldenhütten entstand ein Betriebsteil zur Herstellung von hochreinem polykristallinem Silicium und im Süden Freibergs jeweils eine Produktionsstätte für die Kristallzüchtung bzw. Scheibenherstellung. Die Produktionskapazität für Silicium-Scheiben wuchs von 952 m² (1974) auf 13.130 m² im Jahre 1989.

Dem internationalen Trend folgend begann nach langjährigen Entwicklungsarbeiten – neben der erfolgreichen Produktion von Germanium und Silicium – die Herstellung von Galliumphosphid, Galliumarsenid und anderen III/V-Verbindungen. Diese Halbleiter wurden später – bis heute in ihrer Bedeutung zunehmend – zu selbsttragenden wissenschaftlichen und industriellen Schwerpunkten des Halbleiterstandortes Freiberg.

Firmen/Institutionen	Aufgaben, Werkstoffe/Produkte	Kristallzüchtung/Synthese	Personal gesamt*
Siltronic	Si-Einkristalle, Scheiben	Czochralski Zone-Floating	1160
Freiberger Compound Materials	GaAs und andere Verbindungshalbleiter (Kristalle, Substrate)	Synthese Czochralski (LEC) GPT Gradient Freezing	273
SolarWorld (DeutscheSolar, Deutsche Cell, SolarFactory, Solar-Log, SolarMaterial)	Wafer Solarzellen Recycling	Blockguss, polykristallines Silicium	766
TU Bergakademie Fakultäten: Chemie und Physik Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie Maschinenbau	Akademische Ausbildung Forschung Wissenstransfer	Precursor-Chemie, Kristallzüchtung, physikalische, chemische und strukturelle Diagnostik, Scheibentechnologie	> 50
Fraunhofer-THM Technologiezentrum Halbleitermaterialien	Werkstoff- und Wafer-Entwicklung	im Aufbau	steigend

Tabelle 3: Halbleiterproduktion regionaler Firmen. TU Bergakademie Freiberg, Stand 2006

* tätig in Halbleiterproduktion, -lehre und -forschung (ohne Service-Firmen)

Wie in vielen Bereichen der ehemaligen DDR war 1989 das Niveau der Forschung, akademischen Ausbildung und industriellen Produktion auch auf dem Halbleitergebiet in der Region Freiberg aus nationaler Sicht sehr hoch, aber international in seiner Logistik, apparativen Ausstattung und hinsichtlich des Produktionsvolumens nicht konkurrenzfähig.

In den Jahren 1989/1990 begann auch für das Arbeitsgebiet der Firma Spurenmetalle Freiberg der schmerzhafteste Weg der Privatisierung unter dem Dach der Treuhand. Das von vielen engagierten Mitarbeitern getragene Grundkonzept der erforderlichen Konsequenzen als Voraussetzung zum Erhalt der Firma enthielt drei prinzipielle Maßnahmen: Drastische Reduzierung des Personalbestandes, Konzentration auf Kerngeschäfte und Suche nach Investoren für die Privatisierung. Der Optimismus der damaligen Aktivitäten basierte maßgeblich auf der Überzeugung, dass das regional vorhandene Know-how und die fachliche Kompetenz der „Freiberger“ den steinigsten Weg zu global agierenden erfolgreichen Produktionslinien schaffen können.

Der Erfolg bestätigte diesen Optimismus, dabei wurde die Privatisierung auch glücklicherweise durch Persönlichkeiten und Firmen unterstützt, ohne die der Halbleiterstandort Freiberg wohl nicht zu sichern gewesen wäre. Zu nennen sind hier besonders Dr. W. Freiesleben sowie die Familie Federmann aus Israel, aber auch die Firmengruppen Bayer und Wacker.

Die Privatisierung vollzog sich in mehreren Etappen. Zunächst wurde der VEB SMF zur Freiberger Produktions- und Ver-

triebsgesellschaft mbh (FEW) umgewandelt. Dann folgte die Aufgliederung in die Firmen Siltronic für die Silicium-Aktivitäten, Freiberger Compound Materials für die Produktion von GaAs, GaP, InP und in die Firma Bayer-Solar, aus der später die sieben Firmenbereiche des Solarworld Konzerns für die Herstellung von Solar-Silicium und Solar-Modulen entstanden. Eine Übersicht über die Produktions-Kennzahlen ist in Tabelle 3 zusammengestellt.

Allein die Gesamtzahl der beschäftigten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter übersteigt heute bei weitem das Personalpotenzial des VEB Spurenmetalle im Jahre 1989. Die Halbleiterfirmen in Freiberg haben in Teilbereichen die Marktführerschaft erreicht und zeichnen sich durch die Produktion von Material-Highlights aus, die durch ihr innovatives Niveau gewährleisten, dass die Region Freiberg auch zukünftig ein gefragter Halbleiter-Standort mit weltweiter Ausstrahlung und Wachstumspotenzial sein wird. Beispiele dafür sind die Züchtung von versetzungsarmen GaAs-Kristallen mit dem Gradient-Freezing-Verfahren in der Firma Freiberger Compound Materials, die Entwicklung des kostengünstigen Blockgussverfahrens für polykristallines Solar-Silicium mit erheblich verringertem Energiebedarf in den neuen Tochterfirmen des Solar World-Konzerns und die Produktion von 300-mm-Siliciumscheiben in der Firma Siltronic.

Mit der Verschmelzung der FEW GmbH mit der Wacker Siltronic GmbH am 1. Januar 1996 zur Siltronic AG begann eine stürmische Entwicklung der Freiberger Siliciumwafer-Produktion. Im Herbst 1997 besaß Freiberg das modernste 150-mm-

Werk der Welt mit Kristallziehmaschinen der damals neuesten Generation, einschließlich der Technologie für die mechanischen Arbeitsschritte Sägen und Läppen. Im Jahr 2000 wurde bereits das Werk zur Herstellung von Einkristallen für die Produktion von 200-mm-Wafern auf dem Gelände an der Berthelsdorfer Straße in Freiberg mit hervorragenden Produktionsbedingungen in Betrieb genommen. Ein neuer Durchbruch in der Etablierung als Standort für „High-Tech-Wafer“-Produktion gelang 2004 mit dem Aufbau der Fab 300-2 für 300-mm-Wafer (Kapazität: 150.000 Wafer pro Monat), deren Erweiterung Ende 2006 abgeschlossen worden ist. Sie beherbergt die drei charakteristischen Bereiche Kristallzüchtung, Wafering und Epitaxie auf modernstem Niveau.

Allein diese neuen Technologien werden in den nächsten Jahren viele neue Arbeitsplätze schaffen. Der heutige Stand industrieller Halbleiteraktivitäten in den Freiberger Halbleiterfirmen sowie auch die seit 1957 erzielten umfangreichen firmenspezifischen Forschungsleistungen werden in Nachfolgebeiträgen in dieser Zeitschrift ausführlicher behandelt.

Die Bergakademie Freiberg von den Anfängen bis 1990

Vor über 50 Jahren starteten an der Bergakademie Freiberg, zunächst am Institut für Metallhüttenkunde, Lehre und Forschung auf dem Gebiet der Erzeugung, Hochreinigung und Einkristallzüchtung von Halbleiterwerkstoffen. Es war dem strategischen Weitblick von Prof. Alfred Lange zuzurechnen, dass sich damals die „Halbleitermetallurgie“ an der Bergakademie etablieren konnte. Seitdem fanden die aktuellen Werkstoffe, wie Germanium, Elektronik- und Silicium und Siliciumverbindungen, wie Silane, III/V-Verbindungen, wie Galliumarsenid, ternäre II/IV/V₂-Verbindungen, speziell ZnSiP₂, SiC, und das System Si-Ge, aus verschiedenen Blickwinkeln das wissenschaftliche Interesse der Bergakademie.

Die Arbeiten begannen Ende der 1950er Jahre an der metallurgischen Fakultät der Bergakademie mit Forschungsvorhaben zur Gewinnung und Reinigung von Selen, Tellur und Gallium sowie zur Einkristallzüchtung von Metallen. Im Gleichklang damit wurde die akademische Ausbildung von Studenten auf diesem Gebiet mit einem ständig steigenden Anteil an Vorlesungen und studentischen Praktika vor-

angetrieben. Die ersten Vorlesungen wurden von W. Schreiter gehalten, der damals Mitarbeiter am Forschungsinstitut für NE-Metalle war. 1966 wurde die studentische Ausbildung von Dr. K. Hein übernommen, der in seiner 30-jährigen Tätigkeit als Professor und Direktor des Institutes für NE-Metallurgie die Reinststoff- und Halbleitertechnologie zu einem eigenständigen Lehrgebiet entwickelte.

Experimentell stand ab 1963 am Institut für Metallhüttenkunde zunächst das damals dominierende Halbleiterelement Germanium in Vertragsforschungsthemen mit der Firma Spurenmetalle Freiberg im Mittelpunkt. Die Arbeiten konzentrierten sich auf die Technologie und Theorie des Zonenschmelzens.

Ein industrieller Ausgangsbefund war, dass der Raffinationseffekt beim Zonenschmelzen des Germaniums chargenweise sehr differierte. Für eine breite Palette von Verunreinigungen (Ga, As, Sb, Cu) wurden deshalb in theoretischen und experimentellen Forschungsarbeiten die Verteilungskoeffizienten als Gleichgewichts- und Effektivwerte umfassend untersucht. Die Ergebnisse haben über die Gruppe der Halbleiterwerkstoffe hinaus Anwendungen gefunden und sind bis heute aktuell. Es zeigte sich, dass sich die thermodynamischen Aktivitätskoeffizienten unterschiedlicher Verunreinigungen bei den in der Halbleitertechnologie erforderlichen Reinheiten gegenseitig nicht beeinflussen und somit die binären Verteilungskoeffizienten als gültig angenommen werden können.

Als ein entscheidender Faktor für den prinzipiellen Reinigungserfolg des Zonenschmelzens als konservative Raffinationsmethode erwiesen sich dagegen die Ausgangsreinheiten des Vorlaufmaterials und der Hilfsstoffe. Aus diesen Befunden entstand die Idee, den durch das Erreichen der Grenzverteilung limitierten Reinigungsvorgang des Zonenschmelzens durch eine Abführung der stark verunreinigten Endbereiche der Germaniumbarren kontinuierlich zu gestalten. Verbunden mit einer gut funktionierenden experimentellen Lösung und einer computergestützten Prozessmodellierung konnte das „Zonenschmelzen mit Materialabführung“ speziell für Verunreinigungen mit $k < 0,2$ zu einem erfolgversprechenden Technologievorschlag entwickelt werden. Damit ließ sich die Grenzverteilung einzelner Verunreinigungen, wie von der Theorie gefordert, auch im Experiment tatsächlich mit jedem Zonendurchgang stetig (nahe-

zu unbegrenzt) absenken. Leider wurde eine industrielle Einführung des Verfahrens durch die sich damals vollziehende Ablösung des Germaniums durch Silicium nicht mehr weiter verfolgt.

In den 1960er Jahren wurde, neben den Untersuchungen zur Hochreinigung von Halbleitermaterialien und Dotiersubstanzen durch Ionenaustausch im Institut für Metallhüttenkunde, noch ein weiterer Problemkreis im Hinblick auf Kristallisationserscheinungen bearbeitet. Ergebnisse aus der Literatur, aus Laborversuchen und industriellen Qualitätskontrollen zeigten das Auftreten von streifigen Verunreinigungsinhomogenitäten, den sogenannten Striations, beim Zonenschmelzen und bei der Einkristallzüchtung. Es war damals sowohl strittig, wodurch die Striations verursacht werden als auch, ob sie vermeidbar sind. Die experimentellen Untersuchungen wiesen aus, dass die Striations bei der Kristallisation aus Schmelzen nicht nur beim Germanium auftreten, sondern unabhängig von der Art der Beheizung auch bei anderen Materialien, s. Abb. 2.

Es konnte belegt werden, dass die Striations durch ein Zusammenspiel von Strömungs- und Temperaturfluktuationen sowie die dadurch verursachten periodischen Änderungen der mesoskopischen Kristallisationsgeschwindigkeiten entstehen. Sie lassen sich nur durch eine industriell nicht realisierbare extreme Verkleinerung des Schmelzvolumens vermeiden, oder, wie sich viele Jahre später zeigte, auch durch die Anwendung magnetischer Felder. Die damals mit Germanium erzielten Ergebnisse sind auch aus heutiger Sicht als Trends, selbst bei der vertikalen Einkristallzüchtung von III/V-Verbindungen, gültig.

Ende der 1960er Jahre wurde an der Bergakademie die Bildung von interdisziplinären Forschungsgruppen angeregt, um die Effektivität der Forschung und ihre fachübergreifende Ausstrahlung auf die Lehre zu erhöhen. Der Grundgedanke war dabei, dass die relativ kleinen Institute weder hinsichtlich der personellen noch der apparativen Kapazitäten ausreichend leistungsfähig waren, so dass nur eine interdisziplinäre, also instituts- und fakultätsübergreifende Kooperation als Ausweg gesehen wurde. Dabei musste das damals schon vorhandene Autonomiestreben der Lehrstühle überwunden werden.

Hinsichtlich einer breit angelegten kooperativen Lehr- und Forschungsarbeit auf dem Halbleitergebiet bestanden in der Freiburger Region die besten Vorausset-

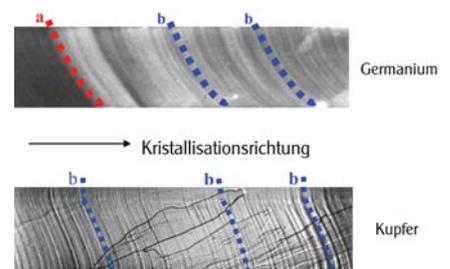


Abb. 2: Striations in Germanium- und Kupferbarren nach dem Zonenschmelzen im horizontalen Graphitboot mit induktiver Heizung. Quelle: Metallhütteninstitut 1969. **Ge-Barren:** Autoradiographie mit ^{124}Sb als radioaktiver Tracer, im Punkt „a“ erfolgte die radioaktive Markierung. **Cu-Barren:** Schliffbild, graphisch nachbearbeiteter Striationverlauf

zungen. Das historische Image Freibergs mit der chemisch-metallurgischen Tradition, das Erbe der weltweit bekannten Wissenschaftler (Agricola, Winkler, Reich und Richter), das industrielle Umfeld mit „Spurenmetalle“ als der einzigen Firma der DDR, welche Halbleiter und Dotiersubstanzen in bester Qualität herstellte, und das wissenschaftliche Potenzial der Bergakademie mit den werkstoffwissenschaftlichen, metallurgischen, chemischen, mineralogischen, physikalischen und elektrotechnischen Instituten bildeten dafür eine exzellente Startposition. Es entstand ein interdisziplinäres Team von technischen und wissenschaftlichen Mitarbeitern, das die methodischen und apparativen Potenzen der oben genannten Institute und die Kooperation mit der Firma „Spurenmetalle“ geordnet nutzte und für 30 Jahre ein wohl in ganz Deutschland unikales wissenschaftlich-technisches Zentrum für Halbleiterwerkstoffe entwickelte.

Organisatorisch wurde die Bereitschaft zur Kooperation dadurch entscheidend gefördert, dass, ausgehend von einem zentralen Aufgabenfeld, die Mitwirkung im Team sowohl an die Bedingung der Förderung des eigenen, lehrstuhlspezifischen Wissensgebietes als auch an zwingende Beiträge zur Unterstützung für die anderen Partner und die aktive Identifikation mit den Gesamtzielen gebunden war.

Die Leitung der interdisziplinären Gemeinschaft konzentrierte sich auf die Festlegung prinzipieller Orientierungen. Die praktische Realisierung erfolgte dezentral in den Arbeitsgruppen Züchtung, Struktur und Physik. Die interdisziplinäre Forschungsgemeinschaft „Halbleiter“ wies folgende Organisationsstruktur auf:

- Wissenschaftlicher Rat
(Vorsitzende: Prof. F. Günther,
Prof. K. Hein, Prof. H. Schneider)

- Vertreter der Industrie: Dr. T. Flade, Dr. D. Clauß
- Sekretär: Dr. E. Buhrig
- Leiter der Fachgruppen:
Physik: Dr. H. Boudriot
Struktur: Dr. H. Oettel
Herstellung: Dr. K. Winkler, Dr. H. Koi
- 20–30 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter
- Studenten

Die ersten von der Gemeinschaft bearbeiteten Aufgaben beinhalteten die Züchtung und Untersuchung ternärer II/IV/V₂-Verbindungen, speziell des Zinksiliciumphosphids ZnSiP₂.

Die II/IV/V₂-Verbindungen repräsentieren eine Stoffgruppe mit außerordentlich breit gefächertem Eigenschaftsspektrum (Bandlücken von 0,3 bis 4 eV, Schmelzpunkte von 600 °C bis > 1500 °C, Dampfdrücke am Schmelzpunkt von 0,01 bar bis > 10 bar). Die Entscheidung für diese Substanzgruppe war auch politisch durch das Vorbild russischer Wissenschaftler beeinflusst. Aus heutiger Sicht und in Kenntnis der Kompliziertheit der bauelementrelevanten Eigenschaften und der Probleme bei der Züchtung der „einfacheren“ binären III/V-Verbindungen gab es für eine industrielle Nutzung solcher ternärer Verbindungen keine Chancen.

Wissenschaftlich war die Beschäftigung mit den II/IV/V₂-Verbindungen für die Bergakademie dennoch ein Glücksfall. Es wurden neue Untersuchungsmethoden und Laborverfahren zur Charakterisierung und Erzeugung von Halbleitermaterialien entwickelt. Im Metallhütteninstitut wurde auch das erste Halbleiter-Reinraumlabor der Bergakademie mit einer Reinraumklasse von 10 eingerichtet und in Betrieb genommen. Innerhalb kurzer Zeit war die Freiburger Forschungsgemeinschaft in der DDR und auch international bekannt und geachtet. Dabei beschränkte sich die Anerkennung nicht auf Partner aus dem Ostblock. Sie förderte aber den internationalen Ruf Freibergs als Halbleiterstandort. Die Vielzahl qualitativ hochwertiger Promotionen (siehe Literatur im Internetportal), über 100 Publikationen und ein reicher, neu erworbener, bis heute ausstrahlender Erfahrungsschatz belegen diese Aussage.

Das Erfolgskonzept bestand in der effektiven Kooperation der an der Bergakademie vorhandenen Fachgebiete Theoretische Physik, Angewandte Physik, Metallkunde, Automatisierungstechnik und Metallurgie sowie der chemischen Analytik. Besonders wertvoll waren die in dieser

Zeit gewonnenen, in den Arbeitsgruppen profilierten oder neu etablierten methodischen Kompetenzen. Dazu gehörten die extrem genaue Einstellung von Temperaturen in Züchtungsöfen, die Präparationstechnik für die Züchtung As- und P-haltiger, hochreiner Verbindungen aus Schmelzlösungen und der Gasphase, die Methodenentwicklung zur Dampfdruckmessung und Vielkomponenten-Thermodynamik. Bezüglich der Materialcharakterisierung und Theorieentwicklung sind die Bandstrukturberechnung und Prognosen thermodynamischer Eigenschaften, die Erfassung elektrischer Halbleiterparameter, die optische Festkörperanalytik, die Präparationstechniken zur Elektronenmikroskopie und Metallographie von Halbleitermaterialien, Verfahren zur röntgenographischen Realstrukturanalytik von Einkristallen und die chemische Präzisionsanalytik hervorzuheben.

Als weiteres bleibendes Ergebnis wurden zahlreiche Stoffdaten von II/IV/V₂-Verbindungen gewonnen und in internationalen Fachzeitschriften publiziert.

Eine Übertragung des Aufgaben- und Organisationskonzeptes der damaligen interdisziplinären Forschungsgemeinschaft auf heute erscheint mit Blick auf die damals verfügbaren zentralen Finanzquellen und den jetzigen autonomen Charakter der Lehrstühle zwar nur bedingt möglich. Auch gegenwärtig sollte aber eine gut organisierte Kooperation der Fachgebiete und Kompetenzen auf dem so dynamischen und vielschichtigen Gebiet der Halbleiterforschung in der relativ kleinen TU Bergakademie helfen, niveaubegrenzende personelle und apparative Lücken zu schließen.

Unter dem Zwang einer größeren Technologienähe und einer Intensivierung der Kooperation mit der Firma „Spurenmetalle“ wurde in den 80er Jahren das Aufgabengebiet der II/IV/V₂-Verbindungen verlassen. Es begannen Arbeiten an binären III/V-Verbindungen. Die organisatorische und interdisziplinäre fachliche Struktur der Freiburger Forschungsgemeinschaft blieb zunächst teilweise erhalten.

Damals zeichnete sich die später vorherrschende Dominanz des GaAs noch nicht deutlich ab. Als Kristallzüchtungsmethode wurde daher an der Bergakademie zunächst eine Variante gesucht, die mit den verfügbaren, bescheidenen experimentellen Möglichkeiten auf mehrere III/V-Verbindungen anwendbar war. Als erfolgreich erwies sich die SSD-Methode (solid-solution-diffusion-method). Mit die-

sem Verfahren gelang es, kleine, aber hochwertige GaP-, InP-, InAs- und GaAs-Kristalle herzustellen und strukturell sowie bezüglich der elektrischen Eigenschaften zu charakterisieren. Dabei wurden erste Schritte der Modellierung des Stofftransportes in der Schmelze auch für die sogenannte „beschleunigte Rotationstechnik, ACRT“ gemacht.

Mit verschiedenen Verfahren wurden am Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe Dampfdruckmessungen durchgeführt. Für GaAs fand die Bourdon-Methode Verwendung. Dieses Messverfahren eignet sich besonders für Materialien mit merklichem Dampfdruck, da es im geschlossenen System realisiert wird. Für GaAs wurde ein Dampfdruck von 0,8–0,9 bar bei 1250 °C ermittelt. Später wurden für GaAs in Abhängigkeit von der Synthesemethode auch Werte nahe 2 bar gefunden.

Nach parallel durchgeführten Untersuchungen zur Herstellung von rotem Phosphor eröffnete der Übergang zum horizontalen und später zum vertikalen Gradient-Freezing-Bridgman Verfahren bei der Züchtung und Untersuchung von GaAs-Einkristallen eine Phase der wesentlich industrienäheren Forschungsarbeit. Die maßgeblich vom damaligen Forschungsdirektor der Firma Spurenmetalle, Dr. Flade, verantwortete förderliche Industrie-Kooperation fand auch darin ihren Ausdruck, dass Mitarbeiter der Bergakademie aus mehreren Fakultäten eine Qualifizierungstätigkeit direkt in der Firma absolvieren konnten. Der Bau geeigneter Öfen war ein ernstes Problem. Kommerziell gefertigte Öfen standen damals nur begrenzt zur Verfügung.

Gemeinsam mit dem Institut für Automatisierung, den Physikalischen Instituten und dem Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe sowie der Firma Elektromat Dresden wurden Mehrzonenöfen, einschließlich einer rechnergestützten Temperaturregelung, entwickelt und experimentell erprobt. Ein Prototyp dieser Anlagenlösung für größere Durchmesser konnte auch in der Firma „Spurenmetalle“ unter Mitwirkung von Mitarbeitern der Bergakademie aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Dabei wurde für die Züchtung von GaAs-Einkristallen mit dem horizontalen Bridgman-Verfahren die Gradient-Freezing-Methode weiter entwickelt, die eine Kristallisation durch ein wanderndes Temperaturfeld ohne mechanische Bewegung des Kristalls und damit stark vereinfachte Züchtungsapparaturen ermöglichte.

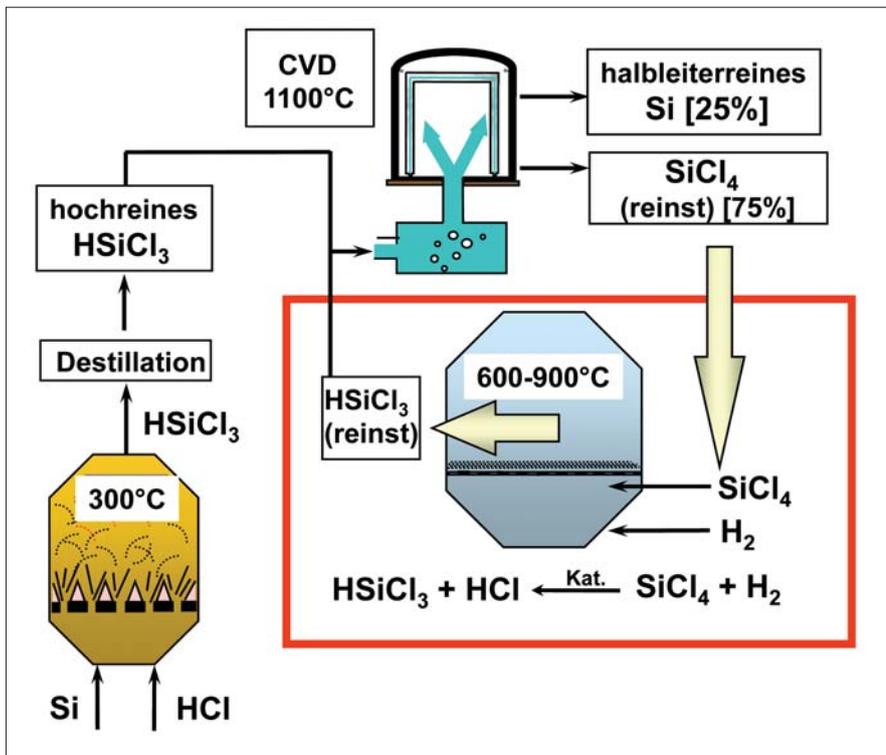


Abb. 3: Produktionskreislauf für polykristallines Silicium nach dem Siemens-Prozess, erweitert um die katalysierte Konvertierung von Siliciumtetrachlorid zu Trichlorsilan. Quelle: Institut für Anorganische Chemie, 2007

Die Arbeiten wurden durch umfangreiche strukturelle und physikalische Untersuchungen am Galliumarsenid begleitet, die vor allem methodisch eine nachhaltige Ausstrahlung auf die studentische Ausbildung und die Halbleiterforschung an der Bergakademie hatten. Ergebnisse dieser ersten 25-jährigen Periode der Beschäftigung mit Halbleiterwerkstoffen an der Bergakademie waren ein fundierter Erfahrungsschatz auf dem Gebiet der Einkristallzüchtung, der Diagnostik physikalischer, struktureller und chemischer Eigenschaften und des Gerätebaus sowie das Verständnis des komplexen Charakters der Halbleiterwerkstoffe. Die Kooperation zwischen Universität und Industrie war fruchtbar, wie eine Vielzahl von Publikationen mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen belegt. Diese wichtigen Ergebnisse waren Beiträge zur Qualifizierung Freibergs als Standort der Halbleiterforschung, -lehre und -industrie mit weltweiter Anerkennung.

Forschung und Lehre an der TU Bergakademie Freiberg nach 1990

Chemie zu Elektronik-/Solar-Silicium

Die an der TU Bergakademie Freiberg im Bereich Chemie ausgeführten Forschungsarbeiten zum Themenkreis „hochreines elementares Silicium“ konzentrieren sich

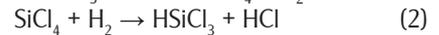
auf die Felder

- Precursor-Chemie für Si-Material,
- Ätzprozesse von Si-Wafern,
- Recycling von Si-Wafern und Si-Feinkorn,
- Synthese und Reaktivitätsmuster von Nano-Si.

Sie werden in enger Kooperation mit Industriepartnern konzipiert und realisiert.

Mit der Berufung von G. Roewer auf die Professur Anorganische Chemie im September 1988 begannen konkret die Aktivitäten zur Unterstützung und Optimierung des im VEB Spurenmetalle Freiberg bereits laufenden industriellen Abscheidungsprozesses von polykristallinem Silicium aus Trichlorsilan nach dem Siemens-Prozess-Regime. Abgestimmt mit den Intentionen des damaligen SMF-Forschungsdirektors Dr. Flade wurde mit Untersuchungen für die katalysierte Wandlung von Siliciumtetrachlorid in Trichlorsilan begonnen.

Da aus dem in den Siemens-Prozess eingespeisten Edukt-Trichlorsilan unter industriellen Bedingungen (CVD bei 1100 °C) praktisch nur 25% der darin enthaltenen Siliciummenge als Wunschprodukt Silicium abgeschieden, aber 75% zu hochreinem Siliciumtetrachlorid (pro Tonne Si ca. 20 Tonnen) gewandelt werden, ist es im Sinne der Prozessökonomie von enormer Bedeutung, das anfallende Siliciumtetrachlorid wiederum zu Trichlorsilan zu konvertieren (Gl. 1, 2).



Eine Schlüssel-Prämisse für die Realisierung eines solchen „Konvertierungsprozesses“ ist die Aufrechterhaltung des hohen Reinheitsgrades, den das hier einzusetzende Edukt SiCl_4 als Produkt aus dem Si-Abscheidungsreaktor bereits hat. Um diesen für das primär zur Si-Abscheidung eingesetzte Trichlorsilan zu erreichen, muss ja ein enormer Energieaufwand in den Reinigungsprozess gesteckt werden (Destillation über viele Trennstufen und komplizierte Abtrennung der Dotier-Elemente, wie Phosphor und Bor).

Die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung von Metallsilicid-Katalysatoren durch die gemeinsamen Aktivitäten der beiden Arbeitsgruppen aus den Instituten Anorganische Chemie (Roewer) und Physikalische Chemie (Bohmhammel) führte dazu, dass als Alternative zum u.a. von der Firma Wacker in Burghausen praktizierten, sehr material- und energieintensiven Hochtemperatur-Konvertierungsverfahren ein bei wesentlich niedrigerem Temperaturniveau betriebbarer Konvertierungsprozess möglich geworden ist (vgl. roten Kasten in Abb. 3, Kat = Metallsilicid). Die Ergebnisse dieser nach der Wiedervereinigung Deutschlands in Zusammenarbeit mit den Firmen Wacker und Degussa betriebenen Forschung zur katalysierten Hydrodehalogenierung von Siliciumtetrachlorid sind in mehreren Patenten fixiert.

Im Labormaßstab lässt sich aus SiCl_4/H_2 -Mischungen auch nano-kristallines Silicium-Material gewinnen, wie durch gemeinsam betriebene Forschung der beiden Arbeitskreise Bohmhammel/Roewer gefunden worden ist. Die chemischen Reaktivitätsmuster und elektronischen Eigenschaften werden nun im gemeinsamen Projekt mit dem Institut für Experimentelle Physik erkundet.

Der ursprünglich zur Produktion von Elektronik-Si aus Monosilan (SiH_4) in den USA entwickelte Weg des Si-Produzenten REC (USA, Norwegen) fußt letztlich auf der Erzeugung von Trichlorsilan (Hydrodehalogenierung des Siliciumtetrachlorids bzw. Umsetzung von metallurgischem Silicium mit Chlorwasserstoff). Aus ihm wird das Monosilan, das sich bei wesentlich niedrigerer Temperatur als Trichlorsilan und vollständig zu Silicium und Wasserstoff spalten lässt, durch eine sogenannte „Dismutation“ erhalten (Gl. 3).

Wie aus der Bilanzgleichung abzulesen ist, beträgt der erreichbare Maximal-

anteil an SiH_4 nach dieser „Umverteilung“ der Atome Wasserstoff und Chlor allerdings auch nur 25%, Gl. 3:



Um die immer größer werdende Lücke zwischen dem Bedarf an Solar-Silicium für die Photovoltaik und verfügbarem kostengünstig produzierten Material zu schließen, haben Degussa und Solar World in einem „Joint Venture“ ein prinzipiell analoges Prozess-Regime zur Erzeugung von solar-grade-Si-Pulver (SUNSIL®) zur Produktionsreife gebracht. Zum Prozess der Si-Abscheidung (Gl. 4)



werden bezüglich einer Reaktoroptimierung (Durchsatz, Verlust) und der Qualität (Reinheit, Partikelgröße, Agglomeration) des anfallenden Silicium-Materials am Institut für Technische Chemie (AG Dr. Ziegenbalg, nachfolgend Prof. Bertau) und im Rahmen von Projekten mit den genannten Firmen umfangreiche Forschungsarbeiten betrieben. Die Überführung von Monosilan in Si-Pulver gelingt nahezu verlustfrei.

Die Nachfrage nach für photovoltaische Anwendungen relevantem Silicium ist in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen, ein weiteres Wachstum des Marktes wird allgemein erwartet. Weltweit sind die Photovoltaikanlagen-Hersteller dabei, industrielle Fertigungen mit hohen Kapazitäten aufzubauen. Ein großer Teil des Silicium-Materials zur Herstellung von Solarzellen kommt aus der Silicium-Produktion für die Elektronikindustrie, ca. 35.000 t (sg-plus eg-Si-Material) im Jahr 2006. Für Solaranlagen übersteigt der derzeitige Si-Bedarf immer stärker die verfügbare Menge.

Darüber hinaus sind Materialien vorhanden, die aufgrund ungeeigneter Dotierung und von Verunreinigungen erst nach einer Aufbereitung für die Solartechnik nutzbar sind. Zur Erschließung neuer Quellen zählen auch moderne und kostengünstige Aufbereitungsprozesse von verunreinigtem Halbleiter- und Solarsilicium sowie die Schaffung einer Kreislaufwirtschaft für Solarprodukte. Ein neuer Wirtschaft- und Umweltaspekt, der durch die Knappheit an solar-grade-Silicium-Material und Erhöhung der Energiekosten ein noch größeres Gewicht erhält, umfasst das Silicium-Recycling aus nicht mehr funktionstüchtigen Anlagen und die Reinigung von bei der mechanischen Silicium-Bearbeitung anfallendem „Feinkorn“-Anteil. Im

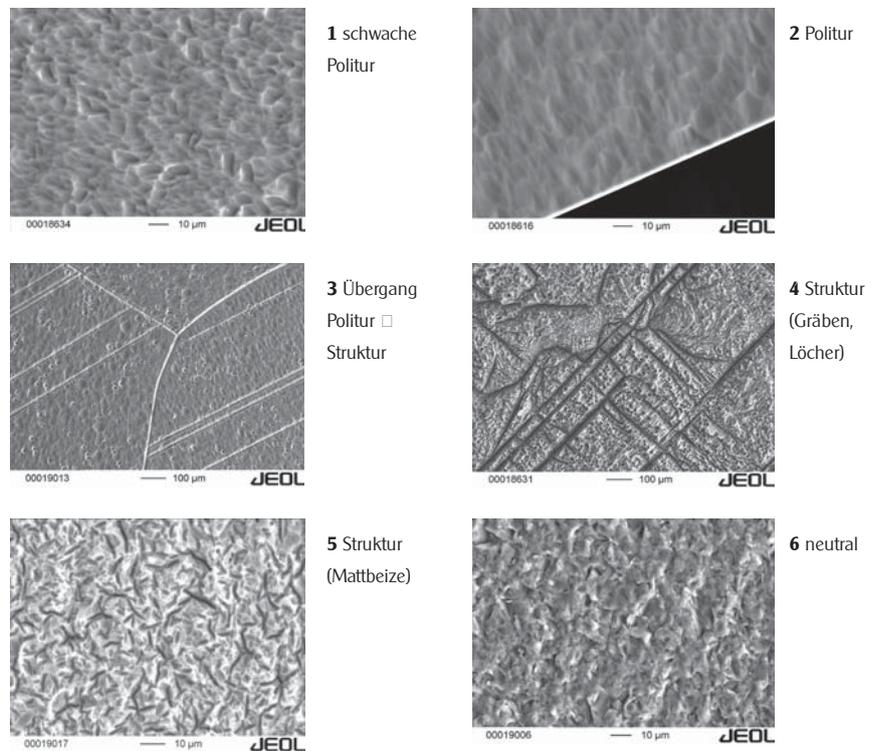
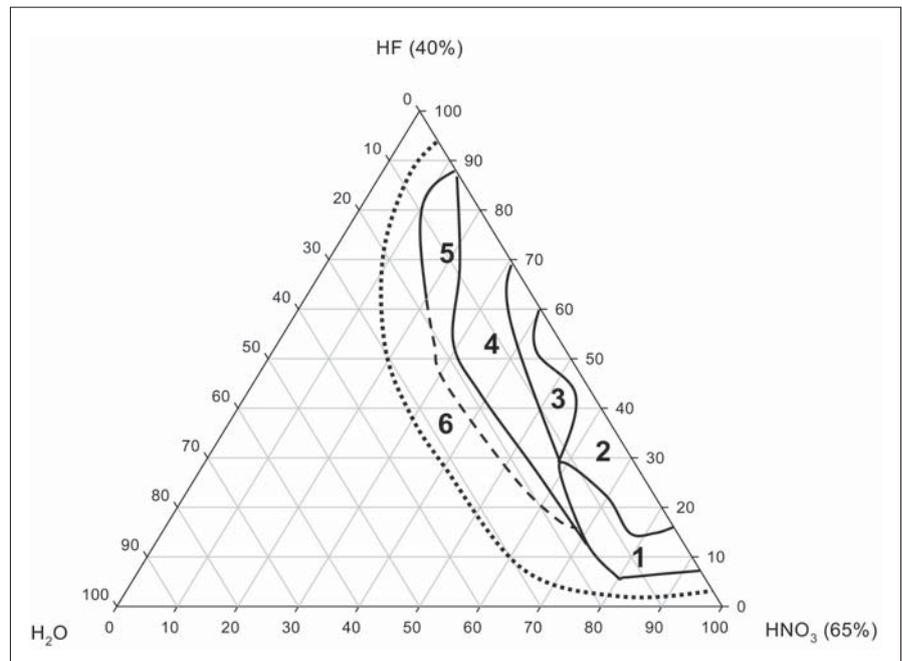


Abb. 4: HF/HNO₃-Ätzzdiagramm und Oberflächenmorphologie von Solar-Si-Wafern. Quelle: Institut für Anorganische Chemie 2007

Interesse der großflächigen, ökologisch ausgewogenen regenerativen Energieerzeugung ist es erforderlich, neben umweltfreundlichen und energiesparenden Herstellungsverfahren auch die spätere Entsorgung von Solarmodulen unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten zu berücksichtigen.

Für die Verwirklichung eines schlüssigen globalen Umweltschutzkonzeptes ist ein solches Recycling mit dem progressiven Wachstum der Photovoltaik zwingend

erforderlich. In Freiberg ist deshalb in einer gemeinsamen Initiative der Deutsche Solar AG und TU Bergakademie ein neuer Forschungsschwerpunkt „Silicium-Recycling“ kreiert worden. Auf der Basis eines Innovationsprojektes „Somozell-1“ (2002–2005) der Deutschen Solar GmbH mit Instituten der TU Bergakademie (Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Institut für Anorganische Chemie, Institut für Physikalische Chemie)

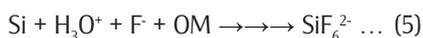
ist im Rahmen von Laborentwicklungen erfolgreich die technische Machbarkeit des konzipierten Verfahrensablaufs im kleinen Maßstab erprobt worden.

Aufbauend auf den Laborergebnissen wurde dieses neue Trennverfahren zunächst in den halbertechnischen und dann in den technischen Maßstab am Standort Freiberg übertragen. Dieses erfolgreich in die Praxis überführte Projekt zum Recycling von Solarzellen und -modulen hat 42 Arbeitsplätze bei der Solar World AG entstehen lassen.

Die Reinigung der abgetrennten Solarzellen- und Solarsilicium-Rückstände durch eine mehrstufige chemische Behandlung mit flusssäurehaltigen Ätzbädern verkörpert ein sehr wesentliches Stadium in diesem Konzept zur Ressourcen-Schonung: Entwicklung und Optimierung des Ätzprozesses, Konstruktion und Aufbau einer Ätzlinie, Entwicklung eines Kreislaufkonzeptes unter Reduzierung der Abgasbelastung und der Abfallmengen.

Die dafür relevanten Forschungsarbeiten zum Si-Solar-Wafer-Ätzprozess sind im Institut für Anorganische Chemie ausgeführt worden. Die stark geschädigten Waferoberflächen aus dem Recyclingprozess müssen nach Abbrennen der Kunststoffe und Ablösen der metallischen Leiterbahnen durch Säure-Laugung im Ätzprozess mit Flusssäure zunächst weitgehend geglättet werden. Erst dann kann, je nach Wunsch, eine Strukturierung bzw. Texturierung der Oberfläche vorgenommen werden.

Der chemische Ätzprozess des elementaren Siliciums durch den Kontakt mit einem Bad, das Flusssäure im Gemisch mit einem potenziellen Oxidationsmittel OM (z. B. konzentrierte Salpetersäure, Wasserstoffperoxid) enthält, besitzt eine herausragende Bedeutung für die Planarisierung, Oberflächenstrukturierung und Reinigung von Wafern, sowohl in der Photovoltaik als auch in der Elektronik-Industrie, Gl. 5:



Durch elektronenmikroskopische Untersuchungen in Korrelation mit Ätzratenbestimmungen an den Wafern konnten Reaktant-Konzentrationsbereiche (1 bis 6 in Abb. 4), bei deren Anwendung jeweils eine ähnliche Oberflächenstruktur resultiert, für das Ätzbad $\text{HF}/\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}$ ermittelt werden. Deutlich wird, dass nur ganz bestimmte Konzentrationsbereiche der Ätz-Reaktanten für eine gezielte Oberflächengestaltung nutzbar sind.

Stoffbilanz, Thermodynamik und Kinetik, insbesondere der Mechanismus des Ätzprozesses, werden im Zusammenhang mit seiner Effektivierung und Steuerung in den Instituten Anorganische Chemie (AG Prof. Kroke und AG Prof. Voigt) und Physikalische Chemie (AG Prof. Bohmhammel) in einem aktuellen Verbundprojekt detailliert untersucht (Projekt Somozell-2).

In zweijährlichem Turnus werden auf dem BHT (Freiberger Forschungstage) im 3-tägigen Kolloquium „Freiberger Silicium-Tage“ mit großer Publikumsresonanz aus Betrieben neueste Ergebnisse zur Si-Halbleiter- und Solarmaterialsynthese, der Materialbearbeitung und -charakterisierung vorgestellt.

GaAs-Forschung und Kristallzüchtung

Die Zeit um 1990 brachte auch in der Halbleiterforschung der Bergakademie im Hinblick auf die Kristallzüchtung eine völlig neue Situation, insbesondere neue Möglichkeiten. Die Öffnung zu Gesamtdeutschland und zum westlichen Ausland erbrachte die Chance, Kontakte zu international angesehenen Halbleiter- und Kristallzüchtungseinrichtungen Deutschlands, wie den Universitäten in Erlangen und Freiburg und den Zentren in Göttingen und Jülich, zu knüpfen. Diese Kontakte entwickelten sich, gefördert durch die Unterstützung durch die Firma Spurenmetalle bzw. später Freiberger Compound Materials, schnell zu einer erfolgreichen und dauerhaften Kooperation. Positive Impulse ergaben sich auch aus der Stärkung der Halbleiterforschung in den Physik-Instituten und durch den Zugang zu neuen Arbeitsmethoden und Geräten.

Am Institut für NE-Metallurgie und Reinststoffe, das aus dem Metallhütteninstitut hervorgegangen war, begannen unter Leitung von Prof. K. Hein und später unter Prof. E. Buhrig Arbeiten zum vertikalen Gradient-Freezing-Verfahren (VGF) für GaAs, zur Bedeutung von Strömungsvorgängen bei der Kristallzüchtung, zur Kristallzüchtung unter Schwerelosigkeit, zur thermodynamischen Modellierung und später auch zur Kristallzüchtung von SiC. Die Schwerpunkte lagen aber zunächst in der Züchtung und Eigenschaftscharakterisierung von halbisolierendem und dotiertem VGF-GaAs.

An den Arbeiten beteiligten sich ebenso Institute aus den Fakultäten Chemie und Physik, Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie sowie Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Energietechnik. Das in den Jahren zuvor etablierte in-

terdisziplinäre Team blieb also zunächst erhalten, wenn auch durch die neue Profilierung der beteiligten Institute andere Formen der Kooperation entstanden.

Die Arbeiten zum Galliumarsenid waren motiviert durch den rasanten Anstieg der industriellen Anwendung dieses Werkstoffes in der Kommunikationstechnik, der Optoelektronik und LASER-Technik. Aus dieser Massenanwendung ergaben sich neue Anforderungen an die Effektivität der Züchtungstechnologien und physikalischen Eigenschaften sowie auch an die strukturelle und elektrische Diagnostik.

Die Bandstruktur des GaAs ermöglicht mit einer Bandlücke von 1,4 eV, direkten Band/Band-Übergängen und der hohen Beweglichkeit der Elektronen von $\mu \geq 7 \cdot 10^3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ (undotiert) gegenüber dem mengenmäßig dominierenden Silicium ein erweitertes Anwendungsspektrum. Aufgrund dieser Eigenschaften hat das GaAs für schnelle Bauelemente in der „Handy“-Technologie sowie als Substrat für Lumineszenzdioden und neuerdings auch für Halbleiter-LASER, wie sie in einer Vielzahl von modernen Geräten der Medizin, der Material-Technologie und in der Unterhaltungselektronik zum Einsatz kommen, breite industrielle Anwendungsbereiche erobert. Diese erfordern sehr unterschiedliche GaAs-Werkstoffqualitäten.

Während für die Optoelektronik und LASER-Technik halbleitende hochdotierte GaAs-Kristalle benötigt werden, ist für die Anwendung in der schnellen Mikroelektronik GaAs mit sogenannten halbisolierenden Eigenschaften, also mit einem hohen spezifischen Widerstand, zwingend erforderlich. Hinzu kommt noch, dass die GaAs-Kristalle ein hohes Maß an struktureller Perfektion aufweisen, also versetzungsarm sein müssen.

Technologisch wird die Erzeugung von GaAs-Einkristallen dadurch erschwert, dass diese Verbindung bei der Schmelztemperatur von 1238 °C in Abhängigkeit von dem As-Gehalt in der Schmelze einen Dampfdruck von 0,8 bis 2 bar aufweist und die dominante Gaskomponente aus dem toxischen Arsen besteht. Daraus ergibt sich die Tatsache, dass die Züchtung vorzugsweise unter einer Boroxid-Abdeckung erfolgt und stringente Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes eingehalten werden müssen.

Nachdem in der Industrie anfänglich meistens das Czochralski-Verfahren zum Einsatz kam, gewann die horizontale Bridgman-Züchtung für GaAs-Einkristalle in der Firma „Spurenmetalle“ bzw. de-

ren Nachfolgefirma Freiburger Compound Materials (FCM)³ industriell und am Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe im Labormaßstab an Bedeutung. Anfang der 1990er Jahre bestand allerdings die Aufgabe, GaAs in einem vertikalen Gradient-Freezing-Verfahren herzustellen. Das Grundprinzip dieser Methode ist in Abb. 5 dargestellt.

Der Vorteil dieser vertikalen Züchtungsmethode gegenüber der in einem horizontalen Boot besteht darin, dass axialsymmetrische, runde Kristalle entstehen, die eine hohe radiale Homogenität der Eigenschaften aufweisen. Durch die Möglichkeit einer Durchmesservergrößerung wird das industrielle Anwendungspotenzial des GaAs (VGF) entscheidend erweitert.

An der Einführung des vertikalen Gradient-Freezing-Verfahrens wurde damals sowohl in der Industrie als auch an deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen gearbeitet. Daraus entstand die Möglichkeit, in Forschungsaufträgen, die vom BMBF finanziert und von der Firma Freiburger Compound Materials gestützt wurden, grundlegende experimentelle und theoretische Arbeiten zum vertikalen Gradient-Freezing-Verfahren in das Forschungsprofil der TU Bergakademie Freiberg aufzunehmen. Entscheidend für den sich einstellenden Erfolg dieser Arbeiten war, dass dabei sowohl an unserer Universität als auch deutschlandweit eine intensive Kooperation entwickelt wurde. An ihr beteiligten sich das Forschungszentrum in Jülich und Institute der Universität Erlangen mit eigenständigen, aber koordinierten Teilaufgaben.

Diese Forschungsaufgabe, die nahezu 10 Jahre die GaAs-Halbleiterforschung an der Bergakademie prägte, fand mit dem Thema „Züchtung von halbisolierenden undotierten GaAs-Einkristallen nach dem vertikalen Bridgman-/Gradient-Freezing-Verfahren“, das federführend von Prof. H. Oettel vertreten wurde, im Jahre 2000 einen erfolgreichen Abschluss (siehe Tabelle im Halbleiter-Internetportal).

An der Bergakademie beteiligten sich folgende Institute an dieser Entwicklungsarbeit:

- das Institut für Automatisierungstechnik mit der Entwicklung einer computergestützten hochpräzisen Temperatur-Mess- und Regelungstechnik
- das Institut für Hochtemperaturanlagen

³ Im Rahmen der Privatisierung entstand aus der Firma Spurenmetalle Freiberg die Firma Freiburger Elektronikwerkstoffe und, als Hersteller für GaAs, die Firma Freiburger Compound Materials.

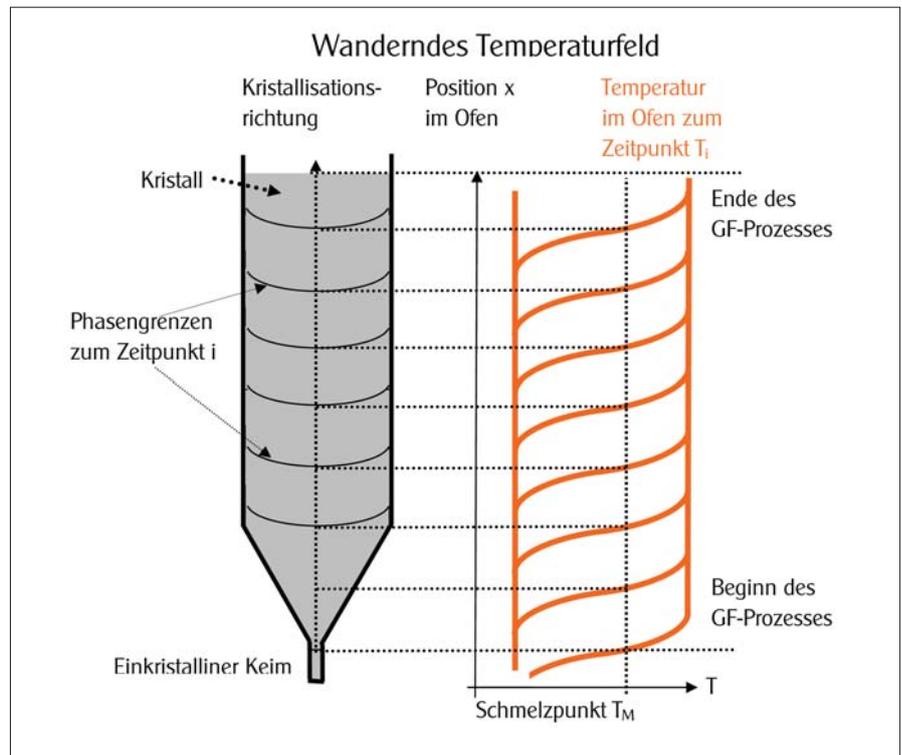


Abb. 5: Grundprinzip des Gradient-Freezing-Verfahrens. Quelle: O. Pätzold, E. Buhrig, U. Wunderwald: Vorlesung Kristallzüchtung 2006

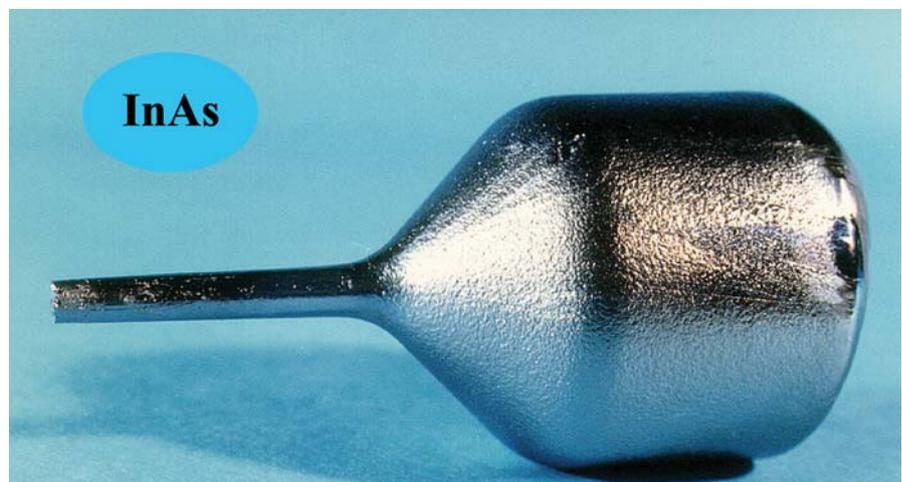


Abb. 6: GaAs- und InAs-Kristalle, gezüchtet mit dem Gradient-Freezing-Verfahren im Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe, 40 mm, 1995. Originalkristallfarbe silbergrau. Quelle: B. Weinert, Festkolloquium für Dr. Flade 2007

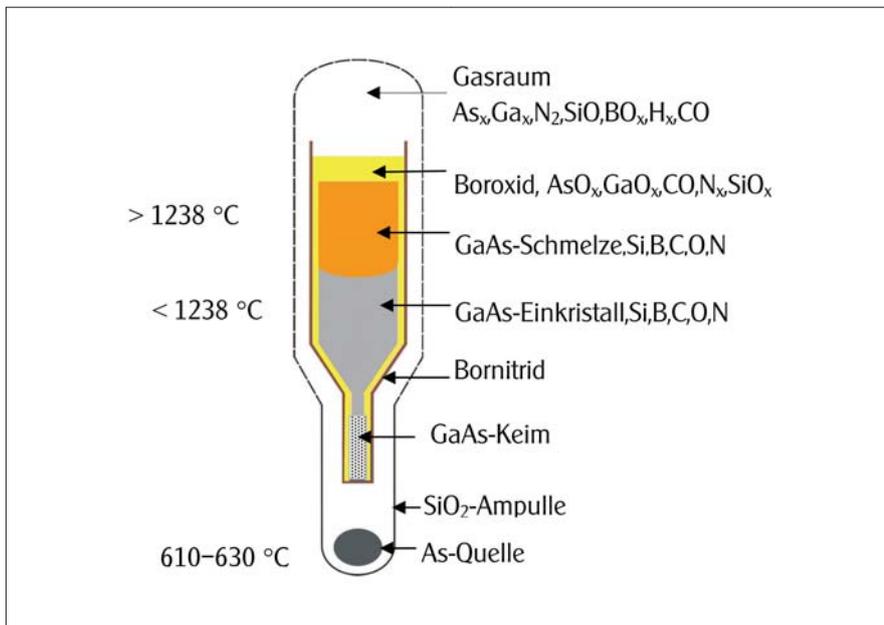


Abb. 7: Geschlossenes Ampullensystem zur Züchtung von Galliumarsenid. Quelle: E. Buhrig, Vorlesung Kristallzüchtung 2007

mit der thermischen Simulation, der Konstruktion und dem Bau eines optimierten Gradient-Freezing-Ofens für die GaAs-Kristallzüchtung

- das Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe mit der Entwicklung einer Technologie zur Züchtung von dotierten und undotierten, versetzungsarmen GaAs-Kristallen in geschlossenen Quarzampullen, der Bereitstellung von Kristallmaterial für die Arbeitsgruppen und mit der thermodynamischen Modellierung des Züchtungsprozesses
- das Institut für Metallkunde mit der Entwicklung und Anwendung von Verfahren zur lichtoptischen, röntgenographischen und elektronenoptischen Analytik der Realstruktur des GaAs
- das Institut für Experimentelle Physik mit der elektrischen Charakterisierung, einschließlich orts aufgelöster Verfahren und der Störstellenanalytik tiefer Energieniveaus
- das Institut für Theoretische Physik mit der Bandstrukturberechnung.

Die Gradient-Freezing-Züchtung von GaAs-Einkristallen wurde in dieser umfassenden Forschungsaufgabe in zwei Richtungen weiterentwickelt. Die eine orientierte sich auf die Entwicklung einer Druckofenvariante, die für die Züchtung großer GaAs-Kristalle im industriellen Maßstab prädestiniert ist. Diese Verfahrens- und Ofenentwicklung erfolgte im Rahmen des obengenannten gemeinsamen Forschungsprojektes vorzugsweise am Jülicher Forschungszentrum und am Kristalllabor der Erlanger Universität so-

wie in Bezug auf Grundlagenfragen an der TU Bergakademie. Die Druckofenvariante ist heute eine tragende Säule der Züchtung von VGF-GaAs-Kristallen in der Firma FCM.

Am Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe wurde alternativ dazu eine andere Technologie, die Züchtung der GaAs-Kristalle und weiterer III/V-Verbindungen (siehe Abb. 6) im geschlossenen System in der in Abb. 7 dargestellten Ampullenvariante weiterentwickelt und realisiert. Mit diesem Verfahren konnten sowohl halbisolierende als auch hoch-Si-dotierte, versetzungsarme GaAs-Kristalle gezüchtet werden. Dabei gelang es auch durch die Diagnostik-Kooperation mit den Industriepartnern, den Physik-Instituten sowie dem Institut für Werkstoffwissenschaft grundlegende Zusammenhänge für das Entstehen des halbisolierenden Zustandes im GaAs zu analysieren. Außerdem wurden aus dem Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe wesentliche Beiträge zur Thermodynamik der GaAs-Kristallzüchtung erbracht. Ein wichtiges Merkmal dieser Züchtungsmethode im geschlossenen Quarzcontainer ist, dass der As-Partialdruck durch ein exakt temperiertes As-Reservoir eingestellt und damit auch die Stöchiometrie des GaAs-Kristalls definiert werden kann. Das ist im Druckreaktor nur bedingt möglich.

Für Si-dotiertes, versetzungsarmes GaAs wurde ein thermodynamisches Modell entwickelt, das folgenden Kristallisationsablauf beschreibt: In der geschlossenen Quarzglasampulle wird bei 610–630 °C

Arsen aus einer Quelle verdampft, so dass der As-Dampf den gesamten freien Ampullenraum ausfüllt. Das GaAs mit Si-Dotierung befindet sich in einem Bornitrid-Tiegel und kann mit Boroxid überschichtet werden. Das GaAs wird bis auf den Keim aufgeschmolzen. Durch gesteuerte Absenkung der Temperatur wird eine Kristallisationsfront, vom Keim beginnend, nach oben geführt, bis das gesamte GaAs kristallisiert ist. Das thermodynamische Modell weist aus, dass alle im Reaktionsraum vorhandenen Phasen mit den Spezies im Gas (As , N_2 , SiO , B_2O_3), im Boroxid (B_2O_3 , SiO_2 , As_2O_3 , Ga_2O , N_2), Bornitrid (Tiegel), SiO_2 (Ampulle) und As-Quelle oder auch einem Graphit-Zusatz untereinander in einem temperaturabhängigen chemischen Gleichgewicht stehen, also Verunreinigungen und Matrixkomponenten austauschen. Die sich ergebenden chemischen Konzentrationen können durch das thermodynamische Modell quantitativ berechnet werden.

Neben der zielgerichteten Kristallzüchtung bildete die Installation einer leistungsfähigen, vollautomatisierten Gradient-Freezing-Apparatur und einer kompletten Züchtungstechnologie im Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe den Ausgangspunkt und die experimentelle Basis für die Entwicklung neuer Kristallzüchtungsvarianten. Im Mittelpunkt steht dabei nach wie vor die Modellierung und aktive Beeinflussung von Strömungsvorgängen in der Halbleiterschmelze, weil dadurch der Wärme- und Stofftransport während der Züchtung – und damit die Kristallqualität und Ausbeute – verbessert werden können. Die Arbeitsschwerpunkte auf diesem Gebiet umfassen den Einsatz zeitabhängiger Magnetfelder bei der VGF-Züchtung sowie die Kristallzüchtung unter Schwerelosigkeit, also im Weltraum.

Der Kristallisationsprozess und die entstehende Kristallqualität werden maßgeblich durch die Strömung vor der Kristallisationsfront und im Schmelzvolumen beeinflusst. Für diese Strömung in der Schmelze existieren zwei natürliche Triebkräfte:

- a) die gravitativ erzeugte Strömung (Auftriebsströmung), die unter terrestrischen Bedingungen bei Vorliegen eines Temperaturgradienten unvermeidbar ist und
- b) die Strömung durch den Marangoni-Effekt, der durch Gradienten der Oberflächenspannung verursacht wird und damit auch unter Schwerelosigkeit wirkt.

Die Kristallzüchtung unter Schwerelosigkeit ist vor allem für grundlegende Untersuchungen zu den Ursachen und Mechanismen der Schmelzströmung von

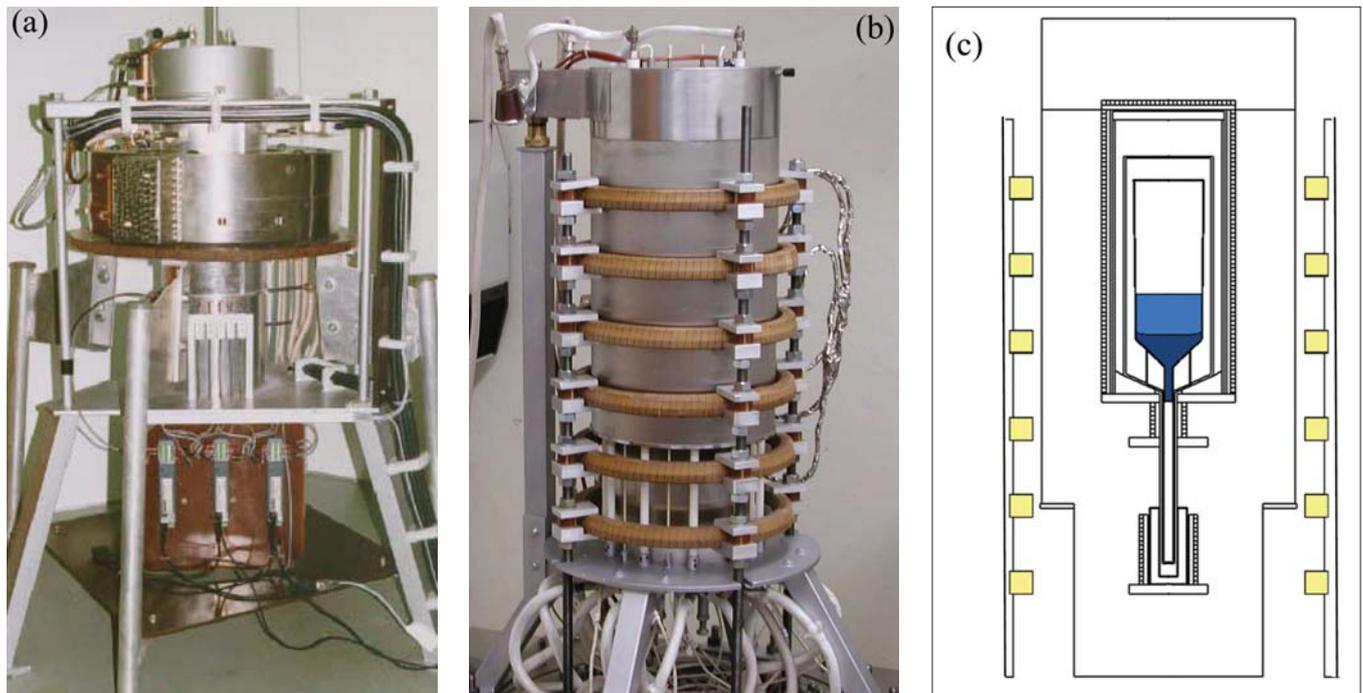


Abb. 8: Gradient-Freezing-Anlagen zur Kristallzuchtung im Magnetfeld im Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe für Kristalldurchmesser bis 30 mm. Quelle: O. Pätzold, 2007

a) rotierendes Magnetfeld, b) wanderndes Magnetfeld, c) Anlagenprinzip

Bedeutung. Unter Weltraumbedingungen lassen sich auch schwerkraftunabhängige Phänomene erforschen, die ansonsten unvermeidlich von der Auftriebsströmung überlagert werden. Ein Beispiel dafür ist die Marangoni-Konvektion an freien Oberflächen, die durch die Temperatur- und Konzentrationsabhängigkeit der Oberflächenspannung verursacht wird.

In einem Kristallisationsexperiment, welches vom Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe initiiert, vorbereitet und ausgewertet und in der Orbitalstation MIR vollzogen wurde, zeigte sich, dass bei der Existenz freier Schmelzoberflächen durch den Marangoni-Effekt tief in das Volumen eingreifende Strömungen entstehen. Sie können die Fremdelementdurchmischung im Volumen und auch die Vorgänge an der Kristallisationsfront nachhaltig beeinflussen. Auch unter terrestrischen Bedingungen, also in der praktischen Kristallzuchtung, muss immer mit der Wirkung der Marangoni-Strömung gerechnet werden. Die weiterführenden aktuellen Arbeiten zur Kristallzuchtung im Weltraum erfolgen in einem durch die deutsche Luft- und Raumfahrtbehörde (DLR) geförderten Forschungsprojekt. Die zugehörigen Weltraumexperimente werden von der Europäischen Weltraumbehörde (ESA) koordiniert und im Rahmen der unbemannten FOTON M3-Mission durchgeführt. Sie sind auf die Untersuchung der durch ein rotierendes Magnetfeld induzierten Strömung gerichtet und sollen neue Erkenntnisse

zum Übergang von einer laminaren zu einer zeitabhängigen Strömung liefern.

Ein statisches Magnetfeld mit sehr hohen Feldstärken kann die Konvektion in der Schmelze komplett unterbinden und damit eine Stabilisierung des Kristallisationsvorganges bewirken. Durch Erzeugung einer definierten Strömung mittels zeitabhängiger Magnetfelder lässt sich eine Optimierung der Zuchtung erzielen. Die letztgenannte Variante benötigt nur geringe Feldstärken und ist deshalb sehr vorteilhaft. Sie ist im Labormaßstab sowie auch im technischen Maßstab effektiv einsetzbar.

Zeitabhängige Magnetfelder bieten die Möglichkeit der kontaktlosen Beeinflussung der Schmelze. Für die Untersuchungen der Kristallzuchtung unter Einwirkung zeitabhängiger Magnetfelder wurden die am Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe existierenden VGF-Anlagen mit Spulensystemen für die Erzeugung eines horizontal rotierenden und eines axial wandernden Magnetfeldes ausgerüstet (Abb. 8).

Derzeit wird ein umfangreiches Versuchsprogramm zur Erprobung und Optimierung der Anlagen und zur systematischen Untersuchung der Magneto-Hydrodynamik-Effekte realisiert. Die bisher durchgeführten Experimente zur Magnetfeldzuchtung von Ge und GaAs belegen, dass eine gezielte Beeinflussung der Schmelze durch die verwendeten Magnetfelder möglich ist. Es lassen sich stationäre Strömungsmuster erzeugen, die zu einer

Verringerung der thermischen Spannungen an der Phasengrenze Schmelze/Kristall und zu einer homogeneren Verteilung von Dotierstoffen führen. Damit ist der Nachweis erbracht, dass sich die entwickelte Magnetfeld-VGF-Technologie prinzipiell für die Zuchtung von Halbleiterkristallen mit verbesserten strukturellen und elektrischen Parametern eignet.

Diese Arbeiten erfolgen im Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereichs 609 „Elektromagnetische Strömungsbeeinflussung in Metallurgie, Kristallzuchtung und Elektrochemie“ in enger Kooperation mit dem Forschungszentrum Rossendorf und der TU Dresden.

Die Entwicklung und Optimierung geeigneter Apparaturen mit einem Magnetmodul einschließlich präparativer Erfahrungen und Simulationsrechnungen für die Strömungsvorgänge sind eine Voraussetzung für die Realisierung der Magnetfeldzuchtung. Dieser Aufgabenkomplex ist ein weiteres aktuelles Arbeitsgebiet am Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe. Dabei werden die kommerziell verfügbaren Programme CrysVUN⁺⁺ und FactSage genutzt.

CrysVUN⁺⁺ ermöglicht auf der Basis eines thermischen Modells der Zuchtungsanlage (Abb. 9) die numerische Simulation des VGF-Prozesses unter Berücksichtigung von Auftriebs-, Marangoni- und magnetfeldinduzierter Schmelzkonvektion. FactSage wird für die thermodynamische Modellierung eingesetzt, um fun-

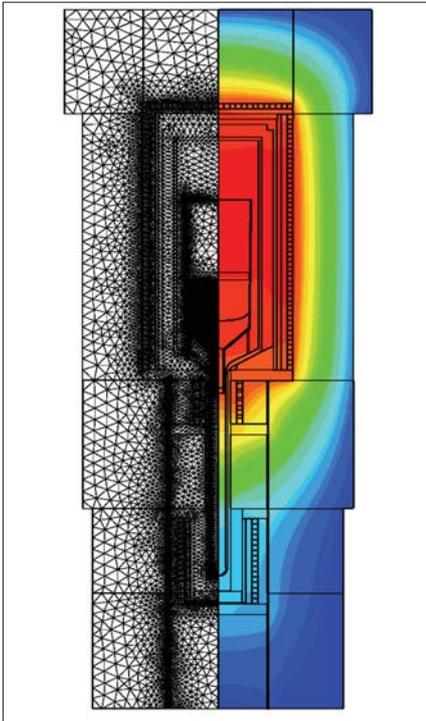


Abb. 9: Numerische Simulation unter Berücksichtigung der Auftriebs- und Marangoni- und magnetfeldinduzierten Schmelzkonvektion. Quelle: O. Pätzold, 2007

dierte Aussagen über chemische Gleichgewichte und dominierende Spezies im System Kristall-Schmelze-Gasphase unter Berücksichtigung von Verunreinigungen, Dotierungen sowie latenten Fremdelementquellen aus Konstruktionskomponenten im Züchtungsreaktor zu erhalten.

