



# Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg

16. Jahrgang 2009

## Editorial

*„Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen industriellen Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und Technischen Chemie, in sorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen“, werden unausbleiblich von ihrem Wohlstand herabsinken.“* A. v. Humboldt

Im Sinne des wohl berühmtesten Studenten der Bergakademie Freiberg und Universalgelehrten Alexander von Humboldt entspringt aus der Paarung von transdisziplinärem Wissenschaftsverständnis und den entsprechenden praktischen Konsequenzen ein bedeutendes Orientierungspotential für die Gesellschaft. Erfolgreiches Wirken erfordert die immer intensivere Verzahnung der Handlungen von Ingenieuren, Naturwissenschaftlern, Mathematikern/Informatikern und Wirtschaftswissenschaftlern.

Unsere Universität bringt sich ein in die Wertschöpfungsprozesse in Deutschland. Sie wirkt mit ihrem Ressourcenprofil und ihren Forschungsleistungen auf hohem Niveau mit an der Kreierung von neuen nachhaltigen Technologien und Lösungen zur Deckung des Rohstoffbedarfs. Dies basiert auf einem langfristig dynamisch gewachsenen zukunftssträchtigen Profil. Sein Markenzeichen ist die Bündelung von Kompetenzen zum Umgang mit Ressourcen, d. h. von Forschung und Entwicklung zur Gewinnung und Veredlung von Rohstoffen sowie zum Recycling im engen Kontext zwischen Wissenschaft und Wirtschaft (Magnifizenz Prof.

Meyer: „Die TU Bergakademie Freiberg/ Vision 2015“).

Ein eindrucksvolles Zeugnis der weltweit ausgestrahlten Aktivitäten auf den Gebieten Aufbereitungstechnik und Recycling (= „Nutzung rezenter Lagerstätten“) präsentiert der Beitrag von Prof. Heinrich Schubert. Die Fortsetzung der Freiburger Erfolgskette auf dem Feld Materialforschung wird durch die Darstellungen von Ergebnissen im Rahmen des Sonderforschungsbereichs TRIPLE-MATRIX-COMPOSITE, der DFG-Forschergruppe FIRE (Prof. Aneziris, Prof. Biermann) sowie des Spitzentechnologieclusters für Hochleistungswerkstoffe ADDE ( Prof. Rafaja/Prof. Kroke) demonstriert. Analog gilt dies für die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung bruchmechanischer Berechnungsmethoden (Prof. Kuna). Mit dem Fokus auf die Verknappung der Vorräte an Erdöl, Mineralen und Metallen gewinnt die Forschung zur innovativen Nutzung des Rohstoffes Braunkohle enorm an Zukunftsbedeutung (Beiträge Dr. Schröter, Prof. B. Meyer). Auch die multivalente Exploitation von Salzlagerstätten verlangt eine detaillierte Ressourcenanalyse (Dr. Freyer). Verantwortung für nachhaltige Bodennutzung wird von unserer Universität immer wieder auch durch Mitarbeit in relevanten internationalen Forschungsprojekten übernommen („Brasol“, Prof. Matschullat).

Die wirtschaftliche Bewertung von Forschungsergebnissen und Anwendungsprozessen sowie am Zeitgeschehen orientierte ökonomische Forschung, die für aktuelle Probleme praxisnahe Lösungsstrategien kreiert – in der aktuellen

Finanz- und Wirtschaftskrise hoch sensitiv – haben an unserer Einrichtung ebenfalls ein von Praxispartnern geschätztes Kompetenzniveau erreicht. Die Beiträge der Professoren Brezinski, Jacob, Horsch, Felden, Höck und ihrer Mitarbeiter vermitteln ein lebendiges Bild der Aktivitäten in Forschung und Lehre.

Vom festen Willen der Stadtverwaltung partnerschaftlich mit der TU Bergakademie Zukunftsstrategien unter kreativer Nutzung des fruchtbaren Nährbodens – gebildet aus den Universitätsressourcen plus förderliches Umfeld der Universitätsstadt mit starker innovativer Wirtschaft – zu entwickeln, zeugt der Beitrag von Oberbürgermeister Bernd-Erwin Schramm. Allen Autoren gilt unser herzlicher Dank.

Dieses Heft wird vom Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg gemeinsam mit der Universität herausgegeben.

Aus Platzgründen finden sich die Literaturnachweise zu den einzelnen Fachbeiträgen auf einem gesondert beigelegten Blatt. Diese und weitere detaillierte Informationen zu den abgedruckten Beiträgen sollen aber auch über das Internetportal unseres Vereins zugänglich gemacht werden. Dabei strebt der Verein an, die in unserer Universitätsbibliothek verfügbaren Quellen per Verknüpfung direkt zugänglich zu machen. Hingewiesen sei auch auf das im Internet eingerichtete „Gästebuch“ als Plattform für kritische Hinweise und Verbesserungsvorschläge.

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

# Inhalt

**Aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik**

**Vereinsaktivitäten**

**Workshops und Tagungen**

**Hochschulnachrichten**

**Historie**

**Personalia**

**Buchbesprechungen**

50 Jahre Diplom 2009 .....134

Autorenverzeichnis .....136

# Mauerfall, 20 Jahre danach

Untertitel mit Aussage zu den 3 Artikeln,  
2 Zeilen lang

## Gedanken zum 20. Jahrestag der politischen Wende

Wahrscheinlich war ich der einzige Rektor im Bereich des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen der DDR in seiner Struktur bis zum Frühjahr 1990, der – gewählt 1988 – nach seiner Wiederwahl durch die neu geschaffenen Gremien der Hochschule im Sommer 1990, bis zum Wirksamwerden des Sächsischen Hochschulerneuerungsgesetzes im Oktober 1991 im Amt gewesen ist. Auch 20 Jahre nach dem Fall der Mauer fällt es mir nicht leicht, unser Wirken in dieser bewegten Welt in Freiberg mit den damaligen europaweiten Veränderungen im Zusammenhang zu betrachten und zu bewerten. Es sollen daher im Folgenden lediglich einige Gedanken zur Vorwendezeit, zu Problemen und persönlichen Erfahrungen, zur Hilfe und Unterstützung von außerhalb und zur Profilierung der Hochschule dargelegt werden.

### 1. Zur Vorwendezeit

Wenn ich, noch dazu mit dem jetzigen zeitlichen Abstand an die Wendezeit zurück denke, muss ich die frühen 1980er Jahre mit einbeziehen. Nach 20-jähriger Tätigkeit in der Industrie war ich 1980 zurück an meine alma mater gekommen. Vieles war gegenüber der Industrie offener, ohne Vorgaben vorgesetzter Leitungen. Man war selbstständiger in seinen Entscheidungen, es existierten WTZ-Abkommen mit den Kollegen in Österreich und Finnland, insbesondere mit den Professoren Fettweis und Matikainen, eine technisch-wissenschaftliche Zusammenarbeit und persönliche Bindungen. Das alles habe ich als sehr positiv empfunden.

In den späten 80er Jahren gab es deutliche Veränderungen im politischen und wirtschaftlichen Leben der DDR gegenüber den 1970er Jahren. Die wirtschaftliche Lage wurde immer prekärer, und die politische Stimmung wurde zunehmend

Horst Gerhardt  
Rektor 1988/1991

durch die Wandlungen in Polen, durch Perestroika und Glasnost in der Sowjetunion sowie durch immer umfangreicher werdende wirtschaftliche, wissenschaftliche und persönliche Kontakte zur BRD geprägt. Erstmals war für mich 1987 die Teilnahme an einem Weltbergbaukongress in Stockholm und im Januar 1988 am Bohr/Sprengkolloquium in Clausthal möglich. Befahrungen im Steinkohlen- und Kalibergbau führten zu unmittelbaren Kontakten mit der westdeutschen Bergbauindustrie. Der Rektor der TU Clausthal besuchte Freiberg, und es wurden Verträge zur wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit unterschrieben. Im Herbst 1988 fand eine Sitzung des IOK der Weltbergbaukongresse in Freiberg und Dresden statt und im November konnte ich an einem Rektoratswechsel in Clausthal teilnehmen. Viele Begegnungen führten zu Bekanntschaften mit Fachleuten, die bis heute fortbestehen. Dies alles, ergänzt um sehr persönliche Erfahrungen während einer Vortragsreise 1988 nach Tbilissi, machte deutlich, welche Wandlungsprozesse im Gange waren. Im Juni 1989 hatte Ungarn den Grenzzaun nach Österreich geöffnet, und tausende junge Leute verließen die DDR. Wie sollte es weiter gehen in diesem Lande? Noch hoffte ich damals auf eine Annäherung der beiden großen Wirtschaftssysteme durch einen Wandel in der DDR, durch einen marktwirtschaftlich orientierten Sozialismus. Im September 1989 fand eine Sitzung des IOK in Reno statt. Von deutscher Seite waren Kollege Knissel aus Clausthal und ich vertreten. Im Fernsehen konnte ich die Situation der DDR-Flüchtlinge verfolgen, und ich entsinne mich noch an die vielen Diskussion, die wir mit den österreichischen Kollegen über die Lage in beiden deutschen Staaten geführt haben. Zurückgekehrt nach Freiberg und mit Be-

ginn des neuen Studienjahres wurde ich wieder unmittelbar mit dem Wandlungsprozess in der Gesellschaft konfrontiert. Wir waren in der Wendezeit angekommen.

### 2. Die größten Probleme und sehr persönliche Erfahrungen

Sehr genau erinnere ich mich an eine Versammlung im Großen Hörsaal, in der es u. a. um die Veränderungen des gesellschaftlichen Grundlagenstudiums und um den Besuch der Lehrgänge „Militärische Qualifizierung“ bzw. „Zivilverteidigung“ für das zweite Studienjahr ging. Noch hatten wir eine Regierung, noch galten Recht und Gesetz der DDR. Konnten wir das an der Basis außer Kraft setzen ohne im Chaos zu versinken? Ich sagte damals zu, das Ministerium in Berlin am nächsten Tag zu informieren und natürlich ist niemand mehr in die Lager für die Lehrgänge gefahren.

Im Spätherbst 1989, nachdem wir vier Arbeitsgruppen gebildet und damit eine breite Mitwirkung aller Beschäftigtengruppen bei den Wandlungsprozessen an der Hochschule erreicht hatten, wurde deutlich, dass sich alle Aktivitäten auf einen Anschluss an die BRD und nicht auf einen verbesserten Sozialismus in der DDR orientierten. Damit war auch klar, dass die Struktureinheiten der Bergakademie, die vor allem aus politischen Gründen geschaffen worden waren, liquidiert werden würden. Das waren die Sektion ML, das Institut für Sozialistische Wirtschaftsführung und das Industrieinstitut. In der weiteren Folge waren von der Abwicklung bzw. von der Ausgliederung auch die Sektion SBW, die Ingenieurschule und die ABF betroffen. Schließlich folgten nach dem Oktober 1990 die Übernahme bundesdeutscher Strukturen im Hochschulwesen und damit die Ausgliederung der Wohnheime und der Mensa sowie umfangreich vorhandener Handwerkerkapazitäten. In diesem Zusammenhang mussten Entlassungen durchgeführt werden und wurde über Einzelschicksale entschieden, dem oft ausführliche Aussprachen vorausgingen. Nicht immer waren die Betroffenen

von der Notwendigkeit der Veränderung überzeugt. In aller Regel wurden aber Wege gefunden, um zumindest den betroffenen Studierenden einen verwertbaren Abschluss zu gewährleisten. Deutlich in Erinnerung ist mir eine Belegschaftsversammlung in der Neuen Mensa, in der ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vermitteln musste, dass wir beträchtliche Reduzierungen und Umsetzungen der Belegschaften durchzuführen haben. Einmal mehr in meinem Leben habe ich dabei die Erfahrung gemacht, dass es gut ist, wenn man offen und ehrlich die Dinge anspricht. Es gab natürlich keinen Beifall für meine Offenbarungen, aber auch keine Buh-Rufe und Pfiffe.

In diesen Wendejahren habe ich viele sehr persönliche Erfahrungen gemacht, die ich zu einem großen Teil so nicht erwartet hätte. Mit Menschen, die allen Grund hatten sich zu beklagen, wie z. B. Prof. Schrader – der wegen einer Diskussion um Treueprämien 1968 seine Professorenstelle an der Bergakademie verloren hatte – habe ich lange Gespräche geführt und viel Verständnis gefunden. Gleiches gilt für die Angehörigen von Prof. Fleischer, der in einem Schauprozess im Jahre 1953 zu einer Gefängnisstrafe verurteilt worden war.

Andererseits gab es Hochschulangehörige, die vor 1989 unbedingt an der Hochschule bleiben und keine Industrietätigkeit aufnehmen wollten, die sich aber nun ungerecht behandelt fühlten.

Einige gute Fachleute konnten wir wegen persönlicher Differenzen in den Struktureinheiten nicht als Hochschullehrer an der Hochschule halten.

Manchmal habe ich mich im Nachhinein schon gefragt, warum ich die Zusatzbelastungen physischer und mentaler Art an der Spitze der Einrichtung überhaupt auf mich genommen habe, zumal die eigene zukünftige Entwicklung völlig unklar war. Ich hatte mich den Fragen der verschiedenen Kommissionen gestellt, weil ich der Meinung war, mit meiner Tätigkeit in der Industrie und an der Hochschule – auch im Vergleich zu meinen bundesdeutschen und ausländischen Kollegen – fachlich den Anforderungen an einen Hochschullehrer genügen zu können. Auch hatte ich ein gutes Gewissen vor mir selbst, ich hatte mich nie auf Kosten anderer in Funktion gedrängt, im Gegenteil, und ich hatte niemand diskriminiert. Dennoch war ich verwundert, welche Fragen in der Personalkommission, noch dazu von Personen gestellt wurden, die teilweise wie

bild wende???????

ich selbst in der Vorwendezeit Funktionen bekleidet hatten, und ich musste die Erfahrung machen, dass man sich auf das Wort eines Staatsministers nicht verlassen kann. Der Rückhalt im eigenen Institut und Empfehlungen aus der Industrie waren weitere Gründe dafür, das Procedere der Anhörungen, der Entlassung und der Wiederbewerbung auf den eigenen Lehrstuhl durchzustehen.

### 3. Zur Hilfe von außerhalb

Beginnend im November 1989 setzte eine sehr intensive Arbeit in allen vorhandenen und neu gewählten Gremien ein. Im Rückblick kann ich feststellen, dass alle „staatlichen Leiter“ und die von den Belegschaften gewählten Vertreter in dieser Zeit mit einer Intensität tätig waren, die man sich heute manchmal wünschen würde. Alle wollten wir die Bergakademie als universitäre Einrichtung erhalten und ihre Grundstrukturen und Hauptlinien bewahren. Oft haben wir mehrfach in der Woche und bis spät abends beraten und diskutiert. Besonders kontrovers waren die Debatten um die Inhalte in den gesellschaftlichen und ökonomischen Fächern. Nachdem zunächst erreicht worden war, dass am Bestand der Bergakademie als Technische Universität nicht mehr gerüttelt wird – dabei spielte der damalige sächsische Ministerpräsi-

dent Prof. Biedenkopf eine sehr positive Rolle – waren Kräfte von außerhalb bemüht, die ökonomischen Fächer aus den Strukturen der Freiburger Disziplinen zu entfernen. Es bedurfte großer Anstrengungen und intensiver Diskussionen, um den Wissenschaftsrat davon zu überzeugen, die Wirtschaftswissenschaften in Freiberg neu aufzubauen. In diesem Zusammenhang hat der damalige Gründungsdekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, Prof. Reichwald von der TU München, sehr engagiert argumentiert. Völlig zu Recht wurde er deshalb an unserer alma mater ehrenpromoviert.

Bezüglich des gesellschaftswissenschaftlichen Grundlagenstudiums wurden während langer Diskussionen viele gute Gedanken entwickelt, um zu einem „studium generale“ zu gelangen. Leider ist davon nicht viel übrig geblieben. Heute beschränkt sich das nicht fachbezogene Studium auf wenige Vorlesungsangebote des Lehrstuhls für Technikgeschichte und Industriearchäologie. Für ein universitäres technisches Studium ist das eigentlich zu wenig.

Bei allem Einsatz der Hochschulangehörigen waren die Umstellung der Lehrpläne – vor allem in den wirtschaftswissenschaftlichen und bergrechtlichen Fächern – und die Einführung neuer Rechtsgrundlagen und Verwaltungsvorschriften ohne Hilfe und Unterstützung durch Fachkräfte aus den alten Bundesländern nicht möglich, jedenfalls nicht in der gebotenen Kürze und Qualität. Ohne alle Personen und Einrichtungen aufführen zu können, die dabei mitgewirkt haben, sollen der damalige Rektor der TU Clausthal, Prof. Müller, und sein Kanzler erwähnt werden, die großzügig den Austausch von Mitarbeitern förderten. Die Wirtschaftsvereinigungen Bergbau und Stahl, der DAAD, eine Arbeitsgruppe von Rektoren aus Bayern, Sachsen und Thüringen, die DFG, Gesellschaften wie die GDMB und viele weitere Einrichtungen leisteten wertvolle Hilfe bei der Umstellung auf ein neues Gesellschaftssystem. Studentische Verbindungen, Corps, Burschenschaften meldeten sich und wollten sich in Freiberg etablieren. Damals habe ich eine Menge Leute kennen gelernt. Die meisten kamen unvoreingenommen und mit den besten Absichten nach Freiberg. Oft stellte man in den Diskussionen eine weitgehende Übereinstimmung der Ansichten bei allen Problemen der Wirtschaft, Wissenschaft und Politik fest, die ich so nicht erwartet hatte. Ein Ergebnis

von Gesprächen mit Vertretern der TU Clausthal und der TU Berlin war die Wiedergründung des Vereins der Freunde und Förderer der Bergakademie Freiberg, der während des 3. Reiches verboten worden war, im Juli 1990. Prof. Arnold, der auch der 1. Vorsitzende wurde, und ich selbst waren die ersten Mitglieder. Inzwischen zählt unser Verein ca. 1.200 Mitglieder und ist fester Bestandteil im Leben der Hochschule.

#### 4. Zur Profilierung der TU Bergakademie Freiberg

Ausgehend von ihrer Gründung im Jahre 1765 spielen bei der Profilierung unserer Universität mineralische Rohstoffe, Werkstoffe und Energie die entscheidende Rolle. In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts kam als weiterer Schwerpunkt der Umweltschutz als alle Bereiche durchdringendes Element hinzu. Chemie

und Physik, die Mathematik und auch die Ökonomie wurden über die Jahrhunderte hinweg in aller Regel im Kontext zu diesen Schwerpunkten gelehrt, so wie auch der Maschinenbau, die Elektrotechnik, die Verfahrenstechnik usw. Diese Einengung auf ein bestimmtes montanistisch geprägtes Profil war ein wesentliches Argument bei den Diskussionen in der Wendezeit über den Fortbestand der Bergakademie als eigenständige Einrichtung neben den Technischen Universitäten in Dresden und Chemnitz. Unser Vorteil war, dass wir beispielsweise die Rohstoffe von ihrer Entstehung, Erkundung, über die Gewinnung, Verarbeitung und Veredlung bis zum Recycling und die Wiedernutzbarmachung für den Abbau genutzter Flächen in Lehre und Forschung vertraten.

Bei aller Spezialisierung, die man aus dem gegenwärtigen Fächerkanon der TU Bergakademie Freiberg ableiten kann wird deutlich, dass wir diese Grundlinie

beibehalten haben und uns zu Recht als Universität der geschlossenen Kreisläufe verstehen. Dennoch sind Unterschiede zur Vorwendezeit unverkennbar. Zum einen sind aus unterschiedlichen Gründen bestimmte Lehr- und Forschungsgebiete im Kreislauf der Rohstoffe unterrepräsentiert, beispielsweise die mechanische Verfahrenstechnik und die Ökonomie der Rohstoffe. Zum anderen streben manche Fakultäten Abschlüsse an, für die wir weder prädestiniert noch genügend ausgestattet sind. Selbstverständlich muss sich die Universität weiter entwickeln und neuen Bedingungen immer wieder anpassen. Das hat sie auch in der Vergangenheit getan. Aber sicher ist es auch sinnvoll, immer wieder darüber nachzudenken, wie man die Singularität der Einrichtung auch in der Zukunft erhalten und ausbauen kann. Das sollte uns eine Lehre aus der Wendezeit sein.

■ Horst Gerhardt

## Mein Wendejahr

Alle, die mich schon 1989 kannten, hätten damals nur ungläubig oder verblüfft drein geblickt, wenn man ihnen prophezeit hätte, dass ich einmal Rektor der Bergakademie werden würde. Ich galt zu Recht als linkischer Mathematiker, der sein Leben als Nur-Naturwissenschaftler führte, der hochschulweit nie den Mund aufmachte. Allerdings, die, die mich näher kannten, wussten, dass ich in fachlichen Diskussionen prägnant und zäh sein konnte, auch im Freiburger Filmklub war ich ein häufiger Redner.

Ich hatte den Glauben an die Wiedervereinigung nie aufgegeben. Hin und wieder erklärte ich meinen Kindern, wie, meiner Ansicht nach, die Welt wirklich ist. Dazu gehörte auch immer der Ausdruck meiner Hoffnung auf die Lösung der nationalen Frage. Faktisch handelte ich aber so wie fast alle, also so, als würde sich das politische System in der DDR nie verändern.

Zur Kommunalwahl 1989 betrat ich erstmals die Wahlkabine, war aber immer noch zu vorsichtig, den Wahlzettel durchzustreichen. Ich wollte auch den mir unbekanntesten Kandidaten nicht Unrecht tun.

Ich wurde dann Reisekader. Meine Stasi-Akte erklärt das wie folgt: „Im März 1989 wurde S. durch die Bergakademie aus ökonomischen Gesichtspunkten als NSW-Reisekader eingereicht, obwohl er insbesondere wegen seiner politisch

**Dietrich Stoyan**  
**Rektor 1991/1997**

negativen Grundposition sowie operativ bedeutsamen NSW-Verbindungen nicht umfassend den Kaderanforderungen entsprach.“

Ich trat meine erste Reise in die Bundesrepublik (damals nannte ich sie noch BRD) zufälligerweise so an, dass ich in Hof einen der Züge mit den jungen Leuten aus der Prager Botschaft sah. Ich weiß noch, dass ich damals ihr Verhalten nicht billigte. Ich sah dann am 8. Oktober die Schlagzeile der Bild-Zeitung, die die Einheit Deutschlands kommen sah. Ich schüttelte nur den Kopf. In Karlsruhe im Hotel sagten die Damen der Rezeption, dass ich nun hoffen könnte, dass es auch bei uns besser wird. Ich widersprach: „Bei uns wird sich nichts ändern!“

Am 17. Oktober erst feierte die Sektion Mathematik der Bergakademie den 40. Jahrestag der DDR. Es ergab sich so, dass ich als stellvertretender AGL-Vorsitzender einen Trinkspruch auf die DDR auszubringen hatte. (Ich war also zweithöchster Gewerkschaftsfunktionär der bergakademischen Mathematik; damals waren alle in der Einheitsgewerkschaft, auch alle Professoren.) Ich sagte dabei unter anderem: „Sicher stimmen Sie mit mir darin überein,

wenn ich mir wünsche, dass in der Zukunft möglichst viel von dem, was uns in der DDR jetzt und schon länger stört, weg reformiert wird, aber auch möglichst viel von dem DDR-spezifischen Guten erhalten und ausgebaut werden möge.“

Am 1. November sprach ich erstmals und gleich mehrmals auf einer zentralen Gewerkschaftsversammlung der Bergakademie, vor etwa 70 Personen, alles Gewerkschaftsfunktionäre. Obwohl das nur ein spontaner Ausbruch war, gelang es mir zusammen mit anderen durchzusetzen, dass der sozialistische Wettbewerb formell abgeschafft wurde. Das wurde in der Hochschulstadt, der Zeitung der Bergakademie, damals noch in der Hand der SED, bekanntgegeben.