Die bisherigen Ergebnisse aus Kristallzüchtungsversuchen mit GaAs und auch mit der Modellsubstanz Germanium belegen die Möglichkeit der effektiven Beeinflussung und Optimierung der Strömung während der Züchtung sowie positive Auswirkungen auf die Form der Phasengrenze und auf die Kristallhomogenität.

Die Magnetfeldanwendung bei der Kristallzüchtung in verschiedenen und hier in ihrer Vielfalt nicht darstellbaren Ausführungsformen wird als wichtige Erweiterung von Kristallzüchtungstechniken sowohl im Labormaßstab als auch für Innovationen der industriellen Kristallzüchtung angesehen.

Der auf dem Gebiet der Grundlagen von Kristallisationsvorgängen, der praktischen Kristallzüchtung sowie der umfassenden Prozessmodellierung und Eigenschaftserkundung von Halbleitermaterialien an der TU Bergakademie erreichte Kenntnisstand ist eine solide Basis für langfristig angelegte Forschungsarbeiten. Zugleich erzeugt er Stimulation für Vorlesungen und Praktika im Rahmen der akademischen Ausbildung Freiburger Studenten.

Wissenschaftlicher Nachwuchs, neue Studiengänge an der TU Bergakademie

Die Spezialausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses für die Halbleiterforschung und -industrie wird an der TU Bergakademie Freiberg maßgeblich von den beiden Fakultäten „Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie“ und „Chemie und Physik“ getragen.

Mit der Installierung der beiden neuen Studiengänge „Angewandte Naturwissenschaft“ und „Elektronik- und Sensormaterialien“ hat unsere Universität auch auf neuen Pfaden konkret auf die erhöhten Anforderungen zur intensiven Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs auf dem Sektor Halbleitermaterialien reagiert. „Stoffe der Mikroelektronik“ verkörpern eine der drei Vertiefungsrichtungen des Studiengangs „Angewandte Naturwissenschaft“, der 1996 von der Fakultät für Chemie und Physik kreiert worden ist. Sein Konzept hat unter Kontrolle des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultätentages gestanden und schließlich auch hohe (finanzielle) Anerkennung vom „Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft“ gefunden. In seinem Rahmen sind inhaltlich völlig neue Lehrveranstaltungen generiert worden, die interdisziplinär ausgerichtet sind (Physik/Chemie/Biologie/Materialwissenschaft). Der interdisziplinäre Charakter zahlreicher Themenstellungen findet seinen Ausdruck auch in der Form der Betreuung von Qualifizierungsarbeiten. Die für den Halbleitersektor relevante Vertiefungsrichtung wird jährlich von ca. 15 Studenten gewählt. Hinzu kommen Studenten des Studiengangs Chemie. Dieser Studiengang verkörpert in Freiberg schon seit 1990 ein Reservoir für Nachwuchs in der Si-Halbleitermaterialproduktion und Elektronikindustrie. Im Rahmen der Master-Ausbildung wird hier nun auch ein Modul „Halbleiterchemie“ angeboten. Mit den aus beiden Studiengängen resultierenden Studien- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen ist eine beträchtliche Forschungskapazität verfügbar, die sich in der Entwicklung neuartiger Verfahren bzw. Methoden zur Synthese, Prozessierung und Charakterisierung von Halbleiter- und Solarmaterialien niederschlägt.

Basierend auf den bisher realisierten Forschungsleistungen ist viel neues stoffliches Know-how (Si-Precursorchemie/Abscheidung) in Verknüpfung mit der markanten Entwicklung eines modernen Reservoirs an Methoden zur Materialbearbeitung (u. a. schadensarmes Sägen von Si-Blöcken, chemisches Ätzen von

Si-Wafern, Si-Beschichtungsprozesse und strukturelle Charakterisierung/Diagnostik) entstanden. Auf dem letztgenannten Gebiet sind insbesondere die spektroskopischen Methoden zur zerstörungsfreien Analyse von Wafern, basierend auf laserinduzierten Leitfähigkeitsänderungen, zu nennen, die auch eine Voraussage von deren elektrischer Charakteristik gestatten. Sie erlauben eine prognostische Qualitätseinschätzung der Wafer in Bezug auf ihren weiteren Einsatz für Bauelemente in der Mikroelektronik bzw. Photovoltaik. (Ein Beitrag dazu ist für das Heft 2008 geplant). Die methodischen Erfolge zur Materialsynthese und -charakterisierung werden begleitet und befruchtet durch moderne theoretische Methoden im Bereich der Professur für „Theoretische Physik“ (Prof. Kortus).

Ein großer Sprung in Richtung praktischer Einstieg in die Gebiete der Herstellung und Charakterisierung neuer Materialien für zukünftige elektronische Bauelemente sowie der Herstellungstechnologien der Mikro- und Nanoelektronik ist durch den Aufbau eines modernen Reinraumlabor im Gellert-Bau gelungen. Dieses wird auch wesentlich das Umfeld für die praktischen Untersuchungen im Rahmen der Forschung am neu eingerichteten Lehrstuhl „Angewandte Physik – Halbleitermaterialien“ (Prof. Frey, vgl. Porträt in dieser Ausgabe) bilden und zu einer effektiven Kooperation mit den Arbeiten am Lehrstuhl „Elektronik- und Sensormaterialien“ (Prof. Mikolajick, Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, vgl. Beitrag S. 45–48) beitragen. Mit diesem bedeutsamen Schritt der Gründung des Instituts für Elektronik- und Sensormaterialien hat unsere Universität ihre Anstrengungen weiter verstärkt, der gestiegenen Bedeutung neuer Materialien in der Elektronik-Industrie Rechnung zu tragen. Dieses Institut hat auch die Schlüsselposition für die Ausbildung von Studenten im gleichnamigen Studiengang „Elektronik- und Sensormaterialien“ inne.

Im von Prof. Stelter geleiteten Institut für NE-Metallurgie und Reinststoffe der Fakultät Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie finden Vorlesungen, Seminare und Praktika zu den Gebieten Seltene Elemente, Hochreinigung und Dotierung sowie zur Kristallzüchtung statt. Diese sind Bestandteile des Studienganges „Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie“ mit der Studienrichtung „NE-Metallurgie“ sowie des Studienganges „Elektronik- und Sensormaterialien“. Die Arbeitsgruppe

um Dr. O. Pätzold konzentriert sich auf die Kristallzüchtung als Basistechnologie der Halbleitertechnik. Der neu ausgestaltete Ledebur-Bau wurde dafür u. a. mit einem modernen hochauflösenden analytischen Raster-Elektronenmikroskop, mit einem Reinraumtrakt und neuen Arbeitsplätzen für die Kristallzüchtung zur Nutzung in Forschung und Lehre ausgestattet.

Die Intensivierung der Kooperation zwischen TU Bergakademie und Halbleiter/Photovoltaik-Industrie dokumentiert sich außer in der Vergabe bzw. gemeinsamen Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auch in der verstärkten Ausbildung von wissenschaftlichem Personal. Ein immer kräftiger werdender Strom von Absolventen, insbesondere aus den drei Studiengängen Angewandte Naturwissenschaft, Elektronik- und Sensor-materialien sowie Chemie, verstärkt den Personalbestand der Unternehmen und trägt maßgeblich zur Umsetzung der ehrgeizigen Produktionsziele bei. So haben in den vergangenen zehn Jahren zwölf promovierte Chemiker unserer Universität bei den drei Freiburger Halbleitermaterialproduzenten einen Arbeitsplatz gefunden. Weitere sind in die Betriebe des „Silicon Saxony“-Verbundes (AMD, Infineon, Qimonda, Siemens ...) gegangen. Elf Absolventen des Studienganges Angewandte Naturwissenschaft arbeiten heute bereits in der Halbleiterindustrie, vorwiegend im Freiburger Umfeld. Alle 20 Absolventen des Studiengangs Elektronik- und Sensor-materialien, die bisher die Hochschule verlassen haben, wirken in Stätten der Halbleiterforschung und -produktion, fünf davon unmittelbar in Freiberg. Die Immatrikulationszahlen für die letztgenannten jungen Studiengänge sind steigend.

Freiberger Halbleiter-Cluster – Leuchtturm für die Kooperation

Gegenwärtig wirken elf Professoren mit halbleitermaterial-relevanten Forschungsaktivitäten an der TU Freiberg, d. h. jeder zehnte Professor der TU forscht im Halbleiter-/Photovoltaik-Bereich, unterstützt von mehr als 30 wissenschaftlichen und ebenso vielen technischen Mitarbeitern. Damit arbeiten rund 15 % der haushaltfinanzierten Beschäftigten in diesem Bereich.

Auf dem Freiburger Campus wurden in den letzten fünf Jahren 20 Millionen Euro investiert, um die räumlichen Bedingungen für die Halbleiterforschung zu verbessern (mehr als 40 % der in diesem Zeitraum

ausgegebenen Mittel!). Dazu gehören u. a. die neu geschaffenen modernen Reinräume im Gellert-Bau und im Ledebur-Bau, in welchen Studenten und Doktoranden praxisrelevant den Umgang mit Halbleitermaterialien trainieren sowie neue Materialien und deren Effekte erforschen können. Begleitend erwarben die Institute der Universität Forschungsgröße-räte im Wert von 15 Millionen Euro. Noch für 2007 sind Investitionen von weiteren fünf Millionen Euro geplant. Wie Rektor Georg Unland auf dem Festakt „50 Jahre Elektronikwerkstoffe aus Freiberg“ anlässlich der Gründung des VEB Spurenmetalle vor 50 Jahren erst kürzlich erneut zum Ausdruck brachte, soll mit diesen Investitionen die Ausbildung von Fachleuten für die Halbleiterindustrie weiter gestärkt werden. Erklärte Ziele sind jährlich etwa 100 Absolventen und 10–15 Promotionsarbeiten.

Viele Absolventen der TU (insbesondere der Fakultäten 2 und 5) haben in Freiburger Halbleiterbetrieben schon einen Arbeitsplatz gefunden. Die drei Freiburger Halbleitermaterialbetriebe sind Mitglieder der „Kompetenzoffensive Nachhaltigkeit“.

Bisher läuft eine beachtliche Anzahl an gemeinsamen Drittmittelprojekten, die weiter wachsen und damit die seit langem geübte, erfolgreiche Tradition fortsetzen soll.

In Einklang mit dem generellen Forschungsprofil der Universität werden naturwissenschaftliche und werkstoffwissenschaftliche Institute bei den Forschungsarbeiten zu Halbleitermaterialien zusammenwirken. Diese Aktivitäten sollen sich effektiv ergänzen mit denen des Portfolios des in Freiberg installierten Fraunhofer Instituts „Halbleiter-Technologiezentrum“ (THM). Dieses neu entstehende Technologiezentrum ist eine gemeinsame Einrichtung des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementtechnologie in Erlangen und des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg. Es unterstützt Firmen bei der Forschung und Entwicklung zur Materialpräparation und -bearbeitung für 300-mm-Silizium-Wafer, Solarsilizium und III/V-Halbleiter und bietet den Industriepartnern Dienstleistungen für die laufende Produktion und später auch der TU Bergakademie Freiberg im Bereich der Analytik, Charakterisierung und technologische Tests an. Dieses eröffnet neben den Möglichkeiten für eine fruchtbare Forschungsk Kooperation auch ausgezeichnet ein erweitertes Feld für die zielgerichtete praxisnahe Ausbildung der Studenten und Doktoranden (Graduiertenschule) an

der TU Bergakademie und wird das wissenschaftliche Leben der Halbleiter-Region Freiberg fördern.

Mit dem Gesamtverbund erwächst die Basis für einen Cluster für die Halbleitermaterialforschung in Freiberg, der das Potenzial hat, ein großes Zentrum der Materialforschung für die Mikroelektronik und Photovoltaik in Deutschland zu werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Region Freiberg verkörpert – eingebettet in ihre historische Tradition – ein wissenschaftlich-technisches Halbleiterzentrum. Dessen Kompetenz umfasst die gesamte Kette von der Materialentwicklung und Kristallzüchtung, über die chemische, strukturelle, elektrische und optische Diagnostik bis hin zur Bauelemententwicklung in Bezug auf Forschung, industrielle Produktion und akademische Ausbildung.

Die 50-jährige „Halbleiterstory“ Freibergs ist durch eine stetige Weiterentwicklung charakterisiert und hat sicher noch keinen Endpunkt erreicht. Das belegen innovative Forschungsarbeiten, neue Lehrgebiete an der TU Bergakademie und neue Produktionslinien der Freiburger Firmen. Die TU Bergakademie verfügt über ein angemessenes Forschungspotenzial auf dem Halbleitersektor mit beträchtlicher Personalkapazität und moderner Geräte-ausrüstung. Damit sind auch sehr gute Voraussetzungen für die Nachwuchsausbildung von Fachleuten geschaffen worden.

Mit dem 2005 gegründeten Fraunhoferinstitut „THM“, das sich in der Phase der inhaltlichen Ausgestaltung der erklärten Forschungsziele befindet, wurde ein weiterer Schritt zur Ausprägung einer erfolgreichen regionalen Kooperation und zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Freiburger Halbleiter-Standortes getan.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung bei der Erarbeitung des Beitrages bei den Herren Dr. Flade (Freiberger Compound Materials), Dr. Müller (Solar World), Dipl.-Ing Richter (Siltronic), Dr. Pätzold (TU Bergakademie Freiberg) und Dr. Weinert (FCM) sowie bei den Professoren K. Hein, J. Niklas, M. Stelter und H. Oettel. Unser Dank gilt besonders den vielen Freiburger wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern sowie den Studenten, deren Arbeitsergebnisse im Beitrag referiert wurden.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis und Zusatzinformationen zum Beitrag sind unter <http://www.tu-freiberg.de/~vff/> zusammengestellt.

40 Jahre selbständiges Lehrgebiet Hydrogeologie

Im Januar 2007 jährte sich die Einrichtung eines selbständigen Lehrgebietes Hydrogeologie an der TU Bergakademie Freiberg durch die Gründung einer solchen Professur zum 40. Mal.

Bereits mit der Gründung der Königlich Sächsischen Bergakademie im Jahre 1765 musste sich die zu lehrende Bergbaukunde auch der „hydrogeologisch-technischen“ Aufgabe der Entwässerung von Grubenbauen widmen. Anfang des 20. Jahrhunderts wurde diese Lehraufgabe in der Bergmännischen Wasserwirtschaft zusammengefasst. Auch eine Radiumhydrogeologie wurde ab 1908 betrieben. Nach der Einführung eines eigenständigen Studienganges Geologie im Jahre 1941 mit dem Abschluss als Diplom-Geologe wurde dann bis 1966 die Hydrogeologie mit eigenen Lehrveranstaltungen durch verschiedene Lehrbeauftragte (u. a. Köhler, Hohl, Milde) dargeboten. Mit der Berufung von Gerald Milde auf die Professur für Hydrogeologie an die Bergakademie zum 1. Januar 1967, die er bis 1975 innehatte, wurde das selbständige Lehrgebiet Hydrogeologie begründet. Dies dürfte wohl die erste etatisierte Professur für Hydrogeologie (im Wortsinn) in Deutschland gewesen sein. An der TH Karlsruhe war schon im Herbst 1965 ein hauptamtliches Lehrgebiet Angewandte Geologie eingerichtet worden, das ebenfalls die Hydrogeologie betreute.

Von der Gründung an erfolgte ein breiter Ausbau der hydrogeologischen Lehre. Ebenso wurden am Lehrstuhl für Hydrogeologie umfangreiche, vor allem Drittmittelforschungen betrieben, die sich in den ersten zehn Jahren besonders den Entwässerungsproblemen des Braunkohlenbergbaus, der Paläohydrogeologie als Suchstrategie auf Kohlenwasserstoff- und Kupferlagerstätten, dem Komplex Grundwasserqualitätsgefährdung und der Isotopenhydrogeologie (gemeinsam mit den Lehrbereichen Physik [instabile Isotope] und Geochemie [stabile Isotope]) widmeten. Weitere Forschungen galten den Grundwassererkundungsmethoden (Prognoseverfahren, Variabilität von Aquifereigenschaften, Parameter der Grundwasserneubildung u. a.).

Neben den internationalen Kontakten auf den jährlich stattfindenden Berg- und Hüttenmännischen Tagen der Bergakademie entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit mit den Hydrogeologen der Karls-Universität Prag, der Bergakademie Krakau, der Universität Warschau, der Lomonossow Universität Moskau und dem Moskauer Bergbauinstitut. 1976 mit der Wahrnehmung der Leitung des Lehrgebietes beauftragt, wurde Hanspeter Jordan 1977 als Hochschuldozent und 1979 als ordentlicher Professor für Hydrogeologie berufen. In der Periode ab 1976 wurde die Isotopenhydrogeologie/-hydrologie in Zusammenarbeit mit

der Freiburger Kernphysik (T, C-14, Si-32) und Isotopengeochemie (O-18, C-13, D, Edelgase) vertieft weitergeführt und zu einer international anerkannten Lehr- und Forschungsrichtung ausgebaut. Zweijährlich fanden „Internationale Isotopenkolloquien“ unter Einbeziehung der IAEA, Wien und der GSF, Neuherberg statt. Die internationale Zusammenarbeit erweiterte sich durch gemeinsame Arbeiten mit der TU Bratislava, der TU Irkutsk und den Akademien der Wissenschaften in Moskau und Irkutsk. Des Weiteren wurde die Marine Geologie durch Peter Dietrich als Lehr- und Forschungsgebiet am Lehrstuhl eingerichtet.

Eine tragende Säule der von der Industrie finanzierten Forschung wurde der Grundwasserschutz (qualitativ und quantitativ, Geschützteitsbewertung, Schwermetallmigration u. a.). Die Mineral- und Thermalwässer Sachsens und die hydrologische Gefährdung des Kalibergbaues waren ebenfalls ein Forschungsgegenstand in dieser Periode.

Die Neustrukturierung der TU Bergakademie 1992/93 führte zur Gründung der Fakultät Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau mit ihrem Institut für Geologie, für das neben vier anderen Professuren seit 1993 Broder Merkel als ordentlicher Professor für Hydrogeologie berufen wurde. In der Lehre wurde die Tradition der breiten hydrogeologischen Ausbildung beibehalten, aber um die Aspekte der numerischen Grundwassermodellierung, der Wasserchemie und der geochemischen Modellierung sowie der Geoinformationssysteme ergänzt.

In der Forschung wurden die Schwerpunkte nun im Bereich Uran, Bergbausanierung, alternative Wasserbehandlung, CO₂-Trapping sowie internationaler regionaler Fragestellungen einschließlich geothermischer Systeme (Yellowstone, Äolische Inseln) und Enhanced Geothermal Systems (EGS) angesiedelt. Sechs internationale Tagungen, u. a. vier zum Thema Uranbergbau und Hydrogeologie, festigten den internationalen Ruf der Freiburger Hydrogeologie. In den vergangenen 40 Jahren promovierten 51 Doktorandinnen und Doktoranden im Bereich Hydrogeologie. Über 300 Diplomarbeiten wurden angefertigt und erfolgreich verteidigt.

■ Hanspeter Jordan

Der Verein gratuliert Prof. Jordan zu seiner Ernennung zum Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften in der Sektion Hydrogeologie. Zu den umfangreichen wissenschaftlichen Leistungen Prof. Jordans, der nach dem Studium der Geologie in Jena und Freiberg an der Bergakademie auch promoviert hat, gehören 180 Publikationen und fünf Patente, die Autorenschaft des Buches „Hydrogeologie“, die Mitarbeit an den Büchern „Spurenelemente in der Umwelt“ und „Grundwasserschutz“ sowie zahlreiche Fachvorträge im In- und Ausland.



terra mineralia

Statusbericht für Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V.

Die Pohl-Ströher Mineralienstiftung umfasst eine der international dichtesten Sammlungen exzellenter Minerale, die nach Qualität und Fundorten systematisch erworben und zusammengestellt worden sind. Diese Sammlung wird im Schloss Freudenstein aufbewahrt und in den Ausstellungsräumen des „Langen Hauses“ der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Dem Charakter der Sammlung entsprechend, erfolgt die Präsentation der Minerale nach ihrer Herkunft. Von Fundort zu Fundort soll der Besucher eine mineralogische Weltreise erleben. Die Kontinente sind dabei den verschiedenen Renaissancesälen zugeordnet. Ästhetik und Faszination der einzelnen Mineralstufen sind die Basis der Ausstellung.

In terra mineralia gibt es nicht das klassische Vitrinenkonzert einer systematischen Lehr- und Forschungssammlung wie im Werner- bzw. Humboldt-Bau. Jeder Kontinent, d.h. jeder Saal besitzt sein eigenes Gesicht. Zu den Glanzlichtern der Ausstellung gehört die Schatzkammer. Sie präsentiert in einem Renaissance-Gewölbe die schönsten und größten Stufen der Sammlung und lässt jeden spüren, welchen Reiz die Minerale auf den Besucher ausüben. Die Schatzkammer mit ihren vier

Räumen, die im Kleinen für die gesamte Exposition steht und das absolute Highlight darstellt, lernt jeder Besucher kennen, egal, ob er nur kurze Zeit oder mehrere Stunden in der terra mineralia verbringt. Dem Grundkonzept der Ausstellung, „Die Reise um die Welt“, gliedern sich weitere thematische Reisen an, die sich geschickt in die Ausstellungsräume einfügen: „Die Faszination der Minerale“ in der Schatzkammer, „Die Reise ins Licht“ im Lumineszenzraum, „Die Reise ins Innere des Mineralreichs“, eine Zeitreise und die Reise in die Wissenschaft.

Für Gruppen gibt es die Möglichkeit zu Führungen durch die Ausstellung. Individualbesuchern steht ein modernes Audiosystem zur Verfügung, welches auch multimediafähig ist. Außerdem ist es möglich, dass Schulklassen, Reisegruppen, Vereine oder Unternehmen im Vortragssaal Informationen zu ausgewählten Themen erhalten oder eigene Veranstaltungen in den Räumlichkeiten buchen. Der Vortragssaal im gotischen Gewölbe mit seiner erstklassigen, vielfältig nutzbaren technischen Ausstattung ist zudem ein exklusiver Veranstaltungsort für die Bergakademie und ihre Gäste. Im öffentlichen Bereich finden sich neben der Kasse auch ein kleiner Ver-



kaufsbereich und eine Mini-Cafeteria.

In Vorbereitung auf eine Besucherführung im Schloss Freudenstein entwickelten Studenten der Studiengänge Network Computing und Mineralogie unter Leitung von Prof. Jung, Professor für Virtuelle Realität und Multimedia, ein interaktives Quiz durch die Geowissenschaftlichen Sammlungen. Dabei geht es mit Minicomputer (PDA) durch die Ausstellungsräume. An ausgewählten Exponaten gilt es Fragen zu beantworten. Ist die Antwort richtig, gibt es Punkte. Wer die Höchstzahl erreicht, kann sich in eine Highscore-Liste aufnehmen lassen. Je nach Interesse sind verschiedene Routen und Schwierigkeitsgrade wählbar (<http://vr.tu-freiberg.de/viamineralia/>). Über 200 Fragen warten derzeit im Werner-Bau auf neugierige Besucher. Diese Spielidee soll neben gedruckten Führern und einem Audio-Guide-System auch im Schloss Freudenstein angeboten werden.

Seit Anfang 2006 verfolgt eine Webcam die Bautätigkeit am Schloss, die ersten Kurzfilme wurden vom Medienzentrum erstellt (http://www.tu-freiberg.de/hyperaktivuell/webcam/webcam_schloss.html).

Freiberg erhält mit dieser Stiftung nicht nur eine beachtliche Erweiterung der Geowissenschaftlichen Sammlungen als wissenschaftliche Datenbank, Lehrmittel und Kulturgut, sondern ermöglicht auch ein unvergleichliches Naturerlebnis. Mit dem Ausstellungskonzept wollen wir eine breite Öffentlichkeit ansprechen und vor allem junge Menschen an natur- und ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen heranzuführen. Dank der weitsichtigen Strategie des Rektoratskollegiums kann Freiberg entsprechend dem Leitmotiv „Zukunft aus Tradition“ wieder zum internationalen Zentrum der Geowissenschaften werden. Die räumliche Nähe des Bergarchivs und der terra mineralia ist eine weitere weltweite Besonderheit.

Die Ausstellung im Schloss Freudenstein wird ab Oktober 2008 ihre Pforten



Frau Dix, Mitarbeiterin des Architekturbüros AFF, Berlin, beim Aufbau des Modells der Ausstellungsbereiche Amerika und Europa, mit dem Holzspeicher



für die Besucher öffnen. Im Vorfeld aber fanden bereits mehrere Sonderausstellungen der Geowissenschaftlichen Sammlungen mit Exponaten der Stiftung statt:

- Lomonossow-Ehrung, 19./21.5.2005 im Kellergewölbe des Schlosses Freudenstein: <http://www.tu-freiberg.de/allgemein/presse/aktuell/lomongalerie/>
- Zarenschätze, 15.7.2006 – 2.6.2007 im Werner-Bau: <http://www.tu-freiberg.de/~geowsam/aktuell/zaren.htm>
- Die Farbe der Minerale, 22.6 – 31.12.2007 im Werner-Bau: <http://www.tu-freiberg.de/~geowsam/aktuell/farbe.html>
- Namibia – Mineralien & Fundstellen, 20.10.2006 – 15.9.2007 im Historicum des Hauptgebäudes: <http://www.tu-freiberg.de/~geowsam/aktuell/namibia.html>

Alle vier Sonderausstellungen fanden großes Interesse, so dass wir uns entschlossen, die Ausstellungsdauer jeweils um mehrere Wochen zu verlängern. An dieser Stelle möchte ich mich ausdrücklich für das überdurchschnittliche Engagement der Sammlungsmitarbeiter Geschäftsführerin Diplom-Geologin Karin Rank, Kustos der Mineralogischen Sammlung Diplom-Mineraloge Andreas Massanek, Dipl.-Ing. (FH) Katrin Treptow, Frau Ungar, Frau Wald und der Studenten Lutz Geißler und Kevin Keller bedanken. Neben den zusätzlichen Aufgaben, die mit terra mineralia verbunden sind, musste ein planmäßiger Personalabbau im Mitarbeiterbereich der Geowissenschaftlichen Sammlungen ab-

gefangen werden.

Sehr eng mit terra mineralia und diesen Sonderausstellungen ist die Herausgabe der ersten beiden Bände „Zarenschätze“ und „Namibia“ der „Edition Schloss Freudenstein“ verbunden (<http://www.terra-mineralia.de/start/material.php>). Der dritte Band befindet sich derzeit in der Korrekturphase.

Außerhalb der Universität wurden Sonderausstellungen mit Sammlungsgut der Pohl-Ströher-Mineralienstiftung im Sächsischen Ministerium des Inneren, Dresden, in der Deutschen Bank, Freiberg, im Theater Freiberg und im Haus der Geschichte, Darmstadt durchgeführt. Sie waren Bestandteil von Präsentationen der Firma Arcadis, die die Projektsteuerung des Umbaus von Schloss Freudenstein übernommen hat. Mit dem Ziel, der Öffentlichkeit die alte und neue Nutzung des Schlosses darzustellen, wurden Teile der Holzkonstruktion des Speichers, Archivgut und Minerale ausgestellt.

Die feierliche Eröffnung der vierten Ausstellung erfolgte am 28. Juni in der Partnerstadt Darmstadt mit dem Titel „vis-a-vis: Analogien baulicher Nutzung“ ([http://www.arcadis.de/web/Bildarchiv.nsf/AlleDokumente/flyer_freudenstein_einladung/\\$File/flyer_freudenstein_einladung.pdf](http://www.arcadis.de/web/Bildarchiv.nsf/AlleDokumente/flyer_freudenstein_einladung/$File/flyer_freudenstein_einladung.pdf)).

Die interne Arbeit an terra mineralia hat zwei Schwerpunkte: die schrittweise Überführung des Sammlungsgutes nach

Freiberg und die Ausführungsplanung der Ausstellungs-, Depot- und Arbeitsräume. Die Übergabe der Räume vom Bauträger Stadt Freiberg an die Nutzer Sächsisches Bergarchiv, die Gaststätte und die TU Bergakademie erfolgt wie geplant im Januar 2008. Zu diesen Hauptaufgaben kommt die Klärung vieler Detailfragen, die sich aus unvermeidlichen Änderungen bzw. Abweichungen oder der Konkretisierung der Bauplanung ergeben und zeitnah entschieden werden müssen. Nutzerspezifische Einbauten, wie etwa das Regalsystem des Mineraldepots im „Neuen Haus“ oder die Vitrinen der Ausstellungsräume, und die Bemusterung verschiedenster Objekte sollen für die außergewöhnlichen Mineralstufen auch eine außergewöhnliche Präsentation garantieren.

Einen kleinen Einblick in die Bautätigkeit und die Entwicklung der Räume konnte die Öffentlichkeit zum Richtfest am 19. April, zur Nacht der Wissenschaft am 7. Juli und zum Tag des offenen Denkmals am 9. September gewinnen. Ohne die uneigennützig Hilfe unserer Studenten wären die letzten beiden Veranstaltungen nicht möglich gewesen. Ich bedanke mich herzlich für das Engagement der Studenten verschiedenster Fakultäten. Es ist eine große Freude, die Unterstützung zahlreicher Institutionen, Firmen und Privatpersonen zu erfahren, die uns bei der Bewältigung der Aufgaben zu terra mineralia hilft.

■ Gerhard Heide



Richtfest auf Schloss Freudenstein am 19. April 2007. Foto: Detlev Müller

Ehrenpromotion Prof. Dr. Dr. mult. Klaus Töpfer

Jörg Matschullat

Die Geschicke der menschlichen Gesellschaften, ihre Fortschritte ebenso wie ihre Rückschritte sind stets auch eine direkte Funktion der agierenden und sich engagierenden Individuen. Dies gilt auf allen Ebenen und für alle Gesellschaften. Und meist ist es so, dass Stimmungen und Konstellationen Chancen auftreten lassen, die ergriffen werden oder auch ungenutzt verstreichen. Ein Mensch, der die Möglichkeiten sieht und sie in vielen Fällen auch konstruktiv genutzt hat, ist Prof. Dr. Klaus Töpfer. Ihn ehrte die TU Bergakademie Freiberg über ihre Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau am 11. Januar 2007 für seine Verdienste um die Durchsetzung des Nachhaltigkeitsprinzips in Deutschland, und - besonders in seiner Rolle als stellvertretender Direktor der Vereinten Nationen und als Direktor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, UNEP, mit der Ehrendoktorwürde.

Der Verfasser dieser Zeilen hatte die Ehre, die Laudatio für Herrn Prof. Töpfer halten zu dürfen, die im Folgenden (in gekürzter Form) wiedergegeben wird. Die Leser des Jahresheftes 2007 der Zeitschrift des Vereins Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg seien jedoch an dieser Stelle auch darauf hingewiesen, dass eine Video-Dokumentation sowohl der Ehrenpromotion als auch einer herausragenden Podiumsdiskussion am Vorabend im Internet auf den Seiten der Bergakademie zu erleben ist. Besuchen Sie deshalb <http://www.tu-freiberg.de/>

Laudatio für Prof. Dr. rer. pol. Dr. h.c. mult. Klaus Töpfer

Sehr verehrter, lieber Herr Prof. Töpfer, in Gedanken auch liebe Familie Töpfer, sehr verehrte Festgäste!

Hier an dieser Stelle stehen und die Laudatio für Sie, verehrter Herr Professor Töpfer, halten zu dürfen, ist mir nicht allein eine besondere Freude, sondern vor allem eine große Ehre, für die ich mich herzlich bedanken möchte. Diese Bemerkung bedarf vielleicht einer Erläuterung und diese ergibt sich aus Ihrer Vita in Verknüpfung mit den Zielen und Profillinien

unserer Universität. Die TU Bergakademie Freiberg nennt sich die „Universität der geschlossenen Stoffkreisläufe“ und ihre vier Kompetenzfelder oder Säulen heißen: Energie, Geo, Material und Umwelt. Damit ist sie eine profilierte und zugleich ehrgeizige Hochschule. Die Profillinien basieren auf der Tradition und zugleich haben sie sich aktiv an neue Erfordernisse angepasst. Nicht unerwähnt bleiben soll, dass die Bergakademie einen weit überdurchschnittlichen Anteil ausländischer Studierender hat. Auch darauf sind wir stolz und zugleich haben all diese Kriterien uns motiviert, Sie zu uns einzuladen und Ihnen die Ehrendoktorwürde der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau zu verleihen. Die Verknüpfung Ihres Engagements und Ihrer Kompetenz mit denen der Bergakademie soll diese Laudatio hervorheben und zugleich verbinde ich damit für uns alle eine Hoffnung. Sie engagieren sich an einem wesentlichen Brennpunkt der Weltenläufe, nämlich in Shanghai. Zugleich weisen Sie immer wieder auf die Bedeutung und auch auf die Chancen und die Verantwortung Europas hin. Wir sind Europa, bzw. ein Teil davon und wir würden uns freuen und dankbar schätzen, wenn Sie uns auch in Zukunft Ihren Rat, Ihr kritisches Wort und auch Ihren Ansporn zugute kommen ließen. Und umgekehrt wären wir stolz und froh, Ihnen zur Seite stehen zu können, wo dies erwünscht und von Nutzen sein kann – mit unserem Können und unserer trotz aller Unkenrufe doch eher sehr guten Infrastruktur.

Einige von uns Hochschullehrern jammern manchmal, wie überlastet wir seien, dass wir angesichts der vielen Lehren kaum zur Forschung kämen und was der vermeintlichen Probleme mehr sind. Ihre Vita macht deutlich, dass eine auf herausragendem Niveau stattfindende parallele Bearbeitung durchaus unterschiedlicher Felder geradezu Markenzeichen Ihrer Aktivitäten ist, und ich kann mich weder erinnern noch mir vorstellen, dass Sie sich jemals davor geziert hätten, die damit verbundenen Verantwortungen auf sich zu nehmen. Dass dies für Ihre Familie vermutlich nicht immer einfach war, wäre nahe-

liegend, doch ebenso wahrscheinlich ist es auch, dass Sie Unterstützung und Kraft aus eben dieser Familie ableiten konnten und können, und dass Freude und Dankbarkeit überwiegen, so gemeinsam zur Erreichung sehr wesentlicher Ziele beitragen zu können.

In den 1970er Jahren hat meine Generation erstmals laut ihre Sorgen zur Umweltbelastung in Deutschland und Europa zu Sprache gebracht. Anfang der 70er wurde die „Grüne Liste Umweltschutz“ in Niedersachsen gegründet und 1979 dann die Partei „Die Grünen“, aus denen mit der deutschen Wiedervereinigung bekanntlich „Bündnis 90/Die Grünen“ wurde. Doch als diese Partei in den ersten Kinderschulen stand, waren Sie schon da, wie wir Ihrer Vita entnommen haben. Lassen Sie mich dazu Franz Alt zitieren, das aus einer deutlich späteren Preisverleihung an Sie und Hermann Scheer stammt: „... Doch was heißt bei diesen beiden, die wir heute ehren, schwarz und rot? Beide sind vielmehr grün. Also: wir ehren heute einen grünen Schwarzen und einen grünen Roten. Übrigens: beide sind viel grüner als viele Grüne – vor allem erfolgreich grün“. Zu der damaligen Zeit bereits engagierten Sie sich für eben diesen Umweltschutz, interessanterweise bereits verknüpft mit Raumplanungsfragen. Und anders als viele eher naturromantisch Denkende, beschritten Sie einen Weg, der aus heutiger Sicht betrachtet wie gezielt erscheint, obgleich er das bestimmt nur sehr bedingt gewesen sein kann.

Im April 1986 geschah das Reaktorunglück in Tschernobyl, dessen Folgen noch heute Krankheit und Leid sowie erhebliche Kosten verursachen. 1989 wurde auf Ihr Betreiben das Bundesamt für Strahlenschutz gegründet, mit Aufgaben auf den Gebieten des Strahlenschutzes, der kerntechnischen Sicherheit, der Beförderung radioaktiver Stoffe und der Entsorgung radioaktiver Abfälle. Diverse Arbeitsgruppen der Bergakademie arbeiten seit 1990 direkt und indirekt mit dieser Behörde zusammen. Bereits 1986 erhielten Sie das Bundesverdienstkreuz, 1989 den Eselorden der Stadt Wesel und 1990 dann das Große Bundesverdienstkreuz. Den Eselorden erwähne ich bewusst, denn oftmals lässt sich das Arbeiten an fraglos hehren Zielen nur mit einer erheblichen Portion Humor ertragen und bewältigen.

Nachdem Deutschland im eigenen Müll zu ersticken drohte und ein Skandal nach dem nächsten die Medien bereicherte (Stichwort Müllexporte), gelang es Ih-

nen, 1991 die Verpackungsverordnung als Teil des späteren Kreislaufwirtschaftsgesetzes der Bundesregierung zu etablieren. Hierbei ist auch auf das oft beschimpfte Duale System zu verweisen, das international lange schon als ein Vorbild für wirksame und rationale Abfallverwertung gilt und bereits in viele Länder übertragen werden konnte. Am Standort Freiberg werden mit der Freiburger Interessengemeinschaft der Recycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (FIRE), zu der so potente Vorzeigunternehmen wie die B.U.S. Zink-Recycling und die Muldenhütten Recycling und Umwelttechnik GmbH gehören, Ihre Ideen und damaligen Forderungen umgesetzt. Zeitgleich starteten Sie das Aktionsprogramm „Ökologischer Aufbau in der ehemaligen DDR“ und wenn wir uns heute ansehen, wie der ehemalige Schwerindustrie-Standort Freiberg, dessen Böden noch in Generationen eher einer ausgekippten Apotheke denn einem natürlichen Boden gleichen, sich verändert hat, dann ist es in der Tat nicht anders möglich, als von den Kohlschen „blühenden Landschaften“ zu sprechen. Der SAXONIA Standortentwicklungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH ist die Konversion gelungen, das gewaltige Hüttenwerk „Albert Funk“ zu einem High-Tech-Standort zu verwandeln, der wesentlich zum wirtschaftlichen Aufschwung Freibergs beiträgt.

1990 haben Sie einen internationalen Umwelt-Kooperationsvertrag, den Deutsch-Deutschen Umweltvertrag, aushandeln können. Dies war wohl Ihre „Feuertaufe“ auf dem internationalen Parkett, bevor Sie 1992 ein erstes Meisterstück der führenden Vertreter der Bundesregierung bei der UN-Umweltkonferenz in Rio de Janeiro abliefern. Die damals verabschiedete Deklaration von Rio verankerte erstmals das Prinzip der Nachhaltigkeit als verbindliche Basis und etablierte die Kooperation zwischen den hoch entwickelten Industrienationen mit den besonders betroffenen „Entwicklungsländern“. Wesentliche Ergebnisse, zu denen Sie beigetragen haben, sind der Agenda 21-Prozess (und ja, Freiberg hat ein sehr engagiertes Agenda-Büro), die Konventionen zu Biodiversität, zur Bekämpfung der Wüstenbildung und die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, als deren „Vater“ Sie oft bezeichnet werden. Anschließend (1994/95) wurden Sie Vorsitzender der UN-Kommission für nachhaltige Entwicklung, welche die Umsetzung der Rio-Beschlüsse zu steuern hatte. In Deutschland konnten Sie im selben Jahr die weltweit erste FCKW-

Verordnung zum Schutz der stratosphärischen Ozonschicht durchsetzen – wiederum Beispiel für viele Nationen und konsequente Umsetzung des 1989 in Kraft getretenen Montréaler Protokolls. Hier in der Region wurde unter Ihrer Mithilfe 1992 der weltweit erste FCKW- und FKW-freie Kühlschrank bei Foron entwickelt und ab 1993 vermarktet.

1993 wurde unter Ihrer Ägide das Kreislaufwirtschaftsgesetz konzipiert, welches 1996 in Kraft trat. Ebenfalls 1993 führten Sie die weltweit strengsten Dioxin-Grenzwerte ein, wiederum Vorbild für zahlreiche Nationen – und zugleich Auslöser für Forschungsarbeiten, die uns zeigten, dass Dioxine und Furane entgegen der damaligen Kenntnis auch natürlich synthetisiert werden können. Der erste Klimabericht der Bundesregierung wurde unter Ihrer Verantwortung im selben Jahr veröffentlicht.

1996 leiteten Sie die deutsche Delegation bei der Weltsiedlungskonferenz „Habitat II“ in Istanbul. Diese stand im Zeichen der zwischenzeitlich weltweit immens gestiegenen Verstädterung und des damit verbundenen Wachstums der Elendsviertel (Verslumung). Es war Ihr Verdienst, dass es hierbei zu einer einvernehmlichen Strategie der Staatengemeinschaft kam. An der Bergakademie arbeiten Gruppen aktiv an der Umnutzung von Industriebrachen, dem Flächenrecycling, um den unsäglichen Verbrauch wertvoller Böden zu bremsen. Seit 1998 leiteten Sie die UNEP als Direktor und begannen mit einer Umstrukturierung auf Basis des „Töpfer-Berichtes“. Seitdem sind es fünf Kernbereiche, welche die Aktivitäten des UNEP charakterisieren: 1) Umweltinformationen, deren Einschätzung und Forschung, 2) Trinkwasser, 3) Unternehmens- und Technologietransfer, 4) Unterstützung für Afrika, in der Sie unserem Bundespräsidenten Horst Köhler sehr nahe stehen, und 5) Nachhaltige Entwicklung der Verstädterungsprozesse. Letzteres wird hier oft erheblich unterschätzt, obwohl bekannt ist, dass auch in Mitteleuropa der Urbanisierungsprozess weiter fortschreitet und in ca. 30 Jahren wiederum eine deutliche Veränderung der Landnutzung bewirkt haben wird – was wiederum Auswirkungen auf den regionalen Klimawandel hat.

Den Deutschen Umweltpreis, die höchste solche Auszeichnung weltweit, erhielten Sie im Jahr 2002 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Die TU Bergakademie Freiberg ist ein starker Partner dieser Stiftung und führt die Liste der Deutschen Universitäten im Hinblick auf Projektzahl

und geförderte Doktoranden an. Im selben Jahr konnten Sie die Ehrendoktorwürde des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin für Ihre Verdienste als Politiker und Ihr Engagement in der Umweltpolitik und die Ehrendoktorwürde des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Universität Essen für Ihren Einsatz für nachhaltige Lösungen globaler Umweltprobleme entgegennehmen. Ein Jahr später, 2003, erhielten Sie die Ehrendoktorwürde der Universität Hannover für Ihre Verdienste um die Universität und als Bundesumweltminister, und im Jahr 2004 die Johannes Gutenberg-Stiftungsprofessur der Universität Mainz. Ein Jahr später bekamen Sie den Theodor-Heuss-Preis für besonders verdiente Politiker in Deutschland, die Dag-Hammarskjöld-Ehrenmedaille für hervorragende Verdienste um die Förderung der Lösung von Weltproblemen, eine Honorarprofessur der Universität Tübingen und den Solarworld-Einstein Award, zusammen mit Hermann Scheer für herausragendes Engagement für Solarenergie und nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. Von da stammt das angeführte Zitat von Franz Alt. Und anekdotisch darf ich ergänzen, dass die preisverleihende Solarworld AG hier in Freiberg einen der bedeutendsten Produktionsstandorte hat und in diesem Jahr die weltweit erste Modul-Recycling Fabrik der Welt in Betrieb nehmen wird. Sie sehen, die Verbindungen zwischen Ihnen und Freiberg sind sehr eng.

Das Jahr 2005 hatte noch Bedeutenderes zu bieten, so die von Ihnen mitorganisierte UN-Weltklimakonferenz in Montréal. Auf die damalige Frage des Deutschlandfunk-Journalisten Jochen Spengler, ob die Ziele des Kyoto-Protokolls denn überhaupt erreicht werden könnten, antworteten Sie: „Ganz eindeutig ja, nicht schnell genug, wie wir es müssen, nicht breit genug angelegt. Für die Zukunft muss wesentlich mehr geschehen. Aber es gibt keinen Grund zur Resignation, nebenbei wir haben auch keine Berechtigung dazu. Die Konsequenzen des Klimaschutzes sind so weit reichend für alle Menschen dieser Welt, dass es wirklich unverantwortlich wäre, auch nur eine Minute darüber nachzudenken, dass hier ein Stillstand oder ein Rückschritt möglich wäre“. Es ist dieser Satz zum Thema Resignation und deren Berechtigung bzw. Nicht-Berechtigung, den ich hervorheben möchte, denn mit ihr gestatten sich oft gerade diejenigen einen nicht berechtigten „Luxus“, die einen Beitrag zur positiven Veränderung leisten

könnten – und auf die es ankommt. Zugleich möchte ich bestätigen, dass das Thema „Klimawandel“ hier in Sachsen sehr ernst genommen wird und unsere Landesregierung seit Ende der 1990er Jahre ein eigenes und durchaus als ehrgeizig zu bezeichnendes Programm zum Klimaschutz aufgelegt hat. Dazu gehören auch die Annaberger Klimatage, die Sie im vergangenen Mai durch Ihren vielbeachteten Vortrag maßgeblich bereichert haben. Wie Sie wissen, hat Ihr Besuch darüber hinaus weitere Schubkraft entwickelt und dazu geführt, dass nunmehr versucht wird, unter Federführung der TU Bergakademie Freiberg ein ehrgeiziges Projekt zur Anpassung an den regionalen Klimawandel im 7. EU Forschungsrahmenprogramm zu etablieren. Wissenschaftler von Behörden, Universitäten und Forschungszentren aus neun europäischen Ländern wollen dazu beitragen, dass Planungen zur Anpassung auf rationaler und robuster Entscheidungsbasis und mit maximalen Erfolgsaussichten durchgeführt werden können.

Auch in 2006 erhielten Sie Preise und Anerkennung und nun beginnt das Jahr 2007 hier in Freiberg wiederum mit der Verleihung einer Ehrendoktorwürde. Als wir uns in der Hochschulleitung, im Fa-

kultätsrat und im Senat über diesen Schritt unterhielten, kamen auch Fragen auf: ob Sie sich denn über so etwas freuen würden von so einer kleinen Universität ..., ob Sie denn nicht schon so viele Ehrungen erhalten hätten, dass diese doch gar nichts Besonderes mehr sei und so weiter. Dabei habe ich unwissentlich eine falsche Antwort gegeben, nämlich dass Sie erstmals eine Ehrendoktorwürde verliehen bekämen. Dass dem nicht so ist, fand ich erst bei meinen späteren Recherchen heraus und bitte alle um Entschuldigung, die sich durch meine Auskunft getäuscht gefühlt haben. Die andere Frage habe ich sicherlich richtig beantwortet, wenn ich an unser damaliges Gespräch erinnere. Denn es ist angesichts der geschilderten Tatsachen nicht irgendeine Ehrendoktorwürde, sondern die der dem Nachhaltigkeitsprinzip dienenden Universität an den Menschen, der dieses Prinzip gegen alle Widerstände verteidigt und mit bemerkenswertem Erfolg durchsetzt.

Ihr Weg und Ihre Leistungen sind uns Ansporn, sind Mutmacher und legen zugleich Zeugnis ab von den Machbarkeiten in der Realpolitik – wenn neben Hartnäckigkeit und Zielstrebigkeit vor allem auch wissenschaftliche Qualität und un-

mittelbare Nähe zu den Erkenntnisquellen im Vordergrund stehen. Das allein rechtfertigt es, Ihre Leistungen hervorzuheben und dankbar zu sein, dass unter Ihrer Verantwortung doch so viele Ideen, Leitlinien, Gesetze, Regelwerke formuliert und umgesetzt werden konnten bzw. in weiterer Umsetzung befindlich sind. Wir, die Weltgemeinschaft, brauchen das sehr nötig.

Diese Laudatio zusammenfassend, deren Inhalte für Sie, lieber Herr Töpfer, nicht neu waren, aber doch dem großen Teil der heute hier versammelten Gäste, möchte ich einige wesentliche Aspekte noch einmal sehr deutlich aussprechen, nämlich dass Sie

- stets etwas früher als andere das Richtige erkennen und in Handlung umsetzen,
- zugleich Wissenschaftler und Politiker sind und nie Scheu haben, gegen den Strom zu schwimmen (und sei es 1988 im Rhein) oder sich die Fachleute als Berater an die Seite zu holen, die zur Lösung einer komplexen Aufgabe gebraucht werden,
- stellvertretend stehen für die Prinzipien der Nachhaltigkeit in allen Aspekten,
- offen sind für den Dialog mit allen Ebenen, von Nicht-Regierungsorganisatio-

Curriculum Vitae Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Klaus Töpfer

29. Juli 1938 Geburt in Waldenburg, Schlesien, heute Walbrzych, Polen, Partnerstadt von Freiberg. Klaus Töpfer ist katholisch, verheiratet und hat drei Kinder.

- 1945: Vertreibung aus Schlesien
- 1959: Abitur am König-Wilhelm-Gymnasium in Höxter an der Weser, Westfalen
- 1959-1960: Wehrdienst; Entlassung als Leutnant der Reserve
- 1960-1964: Studien der Volkswirtschaft an den Universitäten von Mainz, Frankfurt am Main und Münster. Abschluss als Diplom-Volkswirt
- 1965-1971: Wissenschaftliche Assistenz bei Prof. Hans-Karl Schneider am Zentralinstitut für Raumforschung und Landesplanung der Universität Münster; Lehrbeauftragter an der Wirtschaftsakademie Hagen und der Universität Bielefeld
- 1968: Promotion zum Dr. rer. pol. in Münster zu „Regionalpolitik und Standortentscheidung. Die Beeinflussung privater Pläne, dargestellt an der unternehmerischen Standortentscheidung“ mit „Summa cum laude“
- 1970-1971: Leitung der volkswirtschaftlichen Abteilung des Zentralinstituts für Raumplanung in Münster
- 1971-1978: Leitung der Abteilung für Planung und Information der Staatskanzlei des Saarlandes nach Assistenzzeit. Zeitgleich Engagement als Lehrbeauftragter der Hochschule für Verwaltungswissenschaften in Speyer; Entwicklungspolitische Gutachten für Ägypten, Brasilien, Jordanien und Malawi
- seit 1972 Mitglied der CDU
- 1977-1979: Kreisvorsitzender der CDU Saarbrücken, Mitglied im Landesvorstand der CDU Saar
- 1978-1979: Ordentlicher Professor und Direktor des Instituts für Raumforschung und Landesplanung der Universität Hannover. Mitglied des Sachverständigenrates für Umweltfragen und im Verwaltungsrat der Kre-

ditanstalt für Wiederaufbau

- 1978-1985: Staatssekretär im Ministerium für Soziales, Gesundheit und Umwelt in Rheinland-Pfalz
- 1983-1987: Mitglied und stellvertretender Vorsitzender im Bundesfachausschuss Umwelt der CDU
- 1985-1986: Honorarprofessor für Umwelt- und Ressourcenökonomik an der Universität Mainz
- Mai 1985 bis Mai 1987: Minister für Umwelt und Gesundheit in Rheinland-Pfalz
- 1986: Bundesverdienstkreuz am Bande des Verdienstordens
- 1987-1989: Kreisvorsitzender CDU Rhein-Hunsrück
- 7. Mai 1987 bis 17. November 1994: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- 1989: Eselsorden der Stadt Wesel
- seit 09/1989: Mitglied des CDU-Bundesvorstandes
- 1990: Großes Bundesverdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland
- 1990-1995: Landesvorsitzender der CDU Saar
- 1990 bis 28. Februar 1998: Mitglied des Bundestages
- Mai 1994 bis Mai 1995: Vorsitzender der Commission on Sustainable Development (CSD)
- 17. November 1994 bis 14. Januar 1998: Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
- 15. Januar 1998: Ernennung zum Exekutiv-Direktor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen in Nairobi und Generaldirektor des dortigen Büros der Vereinten Nationen
- 21. Oktober 1998: Ehrendoktor der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus
- 1998-2006: Leitung des Siedlungsprogramms „Habitat“ der Vereinten Nationen
- ab 2001: Mitglied im Rat für Nachhaltige Entwicklung
- 27. Oktober 2002: Deutscher Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

- 4. Dezember 2002: Ehrendoktorwürde des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin am für seine Verdienste als Politiker und sein Engagement in der Umweltpolitik
- 13. Dezember 2002: Ehrendoktorwürde des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Universität Essen wegen seines Beitrags zur nachhaltigen Lösung globaler Umweltprobleme
- 14. Januar 2003: Ehrendoktorwürde des Fachbereichs Landschaftsarchitektur und Umweltentwicklung der Universität Hannover für seine Verdienste als Wissenschaftler, Umweltpolitiker und Person
- 2003: Danaker Orden der Kirgisischen Republik; Wilhelm Weber-Preis; Ordem do Cruzeiro do Sul der Republik Brasilien
- 2004: Johannes-Gutenberg-Stiftungsprofessur der Universität Mainz
- 2005: Theodor-Heuss-Preis; Dag-Hammarskjöld-Ehrenmedaille der Deutschen Gesellschaft für die Vereinten Nationen; Solarworld-Einstein Award der Solar World AG
- 11. November 2005: Honorarprofessur an der Universität Tübingen
- 14. Juli 2006: Meerespreis des Konsortiums Deutsche Meeresforschung für Verdienste um verantwortungsvollen Umgang mit den Weltmeeren
- 24. November 2006: Erster Deutscher Alpenpreis
- seit 2006: Ordentlicher Professor für Nachhaltige Entwicklung an der Universität Tongji in Shanghai, VR China (dort bereits in 1997 und 1998 Honorarprofessur)
- 11. Januar 2007: Ehrenpromotion der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der TU Bergakademie Freiberg

Verantwortlich: Jörg Matschullat (31. Mai 2007)

nen über Konzerne und Staatsregierungen bis zu den supranationalen Institutionen wie den Vereinten Nationen, ein kompromissloser Verfechter der Vorsorge und der Gefahrenabwehr sind. Das ist gelebte Nachhaltigkeit. Und damit sind Sie hier praktisch zuhause. Hans-Carl von Carlowitz verfasste 1713 in Freiberg mit seiner Schrift „*Sylvicultura oeconomica*, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht“ das erste geschlossene Werk über Forstwirtschaft und gilt als Schöpfer des forstlichen Nachhaltigkeitsbegriffs – 274 Jahre vor dem Bericht der Brundtland-Kommission. Zugegeben, die Bedeutung

hat sich etwas gewandelt und vielleicht war auch von Carlowitz nicht der erste, der den Begriff nutzte, aber seine Publikation ist erhalten geblieben.

Ebenso sind Sie, verehrter Herr Professor Töpfer, ein wesentlicher Teil und Motor der öffentlichen Nachhaltigkeits-Diskussion. Für Ihre großartigen Leistungen auf letztlich allen Maßstabsebenen für den Wandel zu einer wahrhaft nachhaltigen Entwicklung danken wir Ihnen. Am Schluss möchte ich Sie einmal selbst zitieren, wobei ich mir erlaube, Worte Ihrer UNEP-Rede in Dubai vom Februar 2006 ins Deutsche zu übertragen: Unter dem Aspekt der Zukunftsaussichten sagten

Sie: „Auch ich muss manchmal innehalten und über die Zukunft nachdenken. Ich habe eine fünf Monate alte Enkelin. Und ich frage mich, wie die Welt aussehen wird, wenn sie in meinem Alter – also fast 70 Jahre alt – sein wird. Dabei sehe ich gute Chancen dafür, dass – unter der Voraussetzung von politischem Willen und dem Freisetzen menschlicher Kreativität – sie sehr optimistisch sein sollte.“

Die formale Verleihung der Ehrendoktorwürde werden nun der Dekan unserer Fakultät, Kollege Anton Sroka, und unser Rektor, Magnifizenz Georg Unland, vornehmen. Ich danke Ihnen und allen Festgästen für Ihre Geduld und Aufmerksamkeit.

Industriedenkmalpflege zwischen Diktatur und Demokratie Prof. em. Dr. rer. nat. habil. Otfried Wagenbreth zum 80. Geburtstag

Man mag es kaum glauben, aber nur wenige Tage nach seinem 80. Geburtstag am 7. April 2007 stand Otfried Wagenbreth bereits wieder im Hörsaal vor Studierenden aller Fakultäten der TU Bergakademie Freiberg, um seine Vorlesung zur Landes- und Industriegeschichte Sachsens und Freibergs zu halten. Professor Wagenbreth ist damit vermutlich der älteste, noch regelmäßig Vorlesungen an seiner Alma Mater abhaltende Hochschullehrer Deutschlands.

Wagenbreth wurde im Jahre 1927 in Zeitz geboren, wo er auch seine Schulzeit absolvierte und im Jahre 1946 die Reifeprüfung ablegte. Während des Zweiten Weltkrieges diente der Oberschüler Wagenbreth ab 1943 zunächst als Flakhelfer und nach dem Reichsarbeitsdienst in den letzten Kriegsmonaten von November 1944 bis April 1945 als Kanonier bei der Wehrmacht. Das Kriegsende erlebte Wagenbreth in amerikanischer Gefangenschaft, aus der er Mitte Juni 1945 wieder entlassen wurde. Nach einem Vorpraktikum in verschiedenen Bergbaubetrieben immatrikulierte er sich im November 1946 an der gerade erst wieder eröffneten Bergakademie in Freiberg als Student im Fach Bergbaukunde, das er Ende 1950 mit dem Diplom abschloss. Anschließend arbeitete Wagenbreth bis 1958 als Assistent und Lehrbeauftragter am Geologischen Institut der Bergakademie, wo er im Dezember 1956 mit einer Arbeit zur Geologie der Braunkohlenlagerstätten im Weißer-Becken promovierte. Die Freiburger Studien- und Assistentenzeit prägte Wa-

genbreths Persönlichkeit sowohl in wissenschaftlicher wie auch in persönlicher Hinsicht nachhaltig. Bereits als 15-jähriger Schüler hatte Wagenbreth seine Neigung zu den Geowissenschaften entdeckt und 1942 einen ersten kleineren Aufsatz zur Geologie Thüringens publiziert. Diese Liebe zur Geologie machte er in Freiberg zum Beruf, der ihn nach seiner Assistentenzeit in Freiberg zunächst als Objektgeologe und Arbeitsgruppenleiter zum Geologischen Dienst in Halle, ab 1962 zum Dozenten für Geologie und Technische Gesteinskunde und schließlich zum Leiter des gleichnamigen Instituts an der Hochschule für Architektur und Bauwesen in Weimar führte. 1978, kurz bevor er Weimar verließ, vermochte Wagenbreth nicht weniger als 89 wissenschaftliche Publikationen zur Geologie vorzuweisen.

Wagenbreths Publikationsliste zählte zu diesem Zeitpunkt allerdings insgesamt 195 wissenschaftliche Arbeiten – neben denen zur Geologie weitere 46 Arbeiten zur Geschichte der Geologie sowie 60 Arbeiten zur Geschichte der Technik und der Pflege technischer Denkmale. Beide Bereiche – die der Wissenschafts- und Technikgeschichte sowie der technischen Denkmale – hatten sich bereits während seiner Freiburger Studienzeit zur eigentlichen Berufung Wagenbreths entwickelt. Schon 1950 erschien eine erste kleinere Publikation zur Geschichte der Mineralogie und Geologie aus seiner Feder. Zwei Jahre später publizierte er seine ersten Beiträge zur Bergbaugeschichte und zu den Denkmalen des Montanwesens in Frei-

berg. Seit 1951 inventarisierte Wagenbreth für das Institut für Denkmalpflege der DDR die technischen Denkmale des Freiburger Erzbergbaus und entwickelte sich zu einem gefragten Gutachter für technische Denkmale. Zahlreiche technische Denkmale Ostdeutschlands verdanken seinen Aktivitäten seit den 1950er Jahren ihre Erhaltung. 1960 wurde Wagenbreth für sein diesbezügliches Engagement als „Aktivist“ ausgezeichnet, erhielt 1963 und 1964 die goldene und silberne Aufbaunadel und wurde 1975 vom Kulturbund der DDR, dem er seit 1949 angehörte, mit der Johannes-R.-Becher-Medaille in Silber sowie mit der Ehrennadel für heimatkundliche Leistungen in Gold ausgezeichnet. Im Rahmen des Kulturbundes engagierte sich Wagenbreth ehrenamtlich für die Belange der technischen Denkmale in der DDR, deren Minister für Wissenschaft und Kunst ihn 1970 zum Leiter einer Expertengruppe für technische Denkmale berief. Von 1976 bis 1990 leitete Wagenbreth die Arbeitsgruppe „Technische Denkmale“ beim Zentralen Fachausschuss für Denkmalpflege des Kulturbundes, 1977 wurde er in die zentrale Arbeitsgruppe „Erfassung der technischen Denkmale und Geschichte der Produktivkräfte“ im Wissenschaftlichen Beirat für Museen beim Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen der DDR berufen und 1978 in den Fachausschuss „Geschichte des Bergbaus“ der Kammer der Technik der DDR gewählt. Besondere Verdienste erwarb sich Wagenbreth im Rahmen seiner ehrenamtlichen denkmalpflegerischen Tätigkeit dadurch, dass es u. a. seiner Mitwir-

kung zu verdanken ist, dass das Denkmalschutzgesetz der DDR aus dem Jahre 1975 als erstes deutsches Denkmalschutzgesetz explizit die Denkmale der Produktions- und Verkehrsgeschichte, also technische und industrielle Denkmale, als schützenswerte Kulturdenkmale definierte.

Die außerordentlichen Leistungen Wagenbreths für die Technikgeschichte, insbesondere die Geschichte des Montanwesens, sowie für die Pflege technischer und industrieller Denkmale lassen sich auch an seinen zahllosen wissenschaftlichen Aufsätzen und Büchern zu diesem Themenkreis ablesen. Das anlässlich seines 70. Geburtstages im Jahre 1997 erschienene Schriftenverzeichnis listet mehr als 470 Arbeiten auf, darunter die inzwischen zu Klassikern gewordenen Werke zu den technischen Denkmalen und der Geschichte des Freiburger Bergbaus (1986) und des Bergbaus im Erzgebirge (1990), das in mehrfacher Neuauflage erschienene Buch Technische Denkmale in der DDR (Erstauflage 1973) sowie seine Standardwerke zur Geschichte der Kolbendampfmaschine als historische Erscheinung und technisches Denkmal (Dampfmaschinen 1986) oder zur Geschichte der Getreidemühlen und ihrer technischen Denkmale in Mittel- und Ostdeutschland (Mühlen 1994), um nur die wichtigsten zu nennen. Bis heute hält die unermüdliche Arbeitskraft und Publikationstätigkeit Wagenbreths an, wie seine Bücher zur Geschichte der Dampfmaschine (2002) oder zu Leben und Werk des Freiburger Technikers Christian Friedrich Brendel (2006) bezeugen.

Wagenbreths Brendel-Biographie stellt eine Überarbeitung seiner im Jahre 1968 an der Bergakademie Freiberg angenommenen Habilitationsschrift dar. Sechs Jahre zuvor, im Jahre 1962, hatte Wagenbreth sich an seiner Alma Mater auf die dort am Institut für Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens erstmals zu besetzende Stelle eines Institutsdirektors und damit der gleichnamigen Professur beworben. Die Einrichtung einer derartigen Professur an dem bereits 1954 gegründeten Institut war noch der Wunsch des kurz zuvor verstorbenen Freiburger Maschinenbauprofessors Otto Fritzsche (1877 – 1962) gewesen, dessen Aktivitäten für den Schutz und die Dokumentation technischer Denkmale Wagenbreth schon während seiner Studienzeit in Freiberg den Weg zur technischen Denkmalpflege gewiesen hatten. Neben Wagenbreth stand als Anwärter für die Freiburger Professur



Otfried Wagenbreth

noch der als Schüler des bekannten DDR-Wirtschaftshistorikers Jürgen Kuczynski ausgebildete damalige Oberassistent der Abteilung Wirtschaftsgeschichte des Instituts für Geschichte an der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin und wissenschaftlicher Leiter von deren Leipziger Außenstelle, Dr. phil. habil. Eberhard Wächtler, zur Disposition. Nachdem beiden aufgrund ihrer Probevorträge von der zuständigen Kommission an der Bergakademie ihre grundsätzliche Berufungsfähigkeit bescheinigt worden war, kam es am 10. November 1962 zu einer Entscheidung der Berufungskommission zugunsten Wächtlers und damit gegen Wagenbreth, deren Zustandekommen noch heute in den Akten des Universitätsarchivs der TU Bergakademie Freiberg (UAF I A 306) nachzulesen ist.

Als langjähriges SED-Mitglied (seit 1946) und Schüler Kuczynskis favorisierten die Vertreter der Partei in der Kommission eindeutig Eberhard Wächtler, obwohl innerhalb der Kommission Bedenken dahingehend geäußert wurden, dass Wächtler als gelernter Historiker zu wenig mit der Technik des Bergbaus und Hüttenwesens vertraut sei. Von den Befürwortern Wächtlers innerhalb der Kommission wurden dagegen gegenüber dem Kandidaten Wagenbreth ernsthafte Bedenken hinsichtlich seiner politischen und gesellschaftlichen Einstellung erhoben. Der Rektor der Bergakademie, Professor Günter Hollweg (1902 – 1963), brachte in der Befragung Wagenbreths zum Ausdruck, dass dessen „frühere gesellschaftliche Tätigkeit nicht so gewesen sei, daß er dem Staat und der Partei für die mit der Institutsleitung ge-

gebenen gesellschaftlichen Aufgaben geeignet erscheinen kann“. Der der Kommission angehörende SED-Parteisekretär Komprobst konkretisierte diese Bedenken: „Herr Dr. Wagenbreth soll im Institut für Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens marxistisch denken und publizieren. Wenn er Gottesdienste besucht, so ist das zwar seine Privatsache, aber mit der im Institut nötigen Einstellung nicht vereinbar. ... Hier an diesem Institut muß Partei ergriffen werden, das nicht nur formell, sondern mit der ganzen Person“.

Trotz seiner Beteuerung, dass er das „marxistische Geschichtsbild für richtig“ halte und seiner Ansicht nach „zwischen den Prinzipien christlicher Auffassung und dem marxistischen Geschichtsbild durchaus nicht die Widersprüche vorliegen“, die von mancher kirchlichen Seite gesehen werden“, vermochte Wagenbreth seine Gegner in Hochschul- und Parteileitung nicht zu überzeugen. Obwohl fachlich für die Position eindeutig besser ausgewiesen als sein Mitbewerber Wächtler, entschied sich die Kommission gegen ihn und damit für den Kandidaten der Partei, der in der Tat in den folgenden Jahren seiner Tätigkeit an der Bergakademie bis 1990 die in ihn gesetzten Erwartungen hinsichtlich der klassenmäßigen und weltanschaulichen Parteinahme und des marxistischen Denkens und Publizierens erfüllte. Wagenbreth nützte weder seine unbestreitbaren Verdienste um die Geschichte des Montanwesens und die Pflege technischer Denkmale in der DDR, noch seine Mitgliedschaft in der LDPD (seit 1946). Auch sein Wirken als 2. Vorsitzender des Studentenrates der Bergakademie zwischen 1948 und 1950 sprach eher gegen ihn, berichteten doch frühere Kommilitonen, „daß es in der Studienzeit mit ihm im Studentenrat Auseinandersetzungen gegeben hat, die oftmals die progressiven Kräfte behindert haben“.

So erhielt Wächtler 1962 die Leitung des Instituts und die Professur, während die Kommission Wagenbreth großzügig die weitere Mitwirkung im „Arbeitskreis der Historiker“ und – auf besonderen Wunsch des verstorbenen Professors Fritzsche – die Fortführung seiner Arbeit an der Brendel-Biographie bis zur Habilitation gestattete. Der neue Institutsdirektor Wächtler begutachtete 1968 die Habilitationsschrift Wagenbreths selber und kam trotz mancher „klassenmäßigen“ und „marxistischen“ Kritik an der Arbeit zu dem Fazit: „Entscheidende Partien der Arbeit sind der historisch-technischen Dokumentation ge-

widmet ... Ich muß feststellen, daß die Geschichtswissenschaft an solchen Arbeiten sehr interessiert ist. ... Es ist selbstverständlich, daß diese Partien der Arbeit vor allem unter dem Gesichtspunkt des Technikers bewertet werden müssen“ (UAF 9708/27). Wächtler empfahl die Annahme der Habilitationsschrift, worauf am 15. März 1968 die Habilitation Wagenbreths an der Bergakademie erfolgte. Wächtler legte damit den Grundstein für eine über Jahre andauernde, überaus erfolgreiche Zusammenarbeit beider so unterschiedlichen Historiker, die ihren Ausdruck vor allem in den gemeinsam herausgegebenen Werken zum Freiburger und Erzgebirgischen Bergbau fand. Während Wagenbreth hier den „Gesichtspunkt des Technikers“ und der Denkmalpflege vertrat, sicherte Wächtler den marxistisch-wirtschaftsgeschichtlichen Standpunkt und aufgrund seiner ausgezeichneten Verbindungen in höchste SED-Kreise auch die notwendigen Publikationsgenehmigungen und Papierkontingente. So entstanden Standardwerke der Technikgeschichte und der technischen Denkmalpflege, deren bleibender Wert heute allerdings vor allem durch die darin enthaltene Arbeit Wagenbreths gesichert wird.

Nach dem vergeblichen Versuch, 1962 eine seinen inzwischen deutlich in den Vordergrund getretenen historischen Interessen gemäße Hochschullehrerstelle zu erhalten, widmete Wagenbreth sich notgedrungen, aber ebenso erfolgreich seiner Tätigkeit als Geologe in Halle und Weimar. Erst mehr als anderthalb Jahrzehnte später bot sich ihm erneut die Chance, aus seiner Leidenschaft eine beruflich sichere Stellung zu machen, als an der Technischen Hochschule Dresden zum Februar 1979 die Stelle eines Hochschuldozenten für Geschichte und Dokumentation der Produktionsmittel besetzt wurde. Grundlage für Wagenbreths Berufung auf diese Stelle war ein Gutachten seines früheren Hochschullehrers und langjährigen Mentors Prof. Dr.-Ing. Erich Rammler (1901–1986), der zu folgendem Schluss kam: „Mustert man nochmals die wissenschaftlichen Leistungen Wagenbreths mit 106 geschichtlichen Arbeiten ..., so wird man gedrängt, die Folgerung zu ziehen, daß er von Natur aus als Historiker veranlagt ist. ... Wenn man sich fragt, auf welchem wichtigen Gebiete die starken Kapazitäten Wagenbreths in der Lehre und in der Wissenschaft künftig am besten für den Dienst an der Deutschen Demokratischen Republik genutzt werden können,

so ist der Unterzeichnete der Auffassung, dass es Geschichte und Dokumentation der Produktivkräfte und -mittel sein würden“ (UAF 9708/27).

Mit der später in Dozentur für Geschichte der Technik und Technischen Denkmale umbenannten Stelle an der TH Dresden fanden Wagenbreths Bemühungen um die Erforschung und den Erhalt technischer Denkmale in der DDR endlich ihre offizielle Anerkennung. Zugleich wurde damit der als mitunter unbequem und eigensinnig geltende Wagenbreth, der sich nicht scheute, für die Belange „seiner“ technischen Denkmale unter Umgehung aller Dienstwege selbst die höchsten Autoritäten der DDR und des SED-Regimes direkt anzusprechen, in das offizielle System der Denkmalpflege der DDR eingebunden. Seine gerade in den 1980er Jahren vorgelegten Standardwerke zur Pflege technischer Denkmale in der DDR bezeugen den Erfolg dieser „Einbindung“ für die Sache der technischen Denkmale und brachten Wagenbreth sowohl nationale wie auch internationale Anerkennung. Sie bedeutete allerdings nicht, dass der Querdenker Wagenbreth auch in den erlauchten Kreis der Reisekader Aufnahme fand. Die Außenabteilung der DDR-Technikgeschichte wie auch die der Pflege technischer Denkmale in der DDR lag weiterhin in der Hand des Freiburger Ordinarius und SED-Parteimitgliedes Eberhard Wächtler, der jahrelang die DDR sowie den gesamten Ostblock in internationalen Fachorganisationen wie ICOTHEC (Technikgeschichte) oder TICCIH (Industriedenkmalpflege) vertrat und dort sogar in Führungspositionen (TICCIH Schatzmeister) aufstieg. DDR-intern bestimmte und kontrollierte Wächtler den Kurs und damit auch die Aktivitäten Wagenbreths, dessen Rolle aber durchaus an Bedeutung gewann, da Wächtler seit der Dritten Hochschulreform der DDR und der Umwandlung seiner bisherigen Professur für Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens in eine inhaltlich sehr viel breiter angelegte Professur für Wirtschaftsgeschichte und Geschichte der Produktivkräfte ab 1969 seine wissenschaftlichen Aktivitäten stärker auf wirtschaftshistorische Fragestellungen zur Rechtfertigung der Lehren des Marxismus-Leninismus verlagerte.

Die friedliche Revolution in der DDR und die politische Wiedervereinigung Deutschlands in den Jahren 1989 bis 1991 beendete die ungleiche, nichtsdestotrotz durchaus erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Wagenbreth und Wächt-

ler. Zu Jahresbeginn 1991 wurde Wächtler, der seit 1973 an der Bergakademie die Leitung des Wissenschaftsbereiches IV (Wirtschaftsgeschichte und Geschichte der Produktivkräfte) der Sektion für Sozialistische Betriebswirtschaftslehre innegehabt hatte und in dieser Zeit als Prodekan und Dekan der Fakultät für Gesellschaftswissenschaften fungierte, de facto entmachtet und nur noch mit befristeten Arbeitsverträgen als verantwortlicher Hochschullehrer für das Studium Generale weiter beschäftigt. Seine endgültige Entlassung aus dem Hochschuldienst erfolgte zum 31. März 1992. Wächtlers Nachfolge an der Bergakademie trat mit Wirkung vom 1. März 1992 Otfried Wagenbreth an, der ein Jahr zuvor noch an der TU Dresden zum außerplanmäßigen Professor für Wissenschafts-, Technik- und Wirtschaftsgeschichte ernannt worden war.

Wagenbreth wurde in Freiberg zunächst zum Vorsitzenden der Gründungskommission und zum Gründungsdirektor des neu geschaffenen Instituts für Wissenschafts- und Technikgeschichte (IWTG) ernannt. Er setzte sich dabei gegen so renommierte Vertreter der westdeutschen Technikgeschichte wie z. B. Wolfhard Weber (Ruhr-Universität Bochum), Akos Paulinyi (TH Darmstadt), Ulrich Wengenroth (TU München) oder Rainer Slotta (Deutsches Bergbau-Museum Bochum) durch, die vom Prorektor Bildung im August 1991 dem Senat der Bergakademie als mögliche Kandidaten für die Besetzung des neuen Instituts vorgeschlagen wurden (UAF 9747/3). Zum 1. Juni 1992 erfolgte dann die Berufung des mittlerweile 65-jährigen Wagenbreth zum Ordinarius für Technikgeschichte und Industriearchäologie sowie zum Direktor des IWTG. Damit fanden Wagenbreths Verdienste und Leistungen für die Technikgeschichte sowie für die Erforschung und Erhaltung technischer Denkmale in Ostdeutschland auch an der Bergakademie Freiberg ihre späte Anerkennung.

Die Gründung des IWTG war vom Senat der Bergakademie im April 1991 in Nachfolge für das alte Institut für Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens beschlossen worden. Aufgabe des Institutes sollte es sein, einerseits das erst im Juli 1990 vom Senat beschlossene Studium Generale der Hochschule zu organisieren und durchzuführen sowie die fachliche Leitung des Historischen Kabinetts und der Kustodie der TU Bergakademie sicherzustellen und andererseits die Freiburger Tradition im Bereich der Forschung

zur Geschichte des Montanwesens sowie zur Wissenschafts- und Technikgeschichte fortzuführen. Otfried Wagenbreth nahm sich dieser Aufgaben mit der ihm innewohnenden Energie an und schuf mit seinem kleinen Mitarbeiterstab (Dr. Siegfried Richter, Dr. Frieder Jentsch und Dr. Sabine Schetelich) die Grundlagen sowohl für ein erfolgreiches fachübergreifendes und allgemein bildendes Lehrangebot im Rahmen des Studium Generale an der TU Bergakademie Freiberg wie auch für die weitere Erforschung der Geschichte der Freiburger Hochschule und der Montan- und Technikgeschichte der Region. Als er 1995 im Alter von 68 Jahren aus dem aktiven Hochschullehrerdienst ausschied, hinterließ er seinem Nachfolger ein intaktes, voll funktionsfähiges und fest in der nunmehrigen TU Bergakademie Freiberg verankertes Institut.

Wer Otfried Wagenbreth kennt, ist nicht verwundert darüber, dass seine Pensionierung keineswegs sein Engagement für die Forschung und Lehre beendete. Er ermöglichte mir als seinem Nachfolger nicht nur einen reibungslosen Einstieg in meine neuen Aufgaben, sondern wies mir mit seiner umfassenden Kenntnis und seiner Liebe zu den technischen Denkmälern Sachsens und Ostdeutschlands sowie zur Montangeschichte des Erzgebirges entscheidend den Weg für eine weitere Profilierung des IWTG in Lehre und Forschung. Bis heute steht er dabei dem Institut als Berater sowie als Lehrbeauftragter zur Verfügung. Nach wie vor zeichnen ihn dabei sein Forscherdrang, seine überaus aktive Publikationstätigkeit sowie vor allem sein vorbehaltloser Einsatz für die Belange der technischen und industriellen Denkmale aus. In Zeiten wie heute, in denen im Zeichen der New Economy Belange der Denkmalpflege mehr und mehr hinter kurzfristigen wirtschaftlichen und finanziellen Überlegungen zurückstehen, in denen vor allem zahllose technische und industrielle Denkmale ohne Konzept und vielfach willkürlich dem sogenannten Fortschritt geopfert werden, mag manchem ein unbeirrter Kämpfer für die technischen Denkmale wie Otfried Wagenbreth als ein Anachronismus erscheinen. Sein fortwährender Appell an uns, die Zeugen der industriellen Vergangenheit Sachsens zu schützen und zu bewahren, ist manchem unangenehm, trifft aber gleichwohl den Kern einer wichtigen Frage, der wir uns alle stellen müssen: Wollen wir die letzten Zeugen einer Geschichte der Arbeit, Technik und Industrie aufgeben, die dieses

Land und seine Menschen in mühevoller Arbeit und mit innovativer Kraft über viele Jahrhunderte hervorgebracht haben und die insbesondere in Sachsen für eine in Deutschland einmalige Entwicklung von der Agrar- zur Industriegesellschaft stehen? Sowohl für den einzelnen Menschen wie auch für die Gesellschaft insgesamt gilt: Wer die Vergangenheit nicht kennt, kann die Gegenwart nicht verstehen. Und wer die Gegenwart nicht versteht, kann die Zukunft nicht sinnvoll gestalten. Die Denkmale der Arbeit, Technik und Industrie sind wie andere Kulturdenkmale auch ein Zeugnis dieser Vergangenheit. Ihr Abriss bedeutet unwiederbringliche Vernich-

ung von Kulturgut und damit den Verlust von Vergangenheit und – vielleicht noch schlimmer – den Verlust von Identität in der Gegenwart.

Die Vermittlung dieser Erkenntnis vor allem an junge Menschen lag und liegt Otfried Wagenbreth nach wie vor am Herzen. Seine überaus erfolgreiche Tätigkeit als emeritierter Hochschullehrer an der TU Bergakademie im Rahmen des Studium Generale sowie des deutschlandweit einmaligen Studienganges für Industriearchäologie legt davon bis heute ein beredtes Zeugnis ab.

■ Helmuth Albrecht

Dr. Wolf-Dieter Schneider zum Honorarprofessor bestellt

Auf einer Festveranstaltung unserer Universität ist am 19. Oktober Herr Dr. Wolf-Dieter Schneider, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Gießerei- und Industrie-Holding AG (DIHAG, Hauptsitz Essen), von Rektor Prof. Georg Unland zum Honorar-Professor für das Gebiet „Optimierung gießereitechnischer Prozesse“ bestellt worden.

Der „neue“ Professor hat bereits eine Vorlesungsreihe zur Modellierung der Gießereivorgänge maßgeblich konzipiert und einen Teil dieser Lehrveranstaltungen seit 2002 selbst gehalten. Darin werden konkrete technologie- und ökonomiebeeinflusste Abläufe behandelt. Diese werden von Prof. Schneider als erfahrener Vertreter der Gießereiwirtschaft den Studierenden authentisch unter Bezug auf den jeweils technologisch neuesten Entwicklungsstand und unterschiedliche praktische Randbedingungen dargeboten. Er hält außer dieser Vorlesung zusätzlich weitere Lehrbeiträge zu aktuellen Themen, wie Qualitätsmanagement, im Rahmen der Pflichtlehrveranstaltung „Gießereiprozessgestaltung“.

Unter Vorsitz und engagiertem Wirken von Herrn Prof. Schneider hat sich die DIHAG in den vergangenen 15 Jahren sehr stark im Bereich der Gießereiindustrie in den neuen Bundesländern etabliert. So gehören die Gießereien in Schmiedeberg, Leipzig und Coswig, Meuselwitz und Arnstadt sowie an der Müritz zum Konzern. Neben den erreichten beträchtlichen Steigerungen des Umsatzes und der Zahl von Arbeitsplätzen ist Herrn Prof. Schneider die Förderung des studentischen Nachwuchses ein permanentes Anliegen. So wurde der an der TU Freiberg im Jahre 1999 eingeführte Studiengang „Bachelor Gießereitechnik“ in erheblichem Maße von der DIHAG mitgestaltet und unterstützt. Die Unternehmen der DIHAG-Gruppe stellen auch regelmäßig Praktikumsplätze und Themen für studentische Arbeiten bereit. Zu den Tagen der offenen Tür der TU Bergakademie Freiberg sind sie im Rahmen der Firmenpräsentation stets präsent. Herr Prof. Schneider hat auch den Vorsitz im Fachausschuss „Ingenieurausbildung“ des Vereins Deutscher Gießereifachleute inne, besitzt umfassende Kenntnisse und klare Vorstellungen über die Ansprüche der Gießereien an die universitäre Ausbildung. Er ist unserer Universität durch seine Engagements für die „Stiftung Technische Universität Bergakademie Freiberg“ eng verbunden, war einer der ersten Gründungstifter und ist aktuell ein prominentes Mitglied des Vorstandes des Vereins der Freunde und Förderer unserer Alma Mater. Herzlichen Glückwunsch zur Bestellung zum Honorar-Professor!



■ Gerhard Roewer

Der Bachelor ist da – der Master folgt bald

Im Lichte des reichen und vielgestaltigen kulturellen Erbes Europas wird auf der Grundlage institutioneller Autonomie, akademischer Freiheit, der Chancengleichheit und demokratischer Grundsätze ein Europäischer Hochschulraum geschaffen. Darauf haben sich die Bildungs- und Kulturminister von 29 Staaten am 19. Juni 1999 in Bologna verbindlich verständigt – seitdem werden die damit verbundenen Aktivitäten als „Bologna-Prozess“ bezeichnet.

In den Medien und in der Gesellschaft stellt die Umstellung auf ein zweistufiges Bachelor- und Master-System das wohl am meisten diskutierte Ziel des Bologna-Prozesses dar. Sehr wenig Beachtung und Würdigung finden die anderen genauso wichtigen Ziele des Bologna-Prozesses. Erlauben Sie deshalb an dieser Stelle etwas breitere Ausführungen: Es soll ein System leicht verständlicher und vergleichbarer Universitätsabschlüsse und ein Leistungspunktesystem nach dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) eingeführt werden. Bei einem Leistungspunktesystem werden für die einzelnen Module eines Studiengangs Punkte vergeben. Dadurch sollen der zu leistende Arbeitsaufwand pro Modul sichtbar und vergleichbar gemacht sowie die Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen an in- und ausländischen Hochschulen erleichtert werden. Beide Anliegen bezwecken das Erreichen des dritten Ziels – Steigerung der Mobilität. Außerdem verfolgen die anfänglich 29 teilnehmenden Staaten die Förderung der europäischen Dimension der Hochschulausbildung sowie eine Zusammenarbeit in der Qualitätssicherung. Auch die nachfolgenden Konferenzen bestätigten die Maxime des Bologna-Prozesses – die Gestaltung von Vielfalt – flankiert von den übergeordneten Prinzipien Mobilität, Qualität und Transparenz. Im Jahr 2007 beteiligen sich 46 europäische Staaten am Bologna-Prozess.

Anfänglich wurden Absolventen von Bachelor- und Masterstudiengängen von der Industrie kritisch betrachtet und das „klassische Diplom“ schien bevorzugt. Laut einer Umfrage des Magazins „Junge Karriere“ (2003) unter 30 im DAX gelisteten Unternehmen und den drei umsatzstärksten Unternehmensberatungen räumte nur

ein Drittel der Unternehmen Akademikern mit Masterabschluss die besten Einstiegschancen ein. Noch größer war die Skepsis gegenüber den Bachelorabsolventen. Nur neun Prozent der Befragten wollten demnach Bachelorabsolventen einstellen. Ein Jahr später ergab eine Umfrage des Instituts der deutschen Wirtschaft, dass Bachelor- oder Masterabsolventen bereits in jedem zehnten deutschen Unternehmen vertreten waren. Dabei waren Absolventen der Bachelor- und Masterstudiengänge erst seit 2001 auf dem Arbeitsmarkt. Drei Viertel der Firmen hätten Bewerber mit diesen Abschlüssen eingestellt, so das Institut. Demgemäß konnten sich 83 Prozent der Konzerne vorstellen, künftig erstmals Hochschulabgänger mit deutschem Bachelorzeugnis einzustellen. Auch die Umfrage der Hochschul-Informations-System-Gesellschaft (HIS) im gleichen Jahr kam zu dem Ergebnis, dass Bachelorabsolventen fast genauso schnell einen Arbeitsplatz finden wie Absolventen klassischer Diplomstudiengänge. Im Jahr 2005 vermeldete der Bundesverband mittelständischer Wirtschaft (BVMW), dass kleine und mittlere Betriebe immer häufiger Hochschulabsolventen mit einem Bachelor- oder Masterabschluss einstellen. Eine Stichproben-Umfrage ergab, dass rund neun von zehn befragten mittelständischen Unternehmen bereits Master- oder Bachelorabsolventen eingestellt hätten oder dies in Kürze planten. Die Frage „Wird die Wirtschaft Bachelor akzeptieren und den Master als gleichwertig mit den Diplomabschlüssen betrachten?“, kann also wohl mit „Ja“ beantwortet werden.

Bis Mitte des Jahres 2006 waren dank des unermüdlichen Einsatzes von Herrn Professor Voigt die Grundlagenmodule für alle Studiengänge konzipiert. Zeitgleich mit der Modularisierung sah sich die Universität vor dem Problem, mit schrumpfender Personalstärke die Lehre in den Grundlagenmodulen für eine steigende Anzahl von Studierenden aus verschiedenen Studiengängen anbieten zu müssen. Die verschiedenen Fachrichtungen stellten z.T. ähnliche, aber nicht identische Anforderungen an die Grundlagenmodule. So ist es aus Kapazitätsgründen nicht mehr möglich, Physik und Chemie vielfach pa-

rallel anzubieten, sondern es gibt häufiger nur noch zwei Grundtypen: Module für Hauptfachstudierende und solche für Nebenfachstudierende. Dies erforderte umfangreiche Diskussionen und Abstimmungen zwischen den Fakultäten. Genauso intensiv wurden die profildbildenden Module der Studiengänge innerhalb und zwischen den Fakultäten erörtert.

Einen wichtigen Meilenstein im Bologna-Prozess hat die Universität im Sommer 2007 passiert. Zum Wintersemester 2007/2008 führt die TU Bergakademie Freiberg zwölf weitere Bachelorstudiengänge und zwei neue Masterstudiengänge ein (siehe auch Übersicht auf S. 74).

Außerdem wurde die Modularisierung der verbleibenden Diplomstudiengänge vollzogen, so dass ab dem Wintersemester 2007/2008 alle Studiengänge mit Modulen und einem Leistungspunktesystem starten. Die Umstellung auf das zweistufige Bachelor- und Mastersystem und die Modularisierung aller Studiengänge bedeutete und bedeutet einen Kraftakt für die gesamte Universität, insbesondere für die Studiendekane und Studienkommissionen, denen an dieser Stelle ein herzlicher Dank ausgesprochen sei.

Dem mit solchen Fragen wenig vertrauten Leser drängt sich sicherlich immer mehr die Frage auf, was sich hinter diesem Wort „Modularisierung“ verbirgt. Jeder Studiengang ist nun in Module gegliedert. Die Module selbst stellen eine Zusammenfassung von inhaltlich abgestimmten Leistungspaketen, also Übungen, Vorlesungen oder Praktika dar. Die Module erstrecken sich über höchstens zwei Semester und umfassen in der Regel 4–10 Leistungspunkte. Die Leistungspunkte verdeutlichen den Arbeitsumfang für den Studierenden – ein Leistungspunkt beschreibt 30 Stunden Arbeit. Ein Modul wird mit einer Modulprüfung abgeschlossen. In jedem Semester werden 30 Leistungspunkte vergeben. Die Vorteile einer solchen Systematisierung des Studiums liegen zum Einen in der größeren Transparenz. So ist das Angebot der Universität in Form größerer Themenblöcke leichter zu überschauen als bei herkömmlichen Studiengängen. Zum Zweiten wird erwartet, dass übermäßige zeitliche Belastungen der Studierenden schon in der Planung vermieden werden und damit die Einhaltung der Regelstudienzeit gefördert wird. Ein drittes Vorteil besteht für die Studierenden darin, dass die umfangreichen Diplomprüfungen entfallen und die Inhalte vielmehr studienbegleitend abgeprüft werden. Allerdings

bedeutet dies auch, dass der Studierende vom Beginn des Studiums an kontinuierlich am Abschluss des Studiums arbeiten muss. Denn jede Modulprüfung ist auch Teil der Abschlussprüfung. Die Universität wiederum erhofft sich davon eine kürzere Studienzzeit, da viele unserer Studierenden vor den bisherigen Abschlussprüfungen lange Vorbereitungszeiten benötigten. Allerdings entsteht den Lehrenden durch die Modulprüfungen auch ein erhöhter Prüfungsaufwand.

Aufbauend auf die Bachelorstudiengänge heißt es nun, geeignete Masterprogramme zu konzipieren. Zu allen Bachelorstudiengängen unserer Universität sollen aufbauende Masterstudiengänge etabliert werden. Ziel unserer Universität bleibt es, den wissenschaftlichen Nachwuchs auf hohem Niveau auszubilden und somit unsere Studierenden bis zum Masterabschluss zu begleiten. Die Universität erhält durch die zweistufigen Studiengänge die Möglichkeit, auf neue wissenschaftliche und technologische Entwicklungen zu reagieren und so die Attraktivität der Universität nachhaltig zu stärken.

Nicht nur die Bachelorabsolventen unserer Universität sollen passende Masterstudiengänge an der TU Bergakademie Freiberg finden, auch Absolventen anderer in- und ausländischer Hochschulen sollen durch interessante Masterprogramme angezogen werden. Mit fortschreitender Internationalisierung und einhergehend mit dem Selbstverständnis unserer Universität als internationale Lehr- und Forschungsstätte ist es erklärtes Ziel, auch englischsprachige Masterprogramme anzubieten. Die Absolventen unserer Universität sollen weiterhin national wie international sehr gute Berufseinstiegschancen vorfinden.

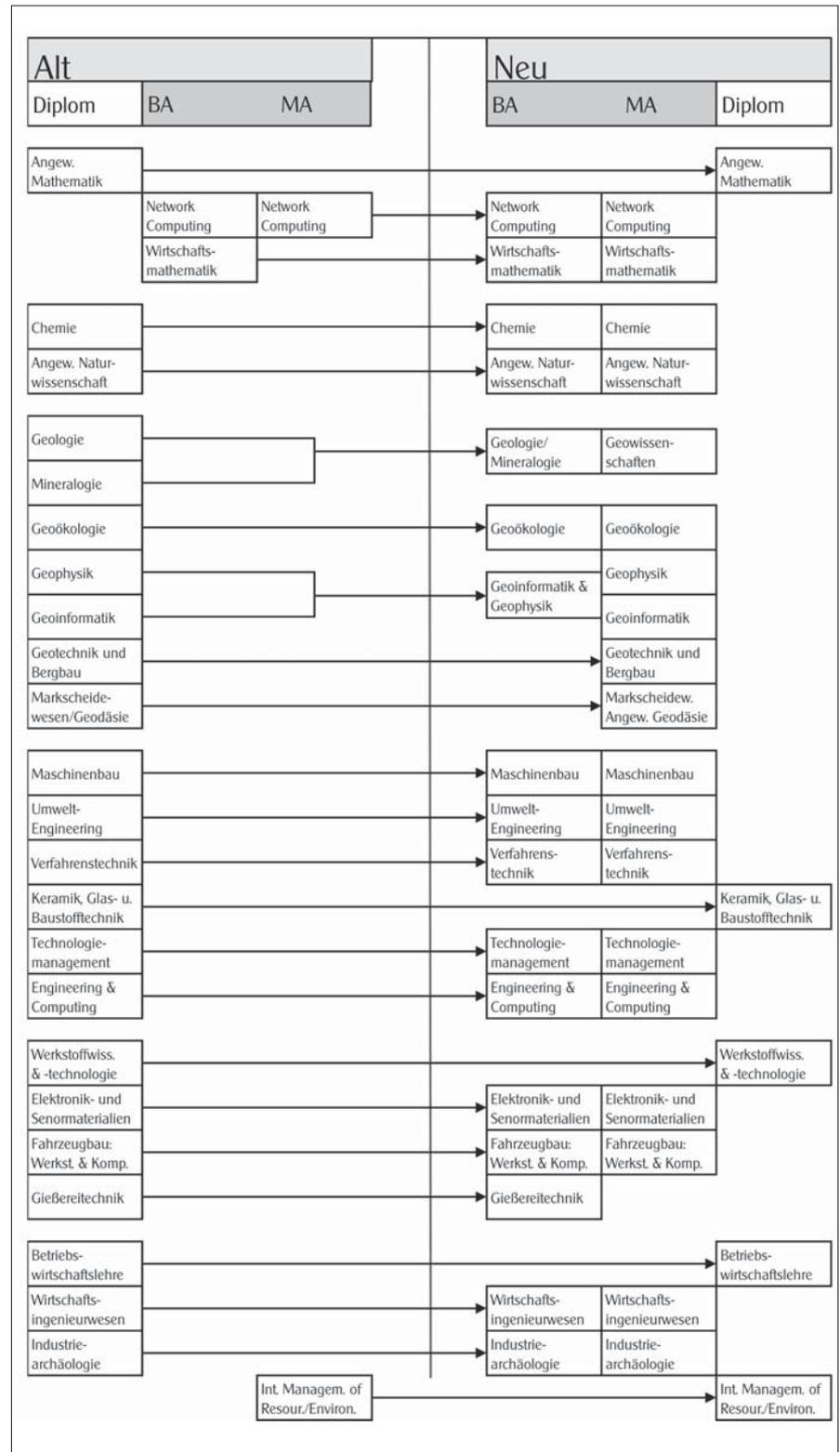
Die Qualitätssicherung stellt eine unverzichtbare Voraussetzung für das Funktionieren des europäischen Hochschulraumes dar. Die Bedeutung der Qualitätssicherung zeigt die Einrichtung eines Qualitätsregisters, in welches Qualitätssicherungsagenturen aufgenommen werden, die nach den Standards und Leitlinien für die Qualitätssicherung im Europäischen Hochschulraum arbeiten. Mit dem Register wird die Transparenz innerhalb des Europäischen Hochschulraums aber auch für Drittstaaten verbessert. Die Hauptverantwortung für die Qualität liegt bei den Hochschulen. So bildet die Weiterentwicklung der Qualitätssicherung eine vordringliche Aufgabe auch unserer Universität.

Den kurzfristigen Nachweis einer hochwertigen Lehre und Ausbildung kann un-

sere Universität mit der Akkreditierung der Studiengänge erreichen. Folglich stellt in den nächsten zwei Jahren die Akkreditierung unserer Bachelor- und Masterstudiengänge einen Schwerpunkt im Rahmen des Bologna-Prozesses dar. Nach der Akkreditierung ist vor der Reakkreditierung – deshalb muss die TU Bergakademie Freiberg bereits jetzt die Weichen für ein effi-

zientes Qualitätssicherungssystem stellen. Der berufliche Erfolg unserer Absolventen wird eine solche Qualitätskennziffer darstellen. Deshalb erhält die Alumni-Arbeit eine weitere wichtige Zielstellung – die Kontaktpflege zum Zwecke der Evaluation der Studiengänge durch unsere Absolventen.

■ Michael Schlömann



Stand der derzeitigen Planung (10. Oktober 2007), vorbehaltlich Änderungen bei der Etablierung von Masterstudiengängen, ohne weiterbildende Studiengänge

„Wo kann ich mich hier zum Deutschkurs anmelden?“, „Is there a possibility to apply for a TU Freiberg scholarship?“, „Gibt es noch freie Plätze für die Exkursion in die Sächsische Schweiz?“ - diese und viele andere Fragen klingen derzeit wieder durch die Gänge, Seminarräume und Büros des Internationalen Universitätszentrums (IUZ) in der Lessingstraße 45. Es ist Anfang September. Für viele neue ausländische Studierende hat das Semester bereits begonnen. Sie nutzen das Angebot des Internationalen Universitätszentrums, sich einige Wochen vor Beginn der eigentlichen Lehrveranstaltungen mit ihrem neuen Studienort vertraut zu machen, die vorhandenen Sprachkenntnisse zu vertiefen, ggf. die Deutsche Sprachprüfung abzulegen, Freiberg und Umgebung kennen zu lernen und erste Kontakte zu anderen ausländischen und deutschen Studenten zu knüpfen.

An der TU Bergakademie Freiberg studieren ca. 440 ausländische Studierende aus über 70 Ländern. Sie bereiten sich am Studienkolleg oder am IUZ fachlich und/oder sprachlich auf das Studium vor, absolvieren ein oder zwei Semester im Rahmen einer der insgesamt 104 Partnerschaften der TU Freiberg im ERASMUS-Programm oder haben sich für ein Vollzeitstudium entschieden, erwerben im Rahmen eines unserer 27 Doppeldiplomprogramme das Freiburger Diplom, absolvieren ein Praktikum, studieren im englischsprachigen MBA-Studiengang „International Management of Resources and Environment“ oder promovieren an einer der 6 Fakultäten.

Internationalität hat Tradition an der Bergakademie. In der Geschichte der TU Bergakademie machten ausländische Studierende teils über 50% der gesamten Studentenschaft aus. Heute kommen ca. 10% unserer immatrikulierten Studenten und Doktoranden aus dem Ausland.

In Lehre und Forschung ist die TU Bergakademie international aufgestellt. Über die Jahre hat sich ein beachtlicher Bestand an internationalen Kooperationen mit ca. 200 Hochschulen der Welt auf verschie-

Eine isländische Studentin in Freiberg

Die Idee, in Deutschland zu studieren, tauchte im Sommer 2001 auf, als ich mit dem Pädagogischen Austauschdienst (PAD) einen Monat lang in Deutschland herumreiste. Es waren Jugendliche aus etwa 52 Ländern da, um Land, Leute, Kultur und Geschichte Deutschlands kennen zu lernen und ich glaube, dass alle, die da waren, nach dieser Reise mal wieder nach Deutschland kommen wollten.

Nach dem Abitur habe ich u.a. als Au-pair in Deutschland gearbeitet und neben meinem Studium der Mathematik an der Universität Islands an Deutschkursen teilgenommen, um das Deutsch beizubehalten. Im Sommer 2006 schloss ich den B.Sc. Math. ab und hatte mich dann mit Hilfe des DAAD-Lektors in Island im Herbst 2005 um ein Stipendium vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) beworben. Es gab viele unterschiedliche Gründe dafür, dass Freiberg in den Bewerbungsunterlagen als Erste auf meiner Liste der gewünschten Hochschulen stand. An einem deutschen Stammtisch in Island hatte ich schon im Frühling 2004 zwei Geoökologiestudenten der Bergakademie kennengelernt, die an meiner Uni ihren ERASMUS-Aufenthalt verbrachten und ihre Uni weiterempfehlen konnten. Im Uni-Ranking hatte die Fachrichtung Angewandte Mathematik in Freiberg einen sehr guten Ruf und mein Sommerjob im Hydrologischen Institut in Reykjavik ging genau in die Richtung Angewandte Mathematik. Außerdem schien Freiberg einfach viel zu bieten – eine eher kleine Uni, wo man garantiert nicht verloren gehen würde, mit gutem Sport-Angebot. Und die Nähe zu Ost-Europa würde eventuell eine Gelegenheit bieten, dorthin zu reisen. Als ich dann ein Jahr später mich mit einem Stipendium in der Hand in Freiberg befand, wartete viel Bürokratie auf mich. Zwar wusste ich, dass es in Deutschland so wäre, aber das ist nicht das Gleiche, wie es zu erleben! Es gab kaum einen Englisch sprechenden Beamten und ich war daher sehr froh, Deutsch sprechen zu können. Aber es warteten nicht nur Bürokratie, sondern auch sehr nette Leute. Frau Fröhlich bei der Wohnheimverwaltung hätte z. B. keinen mehr passenden Namen kriegen können und schon am ersten Tag habe ich Studenten kennen gelernt, die mir vom Arbeitskreis Ausländischer Studierende (AKAS) erzählten. Im Begegnungsraum des AKAS habe ich den Donnerstag darauf sowohl ausländische als auch deutsche Freunde gefunden. Mein Betreuer, Herr Prof. Hebisch, hat mir gezeigt, wie man die bisherigen Leistungen anerkannt bekommen kann, und mir geholfen, die Studien- und Prüfungsordnung zu verstehen. Die Mitstudenten empfingen mich auch mit offenen Armen: Sie halfen mir dabei, meinen Studienplan aufzubauen, gaben verschiedene Tipps zum Studium in Freiberg und führten mich durch den „Rechenzentrum-Wald“ – wo man hingehen muss, um sich anzumelden, damit man in die Computerpools hereinkommt und dort ein Login für die Rechner hat.

Am Anfang hatte ich die Idee, Optimierung als Vertiefungsrichtung und Geologie oder Hydrologie als Nebenfach zu belegen. Nach vielen Überlegungen habe ich jetzt mathematische Methoden der Informatik als Vertiefungsrichtung und Geoinformatik als Nebenfach. Das Studium gefällt mir sehr gut und die Bergakademie entspricht meinen Vorstellungen als „keine Massenuni“ sehr gut – hier lernt man schnell die Professoren kennen und kann sich mit Ideen oder Fragen jederzeit an sie wenden.

Seit ich in Freiberg bin, nehme ich neben dem Studium am Uni-Schwimmen und am Uni-Badminton teil, arbeite viel mit dem AKAS und seit dem Frühling auch im Rahmen des ISIS Projektes („Internationale Studierende in die Schulen“). Für das nächste Semester kann ich sogar als Hilfskraft im Internationalen Universitätszentrum arbeiten. Diese Tätigkeiten – sowohl bezahlt als auch freiwillig – sind mir sehr wichtig und es macht viel Spaß, daran teilnehmen zu können.

Insgesamt bin ich mit der Entscheidung, nach Freiberg zu gehen, sehr zufrieden. Ich werde mit vielen guten Erinnerungen in die Heimat zurückkehren, wenn ich mein Diplom erhalten habe.

■ Bjarnheidur Kristinsdóttir, Studentin der Angewandten Mathematik im 6. Semester (September 2007)



Zusammenarbeit mit Universitäten und Firmen in der kanadischen Provinz Alberta

Internationale Kooperation lebt in großem Maße vom Engagement der beteiligten Personen. Die Zusammenarbeit mit der University of Alberta in Edmonton und anderen Einrichtungen in der kanadischen Provinz Alberta, wie der University of Calgary und einigen Unternehmen, ist ein typisches Beispiel dafür.

Nachdem es im Rahmen der Partnerschaft zwischen dem Land Sachsen und der kanadischen Provinz Alberta bereits 2004 erste gemeinsame Aktivitäten mit der School of Engineering der University of Calgary gegeben hatte, bereiste im Frühsommer 2006 eine kleine Delegation von Wissenschaftlern und Wirtschaftsmanagern aus der Provinz Alberta die sächsischen Universitäten, darunter die Bergakademie.

Alberta, das ist die Provinz in Westkanada, die über riesige Ölsandvorkommen verfügt. Die gestiegenen Weltmarktpreise für Erdöl haben es wirtschaftlich möglich gemacht, dass Alberta in wenigen Jahren zu einer der großen Erdölförderregionen der Welt aufgestiegen ist. Um die Begrenztheit der Reserven wissend, bemühen sich weitblickende Regionalpolitiker, „die Zeit danach“ schon heute einzuleiten, indem Projekte auf innovativen Gebieten der Energietechnik gefördert werden. Deutschland genießt den Ruf, hierin Spitzenreiter zu sein. Für die Kanadier liegt es daher mehr als nahe, hier Partner zu suchen. Deshalb stießen Freiburger Projekte zur Photovoltaik, zur Solarthermie, zur Windkraftnutzung, zur Geothermie, zur Brennstoffzellentechnologie, zur energetischen Nutzung von Biomasse und andere auf größtes Interesse.

Als erste Reaktion entsandte die kanadische Seite, konkret die Universitäten in Calgary und Edmonton, der Provinzhauptstadt, eine größere Zahl von Studenten zu der fünfwöchigen International Summer School „On the Cutting Edge of Sustainable Energy Supply“, die seit 2004 jährlich an der TU Bergakademie stattfindet. Die Zuerkennung von Leistungspunkten für die erfolgreiche Teilnahme schuf eine Randbedingung dafür, eine Vorauswahl der Bewerber vor Ort in Kanada eine weitere. Die hohe Wertgeschätzung dieser Teilnahme von kanadischer Seite zeigt sich unter anderem darin, dass mit den heimgekehrten Teilnehmern eine sorgfältige Auswertung erfolgte. Von den Ergebnissen haben auch die Veranstalter

in Freiberg im Sinne einer weiteren Optimierung des Angebots profitiert.

Im Spätherbst 2006 fuhr dann eine kleine Delegation aus Freiberg unter der Leitung des Prorektors für Außenbeziehungen, Herrn Prof. Christoph Breitzkreuz, nach Calgary und Edmonton. Die Freiburger Ausbildungs- und Forschungsaktivitäten konnten so einem breiteren Kreis von Interessenten an den Universitäten und in regionalen Wissenschafts- und Wirtschaftsorganisationen vorgestellt werden. Es stellte sich heraus, dass auf Firmenebene durchaus schon mehr als oberflächliche Kontakte bestehen. So wurde die Idee eines Workshops geboren, an dem von beiden Seiten sowohl Wissenschaftler als auch Wirtschaftsvertreter teilnehmen. Weiter konnten die Freiburger Organisatoren bereits die Kandidaten für die nächstjährige Summer School kennen lernen. Mit Stolz berichteten vorjährige Teilnehmer, dass sie sich durch ihre „Freiburger Erfahrungen“ besonders gute Jobs sichern konnten. Es wurden Ideen für gemeinsame Studienmodule und für den erweiterten Studentenaustausch geboren. Vom 18. bis 19. Juni 2007 fand dann mit freundlicher Unterstützung des Sächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur sowie des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg der erste Workshop zum Thema „Energy Related Research and Industrial Activities in Edmonton (Alberta) and Freiberg (Saxony)“ in Freiberg statt. Eine Delegation aus Wissenschaftlern der University of Alberta in Edmonton und der University of Regina (Saskatchewan) sowie Industrievertreter aus dem Umfeld dieser Universitäten waren zu Gast an der TU Bergakademie, um mit Freiburger Professoren und sächsischen Industrievertretern in einen fachbezogenen Informations- und Ideenaustausch zu treten. Die Organisation lag in den Händen des Instituts für Wärmetechnik und Thermodynamik (IWTT) sowie des Internationalen Universitätszentrums (IUZ) vgl. Beitrag S. 123.

Als Gebiete gemeinsamer Interessen bestätigten sich die Photovoltaik, die Solarthermie, die energetische Biomassenutzung, die Vergasung, die Brennstoffzellenentwicklung und die Geothermie.

Am zweiten Tag des Workshops wurden kompetenzorientierte und auf individuelle Interessen zugeschnittene Besichtigungen für die kanadischen Dele-

gationsvertreter an den verschiedenen beteiligten Instituten der TU Bergakademie Freiberg sowie bei den vertretenen sächsischen Industrieunternehmen veranstaltet. Zukünftige Aktivitäten, Kooperationsmöglichkeiten sowie gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte wurden ausgelotet, gemeinsame Projekte zur Energieforschung und zur Entwicklung und Vermarktung von energietechnischen Produkten werden angestrebt. Die beiden Universitäten wollen außerdem den Austausch von Studenten und Forscherpersonal weiter ausbauen. Seitdem haben elf Studenten aus Alberta an der diesjährigen Freiburger Summer School teilgenommen. Dabei hat mit Prof. Amirfazli erstmalig ein Hochschullehrer aus Edmonton als Lehrender mitgewirkt und das Lehrangebot um das Fachgebiet „New Hydro Power“ (Wellen-, Gezeiten- und Meeresströmungsnutzung) bereichert.

Prof. Mahinpey von der University of Regina, Teilnehmer des Workshops im Juni, besuchte Ende August zum wiederholten Male Prof. Meyer und dessen Institut. Hier steht das Freiburger Knowhow in der Vergasungstechnologie im Zentrum des Interesses.

Am Freiburger Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik sind für CCI Thermal Technologies Inc. thermodynamische Berechnungen zur Reaktion von Erdalkali-Silikat-Fasern mit schwefelhaltigen Gasen durchgeführt worden. Damit konnte der kanadischen Firma bei der Lösung eines praktischen Problems bei den von ihr hergestellten Heizgeräten geholfen werden. Alexander Szymanek, Student der Verfahrenstechnik an der TU BAF, hat inzwischen sein Praxissemester an der University of Calgary begonnen. Er wird sich mit Fragen zur Nutzung von Gashydraten beschäftigen.

Im Oktober wird Prof. Gerd Walter, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, für einen Monat nach Edmonton reisen, um dort Vorlesungen zu „Renewable Energy Technologies“ zu halten und die Ideen von gemeinsamen Lehrmodulen vorzubringen. Die Erweiterung der Kontakte mit der University of Alberta auf die Geowissenschaften, insbesondere den Bereich der Geoökologie, wird derzeit vorbereitet. Die Kooperation mit Alberta beginnt also Früchte zu tragen.

■ Dr. Martin Kautz, Corina Szeszkat,
Prof. Dr. Gerd Walter

denen Ebenen und in unterschiedlichen Fachrichtungen entwickelt. Langjährige und enge Beziehungen verbinden die TU Freiberg mit ihren mittel- und osteuropäischen Partnerhochschulen, wie z.B. der AGH Krakau, dem Moskauer Institut für Stahl und Legierungen oder der VSB TU Ostrava. Die neueste der 34 Hochschulkooperationsvereinbarungen wurde im Mai 2007 im Beisein des sächsischen Ministerpräsidenten in China mit der Wuhan University of Science and Technology abgeschlossen. Seit 2004 entwickelt sich ein zunehmend intensiver Kontakt zwischen der TU Freiberg und der kanadischen Provinz Alberta, insbesondere mit der University of Calgary und der University of Alberta in Edmonton.

Eines unserer intensivsten und interdisziplinärsten akademischen Netzwerke ist die von der Verbundnetz Gas AG in Leipzig geförderte Kooperation zwischen der NTNU Trondheim, der AGH Krakau, der Universität für Chemie und Technologie Prag und der TU Bergakademie Freiberg. Im Rahmen dieser Kooperation studieren jährlich ca. 8–10 Freiburger Studenten an den Partnerhochschulen, reisen Freiburger Wissenschaftler zu Lehr- und Forschungszwecken zu ihren Fachpartnern und tauschen sich Nachwuchswissenschaftler auf gemeinsamen Exkursionen, Sommer Schulen und Fachkolloquia aus. Neben dieser multilateralen Kooperation unterstützt VNG Leipzig auch die Zusammenarbeit zwischen der Bergbauuniversität St. Petersburg und der TU Bergakademie, vor allem im Bereich der Geowissen- und Geoingenieurwissenschaften.

Es ist sehr erfreulich, dass auch immer mehr deutsche Studierende an der TU Bergakademie die internationale Dimension der Ausbildung schätzen lernen und sich dafür entscheiden, an der TU Freiberg nicht nur eine Fremdsprache zu lernen oder zu vertiefen, sondern im Rahmen ihres Studiums auch ein Studien- oder Praxissemester im Ausland zu verbringen. Jährlich gehen ca. 120 Studenten unserer Universität für einen Studienabschnitt ins Ausland, z.B. im Rahmen des ERASMUS-Austauschs (2006/07: 44), im Austausch mit amerikanischen oder kanadischen Partnerhochschulen (2006/07: 10), gefördert durch die Verbundnetz Gas AG (2006/07: 7), als Doppeldiplomanden (2006/07: 6), als Praktikanten über IAESTE oder das Leonardo-Programm der EU (2006/07: über 50) sowie über weitere Programme bzw. individuelle Kontakte. Vorwiegend hat es unsere Studenten im ver-

Verbundnetz Gas AG fördert die internationale Hochschulkooperation

Von 1994 bis 2006 konnten durch die VNG-Förderung insgesamt 190 Studenten aus Trondheim, Prag, Krakau und Freiberg bei einem Partner dieses Netzwerkes ein Auslandssemester absolvieren, ihre Diplomarbeit schreiben oder ein Praktikum durchführen. Im gleichen Zeitraum erfolgten 203 Studien- und Forschungsreisen von Wissenschaftlern aus Trondheim, Prag, Krakau und Freiberg zu einem Partner dieses Netzwerkes sowie seit 2001 31 Reisen Freiburger Wissenschaftler (vorwiegend Mineralogie und Bergbau, aber auch andere Fachrichtungen wie Geologie, Wirtschaftswissenschaften, Kustodie, Maschinenbau, Eisen- und Stahltechnologie) nach St. Petersburg.

Prof. Hentschel, Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung, und Prof. Koch vom IPT der NTNU Trondheim arbeiten z.B. gemeinsam an Problemstellungen wie der Genauigkeit der CAD-Daten für CAM oder der Nutzung von Optimierungsverfahren für die Zeitverkürzung von Bearbeitungsprozessen.

Frau PD Dr. Tichomirova vom Institut für Mineralogie untersucht gemeinsam mit ihren Partnern am Lehrstuhl für Geoökologie an der Bergbauuniversität St. Petersburg Schadensbelastungen auf dem Gelände und im Umfeld ehemaliger bzw. sich noch im Betrieb befindlicher Bergbaubetriebe (z.B. Bleisotopenuntersuchung).

Im Auftrag der VNG forschen Prof. Kuna und Dr. Scherzer, Institut für Mechanik und Fluidodynamik, und Prof. Pusch und Dr. Hübner, Institut für Werkstofftechnik, gemeinsam mit ihrem Kollegen von der AGH Krakau, Prof. Pietrzyk, seit 2006 zum Festigkeitsverhalten beim Schweißen von druckbelasteten Gashochdruckleitungen mit den zugehörigen Einflussgrößen für das beanspruchungsgerechte Gestalten von Abzweigen.

Über diese und ähnliche gemeinsame Forschungsprojekte hinaus bereicherten vielschichtige Aktivitäten der Nachwuchswissenschaftler die Zusammenarbeit. Seit 2003 finden regelmäßige Deutsch-Tschechische Doktorandentreffen auf dem Gebiet der Keramik-, Glas- und Baustofftechnik statt. Neben dem fachlichen Austausch im Rahmen von Kolloquien und Vorträgen stehen auch Besuche in fachrelevanten Firmen auf dem Programm. Seit 2005 gibt es im Rahmen des akademischen Netzwerkes auch ein jährliches Deutsch-Polnisches Metallurgisches Seminar für Nachwuchswissenschaftler, das abwechselnd von der AGH Krakau oder der TU Bergakademie Freiberg ausgerichtet wird. Ebenfalls seit 2005 nimmt in jedem Jahr eine Gruppe von Nachwuchswissenschaftlern der TU Freiberg erfolgreich an einer wissenschaftlichen Tagung in St. Petersburg teil. Die Kooperation auf dem Gebiet der Lehre wurde in den vergangenen Jahren u.a. durch mehrere Vorlesungsreihen von Prof. Volkmann, Institut für Geologie der TU BAF, in Trondheim zum Thema „Kohle und organische Petrologie“ bereichert.

Zur Tradition geworden sind außerdem nicht nur die jährlichen Sprachkurse an der NTNU Trondheim für Teilstudenten der Partner dieses Netzwerkes, sondern auch gemeinsame Fachexkursionen, an denen Studenten aus Trondheim, Prag, Krakau und Freiberg teilnehmen. Der einwöchige Intensivkurs „Gastechnik“, der im Rahmen der VNG-Kooperation 2006 erstmals für deutsche, norwegische, tschechische und polnische Studenten angeboten und mit Unterstützung von Lehrkräften aus den beteiligten Universitäten durchgeführt wurde, fand im September 2007 erneut an der TU Bergakademie Freiberg statt.

Mit dem Abschluss von Doppeldiplomabkommen auf den Gebieten Gastechnik und Maschinenbau zwischen der TU Bergakademie Freiberg und der NTNU Trondheim, die sich momentan in Vorbereitung befinden, werden weitere attraktive Studienangebote und Möglichkeiten der Kooperation zwischen beiden Universitäten geschaffen. Durch die langjährige Förderung des akademischen Netzwerkes zwischen den Partnern in Trondheim, Krakau, Prag, St. Petersburg und Freiberg ermöglicht die Verbundnetz Gas AG Leipzig den beteiligten Universitäten vielfältige gemeinsame Aktivitäten in Forschung und Lehre. Dafür gilt der Verbundnetz Gas AG Leipzig unser herzliches Dankeschön. Das Internetportal „VNG-Campus“ (www.vng.campus/tu-freiberg.de), das im Rahmen einer Projektarbeit an der TU Bergakademie Freiberg entstand, reflektiert die Ergebnisse dieser vielschichtigen multilateralen Kooperation.

■ Christine Fischer, Katja Polanski

gangenen Studienjahr in skandinavische Länder gezogen, aber auch nach Polen, Tschechien und Ungarn sowie nach Nordamerika. Es gibt jedoch zunehmend auch Studenten, die die erprobten Wege der Hochschulpartnerschaften verlassen und erste Erfahrungen in Ländern wie Ägypten, China oder Armenien sammeln. Berichte der Studenten über ihre Auslandserfahrung (siehe beispielsweise den Bericht von Mathias Klinger im hinteren Teil unserer Zeitschrift) bestätigen, dass ein längerer Studien- oder Praktikumsaufenthalt im Ausland eine durchaus lohnenswerte Erfahrung ist, die noch viel mehr Studenten unserer Universität zu wünschen wäre.

Die Vermittlung von Auslandserfahrung in Deutschland, das Lernen der deutschen Sprache, das Kennenlernen eines anderen Hochschulsystems, den Austausch in der Forschung streben wir auch zukünftig für unseren ausländischen Studierenden und Nachwuchswissenschaftler an. Zur Internationalisierungsstrategie der Universität gehört daher auch der Ausbau der

Doppeldiplomprogramme, die Einrichtung weiterer internationaler Masterprogramme, die Nutzung der Möglichkeit der Doppelpromotion sowie die Erweiterung des Angebots an attraktiven Kompaktkursen und Sommerschulen.

Eine internationale Sommerschule im Bereich der Erneuerbaren Energien, an der in jedem Jahr ca. 15 internationale Studenten teilnehmen und die sich besonders bei unseren kanadischen Partnerhochschulen großer Beliebtheit erfreut, bietet die TU Bergakademie bereits seit 2004 mit Erfolg an. In fünf Wochen erhalten die Teilnehmer einen Einblick in Themenbereiche wie Fotovoltaik, Windenergie, Brennstoffzelle, Geothermie, Energiegewinnung aus Biomasse etc. Die Lehrveranstaltungen an der Universität, die von Hochschullehrern aus vier Fakultäten getragen werden, werden durch Fachexkursionen in Unternehmen der näheren Umgebung vertieft. Das Fachprogramm wird von einem umfangreichen Rahmenprogramm und einem Deutschkurs begleitet und, so die Teilneh-

mer es wünschen, durch ein optionales Praktikum in Firmen in Sachsen ergänzt. 2007 konnten z.B. zwei kanadische Studenten ein Praktikum bei der Verbundnetz Gas AG in Leipzig absolvieren. Steven Tran berichtet darüber wie folgt:

„We were excited to start work at VNG and to live in Leipzig for six weeks. When we first arrived in Leipzig we were impressed by VNG's office building and the beautiful Leipzig Zentrum. We immediately liked the friendly working atmosphere with much hand shaking, and both of our mentors were eager to get us started on our projects. ... I worked in 3450, „Technology Center“, under Lars Winkler. There were a few small projects I worked on during the six weeks. I gave a presentation on the Canadian energy supply and the role of renewable energy in Canada. My main project was developing a calculation tool to estimate geothermal power plant output and costs. The program allows you to change environmental parameters and see the estimated output. I wrote a short

Wie viel ist Russland die Umweltforschung wert?

Dass es in Russland große Gebiete mit starker Umweltverschmutzung durch industrielle Gewinnung von Rohstoffen und deren Veredlung gibt, ist wohl weitläufig bekannt. Aber wie sieht es heute mit der Umweltforschung aus, welchen Wert hat diese, wie wird sie finanziert? Gibt es erste Fortschritte in einer umweltverträglicheren Nutzung der natürlichen Ressourcen und im Verständnis von Umweltproblemen und der Beseitigung von Umweltschäden? Diese Fragen führten mich zu einer Reise nach St. Petersburg, an den Lehrstuhl für Geoökologie des Bergbauinstitutes, der Partnerhochschule im Norden Russlands. Schon der Name des Lehrstuhls verrät, dass man sich hier vorrangig mit der Erforschung von Umweltproblemen auseinandersetzt. Und er ist nicht der einzige derartige Lehrstuhl, der in den letzten Jahren in St. Petersburg entstanden ist. Auch die Staatliche Universität verfügt seit einiger Zeit über einen Lehrstuhl für „Ökologische Geologie“ und nach Aussagen der russischen Partner „boomt“ dieser Bereich.

Der Lehrstuhl für Geoökologie am St. Petersburger Bergbauinstitut wurde 2004 eröffnet. Die Lehrstuhlinhaberin hatte mich zu einem Treffen eingeladen, um Möglichkeiten der Zusammenarbeit auszuloten. Denn auch wir in Freiberg beschäftigen uns seit einigen Jahren mit

Umweltproblemen. So waren die Kollegen aus St. Petersburg erstaunt, als ich ihnen Bilder der „roten Pfützen“ des Bergwerkes „Himmelfahrt Fundgrube“ zeigte, die sie natürlich sofort als „quietschsaure“ (pH = 3) Lösungen mit sehr hohen Gehalten an Eisen, aber auch an Sulfaten und einigen Schwermetallen erkannten. Und das im kulturellen Europa, wo man aus russischer Sicht alle Umweltprobleme als gelöst ansieht! Ähnliche Oxidationsprozesse laufen in der Halde des erzverarbeitenden Kombines bei Monchegorsk auf der Kola-Halbinsel ab, nur dass die Ausmaße riesig sind. Obwohl mein Besuch in St. Petersburg sehr kurz war (2,5 Tage), musste ich noch unbedingt im Isotopenzentrum vorbeischaun, das mit modernsten Geräten der Isotopenforschung ausgestattet ist.

Bei meinem zweiten kurzen Aufenthalt in St. Petersburg im Juni 2007 hatte ich die Möglichkeit, in einem öffentlichen Isotopenseminar die Forschungsergebnisse unserer Freiburger Arbeitsgruppe zu Themen der Umweltforschung mit Isotopen darzulegen. Das Seminar wird monatlich vom Lehrstuhl für „Isotopengeologie“ der Staatlichen Universität St. Petersburg durchgeführt. Als konkrete Maßnahmen der zukünftigen wissenschaftlichen Kooperation zwischen St. Petersburger und Freiburger Geoökologie wählten wir zwei

Forschungsprojekte aus. Zum einen liegt ein gemeinsames Forschungsinteresse darin, Prozesse der Sulfidoxidation, die in Halden oder stillgelegten Bergwerken ablaufen, zu untersuchen. Eine Doktorandin aus St. Petersburg hat dazu unlängst ihre Promotion abgeschlossen. Sie untersuchte einen großen Haldenkörper des Kupfer-Nickel-Bergwerkes „Severonickel“ auf der Kola-Halbinsel, aus dem stark saure Wässer durch Sulfidoxidation austreten. Wir, als Freiburger Partner, bieten der jungen Wissenschaftlerin Isotopenuntersuchungen am Sulfat der Wässer an, mit deren Hilfe die Identifizierung von Verschmutzungsquellen und Mischungsprozessen und damit auch eine genauere Prognostizierung und Bilanz der Langzeitwirkungen auf die Umwelt möglich ist – so wie wir das für die Freiburger „Himmelfahrt Fundgrube“ bereits anwandten. Andererseits haben wir für das Bergbaugebiet um Monchegorsk, das besonders stark durch Umweltschäden, insbesondere von Waldsterben betroffen ist, vorgeschlagen, zusätzlich zu den von der russischen Seite im Rahmen einer weiteren Dissertation durchgeführten bio- und geochemischen Untersuchungen Isotopenuntersuchungen an Blei durchzuführen. Dazu wurden erste Proben vom Doktoranden ausgewählt, die ich bereits mit nach Freiberg bringen konnte.

■ Marion Tichomirowa

report for the selection of a backup system for a self-sustaining community powered by a biogas plant. The goal was to have a solution in place in case of breakdown of the biogas plant. I also researched and wrote a report on the considerations required for the transmission of CO₂ for capture and storage. Thank you to VNG for giving us the opportunity to live and work in Leipzig ...“

Eines der wichtigsten Kriterien für die Attraktivität einer Hochschule im nationalen und internationalen Maßstab ist der erfolgreiche Studienabschluss der Studierenden. Die Sicherung des Studienerfolgs unserer ausländischen Studierenden ist uns daher ein wichtiges Anliegen. Mit diesem Ziel beantragte das IUZ 2005 im Rahmen des DAAD-Programms zur Förderung der Internationalisierung an den deutschen Hochschulen (PROFIS) erfolgreich das Projekt FREQUENT „Freiberger Qualitäts- und Exzellenznetzwerk zur Gewinnung ausländischer Studierender“. Ziel des Projekts war die Einleitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Auswahl ausländischer Studierender, ihrer fachlichen und sprachlichen Vorbereitung auf das Studium und ihrer Unterstützung während des Fachstudiums. Zu Beginn des Projekts wurde eine Analyse des Studienerfolgs der ausländischen Studierenden der letzten 10 Studienjahre vorgenommen. Das Analyseergebnis bescheinigt der TU Freiberg eine Studienerfolgsquote ausländischer Studierender, die leicht über dem Bundesdurchschnitt liegt, zeigt aber durchaus starken Verbesserungsbedarf, vor allem bei Vollzeit-Studierenden. Im Rahmen des Projekts wurden daher folgende Maßnah-

Am ICT Prag



Ich war im 8. Semester Verfahrenstechnik an der TU Bergakademie Freiberg eingeschrieben, habe dieses jedoch als Student in Prag als Praxissemester am Institute of Chemical Technology (ICT) absolviert und mich mit der CO₂-Adsorption aus befeuchteten Gasen bei erhöhten Temperaturen beschäftigt.

Da ich aufgrund meiner Laborarbeiten bis auf einen Tschechischsprachkurs keine anderen Vorlesungen besuchen konnte, kann ich nur über Erfahrungen anderer ERASMUS-Studenten berichten. Viele Vorlesungen, die ursprünglich als englischsprachig ausgewiesen waren, wurden nur in Tschechisch angeboten. Die jeweiligen Studenten mussten den Lehrstoff aus Büchern nacharbeiten. Bei mir im Labor klappte die Verständigung sehr gut. Mein Betreuer konnte perfekt Deutsch und die Doktorandin, mit der ich zusammen arbeitete, konnte gut Englisch sprechen. Die Universität selber befindet sich etwas abseits der Innenstadt. Auf dem Bild sieht man links das ICT. An der Universität gibt es seit diesem Semester auch einen Studentenclub für ausländische Studenten. Prag ist auch wunderbar dazu geeignet, andere interessante Städte in Mittel- und Osteuropa zu besuchen. Wer in einer größeren Gruppe mit der Tschechischen Bahn fährt, bekommt relativ viel Rabatt. Städte wie Budapest, Krakau, Wien oder Bratislava lassen sich mehr oder weniger bequem mit der Bahn erreichen.

Der Aufenthalt in Prag war eine spannende und interessante Erfahrung für mich und eine willkommene Abwechslung zu Freiberg. Ich möchte mich bei dem Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen und bei meinem Betreuer vor Ort in Prag, Doz. Dr.-Ing. Karel Ciahotny, bedanken, die es mir ermöglichten, mein Praxissemester in Prag zu absolvieren. Des Weiteren möchte ich mich für die finanzielle Unterstützung der Verbundnetz Gas AG bedanken.

■ Volker Kempkes

Vierte Freiberger „International Summer School“ lockt 14 internationale Studierende an die TU Bergakademie



Die diesjährige Sommerschule stand unter dem Thema „On the Cutting Edge of Sustainable Energy Supply“. Die Teilnehmer kamen aus Kanada, Indien, Mexiko und den USA, um von Ende Mai bis Ende Juni einen Einblick in aktuelle alternative Energieforschungen zu erhalten. Für viele Teilnehmer war es der erste Kontakt mit Deutschland, so wie für Thomas Wells, Student der Colorado School of Mines. Dass er für den ersten Auslandsaufenthalt seine Universität in Golden Richtung Freiberg verließ, ist kein Zufall. Die Hochschulen verbindet ein Abkommen zum Studentenaustausch. Das Thema der Sommerschule 2007 griff genau sein Interessensgebiet auf. Vor allem reizte ihn bei dem Freiberger Angebot die Vielfalt der nachhaltigen Energietechnologien. So widmeten sich die Vorlesungen und Seminare unter anderem der Solarenergie, Biogas, Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, CO₂-freien Kraftwerken aber auch Wasserstoffan-

wendungen. Neben der Theorie warfen die Sommerschüler auch viele Blicke in die Praxis. Exkursionen führten unter anderem in die Unternehmen Deutsche Solar AG und Choren Industries GmbH Freiberg. Wer es noch genauer wissen wollte, dem bot sich die Gelegenheit, im Anschluss an das fünfwöchige Programm noch ein Praktikum in einem deutschen Unternehmen zu machen. Wie Thomas Wells, der nach seiner Teilnahme an der Sommerschule in Freiberg nach Dresden ging, um dort bei SunStrom, einem Photovoltaik-Unternehmen, zu arbeiten. Doch wenn der Student von seinem ersten Deutschlandbesuch nach Amerika zurückkehrt, wird er sicher von einem Teil der Sommerschule besonders begeistert berichten: dem kulturellen Programm.

■ Christian Möls

Afrika zum Greifen nah

Internationale Studierende der TU Bergakademie Freiberg zu Gast in Kitas und Schulen in Freiberg und der Region

Für die Kinder des Kinderlandes Berthelsdorf wurde dieser Traum im Mai 2007 wahr. Zum Abschluss ihrer „Afrika-Woche“ im Rahmen des Projektes „Unsere bunte Welt“ ermöglichten die Organisatoren des vom Internationalen Universitätszentrum der TU Bergakademie Freiberg koordinierten Projektes „Internationale Studenten in Schulen“ (ISIS), Elke Nikolai und Mirjam Grahmann, den Kindern und Erziehern des Kinderlandes Berthelsdorf ein unvergessliches Erlebnis. Pierre Amezugne und Titus Douka Dezoumbe, zwei eifrige afrikanische Studenten der TU Bergakademie Freiberg aus Togo bzw. Kamerun, brachten Kinderaugen zum Leuchten.



Gespannt lauschten die zwei- bis sechsjährigen Kinder den afrikanischen Geschichten und verfolgten interessiert und neugierig die Bilder Afrikas, der Tiere, und besonders der Kinder. Viele Fragen gab es zu beantworten. So wollten die Kinder wissen, was man in Afrika isst, was die Kinder in Afrika spielen, welche Tiere es in Afrika gibt und ob die Studenten schon einmal einem Löwen begegnet sind. Pierre und Titus standen mit Freude und Geduld Rede und Antwort. Das besondere Highlight dieses Tages war Pierres Trommelkonzert. Die Kinder versuchten emsig mit ihren selbst gebastelten Trommeln Takt zu halten und das Kinderland begann zu beben. Titus mischte sich zum Finale unter die Kinder und forderte sie zum Tanz auf. So trommelten und tanzten die Kinder zum Beispiel einen afrikanischen Begrüßungstanz, den Agbaza.

Neben Afrika spielten im vergangenen

Semester auch andere Länder und Regionen an Schulen Freibergs und der Freiburger Region im Rahmen von ISIS-Projekten eine Rolle. So ermöglichte Brad Burke, ein Student aus Kanada, einigen Schülern der Freiburger Agricola-Grundschule die Kommunikation in Englisch mit einem Muttersprachler, andere ausländische Studenten der TU Bergakademie Freiberg beendeten in der Grundschule Großschirma die Projektwoche zum Thema „Indianer“ mit einer Präsentation über das indianische Leben in Südamerika.

Im Rahmen des Projekts „Europagedanke 2007“ wurden wir am 11. Mai in die Grundschule der Gemeinde Großhartmannsdorf eingeladen. Während der vorangegangenen Projektstage hatten die Schüler bereits viel Neues über Griechenland, Tschechien, Spanien und andere Länder der EU erfahren. Den letzten Projekttag verbrachten sie gemeinsam mit drei ausländischen Studenten der Bergakademie Freiberg: Vasiliki Vasilatou aus Griechenland, Marcin Piechoki aus Polen und Bjarnheidur Kristinsdottir aus Island.

Von Marcin erfuhren die Kinder über verschiedene Regionen und Städte Polens. Er erzählte polnische Märchen, was man in Polen isst und dass man in Polen ganz ähnlich Ostern und Weihnachten feiert. Die Kinder hörten gespannt zu und waren erstaunt, wie ähnlich unser Nachbar Polen doch eigentlich ist. Auch polnische Persönlichkeiten wie Marie Curie oder Papst Johannes Paul II waren den meisten Schülern bekannt.

Sehr gut vorbereitet begrüßten die Schüler Vasiliki mit einem lauten „Kalimera“. Sie erklärte ihnen dafür, wo Griechenland liegt und dass das Land aus sehr vielen Inseln besteht. Vasiliki zeigte ihnen verschiedene Bauten aus der Antike und erläuterte einige Figuren aus der griechischen Mythologie. Sie erzählte den Schülern, dass man in Griechenland Zitronen und Oliven anbaue, die in Deutschlands Gärten nicht zu finden sind. Auf den Bil-



dern, die sie von verschiedenen griechischen Speisen zeigte, erkannten die Kinder den Feta-Käse sofort. Auch Vasiliki tanzte zum Schluss noch mit den Schülern, sie lernten bei ihr den Sirtaki.

Bjarnheidur präsentierte Island, die Insel aus Feuer und Eis. Nachdem sie den Kindern erläutert hatte, dass Island eine Insel ist, die man nur mit dem Flugzeug oder mit dem Schiff erreichen kann, versetzte sie die Kinder in Staunen: Island wächst jedes Jahr um ca. 2 cm. Natürlich wollten die Kinder wissen, wie das denn geht. Also erklärte die Isländerin geduldig, wie Island entstanden ist und dass die Vulkane noch heute aktiv sind. Auch die Tierwelt interessierte die Kinder: Delfine, Wale und Papageientaucher waren faszinierende Lebewesen. Bjarnheidur zeigte den Kindern auch, wie isländische Kinder ihre Freizeit verbringen. Sie spielte mit den Schülern und erzählte von „Wiki und den starken Männern“, einem Wikingerjungen, dessen Geschichten in Island sehr bekannt sind. Aber natürlich hörten die Kinder auch Geschichten von Trollen und Elfen. Zum Schluss durften die Kinder dann noch getrockneten Stockfisch mit Butter probieren und bekamen somit einen Geschmack von Island.

Die Projekte im Kinderland Berthelsdorf und in der Schule in Großhartmannsdorf waren insbesondere für die Kinder ein großer Gewinn, denn diese Art von Bildung, die die Kindergartenkinder und Schüler durch das ISIS-Projekt erfahren haben, kann nicht früh genug beginnen und sie ist durch kein Buch zu ersetzen. Aber auch für unsere internationalen Studenten waren die Offenheit und Neugier der Kinder sowie ihre Begeisterungsfähigkeit ein schönes Erlebnis, eben ein weiteres Stück Deutschland. Beide Projekte behalten wir sehr gern in Erinnerung.

■ Mirjam Grahmann, Elke Nikolai

men eingeleitet: den ausländischen Bewerbern werden online-Selbsttests angeboten, anhand derer sie ihre fachlichen Vorkenntnisse und ihre Motivation für das Studium überprüfen können. Die Studenten in Doppeldiplomprogrammen werden mit Hilfe von Sprachtests und Interviews im Heimatland ausgewählt. Die ausländischen Studierenden erhalten vor Studienbeginn eine Einführung in das Studium in Deutschland, in die Studienorganisation sowie in die grundlegenden Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens, da sich die Lehr- und Lernstile in Deutschland z.T. gravierend von denen im Heimatland unterscheiden. Während ihres Fachstudiums wird den Studenten ein zusätzliches Fach Tutorium angeboten, um die durch Sprachprobleme und den Wechsel des Bildungssystems begründeten Defizite auszugleichen. Zukünftig soll den ausländischen Studierenden vor allem in den ersten Semestern die Betreuung durch einen wissenschaftlichen Mentor, also einen Hochschullehrer oder wissenschaftlichen Mitarbeiter, zuteil werden, um einen engeren fachlichen Kontakt zu pflegen, sie besser zu unterstützen und ihren Studienerfolg besser verfolgen zu können.

Während das PROFIS-Projekt stark auf die Erhöhung der fachlichen Qualifikation der ausländischen Studierenden abzielte, sind die Rahmenbedingungen für die Studierenden keinesfalls zu vernachlässigen. Das IUZ bietet den ausländischen Studierenden ein umfangreiches Betreuungsprogramm im sozialen und kulturellen Bereich an, das die Integration in ihr neues Studium erleichtert und ihren Studienerfolg befördern soll. Dazu gehört das so genannte Mentorenprogramm, das im IUZ koordiniert wird und in dem deutsche Studenten und Doktoranden ihre zukünftigen Kommilitonen in den ersten Wochen des Aufenthaltes in Freiberg unter ihre Fittiche nehmen und sie bei ihren ersten Schritten an der Universität begleiten.

Für ausländische Studierende, Doktoranden und Gastwissenschaftler bietet das IUZ studienvorbereitende oder studienbegleitende Deutschkurse auf verschiedenen Niveaustufen an.

Um den ausländischen Studierenden einen Teil der Welt außerhalb der Hochschule zu öffnen und auch um die Stadt Freiberg und die Region an dem internationalen Potenzial der Bergakademie teilhaben zu lassen, hat das IUZ vor einigen Jahren das Projekt „Internationale Studenten in Schulen“ (ISIS) ins Leben gerufen, und vermittelt entsprechend dem Bedarf

Alumni-Arbeit der TU Bergakademie: mehr zu tun für beide Seiten!