Mit meiner Frau nahm ich dann an allen Demonstrationen in Freiberg teil, ging zu den Veranstaltungen in der Alten Mensa und sprach dort einmal vor etwa 300 Zuhörern über Fragen der Volksbildung. Das geschah im Rahmen der sich damals formierenden ostdeutschen SPD.

Die Kämpfe um die Demokratisierung der Bergakademie verfolgte ich nur aus der Ferne, ich kümmerte mich aber um die Reform des Mathematik-Fachstudiums. Heute glaube ich, dass erst einige Reisen in die Bundesrepublik und nach Westeuropa, die ich 1990 schon nicht mehr als Reisekader unternahm, mir das nötige Selbstvertrauen gaben und mir die Richtung aufzeigten, in die sich die Bergakademie entwickeln musste. Ich reiste

damals wie ein heutiger Professor umher, flog nach Spanien, weil ich im Programmkomitee einer großen internationalen Statistikerkonferenz war, fuhr mit meiner Tochter für zwei Wochen nach England und besuchte mehrere westdeutsche Universitäten. Ich weiß noch, wie ich bei Manchester die kilometerlangen Industrieruinen sah und damals nicht ahnte, dass wir so etwas in wenigen Jahren in Sachsen auch haben würden.

Ich wurde im Frühjahr 1990 Mitglied des Rats der Sektion Mathematik, als ein Vertreter der Gruppe der Dozenten. Der damalige Sektionsdirektor fragte mich unter vier Augen, ob ich nicht Stellvertretender Sektionsdirektor für EAW (= Erziehung,

Ausbildung und Weiterbildung; heute heißt die entsprechende Funktion Studiendekan) werden wollte. Ich antwortete, dass ich, wenn ich einmal ordentlicher Professor sein würde, sogar bereit wäre, Sektionsdirektor zu werden. Später wurde ich dann Prorektor und Rektor, beides (zunächst) nur als außerordentlicher Professor. Aber das ist eine andere Geschichte.

Die Revolution von 1989/90 kam für meine Familie und mich genau zur rechten Zeit. Der Widerspruch zwischen meinen fachlichen Leistungen und meiner Stellung in der Hierarchie war sehr krass geworden. Und die Stasi plante, wenn ich den Akten trauen kann, mich als Spion zu entlarven (d. h., mich als Spion zu dekla-

rieren), um mich und meine Familie teuer in den Westen verkaufen zu können. Bis zum 15. Oktober 1989 sollte „im Arbeits- und Wohnbereich des S. eine geeignete Kontaktperson geschaffen werden, die die operative Kontrolle des S. realisieren kann“. Dies sollte im Rahmen der OPK „Raster“ erfolgen, einer Operativen Personenkontrolle im Stil einer Rasterfahndung gegen unzuverlässige Reisekader. Dabei hatte ich außer frechen Reden nie etwas gegen die DDR unternommen.

Die Bekanntschaft mit der DDR-Justiz blieb mir zum Glück erspart – aber mein Leben wurde trotzdem viel interessanter als vor 1989.

■ Dietrich Stoyan

## Meine Gedanken zur Wende

Wendezeit – Wechsel des Gesellschafts-systems und aller bis dahin geltenden Regeln. Wann begann es? Welche persönlichen Eindrücke sind nach 20 Jahren geblieben? Viele Fragen und noch mehr Antworten!

Fest steht: Als keine Befehle mehr aus Moskau an die Führung der DDR kamen, waren die Herrschenden völlig führungs-, kopf- und ideenlos. Die Alt-Herren-Riege des Politbüros der SED war zur Führung und Leitung eines Staates und seiner Wirtschaft, der gesamten Gesellschaft, unfähig. „Rings umher sinkt das Niveau, sogar im Politbüro“ sangen die Spötter. Die Macht lag buchstäblich auf der Straße. Eine „Wende“, wie sie Egon Krenz, der grinsende Wahlfälscher, verkündete, war unmöglich, denn längst hatte sich das Volk der DDR für ein deutsches Volk entschieden und das mit dem Begriff der Wende verbunden.

Es ist auch heute noch unfassbar, dass dieser gesellschaftliche Wandel unblutig verlief, denn alle Voraussetzungen zur militärischen Erhaltung der Macht der SED waren über Jahrzehnte geschaffen worden. Das Verhalten der sowjetischen Streitkräfte und auch das besonnener DDR-Persönlichkeiten gaben wohl den Ausschlag. Ich hatte selbst erlebt, dass 1953 in der DDR, 1956 in Ungarn, 1968 in der CSSR geschossen wurde, die Volksaufstände, wie 1981 auch in Polen, niedergeschlagen wurden und eben keine Wende eintrat.

Für mich war das, was wir heute mit

## Ernst Schlegel Rektor 1991/1997

Wende meinen, immer und im tiefsten Herzen mit der Einheit Deutschlands verbunden. Das lag sicher daran, dass ich als Kind die Einheit noch erlebt hatte – mein Elternhaus stand 1 km von der Grenze zwischen Thüringen und Bayern entfernt –, dass ich die Trennung von nahen Verwandten, Freunden und vielen Bekannten jahrzehntelang erlebt, die vielfältigen Hindernisse und Gemeinheiten bis zur Verhaftung und Aussiedelung aus der Sperrzone erfahren hatte. In Freiberg muss man sich die Trennung durch die Zonengrenze, später Staatsgrenze, so vorstellen, als ob eine unüberwindliche Weltgrenze zwischen dem Stadtrand von Freiberg und Brand-Erbisdorf bestände, also eine vollständig verbundene Gemeinschaft der dort wohnenden Menschen mit Gewalt, dreifachem Streckmetallzaun, Minen und Schusswaffen getrennt würde. Den heute sprachgewaltig und dialektisch diskutierten Begriff „Unrechtsstaat DDR“ habe ich jahrzehntelang direkt erlebt. Wie emotional meine Gefühle verankert waren, möge ein über 30 Jahre immer wiederkehrender Traum belegen: Ich ging glücklich die steile Straße zum Geburtsort meines Vaters in Oberfranken hinauf und erwachte ermüdet. Meine polnischen Freunde haben mir versichert, dass dieser Traum wahr wird, wenn wir Deutschen die Einheit wollen. Im November 1989 habe ich den Traum Wirklichkeit werden lassen.

Mindestens seit dem Jahr 1980 war jedem einigermaßen nachdenklichen Menschen im Ostblock klar, dass die sozialistische Gesellschaftsordnung wirtschaftlich heillos dem Westen unterlegen war. Uns Ingenieuren blutete das Herz, wenn wir die Verschwendung des Volksvermögens in die militärische Ausrichtung der gesamten Gesellschaft, die desolate Wirtschaftsführung und die generelle Uneffektivität sahen. Dazu kamen die größtenwahnsinnige Darstellung der „Erfolge“ in den Medien und der moralische Verfall, aus meiner Sicht im zentralen Sowjetreich noch mehr als in seinen Satellitenstaaten. Ein solcher Tiefstand musste zu gesellschaftliche Konsequenzen führen. Selbst der Militärputsch 1991 gegen Gorbatschow war zu schwach, um das alte Sowjetsystem und sein koloniales Weltreich zu erhalten.

Es ist ein Treppenwitz der Geschichte, dass wir diese grundsätzlichen gesellschaftlichen Vorgänge zwar nicht explizit gelehrt bekamen, aber immerhin erkannten in der für alle Hochschullehrer, für mich seit 1978, verbindlichen Marxistisch-Leninistischen Abendschule, der so genannten MLA, die weder abends noch rein leninistisch ablief, aber den Austausch von Ideen, Gedanken, Meinungen und Wissen in der ungestörten Gemeinschaft von Wissenschaftlern meist in ruhigen Orten des Erzgebirges zuließ. An dieser Stelle muss ein posthumer Dank an Hans-Heinz Kasper und Frank Richter gestattet sein.

Damals festigte sich in uns mehr und mehr der Gedanke: Wenn sich die Zeiten ändern sollten und die SED nicht mehr herrscht, müssen wir in Freiberg die

Dinge selbst in die Hand nehmen und für die Instanz Bergakademie bereitstehen, denn wir hatten uns in der Vergangenheit – in welcher Form auch immer – nicht an die Mächtigen verkauft, wir waren wissenschaftlich bekannt und fachlich akzeptiert, und wir fühlten uns in der Lage und fähig, wie und auch wo immer der Bergakademie zu dienen. Das war die Motivation für die Mitarbeit in der Demokratiegruppe zur Wendezeit und später für die Umgestaltung der Bergakademie überwiegend mit Bergakademisten selbst und nur mit Hilfe Einzelner, die von außen kamen. Die Tatsache der Bewältigung der Wendeprobleme mit eigenen Kräften ist eine Freiburger Besonderheit und hat uns hohe Anerkennung, aber auch einen kritischen Blick aus der gesamtdeutschen Hochschullandschaft eingebracht.

Wenn wir uns über die Tatsache des Zusammenbruchs des Sozialismus auch klar waren, der konkrete Zeitpunkt war uns wie anderen in Ost und West völlig ungewiss. Ein Erlebnis soll das belegen: Im Mai 1989 wurde mir ein Haus mit großem Grundstück in bester Freiburger Stadtlage zum Kauf von einem nach Westdeutschland ausreisenden Bekannten angeboten. Zusammen mit dem Freiburger Stadtarchitekten kamen wir am Springbrunnen des Scheringer-Parks zum Schluss: Wenn wir wüssten, dass es so wie im Westen wird, müsste ich das Haus kaufen; weil wir aber beide diese Situation nicht mehr erleben würden, sei es besser, auf den Kauf zu verzichten, was ich dann auch tat. Wir konnten es uns nicht vorstellen, dass die Sowjetunion ihre Eroberungen des II. Weltkrieges aufgeben könnte.

Dann überschlugen sich die Ereignisse: Immer wieder Unruhe in Polen, Versammlungen und Diskussionen in den evangelischen Kirchen, Ausreisewelle aus der DDR wie auch der Türken aus Bulgarien, Öffnung der Grenze in Ungarn, Durchfahrt der Züge aus Prag durch Freiberg mit dem berüchtigten Polizeieinsatz am Bahnhof, Demonstrationen in Plauen, Leipzig, Chemnitz und allen größeren sächsischen Städten gegen die führende Rolle der SED und die Staatsicherheit und schließlich der Mauerfall am 9. November 1989. Und einen Tag später: Ein Fernschreiben des Instituts für Nichtmetallisch-Anorganische Werkstoffe aus Clausthal: Kommt sofort zu uns zur Exkursion. Rücktritte fast täglich. Es überschlugen sich die Ereignisse. An jedem

Tag gab es einen Anlass, die Sektkorken knallen zu lassen.

Meine erste Westreise führte nach Oberfranken, nach Lichtenfels, Staffelstein und Bamberg. Die gemeinsame Silvesterfeier direkt an der thüringisch-bayerischen Grenze am Falkenstein mit Stalllaternen bleibt unvergesslich. Meine erste Dienstreise ging nach Dänemark zu einer Firma am Skagerrak, für die ich bereits vor der Wende gearbeitet hatte. Das persönliche und berufliche Glück war vollkommen.

Dann stürzten wir uns in die Arbeit: In der Demokratiegruppe an der Bergakademie in vielfältiger Weise, im Institut zum Aufbau der neuen Beziehungen zur Deutschen Forschungsgemeinschaft, zur westdeutschen Industrie, zu den Stiftungen, immer unter dem Aspekt der Erhaltung und des Ausbaus der Leistungsfähigkeit der Bergakademie und dem Nachweis: Auch das vereinigte Deutschland braucht die Bergakademie, und Deutschland zeigte uns, dass wir brauchbar sind. Die westdeutsche Industrie, die Universitäten und die Deutsche Forschungsgemeinschaft integrierten uns sofort und in vorbildlicher Weise.

In dieser Wendezeit verließen zahlreiche Personen die Bergakademie, manche freiwillig, eine Reihe durch Zwang. An dieser Stelle mein ausdrücklicher Dank an die Ausgeschiedenen: Fast alle haben ihren Dienst vorbildlich bis zu ihrem letzten Arbeitstag an der Bergakademie getan; das hat mich sehr beeindruckt und ist ein Beweis für den Zusammenhalt und den Geist an unserer Bergakademie. Es war eine arbeitsreiche, hoch emotionale und glückliche Zeit.

Dann begannen die Mühen der Ebene, mit Konkurrenz, manchmal auch Neid und allen Tricks des Wettbewerbs.

Von heute aus gesehen ist mein Lebenslauf und der meiner Generation zumindest vielfältig: Geboren im Nazireich, schon bewusst erlebt die glückliche Befreiung von der Diktatur und dem Krieg im April 1945 durch die amerikanische Armee, dann die schockierenden Erlebnisse des Stalinismus, der allmähliche und zunächst erwartungsvolle Aufbau der DDR mit dem späteren Mauerbau und der Abgrenzung im weitesten Sinne von einer gemeinsamen deutschen Nation, die bleierne Zeit bis 1989 und dann die friedliche Explosion des mehrheitlichen Volkswillens und die erstmalige Möglichkeit für mich, an exponierter Stelle für die Bergakademie und für unser Land zu arbeiten.

Meine Generation hat diese Herausforderungen gern angenommen, gewissenhaft gearbeitet und ist so glücklich geworden, auch mit den in beachtlicher Zahl bei uns ausgebildeten Studenten.

Ein bitterer Beigeschmack, den wir erst heute erleben, bleibt trotz aller persönlichen Gewinne durch die Wende: Eine beachtliche Anzahl der in der Wendezeit und beim folgenden Neuaufbau der Bergakademie beteiligten Akteure gehört zur Kohorte der so genannten Zugangsgrentner, deren Renteneintritt zwischen dem 1. Juli 1995 bis zum 31. Dezember 2001 lag. In Freiberg betrifft das u. a. die Professoren Franek, Gerhardt, Lehnert, Oelsner, Schlegel, Schulle, Stolz, Tröger, Walde, Willmann, von Wolfersdorf, alles Persönlichkeiten, die an herausragender Stelle und mit großem Einsatz als Eckprofessoren, in der Personalkommission und von Dekan bis Rektor ganz wesentlich die Wendezeit gestaltet und die Basis für die heutige TU Bergakademie Freiberg gelegt haben. Diese Gruppe erhält allein die gesetzliche Regelaltersrente und damit die geringste Altersversorgung aller deutschen Professoren, oft sogar weniger als ihre damaligen Untergebenen. Und noch schlimmer: Der sächsische Landtag antwortete auf ein Schreiben des Deutschen Hochschulverbandes:

- Mögen die betroffenen Staatsdiener in ihrer aktiven Zeit auch Hervorragendes in Forschung und Lehre geleistet haben, an den Ruheständlern bestehe kein besonderes Staatsinteresse.
- Dem Steuerzahler seien Zuwendungen für ausgediente Professoren aus dem Landeshaushalt nicht zu vermitteln; denn Ausgaben ohne zu erwartende Rendite widersprächen haushälterische Grundprinzipien.

Das ist eine zutiefst entwürdigende Wertung der Lebensleistung einer ganzen Gruppe von Professoren. Sie entspringt offenbar der moralischen Sicht der Finanzexperten, die die spezifische sächsische Finanzkrise zu verantworten haben. Auch das gehört zur Bilanz der Wende.

Und trotzdem: Wir haben in drei Gesellschaftssystemen gelebt, unser Gewissen nicht verkauft und verloren, und wir haben unsere Aufgaben an den uns zugewiesenen oder zugefallenen Stellen nach bestem Wissen und Gewissen erfüllt. Das macht uns stark, frei und optimistisch, auch im Alter und manchmal sogar noch bei der bezahlten Arbeit.

■ Ernst Schlegel

# Die TU Bergakademie Freiberg: Vision 2015

*Ein sonniger Frühsommertag im Jahr 2015, die Jubiläumstimmung zum 250. Geburtstag der altherwürdigen Alma Mater liegt in der Luft. Durch den grünen, parkähnlichen Campus, vorbei am vor wenigen Jahren erweiterten Gebäude der Chemischen Institute, dem neuen Zentrum für Verfahrens- und Maschinenentwicklung, frisch gestrichenen Institutsgebäuden, Wohnheimen und der in bunten Farben leuchtenden neuen, zweiten Kita sowie dem modernen und großzügigen Komplex aus Hörsaalzentrum und Bibliothek führt der Wissenschaftskorridor auf der „Gelehrtenmeile“ weiter durch den mit Skulpturen bereicherten Park in Richtung Krüger-Haus, in Richtung Schloß. Vor der „terra mineralia“ herrscht Besucherandrang, denn es läuft gerade eine Sonderausstellung. Zum Glück gibt es nun auch keine Parkplatzprobleme mehr. Weiter geht es am vor kurzem fertig gestellten Schloßplatzquartier und am Hauptgebäude der Universität vorbei ins schmuck hergerichtete spätmittelalterliche Zentrum der Stadt. Wie auch der Campus selbst, ist das Stadtzentrum sehr belebt. Überall junge und ältere Leute, Frauen und Männer, Studenten, verschiedener Nationen, die in ihren Sprachen reden. Nicht*

*nur die an Kleidung und Aussehen erkennbaren Gäste, sondern auch zahlreiche Banner und Fahnen im Stadtzentrum deuten darauf hin, dass an der TU Bergakademie Freiberg gerade die wissenschaftliche Jahreshauptveranstaltung, der Berg- und Hüttenmännische Tag, stattfindet, der ein internationales Wissenschaftsereignis geworden ist.*

*Was zieht diese vielen Menschen im Jahr 2015 nach Freiberg, an die Technische Universität Bergakademie?*

**Unsere Universität wird sich im Jahr 2015 von anderen Technischen Universitäten durch ihr Profil noch stärker als heute hervorheben.** Sie wird die **Ressourcen-Universität** mit einer klaren strategischen und nachhaltigen Fokussierung in Deutschland sein. Die zukunftsfähige, auf die nationale und internationale Wirtschaft ausgerichtete Profilierung der Universität **auf den Gebieten Geo, Material, Energie und Umwelt – GEOMATENUM** – wird, noch stärker als heute 2009, die Ingenieur- und Technikwissenschaften mit den Naturwissenschaften, der Mathematik und Informatik sowie den Wirtschaftswissenschaften verzahnt haben. Die Mathematisierung der Technik und Naturwissenschaften wird so weit fortgeschritten sein, dass wir uns zum wichtigs-

ten Ausbildungs- und Forschungspartner für viele Zweige der Grundstoffindustrie etabliert haben.

Ihr 250 Jahre gewachsenes Profil mit der Verbindung von Wissenschaft und Wirtschaft ist für die TU Bergakademie Freiberg ohne Zweifel von herausragender Bedeutung. Im Jahre 2009 haben wir uns gefragt, welchen Zukunftsthemen wir uns neben den bereits erfolgreich vorangebrachten Forschungsschwerpunkten verstärkt zuwenden sollten. Das Ergebnis dieser Zukunftsthementage lässt sich fogendermaßen umreißen (ohne Priorisierung): Wasser, Georessourcen/Geoinformationen, Kohlenstoff, Julius Weisbach-Forschungskanal, Lithium, Reaktive Funktions Hohlräume, Materialien und Werkstoffe, Elektronikwerkstoffe, Magnesium und Hartstoffe. Davon sind acht Themen stoff- und zwei Themen prozessorientiert. Auch hier bestätigt sich unser Ressourcenprofil, wobei die Themen von vornherein interdisziplinär behandelt werden. Weitere Anforderungen sind Mathematisierung/Informatisierung, Interdisziplinarität und wirtschaftliche Bewertung.

Wir sind zurück im Jahr 2009: Zwischenzeitlich hat das Rektorat eine zeitlich befristete personelle Verstärkung zur Vorbereitung von Projektanträgen bzw.



zur Vorlauftforschung bereitgestellt.

Zukunftsthementage werden wir auch 2010/2011 durchführen: zum einen, um die bereits ausgewählten Zukunftsthemen zu evaluieren, zum anderen, um am Ball zu bleiben und bei innovativen Themen zu den Ersten in Deutschland zu gehören.

Die weitere Schärfung des Profils wird auch bei der Besetzung von Professuren zu berücksichtigen sein. Künftige Zielvereinbarungen mit den Fakultäten und daran geknüpfte Mittelverteilungen tragen dem ebenfalls Rechnung.

**Die TU Bergakademie Freiberg wird bis zum Jahr 2015 zu den wissenschaftlichen TOP-Adressen auf ihren Gebieten gehören.** In den nächsten Jahren muss es ihr gelingen, starke Wissenschaftspartner nach Freiberg zu holen. Gemeinsam mit der Fraunhofer Gesellschaft werden an der Universität mehrere Fraunhofer-Institute entstehen: u. a. ein Fraunhofer-Institut im Halbleiterbereich, das THM (Technologiezentrum Halbleitermaterialien). Angestrebt wird des Weiteren eine Freiburger Außenstelle des Fraunhofer IKTS auf dem Gebiet der feuerfesten und refraktären Verbundwerkstoffe für Hochtemperaturanwendungen. Bis 2015 soll es zudem eine gemeinsame Einrichtung der Helmholtz-Gesellschaft und der TU Bergakademie Freiberg auf dem Sektor der Rohstoff-Ressourcen geben. Auch die gemeinsame Arbeit im Rahmen der Helmholtz-Graduiertenschule HIGRADE des Umweltforschungszentrums Leipzig wird – vielleicht in neuer Form – fortgesetzt.

Aber auch die in zahlreichen hochschulpolitischen Dokumenten ausgewiesene Kooperation zwischen sächsischen Hochschulen wird im Jahr 2015 an der TU Bergakademie Freiberg gelebt.

Einen wesentlichen Beitrag hierzu bildet die gemeinsame Initiative der drei

sächsischen Technischen Universitäten für die Beteiligung an der Bundes-Exzellenzinitiative. Das Ziel, dabei zum einen die Stärken der Universitäten auf ihren Gebieten einzubringen und dadurch zum anderen die Erfolgsaussichten im Rahmen der Bundesexzellenzinitiative zu erhöhen, wird die drei sächsischen Technischen Universitäten bis 2015 mit Sicherheit gestärkt haben – bei gleichzeitiger Wahrung ihrer Autonomie, denn: Die sächsische Wissenschafts- und Ausbildungs-Exzellenz kann nur mit eigenständigen starken Einrichtungen gewährleistet werden.

Die gute Ausgangsposition unserer Universität im Wettbewerb der sächsischen Universitäten wird dadurch belegt, dass Freiberg in den vergangenen beiden Jahren sachsenweit das dynamischste Wachstum im Bereich der Forschung verzeichnen konnte. Durch die erfolgreich an der TU Bergakademie Freiberg etablierten interdisziplinären Forschungsprojekte (u. a. 1 DFG-Sonderforschungsbereich, 3 DFG-Schwerpunktprogramme, das Krüger-Forschungskolleg „Freiberger Hochdruck-Forschungszentrum“, das ZIK Virtuhcon, das deutsche Energierohstoff-Zentrum, das ADDE-Projekt im Rahmen der sächsischen Exzellenzinitiative) ist unsere Universität auch am dynamischsten in ihrer Geschichte gewachsen.

**Die TU Bergakademie Freiberg wird bis zum Jahr 2015 zum nationalen sowie internationalen Wissenschafts- und Entwicklungszentrum, das Studenten und die Fachwelt gleichermaßen anzieht.** Perspektivisch wird sich die Bergakademie in einer für eine Universität einmaligen Weise in den Wertschöpfungsprozess des Landes einbringen. Ihre enge Verknüpfung mit der Industrie wird sie weiter ausbauen, was sich nicht zuletzt in ihren deutlich überdurchschnittlich hohen Drittmitteleinnahmen widerspiegeln wird. Der

Drittmittelanteil sächsischer Unternehmen wird weiter steigen. Die Drittmitteleinnahmen der Universität beliefen sich im Jahr 2008 auf weit über 30 Millionen Euro bzw. 418 T€ pro Professor. Im Verhältnis zur Grundfinanzierung (2008: ca. 50 Millionen Euro) betragen die Drittmittel ca. 70 %. Dies entspricht einem einmaligen Wert in Deutschland. Da auch in den kommenden Jahren nicht von einer Steigerung der staatlichen Zuschüsse auszugehen ist, wird sich auch diese Proportion fortsetzen. Die TU Bergakademie Freiberg wird den erfolgreichen Forschungsansatz fortsetzen und weiterhin die Technische Universität mit den **höchsten Drittmittelleinnahmen** pro Professor in den neuen Bundesländern sein sowie zu den Top Ten in Deutschland gehören.

In diesem Kontext ist auch der weitere **Ausbau unserer Stiftungen** zu sehen, deren mit Abstand größte die „Dr.-Erich-Krüger-Stiftung“ ist. Insbesondere der Aufbau unserer Stiftung „Technische Universität Bergakademie Freiberg“ verlief in den vergangenen Jahren sehr erfolgreich. Neben der eigentlichen Stiftung gibt es inzwischen bereits vier Stiftungsfonds. Im Jahr 2009 wurde der „FME-Stiftungsfonds“ eingerichtet, der speziell zur Unterstützung von Lehre und Forschung am Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte dient. Das Stiftungsgeschehen gilt es weiter auszubauen. Die Mittel der Stiftungen werden besonders in strategisch bedeutende Projekte fließen bzw. für Projekte eingesetzt, die aus anderen Mitteln nicht finanzierbar sind.

Mit ihrem deutlich ausgeprägten Forschungsprofil muss die TU Bergakademie Freiberg künftig verstärkt **Ausrichter von hochkarätigen Fachtagungen** sein. Hierfür ist möglichst kurzfristig eine entsprechende Infrastruktur (Hörsaalkapazitäten, Übernachtungsmöglichkeiten etc.) auf-

zubauen. Dazu werden wir bis zum Jahr 2015 einen erheblichen Schritt weitergekommen sein. Insbesondere der Berg- und Hüttenmännische Tag soll zu einer international attraktiven wissenschaftlichen Tagung entwickelt werden, die ein renommiertes Fachpublikum aus aller Welt anzieht. Diesem Anspruch wollen wir mit einem geänderten Konzept gerecht werden, indem wir dem BHT eine Leittragung zu einem ausgewählten Zukunftsthema geben.

**Neue Akzente setzen wir in den kommenden Jahren auch im Promotionsgeschehen.** Die Anzahl der Promotionen pro Professor wird erhöht werden. Die im Jahr 2008 gegründete Graduierten- und Forschungsakademie (GraFA) wird mit Leben erfüllt und fokussiert sich auf die organisatorische Bündelung und Begleitung des Promotionsgeschehens sowie Angebote für die Weiterbildung von Doktoranden, Nachwuchswissenschaftlern und Universitätsangehörigen. Dazu wird schrittweise ein spezifisches Weiterbildungs- und Schulungsangebot erarbeitet, wofür inzwischen auch Hochschullehrer insbesondere der Fakultät 6 gewonnen werden konnten.

Wir werden zudem mit der Durchführung von „Hochschulinternen Doppelpromotionen“, d. h. Promotionen mit Betreuern verschiedener Fakultäten, die weitere Vernetzung der Fakultäten unterstützen.

**Das Wissenschaftsprofil der TU Bergakademie Freiberg und die damit verbundenen Besonderheiten finden auch in der Lehre ihren Ausdruck.** So wird die Freiburger Mathematik die Anwendungsorientierung und Interdisziplinarität weiterentwickeln und die Kooperation mit Ingenieuren, u. a. in den Werkstoffwissenschaften und der Energietechnik sowie mit Geo- und Wirtschaftswissenschaftlern, weiter verstärken. Die Chemie in Freiberg wird weiterhin die Wertschöpfungskette vom Rohstoff zum Produkt im Visier haben, mit besonderem Fokus auf Materialchemie, Umwelt- und Energiefragen. Der Freiburger Maschinenbau wird seine Besonderheiten (z. B. Aufbereitungsmaschinen, Hütten-, Gießerei- und Umformmaschinen oder Gastechnik) ausbauen. Die Verfahrenstechnik wird auch künftig einen Fokus auf Aufbereitungstechnik, Umwelt- und Naturstoffverfahrenstechnik, Energieverfahrenstechnik sowie Glas/Keramik/Baustoffe aufweisen. Die Wirtschaftswissenschaften werden sich in Zukunft verstärkt am Profil unserer Universität orientieren und Schwerpunkte u. a. in den Bereichen Technikwissenschaft, Res-

ourcen- und Energiewirtschaft haben.

Auf den Lehrgebieten der Grundstoffindustrie nimmt die TU Bergakademie Freiberg in Deutschland vielfach eine unikale Stellung ein (u. a. Studiengänge und -Richtungen wie Fahrzeugbau: Werkstoffe und Komponenten, Elektronik- und Sensoraterialien, Gießereitechnik, Keramik, Glas- und Baustofftechnik, Maschinenbau/Aufbereitungsmaschinen, Wärmetechnische Anlagen, Gastechnik, Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, Verfahrenstechnik/Energieverfahrenstechnik, Chemie/Salzchemie, Silizium, International Management of Business and Resources, International Business and Developing & Emerging Markets, Industriearchäologie). Diese deutschlandweite und zum Teil auch internationale Einmaligkeit möchten wir auch in Zukunft beibehalten.

Unsere Universität hat entgegen dem Trend an den anderen sächsischen und deutschen Universitäten in den letzten drei Jahren eine stetig steigende Zahl von Studienanfängern zu verzeichnen. Gewachsen ist dabei auch der Anteil der nichtsächsischen Bewerber, insbesondere aus den alten Bundesländern.

Die TU Bergakademie Freiberg wird sich auch künftig weiter verstärkt darum bemühen, Studierende aus den alten Bundesländern für ein Studium in Freiberg zu gewinnen. So wurde u. a. das schon länger für Sachsen und andere angrenzende Bundesländer angebotene Programm von Projekttagen an unserer Universität nunmehr auch auf die alten Bundesländer ausgedehnt. Die Bemühungen um Studierende aus den alten Bundesländern zeigen bereits deutliche Erfolge. Wir werden alle Anstrengungen unternehmen, um diese Tendenz weiter auszubauen. Im Bereich der Studienwerbung haben wir hierfür speziell ein Projekt zur Studienwerbung in den alten Bundesländern initiiert.

Darüber hinaus wird unsere Universität versuchen, die Anzahl der internationalen Studierenden wieder zu erhöhen. So sollen neben den bereits existierenden nicht-konsekutiven englischsprachigen Master-Studiengängen IMRE (International Management of Resources and Environment) und IBDEM (International Business and Developing & Emerging Markets) weitere englischsprachige Master-Studiengänge, und zwar passend zu den Profillinien der Universität, eingerichtet werden. Die entsprechenden Vorbereitungen sind bereits angelaufen.

In den kommenden Jahren wird zudem die Studienreform abgeschlossen sein, so dass wieder mehr Kontinuität in die Lehre einziehen kann. Wir werden im Jahr 2015 bereits Erfahrungen bei der Akkreditierung von Studiengängen besitzen, da die für 2010 geplante Akkreditierung der Bachelor- und Masterstudiengänge Chemie, Geologie/Mineralogie (Bachelor) bzw. Geowissenschaften (Master), Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen erfolgreich abgeschlossen sein wird. Diese Studiengänge wurden ausgewählt, weil sie zu den größten auf Bachelor/Master-System umgestellten Studiengänge gehören und zudem für das Fächerspektrum der TU Bergakademie Freiberg wichtig und repräsentativ sind. Parallel zur Akkreditierung werden jedoch selbstverständlich auch Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Lehre ergriffen und umgesetzt. Langfristig wird eine Systemakkreditierung angestrebt, die bis zum Jahr 2015 hoffentlich ebenfalls abgeschlossen ist.

Im Zusammenhang mit der Gewährleistung der Qualität der Lehre setzt sich die TU Bergakademie Freiberg zugleich das Ziel, die Absolventenquote zu erhöhen. Hierfür haben wir mit dem Aufbau eines Tutorien- bzw. Lerngruppenprogramms begonnen, das bereits erste positive Auswirkungen gezeigt hat. Mit diesen Programmen sollen die Studienanfänger in Gruppen zusammengefasst und sowohl von Tutoren als auch, insbesondere in Studiengängen mit größeren Problemen, von studentischen Mentoren unterstützt werden. Durch die Bildung solcher Gruppen erhoffen wir uns – neben der Verbesserung des Studienerfolges – auch eine stärkere Bindung an den Studiengangstandort Freiberg. Die Tutoren und studentischen Mentoren werden zur Erhöhung ihrer Wirksamkeit speziell geschult.

Zudem wurden Stellen, die durch die Aussetzung der im Rahmen der Hochschulvereinbarung ursprünglich für 2009/2010 geplanten Stellenstreichungen verfügbar bleiben, vorwiegend den im Bereich der Lehre überlasteten Bereichen zugeführt.

Ich bin sicher, dass die Zahl der Studenten an unserer Universität bis 2015 auf deutlich über 5.000 angestiegen sein wird. Im Interesse der Gewährleistung einer hohen Qualität der Lehre, die höchste Anstrengungen erfordert, ist es denkbar, dass künftig wieder ein Numerus Clausus eingeführt wird. Auch neue Formen des Auswahlverfahrens unserer Studierenden sind nicht ausgeschlossen.

**Zugleich pflegt die TU Bergakademie Freiberg weltweite Partnerschaften in Wissenschaft und Praxis.** Dabei wird sie sich künftig verstärkt auf ausgewählte fachliche Partnerinstitutionen fokussieren. So wird z. B. die International University of Resources (IUR) im Jahr 2015 zu einem gefragten Netzwerk geworden sein, dem weitere internationale Partner beigetreten sind und das erste internationale Studienangebote offeriert. Das Deutsch-Russische Rohstoffforum wiederum hat sich bis dahin als wirtschaftlich und politisch anerkannte Institution in Freiberg etabliert.

**Ein weiterer Schlüssel für gemeinsame Erfolge ist das gemeinsame Verständnis des Dienstleistungs- bzw. Servicedenkens, zu dem an erster Stelle Transparenz innerhalb unserer Universität zählt.** In den vergangenen Monaten haben wir der Kommunikation zwischen dem Rektorat und den Fakultäten größere Aufmerksamkeit gewidmet. Monatlich werden Sitzungen des Consilium decanale durchgeführt. Darüber hinaus hat das Rektorat gemeinsame Sitzungen mit den Fakultäten durchgeführt. Dies werden wir auch in den kommenden Jahren tun.

Intensiviert wird auch die Zusammenarbeit mit den Studenten. So gibt es regelmäßige Gespräche mit dem Studentenrat und den studentischen Vertretern im Senat.

Des Weiteren gibt es gemeinsam mit dem Personalrat jährliche Mitgliederversammlungen sowie darüber hinaus Mitarbeiterversammlungen. Mitte des Jahres haben wir erstmals ein Betriebsfest gefeiert und möchten dies zu einer guten Tradition werden lassen.

Wichtig ist auch die Corporate Identity (CI). Im zurückliegenden Jahr hat eine Arbeitsgruppe ein Leitbild für unsere Universität entwickelt, das im Senat am 24. Juni 2009 einstimmig bestätigt wurde (und ebenfalls in dieser Ausgabe der Zeitschrift des Vereins veröffentlicht ist).

Zur Verbesserung der Außenwirksamkeit haben wir darüber hinaus mit einem Medientraining ausgewählter Hochschullehrer begonnen. Auch die Homepage wird schrittweise überarbeitet und soll künftig verstärkt auf externe Nutzer orientiert sein. Der Schwerpunkt liegt zurzeit bei der Neugestaltung der englischsprachigen Webseiten.

**Last but not least wird es in den kommenden Monaten und Jahren an unserer Universität eine rege Bautätigkeit geben.** Viele Projekte werden abgeschlossen, neue in Angriff genommen. Ich möchte hier nur auf den Neubau Chemie bzw. die

Sanierung des Winkler-Baus, den Neubau eines Hörsaalzentrums und der Universitätsbibliothek, den Neubau einer zweiten Kindertagesstätte durch das Studentenwerk sowie natürlich die Gestaltung des Schloßplatzquartiers zur Unterbringung unserer wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät und des internationalen Universitätszentrums verweisen. Darüber hinaus sind weitere Baumaßnahmen, z. B. auf der Reichen Zeche und im Universitätsrechenzentrum, geplant.

Auch in die Forschungsinfrastruktur werden wir gezielt investieren. Einige Akzente hierfür haben u. a. die Zukunftsthementage gesetzt.

Erhebliche bauliche Veränderungen wird es jedoch nicht nur an unserer Universität geben. Auch in unserer Stadt Freiberg wird sich weiterhin Erfreuliches tun. Nachdem die Sanierung des Schlosses Freudenstein inzwischen abgeschlossen ist, wird derzeit das Krüger-Haus u. a. mit Mitteln von Frau Krüger sowie Mitteln der Dr.-Erich-Krüger-Stiftung saniert. Bis 2015 wird dort längst die „Mineralogische Sammlung Deutschland“ eingezogen sein. Damit erfährt die Stadt Freiberg nicht nur eine erhebliche Aufwertung ihrer Innenstadt, sondern auch als Geostandort Deutschlands.

Zugleich sind diese Maßnahmen auch Ausdruck einer engen und vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Universität und Stadt. Wir möchten nicht nur das akademische Leben befruchten, sondern *in* unserer Stadt wirken. Aktivitäten wie die Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft werden wir deshalb in einem Zwei-Jahres-Rhythmus durchführen. Zudem finden regelmäßig Abstimmungen zwischen Rektor, Kanzler und Oberbürgermeister zu den verschiedenen Belangen von Stadt und Universität statt, da sich beide nur gemeinsam erfolgreich entwickeln können. So wird sich die Universität auch in das Stadtjubiläum 2012 und die Stadt wiederum in das 250-jährige Universitätsjubiläum einbringen, das wir im Jahr 2015 begehen werden.

*Wenn die Gedanken an einen sonnigen Frühsommertag im Jahr 2015 die vergangenen fünf Jahre zurückwandern, wird es Grund zur Freude über das Erreichte geben, gleichwohl, ob das eingetroffen ist, was aus der Sicht des Jahres 2009 wichtig erschien. Fest steht jedoch, dass sich das Engagement und das gemeinsame Bemühen aller Mitarbeiter und der Studenten zum Wohle unserer Universität, der Stadt Freiberg und des Freistaates*

*Sachsen mit Blick auf die Zukunft lohnt und mit Rückblick auf die Vergangenheit mehr als gelohnt hat.*

■ Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer,  
Rektor der TU Bergakademie Freiberg

# Alexander von Humboldt und die Freiburger Bergakademie

Er gilt als der bedeutendste Absolvent der Freiburger alma mater: Baron Alexander von Humboldt. Schon zu Lebzeiten Lebende, aktiv bis ins hohe Alter, verlor sein Ansatz des wissenschaftlichen Arbeitens durch die Erfolge der sich in Spezialdisziplinen aufgliedernden Fächer seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts rasch an Bedeutung. Der umfassende Blick, das Erkennen von Zusammenhängen, stand angesichts der vielfältigen Erfolge der Fachspezialisten und des raschen industriellen Fortschritts in Europa immer weniger im Kurs.

Nun wäre es zugleich verfehlt und ahistorisch, Alexander von Humboldt zu einem Übervater der Wissenschaften zu stilisieren, angesichts dessen nachfolgende Generationen zu eigenständigen Leistungen nicht mehr in der Lage gewesen wären. Zu groß müsste hier das Haupt sein, um vor dem Hintergrund der technischen Entwicklungen der letzten 150 Jahre diese Aschemengen sich aufstreuen zu lassen. Auch geriet, eben wegen der sich ändernden wissenschaftlichen Methoden in den verschiedenen, von Alexander von Humboldt noch als Einzelperson überblickten Fächern, sein Werk mehr und mehr in den Hintergrund und erlebte erst aufgrund einer publizistischen und verlegerischen Initiative der letzten Jahre geradezu eine Neuentdeckung. Wer sich jedoch ernsthaft mit den verschiedenen Schriften beschäftigt, wird mit einem Detailreichtum und mit fachübergreifenden Querbezügen konfrontiert, die selbst mit einem Langzeitstudium kaum mehr zu überschauen sind, sondern in der Befassung mit Alexander von Humboldt fast nur als eine Lebensaufgabe zu bewältigen sind. Gleiches müssten wir für Aristoteles, Plinius d. Ä., Luther, Goethe, Novalis oder auch Marx anerkennen, um nur wenige Beispiele zu nennen. In der Erforschung der Entwicklung der Wissenschaften sind Personen und ihr originärer Beitrag nach moderner Auffassung der Wissenschaftsgeschichtsschreibung zwar relevant. Aber der Einfluss von Strukturen und zeitge-

nössischen Gebundenheiten wird doch als überwiegend angesehen, und so stellte eine rein auf die persönliche Entwicklung und den Charakter reduzierte Herangehensweise, um Person und Werk zu fassen, den Autor rasch ins professionelle wissenschaftshistorische Abseits. Und um diesen Gedanken hier weiterzuspinnen: er gilt natürlich auch für juristische Personen, also Institutionen, mithin auch für die Geschichte der Bergakademie selbst. Und andererseits wäre ohne Zeugnisse des jeweiligen Erlebens diese Geschichte unvollständig.

Obwohl Alexander von Humboldt die Bergakademie Zeit seines Lebens in hohen Ehren hielt, erwies er seiner Hochschule posthum den wohl größten Dienst. Das im Jahr 1991 abgehaltene Kolloquium aus Anlaß der 200. Wiederkehr seines Studienbeginns in Freiberg brachte, eine für lange Jahre wohl Gültigkeit beanspruchende Sammlung des Wissens. Angesichts der nicht einfachen Situation, in der sich die Bergakademie bei ihrer Orientierung im neuen, gesamtdeutschen Umfeld befand, unter den Vorzeichen der sich neu herausbildenden Strukturen, war sicherlich für alle Verantwortlichen in Wissenschaft, Politik und Verwaltung klar: Mit der Besinnung auf Humboldt wird „seine“ Hochschule auch in neuen Zeiten bestehen.

Humboldt schrieb am 23. Juni 1791 an Johann Leopold Neumann: „Ich lebe hier in Freiberg sehr, sehr zufrieden, wenngleich einsam. Ich kann alle die wissenschaftlichen Zwecke erfüllen, die mich herzo-gen. Meine freilich sehr gehäuften Arbeiten haben zwei Tage nach meiner Ankunft angefangen. Ich bringe fast alle Morgen von 7–12 Uhr in der Grube zu, den Nachmittag habe ich Unterricht und den Abend jage ich Moose, wie es Forster nannte.“ Dazu, muss man bemerken, fuhr Humboldt erneut in die Grube ein, da es ihm hauptsächlich um das Freiburger Leben untertage zu tun war. Er ergänzte, aus unserer heutigen Sicht, am 25. August 1791 in einem Brief an Dietrich Ludwig Gustav Karsten, seine Lage sei „... allerdings eine sehr beschäftigte, aber allen meinen Neigungen angemessene Lage. Ich pflege um 4 Uhr aufzustehen (denn ich gehe gewöhnlich jetzt schon um 11 zu Bette), arbeite im prakt[ischen] Bergbau, d. h. ich mache Fahrt-, Ort- p. Beschreibungen, einen söligen Riß, lese im Oppeln [entgegen der Annahme der Herausgeber der Jugendbriefe wahrscheinlich das von Friedrich Wilhelm von Oppel-



Kopie eines Humboldt-Gemäldes von José Cortes, 1871 von Rafael Salas in Quito angefertigt. Das von Wilhelm Reiss in Auftrag gegebene Bildnis befindet sich im Bestand der Freiburger Universität. Es zeigt den jungen Alexander von Humboldt in Bergmannsuniform.

neu für die Lehre an der Bergakademie herausgegebene Werk von J. G. Kern, Bericht vom Bergbau ..., 1772] p. bis 6. Um 6 Uhr fahre ich an, regelmäßig alle Tage, den Sonnabend allein, nicht aber den Mittwoch ausgenommen. Diese Kenntniß des Technischen interessirt mich über alle Maaßen, und da ich 3mal kürzere Zeit in Freiberg bin als meine Landsleute, so muß ich auch wenigstens 3mal mehr anfahren. Alles, was ich thue, geschieht nach Werners Vorschrift, der mir auf eine edle Art einen großen Theil seiner Zeit aufopfert. Werner hat mich in den ersten Wochen so ein 6–9 verschiedene Gruben befahren lassen, um generelle Ideen zu erlangen, jetzt bin ich fixirt. Ich arbeite gewöhnlich 3 Tage die Woche auf der Himmelfahrt sammt Abraham mit Schlegel und Eisen. Ich treibe diese Arbeit seit ohngefähr 3 Wochen (und blute wenigstens nicht mehr) bald in der neuen Radstube (denn statt des Pferddegöfels wird ein Wassergöpel vorgerichtet) theils um die Tagewerke (Steinbruch, Seigerfirste p.) zu lernen, vor dem Frischglückerortstoß, 13 F. unter Tage. Ich arbeite, je nachdem ich es aushalten kann, denn vor Ort sind jetzt böse, eigentlich nur matte Wetter, 3–4 Stunden und fahre um 10 oder 11 aus. Die letzten Tage der Woche, Donnerstag oder Freitag, befahre ich andere Gebäude, etwa Beschert Glück, hinter den 3 Kr[eu]zen, Kurprinz Fr[iedrich] Aug[ust], Junge Hohe Birke oder den wegen Gangformationen so merkwürdigen Jorl, auch wohl, wozu mir



Lage der Humboldtstätten in Freiberg und Umgebung.  
Zeichnung: Otfried Wagenbreth