Die Bergakademie Freiberg ist seit ihrer Gründung eine internationale Hochschule, viele in- und ausländische „Ehemalige“ (Alumni) unterhielten bzw. unterhalten lebenslange Kontakte zu ihrer Alma mater. Die TU verstärkt seit einigen Jahren ihre Anstrengungen, die Alumni-Arbeit erfolgreicher und effektiver zu gestalten. Zum einen wurde das Freiburger Alumni Netzwerk (FAN) mit einer per Internet nutzbaren Datenbank geschaffen. Zum anderen wurde, in Zusammenarbeit mit dem Internationalen Universitätszentrum (IUZ), aus Mitteln des Alumni-plus-Programms des DAAD die Alumni-Homepage der TU Bergakademie Freiberg neugestaltet (www.tu-freiberg.de/alumni/). Hierzu wurden Befragungen ausländischer Studenten und Doktoranden ausgewertet sowie über 1.300 Alumni aus dem In- und Ausland angeschrieben.

Es wurde u. a. zur Teilnahme an einem Symposium „Resource Industry – Sustainability and global perspective“ eingeladen, welches direkt vor dem BHT 2008 in Freiberg durchgeführt werden wird. Dieses Symposium, für das ebenfalls eine Förderung im Rahmen des Alumni-plus-Programms beantragt wurde und zu dem u. a. über 20 ausländische Alumni erwartet werden, soll der aktuellen Alumni-Arbeit der TU ein „Glanzlicht“ aufsetzen. Im Erfolgsfalle ist eine Symposiumsreihe alle zwei Jahre vorgesehen.

Die Alumni-Aktivitäten der TU Bergakademie Freiberg sind für beide Seiten ein Erfolg: Ehemalige aus nah und fern können die guten Weiterbildungsangebote in Freiberg nutzen und gleichzeitig Kontakte zur TU und zu Studienkollegen halten. Andererseits wollen wir die Praxiserfahrung der Alumni den Studenten anbieten. Unsere Alumni können als „Botschafter“ der TU in Gymnasien und Betrieben ihrer Region aktiv sein. Hierfür stellen wir aktuelles Informationsmaterial bereit.

Darüber hinaus können langjährige, erfolgreiche Alumni auch die TU Bergakademie Freiberg durch einen Beitrag zu einer der Stiftungen direkt stärken. Wir stehen auch mit erfolgreichen ausländischen Alumni im Gespräch über die Möglichkeit, Studienaufenthalte junger Landsleute in Freiberg durch ein Reisestipendium zu unterstützen.

■ Christoph Breitreuz

Freiberger Schulen und KITAS seitdem interessierte ausländische Studierende in den Sprach-, Sachkunde-, Geschichts- oder Geografieunterricht oder zu Projekttagen.

Bei seiner Betreuungstätigkeit wird das IUZ intensiv durch den Arbeitskreis „Ausländische Studierende“ (AKAS), eine Arbeitsgemeinschaft des Studentenrates, unterstützt. Der AKAS organisiert ein umfangreiches Kulturprogramm mit Exkursionen, Länderabenden, dem alljährlichen internationalen Wochenende und anderen Freizeitaktivitäten, das nicht nur ausländischen, sondern auch deutschen Studierenden offen steht. Es soll das Studentenleben bereichern, den internationalen Studierenden Deutschland und seine Kultur näher bringen und sie mit deutschen Studenten vernetzen. In diesem Sinn ist auch das Sprachtandemprogramm des AKAS zu verstehen.

Die Integration, der Studienerfolg und die Zufriedenheit unserer ausländischen Studierenden sind für die TU Bergakademie eines der wesentlichsten Ziele ihrer Internationalisierungsstrategie. Die Studierenden von heute sind unsere Absolventen und Fachpartner von morgen. Nachkontaktarbeit beginnt an der TU Bergakademie also schon während des Studiums. Aber auch die Betreuung unserer ausländischen Alumni ist eine wichtige Aufgabe, der wir uns in Zukunft noch intensiver widmen werden.

Das Internationale Universitätszentrum wurde im Jahr 2000 gegründet. Zu seinen Aufgaben gehören die Koordinierung der internationalen Aktivitäten der TU Bergakademie und die Unterstützung der Hochschulleitung bei der Entwicklung und Umsetzung der Internationalisierungsstrategie. Das IUZ begleitet die Vorbereitung von Vertragsabschlüssen mit internationalen Partnerhochschulen, berät Hochschulmitglieder zu internationalen Programmen und Auslandsaufenthalten und führt selbst internationale Projekte durch. Darüber hinaus koordiniert das IUZ das Internationale Marketing und die Rekrutierung ausländischer Studierender und ist für die Betreuung der ausländischen Studierenden an der TU Bergakademie zuständig. Im Rahmen seiner Tätigkeit arbeitet das IUZ eng mit dem Prorektor für Außenbeziehungen, dem Studienkolleg und dem Fachsprachenzentrum der Universität zusammen.

■ Katja Polanski

Den Volltext der teilweise aus Platzgründen gekürzten Berichte finden Sie unter: <http://www.tu-freiberg.de/~vff/>



Fotos: Detlev Müller

Freiberger Wissenschaftsnacht entpuppte sich als Besuchermagnet

Mehrere Tausend Besucher strömten am 7. Juli zur ersten Freiberger „Nacht der Wissenschaft“ auf den Campus der TU Bergakademie Freiberg. Vom frühen Abend bis nach Mitternacht ließen sie sich vom Enthusiasmus der über 300 Mitarbeiter anstecken und nutzen die vielfältigen Angebote, Wissenschaft und Technik hautnah zu erleben. Die Resonanz war überwältigend.

Das Konzept, alle Altersgruppen mit vielfältigen Angeboten anzusprechen, ist voll aufgegangen. Ob Eltern mit ihren Kindern, ob Studierende oder Technikbegeisterte, alle zeigten sich sehr aufgeschlossen gegenüber den präsentierten Themen und machten begeistert mit. Was die beteiligten Institute auf die Beine gestellt haben, war wirklich großartig.

Schon vor 18 Uhr drängten sich die ersten Besucher um die einfallsreich und phantasievoll präsentierten Versuche. Viele Gymnasiasten nutzten die Veranstaltung, um Freiberg als möglichen Studienort live zu erleben. „Die Wissenschaftsnacht war für uns die beste Studienwerbung, die man sich vorstellen kann“, schwärmte Prof. Matthias Otto, Dekan der Fakultät für Chemie und Physik.

Durch den Clemens-Winkler-Bau führte ein Band mit chemischen Elementen die Besucher entlang einer langen Expe-

perimentierstraße. Die zahlreichen Stände mit Versuchen zum Mitmachen boten die Gelegenheit, Chemie im Alltag zu verstehen. Ein Angebot, das auch Schüler begeisterte.

Um „junge Forscher“ für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern, boten Kindervorlesungen einen Blick in das Erdinnere oder erklärten, wie sich die Sonne anzapfen lässt – und wurden mit Begeisterung genutzt. Großes Interesse weckte auch das Angebot im Humboldt-Bau, Gipsabdrücke von Fossilien selber her-

zustellen. Das Institut für Informatik hatte mit seinen drei Robotern Platz im Foyer des Humboldt-Baus gefunden. Auch hier konnten die Besucher unter Anleitung selbst tätig werden und einen Roboter bedienen. Nicht nur als Ort der Wissenschaft, sondern auch als ein artenreicher Lebensraum ließ sich der Campus bei den zahlreichen Führungen erleben. Bis zum Ende herrschte an allen Ständen reger Betrieb, von der Fahrt mit dem Radlader im Institut für Tagebaukunde, über eine „Experimentalstraße Maschinenbau“ im Lam-





padius-Bau bis zu Führungen durch die geowissenschaftlichen Sammlungen im Werner-Bau wurde bis zur letzten Minute alles ausgeschöpft. Bewundernswert war, dass auch die Begeisterung der Mitarbeiter nicht abbriss.

Der Campus klang nicht nur von den Stimmen der zahlreichen Besucher. Vor



und in den Gebäuden spielten zahlreiche Bands auf. Von Jazz über Klassik, von Musical bis Blues war alles dabei. Für dramaturgische Momente sorgte das Mittelsächsische Theater mit Kurzinszenierungen auf der Bühne und in einem Theater-Bus.

Den furiosen Abschluss der Campus-Nacht machte um 23:30 Uhr ein „Trommelfeuer“ auf der Großen Bühne vor dem Clemens-Winkler-Bau. Vor Hunderten Besuchern sorgte die gleichnamige Percussion-Gruppe für rhythmische Explosionen und riss die Zuhörer mit. Sorgen, dass das rhythmische Feuerwerk etwas anderes als die Ohren in Brand setzte, kamen durch den ehrenamtlichen Einsatz der Feuerwehr erst gar nicht auf.

Nach dem Hoffest im Hauptgebäude der TU Bergakademie und dem Zechenfest auf dem Gelände der „Himmelfahrt Fundgrube“ in den vergangenen Jahren war es die dritte Veranstaltung der Freiburger Universität, mit der sie sich und ihre verschiedenen Standorte der Bevölkerung



vorstellen möchte. Nach dem enormen Zuspruch für diese Idee wird es auch im nächsten Jahr wieder ein großes Fest geben, bei dem das Hauptgebäude in der Altstadt im Zentrum stehen wird.



Bewährter Dialog zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

58. Berg- und Hüttenmännischer Tag 2007

Zu einem gemeinsamen Dialog trafen sich Wissenschaftler und Vertreter der Industrie auf dem Freiburger Forschungsforum vom 13. bis 15. Juni 2007 an der TU Bergakademie Freiberg. Die wissenschaftliche Hauptveranstaltung, die vor 58 Jahren als Berg- und Hüttenmännischer Tag (BHT) ihren Anfang nahm, zog auch in diesem Jahr Teilnehmer aus aller Welt in die Bergstadt. Mehr als 600 Gäste erlebten drei informative Tage in internationaler Atmosphäre. Den Plenarvortrag am Eröffnungsabend hielt Prof. Rainer Slotta vom Deutschen Bergbau Museum Bochum zum Thema „Montanistische Tätigkeit als Fundament bergmännischer Identität“. Das traditionelle Agricola-Kolloquium, das auch interessierten Bürgern offen stand, war Ferdinand Reich und seiner wichtigsten Entdeckung, dem Element Indium, gewidmet. In über 160 Vorträgen stellten Gastgeber und Gäste in den zehn Kolloquien Arbeits- und Forschungsergebnisse zu grundlagen- und anwendungsorientierten Themen vor. Zugleich wurden neue Kontakte geknüpft und Kooperationen angebahnt.

Kolloquium 1

Geomonitoring in der Energie- und Rohstoffwirtschaft mit Methoden der Fernerkundung

Im Kolloquium (Leitung: Jun. Prof. Dr. Irmgard Niemeyer, Dr.-Ing. Christian Fischer, Jun. Prof. Dr. Richard Gloaguen) diskutierten rund 25 Gäste sowie Studenten und Doktoranden der Freiburger Universität über die Themen:

- Geomonitoring auf der Grundlage von Radarbilddaten
- Geomonitoring von Bergbau(folge)landschaften
- Integriertes Geomonitoring
- Überwachung von kerntechnischen Anlagen.

Auch in diesem Jahr konnten wieder Vertreter des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie des Forschungszentrums Jülich und internationale Gäste aus St. Petersburg (Russland), der Schweiz und aus Frankreich begrüßt werden.

Kolloquium 2

Behandlungstechnologien für bergbaubeeinflusste Wässer

Bereits zum vierten Mal in Folge präsentierte das Geologische Institut gemeinsam die beiden Kolloquien 2 (Leitung: Prof. Broder Merkel, Dipl.-Geol. Andrea Berger) und „GIS – Geowissenschaftliche Anwendungen und Entwicklungen“ (3). 120 Teilnehmer verdeutlichten das Interesse an diesen beiden Veranstaltungen sowie den hohen Stellenwert des nationalen und internationalen Wissenstransfers und der interdisziplinären Diskussion. Gäste waren neben Vertretern der großen Kohlebergbauunternehmen MIBRAG mbH und Vattenfall Europe Mining AG sowie der Bergbausanierungsunternehmen (Lausitzer Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, WISMUT GmbH) auch Behördenvertreter des Sächsischen Oberbergamtes, der Regierungspräsidien, der Umwelt- und Landesämter aus den verschiedenen Bundesländern sowie Teilnehmer von anderen universitären Forschungseinrichtungen und Ingenieurbüros. Neben der überwiegend deutschen Beteiligung konnten auch Teilnehmer und Referenten der Staatlichen Bergbauuniversität in Moskau und des St. Petersburger Staatlichen Bergbauinstituts begrüßt werden.

Im Mittelpunkt der zweitägigen Veranstaltung standen der Fortgang der Sanierungsarbeiten der Tagebaurestseen der Lausitzer Braunkohlelandschaft sowie die Vermeidung von kontaminierten Grubenwässern auch in anderen Bergbaubereichen. Daneben wurden Methoden vorgestellt, mit denen die Wirkungsweise von Behandlungstechnologien geprüft werden kann. Dabei lag der Fokus außer auf den innovativen Konzepten und Entwicklungen in der Behandlungs- und Aufbereitungstechnologie von sauren Grubenwässern auch auf den passiven alternativen Methoden. Besonders erfreulich war die Teilnahme der Siemens AG – Industrial Solution and Services mit einem Beitrag zur industriellen Grubenwasseraufbereitung. Interessante und teilweise kontroverse Diskussionen gab es vor allem um die unter-

schiedlichen Sanierungsansätze für das Lausitzer Braunkohlenrevier.

Die Ausrichtung dieser beiden Kolloquien wurde durch die Kooperation mit den Partnern Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Firma Beak Consultants GmbH, Partnership for Acid Drainage Remediation in Europe, Sektion Geologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften, der Fachsektion Hydrogeologie in der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften und International Network for Acid Prevention ermöglicht.

Ein einheitlicher Tagungsband mit den Beiträgen aller vortragenden Wissenschaftler erschien als Band 35 der „Wissenschaftlichen Mitteilungen – Institut für Geologie“, ISSN 1433-1284.

Kolloquium 3

GIS – Geowissenschaftliche Anwendungen und Entwicklungen

Das Kolloquium 3 fand mit rund 50 Beteiligten aus Geologischen Landesämtern, Ingenieurbüros und Universitäten statt. Es gab 14 Beiträge, die von einem fachkundigen Auditorium mit regen Diskussionsbeiträgen aufgenommen wurden. Die Beiträge aus den Landesämtern zeigen auf eindrucksvolle Weise an, dass geologisches Modellieren – 2d mit GIS-Software, 3d häufig mit der software gOcad der ASGA, Nancy – zu einem integralen Bestandteil ihrer Aufgaben wird. So zeigte Isabel Rupf, LGRB Freiburg und Absolventin der TU Freiberg, im Zusammenhang mit dem ersten landesweiten 3d-Geomodell für Baden-Württemberg, wie sich die spezifischen Stärken von GIS- und 3d-Modellierungssoftware ergänzen und gemeinsam nutzen lassen. Dr. Rainer Schweizer, LGRB Freiburg, stellte den neuen LGRB-MapServer vor, der OGC-WebServices als standardisierte Schnittstellen anbietet, damit die geologischen Landesdaten z.B. auch über Open Source Internet GIS Viewer zu ihren Nutzern gelangen. Dr. Henning Bombien, LBEG Hannover, berichtete über den Arbeitsprozess von der

Datengewinnung bzw. -aufbereitung bis zum fertigen 3d-Geomodell des Quartärs des östlichen Allertals und über die Präsentation des Modells mit einem externen 3d-Viewer.

Dr. Sara Carena, LMU München, wendete die Möglichkeiten der 3d-Geomodellierung zur 3d-Kartierung sowohl einzelner oder kleiner Gruppen von Störungsflächen als auch von größeren Störungssystemen im Maßstab regionaler Tektonik an. An Beispielen demonstrierte sie, dass mit diesem Zugang die Störungssysteme sichtbar und begreifbar und etwa im Falle Taiwans zum ersten Mal in einem Modell abgebildet werden konnten.

Beeindruckend ist das Leistungsvermögen von Airborne-Laserscanning, besonders in der Kombination mit terrestrischen Laserdaten, das der Freiburger Absolvent Dipl.-Ing. Sven Jany, Milan Flug GmbH, anhand von Fallbeispielen vorstellte.

Der Beitrag von Prof. Heinz Konietzky und Dipl.-Ing. Thomas Frühwirt, TU Freiberg, belegt nachdrücklich die Bedeutung der Zusammenarbeit von Geologen und Ingenieurgeologen, wenn es um quantitative Analysen oder Prognosen geht. Während Ingenieurgeologen ihre Arbeitsweise auf der Grundlage mathematisch formulierter physikalischer Gesetzmäßigkeiten und deren numerischer Behandlung unter eher großmaßstäblich zutreffenden Vereinfachungen in den Dialog einbringen können, können Geologen die Komplexität und die damit verbundenen Probleme der Modellbildung von unzureichend bekannten Randbedingungen oder Stoffgesetzen bis zu fehlenden Daten über Materialparameter thematisieren.

Prof. Vera Pawlowsky-Glahn von der Universität Girona, Spanien, von der International Association for Mathematical Geology (IAMG) 2006 mit der Krumbein-Medaille ausgezeichnet, nahm mit einem Sonder Vortrag zum Thema „Statistische Analyse von Kompositionsdaten“ am Kolloquium teil. Stellt man Kompositionsdaten bezüglich einer orthogonalen Basis dar, dann können alle klassischen statistischen Methoden problemlos auf die entsprechenden Koordinaten angewendet werden.

■ Helmut Schaeben

Kolloquium 4 **Innovative Bohrtechnologien für Flach-, Tief- und Großlochbohrungen**

Das Bohrtechnische Kolloquium (Leitung: Prof. Dr.-Ing. Matthias Reich, Dr. Heike

Strauß) widmete sich dem Thema „Innovative Bohrtechnologien für Flach-, Tief- und Großlochbohrungen“. Außer von der Gewinnung von Erdöl, Erdgas oder Wasser handelten die Beiträge des Kolloquiums auch von der Nutzung von Erdwärme zur Strom- und Fernwärmegewinnung, vom Umleiten von Flüssen durch Pipelines, von der „Ernte“ von Diamanten aus dem sandigen Meeresgrund, vom Gründen von Windkraftwerken im Meer, vom Tunnelbau zur Wasserentsalzung, vom Auffinden und Verfüllen alter Bergwerksstollen oder von der Bereitstellung von Gas- und Wasseranschlüssen in Gebäuden. Die Palette der vorgestellten Bohrgeräte reichte von einer Endteufe von einem Meter bis in fünf Kilometer Tiefe. Außerdem waren neuartige Bohranlagen und -ausrüstungen, neuartige Zementiermethoden und neue Nutzungsmöglichkeiten für erschöpfte Produktionsbohrungen zu sehen. Angesichts der derzeitigen Klima-Diskussion erfreute sich das Thema Erdwärme (Wärmepumpen, Geothermalkraftwerke) und die Kostenreduktion für die erforderlichen Bohrarbeiten im Hartgestein besonderer Aufmerksamkeit.

Neben dem der fachlichen Beiträge bestand ein zweiter Schwerpunkt des Kolloquiums darin, den Vertretern der Industrie das Studium am Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau, seine Studenten und speziell die nächsten Absolventen zu präsentieren. In Gesprächen wurden neue Kontakte geknüpft und konkrete Themen für Diplomarbeiten und Praktika fixiert.

Das Kolloquium war mit ca. 110 Teilnehmern aus Polen, den USA, den Niederlanden, Bulgarien, Österreich und Deutschland stark besetzt. Die größten Teilnehmergruppen stellten die Serviceunternehmen und die Bohrfirmen, jedoch waren auch die Ölfirmen und die Wissenschaftler mit Vertretern der Universitäten Clausthal, Krakau und Ankara vertreten.

Kolloquium 5 **Rohstoffgewinnung und Rohstoffwirtschaft**

Hauptthemen des Kolloquiums (Leitung: Prof. Christian Buhrow, Prof. Bruno Schönfelder, Prof. Jan Bongaerts, Prof. Dieter Jacob) waren die Rohstoffgewinnung und die Rohstoffwirtschaft. Die Vortragenden thematisierten die absehbaren Schwierigkeiten für die Rohstoffversorgung der Bundesrepublik Deutschland und zeigten Wege zu deren Lösung. Ein spezieller

Schwerpunkt lag bei den Metallrohstoffen. Neben den rund 60 registrierten Teilnehmern konnten 50 weitere Interessenten begrüßt werden. Sie stammten vor allem aus der rohstoffgewinnenden und -verarbeitenden Industrie, aus Bundes- und Landesbehörden, Ingenieurbüros und Dienstleistungsunternehmen. Als Neuerungen wurden die Ostseepipeline für Gas aus Russland nach Deutschland – hier vor allem die genehmigungsrechtlichen Aspekte – sowie technische Lösungen im Metallrecycling vorgestellt.

Den Eröffnungsvortrag hielt Ministerialdirigent Andreas Obersteller vom deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Er wies auf die hohen Importquoten bei fast allen wesentlichen Rohstoffen hin und vertrat die Auffassung, dass die Unternehmen der Wirtschaft sich stärker im Bereich der Rohstoffgewinnung engagieren sollten. Er erläuterte die Programme der Bundesregierung, mit denen sie ein solches Engagement zu fördern versucht, wies aber auch darauf hin, dass die Reaktion auf diese Programm bislang ziemlich verhalten sei. Es folgte ein Vortrag von Heiko Pafferath von der RAG trading GmbH, der sich scherzhaft als Kohleändler vorstellte. Er befasste sich insbesondere mit den Steinkohlemärkten und zeigte die gewaltige Kohlelücke auf, die entstehen werde, wenn der Ausstieg aus der Kernkraft fahrplanmäßig stattfinden sollte. Der eigentliche Engpassfaktor bei der Schließung dieser Lücke sei die unzureichende Hafen- und Verladungsinfrastruktur sowohl in den Abnehmer- als auch in den Erzeugerländern. Rainer Wolf, Professor für Rechtswissenschaft an der TU Bergakademie Freiberg, der sich mit rechtlichen Problemen beim Bau der Ostseepipeline befasste, berichtete, dass sich die Ostseeanrainer nach anfänglichen Bedenken bemerkenswert kooperativ verhielten und auf diese Weise viele Fallstricke aus dem Weg geräumt werden konnten. Gesichert sei der Erfolg des Projekts aber damit keineswegs. Als unüberwindliche Hürde könnte sich der Vogelschutz gemäß EU-Recht erweisen. Wie er darlegte, würde es allerdings nicht einer gewissen Komik entbehren, wenn das Vorhaben der Ostseepipeline letztlich an den Belangen der Stockente scheitern sollte.

Ein Vortrag von Prof. Buhrow befasste sich mit der Thematik Motivation und Kompetenz und analysierte den Unterschied zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation. Er wies auf die erheblichen Personalprobleme hin, die die

im Rohstoffbereich tätigen Unternehmen plagen und zeigte, dass die Bergakademie Freiberg mehr und mehr zu der beinahe einzigen Ausbildungsstätte geworden ist, die die benötigten Qualifikationen anbietet. Im Anschluss sprach Dr. Ing. Hilmar Tuschoff von der Mitteldeutschen Hartstein-Industrie AG über die Versorgung mit Natursteinen und Asphaltmischgut. Er beklagte, dass die Raumplanung bestimmter Bundesländer, darunter einiger sehr volkreicher, von der Fiktion ausgehe, dass Baumaterial aus heimischen Quellen bereits in einigen wenigen Jahrzehnten nicht mehr benötigt werden werde und daher beispielsweise mögliche Standorte für Steinbrüche in einer Weise verplant werden, die sich in Zukunft, wenn der Bedarf auftreten wird, kaum mehr werden rückgängig machen lassen.

Prof. Schönfelder sprach im Anschluss über die Irrwege der Klimapolitik. Er trug vor, dass die Befürworter drastischer Sparmaßnahmen bei den fossilen Energieträgern die zu erwartenden Marktreaktionen unterschätzen, die in einer stärkeren Verbrauchssteigerung in den Entwicklungs- und Schwellenländern bestehen werden. Dies werde nur dann ausbleiben, wenn die Grenzkosten der Förderung und damit die Preise fossiler Energieträger trotz unserer Sparbemühungen weiterhin stark ansteigen. Er wies auch auf die Unsinnigkeit der sogenannten Ökobilanzierung hin. Ein Vortrag von Manuel-Viorel Semen, Mitarbeiter am Lehrstuhl für Allgemeine Volkswirtschaftslehre der Bergakademie, folgte. Er befasste sich mit der Umstrukturierung der Steinkohlebergbaus in Rumänien. Vergleicht man die dortigen Umstrukturierungsmaßnahmen mit der Geschichte des Ruhrbergbaus, muss man dem rumänischen Staat eine fast heroische Entschlossenheit und Kühnheit zugestehen. Ob die Zukunft des Schiltalbergbaus damit gesichert werden kann, ist aber noch offen und wird maßgeblich von der weiteren Entwicklung der Steinkohlenpreise abhängen.

Der Morgen des zweiten Vortragstages wurde von Prof. Dr. Leopold Weber eingeleitet, der dem österreichischen Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit angehört. Im Rahmen einer Tour de Force durch eine Vielzahl von Rohstoffmärkten brachte er zum Ausdruck, dass ihm insbesondere die Kokskohle Sorgen mache. Auf dem Kokskohlemarkt seien erhebliche Engpässe absehbar. Was die Sorge um die heimischen Quellen, insbesondere im Baustoffbereich im Rahmen der Raumplanung an-

betrifft, vermittelten die Darlegungen von Weber den Eindruck, dass Österreich sich hier im Vergleich zu Deutschland einen Vorsprung erarbeitet hat.

Richard Janson von der Heidelberger Zement AG widersprach der These, dass die Unternehmen die langfristige Vorsorge vernachlässigten. Zumindest in seinem Hause werde sehr darauf geachtet, dass für jede Fertigungsstätte die Rohstoffversorgung auf ca. 50 Jahre gesichert sei.

Dr.-Ing. Wolf Dieter Schneider von der DIHAG Deutsche Gießerei- und Industrieholding AG zeigte die große und noch immer wachsende Bedeutung des Recycling auf dem Zinkmarkt auf. Diese Entwicklung sei der Öffentlichkeit bislang weitgehend entgangen.

Ebenfalls auf das Recycling ausgerichtet war der Vortrag von Wellner vom Metallhüttenwerk Bruch, der sich mit den Aluminiummärkten befasste. Beim Aluminium schlägt der Vorteil, dass Recycling mit einem viel geringeren Energiebedarf verbunden ist, in besonderer Weise zu Buche.

Christian Kawohl von der Norddeutschen Affinerie AG, der sich mit dem Kupfermarkt befasste, präsentierte Schätzungen über die Recyclingquote beim Kupfer. Die vorhandenen Statistiken seien in diesem Bereich fragwürdig, tatsächlich betrage die Recyclingquote ca. 35 Prozent. Die eigentliche Schwierigkeit bei der weiteren Erhöhung der Recyclingquote sei oft die Beschaffung der benötigten Kupferschrotts, da der Schrottmarkt sowohl durch Eingriffe der EU als auch anderer Staaten gestört werde.

Marko Uhlich von der Thyssen Krupp Steel AG schilderte die Lage auf dem Eisenerzmarkt. Brasilien und Australien seien wegen ihrer hochwertigen Erze zu den dominierenden Anbietern geworden. In beiden Ländern werde eine weitere Produktionssteigerung vor allem durch die fehlende Infrastruktur behindert, die auch nicht binnen kurzer Frist bereitgestellt werden könne. Erst ihr Ausbau, der Jahre in Anspruch nehmen wird, könne zu einer Entspannung der Lage führen.

Das Kolloquium endete mit einem Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Piotr Czaja und Lukasz Herezy von der AGGH Krakau, die die Entwicklung des Kupfer-, Zink- und Bleibergbaus im Olkuzer Revier darstellten. Deutlich wurden die großen Fortschritte, die man erzielt hat, aber auch, dass der Abbau in absehbarer Zeit dadurch auf Hemmnisse stoßen wird, dass die verbliebenen Lagerstätten bereits stark überbaut sind.

■ Bruno Schönfelder

Kolloquium 6 Modellierung, Simulation und Visualisierung von Prozessen im Bergbau und Bauwesen

Im Kolloquium (Leitung: Prof. Dr. Carsten Drebenstedt, Prof. Dr. Wolfram Kudla, Prof. Dr. Heinz Konietzky) ging es um aktuelle Themen des Geingenieurwesens, speziell um Modellierung, Simulation und Visualisierung im Bergbau und im Bauwesen. Der fachübergreifende Ansatz ermöglichte es, Themen des Berg- und Deponie- sowie des kommunalen Tiefbaus und der Geotechnik zu verbinden. Die angebotenen Beiträge reichten von mathematisch-informationstechnologischen Grundlagen über Softwarelösungen bis zu Anwendungsbeispielen.

Den Auftakt bildeten Vorträge zu neuen Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologie. Vorgestellt wurden neue Ansätze der Nutzung der Technik der Virtuellen Realität, des Data Mining, der Web-Nutzung und des Rendering von Oberflächenstrukturen und -texturen.

In den anwendungsorientierten Vortragsblöcken wurden insbesondere folgende Themen der Nutzung computergestützter Systeme behandelt:

- Prozessüberwachung und -steuerung im Bergbau, z.B. Kohlequalitätssteuerung, Steuerung von Fördersystemen;
- Modellierung und Steuerung von Prozessen des Wassermanagements, z.B. in der Bergbausanierung;
- Dimensionierung von Verschlussbauwerken unter Tage;
- Berechnungen in der Boden- und Felsmechanik.

Rund 70 Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Behörden sowie Studierende gehörten zu den Teilnehmern. Vier Fachbeiträge wurden von russischen bzw. kasachischen Wissenschaftlern eingebracht, was den internationalen Anspruch des Themas und des Wissenschaftsstandortes Freiberg verdeutlicht.

Kolloquium 7 2. Freiberg-St. Petersburg-Kolloquium junger Wissenschaftler

Dieses Jahr wurde zum zweiten Mal das Freiberg-St. Petersburger Kolloquium junger Wissenschaftler unter der Leitung von Prof. Carsten Drebenstedt, Prof. Piotr Scheller und Prof. Gerhard Heide durchgeführt. Anliegen ist es zum einen, insbesondere jungen Wissenschaftlern die Möglich-

keit zu geben, ihre ersten Erfahrungen auf einer internationalen Fachtagung zu sammeln und zum anderen dabei die Zusammenarbeit mit der nach Freiberg zweitältesten Montanuniversität in St. Petersburg zu vertiefen. Die jungen Wissenschaftler von heute sind die Führungskräfte, die die Kooperation in der nächsten Generation zum gegenseitigen Vorteil weiter entwickeln werden. Konzipiert und durchgeführt wurde dieses Kolloquium in Zusammenarbeit des Institutes für Bergbau und Spezialtiefbau, des Institutes für Mineralogie und des Institutes für Eisen- und Stahltechnologie. Am Kolloquium nahm eine große Gruppe junger Wissenschaftler aus St. Petersburg teil.

Das Kolloquium wurde entlang der Prozesskette der Rohstoffe interdisziplinär aufgebaut und umfasste in thematischen Blöcken die Themen: Geologie/Mineralogie, Bergbau, Geoökologie, Aufbereitung, Metallurgie und Management.

Das Themenspektrum wurde durch 30 Vorträge ausgefüllt, die von Freiburger und St. Petersburger Studenten sowie von Vertretern der Universität aus Petrosani, Rumänien, gehalten wurden. Die Fachthemen befassten sich mit einem Themenspektrum von der Charakterisierung von Stoffen über Fragen der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung, etwa von Kohle und Salz, über die Herstellung von Aluminium und die Silberrückgewinnung aus Abfällen bis zu Fragen der Unternehmensbewertung unter russischen Bedingungen und der Nutzung von Tonen als Medium für die Endlagerung radioaktiver Abfälle.

Am Kolloquium nahmen rund 50 Studenten und junge Wissenschaftler teil. Ein Tagungsband darüber ist in der Reihe C 615 der Freiburger Forschungshefte erschienen.

Das größte Interesse weckte der Vortrag von S. Vinogradov mit dem Thema „To the question of joint processing of nepheline and bauxite ores“. Im Vortrag wurde dargestellt, wie diese Stoffe in der Zementindustrie eingesetzt werden können.

T. Litvinova zeigte in ihrem Vortrag „Thermodynamic simulation of solvent extraction process“ die Ergebnisse, die sie im Rahmen des Forschungsaufenthaltes am Institut für Eisen- und Stahltechnologie im Rahmen des DAAD-Lomonossov-Programmes 2006 erarbeitet hatte.

Am Ende des Kolloquiums besuchten die Gäste aus St.-Petersburg das Institut für Eisen- und Stahltechnologie, wo sie die modernen Forschungsanlagen des Institutes, wie die DHTT-Technik (Double Hot

Thermocouple Technique), das HTCLS-Mikroskop (high temperature confocal laser scanning microscopy) oder das Sekundär-Neutralteilchen-Massenspektrometer kennenlernten.

Im Rahmen des Kolloquiums fand eine Exkursion zur BGH (Boschgotthardshütte) Edelstahl Freital GmbH statt.

■ Olena Volkova

Kolloquium 8 Freiberg Silicon Days

Die Freiburger Siliciumtage, die sich mit aktuellen Themen der Halbleitermaterialentwicklung, Photovoltaik und Mikroelektronik beschäftigen, fanden im Rahmen des BHT zum sechsten Male seit 1995 statt (Leitung: Prof. H. J. Möller, Institut für Experimentelle Physik, Prof. L. Frey, Institut für Angewandte Physik und Prof. E. Kroke, Institut für Anorganische Chemie).

Die heutige Photovoltaik- und Mikroelektronikindustrie basiert zu über 90% auf dem Material Silicium. Gemeinsame Probleme in der Siliciumherstellung, der Bearbeitung von Kristallen sowie der Materialcharakterisierung, standen im Mittelpunkt der Tagung. Ein für beide Industriebereiche zunehmend wichtiges Thema sind die Trenn-, Schleif- und Poliertechnologien von Halbleiterkristallen, mit denen Scheiben hergestellt und deren Oberfläche bearbeitet werden können.

In der Mikroelektronik und der Photovoltaik geht die Entwicklung zu größeren und dünneren Wafern. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen an deren Oberflächenqualität, Planarität und damit verbunden an ihre mechanische Stabilität. Die Entwicklung der dazu erforderlichen Prozesstechniken ist heute ohne erhebliche wissenschaftliche Begleitung nicht mehr möglich. Auf der Tagung gab es dazu einen ganztägigen Schwerpunkt.

Ein weiteres wichtiges Thema war die Rohstoffversorgung der rapide wachsenden Photovoltaikindustrie mit hochreinem Silicium. Hier wurden die neuesten Entwicklungen dargestellt, darunter Verfahren zum Recycling von Solarmodulen oder Waferbruch.

Neueste Entwicklungen des Werkstoffs Silicium – zum Beispiel nanostrukturierte Oberflächen, das sogenannte schwarze Silicium, – gehörten ebenso zu den neuen Schwerpunkten wie die Materialentwicklungen für mikroelektronische Bauelemente, zum Beispiel Speicherchips.

125 Teilnehmer zeigen, dass die Frei-

berger Siliciumtage erneut eine hervorragende Resonanz besaßen. Neben der Beteiligung vieler Firmenvertreter belegen auch Gäste aus Norwegen, der Schweiz, Österreich, Bulgarien und England das gewachsene Interesse.

Im Beisein der Teilnehmer des Agricola-Kolloquiums bildete die Enthüllung der Ferdinand-Reich-Gedenktafel im Gellertbau, die an den 125. Todestag von Reich, einem der Entdecker des Indiums und ersten Physikprofessor, erinnerte, den Abschluss der Tagung.

Kolloquium 9 Gas- und Wärmetechnische Anlagen

Themenschwerpunkte des dreitägigen Gastechischen Kolloquium (Leitung: Prof. Dr. Ulrich Groß, Prof. Dr. Gerd Walter, Prof. Dr. Dimosthenis Trimis, Dr. H. Krause) waren in diesem Jahr:

- Gasverwendung: Technologien der Wasserstofferzeugung aus Erdgas und Biogas, moderne Verbrennungstechnologien, Steigerung der Energieeffizienz in Thermoprozessanlagen.
- Gasverteilung: Neue Technologien und Methoden im Umfeld des Gasnetzmanagements, Fragen der Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz.

Die Vortragsthemen wurden so gewählt, dass Forschungsergebnisse zu innovativen Technologien in der dezentralen Wasserstofferzeugung und Energieversorgung vorgestellt wurden, aber auch breiter Raum für Fragen der Nutzung regenerativer Energieträger (Biogas und -masse) belassen wurde. Schwerpunkt waren zum großen Teil Themen, welche einen direkten Bezug zur industriellen Anwendung (wie etwa zum Einsatz von Sensoren zur Effizienzsteigerung von Gasanlagen) hatten, aber auch Einsatzergebnisse von neuen Technologien aus Felderproben (beispielsweise die Methan- und Wasserstofferzeugung aus Biomasse).

Mit rund 50 Teilnehmern aus Wirtschaft und Forschung war das Kolloquium gut besucht. Etwa 50 Prozent der Teilnehmer kamen aus der Gaswirtschaft und der gasverwendenden Industrie; darunter waren Vertreter der großen Energieversorgungsunternehmen (E-on, RWE). Die Gaswirtschaft selbst war durch ihren wissenschaftlichen Verband, den DVGW – Deutscher Verein für das Gas- und Wasserfach e.V., vertreten.

Weiter wurden Gäste und Referenten aus der Schweiz und Österreich begrüßt.

Kolloquium 10 Agricola Kolloquium

Der Senatssaal im Hauptgebäude der TU Bergakademie Freiberg stand für das traditionelle Agricola-Kolloquium (Leitung: Prof. Dr. Hans-Joachim Möller und Dr. Norman Pohl) auch interessierten Bürgern offen. Die Veranstaltung war diesmal Ferdinand Reich gewidmet, dem Entdecker des chemischen Elements Indium. Er gehört zu den berühmtesten Gelehrten der Bergakademie Freiberg. In fünf Vorträgen wurden sein Leben und seine wissenschaftlichen Leistungen beleuchtet, vergleiche den Beitrag von Norman Pohl, S. 96–97.

2nd International Freiberg Conference on IGCC & Xtl Technologies

Die 2nd International Freiberg Conference on IGCC & Xtl Technologies (Leitung Prof. Bernd Meyer) fand im Rahmen des 58. BHT bereits vom 8. bis 12. Mai statt. Vergasung und Gasbehandlung sind Schlüsselprozesse emissionsarmer bis emissionsfreier

Kraftwerke auf der Basis von IGCC-Technologien (Integrated Gasification Combined Cycle) sowie für die Synthese von flüssigen Chemikalien und Kraftstoffen aus Kohle, Erdgas oder Biomasse (XtL). Die Konferenz trug dazu bei, Synergien zwischen den einzelnen Routen aufzuzeigen und deren Weiterentwicklung zu fördern. An diesen beiden Schwerpunkten orientierte sich das Vortragsprogramm. Es wurden nationale sowie international Vorhaben und Projekte im Bereich IGCC- und XtL-Technologien vorgestellt.

Besonderer Magnet waren die Technical Tours in Zusammenarbeit mit der Siemens Fuel Gasification Technologies GmbH, CHOREN Industries GmbH, Sustec Schwarze Pumpe GmbH und Sokolovska uhelna a.s. (Tschechien) und die Besichtigung der dort befindlichen Vergasungsanlagen. Die Konferenz wurde von ca. 240 Teilnehmern aus 22 Ländern besucht, wobei ein internationales Fachpublikum aus Industrie und Wissenschaftseinrichtungen vertreten war. Zu den Gästen zählten aus Deutschland Vertreter namhafter Großkonzerne im Bereich Energietechnik wie

RWE, Siemens Fuel Gasification Technologies GmbH und Vattenfall sowie aus den USA EPRI (Electric Power Research Institute), Dow Chemical, aus Südafrika Sasol Technology R&D, aus Japan CRIEPI (Central Research Institute of Electric Power Industry) sowie TOTAL aus Frankreich.

Als Neuerung stellte die RWE Power AG auf der Konferenz die ersten Schritte zu einer kommerziellen Anwendung der emissionsfreien Kohleverstromung in Deutschland vor. Vom IEC wurde über ein zukünftiges Forschungsprojekt, Virtuhcon, berichtet. Durch zwei Forschergruppen sollen virtuelle Hochtemperaturkonversionsprozesse modelliert werden. Das in der Antragsphase befindliche Projekt fand international großen Anklang. Folgegespräche werden derzeit durchgeführt. Diese zweite Tagung verband Industrie und Wissenschaft in hohem Maße. 60 Prozent der Teilnehmer kamen aus der Industrie. Somit wurden sowohl wissenschaftliche Themenstellungen als auch praktische Anwendungen, Erfahrungsberichte zu bestehenden Anlagen sowie zu verschiedenen Teilprozessen der Technik präsentiert.

Freiberger Studierende erstmals mit einem Kulturstipendium ausgezeichnet

Mit einem bundesweit einmaligen Kulturstipendium wurden am 23. Januar, fünf Studierende der TU Bergakademie Freiberg ausgezeichnet. Das Stipendium eröffnet die Möglichkeit, das reichhaltige Kulturleben der Region kennen zu lernen. Ausgezeichnet wurden damit Studierende, die sich in besondere Weise für die Kultur an der Universität engagiert haben. Prof. Georg Unland, Rektor der Freiberger Universität, und Manuel Schöbel, Intendant des Mittelsächsischen Theaters, hatten im Herbst erstmalig das Stipendium im Rahmen des gemeinsamen Projektes «studium theater», einer langfristigen Zusammenarbeit zwischen Theater und Hochschule, ausgelobt.

Aus zahlreichen Vorschlägen und Eigenbewerbungen wurden Christina Ehlig, Raphael Tippelt, Britta Miekley, Marcel Liebke und Stefanie Preißler für das Kulturstipendium ausgewählt. Die Studierenden können nun während eines Jahres kostenlos unter anderem ein Konzert



Die Stipendiaten Tippelt, Miekley, Ehlig, Liebke und Preißler (v.l.) haben ihre Auszeichnung entgegengenommen.

im Freiberger Dom, Theateraufführungen, das Freiberger Stadt- und Bergbaumuseum und das „Grüne Gewölbe“ in Dresden besuchen. Wer selber künstlerisch tätig werden möchte, kann für 80 Euro einen Kurs der Musikschule der Kontakt Kultur gGmbH besuchen. Ein Barbetrag von 15 Euro darf für kulturelle Angebote der eigenen Wahl verwendet werden.

Umrahmt wurde die Verleihung im Audimax der TU Bergakademie Freiberg von

einem Konzert der Mittelsächsischen Philharmonie unter der Leitung von Jan Michael Horstmann.

„Nach dem großen Interesse der Studierenden werden wir auch im nächsten Jahr wieder Kulturstipendien verleihen“, erklärte Manuel Schöbel. „Damit wollen wir dauerhaft eine Brücke zwischen Wissenschaft und Kultur schlagen. Weitere Stifter sind herzlich eingeladen, sich für das Projekt zu engagieren.“

Neuberufungen

Lothar Frey wurde am 1. November 2006 zum Professor für „Angewandte Physik – Halbleitermaterialien“ der Fakultät für Chemie und Physik berufen. Der Lehrstuhl ist neu am Institut für Angewandte Physik eingerichtet worden.

Lothar Frey wurde 1958 in Würzburg geboren. 1977 schrieb er sich an der Universität Würzburg für ein Studium der Physik ein, das er 1983 erfolgreich abschloss. In Würzburg promovierte er 1987 am Lehrstuhl für Experimentelle Physik I über die „Erzeugung und Anwendung intensiver Ionenstrahlen“. Bei einem Aufenthalt an der Rice University, Houston, Texas, forschte er über die Entwicklung von kurzwelligen Lasersystemen. Ab 1989 leitete der Physiker in Erlangen die Gruppe Analytik und Messtechnik an der Fraunhofer Arbeitsgruppe Integrierte Schaltungen, Bauelementetechnologie, des späteren Fraunhofer Instituts Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (FhG-IISB).

1993 übernahm er an der Universität Erlangen die Leitung des damals größten universitären Reinraumlabor in Deutschland sowie ab 1997 zusätzlich die Abteilung Halbleitertechnologie des FhG-IISB. 2004 habilitierte Lothar Frey im Fachgebiet Elektronik über „Nichtdotierende Anwendungen von Ionenstrahlen in der Halbleitertechnologie“ an der Universität Erlangen-Nürnberg. Vor seiner Berufung nach Freiberg war er in Dresden bei Infineon (Qimonda) im Bereich der Vorfeldforschung „Neue Materialien für Transistoren“ tätig.

Einen Forschungsschwerpunkt bildet für Lothar Frey in Freiberg die Herstellung und Untersuchung neuer Materialien für zukünftige elektronische Bauelemente. Themen werden dabei neue Isolatorschichten mit hoher Dielektrizitätszahl, metallische Elektroden und Halbleiterschichten mit reduzierter Defektdichte sein. Immer mehr bestimmen zudem Grenzflächen die Eigenschaften der Schichtsysteme, so dass einer Grenzflächenoptimierung seine besondere Aufmerksamkeit gilt, um zum Beispiel die Beweglichkeit der Ladungsträger zu erhöhen, Kontaktwiderstände zu minimieren oder die Austrittsarbeit gezielt zu modifizieren.

Einen weiteren wichtigen Bereich seiner Forschungen bildet die Herstellungs-



technologie der Mikro- und Nanoelektronik. Die gezielte Herstellung und Bearbeitung von Materialien der Halbleitertechnologie stehen hierbei im Zentrum. Dazu gehört die Entwicklung von Verfahren zur Schichterzeugung mit atomar kontrolliertem Aufbau (Atomic Layer Deposition), zur konformen chemischen Schichtabscheidung bei niedrigeren Temperaturen und plasmagestützter Schichtmodifikation.

Daneben wird Lothar Frey im Gellert-Bau den Aufbau eines neuen Reinraumlabor organisieren.

Carsten Felden nahm am 1. Dezember 2006 den Ruf der TU Bergakademie Freiberg zum Professor für „Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Informationswirtschaft/Wirtschaftsinformatik“ an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften an. Carsten Felden ist Nachfolger von Peter Buxmann.

Carsten Felden wurde 1969 in Gelsenkirchen geboren. Nach einer Ausbildung zum Bankkaufmann nahm er 1993 an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg ein Studium der Wirtschaftswissenschaft mit den betriebswirtschaftlichen Vertiefungen Banken- und Finanzmanagement, Logistik sowie Wirtschaftsinformatik auf. Dieses schloss er 1999 als Diplom-Kaufmann ab. 2002 promovierte er in Duisburg mit einer Arbeit „Konzept zum Aufbau eines Marktdateninformationssystems für den Energiehandel auf der Basis interner und externer Daten“, ein Kooperationsprojekt



mit der VEW Energie AG. An der Universität Duisburg-Essen, Campus Duisburg, legte er 2005 erfolgreich seine Habilitationsschrift „Personalisierung der Informationsversorgung in Unternehmen“ vor. Carsten Felden dozierte bis zu seiner Berufung nach Freiberg an zahlreichen Bildungseinrichtungen, unter anderem an den Verwaltungs- und Wirtschaftsakademien in Duisburg und Krefeld, an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, an der Szkoła Główna Handlowa in Warschau und an der Universität Leipzig. Zusätzlich war er in zahlreichen Beratungsprojekten im Bereich der Abwicklung von Analyse- und Berichtssystemprojekten, vornehmlich im Banken- und Energiesektor, tätig.

In Freiberg setzt Carsten Felden seine traditionellen Forschungsthemen Business Intelligence mit Data Warehousing, Online Analytical Processing und Data Mining weiter fort. Daneben wird er sich dem Gebiet der automatisierten Textanalyse widmen, auf dem er vor allem Algorithmen und Text-Mining-Prozesse betrachtet. Im Bereich der Betriebswirtschaft liegt sein Fokus auf den Veränderungen in der Energiewirtschaft. Dies beinhaltet die organisatorische Neugestaltung sowie die Umsetzung des Unbundling. Als neuen Schwerpunkt greift Carsten Felden in Freiberg das Thema XBRL (eXtensible Business Reporting Language) auf, mit dem die Finanzberichterstattungskette zwischen Unternehmen und Stakeholdern abgebildet werden soll. Zusätzlich erforscht er Serviceorientierte Architekturen (SOA) im Kontext Business Intelligence. Leitfrage ist dabei, wie diese die Energiewirtschaft unterstützen können, um den sich wandelnden Anforderungen Rechnung zu tragen.



Kanzlerwechsel an der Universität

Auf einer Festveranstaltung am 12. September 2007 in der Alten Mensa wurde der Kanzler der TU Bergakademie Freiberg, Andreas Handschuh, feierlich in sein Amt eingeführt. Gleichzeitig gab es für Gerlinde Dietze einen Abschied. Von Januar 2002 bis Juni 2007 war sie als Kanzlerin mit der Wahrnehmung der Geschäfte beauftragt, nun scheidet sie aus Altersgründen aus dem Dienst aus. In Würdigung ihrer außerordentlich engagierten 35-jährigen Tätigkeit an der Bergakademie erhielt sie die Universitätsmedaille.

Andreas Handschuh wurde zum 1. Juli 2007 vom Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst zum Kanzler der Freiburger Universität ernannt und trat am 2. Juli sein Amt an. 1973 in Zschopau geboren, studierte er an der Universität Leipzig Rechtswissenschaften und Volkswirtschaftslehre und arbeitete zuletzt an der TU Chemnitz als Leiter des Dezernats Haushalt und Wirtschaft. Der Rektor der TU Bergakademie Freiberg, Prof. Georg Unland, begrüßte den Kanzler noch einmal offiziell im Rahmen der Festgemeinde und überreichte ihm eine eigens von der Universität gestaltete Urkunde. Dort ist der Wunsch vermerkt, dass sich Andreas Handschuh in seiner neuen Tätigkeit mit ganzer Kraft für die erfolgreiche Weiterentwicklung der Bergakademie engagiere. Als Begrüßungsgeschenk überreichte der Rektor eine Bergbarte. Einst

Standeszeichen der Bergleute, solle nun dieses traditionelle Werkzeug als „Kanzlersymbol“ seine Arbeit begleiten.

Kanzler Handschuh bedankte sich für die vielen guten Wünsche und das überraschende und symbolträchtige Geschenk. In seiner Ansprache stellte er ebenfalls einen Bezug zur Geschichte her. Er verglich die Arbeit eines heutigen Universitätskanzlers mit dem damaligen Amt von Prof. Abraham Gottlob Werner als einem der ersten Inspektoren der Bergakademie. Bei vielen Aufgaben, die vor über 200 Jahren vor der Verwaltung standen, finden sich Gemeinsamkeiten. Die Herausforderungen einer modernen Verwaltung sind umfassender und liegen deutlich höher. Ihnen wolle er sich stellen.

Ein sehr emotionaler Augenblick war die Übergabe von Universitätsmedaille und Urkunde an Gerlinde Dietze. Sie nahm sie aus den Händen von Rektor Georg Unland entgegen. Die Medaille, die das Antlitz der beiden Gründer der Universität, Friedrich Anton von Heynitz und Friedrich Wilhelm von Opper, trägt, wurde ihr auf Beschluss des Senats der TU Bergakademie für ihr langjähriges außerordentliches Wirken verliehen. Ihrem Nachfolger wünschte Gerlinde Dietze bei Entscheidungen stets eine glückliche Hand und betonte, unter den sächsischen Universitäten sei die Freiburger Alma Mater ein Juwel, das er mit seiner Arbeit zu weiterem Glanz führen solle.

Zum 90. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. Alfred Neumann

Nach leitenden Tätigkeiten in der Braunkohlenindustrie Mitteldeutschlands 1963 auf den Lehrstuhl für Organisation und Planung des Bergbaus (Braunkohlenbergbau) berufen, widmete sich Professor Alfred Neumann besonders der Ingenieurökonomie des Bergbaus. Er war zeitweise der Leiter dieser Fachrichtung und engagierte sich besonders für die Erweiterung der Kapazitäten von Lehre und Forschung. Als Prodekan der Fakultät für Ingenieurökonomie und Direktor des Instituts für „Ökonomie, Organisation und Planung des Bergbaus“ sowie des Industrieinstituts hat er wesentlich zur Stärkung dieser seinerzeit besonders wichtigen Säule beigetragen.

Prof. Alfred Neumann ist seit dem Jahr der Wiedergründung 1990 Mitglied unseres Vereins. Wir wünschen ihm für das neue Lebensjahrzehnt alles Gute, vor allem Gesundheit und persönliches Wohlergehen.

50 Jahre Diplombergingenieur

Der Diplomjahrgang Bergbau 1957, mit den Fachrichtungen Bergbau-Tagebau und Bergbau-Tiefbau, hat sich vom 11. bis 13. Mai 2007 in Freiberg versammelt und voll Freude bestehende Kontakte gepflegt.

Die Veranstaltung begann am Freitagnachmittag in der Clemens-Winkler-Gedenkstätte mit lebhaften Erinnerungen an das „Analysen-Kochen“ auf der Brennhausegasse. Der Abend wurde zusammen mit den Freiburger Bergsängern feierlich begangen. Der zweite Tag bot zunächst eine Besichtigung des renovierten Rektoratsgebäudes mit Karzer und Namibia-Ausstellung. Ein Vortrag von Prof. Dr. Carsten Drebenstedt zur Rohstoffsituation in Deutschland und zur Ausbildung für die Rohstoffindustrie fand ein sehr lebhaftes Interesse. Am Abend konnten noch, wieder im Ratskeller, Erinnerungen ausgetauscht werden.

Es war insgesamt ein Treffen, bei dem die Verbindung zur Alma Mater TU Bergakademie Freiberg auch nach 50 Jahren sehr lebendig war.

■ Norbert Piatkowiak

„Die Technik“ ist weiblich, doch was heißt das schon in Freiberg?

Heinrich Oettel

Am 20. Oktober des vergangenen Jahres veranstaltete das Institut für Werkstoffwissenschaft ein Festkolloquium anlässlich des 75. Geburtstags von Frau Prof. Dr.-Ing. habil. Maja Krumnacker, der ersten Professorin in der langen Geschichte der TU Bergakademie Freiberg. Mehr als 70 Teilnehmer waren erschienen, um ihr Reverenz zu erweisen.

Frau Maja Krumnacker wurde am 11. Juli 1931 in Zwickau geboren und ist damit eine ursächsische Pflanze. Ihr Vater war Gewerbeoberlehrer, ihr technischer Sachverstand und pädagogisches Geschick sind somit nicht nur Produkt ihrer Strebsamkeit, sondern auch den väterlichen Genen, zumindest partiell, zuzuschreiben. Dass sie sich im Oktober 1949 in der noch sehr jungen und damit wenig bekannten Fachrichtung Metallkunde an der Bergakademie einschreiben ließ, verdanken wir insbesondere ihrem Bruder, der bereits an dieser Hochschule Bergbau studierte und die Meinung hatte, die Metallkunde könnte etwas Gutes für die Schwester bringen. Er behielt Recht.

Zu ihren akademischen Lehrern zählen Prof. Erdmann-Jessnitzer als ihr erster und Prof. Fritz Günther als späterer Institutsdirektor. Im Frühjahr 1955 schloss sie ihr Studium als Diplom-Metallogin ab, denn damals gehörte die Fachrichtung Metallkunde noch zur naturwissenschaftlichen Fakultät, den Diplom-Ingenieur gab es erst ab 1966. Sie muss wohl eine leistungsstarke und engagierte Studentin gewesen sein, denn auch damals gab es die Agricola-Medaille nur für wirklich ausgezeichnete Studienleistungen und nicht umsonst!

Für eineinhalb Jahre verdingte sie sich als wissenschaftliche Assistentin am Institut für Metallkunde und Materialprüfung, ihrer Ausbildungsstätte. Doch mit 30 Wochenstunden Praktikum fand sie wenig oder besser keine Zeit, sich einer wissenschaftlichen Aufgabe mit dem Ziel einer Promotion zu widmen, was ihr gar nicht schmeckte. Da sie auch der Meinung war, dass ein beruflicher Tapetenwechsel der persönlichen Entwicklung nur förderlich sein könne, stieg sie im Herbst 1956 kurz entschlossen im Metallgusswerk Leipzig ein, zumal die Familie inzwischen nach

Leipzig übergesiedelt war. Startend mit materialprüftechnischen Arbeiten avancierte sie zur stellvertretenden Leiterin der Abteilung Forschung und ab 1962 zur Leiterin der Abteilung Werkstoffprüfung.

Ihre Ambitionen bezüglich wissenschaftlicher Arbeit hat sie in Leipzig konsequent verteidigt. Beeinflusst durch die damalige Zielstellung des Betriebes, etwas für die Entwicklung von Flugzeuggussteilen zu tun, wandte sie sich den Fragen der Mikroporosität, der Oxidationsneigung von Magnesium-Legierungen, den gießtechnischen Problemen von warmfesten Aluminium-Gusslegierungen und der Wärmebehandlung von Aluminium-Gussteilen zu. Aus diesen Arbeiten leitete sie letztlich ihre Promotion zum Thema „Gas- und Schwindungsmikroporosität bei Leichtmetallguss“ ab. Sie war sehr mutig, mit dieser Arbeit zum „Gießer“ Prof. J. Czikel zu gehen, der bekanntlich nicht zu den Sympathisanten der damaligen Metallkunde gehörte. Umso mehr zählt das mit der Verteidigung 1962 erzielte Prädikat „Magna cum laude“.

Aber nicht nur über ihr Promotionsvorhaben hielt sie während der Leipziger Zeit Kontakt zur Bergakademie und zur Metallkunde, sie betätigte sich als Konsultantin für das Fernstudium an der Bergakademie im Fach Werkstoffkunde, eine gute Gelegenheit, eigene Erfahrungen in der akademischen Lehre zu sammeln. Auf Anregung der Bergakademie und sicher auch von Prof. W. Lange, dem damaligen Leiter des Institutes für Metallkunde, kehrte sie 1963 an das Institut zurück, um sich einer Habilitation zu widmen. Das Thema „Konzentrationsverteilung an der Phasengrenzfläche bei der Erstarrung von verdünnten Zinn-Zink-Legierungen unter Berücksichtigung von Wachstumsstrukturen“ war ein sehr komplexes Grundlagenforschungsvorhaben, dessen Ergebnisse jedoch hohe Praxisnähe aufwiesen.

Nach erfolgreichem Abschluss ihres Habilitationsverfahrens wurde sie bereits 1968 zur Hochschuldozentin für Metallkunde berufen. Der damalige Institutsdirektor Prof. Günther wollte offensichtlich wenig posthabilitative Langeweile aufkommen lassen, denn er packte, wie es eben für frisch gebackenen akademischen



Nachwuchs üblich war, die junge Kollegin mit Lehrveranstaltungen gehörig voll:

- Allgemeine und angewandte Metallkunde einschließlich der Seminare
- Werkstoffe für den Maschinenbauer
- Werkstoffkunde für Verfahrenstechniker und Ingenieurökonom
- Materialprüfung für Direkt- und Fernstudenten

Sie muckte nicht auf, sie konnte ja auch nicht, denn mit der Habilitation hatte sie sich unmissverständlich für die akademische Laufbahn entschieden.

Die sich Ende der 60er Jahre vollziehende III. Hochschulreform brachte auch für die Dozentin Krumnacker erhebliche Veränderungen: Sie wurde mit der Wahrnehmung des Lehrgebietes „Metallkunde der NE-Werkstoffe“ betraut, das aber nicht im Wissenschaftsbereich „Physikalische Metallkunde“ angesiedelt wurde, wo es eigentlich hingehört hätte, sondern im Wissenschaftsbereich „NE-Metallurgie“, damit strukturell entfernt von jenen Bereichen, die für ihre Forschungsarbeit notwendig waren. Dessen ungeachtet beschäftigten sie und ihre Doktorandinnen sich nach wie vor im Metallkundebereich bzw. in den metallkundlichen Fachabteilungen.

Nach einem Jahrzehnt endlich erfolgte 1978 die Berufung Maja Krumnackers zur ersten Professorin in der damals 213-jährigen Geschichte der Bergakademie für das Gebiet „Metallkunde der NE-Werkstoffe“! Und sie blieb die einzige Professorin der „Altehrwürdigen“ bis zu ihrer Emeritierung 1991! Heute kann die TU Bergakademie zwar auf aktive Professorinnen verweisen, jedoch nicht in technischen oder naturwissenschaftlichen Breichen. Frauenförde-

rung in diesem Metier generiert nach wie vor nur Singularitäten, von Breitenwirkung nichts zu spüren.

Sieht man von den beiden akademische Qualifizierungswerken und einem Intermezzo in der „Interdisziplinären Forschungsgemeinschaft Halbleiter“ ab, so lassen sich drei Themenschwerpunkte ihrer langjährigen Forschungstätigkeit als Hochschullehrerin erkennen. Das sind:

- Rekristallisation und Entfestigung von Kupferwerkstoffen, insbesondere von Messingen, wobei Prof. Krumnacker die Akzente auf den Einfluss der Aufheizgeschwindigkeit und der Stapelfehlerenergie auf diese Prozesse gesetzt hat (z. B. Schnellrekristallisation);
- Thermomechanische Behandlungen von zweiphasigen Messingen zur Gefügeoptimierung;
- Thermomechanische Behandlung von Al-Gießwalzband, ein Gebiet, das alle „Scheußlichkeiten“ der Metallkunde bereit hält: Erstarrung, Plastizität und Verfestigung, Diffusion und Ausscheidungsvorgänge, Entfestigungen und Gefügeumbildungen durch Rekristallisation.

Alle diese Arbeiten hat sie mit und im Auftrag der einschlägigen Industrie der ehemaligen DDR ausgeführt. Zu nennen

sind dabei als wesentliche Partner neben dem Forschungsinstitut für NE-Metalle das Leichtmetallwerk Nachterstedt und das Walzwerk Hettstedt. Frau Prof. Krumnacker kann auf die stattliche Zahl von 40 Vorträgen auf Symposien und Tagungen verweisen. Eine Reihe von Fachtagungen in Freiberg hat sie selbst organisiert. Dazu gesellen sich 65 Publikationen, wobei ihr „Hausjournal“ die „Neue Hütte“ war. Ihr diente sie eine sehr lange Zeit als Vorsitzende des Redaktionsbeirates und hat damit dazu beigetragen, dass diese Zeitschrift im Verlaufe der Zeit in der wissenschaftlichen Community gebührende Anerkennung fand.

Und ihre Persönlichkeit? Sie war eine Hochschullehrerin mit Leib und Seele. Lehrveranstaltungen waren alles andere als notwendiges Übel für sie, es hatte ihr immer Spaß gemacht, den Studierenden ihre Erfahrungen mitzuteilen. Und das auch nach ihrer Emeritierung: Oder wie soll man es verstehen, dass sie noch in den Jahren 2000 bis 2005 einen Lehrauftrag der Staatlichen Studienakademie Riesa für das Gebiet der Werkstoffkunde erfüllt hat? Wissenschaftliche Neugier paarte sich mit viel, vielleicht allzuviel Bescheidenheit, dazu kamen Engagement

und Fleiß. Nichts nahm sie ernster als die Betreuung ihrer Studenten und Doktoranden bzw. besser Doktorandinnen, die ihr noch heute dafür dankbar sind. Sie hat vielleicht nicht für das weibliche Geschlecht gekämpft, doch sie hat dafür gewirkt! Und natürlich hatte und hat sie Hobbys. Klavierspielen, Wandern, Reisen sowie das Kennenlernen fremder Kulturen. Und natürlich darüber z. B. im Arbeitskreis Alte Kulturen berichten.

All das lässt sich kurz zusammenfassen: Sie war und ist noch heute ein akademisches Vorbild. Leider kann sie nicht auf erfolgreiche Nachahmerinnen verweisen, die Zeiten müssen sich eben doch noch etwas ändern. Die Technische Universität Bergakademie, insbesondere die Metallkundler bzw. die Werkstoffwissenschaftler, besonders ihre Doktorandinnen sowie alle, die sich zum Kolloquium eingefunden hatten und auch die, die leider an der Teilnahme verhindert waren, dankten Frau Professor Krumnacker für das von ihr Geleistete und ihr langjähriges Engagement für das Fachgebiet Metallkunde an der Bergakademie. Und 213 Jahre darf es nicht wieder dauern, bis die nächste Professorin im Ingenieurbereich berufen werden kann.

75. Geburtstag von Prof. Dr. Hans-Walter Bandemer

Am 1. April 2007 wurde Prof. Bandemer 75 Jahre alt. Er gehört zu den einprägsamsten Persönlichkeiten der Freiburger Mathematik. Seit 1958 an der Bergakademie, als Assistent von Kneschke, hat er seine Wurzeln in der Numerischen Mathematik. 1969 wurde er ordentlicher Professor für Mathematische Statistik. 1997 endete seine aktive Zeit in Freiberg.

Bandemer gilt als Vater der inzwischen weltbekannten Freiburger Stochastik. Weit-sichtig vorausschauend hat er die damaligen Rahmenbedingungen genutzt, um fachlich ausgezeichnete Stochastiker nach Freiberg zu holen (König, Stoyan, Beichelt), die dann ihrerseits eigene Forschungsgebiete aufbauten.

Seine eigenen Forschungsinteressen lagen bis etwa 1980 auf dem Gebiet der Statistischen Versuchsplanung. Höhepunkt dieser Forschungsperiode war die Erarbeitung der zweibändigen, im Akademie-verlag Berlin erschienenen Monographie „Theorie und Anwendung der Optimalen Versuchsplanung“ (Band 1 1977, Band 2 1980). Ab 1980 begann er Forschungen



zur Theorie unscharfer Mengen, insbesondere auf dem Grenzgebiet zwischen Stochastik und Fuzzytheorie. 1989 verfasste er zusammen mit Gottwald (Leipzig) die „Einführung in die Fuzzymethoden: Theorie und Anwendung unscharfer Mengen“, die vier Auflagen erlebte und als englische Übersetzung auch im renommier-



ten Wiley-Verlag erschien. Zusammen mit Näther schrieb er 1992 „Fuzzy Data Analysis“, erschienen bei Kluwer Academic Publishers. In allen Bandemerschens Fuzzy-Arbeiten fällt das spürbare Engagement auf, Fuzzy-Denkweisen neben etablierten statistischen Datenanalysemethoden zum Durchbruch zu verhelfen.

Nicht nur in der Forschung, auch in der Lehre setzte Bandemer deutliche Akzente. Generationen von Freiburger Studenten haben seine Vorlesung „Stochastik für Ingenieure“ gehört, und viele werden sich noch an seinen unorthodoxen Stil erinnern. Bandemer hat 20 Doktoranden betreut, davon haben Bellmann, Näther und Richter in Freiberg, Fellenberg in Zwickau, Nagel in Jena und Pilz in Klagenfurt Hochschullaufbahnen eingeschlagen. Noch in den 1990er Jahren war er erfolgreich um Nachwuchsförderung bemüht: Er war maßgeblich beteiligt an der Einrichtung des Graduiertenkollegs „Räumliche Statistik“ und von 1993 bis 1996 dessen Sprecher.

Bandemer ist eine einprägsame Figur der Bergakademie nicht nur wegen seiner Verdienste in Forschung und Lehre. Er hatte die Gabe, Schüler identitätsstiftend um sich zu scharen und zu motivieren. Nur so ist es zu verstehen, dass nach jahrelanger harter Arbeit an den zwei Bänden zur Ver-

suchsplanung noch ein Band 3 (in dreißig nummerierten Exemplaren) entstehen konnte, in dem etwa ein mathematischer Satz aus Band 1 vom Mathematiker und Musiker G. Heinz vertont worden ist. Als ungeschriebenes Gesetz galt weiterhin, dass seine Doktoranden ihm zur Doktorfeier eine vergegenständlichte Version ihres Dokorthemas zu übergeben hatten. J. Pilz, der über Bayessche Verfahren promovierte, übergab z. B. einen Satz selbst modellierter Kompetenzgewichte. Bandemer war und ist ein überaus geistvoller Zeitgenosse. Bekannt sind sein Humor, der mitunter sarkastisch ist, sein nie versiegender Zitatenschatz, abendfüllend in so mancher geselligen Runde, seine geistreichen und rhetorisch gekonnt formulierten und häufig überspitzt auf den Punkt gebrachten Einwürfe zu allgemeinen (hochschul-)politischen Problemen, die mitunter schockierend wirken.

Seit 1997 lebt Bandemer in seiner Geburtsstadt Halle, zunehmend zurückge-

zogen wegen gesundheitlicher Probleme. Auch konnte er nie verwinden, dass er, der die Freiburger Statistik so maßgeblich geprägt hat, sich zu Wendezeiten trotz positiver Evaluierung erneut auf eine Professur bewerben musste. Überhaupt ist er sehr sensibel gegenüber der Ungleichbehandlung von „Ost- und West-Professoren“. Seinen gegenwärtigen Status benennt er als Sozialrentner in Halle.

Nichtsdestotrotz ist Bandemer auch im Ruhestand noch wissenschaftlich aktiv geblieben. 1997 erschienen bei Teubner seine genussvoll zu lesenden „Ratschläge zum mathematischen Umgang mit Ungewissheit. Reasonable Computing“, 2006 in englischer Übersetzung auch bei Springer verlegt.

Mögen dem Jubilar Hans-Walter Bandemer noch viele Jahre selbstbestimmten Lebens beschieden sein, vielleicht Jahre – weniger mit großen Leistungen, denn mit guten Erinnerungen.

■ Wolfgang Näther

Zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Horst Brezinski

Prof. Dr. Horst Brezinski vollendete am 15. November sein 60. Lebensjahr. Der Universitätsöffentlichkeit ist er vor allem durch sein Wirken als Prorektor Bildung im dem Rektorat Schlegel und als Prorektor Außenbeziehungen im Rektorat Unland bekannt geworden, ein Amt, zu dem er als polyglotter Kosmopolit wie kaum ein anderer berufen schien. Dem zuvor ging eine Tätigkeit als Dekan der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.

Dies war eine schwierige Aufgabe, in der er sich große Verdienste erworben hat, wie der Autor dieser Zeilen aufgrund seiner besonderen Einblicke in diese Entwicklung zu behaupten wagen darf. Im Nachhinein mag mancher die Ansicht vertreten, dass man langsamer vorgehen und bei der Besetzung der Stellen stärker auf die Entwicklung eines bestimmten Profils hätte achten sollen. Doch verkennt diese Ansicht die Realitäten jener Zeit. Zu diesen Realitäten gehörte, dass die Fakultät 6 als einzige einen bedeutenden Zulauf von Studenten hatte und dafür auch die entsprechende Lehrkapazität bereitgestellt werden musste. Sie verkennt weiter, dass das Angebot an ausreichend qualifizierten Bewerbern für Professuren eben nicht so war, dass man damit sehr spezielle Profilierungsvorstellungen hätte bedienen können. Daneben hat sich Horst



Brezinski in einer Vielzahl weiterer Ämter und Aktivitäten hervorgetan, von denen hier nur einige wenige Erwähnung finden können. Er hat nicht weniger als fünf Doppeldiplomabkommen in die Welt gesetzt und danach auch noch tatsächlich mit Leben erfüllt. Schon seit den achtziger Jahren ist er in der European Association für Comparative Economic Studies tätig, in der er seit 1994 das Amt des Schatzmeisters bekleidet. Ebenfalls als Schatzmeister ge-

hört er schon seit 1993 dem Vorstand des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg an. Fast ein Jahrzehnt lang gehörte er zu den Herausgebern der Zeitschrift Most-Most, seit 1997 ist er Mitherausgeber der Zeitschrift „Zagreb International Review of Economics and Business“, seit 2003 Mitherausgeber von „The Poznan University of Economics Review“ und seit 2007 Review Editor der Zeitschrift Economic Systems. Seit 2000 ist er Mitglied der Akkreditierungskommission für Ingenieur-, Informatik- und naturwissenschaftliche Studiengänge (ASIIN), in der er insbesondere für das Wirtschaftsingenieurwesen zuständig ist. Seit 2004 ist er Mitglied des Kuratoriums des Dresdener Osteuropa Instituts e.V. und Vorsitzender des Kuratoriums vom Bayrischen Hochschulzentrum für Mittel-, Ost- und Südosteuropa an der Universität Regensburg sowie Mitglied des Forschungsrates des Johann-Gottfried-Herder-Institutes in Marburg. Seit 1999 ist der Mitglied des Verwaltungsrates der Kreissparkasse Freiberg und seit 2007 gehört er auch dem Kuratorium der Sparkassenstiftung an.

Wir dürfen ihm aus Anlass seines Geburtstags wünschen, dass er seine Tätigkeit noch viele Jahre wird fortsetzen können.

■ Bruno Schönfelder

Geburtstage

Der Vorstand gratulierte in diesem Jahr

zum 60. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Böhm, Erich, Osterode
- Prof. Dr. rer. pol. habil. Brezinski, Horst, Oberschöna
- Dipl.-Ing. Falk, Lutz-Dietmar, Berlin
- Dr.-Ing. Friederici, Carmen, Freiberg
- Dipl.-Ing. Höppner, Arnim, Weißwasser
- Dr. sc. phil. Jentsch, Frieder, Chemnitz
- Dipl.-Ing. König, Gerhard, Hundeshagen
- Dipl.-Ing. oec. Moser, Hans-Christoph, Freiberg
- Dipl.-Ing. Stauch, Thomas, Leipzig
- Dr. rer. nat. Tzscharschuch, Dietmar, Freiberg
- Dipl.-Ing. Wehner, Klaus-Eckart, Alpen

zum 65. Geburtstag

- Prof. Dr.-Ing. habil. Bast, Jürgen, Freiberg
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Bohmhammel, Klaus, Freiberg
- Dr. rer. nat. Czolbe, Peter, Freiberg
- Dipl.-Ing. Engelhardt, Joachim, Magdeburg
- Ing. Espozo V., Eloy, La Paz
- Dr.-Ing. Flade, Tilo, Freiberg
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Freiesleben, Hartwig, Dresden
- Prof. Dr. rer. oec. habil. Freyer, Bernd, Gera
- Dipl.-Ing. Hammer, Gerd, Magdeburg
- Prof. Dr.-Ing. Häge, Kurt, Cottbus
- Dr. Heinze, Frank, Königs-Wusterhausen
- Dipl.-Ing. Kraneis, Hans-Joachim, Bernburg
- Dipl.-Ing. Klose, Dieter, Nordhausen
- Dipl.-Ing. Koch, Bernd, Klettwitz
- Prof. Dr.-Ing. Köckritz, Volker, Freiberg
- Dr. rer. nat. Kunert, Hannes, Hoyerswerda
- Dr. rer. nat. habil. Dr.-Ing. Neuhofer, Richard, Sennewitz
- Dipl.-Ing. Nitzsche, Wolfgang, Heidenau
- Herr Oehme, Rolf, Freiberg
- Dr.-Ing. Schacht, Wolfgang, Dorndorf-Stednitz
- Herr Schneider, Eberhard, Freiberg
- Prof. Dr.-Ing. Schneider, Wolf-Dieter, Essen
- Dipl.-Ing. oec. Schröder, Bernd, Potsdam
- Dipl.-Ing. Tittel, Peter, Berlin
- Prof. Dr.-Ing. habil. Walter, Gerd, Dresden

zum 70. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Albrecht, Fritz, Leipzig
- Dr.-Ing. Bleilebens, Hans, Düsseldorf
- Dipl.-Ing. Boßler, Günter, Freiberg
- Dr.-Ing. Daenecke, Rudolf, Brahmeneau
- Dr.-Ing. Denke, Christoph, Brand-Erbisdorf
- Dr.-Ing. Dombrowe, Helfried, Freiberg
- Dr.-Ing. Dressel, Siegfried, Wilkau-Haßlau
- Dipl.-Ing. Dunger, Egon, Hoyerswerda
- Prof. Dr. Ediberidze, Alexandre, Tbilissi
- Dipl.-Ing. Eger, Wolfgang, Langenfeld
- Prof. Dr.-Ing. habil. Franke, Berndt, Oberbobritzsch
- Dipl.-Ing. Franke, Hartmut, Bobritzsch
- Prof. Dr.-Ing. Gatzweiler, Rimbart, Saarbrücken
- Dr.-Ing. Grosser, Wolfgang, Dresden
- Herr Hachenberger, Johannes, Hannover
- Dr. Hein, Stefan, Freiberg
- Dipl.-Ing. Jung, Wolfgang, Lauchhammer-Ost

- Dr.-Ing. Lawrenz, Manfred, Freiberg
- Dr.-Ing. Liersch, Wolfgang, Cottbus
- Dipl.-Ing. Nauke, Herbert, Magdeburg
- Dr.-Ing. Richter, Ulf, Schönburg
- Dr.-Ing. Rudolph, Kurt, Zwickau
- Dr. Rütger, Gert, Freiberg
- Dr.-Ing. Schlauderer, Henry, Dippoldiswalde
- Dipl.-Geol. Schmitz, Wolfgang, Hoyerswerda
- Prof. Dr. rer. oec. habil. Seidelmann, Peter, Freiberg
- Dipl.-Ing. Teubner, Werner, Merseburg
- Dr. rer. nat. Zänker, Günter, Wolmirstedt

zum 75. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Bosse, Joachim, Hannover
- Dipl.-Ing. Diefenbach, Jutta, Dortmund
- Doz. Dr.-Ing. habil. Förster, Siegfried, Freiberg
- Dipl.-Ing. Gampe, Josef, Schwerte
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Hofmann, Joachim, Großschirma
- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Höffl, Karl, Freiberg
- Dipl.-Ing. Hohoff, Wilhelm, Lingen
- Prof. Dr.-Ing. habil. Kohl, Manfred, Mainz
- Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Lehnert, Wolfgang, Freiberg
- Dipl.-Ing. Lenz, Louis, Wittenberg
- Dr. oec. Mitzinger, Wolfgang, Berlin
- Prof. Dr. rer. nat. Raub, Christoph, Schwäbisch Gmünd
- Dipl.-Ing. Schölzel, Helmut, Muldenstein
- Prof. Dr.-Ing. habil. Straßburger, Christian, Dinslaken
- Dipl.-Ing. Triebel, Karl, Vellmar
- Prof. Dr. rer. nat. Wolf, Monika, Krefeld
- Markscheider Dr.-Ing. Wordelmann, Heinz, Leipzig

zum 80. Geburtstag

- Herr Flach, Siegfried, Damme
- Dipl.-Met. Gerischer, Karl, Köln
- Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Kratzsch, Helmut, Berlin
- Dipl.-Ing. Matthes, Günter, Luxemburg
- Dr.-Ing. E. h. Rauhut, Franz Josef, Bottrop
- Prof. Dr.-Ing. habil. Schmidt, Martin, Berlin
- Prof. Dr. sc. techn. Schmidt, Reinhardt, Weimar
- Dipl.-Ing. Stolpe, Egon Emanuel, Nürnberg
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Wagenbreth, Otfried, Freiberg

zum 81. Geburtstag

- Prof. Dr.-Ing. habil. Dulinski, Wladyslaw, Krakau
- Prof. Dr.-Ing. habil. Lewandowski, Jan Lech, Krakau
- Prof. em. Dr. rer. nat. Macherauch, Eckard, Karlsruhe
- Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Röbert, Siegfried, Weimar
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Schneider, Herbert A., Freiberg
- Prof. Dr. sc. techn. Drs. h. c. Schubert, Heinrich, Freiberg
- Prof. em. Dr. Dr. h. c. Weber, Franz, Leoben

zum 82. Geburtstag

- Dr.-Ing. Bartelt, Dietrich, Essen
- Dr.-Ing. Boltz, Gerhard, Lutherstadt Eisleben
- Markscheider Dipl.-Ing. Hartnick, Dieter, Freiberg
- Prof. em. Dr. Junghans, Rudolf, Freiberg
- Dipl.-Ing. Reimann, Dieter, Kronberg
- Dr. Schmid, Alfred, Wolfenbüttel
- Oberingenieur Unland, Johann, Hofheim
- Prof. Dr. habil. Wünsche, Manfred, Freiberg

zum 83. Geburtstag

- Prof. em. Dr.-Ing. Dietze, Wolfgang, Freiberg
- Prof. Dr. Heitfeld, Karl-Heinrich, Aachen
- Prof. Podrzucki, Czeslaw, Krakau

- Dr. Rudolf, Heinz, Merseburg
- Prof. em. Dr. sc. oec. Dr. jur. Zienert, Hans, Freiberg

zum 84. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Hagelüken, Manfred, Erfstadt-Bliesheim
- Dipl.-Berging. Katzmann, Otto, Nordhausen
- Prof. em. Dr. phil. habil. Uhlmann, Harro, Freiberg

zum 85. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Kögler, Erhard, Wiesbaden
- Prof. Dr. Dr. h. c. Moser, Heribert, Hechendorf
- Prof. Dr. jur. Dipl.-Ing. Weißflog, Johannes, Leipzig

zum 86. Geburtstag

- Dr.-Ing. Baunack, Fritz, Bad Hersfeld

zum 87. Geburtstag

- Doz.-Ing. Bauer, Jaroslav, Prag
- Markscheider Dipl.-Ing. Beyer, Kurt, Dresden
- Dipl.-Ing., Bergwerksdirektor i. R. Höppner, Joachim, Lorsch
- Prof. em. Dr. habil. Rösler, Hans-Jürgen, Freiberg

zum 88. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Heisig, Helmut, Zwickau

zum 90. Geburtstag

- Prof. em. Dr.-Ing. Neumann, Alfred, Schöneiche

zum 91. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Samtleben, Werner, Hildesheim

zum 93. Geburtstag

- Dipl.-Berging. Rüsse, Horst, Bad Wörishofen

zum 96. Geburtstag

- Dr.-Ing. Kootz, Karl Richard, Salzburg

zum 97. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Dürr, Hans, Bad Laasphe

zum 98. Geburtstag

- Dr.-Ing. Buckeley, August, Ratingen-Lintorf

Geburtstagsjubiläen nach dem 23. November 2007:

65. Geburtstag

- Prof. Dr.-Ing. Husemann, Klaus, Freiberg
- Dr. Löscher, Bernd, Halsbrücke
- Ministerialrat Rahtgens, Albrecht, Meißen
- Dipl.-Ing. Scholz, Eberhard, Staßfurt

70. Geburtstag

- Dr.-Ing. Fröhling, Ernst-Peter, Kerpen

75. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Krausch, Siegmund, Leipzig
- Dr.-Ing. Strasse, Wolfgang, Berlin

82. Geburtstag

- Prof. i. R. Köhler, Johannes, Mülheim a. d. Ruhr

85. Geburtstag

- Dr.-Ing. Johnsson, Gunnar, Ahnatal

86. Geburtstag

- Dr. Fritzsche, Volker, München
- Dipl.-Ing. Gärtner, Jürgen, Radebeul

87. Geburtstag

- Prof. em. Dr. oec. habil. Köhler, Johann, Freiberg

Promotionen 1. Juli 2006 – 30. Juni 2007

Fakultät für Mathematik und Informatik

Dipl.-Math. Anja Kohl	30.08.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Math. Olaf Schneider	09.10.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Math. Diana Fanghänel	09.11.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Math. Elena Zhebel	20.12.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Math. Ralf Hielscher	29.03.2007	Dr. rer. nat.
M.Sc. Roman Kohut	30.05.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Inf.(FH) Dominik Fröhlich	20.06.2007	Dr.-Ing.

Fakultät für Chemie und Physik

Dipl.-Geoök. Thorid Zierold	06.07.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. (FH) Markus Pfänder	27.07.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. (FH) Sylvia Steffen	08.09.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Chem. Dirk Wählich	10.11.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Chem. Uta Graupner	17.11.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Chem. Ulrike Wunderwald	01.12.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Chem. Sven Köther-Becker	13.04.2007	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geoök. Andrea Geißler	11.05.2007	Dr. rer. nat.

Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau

Dipl.-Min. Michael Scheel	10.07.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Kai-Uwe Belohlavek	14.07.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. (FH) Nanette Schleich	28.07.2006	Dr. rer. nat.
M.Sc. M. Biltayib Biltayib	20.10.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Geoök. H. Annikki Pöhler	30.10.2006	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Taner Aydogmus	08.12.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Peter Fischer	14.12.2006	Dr.-Ing.
M.Sc. Khalid Mustafa Kheiralla	26.01.2007	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geol. Gunnar Krauß	26.01.2007	Dr. rer. nat.
M.Sc. Myo Min	05.03.2007	Dr. rer. nat.

Dipl.-Geoök. Annett Weiß	30.03.2007	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geol. Thomas Herzog	04.05.2007	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geol. Thomas Wotte	01.06.2007	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Enchbat Dombon	18.06.2007	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Lutz Weber	26.06.2007	Dr. rer. nat.

Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik

Dipl.-Ing. Jan Kollmus	17.07.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Moh. Al-Addous	19.07.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Ralf Reinhart	20.07.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Axel Filounek	20.07.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Katrin Ogriseck	10.08.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Katrin Grosser	05.09.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Pärvis Mövlasadä	19.09.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Christian Warnecke	22.09.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Nils Ohly	11.10.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Wolfgang Simon	19.10.2006	Dr.-Ing.
M.Sc. Syed Ali Rizwan	20.10.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Maik Werner	16.11.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Martin Dreßler	08.12.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Gert Anders	08.12.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Jan Gerber	08.02.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Albrecht Heinzl	02.03.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Denis Kramer	27.03.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Sirko Ogriseck	12.04.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Heiko Anger	26.04.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Simeon Simeonov	08.06.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Ivan Imenokhoyev	08.06.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Undine Fischer	13.06.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Schneider	15.06.2007	Dr.-Ing.

Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie

Dipl.-Ing. Dmitri Goureev	13.10.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Alexey Pankov	13.10.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Beate Fankhänel	03.11.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Franz Reischer	01.12.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Tilo Schulz	15.12.2006	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Astrid Wurm	12.02.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Falko Uyma	19.03.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Fabian Bubeck	04.05.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Dorota Siodlak	04.05.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Rosemarie Dittrich	28.06.2007	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Balázs Kovács	28.06.2007	Dr.-Ing.

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Dipl.-Volksw. Oliver Falck	04.07.2006	Dr. rer. pol.
Dipl.-Betriebsw. (FH)		
Steffi Poznanski	01.12.2006	Dr. rer. pol.
Dipl.-Kffr. Birgit Leick	07.12.2006	Dr. rer. pol.
Dipl.-Kffr. Constanze Stuhr	14.12.2006	Dr. rer. pol.
Dipl.-Kffr. Dana Kuhnert	12.04.2007	Dr. rer. pol.
Dipl.-Kfm. Björn Wolf	10.05.2007	Dr. rer. pol.

Habilitationen 1. Juli 2006 – 30. Juni 2007

Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau

Dr. rer. nat. Christian Walkersdorfer	am 24.11.2006 zum Dr. rer. nat. habil.
Dr. rer. nat. Thomas Seifert	am 12.06.2007 zum Dr. rer. nat. habil.
Dr.-Ing. Andreas Ricoeur	am 12.06.2007 zum Dr.-Ing. habil.

Ferdinand Reich

Die nunmehr 242-jährige Geschichte der TU Bergakademie Freiberg birgt für jedes Jahr eine ganze Reihe von historischen Ereignissen oder Gedenktagen, die es alle wert wären, sich der Geschehnisse und der herausragenden Personen zu erinnern. Ferdinand Reich und das Indium standen im Mittelpunkt des diesjährigen Agricola-Kolloquiums des Berg- und Hüttenmännischen Tages.

Dabei fiel die Wahl aus den unterschiedlichsten Erwägungen auf den vor 125 Jahren, am 27. April 1882, verstorbenen Ferdinand Reich. Reich zunächst Student, dann Bibliothekar und Inspektor der Bergakademie und schließlich Professor für Physik, trat ungeachtet der Belastungen durch die Verwaltungsarbeit als Akademieinspektor mit einer Reihe bedeutender wissenschaftlicher Leistungen hervor: Die Fallversuche auf dem Dreibrüderschacht zum Nachweis der Erdrotation, Arbeiten zur Rauchplage und die Entdeckung des chemischen Elementes Indium. Sorgfalt im wissenschaftlichen Arbeiten, offenes Einräumen von Zweifeln und somit wissenschaftliche Redlichkeit waren ihm dabei stets besondere Anliegen.

Eine Würdigung von Ferdinand Reich stand zu seinem 200. Geburtstag, er wurde am 19. Februar 1799 geboren, schon im Rahmen des Agricola-Kolloquiums des BHT 1999 zur Debatte. Letzten Endes siegte aber die Erwägung, durch die Wahl Otto Meißers – seinerzeit 100. Geburtstag – eine Beschäftigung mit der Geschichte der Bergakademie in der NS-Zeit und in den ersten Jahren der DDR voranzutreiben. Diese seinerzeit erkannte Notwendigkeit wird umso deutlicher, als dass bis heute weder eine den modernen Anforderungen genügende Geschichte der Bergakademie in der NS-Zeit noch für die Zeit der DDR vorliegt. Dies sind zwei schwerwiegende Faktoren, die auch das Fehlen eines historischen Überblickswerks trotz der Vielzahl der vorliegenden Einzelstudien und der wegweisenden tabellarischen Übersicht von Otfried Wagenbreth aus dem Jahre 1994 begründen. Im Zuge der Vorarbeiten zum 2015 anstehenden 250-jährigen Jubiläum ist dem dringend abzuwehren, zumal wenn man die an anderen Universitäten wie Jena, Dresden, Rostock oder der

Humboldt-Universität in Berlin eingesetzten Ressourcen in Betracht zieht.

Der Persönlichkeit Ferdinand Reich und seinem wissenschaftlichen Wirken waren die beiden Vorträge des Vormittags gewidmet (Dr. Norman Pohl und Dr. Jörg Zaun), den Eigenschaften des Indiums und den künftigen Perspektiven seiner Gewinnung und Anwendung der Nachmittag. Dr. Thomas Seifert und Dipl.-Geol. Dirk Sandmann stellten die Mineralogie und Geochemie von Indium führenden Polymetall-Mineralisationen vor, Frau Prof. Dr. Lux-Steiner erörterte Indium als Basiswerkstoff für Dünnschichtsolarzellen, Dr. Frank Bugge behandelte Indium in der Anwendung für Laserdioden. Nachfolgend wird eine knappe Zusammenfassung der historischen Beiträge gegeben.

In Bernburg geboren, war Ferdinand Reich schließlich ein nach Freiberg Zugezogener. Für das Entstehen einer Tradition der historischen Erinnerung ist dieser Punkt sicherlich nicht ausschlaggebend. Schwerer dürfte der Umstand wiegen, dass Reichs Ehe kinderlos blieb – ungeachtet dessen sind angesehene Freiburger mit ihm verwandt – und Reichs Grab auf dem Donatsfriedhof die Zeiten nicht überdauerte. Auch gelang es Ferdinand Reich nicht, als Physiker eine wissenschaftliche Schule zu etablieren. Ursächlich dafür war der Umstand, dass der Bergakademie zur Zeit Reichs noch die Möglichkeit der Graduierung – Promotion – des eigenen wissenschaftlichen Nachwuchses vorenthalten war. Zudem hatte die Physik eher „Dienstleistungen“ für die ingenieurwissenschaftliche Ausbildung zu erfüllen. Und schließlich: Albin Weisbach, Sohn von Julius Weisbach, seit 1860 als Dozent der Physik Nachfolger von Reich, wandte sich ab 1866 der Mineralogie zu. Der Aufbau einer wissenschaftlichen Schule war in der Chemie viel einfacher, und zwar auch über die Verknüpfung mit den erforderlichen hüttenmännischen wie auch der metallurgischen Forschungsgebieten. Und nicht zuletzt zeigt besonders die Geschichte der Physik an der Bergakademie eine jeweils zeitgemäße, aktuelle inhaltliche Ausrichtung auf Themen, die das „ingenieurwissenschaftliche Establishment“ nicht sofort goutieren mochte.

In der historischen Rezeption zählt Ferdinand Reich heute zu den Physikern – erstaunlich für einen Forscher, dessen Berufswunsch als Jugendlicher zunächst darauf hinauslief, Theologe werden zu wollen und der sich ungeachtet seiner mathematischen und physikalischen Begabung des-

halb schon mit dem Erlernen des Hebräischen beschäftigte. Dass Reich sich dennoch den Naturwissenschaften zuwandte, ist der Begegnung mit dem Grafen Detlef von Einsiedel zu danken. Reichs Vater, 1815 abdelegiert zum Wiener Kongress, nahm seinen Sohn mit auf die Reise, und die Einkehr in Dresden ins Haus des Ministers brachte für den jungen Ferdinand das Versprechen einer Anstellung in einer der gräflichen Eisenhütten mit sich, sofern er ein – gräflich gefördertes – Studium der Naturwissenschaften aufnehmen würde. Vater und Sohn stimmten zu, letzterer mehr aus Neigung, ersterer aus finanziellen Erwägungen, denn für das ursprünglich vom Sohn ins Auge gefasste Studium der Medizin fehlte das Geld! Während des in Leipzig begonnenen und in Freiberg beendeten Studiums befasste sich Reich sehr intensiv mit der Chemie, wohl durch zahlreiche Versuche in Lampadius' Vorlesungen, weniger durch den Vortrag selbst, animiert. Überhaupt hielt Reich wenig vom Studium in Freiberg und charakterisiert in seiner Autobiographie die Dozenten als meistens nicht auf der Höhe der Zeit stehend, selbstverliebt oder langweilig. Vor seinem strengen Urteil fanden nur die ihn begeisternde Vorlesung bei Mohs und der Unterricht in praktischer Probierkunde bei Schiedswarden Sieghardt Gnade. Die ihm von Hecht vermittelten Kenntnisse der höheren Mathematik empfand er immerhin als nützlich. Die ihm nach Abschluss seines Studiums in Freiberg ausgesprochene Belobigung bedeutete ihm wenig, er empfand die Konkurrenz seines Studienjahres als zu schwach.

Das auf seine Zeit als Hüttengehilfe folgende Studium in Göttingen hatte in der Chemie einen eindeutigen Schwerpunkt. Das an die Göttinger Zeit anschließende Studium in Paris, einem Mekka eben auch der Naturwissenschaften, mochte Reichs Interessen mehr auf die Physik gelenkt haben. An beiden Universitäten war Reich gleichsam als Spion der Bergakademie tätig. Seine Rückreise von Paris nach Freiberg führte Reich durch die Auvergne und durch die Schweiz. Dass er in seiner Auswertung, entgegen der Wernerschen Lehre die vulkanische Entstehung des Basaltes vertrat, führte zu der Empfehlung v. Herders, auch auf eine nur auszugsweise Veröffentlichung des Reiseberichts zu verzichten. Immerhin erhielt Reich eine Anstellung als Akademieinspektor, die ihn einerseits finanziell absicherte, andererseits mit der Aufsicht über die bergakademischen Gebäude und die Sammlungen, mit

der Führung der bergakademischen Niederschriften und Akten, mit der Ordnung der Wernerschen Sammlungen auch mit der Führung der Bibliothek in Atem hielt.

Ausschlag für das Interesse an der Physik dürfte die in Aussicht stehende Neubesetzung des Lehrstuhls zur Arbeitsentlastung von Friedrich Gottlieb von Busse (1773–1836) gegeben haben. Diese kam zum 14. Juli 1827 zustande, und zwar durch den Einsatz von von Herder, mit dessen Stiefnichte Sophie Friederike Juliane Stichling, einer Enkelin Wielands, Reich seit 1826 verlobt war und die er am 4. September 1827 heiratete. Nach der Ordnung seiner privaten Verhältnisse war Ferdinand Reich auch wissenschaftliches Arbeiten vergönnt.

Die von von Herder angeregten, auf Vorarbeiten anderer Wissenschaftler in Dortmund 1804 fußenden Messungen zum Nachweis der Erdrotation im Dreibrüderschacht setzten aufgrund der angestrebten Vergleichbarkeit der Messungen die Einheiten Meter und Kilogramm im Freiburger Bergrevier und in Sachsen durch – Jahrzehnte vor weiten Teilen des übrigen Deutschlands. Für solche geophysikalischen Messungen nutzte Ferdinand Reich die Umwelt als Labor: die in der durch jahrhundertelange Bergbautätigkeit zur Umwelt umgestaltete Natur. Die Montanregion Erzgebirge bot die spezifischen Voraussetzungen, auch für Reichs weitere geophysikalischen Arbeiten, 1830/32 die Messung von Gesteinstemperaturen in verschiedenen Tiefen in den Gruben des sächsischen Erzgebirges, oder 1840 „Über elektrische Ströme auf Erzgängen“. Auch die 1838 publizierten „Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde mittels der Drehwaage“ sind dem „Forschungsklima“ und dem „Umfeld Umwelt“ geschuldet. Über diese Arbeiten, die Ferdinand Reich den Rang eines Mitbegründers der Geophysik einnehmen lassen, berichtete der Kustos der TU Bergakademie Freiberg, Dr. Jörg Zaun in seinem Vortrag.

Auch die jahrhundertelange Tradition des Hüttenwesens hatte ihren, euphemistisch so zu bezeichnenden, Anteil an der Umgestaltung der freibergischen und erzgebirgischen Landschaft. Und obwohl die Bergakademie mit dem von August Wilhelm Lampadius errichteten chemischen beziehungsweise hüttenmännischen Labor bereits frühzeitig eine wegweisende Ausbildungs- und Forschungsstätte besaß – das erste chemische Labor an einer Universität ist jedoch nach derzeitigem Kenntnisstand jenes 1609 an der Philipps-

Universität in Marburg eingerichtete - hatte die Nutzung des „Labors Umwelt“ der Bergakademie eine bis in die Zeit von Abraham Gottlob Werner und Lampadius zurückreichende Tradition, mit Arbeiten zur Gewinnung von Rübenzucker, über den Gehalt von Mineralwässern und zur Kohlevergasung. Diese Tradition setzte sich auch fort in dem Diskurs, der auf die seit Mitte des 19. Jahrhunderts forcierte Verhüttungstätigkeit folgte. Selbigen prägten die Bergakademie Freiberg und die Forstakademie Tharandt, und er resultierte in der Zeit der beginnenden Industrialisierung in zeitgenössisch durchaus fortschrittlichen Lösungsansätzen. Die 15 Jahre währende Tätigkeit Ferdinand Reichs auf diesem Gebiet resultierte außer in einer Apparatur zur Bestimmung des SO_2 -Gehaltes im Abgas auch in ersten Versuchen einer nassen Rauchgaswäsche. Absolut betrachtet, waren die erreichten Lösungen jedoch nichts weiter als unzulänglich, und daran änderte sich auch nichts durch die von Clemens Winkler später eingeführte Produktion von Oleum aus den Hüttenabgasen. Unhistorisch knapp zusammengefasst: Erst die Durchsetzung der TA Luft in ihrer 1986 in der BRD verabschiedeten Fassung im Rahmen der deutsch-deutschen Umweltunion 1990 und in den danach folgenden Jahren brachte mit dem Einsatz erfolgreich nachsorgender Umwelttechnik eine bis heute spürbare Entlastung der Umwelt - ein politischer Erfolg des aus einer alten Bergmannsfamilie stammenden seinerzeitigen Bundes-Umweltministers und Ehrendoktors der TU Bergakademie Freiberg, Klaus Töpfer.

Das wissenschaftliche Lebenswerk von Ferdinand Reich war, zusammengefasst betrachtet, der Grundlagenforschung gewidmet, wiewohl er auch an der Lösung praktischer, drängender Probleme mitwirkte. Heute sind die Arbeiten Reichs als interdisziplinär zu bezeichnen, und interdisziplinäres Arbeiten hatte schon immer mehr um Anerkennung zu ringen als wissenschaftliche Erfolge, die eine eindeutige Zuordnung in eine Schublade, vielmehr: Disziplin, zulassen. Im Bewusstsein der Stadt Freiberg und ihres Umfeldes wie auch in der Außerdarstellung der Bergakademie, kann Reich eine durchaus prominentere Rolle als bisher spielen. Dass mit Indium und Germanium zwei Elemente in Freiberg entdeckt wurden, die im 20. Jahrhundert interessante industrielle Anwendungen fanden und, mit Blick auf das Indium, im 21. Jahrhundert wohl finden werden, sollte aber nicht den Blick

darauf verstellen, dass die jeweilige Entdeckungsleistung beispielhaft für neugieriges Forschen und zweckfreie Grundlagenforschung war.

Mir persönlich erscheint im Hinblick auf die Entdeckung des Indiums vor allem die Zurücksetzung von Ferdinand Reich – und des mit ihm zusammen arbeitenden Hieronymus Theodor Richter – bemerkenswert. Häufig wird nur die Entdeckung des Germaniums mit der bergakademischen Geschichte verbunden. Für jeden Chemiker war und ist die Entdeckung eines chemischen Elementes geradezu die Krönung der wissenschaftlichen Arbeit. Mit dem von Dimitri Mendelejew und Lothar Meyer vorgeschlagenen und später vervollkommenen Periodensystem der chemischen Elemente, der von Frederick Soddy auf dieser und anderen Grundlagen etablierten Vorstellung der Isotope ist heute klar, dass neue Elemente nur in den von physikalisch-chemischen Normalverbindungen weit entfernten Transuranen zu finden sein werden. Mit zwei entdeckten chemischen Elementen, Germanium und Indium, liegt die Bergakademie in der ewigen Hitliste gar nicht schlecht im Rennen. Es erstaunt daher, dass lediglich das Germanium immer wieder herausgestellt wurde. Es ist natürlich eine Spekulation, aber der Kontakt von Clemens Winkler und Dimitri Mendelejew ließ sich als Vorboten deutsch-sowjetischer Freundschaft viel besser in die Historiographie der DDR einbauen und kann auch noch der heutigen Betonung deutsch-russischer Zusammenarbeit dienen als die eher spröde Entdeckungsgeschichte des ansonsten duktilen Indiums. Die Enthüllung einer Gedenktafel im Foyer des Gellertbaus zu Ehren von Ferdinand Reich im Rahmen des Agricola-Kolloquiums hat diesen Eindruck nunmehr nachhaltig korrigiert.

Nach Eintritt in den Ruhestand am 1. Mai 1866 begann Ferdinand Reich im August 1867 mit der Abfassung einer handschriftlichen Autobiographie, die kürzlich vom wissenschaftlichen Altbestand der Universitätsbibliothek Georg Agricola erworben werden konnte. Es ist geplant, diese Schrift kommentiert herauszugeben, doch Novalis sagt uns: „Zeit ist das unentbehrliche Mittel zur Pflege der Freundschaft“, und, so wäre zu ergänzen, wohl auch zum sorgfältigen wissenschaftlichen Arbeiten. Die Vorträge und Diskussionsbeiträge des Agricola-Kolloquiums sollen in einem Freiburger Forschungsheft erscheinen.

■ Norman Pohl

Zum Prioritätsstreit der Indium-Entdeckung

Bemerkungen im Anschluss an das Agricola-Kolloquium 2007
„Ferdinand Reich und das Indium“

Herbert A. Schneider

In einem Festakt wurde im Rahmen des Agricola-Kolloquiums im Foyer des Gellert-Baus der Bergakademie eine Gedenktafel enthüllt, auf welcher Ferdinand Reich und Hieronymus Theodor Richter als Entdecker des Elements Indium gewürdigt werden.

Dagegen stellte Norman Pohl in seinem Vortrag „Zur Autobiografie Ferdinand Reichs“ fest, dass dieser als alleiniger Entdecker des Elements Indium zu gelten habe. Diese Auffassung ist bereits in der Gedenkschrift zum 200. Geburtstag von Julius L. Weisbach [1] zu finden, dem das Agricola-Kolloquium 2006 gewidmet war, und geht vermutlich auf eine Fußnote von Constantin Täschner in seinem umfangreichen Beitrag über Ferdinand Reich in den „Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins“ aus dem Jahre 1916 [2] zurück. Hier heißt es wörtlich: „Nach einem Briefe des Akademieprofessors Herm. Undeutsch, der sich auf Cotta als Gewährsmann bezieht, war Reich der Entdecker des Indiums“.

Es gab früher offensichtlich schon einmal einen Prioritätsstreit um die Indium-Entdeckung: Nach der Pensionierung Reichs im Jahre 1866 hatte sein Nachfolger im Hüttenlaboratorium, der 25 Jahre jüngere Richter, Irritationen ausgelöst, indem er sich als Alleinentsdecker des Indiums ausgeben ließ [3] und in entsprechenden Publikationen [4] F. Reich auch nicht mehr erwähnte.

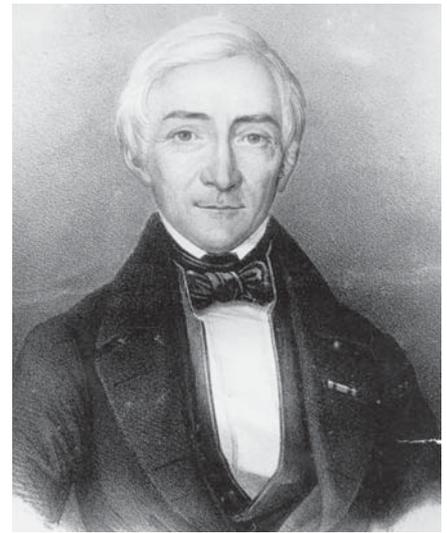
Die Erstpublikation „Vorläufige Notiz über ein neues Metall“ [5] erfolgte dagegen unter beider Namen: „Das erhaltene unreine Chlorzink wurde ... mit dem Spectroskop untersucht. Es zeigte keine Thalliumlinie¹, dagegen eine indigoblaue, bisher unbekannte Linie. Nachdem es gelungen war, den vermutheten Stoff ... als Metall darzustellen, erhielten wir ... im Spectroskop die blaue Linie so glänzend, scharf und ausdauernd, dass wir aus ihr auf ein bisher unbekanntes Metall, das

1 Die Indium-Entdeckung war insofern ein, wenn auch herausragendes Zufallsereignis, als eigentlich nach dem zwei Jahre zuvor spektroskopisch von Crookes entdeckten Thallium gesucht wurde. Stattdessen dominierte das bisher unbekannte Spektrum des Indiums [14].

wir Indium nennen möchten, zu schliessen nicht anstehen.“ Da auch in den beiden folgenden Publikationen [6], in denen neben der Gewinnung und einigen chemischen Eigenschaften ein spezifisches Gewicht und ein Atomgewicht des neuen Elementes angegeben werden, Reich und Richter gemeinsam als Autoren auftreten, sollte man annehmen, dass sich damals beide auch gemeinsam als Entdecker des Indiums sahen. Aber bereits in der Sitzung des Bergmännischen Vereins zu Freiberg am 15. März 1864 [7] schränkte Reich ein, wenn er u. a. ausführte: „Das von Hrn. Prof. Richter durch das Spectroskop entdeckte neue Metall, welches von uns Indium genannt wurde, kommt in geringer Menge in der schwarzen Blende von der Grube Himmelfahrt bei Freiberg vor. ...“.

Nachdem F. Reich im Jahre 1860 die Physikprofessur aufgegeben hatte und im Jahre 1866 im Alter von 67 Jahren in den Ruhestand getreten war, äußerte er sich in seiner handschriftlichen, schwer lesbaren Autobiografie [8] noch einmal unmissverständlich zur Indium-Entdeckung: „Die Entdeckung dieses bisher unbekanntes Metalles durch das Spectroskop gehört ausschließlich Herrn Prof. Richter, und wenn es nach den zitierten Notizen“ – gemeint sind [5] und [6] – „darüber scheinen kann, als mache ich gleichzeitig einen Anspruch daran geltend, so ist das zu berichtigen. Ich habe nur durch die Bitte, einen erhaltenen Niederschlag durch das Spectroskop zu prüfen, zu der Entdeckung Veranlassung gegeben und dann mich mehrfach mit seiner Gewinnung und der Ermittlung seiner Eigenschaften beschäftigt.“

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass der spektroskopische Nachweis des Indiums erst durch den präparativen Beitrag Reichs möglich wurde. Folglich ist Reich untrennbar mit der Indium-Entdeckung verbunden. Daran ändert auch seine Bemerkung im „Verzeichnis der veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten“ [9] nichts, das er anlässlich seiner Aufnahme in die Deutsche Akademie der Naturforscher



Ferdinand Reich (1799–1882)

Leopoldina einreichte und bei der Publikation über das Indium ausdrücklich Richter als dessen Entdecker erwähnte.

Reichs Darstellung der Indium-Entdeckung verbietet es andererseits auch, ihn als alleinigen Entdecker des Indiums hervorzuheben, wie dies Undeutsch in [2] nachgesagt wird. Daher kann auch die Darstellung von A. Lange [10] und C. Schiffner [11] nicht stimmen, wonach Richter seinem Chef und Kollegen Reich eine Lötrohrprobe übergeben und dieser bei der spektroskopischen Untersuchung das neue Element gefunden haben soll.

Nach Schiffner war Reich „das Muster eines Gelehrten, seine Persönlichkeit fast ohne Schatten: Streng gegen sich selbst, mild gegen andere, selbstlos, bescheiden fast bis zum Übermaß, stets getreu seinem Beruf, die Wahrheit als solche zu suchen und anderen mitzuteilen.“

Die drei bekannt gewordenen persönlichen Äußerungen Reichs zur Priorität der Indium-Entdeckung sind daher wohl eher seiner Bescheidenheit und dem weisen Streben zuzuschreiben, jedem Streit und übler Nachrede zu entgehen. Bedenkt man außerdem, dass nach heutigen Wertungen Problemstellung, Lösungsweg und Lösung eines Problems untrennbar miteinander verknüpft sind, scheint es gerechtfertigt, beiden – Ferdinand Reich und Hieronymus Theodor Richter – ganz im Sinne der enthüllten Gedenktafel im Gellert-Bau die Priorität und den wissenschaftlichen Ruhm zuzuerkennen. Wer zuerst den Gedanken hatte, dass es sich bei dem fraglichen Spektrum um ein neues Element handeln könnte, wird angesichts der Sachlage ein ewiges Geheimnis bleiben.

Bemerkenswert ist weiterhin, dass ein sachkundiger Zeitzeuge, der spätere Ent-

decker des Elementes Germanium, Clemens Winkler, in seiner zweiteiligen Publikation „Beiträge zur Kenntnis des Indiums“ [12] ebenfalls davon ausgeht, dass Reich und Richter gemeinsam als Entdecker des Indiums anzusehen seien².

Die vorstehenden Erörterungen beruhen auf Vorträgen zum Ferdinand-Reich-Ehrenkolloquium anlässlich der 150. Wiederkehr der Gründung des selbständigen Lehr- und Wissenschaftsgebietes Physik an der Bergakademie im Jahre 1977 [13] und des Kolloquiums „125 Jahre Indium“, das zu Ehren der Indium-Entdeckung 1988 veranstaltet wurde [14].

Literatur

- 1 Pohl, N.: „Stillstand ist Rückschritt“. Julius L. Weisbach (1806–1871), Gedenkschrift zu seinem 200. Geburtstag. Freiburger Forschungshefte D 222, Freiberg 2006, S. 9
- 2 Täschner, C.: Ferdinand Reich (1799–1882). Ein Beitrag zur Freiburger Gelehrten- und Akademiegeschichte. Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins, Heft 51 (1916), 23
- 3 Anonym: Über Chemikalien auf der diesjährigen Allgemeinen Industrieausstellung zu Paris. Polytechn. Journal 184 (1867), 455
- 4 Richter, Th.: Sur l'indium. Comptes rendus, 64 (1867), 827
- 5 Reich, F. und Th. Richter: Vorläufige Notiz über ein neues Metall. Journ. f. prakt. Chemie, 89 (1863), 441
- 6 Reich, F. und Th. Richter: Ueber das Indium. Journ. f. prakt. Chemie, 90 (1863), 172 und 92 (1864), 480
- 7 Reich, F.: Verhandlungen des Bergmännischen Vereins zu Freiberg, Sitzung vom 15. März 1864. Berg- und Hüttenm. Zeit. (1864), 142
- 8 Reich, F.: Selbstbiographie (1867). Wiss. Altbestand der Bibliothek der Bergakademie, XVII 610, S. 82
- 9 Buchheim, W.: Studien und Dokumente zur Geschichte der Physik an der Bergakademie Freiberg I – Ferdinand Reich, Bergakademie Freiberg 1977, S. 13
- 10 Lange, A.: Die Freiburger Chemie und ihr Verhältnis zur Metallurgie. Bergakademie Freiberg, Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. November 1965, Leipzig 1965, Bd. 1, S. 135
- 11 Schiffler, C.: Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten, Bd. 1 (1935), Ferdinand Reich: Seite 42; H. Theodor Richter: Seite 46
- 12 Winkler, C.: Beiträge zur Kenntnis des Indiums. Journ. f. prakt. Chemie, 94 (1865), 1 und 102 (1867), 273
- 13 Buchheim, W.: Ferdinand Reich – 1827 erster Inhaber des Lehrstuhles für Physik an der Bergakademie Freiberg. Freiburger Forschungshefte D 115, Leipzig 1978, S. 9
- 14 Schneider, H. A.: Zur Entdeckung des Indiums, in: 125 Jahre Indium, Vorträge des Kolloquiums 1988 aus Anlass der 125. Wiederkehr der Entdeckung des Indiums durch die Freiburger Professoren F. Reich und Th. Richter, Bergakademie Freiberg 1988

² Winkler entdeckte 2 weitere Spektrallinien des Indiums und ermittelte die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Indiums und seiner wichtigsten Verbindungen. Er verglich sie mit den Angaben der Entdecker. Indium wird als weißes Metall beschrieben, das in seinem Aussehen dem Platin ähnelt. Es ist äußerst weich und sehr duktil, Dichte und Schmelzpunkt liegen bei den von Richter und Reich angegebenen Werten. Winkler ging gleich diesen davon aus, dass Indium im gelben Indiumoxid zweiwertig als InO vorliegt, so dass sich ein viel zu niedriges „Atomgewicht“ ergab. Erst nachdem mit der Einordnung des Indiums in die III. Hauptgruppe des seit 1869 bekannten Periodensystems der Elemente die Dreiwertigkeit erkannt wurde, ergab sich, von Indiumtrioxid (In₂O₃) ausgehend, annähernd der heute gültige Tabellenwert [14].

Frederick Gleason Corning – zum 150. Geburtstag eines treuen Freundes der Bergakademie

Der 150. Geburtstag und auch der 70. Todestag geben uns Anlass, eines Mannes zu gedenken, der als ausländischer Student an der Bergakademie Freiberg von 1875 bis 1879 noch im Nachhinein 60 Jahre lang seiner Alma Mater die Treue gehalten hat. Er war einer, der den Namen der Bergakademie in alle Welt hinaustrug und so in hohem Maße das Ansehen der Akademie weltweit prägte.

Frederick Gleason Corning wurde am 27. März 1857 in Brooklyn/New York geboren. Von 1873 bis 1875 besuchte er – nach den zu absolvierenden Schuljahren – das Polytechnikum in Stuttgart. Von dort aus ging er nach Freiberg, wo er sich im Oktober 1875 an der Bergakademie einschreiben ließ, um Bergbau und Hüttenwesen zu studieren. 1879 erwarb er dann das Diplom als Bergingenieur.

In der Folge ließ er sich von 1879 bis 1881 in Leadville, Colorado, nieder – damals die bedeutendste Bergbaustadt Nordamerikas. Er hatte vorerst keinen festen Wohnsitz. Ein bis zwei Jahre lang besuchte er beruflich verschiedene andere Bergbaugegenden in Nevada, Idaho, Neumexiko, Kalifornien und Arizona.

Seine Tätigkeit erstreckte sich auch außerhalb der USA. Reisen führten ihn 1884 nach Südamerika, hier nach Peru und Bolivien. In Peru besichtigte er die berühmten reichen Silberminen in den Anden, in Hualgayoc, die von Alexander von Humboldt 1802 besucht und wissenschaftlich beschrieben worden waren. In Kolumbien unternahm er mehrere Reisen, u. a. auch um den Panamakanal zu erforschen, dessen Bau bereits von Alexander von Humboldt gefördert worden war. Gutachter-tätigkeiten führten ihn auch nach Nicaragua, Britisch-Guayana, Kanada, hier nach Ontario, an den Sankt-Lorenz-Strom und zu den Goldfeldern von Neuschottland. Schließlich richtete er ein Büro als Berater der Ingenieur in New York ein und wählte diese Stadt als ständigen Wohnsitz.

Als im Jahre 1921 von der Bergakademie Freiberg ein Aufruf zur Gründung einer „Gesellschaft der Freunde der Bergakademie Freiberg“ in alle Welt erging, war Corning einer der ersten „alten Freiburger“,

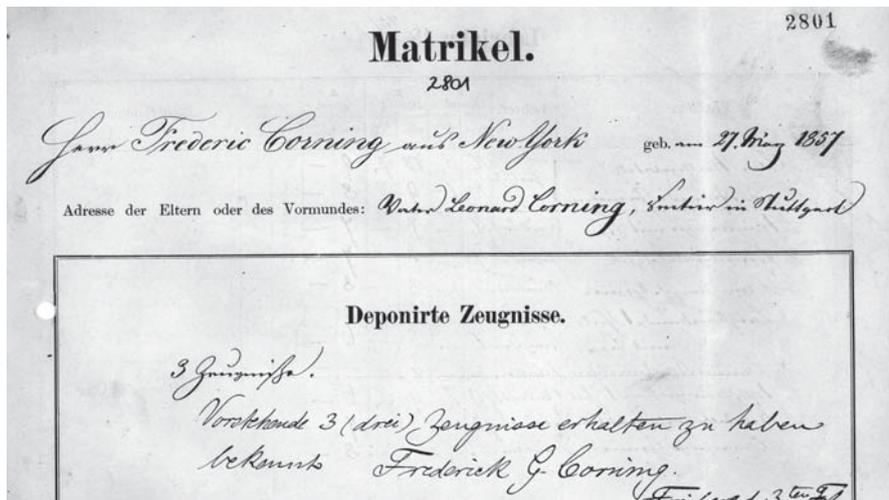
der begeistert diesem Aufruf folgte. Er brachte viele Freunde in diese Gesellschaft ein, organisierte eine Spendenaktion für den studentischen Ausbildungsfonds der Gesellschaft und machte sich selbst mit einer erheblichen Spende zum Förderer der Gesellschaft. In den USA hatte sich schon eine Vereinigung: „The Old Freibergers in America“ gebildet, deren Präsident Corning einige Jahre lang war.

Corning ließ auch alsbald seine Alma Mater in Freiberg wissen, dass sein Heim in New York für alle offen stehe, die in die USA kommen wollten.

So unternahm Prof. Dr. Ing. O. Fritzsche vom Institut für Maschinenkunde im Jahre 1930 eine Studienreise in die USA und wurde von Corning betreut. Fritzsche berichtete über seine Reise in den Blättern der Bergakademie 1938 unter dem Titel: „Meine Erinnerungen an Fred G. Corning“. Unter anderem schrieb Prof. Fritzsche: „Er erzählte bei meiner Ankunft sogleich von den Studienfreunden, die mit ihm den Ruf Freibergs und der Bergakademie in der ganzen Welt verbreitet hatten ... Sein Heim in New York hatte die Atmosphäre Alt-Freibergs.“

Von außerordentlichem Interesse ist auch die umfangreiche handschriftliche USA-Reisebeschreibung des Geologen Prof. Otto Stutzer aus den Jahren 1935 bis 1936. Prof. Stutzer reiste vom 17. Dezember 1935 bis zum 30. April 1936 als Präsident der Gesellschaft „Society of Economic Geologists“ nach New York, um dort am Jahresende die Jahresversammlung zu leiten. Corning nahm ihn als Vertreter der Gesellschaft in seine Obhut und betreute ihn während seines Aufenthalts.

Corning, der seine Augen am 12. Juli 1937 für immer schloss, hatte sich auch schriftstellerisch betätigt. Von 1886 an verfasste er Abhandlungen in vielen Zeitschriften, so in dem „Engineering and Mining Journal“, im „Scientific American Record“ oder im „Financial and Mining Record“. Im Jahre 1889 gab er schließlich dazu ein Buch mit dem Titel „Papers from the Notes of an Engineer“ heraus. Doch das schönste schriftstellerische Zeugnis ist sein Buch über seine Freiburger Stu-



Auszug aus dem Matrikelbogen mit eigenhändiger Unterschrift Cornings

dienzeit: „A Student Reverie – An Album of Saxony Days“ (frei übersetzt: Schwärmerische Gedanken eines Studenten – ein Album der Erinnerungen an die Zeit in Sachsen). Es wurde 1920 in New York herausgegeben und umfasst 96 Seiten mit 44 Abbildungen. Corning gibt in diesem Buch ein umfassendes Bild der damaligen Zeit in den vier Abschnitten: Freiberg – the City, Freiberg – the Mines, Freiberg – the Royal Mining Academy und Freiberg – the Freiberg life. Seine Ausführungen im Buch gipfeln im Bericht über die „Königliche Bergakademie“. So schreibt er u. a.: „den Hauptgrund für die Einrichtung der berühmten Bergakademie 1765 sehe ich vor allem in den Erfahrungen beim Bergbau in der Freiburger Region“. Die Akademie bezeichnete er als die älteste technische Hochschule der ganzen Welt: „the oldest technical High College in the world“, als Ausgangspunkt aller Bergbauschulen der Welt. Corning führt Wissenschaftler an, die Weltruhm erlangten, wie Abraham Gottlob Werner, Johann Friedrich August Breithaupt, Julius Ludwig Weisbach und natürlich Clemens Winkler. Corning hebt auch die Akademie als führend in der Welt in der Ausbildung hervor, mit einem Standard, den noch nicht einmal die USA erreicht hatten. An einer Stelle spricht er gar von einer „completeness in education“ (frei: Vollendetheit in der Ausbildung). Auch rühmt Corning die Praktika untertage und stellt heraus, dass durch diese die Ausbildung an der Akademie ihre „höchste Stufe“ und einen würdigen Abschluss fand.

Auffallend ist auch Cornings Denkweise über die Bedeutung der Sprachen bei der studentischen Ausbildung. Um in der weiten Praxis bestehen zu können, sollte der spätere Bergbauingenieur und

Manager unbedingt zwei Fremdsprachen erlernt haben, vorzugsweise Französisch und Spanisch, wie Corning damals meinte. Der Vorteil für Freiberg wäre, dass man dort „die sehr nützliche Gelegenheit“ hat, ein oder zwei Fremdsprachen zu erlernen, nicht nur um wissenschaftlich epochemachende Literatur lesen zu können, sondern auch um Erfahrungen mit verschiedenen Nationalitäten auszutauschen und Standpunkte zu diskutieren.

Über die Universalität der damaligen Professoren auch aus sprachlicher Sicht führt Corning Folgendes aus: „Die Professoren Alfred Wilhelm Stelzner, Theodor Richter, Albin Weisbach und Clemens Winkler beherrschten mehrere Sprachen“. Stelzner zum Beispiel sprach neben seiner Muttersprache noch Englisch, Französisch, Spanisch und Portugiesisch. Corning behauptete gar, dass viele Professoren ihrer Zeit weit voraus waren. Von Prof. Stelzner berichtet er emphatisch, dass dieser auch einige Zeit Professor für Geologie und Mineralogie an der Universität zu Córdoba in Argentinien war, danach im Dienste der argentinischen Regierung dreieinhalb Jahre lang geologische Untersuchungen des Landes vornahm, bevor er schließlich nach Freiberg zurückkehrte.

Fred Cornings weltweit hervorragende Aktivitäten fanden Ausdruck in hohen Ehrungen und Auszeichnungen. Im November 1910 erhielt er von der Universität Pittsburgh die Würde eines Ehrendoktors LL.D. (Doctor of Laws). Im September 1928 wurde ihm von der deutschen Regierung in Berlin das Ehrenzeichen des Roten Kreuzes verliehen „in dankbarer Anerkennung der ausgezeichneten Dienste, die Sie in Zeiten der Not dem wissenschaftlichen und akademischen Leben in Deutschland erwiesen haben“.



Im Februar 1929 wurde er Ehrenmitglied des „American Institute of Mining and Metallurgical Engineers“.

Im November 1932 wählte man ihn zum Mitglied des Senats der „School of Mines“ der Columbia University in New York. Da er mit ganz besonderer Liebe und Treue an seiner alten Alma Mater hing, erhielt er auch von ihr zwei hohe Auszeichnungen: Am 1. Juli 1922 ernannte ihn die Bergakademie für seine Verdienste um die Gesellschaft der Freunde der Bergakademie und als Dank für das hervorragende Buch „A Student Reverie“ zu ihrem Ehrenbürger, eine Würde, die später in die eines Ehrensensors umgewandelt wurde, und am 16. März 1937 – kurz vor seinem 80. Geburtstag – erhielt er von der Bergakademie die Würde eines Dr.-Ing. Ehrenhalber in Anerkennung seiner Pionierarbeit im amerikanischen Bergbau und Metallhüttenwesen und seiner Verdienste um die Förderung der deutschen Wissenschaft. In Cornings Dankschreiben an den Rektor heißt es unter anderem: „Die große Ehre, die mir Ihre berühmte Akademie anlässlich meines achtzigsten Geburtstages am siebenundzwanzigsten März hat zuteil werden lassen, ließ in mir unbeschreibliche Freude aufkommen ... das liebe Freiberg in Vergangenheit und Gegenwart brachte viel Glück in mein Leben ...“

Cornings Ansinnen war es stets, den Ruf der Akademie in alle Welt zu tragen und hochzuhalten. Für uns gilt es, die alte Tradition der Freundschaft, des guten Zusammenlebens und der Kooperation mit dem Ausland in bewährter Weise fortzusetzen.

■ Ernst Menzel

Quellenangaben sind im Internet zu finden unter:
<http://www.tu-freiberg.de/~vff/>

Carl Emanuel Löscher, der Erfinder der „Mammutpumpe“ vor über 200 Jahren

Carl Emanuel Löscher wurde am 27. Juli 1750 zu Wiederau bei Mittweida geboren und studierte ab 1775 an der Bergakademie Freiberg. Nach beendetem Studium arbeitete er bei Professor und Akademieinspektor Abraham Gottlieb Werner als Mitarbeiter. In den Jahren 1785 bis 1793 stand er in Diensten des Grafen Thun in Klösterle an der Eger als Bergmeister und Leiter des grundherrlichen Bergbaus, kehrte anschließend nach Freiberg zurück. Er war Besitzer der Apotheke zum „Schwarzen Elefanten“ auf dem Obermarkt in Freiberg.

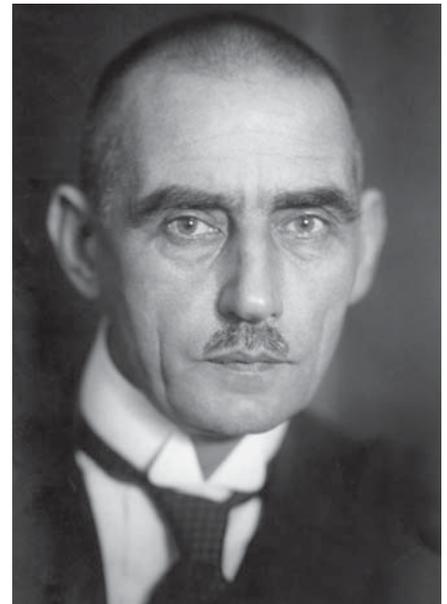
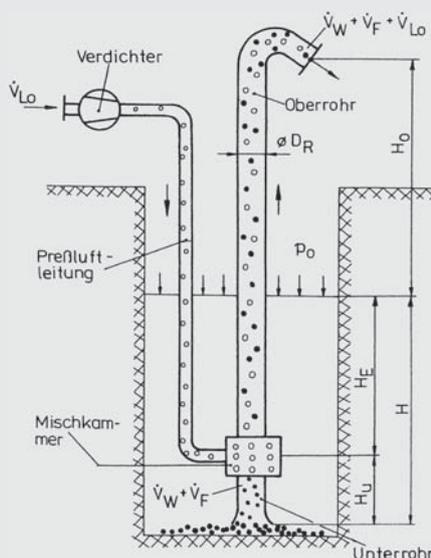
Am 21. März 1813 starb C. E. Löscher an Typhus. Löscher hat mehrere Bücher geschrieben, in denen er seine bergmännischen Erfahrungen niedergelegt und eigene Erfindungen mitgeteilt hat. Am bemerkenswertesten ist die Erfindung eines „Aerostatischen Kunstgezeuges“ im Jahre 1797, in dem er Versuche zu einer ganz neuen Art der Wasserhebung beschreibt. Er nahm eine 283 mm lange und oben und unten 12 mm weite Röhre, steckte sie in ein mit Wasser gefülltes Gefäß und blies in diese von unten her durch eine nur 6 mm weite Röhre Luft ein. Dabei stellte er fest, dass die in der ersten vertikalen Röhre aufsteigenden Luftblasen eine große Menge Wasser förderten und nach oben ausgossen.

Auf diesen Gedanken wurde er durch eine Beobachtung gebracht, welche er in den engen Schächten des damaligen Erzbergbaues gemacht und in seinen Schriften, die historisch bergmännischen Charakter trugen, bereits 1786 erwähnt hatte.

Die beschriebene Vorrichtung ist die später als „Mammutpumpe“ bekannte Wasserhebungsmaschine und Löscher ist ihr Erfinder. Allerdings konnte er mit ihr noch keine großen Förderhöhen überwinden, da er nur mit seiner „Lungenkraft“, mit dem Mund geblasen, arbeitete und ihm keine Maschinen zur Erzeugung höheren Druckes zur Verfügung standen. Es hat noch längere Zeit gedauert, bis seine geniale Idee in brauchbarem Maße in die Praxis umgesetzt werden konnte. In den Anfängen des 19. Jahrhunderts geschah dies in Amerika, wo man übrigens die Priorität Löschers anerkannt hat. In der Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte der Einsatz des Lufthebverfahrens in den Ölfeldern Pennsylvaniens. Auf der Weltausstellung in Chicago 1892 hat eine derartige Maschine großes Aufsehen erregt. Außer zum Heben von Flüssigkeiten hatte das Prinzip große Bedeutung für das kräftige Durchrühren großer Trübe massen erlangt. Weiterhin hat es die Cyanidlaugerei von Gold- und Silbererz in den Pachuca-Tanks überhaupt erst ermöglicht.

Löscher war ein hochbegabter, fleißiger und erfahrener Experimentator. Die von ihm angestellten Versuche zeichneten sich durch Klarheit und Zielbewusstheit aus. Er strebte immer einen optimalen Wirkungsgrad der untersuchten Vorrichtungen an. Seine Erfindungen zeugen im Rahmen der damaligen Zeit von seltener Selbständigkeit des Denkens und Handelns und von genialer Schaffenskraft.

■ Gerd Grabow



Zum Gedenken an den 130. Geburtstag Otto Emil Fritzsches

Prof. Dr.-Ing. Otto Emil Fritzsche war einer der bedeutenden Hochschullehrer der Bergakademie Freiberg im letzten Jahrhundert. In einer für seine Zeit vorbildlichen Weise hat er die schwierige Aufgabe, das gesamte große Gebiet der Maschinenkunde an der Bergakademie in einer neuen Form übersichtlich unter Würdigung der besonderen Bedingungen des Bergbaus und Hüttenwesens zu lehren, hervorragend gelöst. Seine Lehrveranstaltungen reichten von den Vorlesungen über Technische Wärmelehre, über Maschinenelemente sowie über die Behandlung der Kraft- und Arbeitsmaschinen bis zu den praktischen Gebieten des Maschinenzeichnens und der Maschinenuntersuchungen.

Otto Fritzsche wurde am 5. Mai 1877 in Berlin geboren. Nach der vierklassigen Grundschule besuchte er neun Jahre das Realgymnasium der Stadt Essen, das er im Jahre 1896 mit dem Reifezeugnis abschloss. Er hatte sich entschlossen, Maschineningenieur zu werden. Das hierfür erforderliche Vorpraktikum absolvierte er in den Werkstätten der Firma Krupp. Wie ernst er es mit seiner praktischen Ausbildung nahm, ist daraus zu erkennen, dass er seine Praktikantentätigkeit über die normale Zeit noch um ein halbes Jahr verlängerte. Erst zweieinhalb Jahre nach dem Abitur kam er 1898 zum Studium nach Dresden an die Technische Hochschule. Die Zeit seines Studiums in Dresden so-

wie auch die anschließende Assistentenzeit bis 1906 war mit ernster, eifriger Arbeit, aber auch frischer Lebensfreude erfüllt. Von seinen Lehrern zog ihn am meisten Richard Mollier an, der Nachfolger Zeuners, dessen anschaulicher und formvollendeter Vortrag ganz den Anlagen und dem Ideal Fritzsches entsprach. Am 21. Dezember 1906 schloss Fritzsche sein Promotionsverfahren zum Dr.-Ing. an der TH Dresden mit Auszeichnung ab und beendete gleichzeitig seine Assistententätigkeit. Im April 1906 trat er in die Dienste der Firma Krupp. Nach mehrjähriger erfolgreicher praktischer Tätigkeit wurde Otto Fritzsche am 1.10.1910 mit 33 Jahren als ordentlicher Professor für Mechanik und Maschinenkunde an die Bergakademie Freiberg berufen. Vom Wintersemester 1920 bis zum Sommersemester 1922 war Fritzsche Rektor magnificus der Bergakademie Freiberg. Sein Amtsantritt stand auch deshalb unter einem guten Stern, weil bei der Rektoratsübergabe am 30. Oktober 1920 vom Vertreter der sächsischen Landesregierung die Urkunde zur Verleihung des selbständigen Promotionsrech-

tes übergeben wurde. Otto Fritzsche hat sehr viel zur Entstehung und Zusammenarbeit mit Organisationen und Interessenverbänden der Industrie beigetragen. In die Rektoratszeit Fritzsches fällt auch die Gründung der „Gesellschaft der Freunde der Bergakademie Freiberg“.

Fritzsche war der geborene Lehrer, der nicht nur die Fähigkeit besaß, die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge maschinentechnischer Konstruktionen sowie ihre Betriebseigenschaften klar zu erkennen, sondern dazu auch noch die Gabe, sie in einer außerordentlich lebendigen und einprägsamen Darstellung in Wort und Bild vorzutragen. Die geschichtliche Entwicklung der Bergakademie, die Entwicklung des Maschinenbaus sowie besonders die maschinentechnische Entwicklung des Bergbaus und Hüttenwesens in Sachsen boten ihm reichhaltiges Material für seine historischen Studien und wissenschaftlichen Arbeiten.

Das größte Verdienst Fritzsches auf dem Gebiet der Historie ist sein Bemühen, Zeugen und Marksteine der maschinentechnischen Entwicklung als solche zu erhal-

ten. Die Sammlung geschichtlich wertvoller Maschinen wurde auf der Grube „Alte Elisabeth“ aufgestellt und umfasst eine betriebsfähige Balancier-Dampfmaschine, eine sogenannte Wassersäulenmaschine, ein Kastengebläse sowie ein großes stehendes 3-kurbeliges Zylindergebläse, das sogenannte „Schwarzenberg-Gebläse“.

Otto Fritzsches technischgeschichtliches Lebenswerk war progressiv. Die von ihm geretteten historischen Maschinen bilden bis zur Gegenwart wichtige Positionen in Konzeption und System der technischen Denkmale. Zukunftsweisend war auch seine Grundhaltung, die technischen Denkmale nicht um ihrer selbst willen zu erhalten, sondern sie zur Formung eines Traditionsbewusstseins zu nutzen. In seinem letzten Lebensjahrzehnt befasste er sich als Emeritus stärker mit biographischen Arbeiten zur Technikgeschichte, allerdings stets mit dem Anliegen, die Ingenieurleistung der betreffenden Wissenschaftler zu analysieren. Am 2. Oktober 1962 schloss Prof. Dr. Otto Fritzsche im Alter von 85 Jahren seine Augen für immer.

■ Gerd Grabow

Zum Gedenken an den 100. Geburtstag von Werner Beck

Im Herbst 1954 erfolgte die Berufung von Dr.-Ing. Werner Beck zum Dozenten für Strömungsmechanik an die damalige Fakultät für Hüttenwesen der Bergakademie Freiberg. Anfang 1958 wurde er zum Professor mit vollem Lehrauftrag berufen. Neben der Ausbildung der Studierenden im Fach Technische Strömungsmechanik übernahm Prof. Beck auch die Vorlesungen über Maschinenkunde für die Fachrichtungen der Fakultät Hüttenwesen und die Lehrveranstaltungen Turboarbeits- und Kraftmaschinen für die Fachrichtung Bergbaumaschinen. Seine Bestrebungen waren stets darauf gerichtet, den Studierenden sowohl Kenntnisse und Erfahrungen zum praktischen Einsatz der verschiedenen Fluidenergiemaschinen zu vermitteln als auch sie in die konstruktive Gestaltung von Strömungsmaschinen einzuführen, ihnen das Rüstzeug zu geben, um mit der Sprache des Technikers, des Konstrukteurs das Verständnis für die vielschichtigen Probleme des Maschinenbaus, ausgerichtet auf die speziellen Belange der mon-



tanistischen Industrie, zu wecken. Er hat es verstanden, das Ausbildungsniveau für die von ihm zu vertretenden Fachgebiete so zu gestalten, dass der Studierende mit dem erworbenen Grundwissen stets in der Lage war, den im späteren praktischen Einsatz gestellten Forderungen bezüglich der Lösung bestimmter Aufgaben voll zu entsprechen, d.h. er fand immer ein gesundes Mittelmaß zwischen dem notwendigen theoretischen Erkenntnisstand für die verschiedenen Fachdisziplinen und den praktischen Erfordernissen

bei der Umsetzung dieser gewonnenen Erkenntnisse für den zukünftigen Einsatz der Absolventen in der Industrie.

Schon frühzeitig erkannte Prof. Beck die Bedeutung der Hydraulik und Pneumatik für die an der Bergakademie auszubildenden Diplomingenieure. In mehr als 20 Jahren seiner Hochschullehrertätigkeit hatte er einen maßgeblichen Anteil an der maschinentechnischen Ausbildung von über 1.500 Studenten. Er hat in dieser Zeit 25 Dissertationen und Habilitationen betreut bzw. hierfür eine Gutachtertätigkeit ausgeübt.

Der Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeiten lag auf dem Gebiet des hydraulischen und pneumatischen Feststofftransportes in horizontalen und vertikalen Rohrleitungssystemen für die unterschiedlichsten Fördergutarten. Wesentliche Teile seiner Vorlesungen hat er als Lehrbriefe und auch als Lehrbuch veröffentlicht. In über 20 wissenschaftlichen Arbeiten und über 100 Berichten zur Strömungsmechanik hat er seine Ergebnisse in Fachzeitschriften publiziert.

Als engagierter Hochschullehrer hat sich Prof. Beck auch nach seiner Emeritierung im Rahmen der Traditionspflege an der Bergakademie in verschiedenen Fachgremien, in denen Fragen der historischen Entwicklung des Montanwesens, vor al-

lem auf dem Gebiete des Maschinenbaus behandelt wurden, tatkräftig eingesetzt. Bereits im Jahre 1956, anlässlich des 150. Geburtstags von Julius Ludwig Weisbach, war er maßgebend an Vorbereitung und Durchführung des Ehrenkolloquiums beteiligt. Von ihm wurde ein Freiburger Forschungsheft (Festschrift) gestaltet, welches das Wirken von Weisbach als Wissenschaftler und Lehrer an der Bergakademie Freiberg zum Inhalt hat. Für Beck war es

ständiges Bedürfnis, Beiträge zur Traditionspflege zu leisten.