- 1 Humboldt-Haus, Freiberg, Weingasse 2, Eckzimmer, 1. Stock (1791/92)
- 2 Gebäude der Bergakademie. Akademiestraße 6: Vorlesungen, Werner, Sammlungen. Bibliothek „Georgius Agricola“: Werner-Nachlass. A. G. Werner-Bau (erbaut 1916). Brennhausgasse 14: Mineraliensammlung mit „Werner-Sammlung“. Zwischen Werner-Bau und Untermarkt liegt der inzwischen verwahrte Familienschacht
- 3 Untermarkt 7: Wohnhaus von Carl Freiesleben
- 4 Sächsisches Oberbergamt, Kirchgasse 11 (B. v. Heinitz, Werner, v. Herder)
- 5 Herder-Haus, Herderstraße 2: Humboldt war hier 1828
- 6 Wiesenschacht (Halde): Grubenbefahrung 1791
- 7 Fundgrube „Alte Elisabeth“ („Sanct Elisabeth“): Grubenbefahrung 1791: Fundschacht von unter Tage aus befahrbar, Halde erhalten
- 8 Abrahamschacht, Himmelfahrtsgasse: Huthaus und Mannschaftshaus erhalten, übrige Tagesanlagen auf
- 9 Kuhschacht-Fundgrube: geophysikalische Messungen 1791 – 1828,
- 10 Beschert-Glück-Fundgrube in Zug: Grubenbefahrungen 1791, 1797 und 1826. Erhalten sind: Huthaus von 1786 mit Glockenturm von 1815 sowie das Scheidebankgebäude. Dreibrüderschacht (Halde mit jüngerem Schachthaus erhalten): Messungen zur Erdrotation und Erddichtebestimmung
- 11 Grube „Churprinz Friedrich August Erbstolln“, Grobschirma: erste Grubenerfahrung Humboldts 1791, geophysikalische Messungen 1828; Tagesanlagen (Huthaus, Erzkanal) erhalten
- 12 Aquädukt „Altväterbrücke“ in Halsbrücke und Erzkanalhebewerk (1791); Reste erhalten
- 13 Amalgamierwerk in der Hütte Halsbrücke (1797 besichtigt)
- 14 Hotel „Roter Hirsch“, Kornegasse (1826)
- 15 Hotel „Schwarzes Roß“, Petersstraße (1828); „Himmelfahrt Fundgrube“, heute Lehr- und Besucherbergwerk

die Churfürstliche] Stollbefahrung Gelegenheit gab, um den Zusammenhang der Gruben und wie sie gelöst sind, zu lernen, den Stöln. [4] Den Nachmittag widme ich ganz den scientif[ischen] Theilen, so wie den Sonnabend und Sonntag. Von 2–3 höre ich den öffentl[ichen] Cursus der Oryktognosie mit, und von 3–4 liest mir Werner das *privatissimum*. Er giebt sich unendliche Mühe, mir die Prinzipien seines Systems, besonders die Grundsätze, nach denen er Gen[era] und Spec[ies] macht, zu erklären, und der Genuß ist für mich unaussprechlich groß dabei. Wir stehen im *privatissimo* bei den Farben und zwar zu Ende derselben, im *privato* bei den Metallen. Ich wende den größten Fleiß, der mir möglich ist, auf die äußere Charakteristik, die Basis alles oryktognost[ischen] Wissens. Ich suche mir selbst eine äußere Kennzeichensammlung zu ordnen, und der Umgang mit

dem jungen Freiesleben (mein einziger hiesiger Umgang!) ist mir dabei sehr lehrreich. Dieser junge Mensch, der sich gewiß als Schüler von Werner einmal sehr auszeichnen wird, hat eine große Fertigkeit in systemat[ischen] Beschreibungen. Werner beschäftigt sich seit 2 Jahren bis ins kleinste Detail mit ihm, und ich bin (da wir so manche Arbeit gemeinschaftlich haben und mir sein Umgang überaus lehrreich ist) täglich mit ihm zusammen. Probiren werd' ich im Herbst lernen, Markscheidern und Geognosie aber fangen in 14 Tagen an. Der Kammerherr, Charpentier und Lempe sind (wenngleich das nahe Anschließen an Werner manchem unlieb ist) überaus gefällig gegen mich. Doch erlaubt mir meine Zeit keinen Umgang mit ihnen. Nur Lempens Gesellschaft such' ich bisweilen zu benutzen, weil ich sehr große Hochachtung für seine mechanischen Kenntnisse habe.“

Bemerkenswert war Humboldt auch noch Folgendes: „Daß ich Schützenkönig in Freiberg bin, hat Ihnen gewiß der Konrektor Weisser gesagt, wohl aber nicht, daß ich am 9. Aug[ust] so glücklich gewesen bin, da ich in der Radstube arbeitete, gegen Mer. einen neuen Gang (denn ein Trumm vom Himmelfahrter Spat kann es, der Entfernung von 10 Lr. wegen, nicht sein –) mit reichen Anbrüchen von (haltig[em] Bleiglanz und Schwefelkies, 3 Z. mächtig, zu entblößen. Er hat bis jetzt die Trivialbenennung des Humbolter Spat, ich möchte lieber, des H. *Stehenden*!!!“

Aus Humboldts Zeugnissen ergibt sich, dass eine heute nicht mehr vorstellbare Freiheit in der Ausgestaltung des Studiums herrschte, die auf die individuellen Stärken des Studierenden sich ausrichten konnte und die es jenseits aller Leistungspunkte ermöglichte, den Studienaufenthalt so intensiv und effektiv zu gestalten,

dass Humboldt offenbar die anschließenden Jahre in Bad Steben und Wunsiedel benötigte, um nach der Freiburger Zeit körperlich wieder ins Lot zu kommen.

Unmittelbare Frucht seiner Freiburger Zeit war das Werk *Florae Fribergensis Specimen Plantas Cryptogamicas Praesertim Subterraneas Exhibens*, erschienen 1793 in Berlin. Hierin legte Humboldt die Resultate seiner „Jagd auf die Moose“ nieder, mit einer „Fülle von Einzelbeobachtungen (und) größtenteils erstmalig nachgewiesenen Pflanzenarten“. Weitere Aktivitäten, wie die Entwicklung eines Selbststretungsapparates zum Einsatz bei Grubenunglücken, nahmen in der Freiburger Zeit ihren Ursprung. Auch die Einbeziehung Freibergs in Humboldts europäisches geophysikalisches Messprogramm ist dem nie abgerissenen Kontakt geschuldet, den insbesondere Ferdinand Reich bei seinem Besuch in Paris im Rahmen seiner europäischen Studienreise anfangs der 1820er Jahre neu belebte.

Die Wertschätzung der Bergakademie ist auch noch im hohen Alter Alexander von Humboldts wahrnehmbar, als er seine Absage an die 1850 ausgerichtete Wernerfeier mit einer nochmaligen Würdigung der Bergakademie verband. Diese ist auf der anlässlich der am 6. Mai ausgerichteten Humboldtfeier in der Alten Mensa auf der am Gebäude außen angebrachten Gedenktafel nachzulesen.

Es nimmt nicht Wunder, dass das Jahr 2009 im Zeichen des vielfältigen Gedenkens an Alexander von Humboldt stand. So widmete sich das studium generale seinem Leben und Werk mit einer Vorlesungsreihe, das Agricola-Kolloquium des Berg- und Hüttenmännischen Tages wurde mit den Vorträgen von Prof. Dr. Ottmar Ette (Potsdam) zur Humboldtschen Universalwissenschaft und von Kustos Dr. Jörg Zaun zum geophysikalischen Werk Humboldts bereichert.

Die Festveranstaltung am 6. Mai 2009 zum 150. Todestag, gemeinsam ausgerichtet mit der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, betonte einerseits die mit Freiberg verbundenen Leistungen Alexander von Humboldts – Dr. Zaun, Prof. Heilmeier (beide Freiberg) –, stellte andererseits aber auch die europäischen Aspekte – Dr. Osten (Generalsekretär der Alexander von Humboldt-Stiftung a.D.) und vor allem „die andere Reise des Alexander von Humboldt“ nach Zentral Asien, Russland und Sibirien vor – Prof. Lubrich (FU Berlin). Grußworte von Vertretern der Russischen Akademie

der Wissenschaften Moskau, der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, der Humboldt-Gesellschaft Mannheim und nicht zuletzt von Altrector Prof. Dr. Georg Unland, als Sächsischer Staatsminister der Finanzen Vertreter der Staatsregierung, und die gelungenen multimedialen Einspielungen, rundeten das auf große öffentliche Resonanz gestoßene Programm ab. Eine Sonderausstellung in der Universitätsbibliothek präsentierte zudem das aus Freiberg Sicht Wesentliche aus Humboldts Leben in prägnanter Kürze.

In seinem Grußwort zur Tagung 1991 bemerkte der damalige Rektor Prof. Dr. Dietrich Stoyan: „Aus heutiger Sicht empfinde ich nicht nur Stolz bei dem Gedanken, dass Humboldt unser Student war. Vielmehr ergibt sich nach meiner Meinung auch die Pflicht, danach zu streben, in Zukunft wieder einmal für einen Studenten wie Humboldt attraktiv zu sein.“ Nimmt man heute, 2009, diese Aussage immer noch zum Maßstab, so muss die nächste Reform der Ausbildungsgänge unmittelbar bevorstehen. Denn in einem Studiensystem, das die Freiheit der individuellen Ausbildung so beschneidet wie das gegenwärtige und das nahezu nur noch ausschließlich auf die „wirtschaftliche Verwertbarkeit“ der Studierenden ausgerichtet ist, hätte es ein Freigeist wie Alexander von Humboldt, der eine sichere und gut dotierte Stellung in der preußischen Ministerialbürokratie ablehnte und sein privates Vermögen im Prozess der Ausbildung seines Charakters vollkommen aufzehrte, schwer, seinen Platz zu finden.

Dass diesen Widrigkeiten zum Trotz die TU Bergakademie Freiberg eine attraktive Stätte der Ausbildung ist, zeigt der dies-



Gedenktafel für Humboldt am Haus Petersstraße 5, eingeweiht während der Humboldt-Gedenkveranstaltung am 6. Mai 2009

jährige Rekord der Bewerberzahlen für einen Studienplatz sowie die Anerkennung für Forschungsergebnisse der vielfältigsten Art.

Literatur:

- Studia Fribergensia: Vorträge des Alexander-von-Humboldt-Kolloquiums in Freiberg vom 8. bis 10. November 1991 aus Anlass des 200. Jahrestages von A. v. Humboldts Studienbeginn an der Bergakademie. Berlin 1994 (Beitr. zur Alexander-von-Humboldt-Forschung; 18).
- Jahn, Ilse; Lange, Fritz G. (Hrsg.): Die Jugendbriefe Alexander von Humboldts 1787-1799. Berlin (Ost) 1973 (Beitr. zur Alexander-von-Humboldt-Forschung; 2).

Der örtliche Buchhandel berät Interessenten gerne über die vielfältige Literatur zu Alexander von Humboldt und dessen Werk. Auf eine umfangliche Liste noch erhältlicher Bücher und Werkausgaben sei daher hier verzichtet.

■ Norman Pohl



Humboldt-Medaille, geprägt anlässlich des 150. Todestages Alexander von Humboldts 2009

# Die Stadt Freiberg und ihre Technische Universität Bergakademie Freiberg

Bernd-Erwin Schramm

Dieser Beitrag ist meine ganz persönliche Sicht als Oberbürgermeister auf die Tradition und Zukunft der Beziehungen von Stadt und Universität. Seit einem guten Jahr bin ich im Amt, aber bereits 1969 als Student nach Freiberg gekommen und habe seitdem hier meinen Lebensmittelpunkt. In den vier Jahrzehnten konnte ich die gegenseitigen Abhängigkeiten, Erwartungen und Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen der Bergakademie und der Stadt Freiberg aus unterschiedlichen Blickwinkeln verinnerlichen.

## Bürgermeister und Bergakademie

In der langen Geschichte unserer Stadt hat es mit Alexander Wilhelm Köhler nur einen Bürgermeister gegeben, der vor seiner Tätigkeit im Rathaus wichtige Funktionen in der Bergakademie begleitete. Köhler war Lehrer für Bergrecht an der Bergakademie Freiberg, Bergkommissionsrat, Oberbergamtssekretär und Direktor des Bergschöppenstuhls, bevor er von 1821 bis 1831 zum Freiburger Bürgermeister gewählt wurde.

Doch auch ehemalige Studenten versuchten schon öfter ihr Glück in der Kommunalpolitik. Einer der ersten Studenten der jungen Akademie, er hatte 1773 sein Studium aufgenommen, war Wilhelm Friedrich Sigmund Teucher. Zwischen 1795 und 1800 sowie 1801 und 1804 war er Chef des Freiburger Rathauses. Im 19. Jahrhundert war es dann noch der Bergamtsauditor des Bergamtes Freiberg, Dr. Franz Böhme, der nach seinem Studium und der Tätigkeit im Bergamt von 1890 bis 1894 in das Amt als Bürgermeister der Stadt Freiberg gewählt wurde. Seit 1962 haben alle Bürgermeister bzw. Oberbürgermeister unserer Stadt entweder als Student oder als Beschäftigte immer auch eine Verbindung zur Freiburger Bergakademie gehabt und die dadurch geförderte Symbiose hatte in den meisten Fällen eine fruchtbare Zusammenarbeit zur Folge. Nicht untersucht wurde bisher, welche Rolle Rektoren der Bergakademie auch ohne das Bürgermeisteramt innezuhaben in der städtischen Verwaltung oder Stadtentwicklung gespielt haben.

## Universitätsstadt Freiberg

Freiberg ist eine Stadt, die sich weltoffen präsentiert, vor allem mit ihrer aufstrebenden und seit Jahrhunderten hier verwurzelten Bergakademie. Diese Universität steht wie keine andere Einrichtung für Freibergs Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Sie prägt unsere Stadt heute ebenso wie einst das Silber. Vor dem Hintergrund des zunehmenden, immer härter werdenden Wettbewerbs zwischen den Universitäten, aber auch zwischen den Städten und Gemeinden als Wirtschafts- und Wissenschaftsstandorte, ist ein gemeinsamer professioneller Marktauftritt, sind gemeinsame Strategien von Stadt und Universität in steigendem Maß entscheidend für die künftige Entwicklung von Universität und Stadt. Das betrifft nicht nur die Qualität der Studiengänge und Marketingaktivitäten der Universität selbst, sondern auch die Vermarktung der Region um die TU. In diesem Sinne unterstützt die Stadt Freiberg mit dem offiziellen Titel „Universitätsstadt“ die Position der Bergakademie im universitären Wettbewerb. Andererseits ist die Universität wiederum ein wichtiger Imagefaktor als Werbebotschafter der Stadt Freiberg. Die Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft im Juni dieses Jahres war mit 15.000 Besuchern bereits eine erfolg-



Oberbürgermeister  
Bernd-Erwin  
Schramm  
Foto:  
Photographisches

reiche Demonstration der besonderen Freiburger Potenziale als Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort.

In seinem Tableau von „Freyberg“ schreibt Heinrich Keller vor 223 Jahren aus den Anfängen der Bergakademie: „Die Anzahl der hiesigen Bergstudenten ist nicht groß – sie beläuft sich auf etwa vierzig. Ausländer befinden sich gegenwärtig nicht mehr als 6 hier. Und neben dem Inspektor Abraham Gottlob Werner und Beamten der Bergbehörde unterrichtet nur ein Professor“. Zur gleichen Zeit gab es in der Stadt immerhin bereits 10.000 Einwohner. Leider ist die Entwicklung nicht proportional verlaufen. Heute hat Freiberg mehr als 40.000 Einwohner, dafür hat aber die Bergakademie rund



Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft 2009, Oberbürgermeister Bernd-Erwin Schramm, Geschäftsführer GIZeF Dr. Thomas Lindner, Rektor Prof. Bernd Meyer (von links). Foto: Lutz Weidler

5.000 Studenten und etwa 100 Professoren. Allerdings hat Freiberg heute etwa das dreifache des durchschnittlichen Gewerbesteueraufkommens in Sachsen und die TU Bergakademie ist eine der drittstärksten Universitäten Deutschlands.

Die Synergieeffekte in den Beziehungen zwischen Stadt und Universität sind aber nach wie vor – auch nach fast 250 Jahren – vorhanden.

Wie es sich für eine Universitätsstadt gehört, gibt es für die Begründung dieser Entwicklung sogar eine Formel: Zukunft aus Tradition. Damit werden inhaltlich bereits substantiell begründete Überzeugungen und Grundhaltungen zum Ausdruck gebracht, die eigentlich nur noch in Visionen und Strategien umzusetzen sind.

Die Bandbreite der Zusammenarbeit zwischen Bergakademie und Stadt Freiberg war und ist dabei natürlich groß. Wie in einer Ehe – könnte man im übertragenen Sinn sagen, denn da gehen die Möglichkeiten der „Gemeinsamkeiten“ ja auch vom alltäglichen nebeneinander vor sich hin leben bis zur „gegenseitiger Befruchtung der Persönlichkeitsentwicklung“.

Auf jeden Fall galt und gilt es immer wieder neu, den Anforderungen des Alltags gerecht zu werden. Das begann schon direkt am Tage der Gründungsfeierlichkeiten der Bergakademie am 12. Oktober 1765, an denen der damalige sächsische Administrator Xaver und der unmündige Kurfürst Friedrich August teilnahmen. Gemäß Protokoll vom 8. November 1765 beschäftigte den Freiburger Rat damals ein Problem, das uns heute geradezu aktuell erscheint. Man legte fest, „die hier und da ausgefahrenen Straßen auf das schleunigste zu reparieren“. Wenn das der Auftakt war, dann geht es heute immerhin schon um Straßenneubau im Campus und spätere Generationen werden die Geschichten um die Winklerstraße im Hinblick auf die Zusammenarbeit von Stadt und Universität dann auf ihre Art kommentieren.

### Stadtentwicklung und Campus

Als der Bergbau kurz vor dem Ersten Weltkrieg eingestellt wurde, hatte die Stadt ein großes Interesse, die Entwicklung der Bergakademie als Arbeitgeber zu fördern. So wurde der Neubau der Mineralogischen Sammlung in der Brennhausgasse durch die kostenlose Bereitstellung des alten Bauhofgrundstücks durch die Stadt ermöglicht. Damit konnte auch erreicht werden, dass das immer stärkere Begeh-



Gebäude der Mineralogischen Sammlung in der Brennhausgasse. Foto: Lutz Weidler

ren der TH Dresden nach Angliederung der Bergakademie beendet wurde. Ein klassisches Beispiel von Wirtschaftsförderung, Strukturpolitik, Stadtentwicklung und gemeinsamer Strategien.

Bis 1916 fand das bauliche Wachstum der Hochschule ausschließlich in der Altstadt statt. Erst 1921/24 begann mit der Errichtung des Braunkohlenforschungsinstitutes an der Einmündung der Agricolastraße in städtebaulich exponierter Lage die Bebauung des späteren Hochschulgeländes. Die Mitteilung des Dresdner Ministeriums für Volksbildung vom Januar 1939, alle künftigen Neubauten in einem „Hochschulgelände“ zu errichten, dokumentierte erstmalig das Ziel einer künftigen Hochschulstadt und war damit Grundlage der Verbannung der Studenten aus der Freiburger Innenstadt.

Nach 1945 erfolgte eine Ausweitung dieser Bebauung. Dass diese Erweiterung im Wesentlichen an der Stadtverwaltung vorbeiging, bleibt mir nur festzustellen. Ihren Abschluss finden die Planungen zur Hochschulstadt in einer Studie von 1971, auf deren Grundlage auch das Internatshochhaus an der Winklerstraße errichtet wurde. Vorgesehen war damals aber bereits eine städtebauliche Anbindung an die Altstadt durch Inanspruchnahme des Schlüsselteichgeländes.

Für die folgenden Bauten der Hochschulstadt – die Mensa und die Bibliothek – die dem Campus 1978 endlich auch ein Zentrum gaben, konnten allerdings auch keine städtebaulichen Planungen nach-

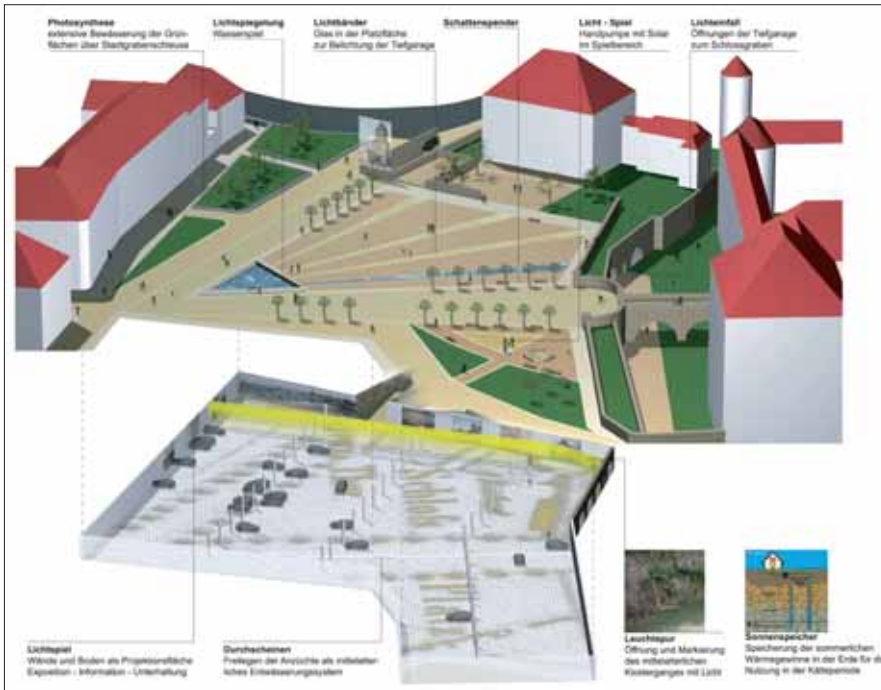
gewiesen werden.

Ganz anders stellt sich die Situation im Jahr 2009 dar. Der Schlossplatz wird demnächst als Ausgangspunkt für einen Wissenschaftskorridor zwischen Altstadt und Campus umgestaltet und eine besondere Bedeutung für die Beziehungen von Stadt und Universität erlangen. Als Tor zur Altstadt mit Schloss Freudenstein, Silbermannhaus, Krügerhaus und dem Schlossplatzquartier wird dieser Platz zu einem zentralen Anlaufpunkt für die Freiburger, Studenten und Gäste.

Mit einem Wettbewerbsbeitrag bei „Ab in die Mitte! Die City-Offensive Sachsen“ hat sich die Stadtverwaltung im Jahr 2008 dieser komplexen Entwicklung im Bereich Schlossplatz gestellt. Das Konzept einer „Erlebnistiefgarage“ und die attraktive Umgestaltung des Platzes wurden von der Jury mit dem 1. Preis gewürdigt. Der Stadtrat hat im August 2009 einstimmig für eine Realisierung bis 2011 votiert.

Der Bau der Umgehungsstraße wird zukünftig einen erheblichen Stellenwert für den Campus haben, den man heute noch nicht in seiner Gesamtheit einschätzen kann. Die Leipziger Straße, die den Campus teilt, wird ihren Status als Bundesstraße verlieren und fällt damit in die Hoheit der Stadt Freiberg. Es ist in davon auszugehen, dass das Verkehrsaufkommen danach drastisch sinkt. Wenn die Straße ihre trennende Wirkung zwischen den beiden angrenzenden Campusbereichen verliert, ergeben sich völlig neue Gestaltungsmöglichkeiten im Interesse der





Plakat der City-Offensive, Entwurf für die Gestaltung des Schlossplatzes

Universität und der Stadtentwicklung auf beiden Seiten des Campusgeländes.

## Schloss Freudenstein und terra mineralia

Der erste Versuch, im Schloss Freudenstein die ein Jahr zuvor gegründete Bergakademie unterzubringen, wurde durch das sächsische Finanzministerium 1766 unternommen, die dem zuständigen Freiburger Oberbergamt das marode und verfallene Schloss zur Nutzung anbot.

Es sollte aber noch über 150 Jahre dauern, bis diese Idee umgesetzt wurde. In das südliche Schmale Haus zog das

neu gegründete Institut für Brennstoffgeologie der Bergakademie im Jahr 1927 ein und 1937 forderte der Rektor der Bergakademie von der Landesregierung einen Ausbau von Schloss Freudenstein für die Hochschule.

Prof. Georg Unland, der spätere Finanzminister Sachsens, war als Nachfolger im Amt des Rektors erfolgreicher. Diesmal war es aber nicht der Freistaat, der die Idee umsetzen sollte – denn 2004 wurde mit der Sanierung des Schlosses das bis dahin größte Objekt der Zusammenarbeit zwischen Stadtverwaltung und Bergakademie mit Unterstützung der Landesregierung und mit europäischen För-



Schloss Freudenstein. Foto: Detlev Müller

dermitteln in Angriff genommen. Heute sind im Schloss die Mineraliensammlung „terra mineralia“ der TU Bergakademie, das Sächsische Bergarchiv und die Gaststätte „Genuss im Schloss“ untergebracht.

Über die Stadtmarketing GmbH nutzt die Stadt selbst den Schlosshof für unterschiedliche Veranstaltungen. Glanz, Wissen und Genuss werden so durch buntes Leben ergänzt. Vor der Fertigstellung steht das Gebäude Schloßplatz 3, das ehemalige Amtshaus, das durch die Familie Krüger für die Universität saniert wird. Neben der Nutzung durch Fachbereiche sollen in diesem Haus vor allem deutsche Mineralien ausgestellt werden.

## Schloßplatzquartier und Wissenschaftskorridor

Die Verbindung zwischen dem Campus und Freiburger Altstadt nimmt als „Wissenschaftskorridor“ immer mehr Konturen an. Mit der Sanierung des Schloßplatzquartiers kann man künftig, ausgehend vom Universitätshauptgebäude in der Akademiestraße, über den Schloßplatz weiter über die Silbermannstraße die Altstadt verlassend, entlang am Rülleinsportkomplex und Messeplatz, den Campus erreichen.

Universität und Stadt sind noch enger zusammengerückt und werden als Gesellschafter einer Projektgesellschaft gemeinsame Bauherren, um im Schloßplatzquartier zwischen Prüferstraße und Schloßplatz mit einem neuen Hörsaalzentrum ein für den Hochschulstandort Freiberg Richtungweisendes Projekt zu realisieren. Die Entscheidung der TU Bergakademie und der zuständigen Ministerien, die wirtschaftswissenschaftliche Fakultät mit ca. 1.100 Studenten und 100 Mitarbeitern sowie das Internationale Universitätszentrum „Alexander von Humboldt“ in die Altstadt zu legen, ist ein wichtiger strategischer Vorgang für die Identität der Bergakademie und zur Stärkung der Freiburger Innenstadt. Der Name Universitäts-Stadt bekommt damit als Studenten-Stadt einen ganz neuen Inhalt.

## Studentenstadt Freiberg

Das studentische Leben spielte seit der Gründung der Bergakademie für die Stadt Freiberg schon immer eine besondere Rolle; allerdings im Lauf der Zeiten in unterschiedlicher Art. In der Festgabe zum 300. Jahrestag der Gründung der Stipendienkasse durfte ich mit meinen Erinnerungen an die Studentenzeit zur Gestaltung



Der Oberbürgermeister übergibt den Strafzettel für das „Löwenreiten“. Foto: Katharina Wegelt



Das diploma fribergensis

beitragen und habe meine Sicht auf die 1960er und 70er Jahre wie folgt beschrieben: „... Die Stadt Freiberg war für uns während der Studienzeit vielleicht interessanter als für heutige Studenten. Aber dieser Rückblick ist sicher das Ergebnis romantischer Verklärung, denn eine spezielle Art von Wirtschaft hat für uns eine besondere Rolle gespielt. Unser Campus war die Stadt ...“

Heute findet man studentisches Leben im Wesentlichen leider nur im Campus außerhalb der Altstadt. Noch – denn mit Wissenschaftskorridor und Hörsaalzentrum am Schlossplatz sind neue Weichen gestellt. Der bereits genannte Wettbewerb „Ab in die Mitte! Die City-Offensive Sachsen“ lief in diesem Jahr unter dem Thema: „Integration Stadt – statt Barrieren“. Die Stadt Freiberg hat sich im Hinblick

auf das neue Hörsaalzentrum mit dem Projekt beteiligt: „Studenten überwinden Barrieren – Studenten erobern Freibergs Mitte“. Und schließlich soll beginnend mit dem Wintersemester 2009 in einer gemeinsamen Aktion von Stadt, Universität, Studentenwerk und Theater ein „Freiberg-Diplom / diploma fribergensis“ an „wahre Studenten“ vergeben werden, die „echte Freiburger“ werden wollen. Innerhalb von 100 Tagen sind 12 Aufgaben zu lösen, um die neue Heimatstadt kennen zu lernen.

### Bergstadt mit Lehr-, Forschungs- und Besucherbergwerk

Das Lehr- und Forschungsbergwerk „Himmelfahrt-Fundgrube“ – Schacht „Reiche

Zeche“ ist ein besonderes Beispiel für das Zusammenwirken von Bergakademie, Stadt und Landkreis. Das Institut für Marktscheidewesen und angewandte Geodäsie der TU Bergakademie betreibt als Hausherr der Reichen Zeche die Schachanlage und nur weil vor Jahrzehnten der Entschluss in der Bergakademie gefasst wurde, mit der Einstellung des Freiburger Bergbaus einen Grubenbereich für die Ausbildung der Studenten zu erhalten, können wir heute eines der größten Besucherbergwerke der Welt betreiben.

Wenn das künftig aber im gleichen Atemzug mit dem schönen Gesicht der TU Bergakademie, der terra mineralia, oder dem Freiburger Dom genannt werden soll, sind noch viele Veränderungen erforderlich, um das Lehr- und Forschungsbergwerk auch für Touristen noch besser zu vermarkten und die Untertageanlagen als Erlebniswelt in historischem Rahmen den Besuchern näher zu bringen.

Vielleicht gibt es dafür künftig ja auch noch ganz neue Möglichkeiten, die Beziehungen von Stadt und Universität nicht nur als Universitätsstadt, sondern als Silberstadt im Qualitätssprung auf ein völlig neues Niveau zu bringen. Das Großprojekt „Basisstolln – Silberberg“ mit Rampenausbau auf der Reichen Zeche, könnte sowohl bei Forschungsprojekten, als auch beim Ausbau von Besuchertrakten die Diskussion in ganz neuen Dimensionen ermöglichen.

Die entstehenden standsicheren, bergmännischen Hohlräume wären gleichzeitig auch eine hervorragende Voraussetzung für die Erweiterung geothermischer



Geothermische Grubennutzung, Eichen des Messwehres. Foto: Andreas Benthin

Energiegewinnung. Denn das Projekt geothermischer Grubenwassernutzung für die Beheizung und Klimatisierung des Schlosses Freudenstein ist bereits ein Beispiel dafür, dass gute Zusammenarbeit von Stadtverwaltung und Universität auch mit einem ausgeglichenen Geben und Nehmen verbunden ist.

### **Die Universität im Leitbild der Stadt**

Die Stadt Freiberg sieht sich als weltoffene und lebenswerte Stadt im 21. Jahrhundert. Dies wurde in den durch den Stadtrat 2004 beschlossenen neun Leitbildern dokumentiert. Eines der wesentlichsten Leitbilder heißt „Universitätsstadt und innovativer Wirtschaftsstandort.“

In den Leitlinien geht es um die Förderung von Zukunftstechnologien, um die Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft, um die Nutzung vorhandenen Potenzials und neuer Entwicklungsperspektiven, um den Erhalt und die Schaffung von Arbeitsplätzen, um Wirtschaftsförderung und darum, als wirtschaftliches Zentrum auch Motor der Wirtschaftsregion zu sein.

An erster Stelle steht richtig die Förderung von Zukunftstechnologien: „Freiberg entwickelt sich als führender Wirtschaftsstandort der Material- und Werkstofftechnik, der Halbleiterindustrie und der erneuerbaren Energien in Forschung, Entwicklung und Produktion weiter und gewinnt als Investitionsstandort für Hochtechnologien dieser Branchen eine noch größere Bedeutung. ... Dazu baut Freiberg seine nationale und internationale

Stellung bei der anwendungsorientierten Forschung, Entwicklung und Produktion dieser Branchen einschließlich ihrer örtlichen Nutzung weiter aus und bemüht sich um Ansiedlung weiterer innovativer Unternehmen“.

Wenn wir aber von Zukunft aus Tradition und den Beziehungen der Stadt zu ihrer TU Bergakademie sprechen, dann ist die Formulierung „... Freiberg nutzt aktiv das historisch gewachsene industrielle Potenzial in der Montan- und Recyclingwirtschaft ...“ – offensichtlich nicht ausreichend, denn weiter geht es im Text: „Daneben ist Freiberg bereits Standort bedeutender sächsischer Unternehmen der Ernährungswirtschaft und dokumentiert somit in seiner industriellen Weiterentwicklung den Wandel in einer über Jahrhunderte von Bergbau und Hüttenwesen geprägten Landschaft zu einem ökologisch geeigneten Standort der Nahrungs- und Genussmittelindustrie in Deutschland und orientiert auf weitere Ansiedlungen“. Der knappe Hinweis, das „traditionelle Potenzial“ Rohstoffwirtschaft aktiv zu nutzen, greift aus heutiger Sicht zu kurz. Die sich entwickelnde Ressourcenwirtschaft und eine sich in dieser Hinsicht profilierende Bergakademie haben das Leitbild der Stadt Freiberg von 2004 an dieser Stelle bereits heute überholt.

Die gegenwärtige Entwicklung im Rohstoff- und Energiebereich bietet der Bergakademie einmalige Chancen, ihr „traditionelles“ Profil in der ganzen Breite auszubauen. Dieses besondere, fast einmalige Potenzial einer technischen Universität mit den 4 Säulen Geo/Mate-

rial/Energie/Umwelt sichert der Bergakademie einen Wettbewerbsvorteil in der sonst sehr „austauschbaren“ Hochschul- und Universitätslandschaft Deutschlands, vielleicht sogar Europas und ist die Basis einer einmaligen „Ressourcenuniversität“.

Wenn Land und Bund bereits den Aufbau eines nationalen Kompetenzzentrums für Ressourcen an der Bergakademie Freiberg unterstützen, dann muss das bei einer Fortschreibung der Leitbilder der Stadt auch „nachhaltig“ zum Ausdruck kommen.

### **Montanregion Erzgebirge**

Das Bergbau- und Hüttenwesen hat über Jahrhunderte hinweg dem Gesicht der Stadt und der umgebenden Landschaft eine einmalige Kontur verschafft. Die Frage nach umweltgerechter und zugleich wirtschaftlicher Sanierung von Industriedenkmalen gewinnt hier vor diesem Hintergrund natürlich besondere Bedeutung. Ein wichtiges Anliegen der Stadt Freiberg ist deshalb die „Montanregion Erzgebirge“ mit dem Ziel, das Erzgebirge als Industriekulturlandschaft mit ausgewählten Objekten zum UNESCO-Weltkulturerbe zu entwickeln. Diese Bestrebungen beschreiben letztendlich das Ziel, das Erbe des Bergbaus und des Hüttenwesens nicht nur als Bestandteil der Kultur, des gesellschaftlichen Lebens, sondern auch als unverwechselbaren Bestandteil der Landschaft und des Stadtbildes zu vermarkten.

Dabei gibt es keinen Gegensatz von Denkmalschutz und Wirtschaftsförderung. Historische Haldenlandschaft, Schachtanlagen, wasserwirtschaftliche Anlagen und ganze Bauensembles der Hüttenindustrie sind und werden ein wichtiger Faktor auch für den Tourismus. Sie sind eine wirtschaftliche Ressource, deren Potenziale noch lange nicht ausgeschöpft sind.

Dass die Montanregion Erzgebirge zukunftsweisende Entwicklungen vorweisen kann, zeigen die Revitalisierungsmaßnahmen der Hüttenstandorte im ehemaligen Freiburger Revier. Die Ansiedlung von moderner Technologie, die Nutzung von neuen Energien und der gleichzeitige Erhalt von Industriedenkmalen an diesen Standorten dokumentieren überzeugend, dass zukunftsweisende Entwicklung und Tradition nebeneinander bestehen können.

Die Bergakademie ist dabei, sich auf diesem Gebiet als Kompetenzzentrum zu profilieren und deshalb war der 14. Weltkongress für Industriearchäologie und In-



Silizium ist ebenso Ausgangsstoff für die Mikroelektronik als auch für die Photovoltaik. Mit der Steigerung der Produktionskapazität wird Ende 2010 jede fünfte Solarzelle aus einem Freiburger Wafer gefertigt. Foto: Solar World



TICCIH-Präsident Eusebi Casanellies, Oberbürgermeister Bernd-Erwin Schramm und Prof. Helmuth Albrecht (v. l.) im Gespräch zum TICCIH-Kongress 2009 in Freiberg. Foto: René Jungnickel

dustriedenkmalpflege Anfang September 2009 für Freiberg ein Ereignis mit besonderem Stellenwert. Wir stehen damit in einer Reihe mit Hauptstädten wie London, Moskau und Rom, die in der Vergangenheit Austragungsorte waren und wir sehen es als Chance und Verpflichtung an, dass Freiberg nach Bochum im Jahre 1975 deutschlandweit der zweite Veranstaltungsort für dieses internationale Treffen war. Schließlich war die damalige Tagung die Initialzündung, um im Ruhrgebiet die Grundlagen für eine hervorragende touristische Erschließung der Industriedenkmale zu schaffen. Essen als Kulturhauptstadt Europas 2010 wäre ohne diese Entwicklung heute nicht denkbar.

### Universitätsstadt mit Energie

Es ist ein Kompliment für Freiberg, wenn man die alte Bergstadt als Universitätsstadt, als Silberstadt, als Solarstadt oder Stadt der neuen Energien bezeichnet. Auf diese Vielfalt kann Freiberg stolz sein. Doch egal wie unsere Stadt bezeichnet wird – Freiberg liegt als größte Stadt im Dreieck zwischen Leipzig/Dresden/Chemnitz im Zentrum der Metropolregion Mittelsachsen und ist ein Knoten im Netzwerk der Regionen wenn es darum geht, Synergien zu nutzen, Verbindungen bei Zukunftstechnologien zu knüpfen und insbesondere alle Themen der Werkstoffentwicklung, der neuen Energie und der effizienten Nutzung von Rohstoffen und traditionellen Energieträgern für den Mittelstand auf die Agenda zu setzen.

Die Behandlung dieser Themen ist ein Gebot der Stunde, aber vor allem eine Chance für die Akteure in Forschung und Entwicklung, Technik und Technologie, die sich konsequent dieser Aufgabe stellen und gegebene Möglichkeiten nutzen. Im engen Verbund mit der TU Bergakademie ist das vor allem jetzt besonders interessant, wenn wir von der Zukunftschance Mittelsachsens und des Erzgebirges sprechen, denn Freiberg kann mehr als Motor der regionaler Wirtschaftsentwicklung.

Zurück in die Zukunft könnte man deshalb auch sagen, wenn es darum geht, sich der vorhandenen Stärken bewusst zu werden. Denn die bisherigen Erfolge in unserer Stadt waren natürlich nur möglich, weil auch dafür die entsprechenden Ressourcen vorhanden sind.

Die TU Bergakademie Freiberg schafft den dazugehörigen Nährboden für den Erfahrungsaustausch zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Darauf aufbauend sind vorhandene Forschungslandschaften, die Konzentration von Fachkräften, die innovativen Unternehmen, Initiativen und Engagement ein Alleinstellungsmerkmal, das es auszubauen gilt, um weitere Synergieeffekte in Freiberg zu erreichen. Es muss noch stärker gelingen, klugen Köpfen in Freiberg eine Perspektive zu geben.

Wo sind denn die Traditionen und wegweisende Entwicklungen der nachhaltigen und sicheren Bereitstellung von Ressourcen, Materialien und Energie zu Hause, wenn nicht hier?

Das Marketingkonzept der Stadt be-

schreibt Freiberg als Innovationsstandort. Die Ansiedlung zukunftsorientierter Technologien erfolgt danach auch im Zusammenspiel mit den wissenschaftlichen Aktivitäten der Universität als Grundlage für die Clusterbildung in diesem Sektor. Dabei geht es um die weitere Ansiedlung rohstoffrelevanter Industrien, um Anerkennung und Vermarktung der Rohstoffwirtschaft als Hightech- und Zukunftsbranche und um Wirtschaftsförderung durch Standortentwicklung in Verantwortung der Stadt Freiberg.

Die Stadt kann und wird diesen Prozess natürlich im komplexen Sinn auch durch Partnerschaft, Rahmenbedingungen und mit dem das Potenzial kultureller Traditionen maßgeblich unterstützen.

### Wissenschaftsstadt

Ein Erfolg bei der Bewerbung um die Auszeichnung „Stadt der Wissenschaft“ ist unter diesen Bedingungen ehrgeiziges aber erreichbares Ziel. Nach dem vergeblichen Versuch aus dem Jahr 2005 sollte ein realistischer Zeitraum der Antragstellung jetzt mit dem Jubiläum der Bergakademie im Jahr 2015 in Verbindung stehen. Ich freue mich auf das Jubiläum „250 Jahre Bergakademie“ zum Ende meiner Amtszeit und garantiere, dass die Stadt Freiberg zur Vorbereitung einen gewichtigen Beitrag leisten wird. Ich hoffe zumindest, dass es auch bei 2015 bleibt, denn wie das Leben am Beispiel der Stadt Freiberg zeigt, sind solche Termine nicht unbedingt sicher. Zum Glück hat die Bergakademie – im Gegensatz zur Stadt Freiberg – eine aussagekräftige Urkunde vom 21. November 1765. Sicher ist aber auch – davon darf ich ausgehen – dass die Bergakademie natürlich einen gewichtigen Beitrag für die Feierlichkeiten anlässlich der 850 Jahre Freiberg im Jahr 2012 leisten wird.

Die Stadt Freiberg mit mittelalterlichem Flair – geprägt durch Reichtum und Wohlstand, den 800 Jahre Silberbergbau brachten – ist ein moderner, weltoffener und leistungsfähiger Wirtschaftsstandort. Die Bergakademie Freiberg ist eine Technische Universität mit weltweit gutem Ruf durch praxisnahe Forschung, hervorragend bewerteter Ausbildung sowie international angesehenen Wissenschaftlern.

Gemeinsam stellen wir uns den Anforderungen der Zukunft. Da ist es doch gut, dass die Bergakademie Freiberg als einzige Universität weit und breit eine ganze Stadt hat.

Glück auf



# terra mineralia ... das erste Jahr

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERGAKADEMIE FREIBERG

Gerhard Heide



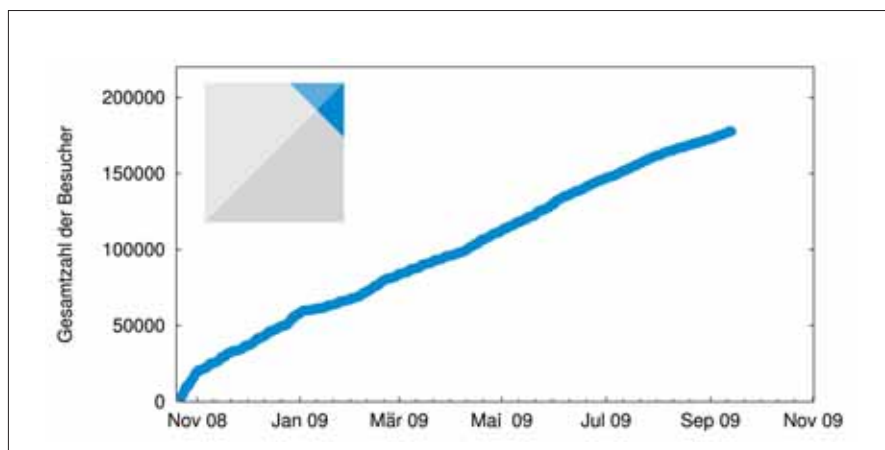
**Es ist sicher ungewöhnlich, wenn sich eine kleine Technische Universität wie die TU Bergakademie Freiberg entschließt, eine große Dauerausstellung einzurichten. Noch ungewöhnlicher ist es, wenn eine solche Ausstellung in einem Schloss präsentiert wird. Bedenkt man, dass das Schloss Freudenstein noch vor drei Jahren eine Ruine war, ein Schandfleck für die ganze Stadt Freiberg, dass in weniger als zwei Jahren dieses Gebäude für das Sächsische Bergarchiv und die Bergakademie umgebaut und restauriert wurde und dass in 6 Monaten eine Ausstellung auf drei Etagen und 1.500 m<sup>2</sup> eingerichtet wurde, dann ist dies außergewöhnlich.**

Geradezu spektakulär ist es, dass nach 11 Monaten über 180.000 Besucher diese Ausstellung besichtigt haben. Manch Freiburger spricht von einem Wunder, wenn er den Schlosshof und die Ausstellung „terra mineralia“ betritt. Der Ansturm der Freiburger in den ersten Tagen nach der Eröffnung war riesengroß, und die Freunde und Förderer der Bergakademie

konnten sich bei ihrer Jahrestagung im November 2008 davon überzeugen. Die Begeisterung für die Ausstellung hält an. Besucher kommen aus allen Teilen der Bundesrepublik und aus den angrenzenden Ländern. Ein Blick auf die Besucherbilanz zeigt den unverminderten Zuspruch für „terra mineralia“. Zum ersten Jahrestag im Oktober 2009 wird der 200.000. Besucher erwartet. Diese Zahl übertrifft bei weitem alle im Vorfeld geäußerten Prognosen und Hoffnungen. An vielen Tagen wurde die Kapazitätsgrenze von 1.000 Personen überschritten, so dass es zu größeren Staus im Eingangsbereich und in den Ausstellungsräumen kam. Gut angenommen wurde auch die Möglichkeit, sich durch die Teilnahme an sachkundigen Führungen die Ausstellung zu erschließen. Dabei handelt es sich sowohl um allgemeine als auch um Fach- und Sonderführungen, z. B. für Kinder, Jugendliche und Sammler. Fast 900 Führungen konnten bisher durchgeführt werden, über 100 Veranstaltungen fanden im Vortragssaal statt.

Was macht die Ausstellung so sehenswert? Warum ist der Zustrom so ungebrochen? Wie kommt es zu diesem Erfolg und was bedeutet er für unsere Universität? Werbung durch Anzeigen, ein probates Mittel, um Besucher zu locken, findet kaum statt. Es sind eine Reihe von Faktoren, die die anziehende Wirkung erzeugt haben und erzeugen. Diese sollen im Folgenden betrachtet werden.