Bis zu seinem Tode nahm er regen Anteil am wissenschaftlichen Leben der Bergakademie und führte fakultative Lehrveranstaltungen für Studierende des Fachbereichs Maschinenbau und Energietechnik durch.

Seine Aktivitäten und Bemühungen, einen Beitrag zur Lösung der vielseitigen Aufgaben auf dem Gebiete der Bildung

und Forschung an der Bergakademie zu leisten, sollen an dieser Stelle besonders hervorgehoben werden und verdienen Respekt. Freunde, Kollegen, Mitarbeiter und Studenten haben Prof. Beck als engagierten Maschinenbauer und integren Menschen schätzen gelernt. Alle die ihn kannten und mit ihm zusammengearbeitet haben, werden seiner stets mit Hochachtung gedenken.

■ Gerd Grabow

Matrikel-Nr. 3440: Friedrich Emil Heyn

Am 5. Dezember 1921 wurde in Neubabelsberg das Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung¹ seiner Bestimmung übergeben, die sein geistiger Vater und erster Direktor Emil Heyn anlässlich dieses Ereignisses mit folgenden Worten benannte: „Man muss die Vorgänge und Erscheinungen bei der Herstellung und Verarbeitung der Metalle und Legierungen unter Berücksichtigung ihrer bestmöglichen Verwendung in der Technik wissenschaftlich untersuchen.“

Ersetzt man in dieser Formulierung „Metalle und Legierungen“ einfach durch „Werkstoffe“, so ist das bis zum heutigen Tag und sicher auch zukünftig eine sehr treffende Beschreibung dessen, was ein Werkstoffingenieur zu leisten hat. Nur wenig später, am 1. März 1922 verstarb Emil Heyn, knapp fünfundfünfzigjährig und damit viel zu früh. Die Fachwelt, und nicht nur die deutsche, hatte damit eine für die Entwicklung der Metallographie bzw. der Metallkunde äußerst bedeutsame Wissenschaftlerpersönlichkeit verloren, deren Wirken tiefe Spuren bis in die heutige Zeit hinterlassen hat.

Mindestens einmal im Jahr bietet der Name Heyn Gesprächsstoff in den Kreisen der Fachleute, nämlich dann, wenn die Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM) ihre höchste und international sehr geachtete Auszeichnung, die Heyn-Denkmedaille an einen herausragenden Materialwissenschaftler verleiht, doch wenige wissen, dass damit gleichzeitig eines Mannes gedacht wird, dessen Wurzeln in Freiberg zu suchen sind.

Friedrich Emil Heyn wurde am 8. Juli 1867 als Sohn des Bergmannsschneiders Wilhelm Emil Heyn in Annaberg geboren. Bereits 1872 übersiedelte die Familie Heyn nach Freiberg, so dass der Sohn seine Schulbildung in Freiberg erhielt (Knabebürgerschule 1874–1881 und Städtisches Realgymnasium 1881–1886). Sicher angeregt durch seine kurzzeitigen praktischen Tätigkeiten in Hüttenwerken der Region nahm Emil Heyn am 4. Mai 1886 ein Studium der Eisenhüttenkunde an der Bergakademie auf (Matrikel-Nr. 3440). Diese Wahl wird auch verständlich, wenn man bedenkt, dass sich in dieser Zeit die deutsche wie auch die europäische Stahlindustrie in einer stürmischen Entwicklungsphase befand und zudem der entsprechende Ordinarius an der Bergakademie, Carl Friedrich Adolf Ledebur, einen ausgezeichneten Ruf als Lehrer und Forscher nicht nur in Deutschland genoss.

Dem Studenten Heyn werden Begabung, Ernsthaftigkeit und Fleiß bescheinigt, seine Prüfungen bestand er mit ausgezeichneten Prädikaten und im Dezember 1890 schloss der Dreiundzwanzigjährige sein Studium sehr erfolgreich als Eisenhütteningenieur ab. Interessant erscheint auch, dass er im Frühjahr 1890 in Zschopau beim Preis-Stenographieren des Königlichen Stenographischen Institutes den ersten Preis (80–100 Worte pro Minute!) gewann. Bereits in seiner Freiburger Studienzeit begann er, sich für das neue technische Fachgebiet der Metallographie zu interessieren, dessen Entwicklung in Deutschland durch die Arbeiten von Adolf Martens stark gefördert wurde. Man sagt, dass damals dieses Interesse Heyns nicht unbedingt von Ledebur geteilt wurde.

Seine fast 18 Jahre währende Freiburger Zeit endete damit, dass er im Januar 1891 eine Tätigkeit als Ingenieur bzw. Laborant in den Chemischen Laboratorien der Gussstahlwerke der Krupp-AG in Essen aufnahm. Hier begannen wohl seine ersten metallographischen Arbeiten. Nach

zwei Jahren, im November 1892 wechselte er zum Bergwerks- und Hüttenverein in Hörde/Westfalen, zunächst als Chemiker und ab Herbst 1893 bis Ende 1894 als Ingenieur und Konstrukteur für den Aufbau zweier Hochofenanlagen.

Im November 1894 folgte Heyn einem Ruf an die Königliche Oberrealschule in Gleiwitz, um dort bis März 1896 die Fächer Chemie, Physik, Kristallographie und Hüttenkunde zu unterrichten. Diese Zeit war sicher gut geeignet, seine didaktischen Fähigkeiten zu vervollkommen, Möglichkeiten für Forschungsarbeiten waren jedoch zu seinem Leidwesen kaum gegeben. Das änderte sich auch nicht grundsätzlich, als er an die neue Königliche Oberschlesische Maschinenbau- und Hüttenkunde am gleichen Orte wechselte, an der er bis März 1898 die bereits genannten Fächer vertrat. Verständlich also, dass Heyn, vermittelt durch seinen akademischen Lehrer Ledebur, eine Assistentenstelle bei Adolf Martens, dem Leiter der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt der Königlichen Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg antrat. Der 17 Jahre ältere Martens hatte sich große Verdienste um die Entwicklung der Materialprüfung, insbesondere aber der Metallographie auf der Grundlage lichtmikroskopischer Untersuchungen erworben, wobei die Untersuchung von Stählen im Mittelpunkt seiner Arbeiten stand. Als Leiter der Abteilung Metallographie widmete sich Emil Heyn nicht nur der methodischen Weiterentwicklung der noch in den Anfängen steckenden Metallographie (Präparation und Mikroskopiertechnik), sondern auch einer verallgemeinernden Bewertung der mit dieser neuen Methode erzielbaren Resultate. Das zeigt sich schon in seiner ersten Berliner Veröffentlichung mit dem Titel „Mikroskopische Untersuchungen an tiefgeätzten Eisenschliffen“, in der auch das von ihm entwickelte und heute noch gebräuchliche Ätzverfahren zur Detektion von Phosphorseigerungen beschrieben

¹ Dieses Institut musste Anfang der dreißiger Jahre aus finanziellen Gründen schließen, wurde aber 1934 in Stuttgart abermals gegründet und präsentiert sich heute als Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart-Büsnau.



ist (Heynsches Ätzmittel). 1903 erschien im Verlag Craz & Gerlach in Freiberg sein Buch „Die Metallographie im Dienste der Hüttenkunde“, mit dem es Heyn gelang, das Potenzial der Metallographie für technologische Entwicklungen im Bereich der metallischen Werkstoffe aufzuzeigen und damit diese als wichtige betriebliche Untersuchungsmethode zu etablieren. Die Heynschen Arbeiten begründeten nicht nur den Siegeszug der Metallographie an Technischen Hochschulen² und in der Industrie zu Beginn des 20. Jahrhunderts, sondern erweiterten diese in ihrem Inhalt und ihrer Zielstellung so beträchtlich, dass man sie nicht mehr nur als eine wissenschaftliche Methode, sondern vielmehr als eine technische Wissenschaftsdisziplin verstand. Die Metallographie mauserte sich insbesondere dank des erfolgreichen Wirkens von Heyn zur Metallkunde.

Emil Heyn machte rasch Karriere: Unter Martens Sonderbeauftragter für den Bau des Königlichen Materialprüfamt in Groß-Lichterfelde West (heute Bundesanstalt für Materialprüfung, BAM) und nach dessen Fertigstellung ab 1904 Direktor der Chemisch-Physikalischen Abteilungen und der Metallographie, 1900 Habilitation und 1901/02 Berufung zum Professor für „Allgemeine mechanische Technologie“ an der TH Berlin-Charlottenburg. Diese Doppelfunktion, Hochschullehrer an der TH und Direktor am Materialprüfamt, verschaffte ihm ein sehr breites Betätigungsfeld, forderte von ihm aber auch eine außergewöhnliche Arbeitsleistung.

² Beispielsweise erweiterte Prof. Robert Willy Heike das Metallographische Laboratorium der Bergakademie 1916 zum Institut für Metallographie.

Sein Maßstäbe setzender Arbeitsstil ist dadurch gekennzeichnet, dass er ausgehend von praktischen Fragestellungen die Probleme so scharfsinnig und tiefgründig bearbeitete, dass neben einer praktisch verwertbaren Lösung auch immer ein verallgemeinernder Erkenntnisgewinn erreicht wurde. Die von ihm bearbeiteten Themen waren vielfältig: Gefügebildungen in Stählen, Eigenspannungen in Werkstücken nach Wärmebehandlungen, Einfluss von Verformungen und anschließenden Wärmebehandlungen auf das Gefüge und die Eigenschaften, Härten und Anlassen von Stählen, Korrosions- und Löslichkeitsverhalten von Eisen und Stählen, Kupfer- und Aluminiumlegierungen, Lagermetalle, Wärmeleitfähigkeit von Feuerfestmaterialien, Wirkung von Kerben auf mechanische Eigenschaften, technische Schadensfälle. Besonders verdienstvoll sind seine Arbeiten zum Verständnis des stabilen und metastabilen Systems Eisen-Kohlenstoff, d. h. zur Aufklärung des Doppeldiagramms Eisen-Graphit und Eisen-Zementit.

1909 erscheint in erster Auflage und in Zusammenarbeit mit Oswald Bauer (Freiberger Absolvent der Eisenhüttenkunde 1901, Matrikel-Nr. 4090) im Rahmen der Sammlung Göschen der weitverbreitete Klassiker „Metallographie – Kurze gemeinfassliche Darstellung der Lehre von den Metallen und Legierungen unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie“ in zwei Bänden. Wohl von noch größerer Bedeutung dürfte der 1912 beim Springer-Verlag Berlin verlegte zweite Band des von Adolf Martens begründeten „Handbuches der Materialkunde für den Maschinenbau“ mit dem Titel „Die technisch wichtigsten Eigenschaften der Metalle und Legierungen“ sein. Beide Werke wurden wegen ihrer Bedeutung auch nach dem Tode Heyns von seinen Kollegen O. Bauer bzw. E. Wetzel noch lange Zeit weitergeführt.

Emil Heyn hat sich neben seinen rein wissenschaftlichen auch bemerkenswerte organisatorische Verdienste erworben: Er zählt zu den Gründern der „Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute“, eine wissenschaftlich-technische Vereinigung, die noch heute äußerst aktiv ist. Im Rahmen dieser Gesellschaft formierte er einen Fachausschuss Metallverarbeitung, der zur Keimzelle für eine weitere Gesellschaft wurde: Am 27. November 1919 wurde besonders auf Initiative von Emil Heyn die „Deutsche Gesellschaft für Metallkunde“ gegründet, zu deren erstem Vorsitzenden er gewählt wurde. Bemerkenswert

soll in diesem Zusammenhang, dass auch der damalige Freiburger Professor für Metallographie Robert Willy Heike zu den vier Hochschulvertretern bei der Gründungsversammlung dieser Gesellschaft zählt. Heute firmiert diese Gesellschaft als „Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM)“, und sie ist die bedeutendste wissenschaftlich-technische Gesellschaft für das breite Gebiet der Materialwissenschaften im deutschsprachigen Raum. Den Höhepunkt seiner beruflichen Tätigkeit stellte aber die eingangs bereits erwähnte Berufung zum Direktor des zu gründenden Kaiser-Wilhelm-Institutes für Metallforschung in Neu-Babelsberg dar. Es war ihm jedoch nur kurze Zeit vergönnt, dieses nach seiner Einrichtung auch tatkräftig zu leiten. Eine zu spät erkannte Gesichtsröte führte am 1. März 1922 zu seinem Tode.

Carl Schiffner schreibt in seinem Buch „Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten“ in Band 1 über Emil Heyn: „Dieser (Heyn) war einer jener seltenen Forscher, die voll neuer und origineller Ideen neben tiefgründigem theoretischem Wissen und großer Gelehrsamkeit außerordentlich praktische Kenntnisse mit Sinn für die Bedürfnisse der Industrie besitzen und dadurch berufen sind, auf jedem Gebiet, mit dem sie sich befassen, bahnbrechend zu wirken.“ Die Bergakademie Freiberg bereitete ihn offensichtlich erfolgreich auf jenes Gebiet vor, in dem Emil Heyn tatsächlich bahnbrechend wirkte, nämlich auf dem Gebiet der Materialwissenschaft im heutigen Sinne.

Erwähnt werden muss noch, dass Emil Heyn auf der Brüsseler Weltausstellung 1910 den „Großen Preis“ in der Sektion „Metallographie“ zuerkannt bekam. 1921 verlieh ihm die Bergakademie Clausthal-Zellerfeld die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber. Seit 1929 vergibt die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde die hochgeschätzte „Emil-Heyn-Denkmedaille“ an herausragende Wissenschaftler des Fachgebiets. Ihr erster Preisträger war der Göttinger Physico-Chemiker Gustav Tamman, dem zusammen mit Emil Heyn das Verdienst zuzuschreiben ist, das Fachgebiet der Metallkunde im deutschen Sprachraum in seiner Entstehungsphase entscheidend geprägt zu haben.

Die Stadt Annaberg gedachte auf Initiative von Dr. Wolfgang Piersig am 6. und 7. Juli dieses Jahres in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde mit einem Festkolloquium des 140. Geburtstages von Friedrich Emil Heyn.

■ Heinrich Oettel

Gustav Anton Zeuner – Lehrer, Forscher, Organisator

Zum 100. Todestag des hervorragenden deutschen Wissenschaftlers der Mechanik und Maschinenkunde

Am 17. Oktober 2007 jährt sich zum 100. Mal der Todestag von Gustav Anton Zeuner, eines der hervorragendsten deutschen Wissenschaftler auf dem Gebiet Mechanik und Maschinenkunde.

Zeuner wurde am 30. November 1828 in Chemnitz geboren. Er erhielt an der dortigen Gewerbeschule seine mathematisch-naturwissenschaftliche Grundausbildung. An der Bergakademie Freiberg studierte er von 1848 bis 1851 und war hier ein Schüler Weisbachs. 1853 promovierte Zeuner an der Universität Leipzig über eine physikalische Abhandlung zu Foucaultschen Pendelversuchen. Er übernahm 1855 eine Professur für Technische Mechanik und Theoretische Maschinenlehre an dem neugegründeten Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. 1871 folgte er einer Berufung an die Bergakademie Freiberg und übernahm den Lehrstuhl seines am 24. Februar verstorbenen Lehrers Julius Ludwig Weisbach. Im Mai 1873 wurde ihm die Leitung des Lehrstuhls für Mechanik und Theoretische Maschinenlehre am Polytechnikum in Dresden übertragen. Zeuner starb in Dresden am 17. Oktober 1907 im Alter von 78 Jahren.

Zeuners Leben zeichnete sich durch drei markante Merkmale aus, die eines hervorragenden Hochschullehrers, eines im In- und Ausland anerkannten Wissenschaftlers und eines befähigten Organistors. Seine pädagogisch-erzieherischen Leistungen sind dadurch charakterisiert, dass er mit unübertrefflicher Klarheit und Anschaulichkeit wissenschaftlich-technische Probleme allseitig entwickelte und in knapper und eleganter Form mathematisch einkleidete, wobei er durch die Lebhaftigkeit und Beweglichkeit seines Wesens die Studenten in seinen Vorlesungen begeisterte. Er bediente sich in seinen Vorträgen einer einfachen und klaren Sprache. Seine mathematischen Ableitungen waren kurz und stellten keine hohen Ansprüche an die Vorkenntnisse der Hörer.

Bei der Vermittlung des Wissens ging er stets von den in der Praxis bestätigten Ergebnissen aus und gewann damit hohe Anerkennung und gleichzeitig ein großes Vertrauen bei seinen kritischen Studenten. Die von Zeuner eingenommene Grundposition zur Anwendung effektiver Lehrmethoden und damit zur Wahrung einer praxisnahen Wissenschaftsvermitt-

lung haben bis in die Gegenwart volle Gültigkeit. Er bot eine ausgewogene wissenschaftlich fundierte und überzeugend dargelegte Vorlesung, hinter der er mit der Autorität seiner Persönlichkeit stand und mit deren Inhalt er sich identifizierte.

Sein größtes Verdienst und seinen bedeutendsten Erfolg stellen seine wissenschaftlichen Schriften dar. Sie haben Zeuners Namen in der gesamten Fachwelt des In- und Auslandes zu hohem Ansehen gebracht. Die ersten Arbeiten Zeuners lagen auf dem Gebiet der Hydraulik. Er schrieb in den Jahren 1854 bis 1858 Abhandlungen über Turbinen, Wasserräder und den Wasserausfluss.

Mit den Schieber- und Kulissensteuerungen begann sich Zeuner 1856 zu beschäftigen. 1858 erschien sein Buch über die „Schiebersteuerungen“, in dem er als erster die graphische Behandlung der Schieberbewegung in erschöpfender und praktisch brauchbarer Weise ausgeführt hat. Die sogenannten „Zeunerschen Schieberdiagramme“ fanden in der ganzen Welt eine rasche Verbreitung und waren bald ein unentbehrliches Hilfsmittel für den Konstrukteur.

Von den Arbeitsgebieten Zeuners ist die Mechanische Wärmetheorie am wichtigsten. Er kann als Schöpfer der Technischen Thermodynamik angesehen werden. Frühzeitig hat Zeuner die grundlegenden Arbeiten von Carnot, W. Thomson, Rankine und anderen sowie die Versuche von Joule, Hirn und Regnault in sich aufgenommen und ihre große Bedeutung für die Maschinentechnik erkannt.

Die außerordentliche Vielfältigkeit der wissenschaftlichen Leistungen Zeuners kann auch durch seine Arbeiten auf dem Gebiet des Versicherungswesens und der Statistik dokumentiert werden. Durch eine Gutachtertätigkeit über die Knappschaftskasse für das Freiburger Oberbergamt im Jahre 1853 beschäftigte er sich eingehend mit dem von der Technik etwas abseits stehenden Problemkreis. Zeuner war der erste, der an seiner Hochschule über diesen Gegenstand Vorlesungen gehalten hat. 1869 erschien das vielbeachtete Buch „Abhandlungen aus der mathematischen Statistik“. Er kann unter die Begründer dieser Wissenschaft eingereiht werden. Seine reformatorisch-organisatorischen Leistungen spiegeln sich in seiner 25-jährigen

Tätigkeit als Direktor Technischer Schulen wider. Hierin zeigt sich seine Befähigung für die akademische Verwaltungsarbeit. Nach siebenjähriger Direktorentätigkeit in Zürich am Polytechnikum folgte er 1871 einer Berufung als Direktor an die Bergakademie Freiberg und 1873 als Direktor an das Königliche Polytechnikum Dresden. Bis 1875 leitete er beide Schulen gleichzeitig. Die Reformen, die Zeuner während seiner Amtszeit als Direktor an der Bergakademie Freiberg durchgeführt hat, waren von ausschlaggebender Bedeutung für die Hochschulgeschichte. Es ging um eine völlige, das ganze akademische Leben umfassende Reorganisation. Er führte diese Reform innerhalb weniger Jahre mit großem Erfolg durch. Als wichtige Bestandteile sind u. a. zu nennen:

1. Die Bergakademie erhielt 1872 ein eigenes Statut und damit erstmalig in ihrer Geschichte eine selbständige Verfassung.
2. Die Disziplinarbehörde wurde aufgehoben und durch den akademischen Senat ersetzt.
3. Das Statut stellte die Gleichheit aller Studenten nach dem Prinzip der Studienfreiheit her.
4. Die Unterscheidung in Stipendiaten und auf eigene Kosten Studierende sowie in In- und Ausländer fiel grundsätzlich weg.

Mit diesem Reformwerk hatte Zeuner ein Fundament geschaffen, auf dem die Bergakademie Freiberg weiter aufbauen konnte. In Würdigung seiner hohen wissenschaftlichen Leistungen, seiner Lehrbefähigung sowie seiner Verwaltungstätigkeit erhielt Zeuner zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen des In- und Auslandes. Er war Ehrendoktor der Universität Bologna, der Technischen Hochschule Dresden, Mitglied zahlreicher Akademien der Wissenschaften, z. B. der in Paris, Mailand, Turin, Rom, Stockholm und Moskau. Zeuner lieferte in seiner Zeit einen bedeutenden Beitrag zur Entwicklung der Technischen Wissenschaften, vor allem der „Technischen Wärmelehre bzw. Thermodynamik“ und zur Einführung neuer Bildungsinhalte und Organisationsstrukturen im Hochschulwesen. Sein wissenschaftliches Schaffen gehört mit zu den Grundlagen des technischen Fortschritts der Gegenwart.

■ Gerd Grabow

Alexander Wilhelm Köhler

Lehrer für Bergrecht und deutschen Stil an der Bergakademie

„... welchergestalt mir zu meinen Wissenschaften, so ich zu erlernen bemühet bin, auch die Berg-BauKunst und der Unterricht in der Mathematik besonders unentbehrlich seyn will ...“¹

Am 23. Dezember 1832 – also ziemlich genau vor 175 Jahren – starb in Freiberg der ehemalige Lehrer für Bergrecht und „deutschen Styl“, Alexander Wilhelm Köhler. Obwohl Köhler über 35 Jahre an der Bergakademie tätig war und sich dessen Name so häufig wie kaum der eines anderen bergakademischen Lehrers in den Akten des Universitätsarchivs erhalten hat, sind Leben und Wirken Köhlers bis heute relativ unbekannt geblieben. Wer war dieser Mann, dessen Geburtstag sich im vergangenen Jahr zum 250. Mal jährte und über den sich in der Literatur doch so wenig in Erfahrung bringen lässt?

Als am 5. Februar 1756 dem königlich-polnischen und kurfürstlich-sächsischen Bergmeister zu Freiberg, Johann Samuel Köhler², und dessen „Eheliebster“, Christiane Elisabeth, geb. „Bormannin“, ein Sohn geboren wird, trifft der Vater bereits Vorsorge für die spätere berufliche Entwicklung des Kindes. Denn keine Geringeren als der damalige Oberberghauptmann Curt Alexander von Schönberg auf Oberschöna, Magdalena Eleonora, geb. von Boxdorf, eine verwitwete Reichsgräfin von „Schönbourgk“, sowie Friedrich Wilhelm von Opperl, seit 1755 kurfürstlich-sächsischer Berghauptmann, später (ab 29. Oktober 1763) Oberberghauptmann, fungieren als Taufpaten des Neugeborenen bei der am 7. Februar 1756 in der Kirche St. Petri zu Freiberg vollzogenen Taufe.³ Dass die beiden ranghöchsten kursächsischen Bergbeamten unterhalb des Dresdner Bergemachs als Taufpaten für den Sohn des Freiburger Bergmeisters auftreten, weist zumindest auf die verhältnismäßig bedeutende Stellung hin, die der Freiburger Bergmeister in der Hierarchie der Bergverwaltung innehat. Die Weichen für eine spätere Karriere Köhlers im sächsischen Staatsdienst scheinen damit bereits gestellt zu sein.

Aufgewachsen dürfte Köhler im Gebäude Brandkatasternummer 137 (heute Waisenhausstraße 7) sein, das seinem Vater bis 1765 gehört. Über die Schulzeit des Bergmeistersohnes ist recht wenig bekannt; er soll zunächst Privatunterricht erhalten haben.⁴ Von 1767 bis 1773 be-

sucht Köhler das Gymnasium zu Freiberg. 1773 beginnt Alexander Wilhelm Köhler sein Studium an der Bergakademie u.a. gemeinsam mit dem etwa gleichaltrigen, jüngsten Sohn des kursächsischen Oberforstmeisters auf Bärenfels, Ernst Friedrich Carl von Schirnding, der später bis zum Bergkommissionsrat im Oberbergamt aufsteigen wird, und dem ein Jahr jüngeren Johann Friedrich Lempe aus Weida im Vogtland, dem zukünftigen hiesigen Professor für Mathematik und Physik. Auch Johann Simon Benjamin Sieghard, ab 1785 „wirklicher Zeichenmeister“ der Bergakademie, ist ein Studienkollege Köhlers.

In seinem Aufnahmegesuch vom 10. März 1773 bringt Alexander Wilhelm Köhler zum Ausdruck, dass ihm für seine Studien „... die Berg-BauKunst und der Unterricht in der Mathematik besonders unentbehrlich seyn will ...“⁵. Da das Oberbergamt das Gesuch Köhlers befürwortet, genehmigt Kurfürst Friedrich August durch Reskript vom 29. Mai 1773 die Zulassung Köhlers zum Studium an der Bergakademie⁶, an der dieser bis 1775 verbleibt.

Zwischen 1775 und 1778 finden wir Köhler dann auf der Universität Leipzig, wo er u.a. Jura und Philosophie studiert. Im Oktober 1778 nach Freiberg zurückgekehrt, ist Köhler zunächst (1779) Auditor (Zuhörer) und Protokollführer im Oberhüttenamt, ab etwa März 1780 Expedient im Freiburger Oberbergamt.⁷

Mit der Berufung Alexander Wilhelm Köhlers zum Sekretär des Oberbergamtes im Jahre 1784 setzt sich dessen weiterer beruflicher Aufstieg fort. In dieser Funktion begleitet Köhler über viele Jahre die Amtsgeschäfte des Oberbergamtes.⁸

Am 8. Mai 1786 verabschiedet Kurfürst Friedrich August ein Reskript, in welchem er bestimmt, dass zukünftig an der Bergakademie „... auch in den Berg-Rechten ein ordentlicher und hinlaenglicher Unterricht ertheilt ...“ wird.⁹ Hier findet sich auch die für die Karriere Köhlers entscheidende Formulierung, wonach dieser Unterricht „... zum Versuch, auf zwey Jahre, dem Secretario bey dem Ober-Bergamte, Koehler ...“ mit einem Gehalt von 100 Talern aus der Oberzehntenkasse zu übertragen sei (Abb. 1). Für den „schulmaeßig“ durchzuführenden Unterricht im Bergrecht solle der eben erst in Druck erschienene „Versuch einer Anleitung zu den Rechten

und der Verfassung bey dem Bergbaue in Chursachsen und dazugehörigen Landen zur Grundlage bey Vorlesungen“, der gerade erst von Köhler verfasst worden war, zu Grunde gelegt werden.¹⁰ Dem Sekretär des Oberbergamtes eröffnen sich damit weitgehende berufliche Entwicklungsmöglichkeiten.

Aus der für die zukünftige Lehrtätigkeit Köhlers verabschiedeten oberbergamtlichen Instruktion wird die ausgesprochene Praxisbezogenheit der Rechtsausbildung an der Bergakademie besonders deutlich. Köhler darf seinen Unterricht dabei keineswegs so gestalten, „wie sonst für Personen, welche schon die Rechte studirt, oder sich zum Studio derselben ... vorbereitet haben“ üblich, sondern der Lehrer für Bergrecht soll darauf bedacht sein, dass die Bergakademisten meist zu Steigern, Schichtmeistern, Geschworenen oder ähnlichem ausgebildet werden. Deshalb hat er vor allem „die Berggesetze und was bey derg[leichen] Funktionen zu wissen nöthig, und nützlich ist, bekannt und verständlich ...“ zu machen und sich vor allem den dabei vorkommenden Gegenständen wie „Schürfften, Muthen, Bestätigen von höchsten Landesherrlichen Gerechtsamen, Zehenden“ zu widmen.¹¹ Am 21. Juni 1786 schwört Köhler einen Eid, in welchem er sich zur Einhaltung der ihm durch die Instruktion übertragenen Aufgaben verpflichtet.¹² Noch am gleichen Tag wird der Lehrstuhl für Bergrecht eröffnet und Köhler durch den Berghauptmann Benno von Heynitz in seine neue Funktion eingewiesen; unmittelbar daran anschließend hält Köhler seine Antrittsvorlesung.¹³

Ein Jahr darauf, 1787, ernennt ihn die Leipziger Ökonomische Sozietät – eine Gesellschaft prominenter Mitglieder aus Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft, die sich im Rahmen des Wiederaufbaus Sachsens nach dem Siebenjährigen Krieg vor allem Fragen der Entwicklung der Landwirtschaft und des Manufakturwesens zuwendet – zu ihrem Ehrenmitglied.¹⁴

Bei den erwähnten „Probejahren“ Köhlers bleibt es dann nicht, wie dies die weitere berufliche und wissenschaftliche Entwicklung Köhlers belegen. Durch landesherrliches Reskript vom 28. Juli 1788 wird Alexander Wilhelm Köhler zum „beständigen“ Lehrer der Bergrechte an der Bergakademie ernannt, wobei ab 1. Juli des gleichen Jahres zugleich seine bisherigen Bezüge auf nun 200 Taler erhöht werden. Neben den erwähnten „Berg-Rechten“ muss der Bergrechtslehrer zusätzlich –

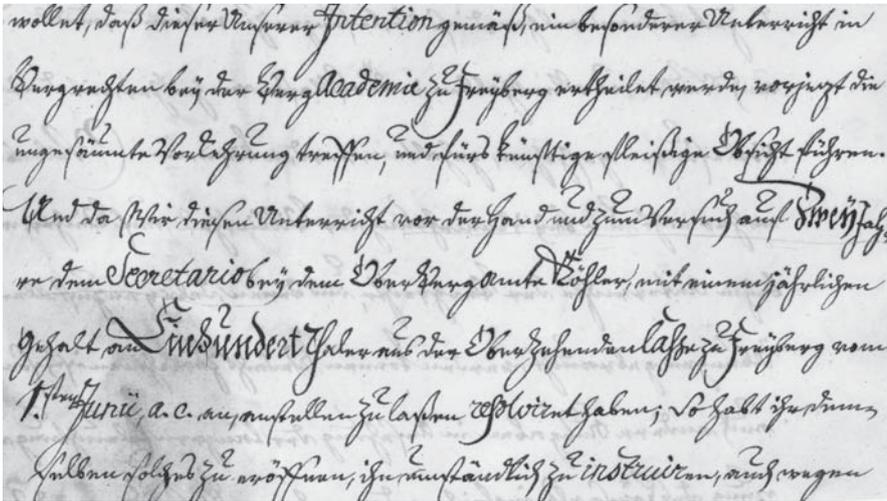


Abb. 1: Auszug aus dem Reskript Kurfürst Friedrich Augusts vom 8. Mai 1786 zur Bestellung Alexander Wilhelm Köhlers als Lehrer der Bergrechte

ohne dafür allerdings ein Honorar von den Stipendiaten zu erhalten – ab Herbst 1788 ein praktisches „Collegium über den deutschen Styl“ lesen.¹⁵ Ab 1797 führt Köhler noch eine Vorlesung über „Practische Anweisung zu Canzelle-, Expeditions- und Archiv-Geschäften“ ein.¹⁶

Die Bewertung der wissenschaftlichen Fähigkeiten Köhlers ist nur schwer möglich, zumal sich die stark an der Praxis orientierte Rechtsausbildung nur kaum mit der üblichen Juristenausbildung an deutschen Universitäten vergleichen lässt. Aus Köhlers jährlicher Berichterstattung über die von ihm gehaltenen Vorlesungen, insbesondere aber aus seinen 1794 eingereichten Vorschlägen zu Verbesserungen an der Bergakademie lässt sich jedoch eine gewisse Kleinlichkeit in den Darstellungen ableiten, weswegen sich z. B. auch Abraham Gottlob Werner einiger Vorwürfe nicht enthalten kann. Ungeachtet dessen wird, wer heute in die sächsische Bergverfassung im ausgehenden 18. Jahrhundert einzudringen versucht, nicht an Köhlers bereits erwähntem Hauptwerk aus dem Jahre 1786, das 1824 eine wesentliche Erweiterung erfuhr, vorbeikommen.

Obwohl Köhler die gesamte Zeit seiner Tätigkeit als Lehrer der Bergrechte bzw. des deutschen Geschäftsstils (bis 1822) zugleich auch Sekretär des Oberbergamtes bleibt, stammen die letzten von ihm in dieser Funktion unterzeichneten Protokolle des Oberbergamtes von 1798.¹⁷

Kurz nach Beginn seiner Lehrtätigkeit gibt Köhler einige interessante Schriften heraus. So erscheint zwischen 1788 und 1794 das „Bergmännische Journal“, das er zunächst allein, ab 1792 gemeinsam mit seinem Schwiegersohn, dem Leiter der an die Bergakademie angegliederten Minera-

lien-Verkaufsniederlage, Christian August Siegfried Hoffmann, herausgibt. Anschließend (von 1795 bis 1816) veröffentlicht er, wiederum gemeinsam mit Letzterem, das „Neue Bergmännische Journal“.¹⁸ In beiden Werken lässt Köhler meist andere Autoren – wie zum Beispiel den Mathematikprofessor Lempe, aber auch Abraham Gottlob Werner, Franz Xaver von Baader, Alexander von Humboldt oder Dietrich Ludwig Gustav Karsten – zu den verschiedensten montanbezogenen Themen zu Wort kommen. Für kurze Zeit erscheint auch Köhlers „Bergmännischer Kalender“, u. a. mit Angaben zu den damals im sächsischen Berg- und Hüttenwesen angestellten Personen.¹⁹

Im Jahre 1800 wird Köhler erstmals in den Freiburger Stadtrat gewählt. Zwei Jahre darauf überträgt man ihm die Bauinspektion der Stadt; es folgen weitere wichtige Funktionen, so die „Direction der Armenversorgungs-Anstalten“ in Freiberg, aber auch solche im Erzgebirgischen Kreis bzw. bei den „Landtags- und Ausschusstag-Versammlungen“.²⁰ In Erinnerung geblieben sein dürfte die im Wesentlichen nach Köhlers Plan im Jahre 1802 geschaffene städtische Straßenbeleuchtung.²¹

Weitgehend ununtersucht geblieben ist bislang Köhlers Wirken innerhalb der 1798 gegründeten Freimaurerloge „Zu den drei Bergen“, deren „Meister vom Stuhl“ er neun Jahre gewesen sein soll.²² Nach dem Tode des Bergrates und bekannten Lehrers für Metallurgische Chemie an der Bergakademie, Christlieb Ehregott Gellert, im Mai 1795 erwirbt Alexander Wilhelm Köhler das Wohnhaus Kataster-Nr. 148 (heute Waisenhausstraße 10) von den Testamentserben Gellerts zum Preis von 2.000 Reichstalern.²³ Dieses alte Patrizierwohn-



Abb. 2: Ehemaliges Wohnhaus Köhlers in Freiberg, heutige Waisenhausstraße 10

haus – eigentlich ein Doppelgebäude – das damals sicherlich zu den bedeutendsten Wohngebäuden Freibergs zählte, hatten vor Gellert schon mehrere Vertreter des weit verzweigten Geschlechts derer von Schönberg besessen. Nach Schließung des Kaufvertrages vom 7. Mai 1804 zwischen Köhler und dem für die Loge als Lehnräger fungierenden Christian August Roch und der notwendigen Beurkundung vor dem Stadtrichter Schubarth am 15. Juni 1804 geht das Eigentum am Gebäude auf die Loge über. Köhler bedingt sich allerdings für einen jährlichen Mietzins das weitere Wohnrecht am Gebäude aus, von dem er anscheinend bis zu seinem Tode Gebrauch macht. 1820 erwirbt Köhler das Nachbargrundstück Waisenhausstraße 8.²⁴

1821 wird Alexander Wilhelm Köhler als Nachfolger des verstorbenen Bürgermeisters Bernhards zum Bürgermeister von Freiberg gewählt. In dieser Funktion kann Köhler am 26. März 1830 sein 30-jähriges Dienstjubiläum als Mitglied des Stadtrates feiern.²⁵ Aus diesem Anlass ernennt ihn der Landesherr zum Bergkommissionsrat. Die Ernennungsurkunde wird durch den damaligen Oberberghauptmann, Freiherr von Herder, übergeben.²⁶

Am 23. Dezember 1832 verstirbt Köhler.²⁷ Seine Grabstätte scheint sich nicht erhalten zu haben.

Alexander Wilhelm Köhler war über 50 Jahre mit der aus Reipzig (bei Frankfurt/Oder)²⁸ stammenden Pastorentochter Beate Katharine, geb. Weinspach, mit der er mehrere Kinder hatte, verheiratet.²⁹

■ Herbert Kaden

Quellenangaben und Anmerkungen zu diesem Beitrag siehe unter: <http://www.tu-freiberg.de/~vff/>

Auf den Spuren berühmter Namen in der Freiburger „Himmelfahrt Fundgrube“

Das große Freiburger Erzrevier war vom 12. bis zum 20. Jahrhundert zur Gewinnung von Silber und Buntmetallen in Betrieb. Ein noch zugängliches Bergwerk und zahlreiche erhaltene Technische Denkmale bieten heute die Möglichkeit, wichtige Etappen der 800-jährigen Montangeschichte nachzuerleben. Mit den derzeitigen Bemühungen um Anerkennung der „Montan- und Kulturlandschaft Erzgebirge“ als Weltkulturerbe soll auch die geschichtliche Bedeutung des Freiburger Reviers untermauert werden.

Dazu gehören als Schwerpunkt auch Sachzeugen aus der Freiburger „Himmelfahrt Fundgrube“, die zugleich einen Bezug zu berühmten Namen der Montangeschichte haben. Der Kernbereich dieses im 19. Jahrhundert größten sächsischen Erzbergwerks „Himmelfahrt Fundgrube“ wird

seit dem Jahre 1919 durch die TU Bergakademie Freiberg für Lehre und Forschung und seit einigen Jahren auch als Besucherbergwerk für den Bildungstourismus durch einen Förderverein genutzt.

Dieses Bergwerk gilt wegen seiner Attraktivität und Einmaligkeit als „Perle des sächsischen Erzbergbaus“. Man kann den Gangerzbergbau kaum woanders so praxisnah kennen lernen wie hier! Zu den überragenden geschichtlichen Superlativen gehören die letzte Wattsche Dampfmaschine von 1848, die letzte Betstube und verschiedene historische Bergbaumaschinen wie Wassersäulenmaschine, Zylindergebläse, Fahrkunst, Kunstgezeug und die älteste europäische Gesteinsbohrmaschine für hartes Gestein.

Um wirtschaftlich bestehen zu können, waren über die Jahrhunderte hinweg viele

Neuerungen und Erfindungen notwendig. Dass solche herausragenden Leistungen oftmals auch mit klangvollen Namen der Freiburger und sächsischen Geschichte, ja überhaupt der Montangeschichte in Verbindung stehen, sei an Beispielen aus unterschiedlichen Gebieten gezeigt.

Beispiele für technische Neuerungen im Freiburger Erzbergbau

(1) Erstmalige Nutzung von erzgebirgischem Flusswasser als Antriebsenergie für Wasserpumpen zum Heben des Grundwassers aus den untertägigen Arbeitsräumen sowie für die Schachtförderung. Das dazu seit dem 16. Jahrhundert geschaffene Wasserenergiesystem im Osterzgebirge mit Kunstgräben, Kunstteichen, Wasserkraftmaschinen und Wasserstollen wurde vor allem im 19. Jahrhundert weiterentwickelt. Beispielsweise wurden die Maschinen nicht mehr aus Holz, sondern aus Eisen gebaut, um den Wirkungsgrad und die Lebensdauer zu erhöhen.

(2) Verbesserung der Dampfmaschine durch neue Konstruktionsprinzipien

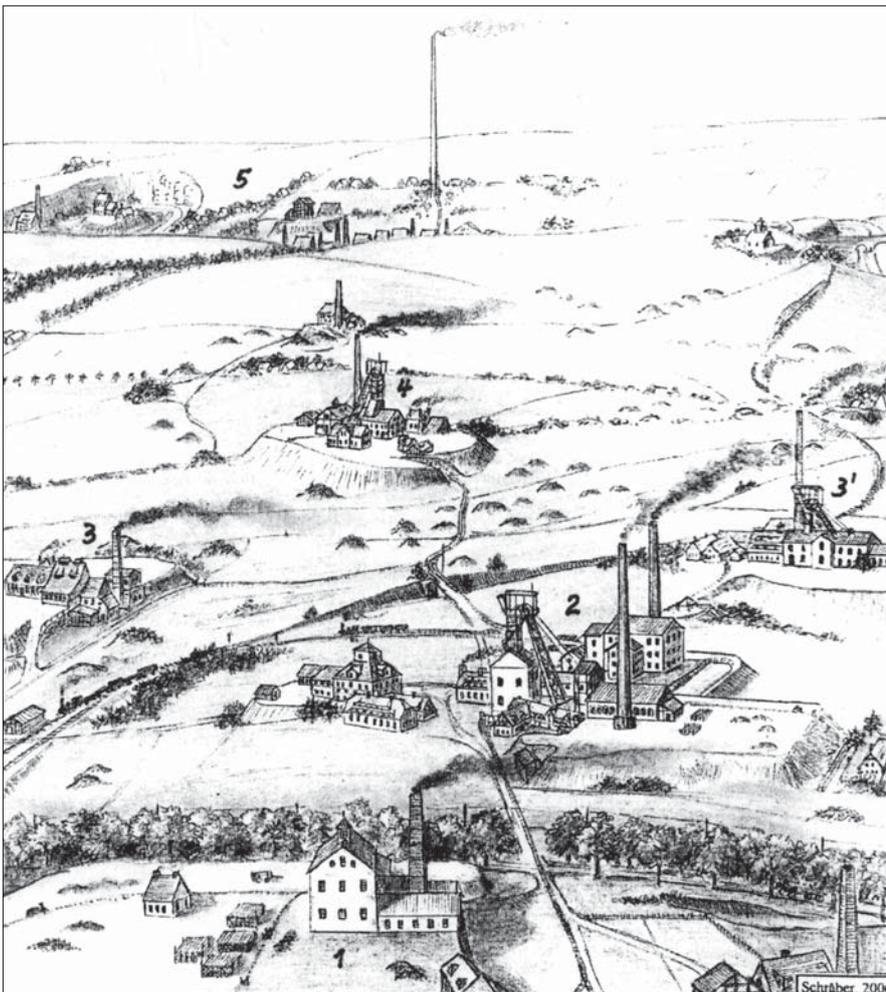
(3) Bau der ersten sächsischen Eisenbahn nach dem Vorbild aus England und Einführung der über- und untertägigen Pferdeisenbahnen im Revier

(4) Einführung der „neuen Markscheidkunst“ unter Verwendung des Theodoliten beim Bau des „Rothschönberger Stollns“ mit einer Gesamtlänge von 50 km

(5) Entwicklung der Schumannschen Gesteinsbohrmaschine, der ersten brauchbaren Druckluftbohrmaschine Europas für hartes Gestein

(6) Erstmalige Anwendung von „Schießen aus dem Ganzen“ als neuartige Streckenvortriebsmethode mittels Bohren und Sprengen.

Durch die besondere Form einer Gangerzlagerstätte entsteht der Zwang, in immer größere Tiefen vorzudringen. Diese Problematik erforderte spätestens im 16. Jahrhundert technische Neuerungen zum Weiterbestehen des Freiburger Silber- und Buntmetallbergbaus. Die Anfänge dieser Entwicklung findet man in Georgius Agricolas berühmtem Werk „De re metallica“ (1556) beschrieben und abgebildet. Dazu gehören das Kehrrod und das Kunstgezeug als Frühform von wasserbetriebener Förder- und Pumpentechnik. Im Freiburger Bergbau hatte man in der Agricolazeit bereits Tiefen von 350 m erreicht. Später musste man sich auf 600 bis 800 m einstellen. Dadurch war auch das Interesse



Die Tagesanlagen und Schachthalden der Himmelfahrt Fundgrube um 1900 nach D. Schräber 2006

1 Thurmhofschaft, 2 Abrahamschaft (Verwaltung der Himmelfahrt Fundgrube), 3 Alte Elisabeth und Davidschaft, dazwischen Bahnlinie Halsbrücke, 4 Reiche Zeche, dahinter Kobschaft in Tuttendorf, 5 7. und 8. Lichtloch des Rothschönberger Stollns, Halsbrücke mit Hüttenwerk und Hoher Esse sowie Hoffnungsschacht von Ober Neu Geschrei



Kehrrad aus dem 19. Jahrhundert am Abrahamschacht, Zeichnung H. Wirth

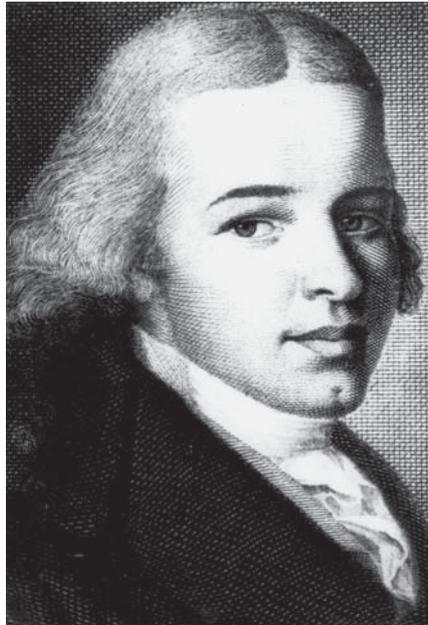
am Bau von immer tieferen wasserabführenden Stollen bedingt. Für die Stollen brauchte man möglichst tief gelegene Flusstäler. Die aber fand man nur in großer Entfernung, zum Beispiel das Elbtal bei Meißen oder Dresden in etwa 30 km.

Wegen der mit der Stollenlänge ansteigenden Herstellungskosten hat man den tiefsten Freiburger Stollen, den „Rothschönberger Stolln“, erst Mitte des 19. Jahrhunderts gebaut.

Auf den Spuren berühmter Namen

Oberbergmeister Martin Planer (1510–1586)

Planer zählt zu den ganz bedeutenden Technikern der Agricolazeit. Der sächsische Bergbau verdankt ihm die umfassende Anwendung der von Agricola beschriebenen wasserwirtschaftlichen Anlagen und Maschinen. Unter seiner Regie ist das weiträumige Freiburger Kunstgrabennetz im Osterzgebirge entstanden und sind 26 Schächte mit Wasserkraftmaschinen als „Kunstschächte“ ausgestattet worden. Sie nutzten erzgebirgisches Flusswasser als Energiequelle. Ohne diese Umstellung wäre der Freiburger Silberbergbau wohl im 16. Jahrhundert solange zum Erliegen gekommen bis ein James Watt aus England Ende des 18. Jh. die Dampfmaschine auf den Markt gebracht hätte. Das in den Kunstschächten von den „Wasserkünsten“ abfließende Aufschlagwasser nahm größtenteils über den „Fürstenstolln“ den Weg ins Tal der Freiburger



Alexander von Humboldt im Alter von 27 Jahren, nach Krause 1796

Mulde. Längere Abschnitte dieses auch in der Planer-Zeit aufgefahrenen Wasserlösungsstollens kann man noch heute bei einer Befahrung über den Schacht „Reiche Zeche“ kennen lernen. Auch Wasserräder und Radstuben sind noch erreichbar, also Sachzeugen, die an die Zeit vom 16. bis 19. Jahrhundert erinnern, in der das schwierige Grundwasserproblem nach dem Prinzip „Wasser hebt Wasser“ gelöst wurde.

Generalbergkommissar Friedrich Anton von Heynitz (1725–1802)

F. A. von Heynitz ist im sächsischen und preußischen Montanwesen bekannt als hervorragender Fachmann und Organisator eines landesweit aufblühenden Bergbaus. In Sachsen musste der Bergbau nach dem verheerenden Siebenjährigen Krieg wieder aufgebaut werden. Auf Initiative von Heynitz wurde 1765 die Bergakademie Freiberg als damals weltweit neuartiger Hochschultyp gegründet. Zu den vielen technischen Neuerungen gehörte die Verbesserung der Technologie beim Vortrieb von Strecken in hartem Gestein. Dazu ließ Heynitz im Jahre 1767 in der Grube „Alte Elisabeth“ Versuche mit dem „Schießen aus dem Ganzen“ durchführen, mit denen eine Leistungssteigerung beim Vortrieb um 50% erzielt wurde. Man betrachtete diese neuartige Methode des Mehrlochsprengens bereits damals als Epoche machend, und sie gehört noch heute zum Standard bei Vortriebsarbeiten. Man dokumentierte die Versuchsergebnisse mit aufwändigen in den Fels gemeißelten so genannten Schießtafeln.



Generalbergkommissar von Heynitz in sächsischer Paradekleidung, nach Graff 1768

Namentlich wird auf einer Tafel außer Heynitz auch dem Berghauptmann Karl Eugen Pabst von Ohain gedankt. Er galt um 1760 als der bedeutendste Mineraloge Sachsens, bei dem auch Abraham Gottlob Werner lernte. Heynitz und Pabst waren Schüler von Johann Friedrich Henckel, der als Wegbereiter der Bergakademie Freiberg bekannt ist. Unter Henckels Regie gab es bereits die „Kleine Bergakademie“.

Heynitz hat als preußischer Minister später auch auf den beruflichen Weg Alexander von Humboldts eingewirkt. Humboldt war 1791/92 „Zögling der Bergakademie Freiberg“, auch Praktikant und Forscher in der „Himmelfahrt Fundgrube“. Berühmt wurde er als einer der bedeutendsten europäischen Naturforscher des 19. Jahrhunderts. In Freiberg hat er Spuren hinterlassen, so durch erste Versuche zur Geothermie und zur Erdumdrehung. Auf dem Wernerplatz erinnert ein Denkmal an ihn. Humboldt wohnte als Student im Haus Weingasse 2 (Gedenktafel).

Oberberghauptmann Siegmund August Wolfgang Freiherr von Herder (1776–1838)

August von Herder war durch seinen Patenonkel Johann Wolfgang von Goethe zum Bergbaustudium an die Bergakademie Freiberg gekommen und blieb im sächsischen Bergbau. Zuletzt war er als Oberberghauptmann Chef des Sächsischen Oberbergamts mit Sitz in Freiberg. Zu seinen Verdiensten gehört das 1825 vorgelegte Projekt zum Bau des tiefsten Freiburger Wasserlösungsstollens. Mit die-



Der sächsische Oberberghauptmann von Herder 1831, Zeichnung E. Heuchler

sem sollte die Kapazität der wasserbetriebenen Pump- und Schachtfördertechnik im Bergbaurevier erhöht und zugleich die Zukunft des Freiburger Erzbergbaus abgesichert werden. Herders Plan wurde 1844 bis 1877 als Großprojekt von europäischem Rang realisiert und erhielt den Namen „Rothschönberger Stolln“. Die Trasse dieses Stollns verläuft anfänglich in 230 Meter Tiefe zwischen Schacht „Reiche Zeche“ und „Herders Ruhe“. Hier hat Herder als „Der Knappen treuester Freund“ ein eindrucksvolles neogotisches Grabmal in einer Schachthalde hoch über der Stadt Freiberg erhalten. Herders Name steht auch für „Bergbauromantik“, „Bergbaukultur“ und „Bergparaden“. Herder hat die bis heute gepflegten Traditionen entscheidend gefördert. Auch das Schwarzenberggebläse am Schacht „Alte Elisabeth“ erinnert an Herders Wirken, denn es wurde 1830 als Hüttengebläse für die auf Betreiben Herders geschaffene Antonshütte bei Schwarzenberg von Brendel konstruiert. Als komplett aus Eisen gefertigtes Zylindergebläse ist es heute ein wertvoller Sachzeuge des frühen sächsischen Maschinenbaus.

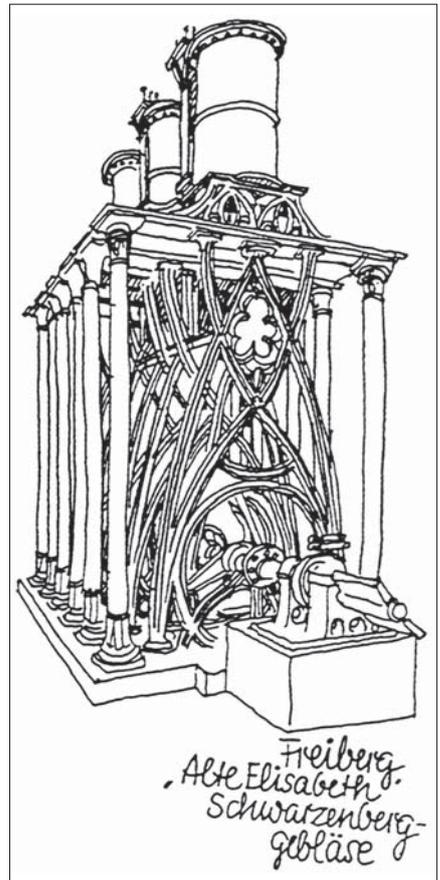
Maschinendirektor Christian Friedrich Brendel (1776–1861)

Brendel hat als Kunstmeister und Maschinendirektor beim Sächsischen Oberbergamt bedeutende Neuerungen in der maschinentechnischen Ausstattung des sächsischen Montanwesens initiiert und eingeführt. Dazu zählen in Freiberg die konstruktiv verbesserten und leistungsfähigeren „Wassersäulenmaschinen“, der Bau von Pumpen mit höherem Wirkungsgrad und von verbesserten Wattschen

Dampfmaschinen. Die enge Verbindung zwischen Freiberg und England kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass der Erfinder der Dampfmaschine, James Watt, seinen Sohn 1787 bis 1789 zum Studium an die Bergakademie Freiberg schickte. Als Ergebnis einer längeren Studienreise durch England brachte Brendel die Idee der Eisenschienenbahn mit nach Freiberg. So wurde bereits 1829 die erste Eisenbahnlinie Sachsens im Freiburger Bergbau mit bestem wirtschaftlichen Erfolg in Betrieb genommen. Damit schuf Brendel eine Pilotanlage für die 1837 fertig gestellte erste deutsche Fernbahnlinie Dresden-Leipzig.

An Brendels Neuerungen erinnern zahlreiche Sachzeugen, so der Bahndamm bei der „Zugspitze“, die Dampfmaschine von 1848 sowie ein „Drucksatz“, eine Wassersäulenmaschine und das „Schwarzenberg-Gebläse“ am Schacht „Alte Elisabeth“. Untertage findet man ebenfalls Spuren von Brendels progressivem Wirken, so am Hoffnungsschacht die kunstvolle Grubenmauerung oder die Kehrroststube und eine Maschinenkammer der Wassersäulenmaschine von 1847 am Schacht „Reiche Zeche“.

Brendel war beim Sächsischen Oberbergamt der führende Maschinentechniker des sächsischen Berg- und Hüttenwesens. Er hat mit seinen Konstruktionen und Gutachten den deutschen Maschinenbau des 19. Jahrhunderts mitbestimmt. Nach 1817 übernahm er an der Bergakademie die Vorlesungen über Maschinentechnik. In der Modellsammlung der TU Bergakademie Freiberg existiert noch ein Modell

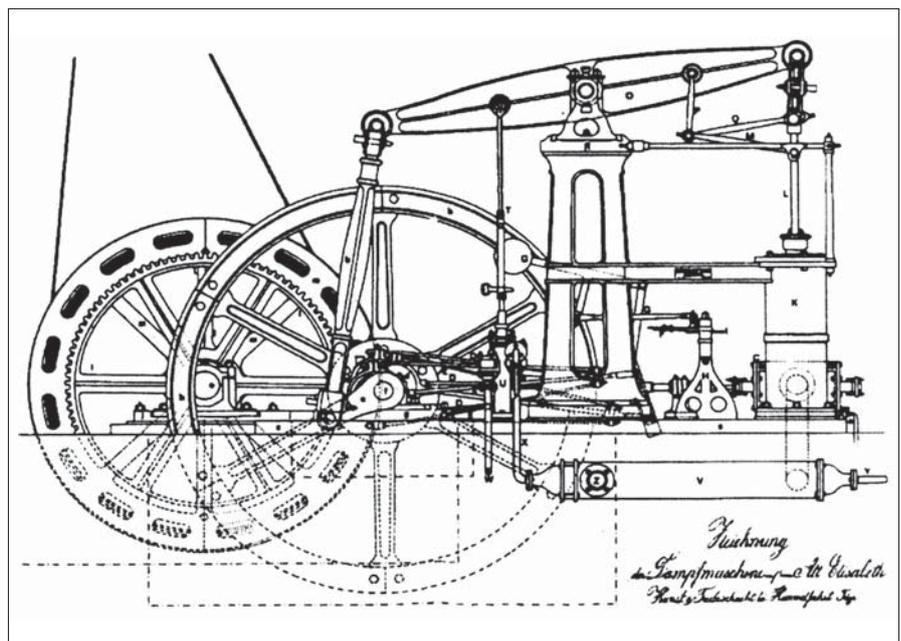


Das Schwarzenberggebläse, ein gusseisernes Hüttengebläse von 1830, Zeichnung M. Wagner

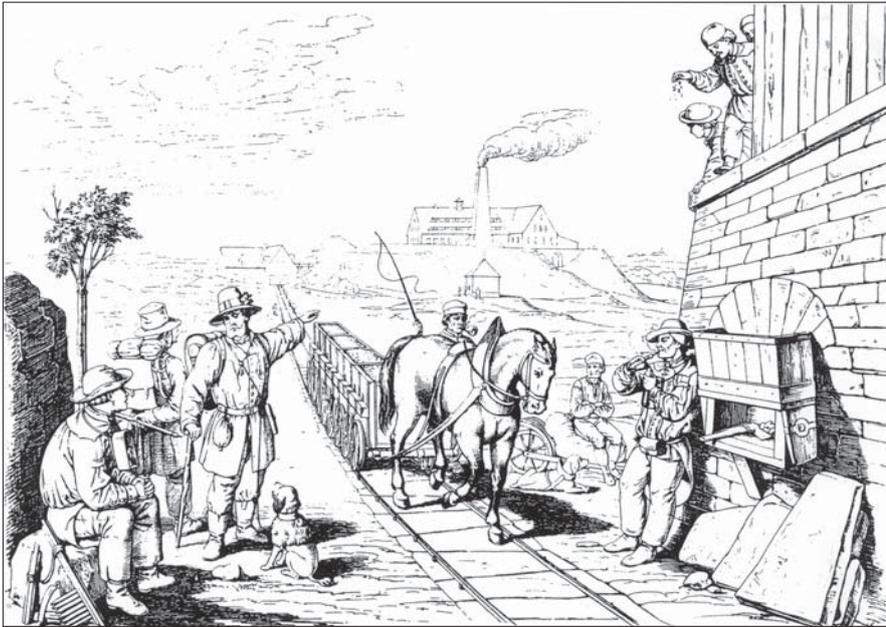
einer von Brendel konstruierten Dampfmaschine, die auch in englischen Fachzeitschriften beachtet wurde.

Professor Julius Weisbach (1806–1871)

Weisbach wurde erstes Ehrenmitglied des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI),



Am Schacht „Alte Elisabeth“ existiert die letzte Dampfmaschine des sächsischen Erzbergbaus. Historische Maschinenzeichnung von 1848



Eine 1857 veröffentlichte Zeichnung von Professor Eduard Heuchler zeigt die Pferdeisenbahn der Himmelfahrt Fundgrube an der Erzrolle des Abrahamschachtes

(vgl. Beiträge Prof. Grabow, Dr. Pohl im Heft 2006). Er gilt als führender Wissenschaftler des Maschinenwesens und als Mitbegründer der „Technischen Mechanik“. Spuren seines Wirkens findet man mit der ältesten Gesteinsbohrmaschine für hartes Gestein am Schacht „Alte Elisabeth“. Dieser Maschinentyp erbrachte beim Vortrieb des „Rothschönberger Stollns“ die 6fache Vortriebsleistung und 50% Kosteneinsparung.

Am Schacht „Reiche Zeche“ entdeckt man in der Sammlung markscheiderischer Instrumente des Instituts für Markscheidewesen und Geodäsie der Bergakademie den von Weisbach erstmals im Bergbau der Welt zum Einsatz gebrachten Grubentheodoliten. Mit diesem optischen Vermessungsinstrument wurde in den 1860er Jahren die Grundlage für die bis heute weltweit angewandte „Neue Markscheidekunst“ geschaffen. Anlass hierfür war die sehr anspruchsvolle Vermessungsaufgabe beim Bau des „Rothschönberger Stollns“, der zu den Meisterwerken der bergbaulichen Ingenieurkunst gehört. Im Gegenortbetrieb wurde dieser 26 km lange Stollen von 19 Ansatzpunkten aus in einer Tiefe von 150–280 m aufgefahren. Mit der herkömmlichen Messmethode mittels Kompass und Gradbogen war man der Aufgabe nicht mehr gewachsen. Der „Rothschönberger Stolln“ erfüllt bis heute wichtige Funktionen. Ein Hauptzugang ist der Schacht „Reiche Zeche“. Die einst genutzte Gesamtlänge betrug 50 km.

Hingewiesen sei auf das vom Institut für Maschinenbau der TU Bergakademie

Freiberg betreute „Weisbach-Museum“ mit einer Sammlung von hydraulischen Messgeräten und Apparaten. In der Strömungsmechanik hat man nach dem vielseitig erfolgreichen Akademioprofessor eine Einheit für den Strömungswiderstand „Milli-Weisbach“ benannt.

Professor Johann Eduard Heuchler (1801–1879)

Heuchler war Professor für Bau- und Zeichenkunst an der Bergakademie Freiberg und hat auch als Architekt und Denkmalpfleger Spuren hinterlassen. Sein Geburts- und Wohnhaus ist der „Dunkelhof“ in der Kreuzgasse 7. Auf Heuchler gehen beispielsweise der Umbau des Gründungsgebäudes der Bergakademie in der Akademiestraße 6, das Freiburger Bahnhofsgebäude sowie die Entwürfe für das Schwedendenkmal, das Werner-Denkmal und „Herders Ruhe“ zurück.

Weit über Freibergs Grenzen bekannt geblieben sind seine drei veröffentlichten Bildwerke. Darin sind 82 anschauliche Zeichnungen enthalten, die eine einmalige Bilddokumentation über das Freiberg Berg- und Hüttenwesen darstellen. Fast alle damaligen Arbeitsmethoden und Technologien sind als Motiv erfasst. Für etwa ein Viertel der Zeichnungen hat er die Motive in der „Himmelfahrt Fundgrube“ gefunden. Dieses stadtnah gelegene Bergwerk gehörte im 19. Jahrhundert zu den technisch und wirtschaftlich führenden Freiberg Unternehmen des Silberbergbaus.

■ Herbert Pforr



Sachzeuge des Bergbaus ging auf Wanderschaft

Aus dem Dornröschenschlaf hinter dem Gebläsehaus auf der Lehrgrube „Alte Elisabeth“ wurde ein wenig beachteter Sachzeuge des Bergbaus – drei Elemente eines Stahlguss-Schachtbodenverschlusses – erweckt. Vor mehreren Jahrzehnten hat Prof. Werner Arnold diese Teile vom Schacht „Marx-Engels“ II des damaligen Kalibetriebes „Werra“ nach Freiberg bringen lassen. Dieser Schachtbodenverschluss war eine mit dem Nationalpreis der DDR ausgezeichnete Neuerung des damaligen VEB Schachtbau Nordhausen und auf Vorschlag von Prof. Arnold für das Schachtabteufen bei Anwendung des Zementierverfahrens gefertigt worden.

Auf der Lehrgrube befanden sich beispielhaft davon das runde Mittelstück, ein keilförmiges Innensegment und ein Segment des als Widerlager ausgelegten Außenkranzes. In den Segmenten waren Öffnungen belassen worden, auf die Schrägstützen mit Hochdruckhähnen für das Injizieren in verschiedenen Richtungen geschraubt werden konnten.

Da die Schachtbodensegmente im eigentlichen Sinne keine traditionelle Bindung zum Freiberg Bergbau haben, entsprach man der Bitte des Kaliwerkes „Unterbreizbach“ an die TU Bergakademie Freiberg um Überlassung als Dauerleihgabe. Diese Segmente sollten als technische Sachzeugen für das Abteufen von Schächten unter kompliziertesten hydrologischen Gebirgsbedingungen am Ort ihres ursprünglichen Einsatzes präsentiert werden. Der Stahlgussboden wurde in diesem von 1955 bis 1964 geteufte Schacht zum Einsatz gebracht. Im vergangenen Jahr wurde im thüringischen Sünna am Schacht II des Kaliwerkes in beeindruckender Form mit Hilfe der drei Segmente und farbiger Pflasterung der Schachtbodenverschluss nachgestaltet, wie auf dem Bild zu sehen ist.

■ Karl-Heinz Eulenberger

Die SAXONIA-FREIBERG-STIFTUNG

Stiftung für die Pflege und den Erhalt berg- und hüttenmännischen Brauchtums

Mit der 800-Jahr-Feier der Stadt Freiberg im Jahre 1986 begann in Freiberg insbesondere durch die Aufstellung der historischen Freiburger Bergparade eine neue Ära der Pflege des für Freiberg typischen berg- und hüttenmännischen Brauchtums in Vereinen und im kulturellen Alltag der Stadt.

Zu Beginn der 1990er Jahre war durch die neuen wirtschaftspolitischen und kommunalen Bedingungen in Freiberg eine Situation entstanden, die einer Klärung über das „Wie“ der zukünftigen Unterstützung für die berg- und hüttenmännische Traditionspflege und über den Erhalt verschiedener Kulturgüter des Berg- und Hüttenwesens für das Freiburger Territorium bedurfte. Eine angedachte komplette Privatisierung der SAXONIA AG Metallhütten und Verarbeitungsbetriebe und damit der Erhalt eines finanzstarken Unternehmens der Montanindustrie im Freiburger Raum konnte nicht realisiert werden. Die SAXONIA AG war Eigentümer vieler Kulturgüter, Sachzeugen des Montanwesens sowie der Uniformen und Ausrüstungen der Bergparade. Die mit dem Privatisierungsvorgang verbundenen Ausgliederungen oder Liquidierungen von Betriebsteilen der SAXONIA AG gefährdeten den weiteren Bestand dieser Kulturgüter im Freiburger Territorium und ihre Nutzung für den Tourismus und die Vereinsarbeit.

Für den Erhalt der Ausrüstungen der Bergparade und verschiedener Kulturgüter

wurde 1993 durch verantwortungsbewusst handelnde Herren des Aufsichtsrates und des Vorstandes der SAXONIA AG sowie von Kommune und Kirche eine gemeinnützige Stiftung, die SAXONIA-FREIBERG-STIFTUNG, geschaffen. Am 19. Februar 1993 wurde durch das Regierungspräsidium Chemnitz die SAXONIA-FREIBERG-STIFTUNG als erste rechtsfähige gemeinnützige Stiftung des bürgerlichen Rechts nach der Wende im Landkreis Freiberg genehmigt.

Die Erforschung, Pflege und Erhaltung des berg- und hüttenmännischen Brauchtums und der berg- und hüttenmännischen Frömmigkeitstradition in der Region Freiberg sind die satzungsgemäßen Aufgaben der Stiftung. Sie ist mit diesen Aufgabenstellungen ein Exot unter der Vielzahl verschiedener Stiftungen in der Bundesrepublik.

Damit die Stiftung die ihr gestellten Aufgaben erfüllen kann, werden ihr das ehemalige Verwaltungsgebäude der SAXONIA AG und verschiedene Kulturgüter als Stiftungsvermögen zugestiftet. Mit der Bewirtschaftung dieses stattlichen Gebäudes in der Chemnitzer Straße in Freiberg (Abb. 1) sollen die notwendigen Stiftungsgelder erwirtschaftet sowie die Unterstützung von Vereinen abgesichert werden, deren Arbeit die Pflege und den Erhalt des berg- und hüttenmännischen Brauchtums beinhaltet. Dies betrifft vor allem die Historische Freiburger Berg- und Hüttenknappschaft e. V., das Bergmusikorps Saxonia Freiberg



Abb. 2: Mineralienpräsentation auf der „Reichen Zeche“

e. V. und den Förderverein „Himmelfahrt Fundgrube Freiberg“ e. V. mit dem Besucherbergwerk „Reiche Zeche“. In das Stiftungseigentum sind folgende wertvolle Kulturgüter eingebracht worden:

- Eine Mineraliensammlung mit ca. 300 Schaustufen der ehemaligen Bergbaubetriebe des Bergbau- und Hüttenkombinates in Freiberg, Altenberg, Ehrenfriedersdorf, Elbingerode und St. Egidien. 150 der schönsten Mineralstufen aus der letzten Betriebsphase des Freiburger Bergbaus sind gegenwärtig im alten Fördermaschinenhaus der „Reichen Zeche“ zu besichtigen (Abb. 2).
- Über 250 Uniformen und die zugehörigen Ausrüstungen der Historischen Freiburger Berg- und Hüttenparade (Abb. 3) und des Bergmusikorps. Sie wurden den beiden Vereinen für ihre Arbeit als Dauerleihgabe überlassen.
- Die Ausstattung der „Zinnstube“ auf dem Abrahamschacht mit wertvollem Zinngeschirr, historischem Raumdekor und Gestühl, die als Leihgabe dem Förderverein Himmelfahrt Fundgrube für seine Arbeit und für touristische Belange zur Verfügung gestellt wurde.
- Ein Lagerstättenarchiv des Freiburger Bergbaus, in dem seit 1954 bis zur Schließung der Freiburger Gruben insgesamt über 1000 Belegstücke von Aufschlüssen der Lagerstätte erfasst wurden. Das Archiv wurde als Dauerleihgabe der TU Bergakademie Freiberg für die Ausbildung der Studenten und für



Abb. 1: Stiftungsgebäude, Chemnitzer Str. 8

Forschungszwecke zur Verfügung gestellt.