Zunächst ist es das für Wissenschaftler ungewöhnliche Konzept. Es sieht vor, in erster Linie nicht Wissen zu vermitteln, nicht den Geist zu bedienen, sondern das Gefühl anzusprechen, Emotionen zu wecken, zu faszinieren. Perfekte Kristallformen und der Farbenreichtum der Minerale sprechen jeden Menschen an. Die Minerale wurden also nicht nach den klassischen wissenschaftlichen Einteilungsprinzipien angeordnet und mit vertiefenden Tafeln zu Entstehung, Eigenschaften und Verwendung versehen, sondern die Besucher werden auf eine Weltreise geschickt und entdecken in jedem Kontinentsaal die außergewöhnliche



Besucherbilanz terra mineralia. Fotos oben (3): Detlev Müller



Perfekte Formen: Topas, Pakistan. Foto: Jörg Wittig



Besucherschlangen vor der Kasse

Schönheit und Vielfalt für sich wie ein Naturerlebnis. In jedem Kontinentsaal kann sich der Besucher noch für eine „Nebenreise“, eine Expedition, entscheiden und bekommt so besondere Sichtweisen auf die Welt der Minerale. In Amerika ist es die „Reise ins Licht“, die Lumineszenz ausgewählter Minerale, die den Besucher hinter lichtdichte Vorhänge lockt. Asien bietet mit „Gullivers Reisen“ ungewohnte Betrachtungs- und Bezugsmaßstäbe – mit etwas Mut kann man dem Mineral Fluorit von seiner natürlichen Ausbildung in einem nachgebildeten Erzgang bis zu seiner atomaren Kristallstruktur staunend folgen.

In Afrika wird dem neugierigen Reisenden mit der „Zeitreise“ ein Blick auf den Zusammenhang zwischen der Entdeckung von Mineralen, ihrer Eigenschaften und der kulturell-technischen Entwicklung der Menschheit an ausgewählten Beispielen vorgestellt. In Europa werden bei der „Reise zum Ursprung“ über Mo-



Reise ins Licht

nitore Expeditionsbilder von Fundstätten und über grafische Flächen Hinweise zu Mineral- und Gesteinsbildungen gegeben, aber nur, wenn der Besucher die Blickrichtung wechselt.

Es bleibt den „Reisenden“, den Besuchern, selbst überlassen, ob sie sich zusätzlich noch auf eine Forschungsreise begeben und in der Zwischenetage im ehemaligen Getreidespeicher unter Anleitung Untersuchungen an Mineralen vornehmen wollen. Die Zwischenetage ist zugleich die Schnittstelle zur wissenschaftlichen Nutzung der Ausstellung. Hier wird auch ein Rasterelektronenmikroskop betrieben. Studenten bereiten ihre Qualifizierungsarbeiten vor und stehen dem Besucher Rede und Antwort. Der spielerische Umgang mit den nüchternen Fakten der Wissenschaft ermöglicht eine völlig neue Art der Kommunikation mit der Öffentlichkeit, die gesellschaftliche Verantwortung des Wissenschaftlers, Bewusstsein für unsere natürlichen Ressour-

cen zu schaffen, wird in „terra mineralia“ sehr direkt wahrgenommen.

Natürlich spielt der Ort der Präsentation eine große Rolle. Historische Bauten besitzen eine besondere Anziehungskraft, und der Wandel eines Schlosses zu einer Ausstellungsstätte erweckt zusätzliches Interesse. Die äußere Wirkung historischer Bauten allein genügt jedoch auf Dauer nicht, sie muss durch eine gelungene Präsentation der Ausstellungsstücke ergänzt werden. Den Architekten von AFF Berlin unter Leitung von Martin Fröhlich ist es gelungen, das Ausstellungskonzept mit einem schlüssigen Bezug auf den historischen Bestand zu verbinden und die Geschichte des Gebäudes fortzuschreiben. Zu Beginn der Reise betritt man die Aussichtsplattform und befindet sich in den historischen Speichereinbauten. Moderne Kommunikationsmittel locken hier Jugendliche zu einer virtuellen Weltreise zu Mineralfundpunkten. Die Kontinentsäle sind so gestaltet, dass alles auf die



Kinder auf Forschungsreise



Eröffnung des Asiensaal. Fotos (4): Detlev Müller



Gullivers Reise

Minerale fokussiert ist, welche sich in speziell gestalteten Glasvitrinen befinden. Ein ganz besonderer gestalterischer Effekt geht von der Beleuchtungstechnik aus. Dadurch kommen Farbe und Form hervorragend zur Geltung. Es wird nicht langweilig in der Ausstellung, denn die Kontinentsäle samt Vitrinen sind individuell konzipiert: Amerika empfängt den Besucher im Spiegelsaal mit transparenten Vitrinen. In Asien schlängeln sich die Vitrinen wie Schluchten eines Hochgebirges, und in Afrika staunt man über Vitrinen mit aufgesetzten Landschaften in Form von Modellen aus satellitengestützten Vermessungen. Eine homogene Konstellation mit klar geformten, unterschiedlich großen Vitrinen wurde in Europa verwirklicht. Den Höhepunkt bildet die Schatzkammer mit dem historischen Ambiente der ehemaligen Schlossküche und den größten und schönsten Mineralstufen aus aller Welt – eine gelungene Verbindung von Bausubstanz und Präsentation.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Öffentlichkeitsarbeit. Dieser Abteilung unserer Universität ist es nicht nur gelungen, eine spektakuläre Festwoche zur Eröffnung vom 20. bis 27. Oktober zu organisieren, sondern auch in regionalen und überregionalen Medien geschickt über diese und die folgenden Ereignisse aus „terra mineralia“ zu berichten. „terra mineralia“ ist ein wirksames Werbeinstrument der TU Bergakademie geworden. Der Eröffnung am 20. Oktober 2008 durch den Ministerpräsidenten folgten die Eröffnung des Saals Asien am 17. April 2009 und das Richtfest des „Krügerhauses“, des ehemaligen Amtshauses, am 2. Juli. Damit geht die Entwicklung der Ausstellung



Spiegelsaal Amerkia

von „terra mineralia“ planmäßig weiter. Hier im „Krügerhaus“ werden im nächsten Jahr Minerale aus Deutschland, die aus der Pohl-Ströher-Mineralienstiftung und der universitären Stiftung „Mineralogische Sammlung Deutschland“ stammen, präsentiert. Diese Stiftung hat sich die Aufgabe gestellt, geowissenschaftliches Kulturgut Deutschlands für die Wissenschaft und Öffentlichkeit zu sichern, fachgerecht aufzubewahren und zu präsentieren.

Nicht zuletzt beruht der Erfolg von „terra mineralia“ auf den einmaligen Sammlungsobjekten. Die Sammlerin – Frau Dr. Erika Pohl-Ströher – hat im Laufe von 60 Jahren die wohl weltweit größte und schönste private Mineralsammlung zusammengetragen. Sie hat ihre Auswahl nach ästhetischen Kriterien getroffen, und genau diesen Kriterien folgt die Präsentation der Ausstellung.

Die Kombination von persönlicher Leidenschaft mit professioneller gestalterischer und wissenschaftlicher Arbeit an einem traditionsreichen Ort scheint die Grundlage des Erfolges zu sein. „terra mineralia“ ist ein Ort der Kommunikation der Wissenschaft mit der Öffentlichkeit, und die Universität kann ihren Bildungs- und Forschungsauftrag in vollem Umfang und voller Verantwortung wahrnehmen. Die Studentenwerbung ist vielleicht ein zur Zeit sehr wichtiges Argument für die kleine TU Bergakademie, der Ausbau von Alleinstellungsmerkmalen mit hoher öffentlicher Akzeptanz wie das Lehr- und Forschungsbergwerk „Reiche Zeche und Alte Elisabeth“ und die geowissenschaftlichen Lehr- und Forschungssammlungen sind von strategischer Bedeutung. Begeisterte Gäste sind die beste Werbung.



Fotopirsch in der terra mineralia



Blick in den Saal Afrika. Fotos (4): Detlev Müller

# Mensch und Mineral – eine Zeitreise

*Dieser Beitrag ist ein Auszug aus dem Buch:*

**AFF Architekten [Hrsg.]: Teile zum Ganzen. Wasmuth-Verlag 2009.**

**Autoren: Matthias Albrecht Amann, Heinrich Douffet, Martin Fröhlich, Gerhard Heide, Ulrich Müller, Raymond Plache, Uwe Richter, Götz P. Rosetz, Ulrich Thiel.**

**Fotograf: Hans-Christian Schink. Vorwort: Georg Johannes Unland.**

**ISBN-10: 3803007097, ISBN-13: 978-3803007094.**

Wann und wo die Vorfahren unseres heutigen Menschen erstmals ein Mineral oder Mineralgemenge, d.h. Steine, in die Hand nahmen, wissen wir nicht, und das bleibt sicher im Dunkel der Vergangenheit verborgen. Der älteste Abschnitt in der Menschheitsentwicklung wird von den Archäologen als Steinzeit bezeichnet und begann vor ca. 2,5 bis 3 Millionen Jahren. Von der ersten Nutzung der Steine bis zum bewussten Gebrauch und der entsprechenden Auswahl vergingen mehr als eine Million Jahre. Erst der Homo habilis benutzte bewusst gerundete Steine zum Abschlagen von Gesteinssplittern. So entstanden erste Werkzeuge – der Beweis, dass die Entwicklung zum zielgerichtet handelnden Vormenschen durch die menschliche Arbeit erfolgte. Von diesen Geröllgeräten führte der Weg zu den Faustkeilen des Homo erectus, die deutliche Bearbeitungsspuren zeigen. Die ersten bekannten Faustkeile sind etwa 900.000 Jahre alt und gehören somit ins Altpaläozoikum, geologisch ins untere Pleistozän. Hunderttausende von Jahren bewusster menschlicher Tätigkeit vergingen, bis der archaische Homo sapiens, der Frühmensch, sich entwickelte. Im mittleren Paläolithikum wurden z.B. erste Handspitzen, Keilmesser, Winkelschaber und Bogenspitzen, vorwiegend aus Feuersteinen, hergestellt. Spezialwerkzeuge und Waffen – das war ein großer Fortschritt gegenüber dem Faustkeil als Universalwerkzeug. In dieser Zeit kam aber auch eine zweite Anwendung von Mineralen in Form von Gesteinen auf: Man benutzte sie nunmehr zum Bau von Kultstätten und rituellen Begräbnisstätten, also als Baumaterial. Im Jungpaläolithikum, das von 40.000 bis etwa 8.000 v. d. Z. und damit bis zum Ende der letzten Eiszeit (Würmglazial) reichte, entstand der eiszeitliche Frühmensch Homo sapiens sapiens. Es ist schon erstaunlich, wie schnell die Entwicklung zum heutigen Menschen in diesen 30.000 Jahren erfolgte, wie geschickt sich die Frühmenschen den wechselnden Naturbedingungen anpassten und wie sie mit den verschiedenen

Gesteinen umzugehen vermochten. Die planmäßige Nutzung der Feuersteine zur Herstellung von Waffen und Werkzeugen erreichte in dieser Zeit einen Höhepunkt. Durch Schlagen und Reiben konnte man Feuer erzeugen und brauchte nicht mehr zufällig entstandenes Feuer zu hüten. Das soziale Verhalten hatte sich in dieser Zeit deutlich zum gemeinschaftlichen Handeln gewandelt, und offensichtlich beherrschte das Jagen und Sammeln, also der ständige Kampf um Nahrungsmittel, nicht mehr allein das Denken und Streben der Frühmenschen. Erste künstlerische Tätigkeiten konnten entstehen. Röteln, ein Toneisenstein, wurde als Pigment benutzt, zuerst nur beim rituellen Totenkult, dann aber bald als Farbe für Höhlenmalereien, von einfachen Abdrücken der Handflächen bis zu den beeindruckenden Darstellungen, z.B. von Lascaux in Südfrankreich. Die künstlerische Betätigung beschränkte sich im Jungpaläolithikum aber nicht nur auf Ritzzeichnungen und die Malerei, sondern Beispiele der Plastik sind ebenso bekannt. Die Voraussetzung dafür war mit der ausgefeilten Bearbeitungstechnik von Feuersteinen gegeben. Mit den Gesteinsschneidern bearbeiteten die Frühmenschen weiche Materialien wie Mammutelfenbein, aber auch erstmalig Gesteine. Staunend steht man im Naturhistorischen Museum in Wien vor der Venus von Willendorf, einer etwa 11 cm hohen Figur aus Kalksandstein mit Röteln-Bemalung. Wie viel Zeit musste der Frühmensch aufwenden, um eine solche Plastik herzustellen? Zeit, in der er nicht zur Jagd gehen oder Früchte sammeln konnte. War es schon ein „Künstler“, den die Gemeinschaft ernährte? In der Steinzeit, dem Neolithikum, das in Europa etwa von 5.000 bis 1.800 v. d. Z. dauerte, setzte sich mit deutlicher Geschwindigkeit dieser Ansatz der Arbeitsteilung fort. Sammler und Jäger wurden zu Ackerbauern und Viehzüchtern.

Die Menschen nutzten nun auch eine neue Mineralgruppe: die Tonminerale. Gemische davon, als Lehm bezeichnet, wurden beim Hausbau verwendet, und die

Töpferei mit Brennöfen entwickelte sich. Tongefäße mit Verzierungen entstanden. Es war die Zeit der Band-, Schnur- und Kammkeramik. Deutliche Fortschritte gab es aber auch bei der Gesteinsbearbeitung, man konnte Löcher in Gesteine bohren, kannte das Schleifen und Polieren von Gesteinen und wusste, welches Gestein sich am besten bearbeiten ließ. Da der Bedarf an Spezialwerkzeugen und Waffen ständig stieg, ging man zur Massenproduktion über. Hatte man alle an der Erdoberfläche vorhandenen Silexgesteine verarbeitet, begann die Suche nach neuen Fundstätten, heute würde man von Prospektion auf Silexgesteine sprechen. Die Steinschläger wurden zu Prospektoren und schließlich zu den ersten Bergleuten, die über Gruben, Gräben, Trichtern und Rinnen Feuersteine oder Hornsteine abbauten. Archäologische Nachweise für den Beginn dieser bergmännischen Tätigkeit liegen aus der Jungsteinzeit vor. Man kann am Ende der Steinzeit also feststellen, dass in einem Zeitraum von rund 2,5 Millionen Jahren die Entwicklung zum heutigen Menschen auch durch den Kontakt mit Gesteinen befördert wurde. Welchen Einfluss Minerale im weiteren Verlauf der Menschheitsentwicklung haben, wird episodenhaft in der „Zeitreise“ der terra mineralia an ausgewählten Mineralen und Gegenständen in 17 Doppelvitriolen gezeigt.



Venus von Willendorf. Foto: Matthias Kabel





In der „Zeitreise“ der terra mineralia finden nicht nur die Kinder viel Wissenswertes. Foto: Detlev Müller

### Quarz – Faustkeil

Quarz gehört zu den häufigsten gesteinsbildenden Mineralen und besitzt eine große Härte. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass unsere Vorfahren schon vor mehreren hunderttausend Jahren vorwiegend quarzhaltige Gesteine zu den ersten Werkzeugen bearbeiteten. Es waren zunächst Faustkeile als Universalwerkzeuge, später Speerspitzen, Schaber und kleine Messer vorwiegend aus Feuerstein, Quarzit, Hornstein oder Kieselschiefer und wo vorhanden auch Obsidian.

### Halit – Ovalsäule zum Salzsieden

Steinsalz, ein lebensnotwendiges Mineral, wurde bereits im Neolithikum (3000–2000 v. d. Z.) durch Eindampfen von Salzsole gewonnen. Neben der Herstellung aus Quellsolen und aus dem Meere erfolgte schon in der Bronzezeit bei Hallstatt in Österreich erster bergmännischer Abbau von Halit. Steinsalz war vor mehr als 1000 Jahren ein bedeutendes Handelsgut und wurde auf sogenannten Salzstraßen quer durch Europa transportiert.

### Silber – Münzen

Mehrere tausend Jahre bevor in Freiberg der Silberbergbau begann, hat man bei den Ägyptern (4000–3500 v. d. Z.) schon Schmuckgegenstände aus Silber hergestellt. Sumerer waren es dann, die Silber als Zahlungsmittel (Hack Silber) benutzten, und die ersten Münzen ließ 748 v. d. Z. Phaidon, König von Argos, auf der Insel



Gediegen Silber. China. Foto: Jörg Wittig

Ägina prägen. Die Abbildungen auf den Münzen waren eine Garantie für die Echtheit des Silbers. Silber kommt nicht nur gediegen, sondern vor allem in verschiedenen silberhaltigen Mineralen vor.

### Quarz – Glasbecher

Als Rohstoff für die Glasherstellung ist Quarz seit mehr als 4.000 Jahren bekannt. Wandbilder mit Darstellungen von Schmelzöfen und Gebläsen überlieferten uns die alten Ägypter. Die erste bekannte Rezeptur stammt aus der Bibliothek des assyrischen Königs Assurbanipol (650 v. d. Z.): nimm 60 Teile Sand, 180 Teile Asche aus Meerespflanzen und 5 Teile Kreide und du erhältst Glas. Über das alte Griechenland und das Römische Reich zog der Siegeszug des Glases und seiner Herstellung weiter; er erreichte das Erzgebirge nach neuesten Forschungen schon zwischen 1200 und 1300, hier aber mit Pottasche aus Holz.

### Kaolinit – Porzellanschale

Der Name dieses Minerals leitet sich vom chinesischen Ort Kao-ling ab, wo erstmals Kaolinit zur Herstellung von Porzellan um 600 gewonnen wurde. Das weiße chinesische Porzellan war über Jahrhunderte einzigartig und an europäischen Fürsten- und Königshöfen sehr begehrt. Der Wunsch, selbst solches Porzellan herzustellen, bestand an vielen Höfen, aber es misslang über eine lange Zeit. Erst durch die glückliche Fügung, dass dem Alchemisten Böttger der Hofgelehrte von Tschirnhaus und die Freiburger Oberbergbeamten von Ohain und von Schönberg zur Seite gestellt wurden, dass es bei Aue eine Kaolin-Lagerstätte gab und im Erz-



Lascaux, Höhlenzeichnung. Foto: MIT

gebirge Erfahrungen mit Brennöfen vorlagen, gelang 1709 die erste europäische Porzellanherstellung in Meißen.

### Graphit – Bleistift

Als 1565 in England erstmals Graphit zu Bleistiftminen geschnitten wurde, wusste man nicht, woraus dieser „bleifarbene“, sich fettig anfühlende Stoff bestand. Lange Zeit hatte England, durch den Graphit der Cumberland Gruben, das Monopol in der Bleistiftherstellung. Erst 100 Jahre später begann in und um Nürnberg die Bleistiftherstellung in Deutschland. 1761 wurde in Stein bei Nürnberg von Casper Faber eine Bleistiftproduktion begonnen, die bis heute fortgeführt wird. 1789 fand Scheel heraus, dass der Stoff aus dem die Minen bestehen, reiner Kohlenstoff ist, und A. G. Werner benannte das Mineral: Graphit. Die Bezeichnung für die Graphitstifte, Bleistifte, aber blieb bis heute.

### Hämatit – Farbpigment

Dieses Mineral, ein Eisenoxid, ist unter vielen Bezeichnungen bekannt. Blutstein, Eisenglanz, Roteisenglanz, Roteisenstein, Glaskopf oder Rötel wird es genannt. Die verschiedenen Kristallformen und Farben haben zu den Bezeichnungen geführt. Als reines Pulver, in der Mineralogie spricht man von Strichfarbe, hat der Hämatit eine blut- oder kirschrote Farbe. Die älteste Verwendung ist die als Pigment. Auf der griechischen Insel Thasos fand man Spuren des ältesten Untertageabbaus von verwittertem Hämatit, dem roten Ocker (20.000 Jahre alt). In den berühmten Felshöhlen von Altamira (Spanien) und Lascaux (Frankreich) findet man Rötelzeichnungen, und über die Renaissance bis in die heutige Zeit sind die weichen, gut färbenden Rötelstifte beliebte Künstlerfarben. Die Hauptmenge des geförderten Hämatits wird aber zu Eisen verhüttet.

### Calcit – Polarisationsmikroskop

Calciumcarbonat gehört zu den gesteinsbildenden Mineralen. Viele bedeutende Bauten des Altertums bestehen aus Kalkstein und manche sogar aus Marmor, wie z. B. die berühmten Tempelbauten der alten Griechen und Römer. Bis heute ist der Calcit aus der Bauindustrie nicht wegzudenken. Er dient als Baustein. Vor allem benutzt man den Kalkstein zur Produktion von Portlandzement und Mörtel. Die besondere optische Eigenschaft, eine hohe Doppelbrechung, erkannte schon 1668 Bartholini. Der englische Physiker Nicol erfand im Jahre 1828 die nach ihm benannten Prismen, ein Hilfsmittel zum Erzeugen und Untersuchen von polarisiertem Licht und somit ein unentbehrliches Hilfsmittel in der Gesteinsmikroskopie.

### Diamant – Holbohrkrone

Diamant ist der schönste Kohlenstoff und das härteste natürliche Mineral. Die Schönheit kommt aber erst durch den Schliff voll zur Geltung. Ende des 17. Jahrhunderts erfand Peruzzi den Brillantschliff. In Kronen und Diademen, in Ketten und Ringen, aber auch in Kunstwerken, wie dem „Hofstaat zu Delhi“ von Dinglinger (4909 Diamanten) im Grünen Gewölbe zu Dresden, kann man geschliffene Diamanten bewundern. Nicht schleiffähiges Material und seit 1960 in verstärktem Maße künstliche Diamanten wurden wegen der enormen Härte in Werkzeugen eingesetzt, mit denen man bohren, schleifen, trennen und ritzen kann.

### Fluorit – Apochromat

Flussspat begegnet man in der Ausstellung in den verschiedensten Farben. Er kommt auf allen Kontinenten vor. Industriell wird Flussspat, wie der Name schon sagt, als Flussmittel in der Hüttenindustrie verwendet. Außerdem gewinnt man aus ihm Fluor und Fluorwasserstoffsäure. Ernst Abbe hat als erster Flussspat für optische Linsen eingesetzt. Apochromate, das sind Objekte, bei denen der chromatische Abbildungsfehler für 3 Wellenlängen (Rot, Grün, Blau) korrigiert ist, bestehen aus Flussspat. Heute stellt man dieses Mineral für die optische Verwendung künstlich her.

### Kaolinit – Künstlerfarbstifte

Kaolinit haben wir als Rohstoff bei der Porzellanproduktion kennengelernt. Im 19. Jahrhundert erweiterte sich der Einsatz als Füllstoff. Bereits 1855 hat auf der Pariser Ausstellung die Firma Faber-Castell Künstlerfarbstifte kreiert, die als Füllstoff



Kaolinit besaßen. Es folgte im 20. Jahrhundert der Einsatz in der Papierindustrie für Kopierpapier. Kaolinit ersetzt in dieser Papiersorte Zellstofffasern, erhöht die Weiße sowie Lichtundurchlässigkeit des Papiers.

### Baryt – Barytpapier

Die schöne Barytdruse in der Vitrine hat ein hohes Gewicht, denn die Dichte des Schwerspats beträgt  $4,5 \text{ g/cm}^3$ . Oft ist er durch Fremdbestandteile gefärbt, aber das stört bei seiner technischen Verwendung als Zusatz für die Bohrspülung nicht. Durch die große Dichte erzeugt Schwespat in der Spülung einen hohen Druck auf die Bohrlochwand und stabilisiert die Bohrlöcher. Reiner Schwespat wird zur Herstellung von weißen Pigmenten benötigt. Beim Fotopapier erhöht man durch die Beigabe die Weiße der Papieroberfläche. Übrigens wird der Schwespat in der Medizin als Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen, z. B. des Magens, eingesetzt.

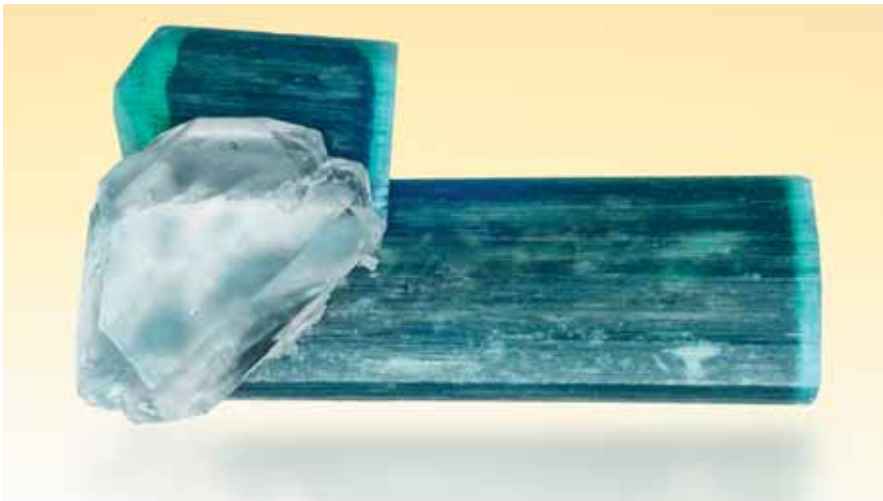
### Quarz – Quarzuhr

Quarkristalle sind piezoelektrische Kristalle. Der piezoelektrische Effekt, von den Brüdern Jacques und Pierre Curie erstmals 1880 beschrieben, basiert auf dem Phänomen, dass bei Druckbeanspruchung der Kristalloberfläche elektrische Ladungen entstehen, deren Menge sich proportional zur Beanspruchung verhält. Umgekehrt

verformen sich solche Kristalle beim Anlegen einer elektrischen Spannung (inverser Piezoeffekt). In der Technik werden beide Seiten des Effekts genutzt, der Piezoeffekt in der Sensorik für die Erfassung von dynamischen Prozessen, aber auch in modernen Feuerzeugen; der inverse Piezoeffekt führte zur Entwicklung von Schwingquarzen, die heute Zeitgeber aller Quarzuhren sind. Übrigens, die erste Quarzuhr, 1932 entstanden, hatte Zimmergröße.

### Korund – Rubinlaser

Korund, ein Aluminiumoxid, besitzt eine Reihe wichtiger Eigenschaften wie hoher Isolationswiderstand, geringe dielektrische Verluste, hohe Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit, die ihn neben seiner Verwendung als begehrter Edelstein (Rubin, Saphir) für verschiedene technische Anwendungen befähigen. Bereits im Jahre 1820 benutzte man den Rubin, die rote Varietät des Korunds, zur Herstellung von Lochsteinen als Lager wertvoller Uhren. Nachdem es dem Franzosen Verneuil 1902 gelang, künstliche Rubine herzustellen, ist der Rubin als Lagerstein in fast allen Uhren anzutreffen. Eine besondere Bedeutung erlangte der Rubin 1960 als der US-Amerikanische Physiker T. H. Maiman den ersten Laser, einen Rubin-Festkörper-Laser, erfand. Die bekannteste Verwendung des Korunds im Alltag ist als Schmiergelpapier.



Linke S. oben: Quarz, Brasilien. 15 × 10,5 × 12 cm.  
Inv.-Nr. 45890.

Linke S., unten links: Fluorit, Dalnegorsk. 10,5 × 8,5 cm.  
Inv.-Nr. 45324.

Linke S., unten rechts: Baryt, China. 14 × 7 cm  
(Kristallgröße bis 7,7 cm). Inv.-Nr. 63389.

Oben: Turmalin mit Quarz, Pakistan. 7,5 × 4 × 3 cm.  
Inv.-Nr. 50789.

Rechts: Calcit, England. 9,5 × 5,5 cm, Kristallgröße bis  
4,7 cm. Inv.-Nr.: 74692.

Fotos (5): Jörg Wittig



### Turmalin – Bewegungsmelder

Im Jahre 1703 brachten die Holländer einen wunderschönen roten Stein aus Ceylon nach Europa, der bei Erwärmung kleine Ascheteilchen anzog. Diese Erscheinung untersuchte der Astronom und Physiker Aepinus 1756 und fand, dass nach Temperaturänderungen des Turmalins an seinen Enden elektrische Ladungen entgegengesetzten Vorzeichens auftreten. Brewster führte 1824 dafür den Begriff Pyroelektrizität ein. Heute nutzen die PIR-Sensoren (Passiv Infrarot) den Effekt der Pyroelektrizität, allerdings nicht auf der Basis des Turmalins, sondern mittels künstlicher Kristalle. Diese Sensoren sind das Herzstück von Bewegungsmeldern.

### Gold – Transistoren

Die früheste Verwendung von Gold war als Schmuck und Grabbeigabe (4600–4200 v. d. Z. Varna), vollendet schön die Goldmaske des Tutanchamun (1339 v. d. Z.) in Ägypten. Später wurden die ersten Goldmünzen in Lydien (650 v. d. Z.) geprägt und heute befinden sich die größten Goldmengen in Form von Barren als Währungssicherheit in den Nationalbanken.

Im 20. Jahrhundert kam dann eine weitere Nutzung des Goldes in der optischen Industrie bei der Beschichtung von Gläsern, Laserspiegeln und Ultrarot-Reflektoren und in der Elektronikindus-

trie für Kontakte und als ausgezeichnete elektrischer Leiter im Chip hinzu. Die ersten Chips stellten 1956 die US-Amerikaner Noyce und Kilby her.

### Quarz – Solarzelle

Quarz, ein Siliziumdioxid, ist in reiner Form auch ein Rohstoff für die Herstellung von Silizium. In einem komplizierten Prozess wird durch Reduktion aus Quarz metallurgisches Silizium erzeugt. Dieses wird über die chemische Umsetzung zu Trichlorsilan und dessen thermische Zersetzung schließlich in Reinstsilizium umgewandelt. Dann zieht man aus dessen Schmelze mittels eines Impfkristalls einen Einkristall. Darauffolgendes Zersägen formt Scheiben, Wafer genannt, die durch Einbringen von chemischen Elementen leitend werden. An deren Grenzschicht können erzeugte Ladungsträger (Elektronen/Löcher) getrennt und über Metallkontakte die Elektronen abgegriffen werden.

So entstehen u. a. Solarzellen. Die ersten mit einem Wirkungsgrad von 4 % wurden 1953 in den amerikanischen Bell Laboratories entwickelt. Fünf Jahre später erfolgte erstmals der Einsatz von Solarzellen in einem Satelliten (Vanguard I). Heute findet man Solarzellen an vielen Orten, auf Parkscheinautomaten und Booten, aber auch auf Einfamilienhäusern und in großen Solarparks.

Mensch und Mineral – das ist nicht nur eine Geschichte des Nutzens und Benutzens von Mineralen im Laufe der kulturellen Entwicklung. Das Entstehen und die Fortentwicklung von Kultur und Wissenschaft führten auch zum Sammeln von Mineralen. Motivation für das frühe Sammeln von Mineralen ist sicher der Drang, Neues zu entdecken, später kommen dann andere Aspekte des Sammelns hinzu, wie Repräsentation und kommerzielle Gesichtspunkte. Insbesondere im 16. Jahrhundert begannen Naturforscher, sich dem Sammeln und Untersuchen von Mineralen zu widmen und bauten erste Sammlungen auf, um in der Vielfalt der Natur Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und Ordnungsprinzipien aufzustellen. Etwa zeitgleich erfolgte an den bedeutenden Herrscherhöfen der Aufbau von Kunst-, Kuriositäten- und Raritätenkabinetten mit einigen Mineralstufen. Durch Ankauf von großen Privatsammlungen entstanden dann im 18. Jahrhundert eigenständige Mineralsammlungen in den damals führenden Staaten Europas. Die Entwicklung der Mineralogie als Wissenschaft wäre ohne Sammeltätigkeit undenkbar. Schon die Gründer der Bergakademie in Freiberg wussten um die Bedeutung von Mineralsammlungen und stellten eine Kollektion von Mineralstufen zur Verfügung. Der berühmte Mineraloge A. G. Werner sammelte in seinem reichen Forscherleben fast 12.000 Mineralstufen, die dann den Grundstock für die bedeutende Mineralsammlung an der Bergakademie bildeten. Nur durch solch eine Sammlung war es möglich, Kriterien zu definieren, um die Minerale exakt zu erkennen und zu systematisieren.

Die Motive für das Sammeln von Mineralen in der heutigen Zeit sind sicher sehr vielfältig. Angeregt zum Sammeln werden viele Menschen durch die Ästhetik der Minerale, ihre Farbenpracht, ihren Formenreichtum und ihre unvergleichlichen Wachstumserscheinungen. Wissenschaftliche Sammlungen, die über Jahrhunderte gewachsen sind, beinhalten einen weiteren Aspekt, Typisches zu sammeln. Das Wissen von Generationen wird gegenständlich gespeichert und von der neuen Generation aufgenommen.

■ Gerhard Heide, Götz Rosetz

#### Quellen:

- 1 Brockhaus Lexikon. Brockhaus Verlag, Leipzig 2005
- 2 Wilsdorf, H.: Montanwesen – eine Kulturgeschichte. Edition Leipzig 1982
- 3 Wolf, J.; Burian, Z.: Menschen der Urzeit. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin 1979

krügerhausartikel

# Die Finanzkrise – mehr als nur ein Missverständnis

Andreas Horsch

In ihrer Ernsthaftigkeit und Bedeutsamkeit sind die 2007 ausgebrochene Finanzmarktkrise und die dadurch ausgelöste, massive Eintrübung der Weltwirtschaft am ehesten vergleichbar mit der Weltwirtschaftskrise im Gefolge des Schwarzen Freitags vom Oktober 1929. Was sie mit sich bringt, ist Erkenntnis in großem Maße, in weiten Teilen schmerzlich, in kleineren von umso größerem wissenschaftlichem Interesse. Dieses betrifft bereits die genaue Erforschung der Wirkungszusammenhänge, die als Krisenursache gelten können, und gilt in zunehmendem Maße für die wissenschaftliche gestützte Abschätzung der (Folgen der) derzeit diskutierten oder schon praktizierten Krisenbewältigung.

## Krisenursachen

Generell gilt als Keimzelle der Marktprozesse, die bis zur Mitte des Jahres 2009 zu einer Weltrezession eskaliert sind, der US-amerikanische Wohnimmobilienmarkt, genauer: Die von Privathaushalten nicht erstklassiger (sub-prime) Bonität kreditfinanzierten Hausbauten. Unterschlagen wird bereits bei dieser Fokussierung, dass „institutions matter“, dass also auch diese Marktprozesse nach Maßgabe geltender Regelsysteme sowie existierender Handlungssysteme abliefen. Bei entsprechend genauem Hinsehen zeigt sich daher nicht nur die Relevanz von Institutionen für das menschliche Handeln und damit auch für die Krisenentstehung im Allgemeinen, sondern sogar sehr weit zurückreichende Verbindungen mit bemerkenswerten Vorzeichenwechseln im Besonderen: Instituti-

onen wie die auf den Ankauf von Immobilienkrediten spezialisierten Government Sponsored Entities, die in den 1930er Jahren zur Bekämpfung der seinerzeitigen Krise ins Leben gerufen wurden, haben die heutige maßgeblich mitverursacht (vgl. Horsch, 2009).

Zweifelsohne war dieser Langzeiteffekt von den seinerzeitigen Regelsetzern und seitherigen Regeldurchsetzern nicht beabsichtigt. Seine Wirksamkeit ist damit gleichzeitig Beleg für ein generelles Phänomen, welches als kennzeichnend für die Entstehung der Krise, aber auch die derzeitigen Bewältigungsversuche angesehen werden kann, nämlich die „Begrenztheit von Planungen: Zwar wird sich in irgendeinem künftigen, in Planungen beachteten Zeitpunkt nur eine einzige Zukunftslage verwirklichen, aber beim Wissensstand in einem Planungszeitpunkt stellt dieser künftige Istzustand entweder nur einen von mehreren denkbaren Zukunftslagen dar oder wird gar in der Planung übersehen bzw. konnte gar nicht gewusst werden“ (Schneider, 1995, S. 12). Anders gesprochen: Menschliches Handeln vollzieht sich unter Bedingungen, die nach der grundlegenden Unterscheidung von Frank Knight als fundamentale Unsicherheit bezeichnet werden (zur Differenzierung in diese nicht messbare true uncertainty einerseits und – im Idealfall als Streuung um einen Erwartungswert – messbare Formen andererseits vgl. Knight, 1921, bes. S. 232 f.). Diese Tatsache wird von der modernen Betriebswirtschaftslehre nicht ignoriert, im Gegenteil kann sie begriffen werden als Lehre vom

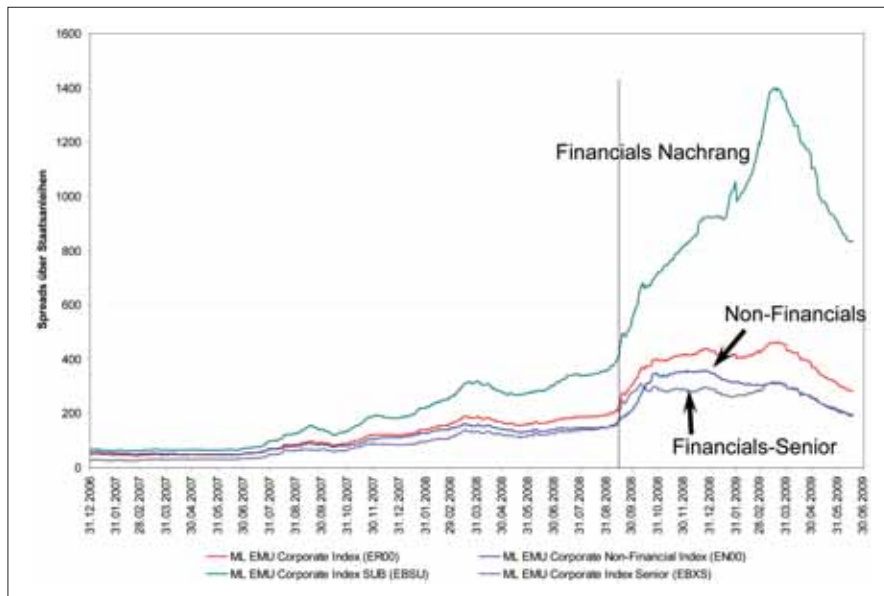
menschlichen Handeln, das sich auf eine Reduzierung von Einkommensunsicherheiten mit Hilfe von Institutionen richtet (vgl. ausführlich Schneider, 1995, S. 14 ff., 117 ff.). Umgekehrt beruht human action, welche (stillschweigend) die Abwesenheit von Unsicherheit unterstellt, auf einem fundamentalen Missverständnis der Gegebenheiten. Genau durch solche Missverständnisse lässt sich der bisherige Krisenverlauf von den Ursachen bis zu den Bewältigungsversuchen kennzeichnen. Fünf entscheidende dieser Missverständnisse und ihre Bedeutung für die künftige finanzwirtschaftliche Forschung werden nachfolgend aufgezeigt.

## Risikoignoranz

Ein erstes Missverständnis lässt sich im Handeln zahlreicher Marktteilnehmer finden, die renditefokussiert und vermeintlich risikofrei – tatsächlich risikoignorant – auf das flächendeckende Gelingen von US-amerikanischen Immobilienfinanzierungen spekulierten. Zu den Eigenheiten dieses Missverständnisses von der Vernachlässigbarkeit inhärenter Risiken gehörte, dass es ansteckend wirkte und so nach den unmittelbaren Kreditgebern und -nehmern indirekt und mittelbar, aber ebenso wirksam Wertpapierinvestoren weltweit erreichte (vgl. grundlegend Rudolph, 2008). Zu den Herausforderungen für die finanzwirtschaftliche Forschung gehört es daher zunächst, zu solch fehlgeleiteter Risikoignoranz führende Anreizeffekte sowie Phänomene der Informationsverteilung, -wahrnehmung, -verarbeitung und -umsetzung in Handlungen zu identifizieren. Hieraus lassen sich dann Empfehlungen für Messkonzepte („Frühwarnsysteme“) und auch Gegensteuerungen entwickeln.

Ein zweites Missverständnis lag dem Vertrauen in andere Personen und Institutionen zugrunde: Rating-Unternehmungen formulieren Wahrscheinlichkeitsaussagen über ordnungsgemäße Kapitaldienstleistungen, Banken bieten Transaktionskosten sparende und Informationsprobleme lösende Intermediärsleistungen, Aufsichtsbehörden überwachen dabei die Einhaltung von Mindestnormen für die Kapital- und Liquiditätsausstattung sowie vieles mehr. Dies alles kann Investoren bei der Entscheidungsfindung helfen, da





??? Bildunterschrift ????????????

es die herrschende Unsicherheit reduziert und so Finanzkontrakte erleichtert, mitunter erst ermöglicht. Es zeugt jedoch von Missverstehen der Möglichkeiten und Grenzen sämtlicher Formen des „delegated monitoring“ (Diamond, 1984), wenn unterstellt wird, dass sich so jegliche Unsicherheit ausschließen, mithin Sicherheit herstellen ließe. Künftige Forschungsanstrengungen haben sich daher nicht nur auf die Verbesserung institutioneller Designs im Sinne des institutional change (North, 1990) zu richten, sondern auch auf die Verbesserung des Verständnisses, welches die Marktteilnehmer hiervon haben.

### Vertrauen(skrise)

Missverständnis Nummer drei erlag die US-amerikanische Regierung von George W. Bush, als sie im September 2008 entschied, den Überschuldungskonkurs der Investment Bank Lehman Brothers tatsächlich zuzulassen: Die Insolvenz geriet nicht zum Exempel für eine konsequente Wirtschaftspolitik, sondern für ein konsequentes Missverständnis von der Bedeutung des Vertrauens für die Marktprozesse (vgl. Rudolph, 2008). Das – nun enttäuschte – Vertrauen der Marktteilnehmer in die „too-big-to-fail-doctrine“, die seit langen Jahren als gesichertes Erkenntnis in Wirtschaft wie Wissenschaft galt, weitete sich daraufhin zu einer gefährlichen Vertrauenskrise auf den (Inter-)Bankenmärkten aus. Die nachfolgende Abbildung zur Entwicklung der Bonitätsprämien für Banken (Financials) und andere Unternehmen, die in Wertpapieren verbrieftes vorrangiges (Senior) oder nachrangiges Kreditkapital

aufnehmen wollten, verdeutlicht, dass die Lehman-Insolvenz am 15. September 2008 zwar nicht der Auslöser oder der Höhepunkt der Krise, wohl aber ein entscheidender Impulsgeber für ein anschließend um so rasanteren Vertrauensschwund bzw. Zinsanstieg gewesen ist.

Schon jetzt ist die „too-big“ ergänzt um eine „too-connected-to-fail“-Doktrin, möglicherweise folgt eine „too-exposed“-Variante noch nach. Die Wissenschaft ist daher mit gefordert, Kriterien für die hieran gemessene Systemrelevanz und ggf. dadurch ausgelöste Eingriffsmaßnahmen zu erarbeiten.

Viertes und fünftes Missverständnis betreffen die Selbsteinschätzung der politischen Akteure bzw. die Zielgenauigkeit der von ihnen initiierten Maßnahmen. Zwar gehörte die Staatsgarantie für private Bankeinlagen durch die Bundeskanzlerin im Herbst 2008 zu den richtigsten und wichtigsten Maßnahmen im Krisenverlauf, doch lässt sich diese Qualität weder auf die anschließenden Aktivitäten noch auf die Zukunftskompetenz der politischen Akteure übertragen.

### Politische Overconfidence

Die bisher umgesetzten, auf Regelsystemen wie dem Finanzmarktstabilisierungsgesetz (vgl. BGBl. I, 2008, S. 1982 ff.) sowie dem Finanzmarktstabilisierungsergänzungsgesetz (vgl. BGBl. I, 2009, S. 725 ff.) beruhenden Maßnahmen waren in ihrer Krisengetriebenheit keinesfalls frei von Webfehlern und unklaren Nebenwirkungen (vgl. aktuell Schramm, 2009). Dies gilt in breit und öffentlichkeitswirksam

diskutierten Fällen wie dem Abwrack-Aktionismus – der eine Verschiebung von (Nachfrage-)Problemen in der Zeit und von Nutzen in andere Länder bedeutete – ebenso wie in weitgehend untergegangenen – wie der Rückänderung der Insolvenzgründe laut Insolvenzordnung mit dem FMStG, die für Unternehmen aller Branchen temporäre Gültigkeit besitzt. Modifikationen wie diese sind bislang primär aus volkswirtschaftlicher oder juristischer Sicht beleuchtet worden (zur InsO vgl. etwa Schmidt, 2008), eine sorgfältige betriebswirtschaftliche Analyse gehört demgegenüber zu den zukünftigen Aufgaben.

Das derzeit vorherrschende Missverständnis schließlich betrifft den Umgang mit bzw. das Umgehen von zukünftigen (Finanz-)Krisen. Politische Akteure – die gerade in einem Wahljahr ganz unzweifelhaft ebenfalls Unternehmer in eigener Sache sind – versuchen beim Wähler den Eindruck zu erwecken, als wenn sie (allein) in der Lage wären, einen Wandel von Regelsystemen und ihrer Durchsetzung herbeizuführen, der im Ergebnis künftige Krisen ausschließt. Hierhinter steht ein fundamentales Missverstehen nicht des politisch, sondern des Menschen Möglichen: In einer Welt fundamentaler Knight'scher Unsicherheit lassen sich menschliches Fehlverhalten bis hin zu einem risikoignoranten, in einer spekulativen Blase überhitzenden Arbitragieren und damit finanzielle Krisen nicht verhindern (vgl. plastisch Shiller, 2008). So wie auch marktliche Institutionen (Banken, Rating-Unternehmungen, Finanzmärkte u.v.m.) können auch durch die Politik geschaffene Institutionen bestenfalls Unsicherheiten reduzieren, niemals eliminieren. Die betriebswirtschaftliche Begleitung des krisengetriebenen institutional change muß sich daher umfassend den einhergehenden Chancen und Risiken unter Berücksichtigung des darüber (z.T. nur vermeintlich) geschaffenen Wissens widmen.

Es gehört zu den wenigen angenehmen Folgen der Finanzmarktkrise, dass sie der betriebswirtschaftlichen und hierbei besonders der finanzwirtschaftlichen Forschung auf Jahre hinaus (Forschungs-) Nahrung bietet. Eine Herausforderung stellt dabei nicht nur die Ableitung neuer Erkenntnisse, sondern auch die nachhaltige Vermittlung dieses Wissens an möglichst viele human actors dar.

Literatur zu diesem Beitrag siehe unter:  
(Internetadresse wird noch ergänzt)

# Estland und die Folgen der Weltwirtschaftskrise

Die internationale Finanz- und Wirtschaftskrise bestraft gnadenlos wirtschaftspolitische Fehler: das Beispiel Estlands. **Horst Brezinski**

Die im Jahre 2008 offen zutage getretene Weltwirtschaftskrise hat die einzelnen Transformationsstaaten in unterschiedlichem Maße getroffen. Zu erwarten war dies schon, ist doch der Grad der Bewältigung der Transformation von einer sozialistischen Planwirtschaft hin zu einer westlich geprägten und damit demokratisch verfassten Marktwirtschaft in unterschiedlichem Maße in den einzelnen ehemaligen sozialistischen Ländern erfolgt. Dieser Transformationserfolg wird anerkanntermaßen von der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBRD) mit Hilfe einer Reihe von institutionellen Indikatoren wie dem Ausmaß der Privatisierung der großen und kleinen Unternehmen, der Umstrukturierung der Unternehmen, der Preisliberalisierung, dem Grad der Liberalisierung der des Binnen- und Außenhandels, der Wettbewerbspolitik, der Bankenreform, der Reform des übrigen Finanzsektors und der Infrastruktur bewertet. Die Abbildung 1 zeigt deutlich, dass ein beträchtliches Spektrum in Bezug auf die Erreichung des höchsten Wertes 4,3, der dem Niveau einer entwickelten Marktwirtschaft entspricht, und den niedrigsten erreichten Werten um 1,0, die die Beibehaltung der Konstellation zu sozialistischen Zeiten widerspiegeln, wie z. B. in Turkmenistan, besteht.