- Ein Raummodell vom Grubengebäude der Grube „Beihilfe“, das auf der „Reichen Zeche“ als Leihgabe neben dem stiftungseigenen mechanischen Bergwerksmodell besichtigt werden kann.

Durch die Ausleihe der stiftungseigenen Kulturgüter erfüllt die Stiftung auch ihre satzungsmäßigen Zielstellungen, sie lagert ihre „Schätze“ nicht in Depots ein, sondern ermöglicht ihre Nutzung für die Vereinsarbeit, den Tourismus, die Studentenausbildung und macht sie für die Öffentlichkeit zugänglich.

Die Stiftung wird in ehrenamtlicher Arbeit von vier durch das Stiftungskuratorium in den Vorstand berufenen Mitgliedern geführt. Der Vorstand trägt die Verantwortung für die ordnungsgemäße Geschäftsführung, was die Finanzen, die Bewirtschaftung des Stiftungsgebäudes, den Erhalt des Stiftungseigentums und das satzungsgemäße Arbeiten betrifft. Das Kuratorium, bestehend aus führenden Funktionsträgern Freiburger Institutionen und gewählten Personen, überwacht, berät und unterstützt den Vorstand bei der Einhaltung des Stifterwillens und der ordnungsgemäßen Geschäftsführung. Im Kuratorium sind von Amts wegen der Präsident des Sächsischen Oberbergamtes, der Landrat des Landkreises, der Oberbürgermeister der Stadt, der Superintendent des evangelisch-lutherischen Kirchenbezirkes, der Rektor der TU Bergakademie sowie als Person gewählte Mitglieder vertreten.

Im Januar 2008 kann die SAXONIA-FREIBERG-STIFTUNG auf 15 Jahre erfolgreiche Stiftungsarbeit zurückblicken. Dank der erfolgreichen Bewirtschaftung des Stiftungsgebäudes konnte es über eine Kreditfinanzierung zum modernen Bürogebäude umgestaltet werden. Durch die Modernisierung des nun schon 100 Jahre alten Gebäudes und vor allem durch ein sehr aktives Wirken von Stiftungsvorstand und Kuratorium konnte über die Jahre ein guter Vermietungsstand gesichert werden.

Im Stiftungsgebäude werden der Historischen Freiburger Berg- und Hüttenknappschaft (HFBHK), dem Bergmusikcorps Saxonia Freiberg und weiteren Vereinen Räumlichkeiten mit ca. 900 m² Fläche kostenlos zur Verfügung gestellt. So befinden sich die Kleiderkammer der Bergparade, das Instrumentendepot des Musikcorps und Büroräume der Vereine im Stiftungsgebäude. Die Knappenstube mit 250 m² Fläche steht den Vereinen für Übungsabende, Feierlichkeiten, Fachgrup-



Abb. 3: Uniformen der Historischen Freiburger Berg- und Hüttenparade

penarbeit, Stammtische, Vereinstreffen etc. zur Verfügung. Die HFBHK hat die ihr zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten durch funktionale und ansprechende Ausgestaltung zur ihrer Heimstatt gemacht. Bisher konnten von der Stiftung für den Erhalt der Ausrüstungen und Uniformen der Bergparade, die Pflege stiftungseigener Kulturgüter, für die Denkmalspflege, die Unterstützung des berg- und hüttenmännischen Tourismus und weitere stiftungsgerechte Aktivitäten über 170.000 € ausgereicht werden. Durch den Erwerb einer Holzskulptur (Abb. 4) und eines mechanischen Bergwerksmodells (Abb. 5) konnte der Fundus der Stiftung in den

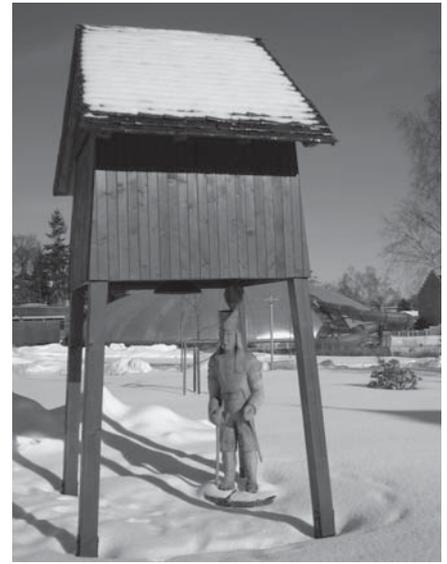


Abb. 4: Glockenstuhl mit der Holzplastik „Hüttenknappschaftsältester“ im Stiftungshof

letzten Jahren erweitert werden. Die Stiftung unternimmt Anstrengungen, um im Freiburger Raum tätige Vereine, die mit dem Stiftungsgedanken verbunden sind, für gemeinsame Veranstaltungen zusammenzuführen und am Stiftungswirken teilnehmen zu lassen. Dank der vor 14 Jahren gegründeten SAXONIA-FREIBERG-STIFTUNG ist für die Zukunft eine stabile Unterstützung der berg- und hüttenmännischen Brauchtumpflege im Freiburger Raum und insbesondere die Förderung der Historischen Freiburger Bergparade als Aushängeschild der Berg- und Universitätsstadt Freiberg gesichert.

■ Karl-Heinz Eulenberger



Abb. 5: Mechanisches Bergwerksmodell „Dresdener Silberstolln“ aus der „Reichen Zeche“. Alle Fotos: Archiv der Stiftung und der HFBHK e.V.

Chronik 2008

775 Jahre

- 1233 erste Erwähnung des Freiberger Bergrechts (Niederschrift um/nach 1307)

500 Jahre

- 1508 Beginn der Arbeit an der Tulpenkanzel für den Freiberger Dom durch den Chemnitzer Bildhauer Hans Witten (Vollendung 1510)

275 Jahre

- 1733 Der Freiberger Arzt und Bergrat **Johann Friedrich Henckel** (1675–1744) beginnt in einem auf Staatskosten erbauten Laboratorium mit dem Unterricht.

225 Jahre

- 1783 (9. April) **Karl Georg von Raumer** geboren († 1865), Student 1804 (Werner-Schüler), Professor für Mineralogie in Breslau und Erlangen
- 1783 (22. September) **Karl Amandus Kühn** geboren († 1848), 1816–1835 Professor für Geognosie und Bergbaukunst, Unternehmer im Zwickauer Steinkohlenbergbau

200 Jahre

- 1808 (20. Februar) **Friedrich Wilhelm Schwamkrug** geboren († 1880), Student 1826/30, Oberkunstmeister (verantwortlich für Bau und Erhaltung bergmännischer Maschinen) im sächsischen Bergbau, Erfinder einer nach ihm benannten Turbine, Lehrer an den Technischen Staatslehranstalten Chemnitz
- 1808 (3. April) **Georg Carl Theodor Buderus** geboren († 1873), Student 1828, Gründer des bedeutenden Hüttenwerkes „Sophienhütte“, später Hauptwerk der Buderusschen Eisenwerke in Wetzlar
- 1808 (2. Oktober) **Bernhard Konstantin Ludwig Braunsdorf** geboren († 1886), Student 1826, nach Auflösung des Oberbergamtes 1869 erster Direktor am neu gebildeten Bergamt Freiberg
- 1808 (24. Oktober) **Bernhard von Cotta** geboren († 1879), 1842–1874 Professor für Geognosie, Versteinerungslehre und (ab 1851) Erzlagerstätten
- 1808 (6. Dezember) **August Krantz** geboren († 1872), Student 1832/33, Gründer des „Rheinischen Mineralien-Kontor“ in Bonn (berühmtes Mineraliengeschäft, Firma besteht noch heute)
- 1808 Der Kunstmeister und Maschinendirektor **Christian Friedrich Brendel** (1776–1881), Student 1797/1801, erbaute

für die Saline Dürrenberg die erste Dampfmaschine Sachsens (Fertigstellung 1811)

175 Jahre

- 1833 (30. März) **Daniel Friedrich Hecht** gestorben (geb. 1777), Student 1803, 1816–1833 Professor für Mathematik, Theoretische Markscheidekunst und (ab 1827) Bergmaschinenlehre
- 1833 (8. August) **Carl Gustav Kreischer** († 1891), Student 1858/62, 1871–1891 Professor für Bergbaukunde und Aufbereitung, ab 1874 nebenamtlich Leiter der Bibliothek der Bergakademie
- 1833 (27. Januar) **Isaias Carl Gustav Richter** geboren († 1884), Professor an der Forstakademie Tharandt, 1882–1884 nebenamtlich Vorlesungen über Volks- und Staatswirtschaftslehre sowie Versicherungswesen an der Bergakademie
- 1833 (6. Dezember) **Albin Julius Weisbach** geboren († 1901), Student 1850/1853, 1860–1868 Dozent, ab 1863 Professor für Physik sowie 1866–1890 Professor für Mineralogie
- 1833 (22. November) **Carl Wilhelm von Oppel**, Sohn des Mitbegründers der Bergakademie, gestorben (geboren 1767), Student 1782, Direktor des Steinkohlenwerkes im Plauenschen Grund (bei der Stadt Dresden)
- 1833 (6. Januar) **Fausto Delhuyar** gestorben (geb. 1755), Student 1778/79, Gründer einer Bergakademie (Colegio de Minería) in Mexiko, Leiter des mexikanischen Bergwesens

150 Jahre

- 1858 (22. Januar) **Carl Friedrich Plattner** gestorben (geb. 1800), Student 1817–1820, 1842–1856 Professor für Hüttenkunde und Lötrohrprobierkunde, ab 1851 auch Eisenhüttenkunde
- 1858 (25. Mai) **Karl Julius Kretschmar** geboren († 1929), 1891–1898 Professor für Allgemeine Rechtskunde und Bergrecht, 1898–1907 Direktor des Bergamtes Freiberg
- 1858 (24. November) Richard Beck geboren († 1919), 1895–1919 Professor für Geologie, Lagerstätten- und Versteinerungslehre, 1911–1913 Rektor der Bergakademie

125 Jahre

- 1883 (29. Januar) **Friedrich Adolf Wilfers** geboren († 1959), 1928–1934 Professor für Mathematik und darstellende Geometrie, aus politischen Gründen entlassen
- 1883 (1. Februar) **Georg Spackeler** ge-

boren († 1960), 1946–1953 Professor für Bergbaukunde

- 1883 (4. Februar) **Cornelius Netter** geboren († 1954), 1946–1954 Professor für Verformungskunde sowie 1945–1951 Vertretung der Professur für Betriebs- und Volkswirtschaftslehre
- 1883 (16. April) **Carl Maximilian Ehregott Edler von der Planitz** gestorben (geb. 1711), Oberbergrat, 1869–1871 Mitglied der Bergakademie-Direktion
- 1883 **August Ferdinand Coith** († 1894), Kustos der Bibliothek der Bergakademie, d. h. erster hauptamtlicher Bibliothekar

100 Jahre

- 1908 (29. Juli) **Leo Gottschalk** geboren († 1971), 1949–1970 Direktor der Arbeiter- und Bauernfakultät der Bergakademie

75 Jahre

- 1933 (8. Mai) **Victor Goldschmidt** gestorben (geb. 1853), Student 1871/74, Professor für Mineralogie in Heidelberg, 1923 Ehrendoktor der Bergakademie

50 Jahre

- 1958 (29. Mai) Einweihung des neuen Gebäudes der Geologischen Institute (Bernhard-von-Cotta-Straße 2) und Namensverleihung „Humboldt-Bau“
- 1958 (14. Oktober) **Alfred Dierichs** gestorben (geb. 1903), 1952–1958 Professor für Organische Chemie und Chemie der Kohle und Öle, 1955–1958 Prorektor für Forschungsangelegenheiten
- 1958 Fertigstellung und Bezug des neuen Institutsgebäudes der Gas-Institute (Gustav-Zeuner-Straße 7), 1992 Namensgebung „Lampadius-Bau“

25 Jahre

- 1983 (20. März) **August Götte** gestorben (geboren 1901), 1965 Ehrendoktor der Bergakademie, Professor und Direktor des Institutes für Aufbereitung, Kokerei und Brikettierung der RWTH Aachen
- 1983 (23. Mai) **Helmut Kirchberg** gestorben (geboren 1906), Student 1924/25, 1947–1960 Professor für Aufbereitung und Bergbaukunde, 1953–1955 Rektor der Bergakademie

20 Jahre

- 1988 (4. Mai) Fertigstellung/Einweihung Tagebautechnikum (Gustav-Zeuner-Str. 1A)
- 1988 (17. Juni) Hochschulvertrag mit dem Staatlichen Bergbauinstitut (TU) von St. Petersburg

■ Norman Pohl, Roland Volkmer

Erstsemesterfahrt „Geotechnik und Bergbau“ 2006



Auch 2006 wurde an der Tradition festgehalten, dass wir, die Studenten des 3. Semesters GtB, für die „Erstis“ unseres Studienganges eine Kennenlernfahrt oder auch ERSTI-Fahrt veranstalten.

Wir waren von Erfahrungswerten der vergangenen Einschreibungszahlen ausgegangen und hatten uns für eine nette, kleine Unterkunft in der Sächsischen Schweiz, die Burg Hohnstein, ein Wahrzeichen der Sächsischen Schweiz und ideal für unsere Wochenendgestaltung, entschieden. Nun konnte alles beginnen!

Erst am Tag der Abfahrt, dem 3.11.2006 stand die endgültige Teilnehmerzahl fest. Zu unserem Bedauern konnten von 60 nur 30 Erstsemester mitfahren. Allerdings wurde die Reisegruppe noch durch 12 Studenten des 3. Semesters GtB aufgestockt, so dass wir über das gesamte Wochenende 42 wissensdurstige und unternehmungslustige Studenten waren.

Nach gut zweistündiger Busfahrt stand die erste schwere Aufgabe für alle an. Der Bus musste komplett entladen werden und das hieß Schwerstarbeit bei den mitgebrachten Mengen an Getränken und Organisationsmaterial. Nachdem dann alle ihre Zimmer im Wachturm der Burg bezogen hatten, zog langsam etwas Ruhe in die Gänge ein. Doch da hatte man nicht mit uns gerechnet, denn der Abend war komplett verplant. Prof. Häfner (Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau) zog alle mit der historisch-politischen Entwicklungsgeschichte der Institute in seinen Bann. Anschließend hielten dann auch

unsere zwei angekündigten Gäste Sebastian Wagner und Christoph Nicolai (Institut für Bergbau und Spezialtiefbau) ihre anschaulichen und informativen Vorträge über von ihnen gewählte Vertiefungsrichtungen. Als die Vorträge endeten, gab es nur noch einen Wunsch: „Essen“. Der Grill war angeheizt, das Bier reichlich vorhanden, gegessen wurde allerdings draußen. Es dauerte nicht lange und die ersten verlangten nach Glühwein und Lagerfeuer. Nachdem die ERSTI's den Tipp bekommen hatten, sich im Burggarten umzuschauen, kamen sie nun in den Genuss der inneren und äußeren Wärme. Von nun an konnte jeder den Abend auf seine Weise ausklingen lassen. Doch halt! Eines hätten wir fast vergessen, es gab ja noch einen Höhepunkt des Abends. Wie die Tradition es verlangt, sangen wir um Mitternacht den „Steiger“. Da die Liedtexte rechtzeitig verteilt worden waren, hatten die Erstis noch genug Zeit den Text zu lernen. Und jeder, egal ob erstes oder drittes Semester oder Professor, jeder sang mit voller Stimme mit, und der Abend war rundum gelungen.

Als am nächsten Morgen alle gut gefrühstückt und wir unsere Materialien verpackt hatten, konnte es zu einer fünf- bis sechsstündigen Wanderung quer durch die Sächsische Schweiz losgehen. Als wir von der Burg runter und in Richtung Hockstein unterwegs waren, verhieß das Wetter stabil zu bleiben, denn es fing zwar an zu schneien, nicht aber zu regnen, wie der Wetterbericht es vorhergesagt hatte.

Der Anstieg auf den Hockstein sollte

die erste Bewährungsprobe werden. Oben angekommen, machten wir eine kurze Rast bei schönstem Schneetreiben. Auf dem weiterem Weg zur Bastei, dem Höhepunkt unserer Wanderung, mussten wir „zwangsläufig“ durch die Schwedenlöcher. Das heißt in Zahlen, ein über 2 km langer Anstieg mit mehr als 700 Stufen und einer Hand voll Leitern. Aber als ob das nicht genug gewesen wäre, fing es trotz aller Hoffnungen doch noch an zu regnen. Als wir uns nach einer längeren Pause alle wieder zusammengefunden hatten, begann der scheinbar letzte Aufstieg zur Bastei. Kaum auf dieser „hoch über Rathen“ angekommen, verfolgte uns die Pechsträhne weiter. Selbst das Gruppenfoto wäre uns fast verwehrt geblieben, denn ab jetzt fing es an wie aus Eimern zu schütten. Wir entschlossen uns schnellstens gen Burg aufzubrechen. Unser Weg führte weiter durch den Kurort Rathen und durch das Polentzetal, dem letzten kraftraubenden Anstieg entgegen. Nach fünf Stunden waren dann die Ersten wieder im Burghof angelangt und wollten nur noch eine warme Dusche und etwas Schlaf.

Als alle sich etwas erholt hatten, war es auch schon wieder Zeit für die letzte „Pflicht“ des Tages. Die Erstsemester bekamen auch an diesem Abend interessante und ausdrucksvolle Vorträge der Geotechnik (Dr. Hausdorf) und der Bohrtechnik (Prof. Häfner) geboten. Sie informierten die Studenten über die Tätigkeiten ihrer Institute und berichteten auch von aktuellen Exkursionen, Technologie- und Energietrends.

Wir hatten uns dazu entschlossen, an diesem Abend eine Turmparty ins Leben zu rufen. Innerhalb kürzester Zeit ergab sich eine super Stimmung über drei Etagen. Trotz aller Erschöpfung schafften wir es aber auch in dieser Nacht, um Punkt Null Uhr den „Steiger“ zu singen, diesmal aber nicht im Burggarten, sondern im Burghof mit Blick auf die Stadt Hohnstein. Am letzten Tag war dann noch genügend Zeit bis zum Mittag für ein Video über die Grubenwehrübung auf der „Reichen Zeche“. Und so endeten drei Tage voller Spaß, Wissenschaft und Begegnung.

■ Eva Dierkes, Sascha Noll und Steven Bertl

PS: Ohne die großzügigen Spenden der Institute, Vereine und Firmen hätte diese Fahrt nicht stattfinden können. Wir bedanken uns hiermit bei: Dekanat 3, Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau, Fachschaftsrat 3, Verein für Geotechnik, Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, ExxonMobile.

Ein halbes Jahr Trondheim

Zugegeben, es waren nur fünf Monate, aber wer wird schon zählen?! Außerdem kann ich jedem, der sich in das Abenteuer Ausland stürzen will, nur empfehlen, für ein ganzes Jahr zu gehen. Ein halbes ist oft nicht genug, um sich auf das Leben im fremden Land vollkommen einzulassen, um feste Freundschaften zu schließen oder um die Sprache wirklich gut zu lernen. Dieser Erfahrungsbericht soll allen Mut machen, die sich bis jetzt noch nicht dazu durchringen konnten diesen Schritt zu vollziehen, und die Entscheidung erleichtern – man wird es nicht bereuen!

Warum Norwegen, warum Trondheim?

Für alle, die die Natur lieben, gern draußen sind und das Abenteuer Wildnis suchen, wird sich die Frage „Warum Norwegen?“ erübrigen. Auch für mich war genau dieser Reiz der ausschlaggebende Faktor, um nach Norwegen zu gehen. Aber natürlich finden sich auch noch andere Vorteile: Für einen Deutschen bedarf es keiner großen Umstellung der Lebensumstände – Norwegen ist, obwohl es kein EU-Mitgliedsland ist, doch sehr europäisch. Das Erlernen der Sprache fällt auch recht leicht. Und wenn man keine Lust auf eine neue Sprache hat, kommt man mit Englisch überall weiter. Das Studium kostet nichts, die Hochschulen sind aber sehr gut ausgestattet. Viele Vorlesungen (vor allem im Masterstudium) werden auf Englisch angeboten.

Weshalb die Wahl letztendlich auf Trondheim fiel, liegt an der guten Verbindung meiner Heimathochschule (Technische Universität Bergakademie Freiberg) zu der hiesigen (NTNU). Schon im Vorfeld konnte ich mich mit vielen anderen Studenten unterhalten, die diesen Schritt bereits getan hatten. Ihre positiven Berichte haben mich dann schnell von dieser Stadt und dieser Universität überzeugt. Und ich kann sagen, dass meine Erwartungen nicht enttäuscht wurden.

Bevor man sich entschließt, für eine gewisse Zeit nach Norwegen zu gehen, sollte man eines wissen – Norwegen ist nach Island das zweit teuerste Land der Welt! Also muss die Finanzierung geklärt sein. Ich persönlich wurde über die VNG (Verbundnetz Gas AG) gefördert. Darüber hinaus habe ich noch Auslands-BAföG erhalten, was ich wiederum nur empfehlen kann. Erstens erhält man dieses zusätzlich zu der Regelstudienzeit und zweitens

kann man hier oben jeden Euro (Krone) gebrauchen.

Anreise

Viele Wege führen nach Rom – und auch Trondheim ist über mehrere Wege zu erreichen. Die beste Variante ist wohl, mit dem eigenen Auto anzureisen oder noch besser, jemanden zu finden, der das gleiche Ziel hat. So kann man zum Beispiel viel mehr Gepäck mitnehmen als mit dem Flugzeug. Leider ist es aber auch die teuerste Variante, da so oder so – entweder per Fähre oder über Brücken – die Ostsee überquert werden muss. Die hohen Spritpreise tun ihr Übriges. Die schnellste Variante, nach Trondheim zu gelangen, ist das Flugzeug. Leider gibt es von Deutschland aus keine Direktflüge, so dass stets ein Zwischenstopp in Oslo fällig wird. Günstige Angebote findet man bei norwegian.no (auch auf Deutsch und Englisch) und auch germanwings fliegt Oslo an (jeweils von Berlin).

Die günstigste Variante ist, bis Oslo zu fliegen und von dort aus weiter mit dem Bus (lavprisexpressen.no) nach Trondheim zu fahren. Jedoch ist hierfür eine sehr frühe Buchung nötig, um auch wirklich in den Vorzug eines Spartickets zu gelangen. Das gleiche gilt für Zugfahrten: hier bietet die NSB bei entsprechend früher Buchung sogenannte minipris-Tickets an. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, die gesamte Strecke mit Bus oder Bahn zurückzulegen. Ich hatte das Glück, von Freunden bis Oslo im Auto mitgenommen zu werden und habe für das restliche Stück die besagte Billig-Buslinie genutzt.

Reisen im Land

Es wäre vermessen zu sagen, man fahre nach Norwegen nur des Studierens wegen. Dieses Land bietet mit seiner schier endlosen Weite und unberührten Natur die besten Voraussetzungen für Entdeckungstouren. Leider ist man hier ohne Auto recht aufgeschmissen. Die norwegische Bahn (NSB) bietet zwar eine günstige Möglichkeit des Reisens, doch sind selbst so bekannte Ziele, wie der Geiranger Fjord oder der Preikestolen mit ihr nicht zu erreichen. Norwegen ist schlichtweg zu dünn besiedelt, um ein verzweigteres Streckennetz zu bieten.

Für alle, die mit dem Auto anreisen oder sich durch die teilweise schlechte Bahnanbindung nicht abschrecken las-



DNT-Hütte Munkebu auf der Lofoteninsel Moskenøy

sen wollen, sei der Reiseführer von lonely planet zu empfehlen. Dieser bietet neben wichtigen Informationen zu Städten (und anderen Ansiedlungen) zahlreiche Tipps für Individualtouristen und Entdecker.

Ich selbst habe den Besuch meiner Freundin zum Anlass genommen, mit ihr das Land zu erkunden. So führte uns die erste Reise mit Bahn und Fähre auf die Lofoten, wo wir mit Rucksack und Zelt zwei der Inseln erkundet haben.

Für eine zweite Tour haben wir uns ein Auto gemietet und sind damit über den Jotunheimen Nationalpark, Bergen und den Preikestolen nach Stavanger gefahren, von wo aus es mit dem Zug zurück nach Trondheim ging.

Sprachkurs

Vor Beginn der eigentlichen Vorlesungszeit ist es möglich, an einem drei- bzw. vierwöchigen Intensivsprachkurs teilzunehmen. Hier lernt man die nötigen Grundlagen, um sich im täglichen Leben verständigen zu können. Wie gesagt, es sind jedoch nur Grundlagen – daher sollte man auch versuchen, einen Platz im semesterbegleitenden Sprachkurs zu bekommen (frühes Anmelden nötig!). Das International Office der NTNU bietet während des vorbereitenden Kurses ein reichhaltiges und gut organisiertes Social Program an. Dieses reicht von Grillabenden über Feiern bis hin zu Wochenendausflügen, wobei man die anderen Austauschstudenten kennen lernen und erste Freundschaften schließen kann. Um die Sprache jedoch richtig zu lernen, hilft es nur, sich zu unterhalten. Das ist manchmal gar nicht so einfach, da die Norweger sofort mit Englisch anfangen, sobald sie merken, dass man ein Ausländer ist. An sich ist das zwar sehr freundlich, aber nicht wirklich hilfreich. Man sollte sie daher bitten, norwegisch zu sprechen – aber langsam! Im Sprachkurs lernt man die offizielle Sprache Bokmål. Gesprochen wird hier aber der Trønder Dialekt, so dass die Verständigung manchmal schwerfallen kann.



Lomer Stabkirche am Jotunheimen Nationalpark

Unterbringung

Die meisten ausländischen Studenten kommen im Moholt Studentby unter. Das ist das größte von Trondheims zahlreichen Studentendörfern. Es besteht aus vielen roten Ziegelsteinhäusern, die über eine überschaubare Anlage verteilt sind. Dabei wohnt man meist in 4er-WGs mit einer großen gemeinschaftlichen Küche.

Mir wurde jedoch eine Wohnung in einem etwas abgelegeneren Teil des Studentendorfes zugewiesen, wo anstelle der großen Ziegelsteinhäuser kleinere Holzbauten zu finden waren. Hier wohnte ich in einer 2er-WG zusammen mit einer norwegischen Studentin. Insgesamt war es hier viel ruhiger, da die meisten Partys im Hauptkomplex von Moholt stattfanden. Jedoch muss man dafür auch eine höhere Miete in Kauf nehmen.

Man sollte sich auch nicht wundern, wenn man bis zur Ankunft in Trondheim keine Bestätigung für die Wohnung erhält. So reist man mit einem unguuten Gefühl im Bauch an, um dann zu erfahren, dass doch alles geklappt hat. Die Wohnungsverwaltung hält es anscheinend nicht für nötig, einem Bescheid zu geben, ob man ein Zimmer erhalten hat – und das ging allen so, mit denen ich mich unterhalten hatte! Also keine Sorge, in der Regel bekommen alle Austauschstudenten einen Wohnheimplatz.

Studium

In Trondheim leben knapp 146.000 Menschen, davon sind etwa 20.000 Studenten. Trotz dieser Größe ist es ein sehr angenehmes und fast familiäres Studieren an der NTNU. Die Klassenstärke beträgt meist nur um die 20 bis 30 Studenten und es wird großer Wert auf engagiertes Mitarbeiten gelegt. Zu den Vorlesungen finden häufig auch Übungen statt, die einem das theoretische Wissen praktisch näher bringen. Darüber hinaus gibt es noch relativ viele Hausaufgaben, wodurch man zum Lernen über das ganze Jahr „gezwungen“ wird.

Hervorzuheben ist auch die gute fi-



Bryggen -- das alte Handelsviertel von Bergen

nanzielle Lage der Universität. So fehlt es nirgends an Arbeitsmitteln, die Hörsäle und Klassenräume sind modern und die Labors und Computerkabinette gut ausgestattet – drucken kann man natürlich überall kostenlos!

Nun muss man sich vor Reiseantritt überlegen, welche Vorlesungen man besuchen möchte und welche eventuell an der heimatischen Hochschule anerkannt werden. Bei der Wahl der Kurse hilft der ECTS catalogue der NTNU. Hier findet man alle Fächer und kann nach Studienrichtung und Sprache suchen. Vor allem die Vorlesungen der Masterstudiengänge werden auf Englisch gehalten, aber auch einige andere.

In Freiberg studiere ich Mineralogie mit der Vertiefung Technische Mineralogie. Leider gibt es diesen Studiengang in Trondheim nicht, sodass ich meine Fächer frei zusammenstellen musste. Erschwerend kam hinzu, dass viele Kurse, die mich interessierten, nur alle zwei Jahre oder nur im Frühjahrssemester angeboten wurden. So habe ich mich fachübergreifend in Petroleum Geology und High Deviation Drilling weiter gebildet. Damit konnte ich einen Einblick in Norwegens wichtigsten Wirtschaftszweig gewinnen und mein Wissen in diesem Gebiet erweitern.

Freizeit

An Möglichkeiten einer aktiven Freizeitgestaltung mangelt es in Trondheim wahrlich nicht! Neben Sport und Kultur kann man natürlich auch feiern.

Der NTNUI (NTNUs Sportverein) bietet ein reichhaltiges Angebot an sportlichen Aktivitäten. Von Fußball über Volleyball, Baseball, American Football bis hin zu Skilanglauf kann man hier so gut wie alles machen. Ein ganz besonderes Erlebnis stellt wohl eine Übernachtung auf einer der zahlreichen Koiene dar. Das sind mehr oder weniger große Berghütten rund um Trondheim und Umgebung, die vom NTNUI betreut werden. Diese kann man als Mitglied sehr kostengünstig mieten und



Mein Wohnheim im Sommer

von dort aus Wanderungen oder Ski-Touren in Norwegens Wildnis unternehmen.

Kulturell bietet Trondheim mit seiner über 1000-jährigen Geschichte sehr viel. Allein schon der beeindruckende Nidarosdom mit dem angrenzenden Erzbischöflichen Palais ist einen Besuch wert! Daneben bietet das überschaubare Stadtzentrum viele alte und liebevoll restaurierte Holzhäuser, einige Museen und den Stiftsgärten – Skandinaviens größtes Holzpalais. Über der Stadt thront die Festungsanlage Kristiansten, die nachts eindrucksvoll beleuchtet wird.

Wenn man als Student selbst aktiv werden will, kann man einer der vielen Musik-, Tanz- oder Theatergruppen beitreten. Auch hat die Universität einen eigenen TV- und Radiosender und eine Studentenzeitung. Zentrum dieser kulturellen Aktivitäten ist das Studentersamfundet.

Damit bin ich auch schon beim Thema Party angekommen, was ja alle Studenten interessieren dürfte. Neben den verschiedenen Basements (Partykeller im Studentendorf Moholt) und diversen Clubs im Stadtzentrum ist das Studentersamfundet das Partyzentrum. Hier finden viele kleinere und auch größere Konzerte statt und jeden (!) Samstag ist was los. Darüber hinaus haben auch Theater- und Kinovorführungen ihren Platz im Programm. Für Mitglieder ist der Eintritt meistens frei, Nichtmitglieder müssen einen Preis von 40 NOK für die Veranstaltungen bezahlen.

Resümee

Der Aufenthalt in Trondheim war für mich sehr erfahrungsreich und interessant. Neben schönen Erlebnissen und vielen Einblicken in das norwegische Leben habe ich auch gelernt, was es bedeutet, allein in ein fremdes Land zu gehen – auf sich selbst gestellt zu sein.

Ich möchte der VNG danken, dass sie es mir durch ihr Stipendium ermöglicht hat, all diese Erfahrungen und Eindrücke zu sammeln.

■ Mathias Klinger

Bernhard-von-Cotta-Preis 2006

Vergleichende Untersuchung von Methoden zur vertikalen Lagerstättenzonierung

Kurzreferat

Die Diplomarbeit zu diesem Thema entstand zwischen November 2005 und Februar 2006 bei den Erdölwerken der Wintershall AG in Barnstorf.

Das Ziel war es, anhand einer nordwestdeutschen Gaslagerstätte im Rotliegenden verschiedene Methoden zur Permeabilitätsprognose miteinander zu vergleichen. Die Arbeit umfasste dazu zwei Aufgabenbereiche. Ein Bereich beschäftigte sich mit der Identifizierung von Hydraulic Units in der Lagerstätte auf Basis von Porositäts- und Permeabilitätsdaten aus Labormessungen. Diese Art der Lagerstättenzonierung ermöglicht Permeabilitätsprognosen nach der Flow Zone Indicator Methode und bietet eine Alternative zur klassischen Fazieszonierung. Es konnte gezeigt werden, dass die Einteilung in Hydraulic Units nach dem Flow Zone Indicator Prinzip für die vorliegende Lagerstätte zu sehr guten Porositäts-Permeabilitäts-Beziehungen führt. Der andere Aufgabenbereich beschäftigte sich mit der Erweiterung der Permeabilitätsprognosen auf ungekernte Bohrungen und Bohrlochabschnitte. Dazu war die Identifizierung von Hydraulic Units auf Basis von Logdaten (entlang der Teufenachse aufgenommene Werte von Messungen im Bohrloch) notwendig, wofür unter anderem ein künstliches neuronales Netzwerk verwendet wurde.

Motivation

Für die dynamische Modellierung von Fluidlagerstätten sind detaillierte Informationen über die Permeabilitätsverteilung im Träger notwendig. Aus den mehr oder weniger standardisierten geophysikalischen Messungen am offenen Bohrloch lassen sich unter anderem zwar Größen, wie die Porosität und Dichte, verhältnismäßig gut bestimmen, Permeabilitäten jedoch nicht. Direkte Permeabilitätsmessungen können nur an Probekörpern aus Bohrkernen erfolgen. Da aus wirtschaftlichen Gründen nicht alle Bohrungen gekernt werden, ist die Informationsdichte in den Lagerstätten entsprechend gering. Deshalb sind Permeabilitätsprognosen in ungekernten Bohrungen und Bohrlochabschnitten erforderlich. Klassische Porositäts-Permeabilitäts-Beziehungen sind dafür meist zu unzuverlässig, weil dadurch die vorhandene Datenstreuung ignoriert wird und die Variabilität der Permeabilität nicht ausreichend charakterisiert werden kann (Abbildung 1). Auch die Gruppierung der Porositäts- und Permeabilitätsdaten nach ihrer Fazieszugehörigkeit führt meistens nicht zu einer Verbesserung der Porositäts-Permeabilitätskorrelationen.

Methodik

Die hydraulischen Eigenschaften eines Gesteins sind an die komplizierte Geome-

trie des Porenraumes gebunden. Gruppieren man die Gesteine nach ihrer Textur in verschiedene Typen, so erhält man Gruppen, die ähnliche Korn- und Porengrößenverteilungen aufweisen. Eine Hydraulic Unit (HU) wird daher als ein repräsentatives Einheitsvolumen eines Lagerstättengesteins definiert, innerhalb dessen einheitliche strömungsbeeinflussende Eigenschaften vorherrschen. Hydraulic Units stehen zwar in Beziehung zur geologischen Faziesverteilung, sind aber nicht notwendigerweise an ihre Grenzen gebunden und können, je nach sedimentologischer Textur, mehrere Faziestypen umfassen.

Die Hydraulic Units einer Lagerstätte können aus den Porositäts- $[\phi_e]$ - und Permeabilitätsdaten $[k$ in mD] von Kernmessungen ermittelt werden. Die Technik dazu beruht auf der Berechnung des Flow Zone Indicators $[FZI$ in $\mu\text{m}]$ aus dem Verhältnis von Porenraum- zu Matrixvolumen $[\phi_z]$ und dem Reservoir Quality Index $[RQI$ in $\mu\text{m}]$ aus Gleichung 1. Die Gleichung ist vom Permeabilitätsmodell nach KOZENY-KARMANN abgeleitet. Gesteine mit ähnlichen FZI-Werten gehören zur selben Hydraulic Unit und sind entsprechend in ihren porengeometrischen Eigenschaften ähnlich.

$$FZI = \frac{RQI}{\phi_z} = \frac{0,0314 \sqrt{\frac{k}{\phi_e}}}{\left(\frac{\phi_e}{1-\phi_e}\right)}$$

Die Gruppierung der Daten nach dieser Methode führt zu deutlich verbesserten Porositäts- und Permeabilitätsbeziehungen, wie aus Abbildung 2 hervorgeht. Die Herausforderung besteht darin, die vertikale Verteilung der Hydraulic Units auch in ungekernten Bohrungen und Bohrlochabschnitten aus Logdaten ermitteln zu können, um über die Porositäten die Permeabilitäten zu bestimmen.

Dazu müssen jene Bohrlochlogs (Messungen im Bohrloch zur Bestimmung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Gesteins und seiner Porenfluide) gefunden werden, die am ehesten mit dem FZI korrelieren und außerdem in allen Bohrungen verfügbar sind. Im Falle der untersuchten Lagerstätte waren dies das Gamma Ray (GR), das Sonic (DT) und das Density (RHOB) Log. Damit konnte eine Trainingsdatenbank erstellt werden, die die FZI Werte der Kerndaten enthielt und ihre jeweilig zugehörigen Logwerte, die den Logs in der entsprechenden Kernteufe entnommen wurden. Die Trai-

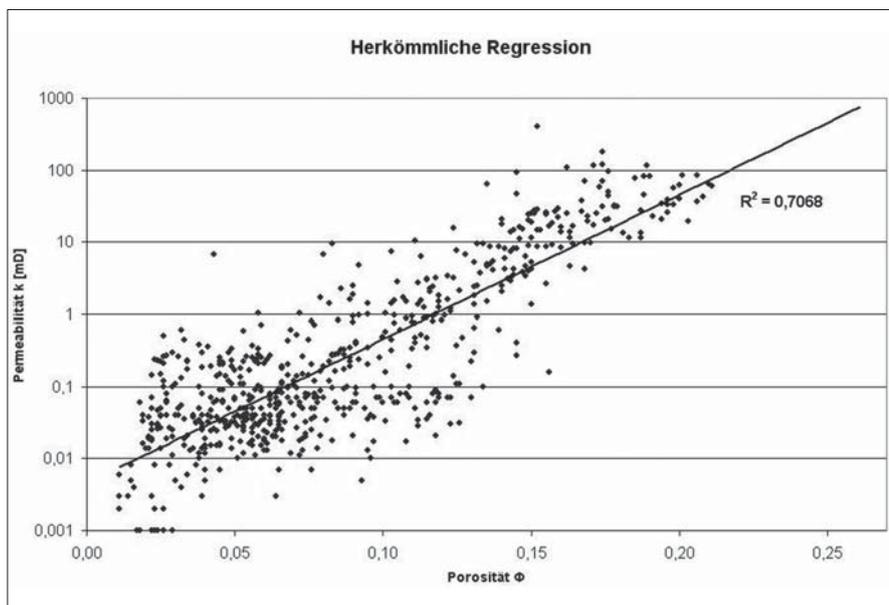


Abb. 1: Klassisches Porositäts-Permeabilitätsdiagramm

ningsdatenbank ist quasi ein künstliches Bohrlochlog, auf das verschiedene Algorithmen angewendet werden können. Dadurch können in einer ungekehrten Bohrung aus den Logdaten der FZI und damit die vertikale HU-Verteilung prognostiziert werden. Ist die vertikale HU-Zonierung ermittelt, können die Permeabilitäten unter Verwendung eines Porositätslogs und der für die HU spezifische Porositäts-Permeabilitätsbeziehung errechnet werden. Die vielversprechendste Methode für derartige Prognosezwecke ist die Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerkes (KNN). Andere Methoden wurden ebenfalls untersucht, werden aber an dieser Stelle nicht weiter vorgestellt. Künstliche neuronale Netzwerke zeichnen sich besonders durch ihre Lernfähigkeit aus und sind nach einer Trainingsphase in der Lage, stark verrauschte oder unvollständige Informationen zu klassifizieren.

Ergebnisse

Nach dem Trainieren des KNN an der Trainingsdatenbank konnte die vertikale Verteilung der Hydraulic Units in allen Bohrungen der Lagerstätte erfolgen. In der untersuchten Lagerstätte variiert die Permeabilität in kleinen Teufenschritten oft um mehrere Größenordnungen. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 3 zu sehen, in der die Permeabilitäten aus Kernmessungen und Prognosen in der Bohrung WIDA-Z16 entlang der Teufenachse aufgetragen sind. Die mit der Hydraulic-Unit-Klassifizierung verbundenen Permeabilitätsprognosen konnten diese Variabilität sehr gut charakterisieren und übertrafen in dieser Hinsicht die Ergebnisse jener Prognosen, die auf Porositäts- und Permeabilitätsbeziehungen von Faziesgruppen beruhen. Bei der Gruppierung nach Faziestypen wird nur auf die Ablagerungsräume der Sedimente Bezug genommen. Eine nachfolgende Diagenese bleibt dabei außen vor, welche in diesem Falle für den hohen Permeabilitätskontrast in der Lagerstätte verantwortlich ist.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, danken. Mein Dank geht besonders an Prof. Frieder Häfner für die Betreuung seitens der TU Bergakademie Freiberg und an die Wintershall AG, die mir die Möglichkeit gab, dieses Thema in ihrem Hause in Barnstorf zu bearbeiten. Ganz besonders herzlich danke ich dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg für die Anerkennung dieser Arbeit durch die Verleihung des Bernhard-von-Cotta-Preises.

■ Torsten Eden

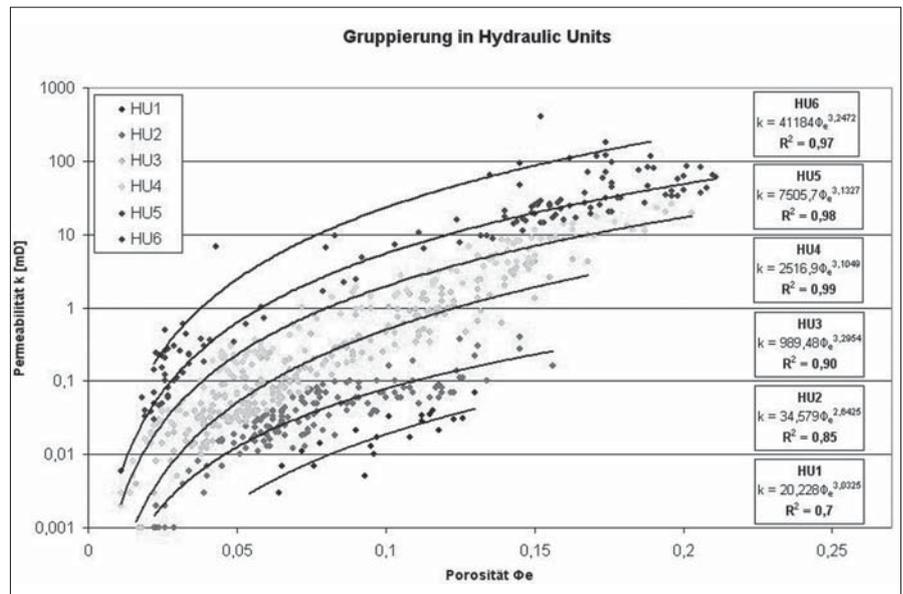


Abb. 2: Nach HU gruppiertes Porositäts- und Permeabilitätsdiagramm

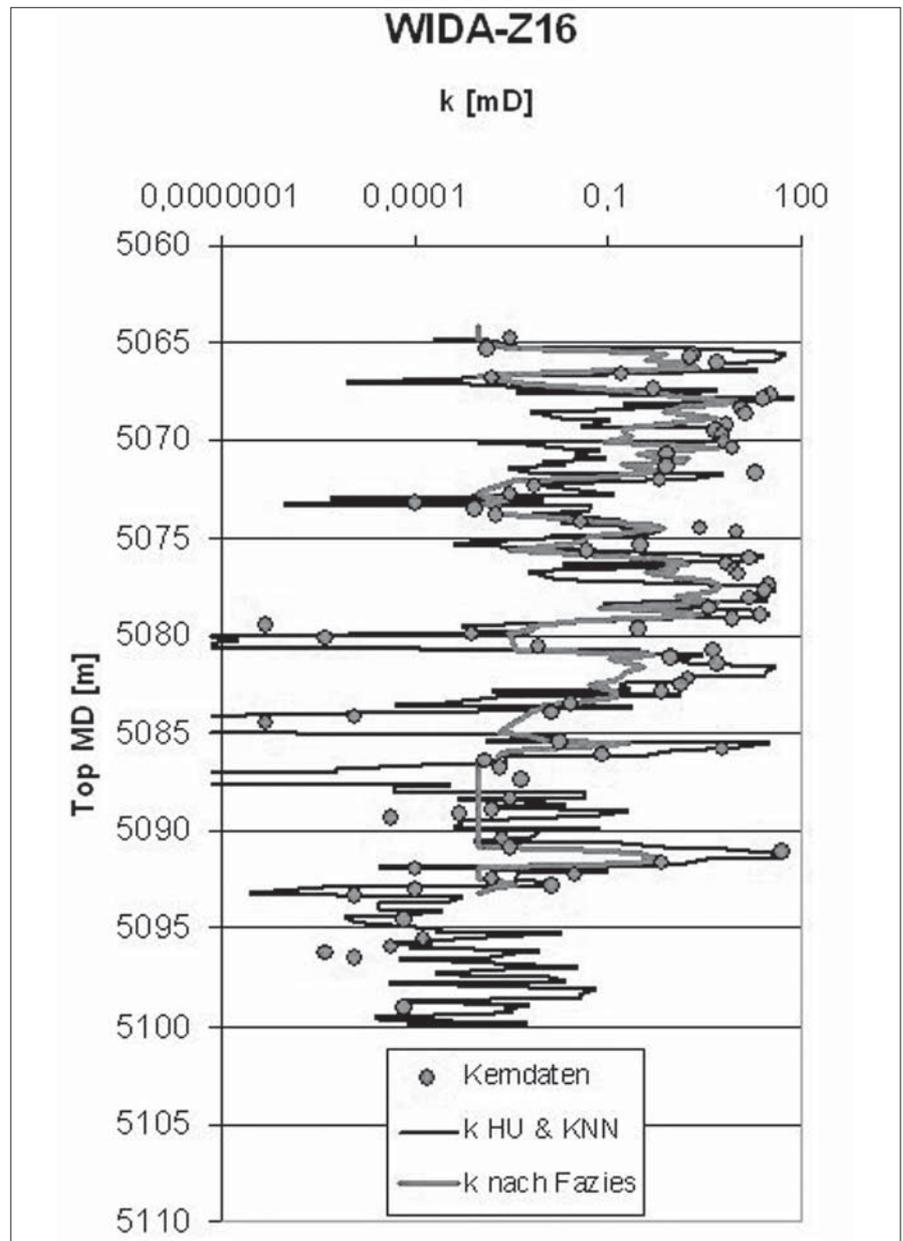


Abb. 3: Vergleich zweier Prognosemethoden

Abenteuer Nahost

Praxissemester in Israel



Gesine Heiber in Yafo am Mittelmeer

Mit der Ankunft am 29. September 2006 in Tel-Aviv hatte unser Praxissemester in Israel begonnen. Unser Betreuer Prof. Cohen empfing uns am Flughafen. Von dort ging es weiter nach Beer-Sheva, der größten Stadt der Negev Wüste. In den folgenden fünfmonatigen Monaten haben wir an der Ben-Gurion-Universität in Beer-Sheva unsere jeweiligen Praxisarbeitsthemen bearbeitet.

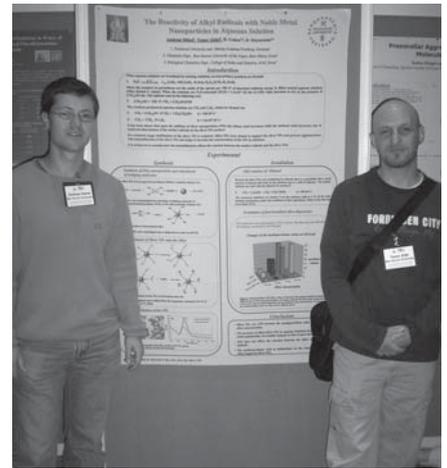
Gesine Heiber hat sich mit dem Thema „Flyash as a Chemical Scrubber for Toxic Trace Elements“ befasst. Während der Verbrennung von Kohle fallen große Mengen an Flugasche an, die bisher nur teilweise in der Zementindustrie weiterverarbeitet werden können. Ein weiterer möglicher Verwendungszweck ist die Nutzung der Flugasche als ein chemisches Absorptionsmittel für Industrieabwässer. Dafür wurden Absorptionsuntersuchungen mit schwermetallionenhaltigen Lösungen durchgeführt. Experimente ergaben, dass Kupfer- und Bleiionen sehr gut durch Flugasche absorbiert werden (mit wachsendem pH-Wert intensiver). Dies wurde dadurch bewiesen, dass bei Proben mit Flugasche mehr Metallionen-Absorption/Präzipitation stattfand als im Falle des Verzichts auf Flugasche bei gleichem pH-Wert.

Andreas Hänel beschäftigte sich mit dem Thema „The Reactivity of Aliphatic Radicals with Immobilized Noble Metal Nanoparticles in Aqueous Solutions“. Un-

tersuchungen in den vergangenen Jahren haben gezeigt, dass die Kolloide der Edelmetalle katalytisch aktiv sind. Um die Kolloide für industrielle Anwendungen nutzbar zu machen, müssen diese an einem Träger fixiert werden. Es wurden SiO_2 -Nanopartikel gezüchtet, auf deren Oberfläche später Silberkolloide angeheftet wurden. In den darauffolgenden Experimenten wurde untersucht, inwieweit die SiO_2 -Partikel die katalytischen Eigenschaften der Silberkolloide beeinflussen. Dafür wurden mittels Gammastrahlung Methylradikale in einer wässrigen Dispersion erzeugt. In Anwesenheit der Edelmetallkolloide wird ein Großteil der Radikale eingefangen und dimerisiert zu Ethan. Somit konnte einerseits während des Praxissemesters eine Methode entwickelt werden, mit der die Edelmetallkolloide an einem Träger fixiert werden können und andererseits konnte experimentell nachgewiesen werden, dass die immobilisierten Kolloide weiterhin katalytisch aktiv sind.

Vom 6. bis 7. Februar hatten wir zur Konferenz der Israelischen Chemischen Gesellschaft in Tel-Aviv die erste Möglichkeit bekommen, unsere Ergebnisse öffentlich zu präsentieren. Eine zweite Präsentation fand während der Internationalen Freiburger Konferenz der IGCC & XTL Technologien im Mai 2007 statt.

Als Ergänzung zu unserer Arbeit haben wir im Januar an einer Exkursion



Andreas Hänel und Tomer Zidki bei der Posterpräsentation zu der Israelischen chemischen Konferenz in Tel-Aviv

teilgenommen. Die erste Station war das Kohlekraftwerk Ruthenbourg südlich von Aschkelon. Die Besichtigung umfasste alle wichtigen Abschnitte und Prozesse von der Anlieferung der Kohle über das Mittelmeer bis zur Verbrennung, Verstromung und Abgasreinigung. Anschließend haben wir uns mit Vertretern der NCAB (National Coal Ash Board) und der GlassCeraX Ltd. Company getroffen, wo wir Erfahrungen in Bezug auf unsere Forschungsthemen und die Praxis ausgetauscht haben.

Neben dem Erwerb vieler neuer fachlicher Kenntnisse haben wir auch eines der interessantesten Länder der Welt kennen lernen können, welches uns durch die jüdische Religion und Kultur, aber auch durch seine einmalige Landschaft immer wieder faszinierte. Wir konnten ein anderes Israel erleben, als man es sich sonst aus Berichten der Medien vorstellt. Natürlich ist die politische Lage eine andere als in Deutschland, aber man fühlt sich dennoch sicher. Während der Feiertage von Sukkoth (Laubhüttenfest) und Chanuka (Lichterfest) hatten wir die Gelegenheit das Land zu erkunden. Wir waren in Tel-Aviv, Jerusalem, Haifa, Nazareth, Eilat und anderen Orten.

Ein besonderer Dank gilt den Herren Prof. Meyer, Prof. Cohen und Dr. Krzack, die uns das Praxissemester in Israel ermöglicht haben. Des Weiteren bedanken wir uns bei Prof. Meyerstein und Prof. Pelly, in deren Laboratorien wir forschen durften, für ihre ausgezeichnete fachliche Unterstützung. Weiterer Dank gebührt Tomer Zidki und Eli Lederman, die uns auch bei der Bewältigung alltäglicher Probleme halfen. Ebenso gilt Dank dem Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie für die finanzielle Unterstützung.

■ Andreas Hänel, Gesine Heiber

Fachtagung EGU 2007 in Wien

Vom 21. bis 25. April 2007 fand Europas größte Geowissenschaften-Tagung „EGU General Assembly“ (European Geoscience Union) im Austria Center der Stadt Wien statt. Wir nahmen als Diplomanden des Geologie-Institutes der TU Bergakademie Freiberg an dieser Fachtagung teil. Unsere Diplomarbeiten in der Fernerkundungsarbeitsgruppe beschäftigen sich mit anwendungsorientierten Lösungsansätzen für geologische Fragestellungen in der Fernerkundung und Bildverarbeitung.

Judith Lippold (Geoökologie) stellte ihre Arbeit über die automatisierte Zählung von Spaltspuren in Mineralen in einem 15-minütigen Vortrag vor. Florian Wobbe und Maria Helbig (in Zusammenarbeit mit Michael Buchwitz) zeigten ihre Arbeiten in einer der vielen Poster-Sessions. Florian Wobbe beschäftigt sich mit der Erkennung von aktiven tektonischen Grenzen und der Ableitung von relativen Hebungsraten in Ostkuba. Die Analyseverfahren basiert auf einem exponentiellen Zusammenhang zwischen Hebungsrate und Flussgefälle sowie Entwässerungsfläche. Als Datengrundlage liegen digitale Geländemodelle in verschiedenen Auflösungen vor. Maria Helbig und Michael Buchwitz präsentierten Deformationsanalysen an hochauflösenden (1 m) digitalen Geländemodellen (basierend auf Luftbildern) vom Mitteläthiopischen Riftsystem und dem Isländischen Rift.

Die Konferenz war ein voller Erfolg. Das Vorstellen unserer Arbeiten vor einem größeren Fachpublikum machte uns nicht nur an Erfahrung reicher, sondern lieferte in der anschließenden Diskussion vor allem auch neue Impulse und Ideen zur Weiterarbeit. Mit Interesse und Begeisterung verfolgten wir auch die Beiträge anderer Arbeitsgruppen Europas. Die ganze Welt der Geowissenschaften stand uns offen. Wir nutzen die Gelegenheit zum Austausch mit anderen Geowissenschaftlern und knüpften viele neue interessante Kontakte. Das internationale Flair war unverkennbar, und Zeit zum „Sightseeing“ in Wien blieb auch noch. Wir bedanken uns beim Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, ohne dessen Unterstützung eine Teilnahme wohl nicht möglich gewesen wäre.



„Sightseeing“ in Wien blieb auch noch. Wir bedanken uns beim Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, ohne dessen Unterstützung eine Teilnahme wohl nicht möglich gewesen wäre.

■ Judith Lippold, Maria Helbig und Florian Wobbe

Göttingen GIS & Remote Sensing Days

Globaler Wandel in Entwicklungs- und Schwellenländern

Die Göttinger GIS & Remote Sensing Days bieten dem Besucher über die Grenzen des eigenen Fachbereiches hinaus einen Überblick über aktuelle, umweltrelevante Forschung und Anwendungen in den Bereichen Geoinformationssysteme und Fernerkundung. Der Themenbogen 2006 spannte sich vom Management von Forst- und Agrarlandschaften sowie Wassereinzugsgebieten bis hin zu Untersuchungen der Dynamik in Städten und Stadtrandgebieten. Auch epidemiologische Fragestellungen wurden behandelt. Die angenehme Atmosphäre am Göttinger Institut für Geographie ließ unbefangene Gespräche auch in den Pausen zu und ermöglichte einen lebendigen Einblick in die aktuelle, wissenschaftliche Diskussion. Wie lässt sich beispielsweise die Verbreitung von Malaria modellieren? Wie können Satellitendaten besser in nationale und internationale Waldinventuren einbezogen werden? Mit welchen Methoden lassen sich Unsicherheiten in Fernerkundungsdaten quantifizieren?

Drei Freiburger Geoökologie-Studentinnen aus der von Prof. Richard Gloaguen

geleiteten „Remote Sensing Group“ erhielten vom Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Unterstützung, um sich in die Diskussion einzubringen. Die Tagung bot für Sabine Höhling, Sandy Peischl und Anna Görner auch eine gute Möglichkeit, die eigenen Arbeiten in einem Vortrag oder als Poster vorzustellen und mit dem Fachpublikum zu erörtern. Sabine Höhling untersuchte in ihrer Diplomarbeit die Abhängigkeit der Landnutzung von verschiedenen Standortparametern mittels Fernerkundung und Statistik. Die Arbeit ist ein Beitrag zum Einzugsgebietsmanagement. Die Methodik wurde exemplarisch für ein Gebiet im Osterzgebirge angefertigt, ist aber auf andere Regionen übertragbar. Man benötigt lediglich die Eingangsdaten, um ein neues Modell aufzubauen. Sandy Peischl beschäftigt sich mit der Modellierung der Bodenfeuchte anhand von RADARSAT- und ENVISAT-ASAR-Daten. Als entscheidender Kennwert für dynamische Transfer- und Speicherprozesse im Boden spielt die Bodenfeuchte eine große Rolle im Hinblick auf nachhaltiges Ressourcenmanagement. Anna Görner sprach über



Die Teilnehmerinnen Sandy Peischl, Sabine Höhling, Anna Görner (v.l.)

Möglichkeiten und Grenzen eines fernerkundungsgestützten Monitorings von Seespiegeländerungen in Ostafrika. Die Topographie führt hier zu sehr kleinräumigen Variationen des Mikroklimas. Außerdem wird der Wasserhaushalt durch tektonische Prozesse stark beeinflusst.

Neben der Möglichkeit, Kontakte zu knüpfen und Wissenschaft mit Gesichtern zu verbinden, trug die Tagungsteilnahme darüber hinaus dazu bei, die Arbeitsgruppe Fernerkundung vorzustellen. Mitglieder der „Remote Sensing Group“ präsentierten ihre Arbeiten 2006 auf nahezu allen relevanten Konferenzen, zum Beispiel der European Geoscience Union General Assembly und dem International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS).

■ Anna Görner

Mikrobiologie auf Schwedisch

„*Gallionella* its a girl, because she has got a plait. Anna, 6 years old.“ (Originalzitat von Prof. Karsten Pedersen)

Im Rahmen meiner Diplomarbeit beschäftige ich mich mit der Mikrobiologie der Wetzinquelle in Bad Brambach, einer touristisch erschlossenen Mineralwasserquelle. Da Eisen oxidierende Mikroorganismen sehr häufig in diesem Mineralwasser vorkommen, versuche ich, diese Mikroorganismen anzureichern, zu isolieren und eventuell auch zu charakterisieren, um diese Bakterien als Reinkulturen in unserem mikrobiologischen Labor an der TU Bergakademie Freiberg vorrätig zu haben. Leider erwiesen sich die in Freiberg unternommenen Versuche zur Isolierung als experimentell außerordentlich schwierig.

Große Erfahrungen mit der Kultivierung dieses Typs von Mikroorganismen hat die Arbeitsgruppe um Herrn Prof. Pedersen aus Göteborg in Schweden, die bereits zahlreiche Publikationen zu diesem Thema verfasst hat. Glücklicherweise war Prof. Pedersen vor kurzem zum GDCh-Kolloquium eingeladen, und bei dieser Gelegenheit hatte er angeboten, mir in seinem Labor die entsprechenden Kultivierungsmethoden zu zeigen. Also hieß es für mich: Koffer packen und auf nach Schweden zu einem lehrreichen Forschungsaufenthalt in seinem Labor.

Im Labor, zusammen mit Frau Dr. Lotta Hallbeck, konnte ich mein mitgebrachtes Mineralwasser aus Bad Brambach sofort unter dem Mikroskop untersuchen und erkennen, was Laien ansonsten verborgen bleibt: Das Eisen oxidierende Bakteri-

um *Gallionella ferruginea* bildet charakteristische Stängel aus, mit deren Hilfe sich das Bakterium an Oberflächen wie z.B. Glas festhalten kann. Bei einer 4.000-fachen Vergrößerung waren diese „stalks“, wie sie im Englischen genannt werden, tatsächlich zu sehen. Zu diesen „stalks“ erzählt Prof. Pedersen übrigens jedem Betrachter dieselbe Geschichte: Als seine damals sechsjährige Tochter das Bakterium *Gallionella ferruginea* auf einer mikroskopischen Aufnahme sah, meinte sie, dass *Gallionella* eine „Sie“ sein muss, weil sie doch einen Zopf hat. Überzeugen Sie sich im untenstehenden Bild von *Gallionella ferruginea* selbst ...

Gallionella benötigt für seinen Energiestoffwechsel zwei Komponenten, um daraus Energie gewinnen zu können: Eisen(II)-Ionen und Sauerstoff. Als zusätzliche Bedingung kommt hinzu, dass das Bakterium meist in Wässern mit einem pH-Wert um den Neutralpunkt gefunden wird. Hier liegt auch ein Problem, das auftritt, wenn man Eisen(II)-oxidierende Mikroorganismen bei neutralem pH-Wert anreichern will: Bei neutralem pH werden Eisen(II)-Ionen durch anwesenden Sauerstoff zu Eisen(III)-Ionen oxidiert.

Im Labor von Prof. Pedersen wurden mir für dieses Problem mehrere Lösungsansätze aufgezeigt. Frau Dr. Lotta Hallbeck erklärte mir unermüdlich in zwei Tagen die spezielle Handhabung und Vorbereitung der Anreicherungskulturen. Schließlich zeigte jede Anreicherungskultur aus dem Mineralwasser der Wetzinquelle Wachstum.

Im Bild ist das Ergebnis einer solchen

Anreicherungskultur zu erkennen: Im unteren Teil des Reagenzglases ist Eisen(II)-sulfid in Form eines schwarzen Niederschlags zu sehen, die Nahrungsquelle des Bakteriums. Das Reagenzglas ist gefüllt mit Minimalmedium. Es enthält nur einige Salze in Spuren und wurde gespült mit Kohlenstoffdioxid, welches das Bakterium zum Wachsen braucht. Beim Schließen des Reagenzglases entstehen mikroaerophile Bedingungen: Sauerstoff diffundiert von oben in das Medium, Eisen(II)-Ionen von unten. In der Höhe des roten Ringes sind sowohl Sauerstoff als auch Eisen(II)-Ionen vorhanden, so dass sich dort kleine weiße Kolonien bilden.



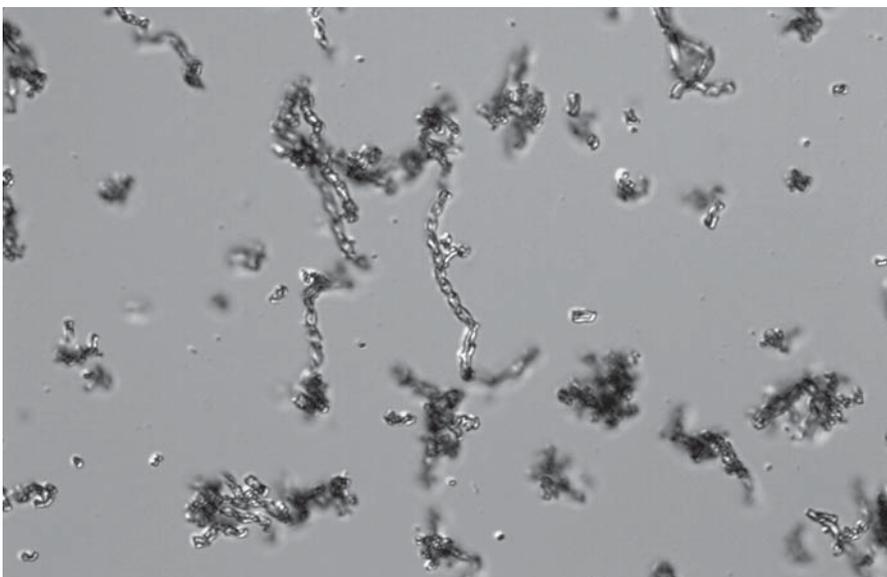
Anreicherungskultur für eisenoxidierende Mikroorganismen bei neutralem pH-Wert

Neben den praktischen Arbeiten im Labor hielt ich auch einen kurzen Vortrag über meine Diplomarbeit vor der Arbeitsgruppe von Prof. Pedersen. Neben der Laborarbeit und wissenschaftlichen Diskussion blieb noch Zeit für Sightseeing in Göteborg und die After-Work-Party des Labors. Dabei konnte ich mein eher mäßiges Englisch im „Small Talk“ mit den schwedischen Mitarbeitern testen.

Was mich ganz besonders beeindruckt hat: Die Mentalität der Schweden. Ich wurde von Prof. Pedersen persönlich am Flughafen abgeholt. In seinem Labor stürzten sich sofort alle Mitarbeiter auf mich. Stets zuvorkommend und freundlich, so sind mir die Mitarbeiter des Labors in Erinnerung geblieben. Mein nächster Urlaub wird mich wieder zurück nach Göteborg ziehen!

Ich möchte dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg danken, ohne dessen schnelle und unkomplizierte finanzielle Unterstützung dieser Forschungsaufenthalt nie möglich gewesen wäre. Dank möchte ich auch an Prof. M. Schlömann und meine Betreuerin Frau Dr. Mau richten. Zuletzt möchte ich noch Karsten, Lotta, Johanna, Sara und Sara E. für die schönen Tage in Göteborg danken.

■ Sandra Gruner



Gallionella ferruginea (4000x-Vergrößerung)

Energetechnischer Workshop Edmonton/Kanada – Freiberg

Vom 18. bis 19. Juni 2007 fand ein zweitägiger Workshop zum Thema „Energy related research and industrial activities in Edmonton (Alberta) and Freiberg (Saxony)“ an der TU Bergakademie Freiberg statt. Eine Delegation aus Wissenschaftlern der University of Alberta in Edmonton und der University of Regina (Saskatchewan) sowie Industrievertreter aus dem Umfeld dieser Universitäten waren zu Gast, um mit Freiburger Professoren und sächsischen Industrievertretern in einen fachbezogenen Informations- und Ideenaustausch zu treten. Die Organisation lag in den Händen des Instituts für Wärmetechnik und Thermodynamik (IWT) sowie des Internationalen Universitätszentrums (IUZ), S. S. 76.

Ziel der Veranstaltung war es, die bestehenden Kontakte zwischen den beiden Universitäten einschließlich der örtlichen Industrie weiter zu entwickeln und zu stärken. Dazu fanden am ersten Tag Vorstellungsvorträge der einzelnen Vertreter statt. Der Schwerpunkt lag im Bereich der Energietechnik. Eine bunte Mischung aus Forschung und praxisnaher Anwendung brachte viele neue Impulse. Insgesamt stellten sich zwölf Universitätsinstitute und elf Industrie- bzw. Forschungseinrichtungen vor. Außerdem waren Vertreter des Sächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit anwesend.

Schon während der Vorträge kristallisierten sich als Gebiete gemeinsamer Interessen die Photovoltaik, Solarthermie, Biomassenutzung, Vergasung, Brennstoffzellenentwicklung und Geothermie heraus.

Am zweiten Tag des Workshops wurden kompetenzorientierte und auf individuelle Interessen zugeschnittene Besichtigungen für die kanadischen Delegationsvertreter an den verschiedenen beteiligten Instituten der TU Bergakademie Freiberg sowie bei den vertretenen sächsischen Industrieunternehmen veranstaltet.

Abgeschlossen wurde der Workshop mit einer Diskussionsrunde über zukünftige Aktivitäten, Kooperationsmöglichkeiten sowie gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Gemeinsame Projekte zur Energieforschung, Entwicklung und Vermarktung von energietechnischen Produkten werden angestrebt. Die beiden Universitäten wollen außerdem den Austausch von Studenten und Forscherpersonal weiter ausbauen. Elf Studenten aus Alberta nahmen bereits an der Freiburger Summer School „On the cutting edge of energy supply“ teil. Die Veranstaltung wurde gefördert mit Mitteln des Sächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur sowie vom Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg.

■ Martin Kautz



Europa 2030 – Politikberatung für Europa

Studenten der TU Bergakademie Freiberg entwarfen mit Experten die Zukunft der Europäischen Union

Die Europäische Union muss in Zukunft besonders auf die Themen Einwanderung, Förderung von Familien und Innovationen sowie die Ratifizierung eines europäischen Umweltprotokolls fokussieren. Dies loteten 15 deutsche und ausländische Studenten Ende Juni in einem dreitägigen Seminar „Europa 2030 – Szenarioplanung als Methode für das Entwerfen verschiedener Zukunftsversionen“ an der TU Bergakademie Freiberg aus. Unterstützt wurden sie von Experten aus Italien und Frankreich.

Prof. Horst Brezinski, Lehrstuhlinhaber für internationale Wirtschaftsbeziehungen an der Freiburger Universität, initiierte gemeinsam mit Dr. Martin Gillo, ehemaliger sächsischer Wirtschaftsminister, die Veranstaltung. Ziel war es mit Hilfe der Szenarioanalyse, welche besonders Industrieunternehmen für ihre Strategieplanung anwenden, ein realistisches Bild der EU für das Jahr 2030 zu entwerfen.

Die Studenten arbeiteten drei Szenarien aus. Im ersten stellten sie fest, dass Europa sich besonders im internationalen Wettbewerb durch qualifizierte Arbeitskräfte, eine attraktive Familienpolitik sowie Innovationen im Bereich der Biotechnologie und der erneuerbaren Energien hervorheben muss. Das zweite Szenario stellte die Auswirkungen des Rückgangs der Geburtenzahlen und einer nicht funktionierenden Immigrations- und Integrationspolitik in den Mittelpunkt. Dies hätte zur Folge, dass sich die Anzahl der Singles in der Europäischen Union auf bis zu 100 Mio. erhöhen könnte und ab dem Jahr 2020 verstärkt Investitionen aus Europa nach China und Indien abwandern. Um den Verlust gut ausgebildeter Arbeitskräfte zu verhindern, welche die Investitionsentscheidungen von Unternehmen maßgeblich beeinflussen, sollte u. a. eine EU-weite Kampagne auf den Geburtenrückgang aufmerksam machen. Steuererlässe für Frauen mit mehr als zwei Kindern und bessere Rückkehrmöglichkeiten in den Beruf sind demnach notwendig.

Fortsetzung S. 122



Dr. Martin Gillo (li.) und Teilnehmer des internationalen Seminars

Ein Europa, das sich auf Versorgungsprobleme, Versteppungen, Überschwemmungen und Megastädte einstellen muss, kennzeichnete das dritte Szenario. Um dies zu verhindern, sind vermehrt Anstrengungen in Richtung Energieeffizienz, Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien und die Ratifizierung eines europäischen Umweltprotokolls von Bedeutung.

„Das Seminar bereitet mich aktiv für meine Zukunft vor. Besonders herausfordernd fand ich, die Szenarien rückwärts, vom Jahr 2030 ausgehend bis heute, zu entwerfen.“ zeigt sich Christabel Fombang, Studentin des englischsprachigen Masterstudiengangs Umwelt- und Ressourcenmanagement (IMRE), aus Ghana beeindruckt. „Für mich ist die Szenarioanalyse eine gute Möglichkeit, Probleme zu lösen. Damit kann ich in gewisser Weise meine Zukunft und die der EU ausloten.“ meint Zuzana Browarczyk, polnische BWL-Doppeldiplomandin.

„Durch die Beschäftigung mit dem Thema Europa im Jahr 2030 wurden die Studierenden aktiv eingebunden. Sie fühlen sich damit auch in gewisser Weise für die EU verantwortlich.“ Dies betonte Martin Gillo, der das Seminar moderierte. „Jedes der gewählten und ausgearbeiteten Szenarios hat meiner Meinung nach eine Wahrscheinlichkeit von 20%.“

Ein abschließendes Resümee zog Prof. Richet von der Nouvelle Sorbonne in Paris: „Die Studenten haben eine sehr gute Arbeit gemacht. Sie haben mögliche Entwicklungspfade für die EU bis zum Jahr 2030 aufgezeigt. Kreativität und Fachwissen sind eine gelungene Symbiose bei den ausgearbeiteten Szenarios eingegangen. Ich glaube, ein Szenario, das einzelne Elemente mehr oder weniger stark beinhaltet, wird eintreten.“

■ Jens Hofmann

Aufenthalt am Institute of Technology and Renewable Energy (I.T.E.R.), Teneriffa, Spanien



Abb. 1: Institute of Technology and Renewable Energy (Teneriffa, Spanien)

Diplomarbeit zum Thema: Diffuse CO₂ emissions from Hengill volcanic system, SW Iceland

Während eines Praktikums bei Icelandic Geosurvey (ÍSOR) in Reykjavík lernte ich Geochemiker vom Institute of Technology and Renewable Energy kennen (Abb. 1). Durch eine Kooperation zwischen ÍSOR und I.T.E.R. wurden im August 2006 zwei vulkanische Systeme in Island auf diffusive Entgasungsstrukturen analysiert. Die Untersuchungen gehören zu einem Projekt von I.T.E.R. (CGL 2005-07509), dessen Ziel es ist, den globalen Anteil an diffusiv abgegebenem Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre zu bestimmen. Unterstützt wird es vom Spanischen Ministerium für Bildung und Wissenschaft.

Das Hengill volcanic system befindet sich im SW von Island innerhalb des aktiven Rifts. In dem Gebiet treffen die Reykjanes Volcanic Zone, die West Volcanic Zone und die South Iceland Seismic Zone aufeinander und bilden eine sogenannte triple junction (Abb. 2).

Der damit verbundene Vulkanismus führt zu einer intensiven geothermalen Aktivität. Diese wird in Form von Fumarolen, heißen Quellen sowie Geysiren sichtbar. Im Zusammenhang mit geothermaler und vulkanischer Tätigkeit werden große Mengen an Gas in die Atmosphäre abgegeben.

Bisher konzentrierten sich alle Arbeiten auf aktive, sichtbare Entgasungsstrukturen, nicht aber auf diffusive Entgasung

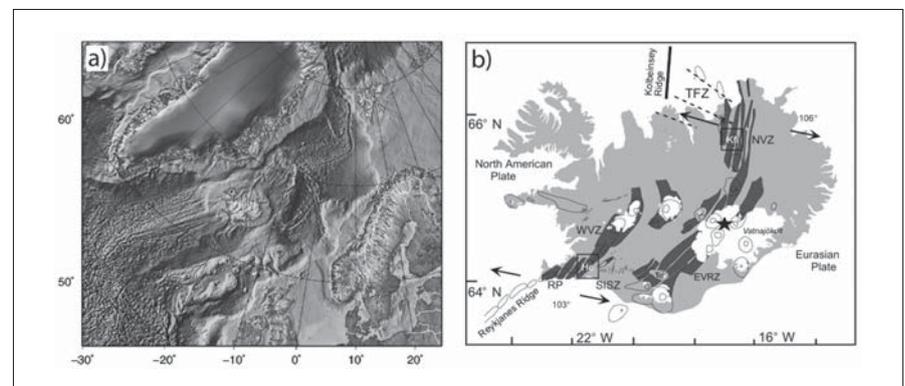


Abb. 2: Mittelzoanische Rücken und vulkanische Systeme Islands. a) Das Digitale Geländemodell zeigt die geografische Position Islands auf dem Mittelatlantischen Rücken. b) Die Karte gibt eine Übersicht zu den vulkanischen Zonen von Island, welche sich in mehrere vulkanische Systeme untergliedern (verändert nach Einarsson & Sæmundsson, 1987; Clifton & Schlichte, 2003). Hengill volcanic system (He) im Südwesten und Krafla volcanic system (Kf) im Norden sind hervorgehoben. Beide Gebiete wurden im August 2006 untersucht.

durch den Boden. Messungen haben jedoch ergeben, dass auch aus diesen Strukturen erhebliche Gasmengen austreten.

Die angefertigte Diplomarbeit präsentiert die erste großflächige Kartierung von diffusiven Kohlendioxidgasungen im Hengill volcanic system auf einem Gebiet von 145 km². Unter Verwendung der Accumulation Chamber Method war es möglich, an über 700 Punkten Emissionsraten zu bestimmen. Neben dem Kohlendioxid-Efflux wurden auch Parameter, wie Schwefelwasserstoff-Efflux, Bodentemperatur und Lufttemperatur erhoben. Außerdem erfolgte die Entnahme von Bodengasproben zur späteren Analyse im Labor. Innerhalb eines Monats wurden alle in-situ-Messungen abgeschlossen.

Die weitere Aufbereitung der Daten fand am Institute of Technology and Renewable Energy statt. Dazu reiste ich mit Unterstützung der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. im November 2006 nach Teneriffa.

Während meines Aufenthalts erfolgte die Digitalisierung und statistische Auswertung aller erhobenen Daten. Dabei unterstützten mich die Mitarbeiter von I.T.E.R. maßgeblich. Durch die Anwesenheit vor Ort konnten wir umfangreich über gegebene Probleme diskutieren und die weitere Vorgehensweise festlegen.

Als Ergebnisse der Arbeit wurden unter verschiedenen Aspekten Karten angefertigt, die die Verteilung von Emissionen zeigen (Abb. 3). Die Gesamtmenge an abgegebenem CO₂ konnte somit quantifiziert werden. Verglichen mit anderen vul-

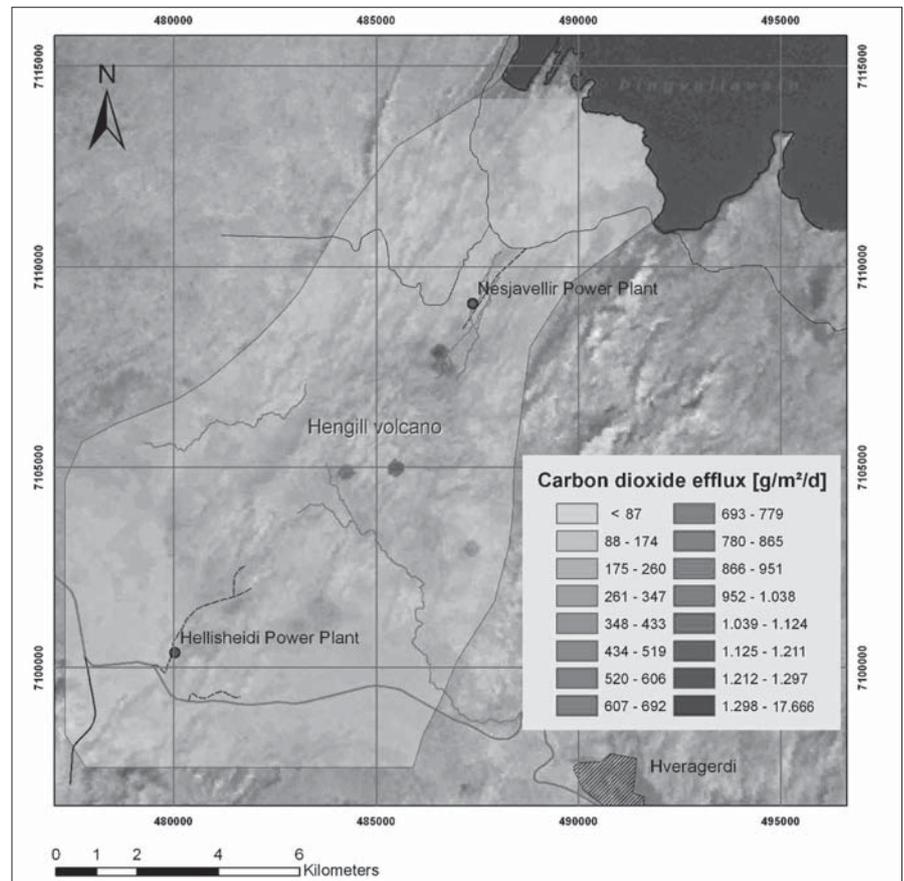


Abb. 3: Übersichtskarte der Kohlenstoffdioxidgasung im Untersuchungsgebiet.

kanisch aktiven Gebieten liegen die Entgasungsmengen auf durchschnittlichem Niveau. Darüber hinaus wurden auch Temperaturverteilungskarten erstellt, aus denen ersichtlich wird, dass Temperatur und Kohlendioxidgasung eng miteinander zusammenhängen. Die Resultate der im August 2007 beendeten Diplom-

arbeit fließen in das Projekt von I.T.E.R. ein. Zusätzlich sollen die Ergebnisse über das vulkanische System Hengill in Form von Postervorstellungen und eines Artikels über das Hengill volcanic system in einer wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht werden.

■ Egbert Jolie

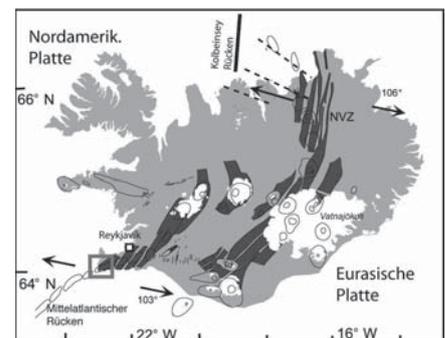
Kartierung auf der Reykjanes-Halbinsel

Diplomkartierung im Rahmen der Diplomarbeit zum Thema: „Neotectonic analysis of exemplary sites of two oblique rift zones situated (1) on the Reykjanes Peninsula, SW Iceland and (2) in the Beseka area, Main Ethiopian Rift – A comparison of structural data derived from remote sensing and GPS measurements.“

Mit Unterstützung der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. reiste ich am 26. Juni 2007 nach Reykjavík, Island. Die einmonatige Kartierarbeit auf der Reykjanes-Halbinsel südlich von Reykjavík ist Teil meiner Diplomarbeit und Diplomkartierung (kombiniert). Betreut wird die Arbeit von Dr. Richard Gloaguen vom Institut für Geologie der TU Bergakademie Freiberg (Juniorprofessur für Fernerkun-

dung) und Dr. Amy Clifton von der Háskóli Islands Reykjavík (Nordic Volcanological Center).

Ich beschäftige mich mit der neotektonischen Situation von schräg spreizenden Riftsystemen. Bekannte Beispiele sind das Main Ethiopian Rift (MER), welches den nördlichen Teil des Ostafrikanischen Grabensystems darstellt, oder Island, das auf der Achse des Mittelatlantischen Rückens sitzt. In diesen Regionen driften kontinentale (MER) bzw. ozeanische Kruste (Island) durch entgegengesetzte (divergente) Plattenbewegung auseinander. Entlang der Riftachse entstehen große Bruchstrukturen, die mit intensivem Vulkanismus und seismischer Aktivität verbunden sind. Das besondere am Main Ethiopian Rift und Is-



Tektonische Karte von Island. Pfeile zeigen Richtung der Plattenbewegung an. Dunkelgraue Flächen zeigen aktives Rift und Zonen rezenten Vulkanismus. Weiße Landflächen: Gletschergebiete. Kasten: Lage des Untersuchungsgebietes. Auf Reykjanes kommt der Mittelatlantische Rücken an Land und bietet die einzigartige Gelegenheit die Geologie Ozeanischer Rücken zu studieren.

land ist, dass hier die Öffnungsrichtung nicht senkrecht zur Riftachse liegt, son-

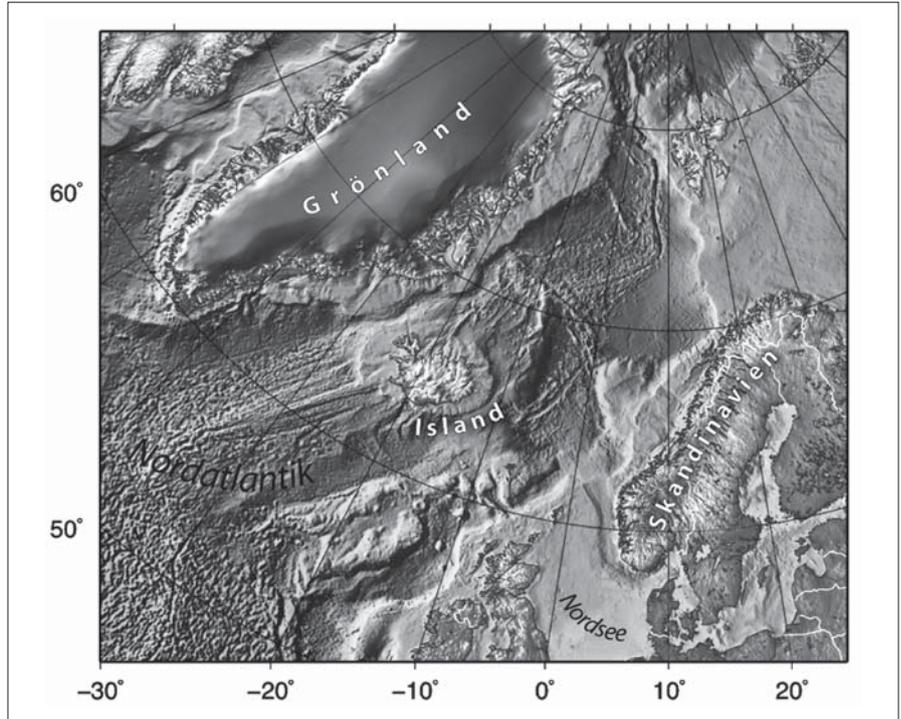


Kinematisches GPS (Rover-Einheit): mit diesem Gerät wurde die Háleyjabunga-Störung vermessen. Ein differentieller Post-processing der gemessenen Daten zu einer Basis-Station erlauben cm-genaue Messungen.

dem schräg. Es bilden sich Störungszonen mit besonderer Geometrie und Dynamik, deren Entstehung bisher ungeklärt ist. Ziel meiner Diplomarbeit ist es, einen Vergleich zwischen diesen beiden System zu ziehen. Mit Hilfe von Fernerkundung, GPS-Vermessung und strukturgeologischer sowie vulkanologischer Feldarbeit sollen beide Systeme detailliert dokumentiert werden.

Die Aufgabe der Kartierung ist es, typische Störungsmuster hochauflösend zu vermessen. Unter Verwendung eines cm-genauen Kinematic-GPS habe ich vier Wochen an einem ca. 6 km langen Störungssystem gearbeitet, der sogenannten Háleyjabunga-Störung, welche nach einem ca. 12.500 Jahre alten Scoria-Krater benannt wurde. Das Gebiet befindet sich im SW der Reykjanes-Halbinsel. Auf der Reykjanes-Halbinsel erstreckt sich die Amerikanisch-Eurasische Plattengrenze in WSW-ENE-Richtung. Die Region ist daher seismisch und vulkanisch extrem aktiv. Die Riftöffnung erfolgt hier 30° schräg zur Riftachse.

Es gestaltete sich sehr schwierig, die unterschiedlichen Lava-Ströme auseinander zu halten. Die extreme Verwitterung selbst junger Oberflächen erschwerte



Lage Islands im Nordatlantik

dies. Zusätzliche Hilfe bekam ich von Dr. Kristján Sæmundsson (Isländischer Geologischer Dienst ÍSOR), Amy Clifton und Kirby Young (Pennsylvania State University). Durch die gemeinsame Kartierung habe ich neue Interpretationen und wichtige Ansatzpunkte für meine weitere Geländearbeit kennengelernt.

Die gesammelten Daten (rund 6.000 Messpunkte) müssen nun verarbeitet und dargestellt werden. Sie dienen auch der Verbesserung der hochauflösenden Digi-

talen Geländemodelle, welche ich mit Hilfe von Luftbildpaaren erstellt habe. Das gleiche Messprinzip hat Michael Buchwitz bereits im Main Ethiopian Rift angewandt. Unsere Messungen sollen nun in weiteren Arbeiten miteinander verglichen werden.

Ich werde meine Diplomarbeit Ende diesen Jahres abschließen. Die zu erwartenden Ergebnisse sollen anschließend in internationalen Wissenschaftsmagazinen publiziert werden.

■ Maria Helbig



Kristján Sæmundsson beim Graben: Aschelagen von Vulkanausbrüchen ermöglichen die Datierung von Lava-Strömen und somit die Altersbestimmung von Störungen.

Ökologische Untersuchungen im ehemaligen Basaltsteinbruch Sághegy (Ungarn)



Blick nach Westen durch den Steinbruch Sághegy während der Vegetationsperiode im Mai 2007 (zu sehen sind die Steinbruchhöfe und die verschiedenen Niveaus im Steinbruch)

In meiner Diplomarbeit beschäftigte ich mich mit den Vegetationsveränderungen im ehemaligen Basaltsteinbruch und heutigen Naturschutzgebiet (seit 1975) Sághegy in Ungarn, die durch den Aufbau von Filmkulissen und die nachfolgenden Dreharbeiten zum Film „Eragon“ im Steinbruchgelände entstanden. Mit Hilfe einer Vegetationskartierung von gestörten und ungestörten Flächen dieses Gebietes und den daraus abgeleiteten Pflanzengesellschaften sollen die Veränderungen in den Artenzusammensetzungen aufgezeigt und Vorschläge für einen zukünftigen Schutz erarbeitet werden. Aus diesem Grund habe ich mich in drei Aufenthalten am Sághegy mit dem Gebiet vertraut gemacht und die gestellten Aufgaben bearbeitet.

Der 279 m hohe Sághegy ist der westlichste Berg der transdanubischen Kette von Zeugenbergen im Balaton-Hochland. Vor etwa 5 Millionen Jahren entstand der Berg durch vulkanische Aktivität. Das harte Vulkangestein schützte die darunter liegenden Ablagerungen. Seitdem haben Wind und Wasser den pannonischen Sand von der Umgebung abgetragen. Der Sághegy blieb jedoch stehen. Seit 1907 wurde die ursprüngliche Form des Berges durch eine intensiv betriebene Steinbruchindustrie vernichtet.

Im Zentrum des ehemaligen Vulkans entstanden zerrissene Steinbruchhöfe, die einen Einblick in das Innere des Berges geben (Abbildung). 1957 war das wertvolle Gestein des Berges ausgeschöpft und

der Betrieb wurde eingestellt. Durch den geologischen Aufbau des Berges und seine Gegebenheiten bildet sich ein eigenständiges Kleinraumklima aus. Dieses ist viel wärmer und trockener als das der Umgebung. Daher konnte sich auf den Doppelgipfeln eine separate und einzigartige Pflanzenwelt entwickeln, die kleine Bestände des Grauscheidigen Federgrases, der Schwarzen Kuhschelle sowie des Frühlings-Teufelsauges ausbildet. Die natürliche Vegetation an den Berghängen wurde durch die Ausdehnung des Weinbaus auf das obere Drittel des Berges zurückgedrängt. So sind nur noch kleine Teile der Berghänge mit Karststrauchwald aus Flaum-Eiche, Zerr-Eiche, Wildem Birnbaum und Wolligem Schneeball übrig geblieben. An den Schotterrändern des Plateaus entstanden Felsrasen u. a. mit Weißer Fetthenne, Scharfem Mauerpfeffer, Gewöhnlichem Tüpfelfarn und Felsensteinkraut.

Bei den drei Exkursionen wurden Temperatur- und Luftfeuchtemessungen mit Mini-Sensoren durchgeführt. Mit den meteorologischen Daten dieser Sensoren soll das Standortklima der unterschiedlich exponierten Bereiche im Steinbruch mit ihrer unterschiedlichen Artenzusammensetzung belegt werden. Im Mittelpunkt der Arbeit stand das Bestimmen von dort heimischen Pflanzenarten.

Anfang April verschaffte ich mir einen ausführlichen Überblick über die Gliederung des Geländes Sághegy, um die Flä-

chen herauszufinden, die durch das Filmprojekt beeinflusst wurden, und solche, die im naturnahen Zustand verblieben. Dabei war klar ersichtlich, dass der Steinbruchhof mit seinen verschiedenen Niveaus sowie die Fahrwege zum Steinbruch von den Aufbau- und Filmdrehmaßnahmen stark umgestaltet worden sind.

Anfang Mai und Anfang Juni wurde die Vegetationskartierung der betroffenen Gebiete durchgeführt. Laut Aussage des ortskundigen Botanikers Attila Mesterházy soll auf den gestörten Flächen vor den Filmdreharbeiten die gleiche Artenzusammensetzung vorgeherrscht haben wie auf den naturnahen Flächen, die kartiert wurden. Auf den gestörten Flächen wachsen jetzt hauptsächlich solche Pflanzen wie der Gewöhnliche Natternkopf, verschiedene Labkraut-Arten und Ginster-Leinkraut, die vorher entwickelte Strauchschicht von bis zu 2 m Höhe ist gar nicht mehr vorhanden. Auf den naturnahen Trockenrasenflächen auf einem höheren Niveau des Steinbruches wurden zum Beispiel folgende Pflanzenarten gefunden: Siebenbürgisches Perlgras, Zypressen-Wolfsmilch und die Kugeldistel. Auf der gleichen Ebene wachsen Schlehengebüsche mit Hundsrosen, Feldahorn und Gewöhnlicher Waldrebe auf den ungestörten Flächen.

Auf Basis der Einteilung der Flora in Pflanzengesellschaften stellten sich erhebliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung im Vergleich gestörter mit naturnahen Flächen heraus. Die vor dem Eingriff nahezu gleichen Flächentypen weisen jetzt nur noch eine sehr geringe Artenähnlichkeit auf. Gefährdete Arten sind nicht gefunden worden. Die Vegetationsschäden sind nicht so einfach umkehrbar; wenn es kein gezieltes Bearbeiten der Flächen (z. B. Einsaat von Zielarten, Schutz der Flächen vor mechanischen Schäden durch Betretung und Befahrung) gibt, wird es möglicherweise sogar Jahrzehnte dauern, bis sich die gestörten Flächen regeneriert haben. Daher sollte immer auf den Schutzstatus der betrachteten Fläche geachtet werden, wie im vorliegenden Fall eines Naturschutzgebiets, bevor ein Eingriff in die Natur vorgenommen wird. Außerdem zeigte die Vegetationskartierung, welche Pflanzen in der Sommertrockenheit der pannonischen Ebene wachsen können. Dies verschafft uns einen Einblick in Pflanzengesellschaften, die sich möglicherweise bei zukünftigen Klimaänderungen in Mitteleuropa an ähnlichen Bergbaufolgestandorten ausbreiten können.

■ Doris Scheibe

Tauchen für die Forschung

Wissenschaftliche Tauchexkursion 2007

Die tektonischen Besonderheiten um die Äolischen Inseln in Süditalien verursachten seit jeher Vulkanausbrüche in diesem Gebiet. Besonders die ständigen Bewegungen und Eruptionen des Stromboli und die submarinen vulkanischen Erscheinungen um die Insel Panarea ziehen die Aufmerksamkeit von Forschern auf sich. Dieses vulkanisch aktive Gebiet stellt folglich eine potenzielle Gefahr für die Einwohner der Region dar. Aus diesem Grund wird an einem Frühwarnsystem für seismische und vulkanische Aktivitäten gearbeitet. Dahingehend ist eine weitreichende Grundlagenforschung unabdingbar, um die besonderen Gegebenheiten des Äolischen Archipels richtig interpretieren zu können. Deswegen zog es die

Teilnehmer des Kurses Wissenschaftliches Tauchen bei der diesjährigen Tauchexkursion erneut auf eine der Äolischen Inseln, Panarea, um die submarin vulkanisch geprägte und ständig von vulkanischen Phänomenen beeinflusste Unterwasserwelt zu untersuchen.

Die Teilnehmer der Exkursion gliederten sich in verschiedene Arbeitsgruppen ein, die unter speziellen Gesichtspunkten das Untersuchungsgebiet in Teilobjekten erforschten.

Vermessung

Die Vermessung und Kartierung von Gasaustrittsstellen und der Unterwassermorphologie des Untersuchungsgebietes erfolgte mittels GPS, Kompass, Maßband



Gasprobenahme am hydrothermalen Austritt

und Zollstock. Die gewonnenen Daten müssen digital aufgearbeitet werden und sollen die bereits bestehenden Informationen aus dem vergangenen Jahr ergänzen. Ziel ist es, ein dreidimensionales Blockbild zu erstellen.

Geologische Charakterisierung

Zur geologischen Analyse des durch Vulkanismus geprägten Tauchgebietes wurden umfangreiche Gesteins- und Sedimentproben entnommen, die vor Ort zum Teil schon bestimmt wurden und nun in Nacharbeit genauer beschrieben werden. An unterschiedlichen Standorten erfolgten unter Wasser Bohrungen, um Gesteinskerne zu gewinnen, welche sehr aufschlussreiche geologische Zusammenhänge wiedergeben. Das Ziel bestand darin, Sinterbildungen, Mineralausfällungen durch hydrothermale Wässer (zum Teil auch gasreich) in aktiven vulkanischen Systemen nachzuweisen.

Temperaturmessungen

Es wurden Wiederholungsmessungen zur Verifizierung der Messergebnisse aus dem letzten Jahr durchgeführt und auch Messungen an neuen ausgewählten Standorten vorgenommen, um Temperaturprofile bzw. -verteilungen zu erstellen. Dazu wurden die Temperaturen im Raster 1 m × 1 m ermittelt und dreidimensional dargestellt. Die Messergebnisse des letzten Jahres wurden bestätigt. Erstmals wurden damit Temperaturfelder an zwei signifikanten submarinen geothermalen Aktivitätsflächen systematisch erfasst.

Wasser- und Gaschemie

Diese Arbeitsgruppe beschäftigte sich mit der Probenahme und der anschließenden Analyse der vulkanischen Gase und Wässer der submarinen Austritte. Dabei kamen zunächst selbst entwickelte Geräte und



Transport der Rammkernbohrsonde zum Einsatzort

Methoden zum Einsatz, wie zum Beispiel eine mit Druckluft arbeitende Vorrichtung zum erleichterten Aufziehen von Probenahmespritzen unter Wasser. Untersucht wurden anschließend die physikalisch-chemischen Parameter. Eine umfassende Analyse wird in den Laboratorien der TU Freiberg nach der Exkursion stattfinden. Die vor Ort gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass sich die einzelnen Probenahmeorte untereinander durch ihre elektrischen Leitfähigkeiten unterscheiden und sich stark vom Chemismus des umgebenden Meerwassers abheben. Das austretende Gasgemisch besteht zu über 90% aus CO_2 . Zudem sind die Konzentrationen der Spurengase wie H_2S und CO stark erhöht. Da solche Untersuchungen auch bereits zu früheren Zeitpunkten durchgeführt wurden, können die hier gewonnenen Ergebnisse auch in die Untersuchungen der langzeitlichen Entwicklung der submarinen vulkanischen Aktivitäten einfließen.

Gasvolumenstrommessung

Die submarinen Gasvolumenströme wurden mit einer Messtechnik erfasst, welche auf Schallausbreitung basiert. Das System und die Software für die Datenaufnahme wurden in Vorarbeit in Freiberg (Institut für Mechanik und Fluidodynamik und Institut für Experimentelle Physik) entwickelt. Während der Exkursion sollte deren Praxistauglichkeit nachgewiesen werden. Dazu wurde zunächst die Einrichtung für das „Sammeln“ der Gasblasen unter Wasser aufgebaut. Wesentlich dabei war, die Stabilität des Gerätes auch bei stärkeren Gasaustritten zu gewährleisten. Bei ersten Tests zeigte sich, dass dies gegeben war und der Gasvolumenstrom vom Wasservolumenstrom separiert werden konnte. Weiterhin wurden Tests der Haltbarkeit der eingesetzten Materialien in dem aggressiven Medium durchgeführt. Auf Grund eines fehlerbehafteten elektronischen Bauteiles konnten bisher noch keine Messreihen realisiert werden.

Mikrobiologie

Das Mikrobiologie-Team befasste sich mit der detaillierten Kartierung ausgewählter Probenahmebereiche nach geologischen und biologischen Gesichtspunkten. Zudem wurden auffällig weiße Bakterienmatten in den vielfältigsten Ausbildungsformen direkt an den Fluid- und Gasaustritten entdeckt. Von den Algen-Bakterien-Matten des Sediments und des Wassers wurden Proben genommen, die zur anschließenden Bearbeitung im Labor



Probenahme und Vorortbestimmung chemischer Parameter

genutzt werden sollen. Ziele der Arbeiten sind die Erstellung einer umfassenden Übersicht zur bakteriellen Artenvielfalt der Untersuchungsgebiete sowie die Isolierung von Actinobacteria. Die Ergebnisse werden unter Einbeziehung der Vor-Ort-Parameter ausgewertet und sollen den Grundstein für weitere mikrobiologische Forschungen legen.

Dokumentation

Mit Hilfe von Foto- und Videoaufnahmen wurden die Untersuchungsgebiete im Überblick dokumentiert und im Detail erfasst. Außerdem wurden Arbeitsschritte, Probenahmeprozesse und der Einsatz von Mess- und Arbeitsgeräten in Bild und Film unter Wasser festgehalten.

Als Ergebnisse dieser Exkursion entstehen eine Diplomarbeit, eine Studienarbeit und eine Bachelor-Arbeit. Es nahmen Stu-

denten unterschiedlicher Studiengänge teil. So konnte ein interdisziplinärer Austausch und Zusammenarbeit zwischen Naturwissenschaftlern und Ingenieuren stattfinden. Dies brachte den Exkursionsteilnehmern einen reichen Schatz an Erfahrung, wissenschaftlich zu agieren. Organisiert und begleitet wurde die Exkursion von Prof. Broder Merkel, Dipl.-Geoökologin Mandy Schipek (Institut für Geologie, Bereich Hydrogeologie), Dr. Thomas Pohl (Geo-Dive Freiberg), Dr. Elke Eckardt (Universitätsportzentrum) sowie Dipl.-Ing. Gerald Barth (Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik). Ein großes Dankeschön, im Namen aller Teilnehmer richtet sich an den Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, ohne dessen tatkräftige Unterstützung die Exkursion nicht möglich gewesen wäre.

■ Katja Nitzsche



Dokumentation

Vom Sinn des Lebens.

Kapitalistisches Märchen nach einer uralten Begebenheit aus dem wirklichen Leben

Ein ziemlich erfolgreicher Hedge*-Fonds-Investment-Manager war einmal auf Abwegen aus der selbst inszenierten Hektik und der hohen Kunst des Hochseesegelns noch reichlich unkundig mit seiner geborgten millionenschweren Segelyacht vor einem kleinen mexikanischen Fischerdorf gestrandet.

Nachdem er glücklich aus dem Restwert der stark havarierten Segelyacht herausgekrabbelte, ruhte er sich erst einmal von den überstandenen heftigen Strapazen aus. An der Pier beobachtete er, wie ein kleines buntes Fischerboot mit einem Fischer an Bord anlegte. Der Fischer hatte eine größere Anzahl Fische geladen.

Angesichts der großen Ausbeute des anderen gratulierte der Hedge-Fonds-Banker dem Fischer zu seinem prächtigen Fang und fragte ihn, wie lange er denn dazu gebraucht hätte. Der bescheidene Fischer antwortete dem Fremden: „Ein paar Stunden nur. Überhaupt nicht der Rede wert!“ Daraufhin fragte ihn der Fonds-Manager, warum er denn nicht länger auf See geblieben sei, um noch viel mehr Fische zu fangen. Der Fischer erwiderte, diese Fische reichten ihm, um seine Familie für die nächsten Tage zu versorgen. Der Hedge-Fonds-Manager, über diese unerwartet einfache Antwort ein wenig irritiert, fragte weiter: „Aber was tun Sie denn den Rest des ganzen Tages?“ Der bescheidene, sichtbar zufriedene Fischer erklärte ihm: „Ich schlafe morgens aus, gehe dann ein bisschen fischen und spiele danach mit meinen Kindern. Nach dem Mittagmahl halte ich mit meiner Frau Maria eine ausgiebige Siesta. Dann spaziere ich ins Dorf, trinke dort ein bis zwei Gläschen Wein und am Abend spiele ich zusammen mit meinen Freunden im Dorf Gitarre. Habe ich nicht ein schönes und ausgefülltes Leben?“

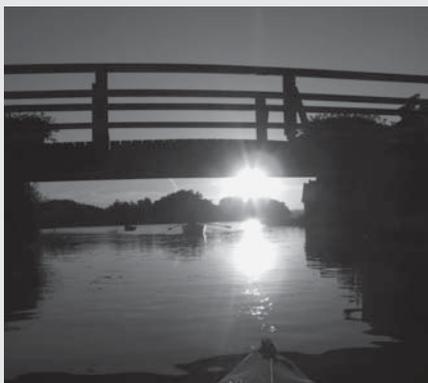
Der Fondsmanager erwiderte: „Schauen Sie, ich bin ein erfolgreicher Harvard-Absolvent. Ich könnte Ihnen mit ein paar geldwerten Tipps behilflich sein, viel erfolgreicher zu werden. Sie sollten viel mehr Zeit mit dem Fischen verbringen und sich von der Fangausbeute ein größeres und moderneres Boot leisten. Mit

dem Erlös aus dem Fischfang könnten Sie bald mehrere Boote kaufen, bis Sie eines Tages Besitzer einer ganzen Fischerflotte sind. Anstatt den Fang nur an einen Händler zu verkaufen, könnten Sie damit gleich eine große Fischfabrik beliefern und schließlich eine eigene Fischverarbeitungsfabrik eröffnen. Sie könnten dann Produktion, Verarbeitung und den Vertrieb kontrollieren. Danach könnten Sie auch dieses kleine Fischerdorf verlassen und nach Mexiko City oder Los Angeles oder vielleicht sogar nach New York City ins World Trade Center einziehen. Von dort aus könnten Sie dann Ihr großes, weltweit florierendes Unternehmen leiten und befehlen.

Der Fischer fragte: „Aber wie viele Jahre wird denn dies alles dauern?“ Der Hedge-Fonds-Manager antwortete: „Na, vielleicht so etwa 20 Jahre!“ Der Fischer fragte schüchtern: „Und dann?“ Der Investment-Banker lachte verschmitzt, und erwiderte: „Dann kommt erst das Allerbeste! Wenn die Zeit reif ist, gehen Sie mit Ihrem Unternehmen an die Börse und verkaufen Ihre Unternehmensanteile. Damit können Sie Millionen verdienen und sehr reich werden!“ Der Fischer fragte: „Millionen verdienen? Und dann?“

Der Fondsmanager erwiderte: „Dann, mein Lieber, können Sie endlich aufhören zu arbeiten. Sie könnten sich in ein kleines Fischerdorf an der Küste zurückziehen, morgens lange ausschlafen, noch ein bisschen fischen gehen, mit Ihren Enkelkindern spielen, eine ausgiebige Siesta mit Ihrer Frau Maria halten, ins Dorf spazieren, ein bis zwei Gläschen Wein trinken, abends mit Ihren Freunden Gitarre spielen ... und über den Sinn des Lebens philosophieren!“

■ Hans-Joachim Wilhelm Kutzer
„Authentische Geschichten“, EV Windach



*Fonds mit geborgtem Kapital einkaufen, Entbeinen, Fletieren, und mit sehr viel höherem Gewinn weiterveräußern – kann (leicht) auch zu Schiffbruch (s.o.) führen!

Tretet ein, denn auch hier sind Götter

„Introite, nam et hic dii sunt“. Wer mag diesen Satz wohl einst über die Tür einer Bodenkammer der Bergakademie geschrieben haben? Ganz genau wissen wir es nicht, aber es wird mit Sicherheit einer der ca. 50 Insassen dieser „Bodenkammer“ gewesen sein. In dieser Bodenkammer befand sich nämlich – vermutlich seit 1844, eventuell auch erst ein wenig später – bis 1872 ein Karzer, also ein „Studentengefängnis“. Die Disziplinargewalt oblag damals der Bergakademie, bis die akademische Gerichtsbarkeit nach der Gründung des Deutschen Reiches hinfällig wurde.

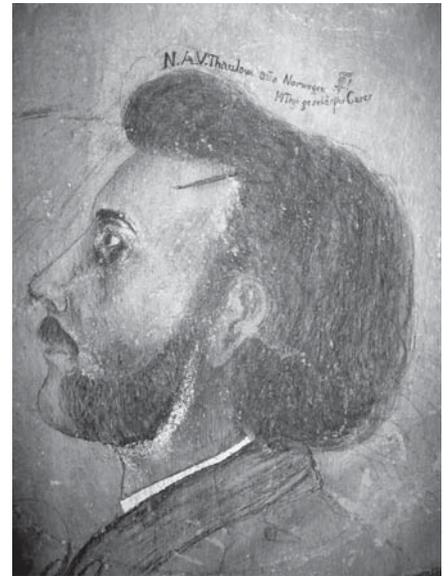
Zahlreiche Zeichnungen, Selbstporträts, Inschriften, aber auch die mit deutscher Gründlichkeit erarbeitete Karzerordnung sowie eine Gebührenordnung für den Karzer legen Zeugnis ab über das damalige Studentenleben, über die Missetaten und Sehnsüchte der Karzerinsassen. Neben den persönlichen Spuren, die die Inkarzerierten hinterlassen haben, finden sich an den Wänden auch interessante Zeitzeugnisse wieder. Besonders erwähnenswert ist zudem das Karzerbuch, das Informationen über die Insassen, die Dauer ihres Karzeraufenthaltes sowie manch lustige Geschichte über den Grund der Bestrafung enthält.

Die Herkunftsorte der Karzerinsassen spiegeln wider, dass die Bergakademie schon immer eine internationale Hochschule war: Etwa ein Drittel kam aus Sachsen, ein weiteres Drittel aus anderen deutschen Ländern und ein Drittel aus dem Ausland. Von den letztgenannten kamen mehrere aus den USA, jeweils zwei aus England und Norwegen sowie jeweils ein Student aus Chile, aus Bogotá im damaligen Neu Granada (heute Kolumbien), Frankreich, Belgien, Luxemburg und Böhmen.

Über viele Karzerinsassen gibt es interessante Geschichten zu berichten. So verweist beispielsweise gleich der erste Eintrag im Karzerbuch auf einen Studenten namens Rudolf Eduard Gerlach aus



Gesamtansicht des Karzers



Selbstporträt des Norwegers Nils Andreas Vibe Thaulow, der vermutlich gemeinsam mit seinem Landsmann Henrik Thomas Hornemann 14 Tage „geschärften Karzer“ abzusitzen hatte

Freiberg, der „wegen Postskandal“ mit drei Tagen Karzer bestraft wurde: Er hatte die Scheibe eines Postwagens eingeschlagen. (Zehn Jahre später heiratete er übrigens die Tochter eines Postmeisters. Ob dies auch ein Teil der Strafe war, geht zumindest aus den Unterlagen nicht hervor.) Zugleich beweist der Fall Gerlach, dass aus einem Karzerinsassen durchaus noch ein anständiger Mensch werden konnte: Später war er nämlich u. a. Lehrer des Bergrechtes an der Bergakademie.

Wofür wurden – neben dem Einschmeißen von Postkutschenfenstern – sonst noch Karzerstrafen ausgesprochen? Mit dem Karzer bestraft werden sollten zum einen hochschulinterne Vergehen wie Faulheit, unentschuldigtes Schwänzen, das Vergessen von Lehrmaterialien oder die Vernachlässigung praktischer Kurse, zum anderen jedoch auch über die Hochschule hinausgehende Angelegenheiten wie nächtliches Randalieren, Prügeleien, unpassendes Benehmen an öffentlichen Orten, Landfriedensbruch oder demokratische Umtriebe. Liest man jedoch die Geschichten der Insassen im Karzerbuch, so scheinen sich – mit einem Augenzwinkern – die meisten von ihnen zu Unrecht bestraft zu sehen. Manches ist jedoch aus heutiger Sicht nicht ganz ge-

nau nachvollziehbar. So gibt es teilweise Abweichungen zwischen den Angaben im Karzerbuch und den Darstellungen im Karzer selbst. Beispielsweise befinden sich im Karzer die Selbstporträts von Nils Andreas Vibe Thaulow und Henrik Thomas Hornemann aus Norwegen sowie an zwei weiteren Stellen ein Schriftzug „berühmte Norwegere“ und eine gemeinsame „Studentenafel“ der beiden, auf der sie die 336 Stunden ihres Karzeraufenthaltes abkreuzten und sie auf „den 8. August 8 Uhr abend“ datierten.

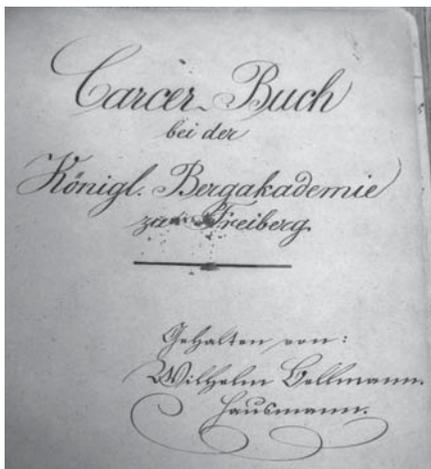
Dem Karzerbuch können wir denn auch entnehmen, dass Hornemann insgesamt 14 Tage „geschärften Karzer“ abzusitzen hatte, nämlich vom 20. Juli bis zum 8. August 1867, 20:00 Uhr, mit einer Unterbrechung von „vier Tagen Ferien“. Thaulow hingegen ist im Karzerbuch nicht erwähnt. Auf Grund der Darstellungen im Karzer liegt jedoch die Vermutung nahe, dass sowohl Hornemann als auch Thaulow tatsächlich gemeinsam eine Karzerstrafe abbüßten.

Hornemann (und vielleicht auch Thaulow) waren zu „geschärfter Karzerstrafe“ verurteilt. Darunter war eine Karzerstrafe „über Nacht ohne Unterbrechung“ zu verstehen. Im Unterschied dazu gab es auch noch die einfache Karzerstrafe, die

jeweils von früh um 6 Uhr bis abends um 8 Uhr dauerte. Gemäß Karzerordnung gab es keine Begrenzung der Dauer einer Karzerstrafe. So ist beispielsweise im § 31 folgendes geregelt: „Der Ausgang aus dem Karzer ist in der Regel nicht gestattet. Dauert die Karzerstrafe vier Wochen, so kann er wöchentlich zweimal eine Stunde lang unter Begleitung des Karzerdieners erlaubt werden.“ Eine so lange Karzerstrafe wurde jedoch nie ausgesprochen. Die von Hornemann (und Thaulow) abzusitzende Karzerstrafe von 14 Tagen verschärften Karzers war praktisch das Höchstmaß – und dieses wurde nicht nur den beiden Norwegern verabreicht ...

Friedrich Oheim aus Gefell im damaligen Regierungsbezirk Erfurt hingegen musste 1872 eine 14-tägige einfache Karzerstrafe absitzen, da er seiner Meinung nach „unschlau genug war, sich bei einer nächtlichen Affäre von Polizisten prügeln zu lassen und den dicken Wachtmeister aus Versehen in den Bauch zu gungsen.“

Charles Gignoux aus New York wiederum verbrachte im Jahr 1872 lediglich zwei Tage einfachen Karzers für ein – wie er im Karzerbuch ausdrücklich der Nachwelt mitteilt – „Versehen“: „Ich habe dieses alte gemütliche Nest während zwei Tage besuchen müssen, weil ich zwei Polizisten



Das Carcer-Buch enthält Einträge über die Insassen des Karzers, ihre Vergehen und ihr Strafmaß



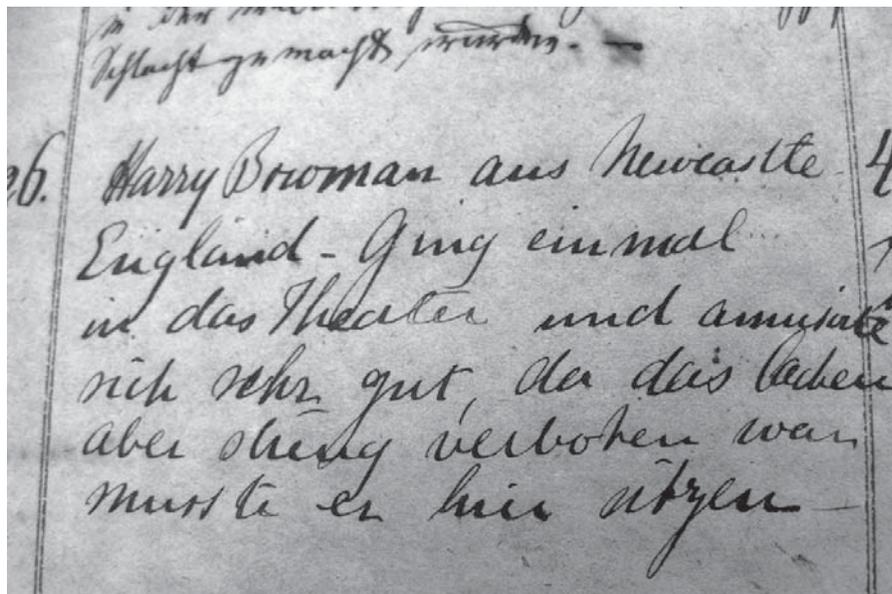
An den Karzerwänden befinden sich zahlreiche Zeichnungen, Selbstporträts und Inschriften

auf dem Heimweg nach der Kneipe gehauen haben soll. Aber, liebe Nachkommenschaft, glaubt es nicht; denn obgleich ich etwas neblig war, doch besinne ich mich ganz genau, dass ich sie bloß umarmt habe. Darauf sind sie auf eine eigentümliche Weise auf dem Boden liegen geblieben. ...“

Bereits 10 Jahre zuvor erhielt Friedrich Wilhelm Theodor Kohlmann das gleiche Strafmaß, worüber man im Karzerbuch nachlesen kann, dass er sich „zu zwei Tagen einfacher Karzerstrafe verdonnern (ließ), weil er sich von einem wohlloblichen Nachtpolizisten beim Läuten an einer verwechselten Haustür klappen ließ.“

Für ein ganz anderes Vergehen hingegen wurde Harry Bowman aus Newcastle in England mit vier Tagen geschärften Karzers bestraft. Er „ging einmal ins Theater und amüsierte sich sehr gut; da das Lachen aber streng verboten war, musste er hier sitzen.“ Sein Bruder, Hugh Bowman, leistete ihm dabei Gesellschaft.

Auch die studentische Disziplin ließ offenbar bereits damals zumindest hin und wieder zu wünschen übrig. So wurde Paul Grabowsky zu einer sechstägigen einfachen Karzerstrafe verurteilt, „wegen Schwänzens, Ungehorsam, Aufgaben nicht eingeben, und wegen Lügenhaftigkeit,



Harry Bowman aus Newcastle in England wurde mit vier Tagen geschärften Karzers bestraft. Er „ging einmal ins Theater und amüsierte sich sehr gut; da das Lachen aber streng verboten war, musste er hier sitzen.“

d.h., ich hatte mich krank entschuldigt und als man zu mir kam, um nachzusehen, ob es auch an dem sei, da war ich ganz gemütlich bummeln gegangen.“

Vielleicht der letzte, zumindest jedoch einer der letzten Insassen des Karzers war im August 1872 Enrique Astaburaga aus Chile. Über ihn ist bekannt, dass er zu einer 14-tägigen einfachen Karzerstrafe verurteilt wurde. Er hatte sich nach dem Randalieren in der Stadt einer Festnahme durch die Nachtpolizisten widersetzt und dabei einem Ordnungshüter ein blaues Auge verpasst.

Was die Studenten während ihrer Haft in den Karzer mitbringen durften, war im § 3 der Karzer-Ordnung geregelt: „Dem zur Haft Gebrachten ist erlaubt, sein Bette, die notwendigen Kleider, Wäsche, Kollegienhefte etc., wissenschaftliche und Religionsbücher, Schreibe- und sonstiges Arbeitsmaterial, auch Messer und Gabel und Lebensmittel mit Ausnahme von Leckereien und geistigen Getränken mit sich auf den Karzer zu nehmen oder dahin bringen zu lassen.“ Andererseits können wir der Gebührenordnung entnehmen, dass man sich im Karzer durchaus bedienen lassen und z. B. „eine Portion Kaffee oder Tee mit Sahne und Zucker“ bringen lassen konnte. Die Gebührenordnung war jedoch weit mehr als eine mit entsprechenden Preisen versehene „Speisekarte“ – so war auch für den Einschluss und ebenso für den Ausschluss aus dem Karzer eine Gebühr zu entrichten, und selbst das Scheitholz für den Ofen gab es nicht umsonst.

Einige der Karzerinsassen büßten ihre Strafe vielleicht auch deshalb ab, weil sie

ihre Unterrichtsmaterialien vergessen hatten. Falls diese vergesslichen Studenten nun auch im Karzer nicht mit den entsprechenden Schreibutensilien ausgerüstet sein sollten, hatten andere Karzerinsassen diesem Umstand vorgebeugt: In einer Wand befand sich eine „Karzerspitze“ – vermutlich eine kleine Bleistiftspitze oder ein kleiner Stift, mit dem die Studenten dann ihre Spuren an den Karzerwänden hinterlassen konnten.

Noch heute kann man deutlich sehen, wo sich einst diese „Karzerspitze“ befand: Neben dem Loch für den Stift befindet sich der wohlgemeinte Hinweis „Karzerspitze – gebraucht sie, aber führet sie nicht aus“.

Zu den interessantesten, leider jedoch nicht mehr ganz so deutlich erkennbaren Zeitzeugnissen an den Wänden des Karzers gehört die Abbildung eines Zuges mit den Unterschriften (links) Freiberg und (rechts) Tharandt. Zu den Zeiten nämlich, zu denen der Karzer als solcher genutzt wurde, genauer gesagt im Jahre 1862, wurde die Bahnstrecke zwischen Tharandt und Freiberg fertig gestellt. Dies hatte natürlich für die Freiburger Studenten deutliche Konsequenzen – konnten sie doch nun per Bahn nach Tharandt, Dresden und in andere Orte reisen, wodurch sie wesentlich flexibler wurden als bis zu diesem Zeitpunkt.

Ein Raum. Eine Bodenkammer, nur ca. 15 m² groß. 20 Jahre als Karzer genutzt. Und dennoch – ein spannendes Stück Geschichte. Was hier steht, ist noch längst nicht alles ...

■ Birgit Seidel

Buchbesprechung

Dieter Slaby, F. Ludwig Wilke
Bergwirtschaftslehre in 2 Bänden
Band 1: Wirtschaftslehre der mineralischen Rohstoffe und der Lagerstätten
Band 2: Wirtschaftslehre der Bergbauunternehmen und der Bergbaubetriebe

Erschienen im Verlag der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, 2005/2006, ISBN 3-86012-245-2 und ISBN 978-386012-294-5

Die beiden Autoren, Prof. Dieter Slaby (em. TU Bergakademie Freiberg) und Prof. F. Ludwig Wilke (em. TU Berlin), sind international renommierte Fachleute auf dem Gebiet der Rohstoffwirtschaft im allerweitesten Sinn. Ihr umfassendes Wissen ist in die beiden Bände der Bergwirtschaftslehre eingeflossen, die sich nicht nur an Studierende, sondern auch an alle Praktiker wenden, die mit der Materie Rohstoffgewinnung zu tun haben.

Gerade im Zeitalter der Globalisierung ist es wichtig, mit wissenschaftlichem Rüstzeug neue Wege zu suchen, um die komplexen Probleme zu lösen. Diese resultieren aus der Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtung, d. h. der Be-



rücksichtigung von globalen, nationalen und einzelwirtschaftlichen Interessen und der Beachtung der Gebote der Nachhaltigkeit, der Umweltverträglichkeit sowie der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Versorgung mit mineralischen Rohstoffen.

Die Autoren behandeln alle erfor-

derlichen Gesichtspunkte der Entscheidungsfindung auf dem allerneuesten Stand der technischen, geowirtschaftlichen und ökologischen Erkenntnisse. Das Werk, das sich durch einen flüssigen Stil und anschauliche praktische und graphische Beispiele sehr positiv von manchen trockenen Standardwerken abhebt, vermittelt nach der Intention der Verfasser „ein Verständnis von Bergbau als Mensch-Maschine-Natur-System“.

Im Teil 1 werden vor allem Fragen der äußeren Betriebswirtschaftslehre und der Lagerstättenwirtschaft behandelt, insbesondere: Vorkommen, Märkte, Preise und Handel; Verfügbarkeit, Bewertung und Klassifikation mineralischer Rohstoffe; Rohstoffvorsorge und Rohstoffsicherung sowie die Lagerstätte als ein spezieller Produktionsfaktor der Bergbauunternehmung.

Im Teil 2 stehen Fragen der inneren Bergwirtschaftslehre im Vordergrund, hier wiederum: Wirtschaftliche Bewertung und Finanzierung; Anlagen- und Personalwirtschaft; Organisation und Planung sowie Kostenrechnung im Bergbau.

Das Werk ist es wert, eine weite Verbreitung und eine entsprechende Anerkennung zu finden.

■ Peter Kausch

Erinnerung an Friedrich-Karl von Oppel

**„Trauern heißt nicht nur lautes Klagen,
Trauern heißt liebevolles Erinnern.“**

Dietrich Bonhoeffer

Friedrich-Karl von Oppel, Nachfahre des Mitbegründers unserer Universität Friedrich Wilhelm von Oppel, verstarb im vergangenen Jahr. Er war Ehrenmitglied unseres Vereins und ein großzügiger Förderer der TU Bergakademie, die er mehrfach besucht hat. So wird seit dem Jahr 2000 der Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preis an Studierende mit herausragendem Engagement für die Freiburger Alma Mater vergeben.

Friedrich-Karl von Oppel war ein besonderer Mensch. Er wird vielen fehlen. Wir erinnern uns in Dankbarkeit an sein vorbildliches Schaffen und Wirken:

Als erstes Kind von vier Geschwistern wurde Friedrich-Karl von Oppel am 22. Januar 1917 in Torgau geboren. Vom zehnten Lebensjahr an erhielt er, wie bereits sein Vater und Großvater, seine weitere Schulbildung im Internat Ihlfeld. Nach deren Ab-

schluss mit „Notabitur“ wurde er im Alter von 17 Jahren zur Luftwaffe einberufen.

Im März 1944 heiratete er auf Gut Hoisbüttel bei Hamburg seine geliebte Frau Elsbeth. Sohn Wolf wurde im Oktober 1945 geboren. Nach der Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft Ende 1945 war ihm die Bewirtschaftung des väterlichen Rittergutes in Wellerwalde bei Oschatz verwehrt. Er leitete das Gut seines Schwiegervaters bis zu dessen Verkauf 1954 und zog dann mit seiner Familie nach Hamburg. Hier trat er 1954 in die Firma Yankee Polish ein und lernte zunächst die Herstellung von Schuhcreme und Bohnerwachs von der Pieke auf.

Friedrich-Karl von Oppel baute gemeinsam mit seinen Partnern die Firma erfolgreich auf und aus. Mit dem Neubau der Firma in Reinbek 1972 zog er nach Wentorf bei Hamburg, wo er mit seiner Frau, die im März 2000 verstarb, bis zu seinem Tode lebte. Neben der Firma, die sein Leben nach dem Wohnsitzwechsel in den Norden Deutschlands in hohem Maße ge-

fordert hat, beschäftigte er sich in der sehr knappen „Freizeit“ mit dem Sammeln und Auswerten neuer technischer Informationen und nahm sich Zeit für die Diskussion mit jungen Menschen. Er zeichnete sich durch großen Fleiß und Hilfsbereitschaft aus, handelte stets gerecht, sozial und menschlich.

Verstorbene 2007

Folgende unserer Mitglieder verstarben im Jahr 2007:

Dipl.-Ing. Helmut Heisig

Zwickau

* 10. Juli 1919, † 10. Oktober 2007

Dr.-Ing. Gunnar Johnsson

Ahnatal

* 11. Dez. 1922, † 26. Oktober 2007

Dipl.-Ing. Bernd Koch

Klettwitz

* 12. Mai 1942, † 31. Mai 2007

Dr.-Ing. e. h. Heinrich Taubert

Sondershausen

* 31. Mai 1929, † 18. Mai 2007

Wir werden ihnen ein ehrendes Andenken bewahren.

Jahresmitgliederversammlung 2006

Die Jahresmitgliederversammlung 2006 war satzungsgemäß für den 24. November 2006 nach Freiberg in den Großen Saal der Alten Mensa einberufen und die Tagesordnung fristgerecht bekannt gegeben worden. Erfreulicherweise konnte der Vorsitzende, Prof. Dr. Klaus-Ewald Holst, 202 Mitglieder begrüßen.

Der Tätigkeitsbericht des Vorstands wurde vom Schatzmeister, Prof. Dr. Brezinski, vorgetragen. Schwerpunkte der Förderungstätigkeit waren Exkursionen von Studenten ins Ausland, studentische Arbeiten und Tagungsbesuche im Ausland. Durch Einzahlungen in den „Matching Fond“ des DAAD (letzterer verdoppelt den eingezahlten Betrag) konnten zahlreiche Stipendien an ausländische Studenten gezahlt werden. Weiterhin wurden verschiedene Publikationen gefördert. Vom Verein wurde eine Broschüre über „Bergakademische Professorengräber auf Freiburger Friedhöfen“ herausgegeben. Die Mitgliederzahl ist im Berichtsjahr auf 1077 angestiegen.

Die neuen Mitglieder sind zum Teil in drei neuen Fachgruppen organisiert:

- Fachgruppe Chemie und Angewandte Naturwissenschaft (Leitung Prof. Dr. Bohmhammel)
- Fachgruppe Aufbereitungstechnik (Leitung Prof. Dr. Schubert)
- Freundes- und Förderkreis des Institutes für Aufbereitungsmaschinen (Leitung Prof. Dr. Unland)

Der Vorstand berichtete auch über die Entwicklung der Gesellschaft für Universitäre Weiterbildung und Forschung gGmbH (UWF). Die Bilanz 2005 der UWF ist verlustfrei.

Im Finanzteil des Berichtes wurde auf die einzelnen geförderten Projekte eingegangen. Per 15. November 2006 lagen die Ausgaben 7.814,70 € unter den Einnahmen. Ursache waren teilweise nicht vergabene Preisgelder (s. u.) und ausstehende Rechnungen.

Anschließend gab der Rechnungsprüfer, Herr Knoll (Kreissparkasse Freiberg), seinen Bericht. Da weder Rechnungslegungen und Rechnungsführung Anlass zu Beanstandungen gaben, beantragte er die Entlastung des Vorstandes. Dem Antrag wurde stattgegeben, Diskussionen wurden nicht gewünscht.

Der Vorstand hatte beschlossen, die Ehrenmedaille des Vereins an Herrn Dr.-Ing. Herbert Pforr für seine Verdienste als Lei-

ter des Freundeskreises Bergbaugeschichte zu verleihen. Die Übergabe konnte wegen Krankheit nicht erfolgen.

Der Bernhard-von-Cotta-Preis für das Jahr 2006 konnte nur in der Kategorie Diplomarbeit vergeben werden, da für die Kategorie Dissertation keine Arbeit eingereicht worden war. Die Urkunde und das Preisgeld von 1.000 € erhielt Herr Torsten Eden für seine Arbeit „Vergleichende Untersuchung von Methoden zur vertikalen Lagerstättenzonierung“. Er trug anschließend den Inhalt in gekürzter Fassung vor.

Den Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preis 2006 (Preisgeld 500 €) erhielt Lutz Geißler (Geologie, 7. Semester) für sein beispielhaftes Engagement für die Belange der Studenten an der TU Bergakademie Freiberg.

Unsere Mitglieder Prof. Dr. Wedekind und Dr. Hampel übergaben aus ihrem Privatbesitz Frau Kießling, Mitarbeiterin im wissenschaftlichen Altbestand der Bibliothek, einige Bücher, darunter zwei Handschriften (Wedekind).

Im Informationsbericht des Rektors wies Magnifizenz Unland die äußerst positive Entwicklung der TU Bergakademie anhand der Entwicklung der Studentenzahlen, des Drittmittelaufkommens und von Ranking-Berichten nach. Wegen sehr hoher Immatrikulationszahlen musste für einige Studienrichtungen ein „Numerus clausus“ eingeführt werden.

Für den abschließenden Festvortrag war Prof. Dr. Dr. h. c. Udo E. Simonis gewonnen worden, der zum Thema „Globaler Wandel und die Renaissance des Nachhaltigkeits-Prinzips“ vortrug. Der Vortrag wurde mit großem Interesse verfolgt.

Aus der Arbeit des Vorstandes

Satzungsgemäße Beratungen des Vorstandes fanden am 24. November 2006 („Herbstberatung“) und am 4. Mai 2007 („Frühjahrssitzung“) statt.

Wesentliche Beratungsthemen waren jeweils der Stand von Einnahmen und Ausgaben und die Mitgliederentwicklung. Beschlossen wurde die Durchführung einer Informationsveranstaltung über den Verein. Dazu waren Vertreter größerer und mittlerer sächsischer Firmen zwecks Gewinnung als juristische Mitglieder einzuladen. Es wurde eine derartige Ver-

anstaltung durchgeführt. Der gewünschte Effekt wurde nicht erzielt, da trotz verbindlicher Zusagen die Teilnehmerzahl sehr klein war. Beratungsgegenstand war auch die „Universitäre Weiterbildung und Forschung gGmbH“ (UWF). Gesellschafter dieser gemeinnützigen GmbH sind mit 48% der Verein und mit 52% die Stiftung TU Bergakademie Freiberg.

Wichtigster Tagesordnungspunkt der „Frühjahrssitzung“ war die Vorbereitung der Mitgliederversammlung zur Wahl eines neuen Vorstands am 24. November 2007. Die meisten Vorstandsmitglieder haben sich bereit erklärt, für eine weitere Wahlperiode nochmals zu kandidieren.

■ Christian Oelsner

Autorenverzeichnis

Albrecht	Helmuth	Prof. Dr. phil.	TU Bergakademie Freiberg	Schlömann	Michael	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg
Berth	Steven		Freiberg	Schneider	Herbert A.	Prof. Dr. i. R.	TU Bergakademie Freiberg
Breitkreuz	Christoph	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg	Schneider	Jörg	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg
Buhrig	Eberhard	Prof. i. R. Dr.	TU Bergakademie Freiberg	Schönfelder	Bruno	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg
Dierkes	Eva		Freiberg	Seidel	Birgit	Dipl.-Slaw.	TU Bergakademie Freiberg
Donner	Volker	Dr.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg	Simonis	Udo E.	Prof. Dr. Dr. h. c.	Wissenschaftszentrum Berlin
Eden	Torsten	Dipl.-Ing.	Kassel	Strobel	Michael	Dr.	Landesamt für Archäologie Dresden
Eigenfeld	Klaus	Prof. Dr.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg	Szeszkat	Corina		TU Bergakademie Freiberg
Eulenberger	Karl-Heinz	Dr.-Ing.	Freiberg	Tichomirowa	Marion	Dr. rer. nat.	TU Bergakademie Freiberg
Fischer	Christine		Internationales Universitätszentrum	Töpfer	Klaus	Prof. Dr. mult.	Höxter
Forkmann	Bernhard	Prof. i. R. Dr.	TU Bergakademie Freiberg	Unland	Georg	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg
Gerhard	Heide	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg	Volkmer	Roland	Dipl.-Archivar	TU Bergakademie Freiberg
Görner	Anna		Jena	Volkova	Olena	Dr.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg
Grabow	Gerd	Prof. i. R. Dr.	TU Bergakademie Freiberg	Walter	Gerd	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg
Grahmann	Mirjam		TU Bergakademie Freiberg	Wesolowski	Saskia	Dr.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg
Gruner	Sandra		TU Bergakademie Freiberg	Wobbe	Florian		TU Bergakademie Freiberg
Hänel	Andreas		TU Bergakademie Freiberg				
Heiber	Gesine		TU Bergakademie Freiberg				
Heide	Gerhard	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Heilmeyer	Hermann	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Helbig	Maria		TU Bergakademie Freiberg				
Hofmann	Jens		Freiberg				
Jolie	Egbert		Freiberg				
Jordan	Hanspeter	Prof. Dr.	Freiberg				
Kaden	Herbert	Dipl.-Jur.	TU Bergakademie Freiberg				
Käppler	Rolf	Dr. rer. nat.	TU Bergakademie Freiberg				
Kausch	Peter	Prof. Dr.	Brühl				
Kautz	Martin	Dr.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg				
Kawalla	Rudolf	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Kempkes	Volker		TU Bergakademie Freiberg				
Klan	Steffen	Dr.-Ing.	Schaffhausen				
Klinger	Mathias		TU Bergakademie Freiberg				
Kovács	Balázs	Dr.-Ing.	Heidelberg				
Kristinsdóttir	Bjarnheidur		TU Bergakademie Freiberg				
Kutzer	Hans-Joachim W.						
	Dipl.-Ing. Regierungsdirektor i. R.		Windach				
Lippold	Judith		TU Bergakademie Freiberg				
Matschullat	Jörg	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Menzel	Ernst	Dipl.-Phil.	Freiberg				
Metan	Volker	Dipl.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg				
Mikolajick	Thomas	Prof. Dr.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg				
Möls	Christian		TU Bergakademie Freiberg				
Näther	Wolfgang	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Nikolai	Elke		TU Bergakademie Freiberg				
Nitzsche	Katja		TU Bergakademie Freiberg				
Noll	Sascha		TU Bergakademie Freiberg				
Oelsner	Christian	Prof. i. R. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Oettel	Heinrich	Prof. Dr. i. R.	TU Bergakademie Freiberg				
Pförr	Herbert	Dr.-Ing.	Freiberg				
Piatkowiak	Norbert	Prof. i. R. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Pohl	Norman	Dr. rer. nat.	TU Bergakademie Freiberg				
Polanski	Katja		Internationales Universitätszentrum				
Pranke	Katja	Dipl.-Ing.	TU Bergakademie Freiberg				
Richter	Robin	Dr.	belChem Freiberg				
Roewer	Gerhard	Prof. i. R. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Rudloff	Matthias	Dipl.-Ing.	CHOREN Industries GmbH				
Schaeben	Helmut	Prof. Dr.	TU Bergakademie Freiberg				
Scheibe	Doris		TU Bergakademie Freiberg				

Herausgeber:	Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. 1921 als Gesellschaft der Freunde der Bergakademie gegründet, 1990 Neugründung	Geschäftsstelle:	Nonnengasse 22, 09599 Freiberg
Vorsitzender:	Prof. Dr.-Ing. Klaus-Ewald Holst	Telefon:	(0 37 31) 39-25 59, 39-26 61
Stellv. Vorsitzender,		Fax:	(0 37 31) 39-25 54
Geschäftsführer:	Prof. i. R. Dr. Christian Oelsner	E-Mail:	freunde@zuv.tu-freiberg.de
Redaktionsleitung:	Prof. Dr. rer. nat. habil. Gerhard Roewer	Internet:	http://www.tu-freiberg.dde/~vff/
Redaktionskollegium:	Prof. Dr. Helmuth Albrecht, Dr. Manfred Bayer, Frau Dipl.-Journ. Christel-Maria Höppner, Dr.-Ing. Klaus Irmer, Prof. i. R. Dr. Otfried Wagenbreth	Die Zeitschrift wird an Mitglieder des Vereins kostenlos abgegeben. Jahresmitgliedsbeitrag: 20 EUR für Einzelmitglieder; 150 EUR für juristische Mitglieder. Für Nichtmitglieder: 5,00 EUR pro Heft.	
Gestaltung/Satz:	Brita Schlegel	Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung von Herausgeber und Redaktion wieder. Keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte. Die Autoren stellen die Beiträge honorarfrei zur Verfügung. Auszugsweiser Nachdruck von Beiträgen bei Angabe von Verfasser und Quelle gestattet.	
Postanschrift:	Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. 09596 Freiberg, Akademiestraße 6		