Wie die Abbildung verdeutlicht, hat Estland einen Durchschnittswert von 3,9 von erreicht und weist bezüglich der Privatisierung von Kleinunternehmen, der Preisliberalisierung als auch der Liberalisierung des Handels und des Außenhandels das Niveau westlicher Marktwirtschaften mit einem Wert von 4,3 auf. Damit steht Estland viel besser da als die meisten neuen Mitglieder der Europäischen Union.

Ein Blick auf die quantitativen wirtschaftlichen Eckdaten der Tabelle 1 als auch die Abbildung 2 unterstreicht dies. Das reale Bruttoinlandsprodukt lag im Jahre 2008 50% über dem Niveau von 1989 bzw. war 30% höher als der Durchschnittswert aller Transformationsstaaten. Estland stellte eine der wachstumsstärksten Volkswirtschaften in Europa dar. Der staatliche Haushalt wies in den meisten Jahren Überschüsse auf. Die öffentliche Verschuldung belief sich dementsprechend auf etwa 5% des Bruttoinlandspro-

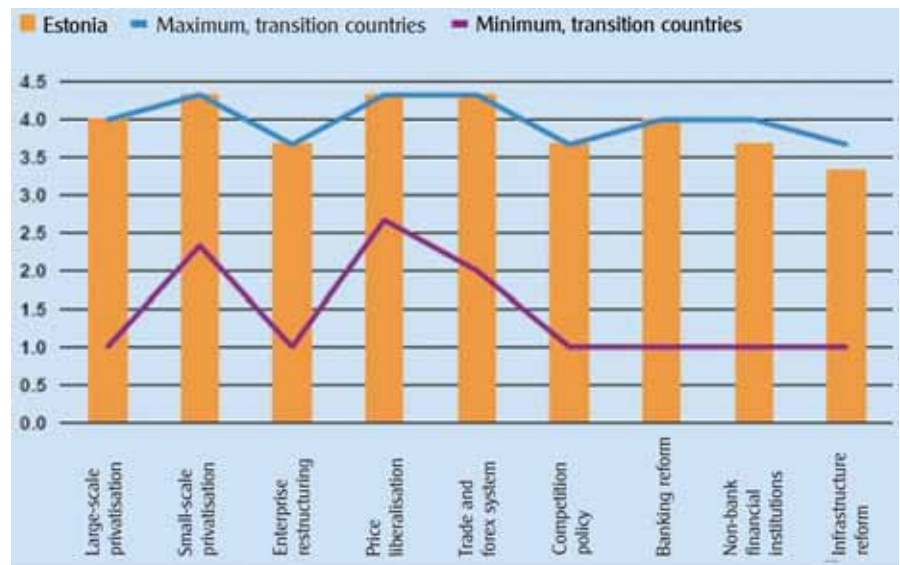


Abbildung 1: Transformationsindikatoren 2008. Quelle: EBRD, 2009

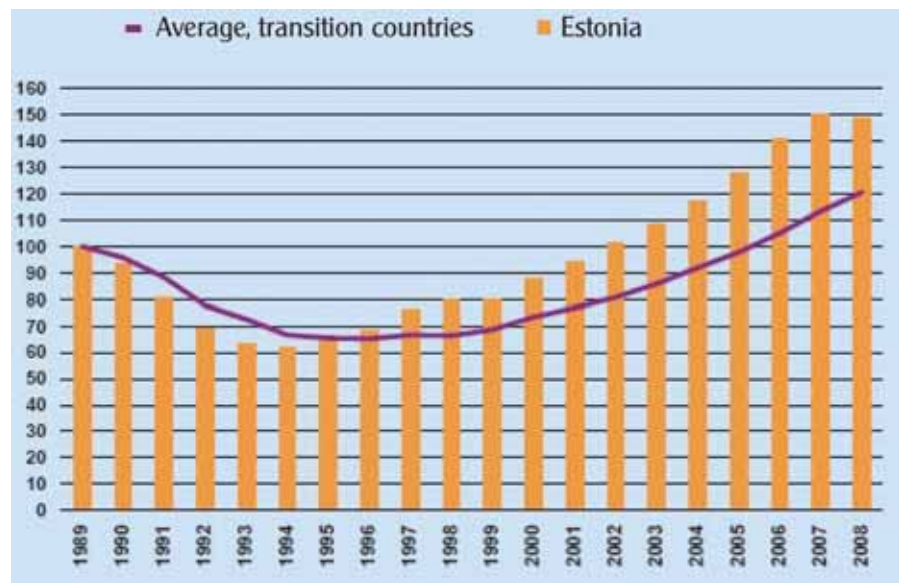


Abbildung 2: Die Entwicklung des realen Bruttoinlandsproduktes (1989 = 100). Quelle: EBRD, 2009

	2005	2006	2007	2008	2009
Wachstum des Bruttoinlandsproduktes (BIP)	9,2	10,4	6,3	-9,7	-16,6
Arbeitslosenquote	7,9	5,9	4,7	5,5	13,5
Inflationsrate (Konsumentenpreise)	4,1	4,4	9,6	10,4	-0,7
Staatsbudget (+ Überschuss, - Defizit, in % des BIP)	+2,3	+3,8	+2,8	-3,0	-3,0
Bruttomonatslöhne (in €)	555	596	784	838	776
Exporte (in Mio. €)	6190	7647	8028	8454	3093
Importe (in Mio. €)	8213	10576	11278	10872	3546
Leistungsbilanzdefizit (in % des BIP)	-10,5	-14,8	-17,4	-9,2	0,0
Auslandsdirektinvestitionen (in Mio. €)	2255	1341	1817	1366	167

Tabelle 1: Eckdaten der wirtschaftlichen Entwicklung Estlands. 1 bezieht sich auf das 1. Halbjahr

duktes. Nur die Inflationsrate als auch das Leistungsbilanzdefizit waren zu hoch. Die EBRD charakterisierte in ihrer Strategie für

Estland im Jahre 2006 den Bankensektor wie folgt „The banking system is prudently managed and financial deepening conti-

nues.“ Berücksichtigt man dann noch, dass Estland gemäß dem Global Competitiveness Report im Jahre 2005 unter mehr als 130 Ländern Platz 25 belegte, dann lässt sich aus diesen Angaben die Schlussfolgerung ziehen, dass Estland sehr erfolgreich den Transformationsprozess durchlaufen hat. Der Beitritt zum Euro war zum Jahre 2008 geplant worden. Mittlerweile hat man ihn auf frühestens 2011 verschoben.

Angesichts dieser institutionellen Voraussetzungen und der bisherigen erfolgreichen wirtschaftlichen Entwicklung ist es umso erstaunlicher, dass Estland einen vergleichsweise überdimensionalen Wachstumseinbruch mit allein mehr als 16,6% Rückgang des Bruttoinlandsproduktes im ersten Halbjahr 2009 zu verzeichnen hat. Die Arbeitslosenquote ist von 5,5% im Jahre 2008 bis Ende Juni 2009 auf 13,5% angestiegen. Das chronische Leistungsbilanzdefizit, das in den letzten Jahren mehr als 10% des Bruttoinlandsproduktes jährlich ausmachte, hat sich in einen leichten Überschuss gewandelt, während die Zuflüsse an ausländischen Direktinvestitionen nur noch 167 Millionen € im ersten Halbjahr 2009 betragen verglichen mit drei bis viermal höheren Beträgen in vergangenen vergleichbaren Zeiträumen. Die Konsumgüterpreise sind dagegen leicht gefallen und haben einen Deflationsprozess ausgelöst.

Die Weltwirtschaftskrise hat Estland stärker erfasst als die meisten anderen Transformationsländer. Warum ist die Bewältigung der Weltwirtschaftskrise für Estland so schwierig? Zur Beantwortung dieser Frage hilft ein Rückblick auf die Entwicklung in Estland und die eingeschlagene Wirtschaftspolitik.

### **Wirtschaftspolitische Fehler der estnischen Regierung**

Nach dem Austritt aus der Sowjetunion wurden in Estland umgehend bis 1998 die wichtigsten Etappen im Transformationsprozess zurückgelegt. Die makroökonomische Stabilisierung, die Liberalisierung der Preise und des Handels, die Privatisierung sowie erste Strukturreformen erfolgten sehr schnell. Die bedeutsamste Maßnahme im Rahmen der makroökonomischen Stabilisierung war dabei die Einführung des Currency Board.

Das Currency Board zeichnet sich durch folgende Merkmale aus. Der Wechselkurs der inländischen Währung wird in ein festes Verhältnis zu einer ausländischen



Foto: Wikipedia

dischen Währung gesetzt. In diesem Falle wurde der Wechselkurs der estnischen Krone zur DM auf 8:1 festgelegt und seit dem 1.1.1999 zum Euro auf 15,6466:1. Neben dem festen Verhältnis zur Ankerwährung (Euro) wird den Marktteilnehmern die vollständige Konvertibilität garantiert. Die Zentralbank verpflichtet sich, die inländische Zentralbankgeldmenge nur bis zur Höhe der Devisenreserven ansteigen zu lassen. Durch Ankauf von Devisen gibt sie Kronen aus bzw. reduziert die inländische Zentralbankgeldmenge durch Verkauf von Devisen. Das Currency Board signalisiert den internationalen Partnern, dass eine stabilitätsorientierte Politik betrieben werden soll. Dadurch wird Glaubwürdigkeit in die Transformationspolitik hergestellt und das Kreditrating des Landes verbessert, was wiederum zu niedrigeren Zinsen führen kann.

Die Zentralbank kann auch nicht in eine Situation geraten, bei der ein spekulativer Angriff auf die nationale Währung zu Liquiditätsproblemen führen kann. Der Preis für dieses Currency Board besteht in der Aufgabe einer eigenständigen Geld- und Wechselkurspolitik. Darüber hinaus kommt es noch zu zwei weiteren Nachteilen:

- Da der Wechselkurs fixiert ist, führen höhere inländische Inflationsraten als im Ausland zu Wettbewerbsverschlechterungen der einheimischen Unternehmen.
- Gegenüber Finanzkrisen ist die Zentralbank bzw. die Geldordnung hilflos. Die estnische Zentralbank kann den Banken nicht so ohne Weiteres Kredite gewähren. Im Allgemeinen empfehlen Ökonomen ein Currency Board für kleinere Länder, die eine offene Volkswirtschaft haben, um sich wieder in die Weltkapitalmärkte zu integrieren und um international

Glaubwürdigkeit zu erlangen. Aber nur für einen überschaubaren Zeitrahmen, da nämlich die Wirtschaftsentwicklung nicht auf Dauer absolut synchron zu dem Ankerwährungsgebiet erfolgt, was eine zwingende Voraussetzung wäre für ein perfektes Funktionieren. Exogene Störungen können auf jeden Fall nicht mehr geld- und währungspolitisch abgedeckt werden. Deshalb ist eine größere Flexibilität der Güter- und Faktormärkte notwendig. Im Falle Estland war es daher logisch, dass das Ausbleiben der Auslandsinvestitionen und der hohe Importüberschuss den Zufluss von Devisen reduzierten bzw. zu einem Abfluss von Devisen führten, so dass der Wachstumsprozess abgebremst wurde. Damit musste es zu einem Einbruch auf den Güter- und Faktormärkten kommen.

Dieser kontraktive Entwicklungsprozess wurde aber noch durch den Immobilien- und Bausektor Estlands verstärkt, der unmittelbar mit dem Finanzsektor zusammenhängt. In Estland kommt dem Immobilienbesitz ein hoher Stellenwert zu. Nur 4% aller Haushalte wohnen zur Miete<sup>1</sup>. Der estnische Staat fördert den Immobilienbesitz durch seine Steuerpolitik. Hypothekenzinsen sind abzugsfähig vom versteuerbaren Einkommen, und Veräußerungsgewinne von Immobilien sind steuerfrei. Mit dem Beitritt zur Europäischen Union setzte in Estland ein Bauboom ein, der in den Jahren 2004/2005 zu Preissteigerungen zwischen jeweils 20 und 30% führte. Angesichts begrenzter Angebotskapazitäten und der Tatsache, dass 80% der gesamten Bankkredite in fremder Währung aufgenommen wurden, führte dies im Currency Board System zu

<sup>1</sup> Vgl. OECD, Economic Surveys, Estonia, Paris 2009, S. 85.



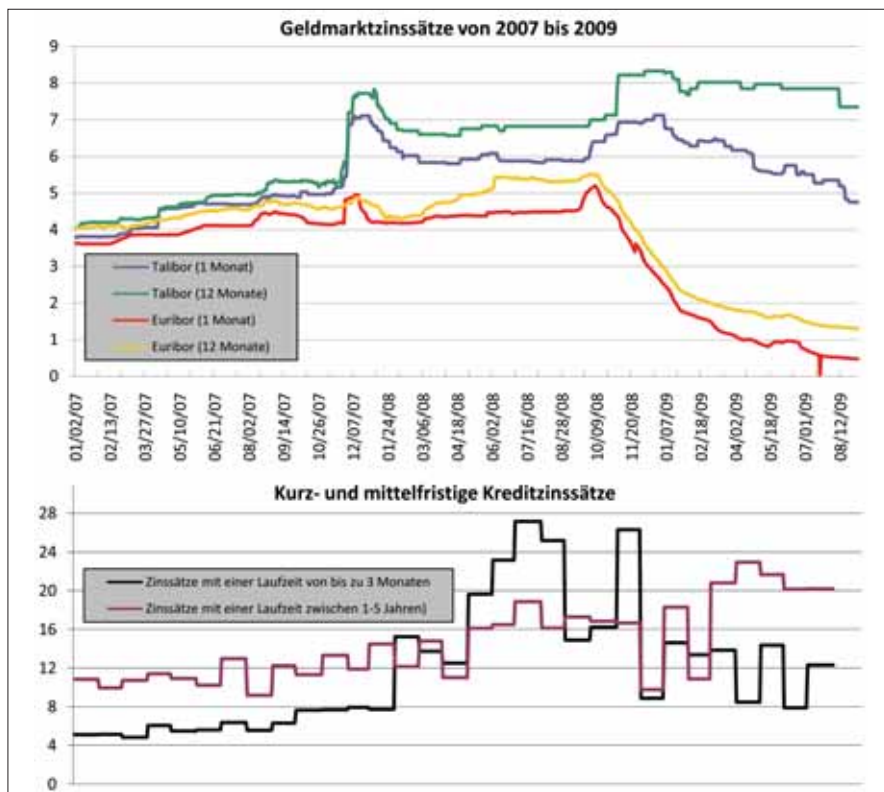


Abbildung 3: Die Entwicklung ausgewählter Zinssätze in Estland und der Eurozone. Anmerkung: Talibor ist der Talliner Interbanken-Zinssatz. Euribor ist der Zinssatz der Eurozone, zu dem die Geschäftsbanken sich gegenseitig Geld leihen. Quelle: Estnische Nationalbank, eigene Darstellung

einer Ausdehnung der estnischen Zentralbankgeldmenge. Verschärfend kommt hinzu, dass 95 % der Kredite zu variablen Zinssätzen aufgenommen werden. Auch die hohen Lohnsteigerungen der letzten Jahre trugen dazu bei, dass der Bauboom zunächst nur langsam zurückging. Die Zinssätze stiegen erst ab dem Jahre 2007 signifikant an.<sup>2</sup> Abbildung 3 zeigt, dass sich die Zinssätze in Estland auf dem Geldmarkt und für Kredite drastisch erhöhten, verglichen mit der Situation in der Eurozone. Die durch die Krise sich reduzierende Zentralbankgeldmenge als auch die Situation im Immobilien- und Baubereich führten dann zu dramatischen Rückgängen der Umsätze, denn der Immobilien- und Bausektor ist mit einem Anteil von 28 % im Jahre 2008 am Bruttoinlandsprodukt immer noch ausgesprochen überdimensioniert.

Allein am Ende des ersten Quartals 2009 betrug der Rückgang im Bausektor ein Drittel gegenüber dem Vorjahr, und die Verkäufe im Immobiliensektor gingen auf Jahresbasis betrachtet um 40% zurück.

Negativ auf die wirtschaftliche Entwicklung wirkte sich auch die bisher eher prozyklische Fiskalpolitik der estnischen

Regierung aus. Die estnische Regierung hat bisher nicht auf die Wirkung automatischer Stabilisatoren vertraut, sondern strebte ein jährliches Haushaltsgleichgewicht an. Dabei setzte man auf die Reduzierung der Steuersätze und erhöhte auch die Staatsausgaben moderat, was die boomende Nachfrage ankurbelte. Da der Arbeitsmarkt gekennzeichnet ist durch ein relativ geringes Angebot bei höherwertigen Arbeitsleistungen und eine extrem schwache Mobilität der Arbeitskräfte, kam es zu Lohnsteigerungen, die bei weitem die Produktivitätszuwächse überstiegen.

Vor diesem Hintergrund wird verständlich, warum die internationale Finanz- und Wirtschaftskrise Estland so hart getroffen hat. Die Krise hat sich auf eine Volkswirtschaft ausgewirkt, die sich schon in hausgemachten Schwierigkeiten befand und aufgrund der engen Verknüpfung zwischen dem Immobilien- und Bausektor mit dem Finanzsektor viel drastischer ausgewirkt als in anderen Transformationsländern bzw. in der Eurozone.

### Auswege aus der Krise

Zwar hofft man, im Jahre 2010 den wirtschaftlichen Rückgang gestoppt zu haben, doch wird dies nicht automatisch eintreten. Estland benötigt dringend eine

Korrektur der Wirtschaftspolitik. Vor dem Hintergrund der bisherigen Ausführungen sollte Estland das Currency Board aufgeben und eine stärkere Kooperation mit der europäischen Zentralbank sowie den Zentralbanken der nordischen Länder praktizieren, wie dies auch schon partiell geschehen ist. Estland braucht, solange es keine synchrone Wirtschaftsentwicklung mit dem Euroraum hat, eine eigenständige, aber koordinierte Geldpolitik. Ein eigener Markt für Anleihen scheint erforderlich, um den Bürgern Anlagemöglichkeiten zu bieten und damit die private Konsumgüternachfrage zu drosseln. Die Fiskalpolitik sollte stärker antizyklisch ausgerichtet sein. Der Spielraum dafür wäre gegeben durch die geringe Staatsverschuldung. Die Ausgabenpolitik sollte darauf ausgerichtet sein, die noch immer stark rückständige Infrastruktur zu verbessern, insbesondere im Verkehrsbereich, um die Mobilität der Arbeitskräfte zu erhöhen. Daneben sollte die Arbeitsmarktpolitik nach westlichen Vorbildern stärker flexibilisiert werden und die große Gruppe der nicht-estnischen Bevölkerung besser in das Arbeitssystem integriert werden. Dies könnte die Angebotsrigiditäten auf dem Arbeitsmarkt entscheidend verbessern. Nahezu 20 Jahre nach der Wende ist eine neue Generation von Arbeitskräften herangewachsen, auf die die estnische Wirtschaft angewiesen ist, wenn der Wachstumspfad der letzten Jahre wieder erreicht werden soll.<sup>3</sup>

Die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise hat die Fehler der estnischen Wirtschaftspolitik schonungslos zutage befördert. Sie hat zum dramatischen Anstieg der hausgemachten Krisenwirkungen beigetragen. Aber auch ohne diese exogenen Faktoren, hätte der „Wachstumschampion“ Estland bald eine Phase der wirtschaftlichen Stagnation durchlaufen müssen. Die gegenwärtige internationale Entwicklung zwingt die estnische Regierung, den wirtschaftspolitischen Kurs zu überdenken und bietet die Chancen für einen strukturellen Wandel, der Exzesse der Vergangenheit korrigieren kann und die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der estnischen Wirtschaft wieder herstellt.

■ Horst Brezinski

#### Quellen:

- Baltic Rim Economies, Turku 2009, versch. Ausgaben
- World Economic Forum, Global Competitiveness Report 2009/2010, London 2009
- EBRD, Transition Report 2008, London 2008
- OECD, Estonia, Paris 2009

<sup>3</sup> In dem jüngsten Global Competitiveness Report 2009/2010 rangiert Estland nur noch auf Platz 35.

<sup>2</sup> 2007 betragen die Kreditzinssätze für eine Laufdauer von mehr als 12 Monaten 9,7% und stiegen auf über 11% im Jahre 2008.

# Visionen aus Stahl und Keramik: Der Sonderforschungsbereich 799

## „TRIP-Matrix Composite“

Anja Geigenmüller



### Forschungsziel Hochleistungs- Verbundwerkstoffe

Ohne moderne Werkstoffe wären sie nicht denkbar – leichte und dennoch äußerst belastbare Komponenten z. B. für den Maschinen- und Fahrzeugbau. Der Sonderforschungsbereich 799 „TRIP-Matrix-Composite“ der TU Bergakademie Freiberg entwickelt eine neue Klasse von Hochleistungs-Verbundwerkstoffen mit exzellenten Eigenschaften – hochfest, mit sehr hohem Energieabsorptionsvermögen, Verformbarkeit bzw. Verschleißbeständigkeit. Diese neuen Verbundwerkstoffe werden beispielsweise die Sicherheit für Insassen von Kraft-, Schienen- und Luftfahrzeugen erhöhen und gleichzeitig Gewicht und Kraftstoffverbrauch dieser Fahrzeuge senken. Verschleiß- und Trägerkomponenten z. B. im Maschinenbau werden dank dieser Werkstoffentwicklung bei einem geringeren Materialeinsatz höheren Belastungen standhalten können. Mehr noch: Die neuen TRIP-MATRIX-Composite erlauben es, Komponenten exakt nach ihrer Beanspruchung auszulegen. Bauteile können so in einem Bereich lokal verstärkt werden, während andere Bereiche (z. B. Verschraubungen) weiterhin die notwendige Duktilität aufweisen.

Der Sonderforschungsbereich stellt sich damit einer zentralen Herausforderung der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: Knappe Ressourcen und die Notwendigkeit zur Senkung des Energiebedarfs verlangen deutlich leistungsfähigere und dennoch material- und energieeffiziente Werkstoffe und Herstellungsverfahren. Die Erkenntnisse der Wissenschaftler der TU Freiberg können wesentlich dazu beitragen, zeitnah eine höhere Materialeffizienz bei gleichzeitiger Reduktion von Kraftstoffaufwand und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erreichen.

Nach überaus positiver Beurteilung durch ein Gutachtergremium der Deutschen Forschungsgemeinschaft nahm der Sonderforschungsbereich am 1. Juli 2008 seine Tätigkeit auf. Sprecher des SFB ist

Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann, Direktor des Instituts für Werkstofftechnik. Die DFG fördert das anspruchsvolle Vorhaben allein in den ersten vier Jahren mit ca. 10 Mio. Euro. Ein erheblicher Teil dieser finanziellen Mittel diene der Schaffung von Stellen für wissenschaftliche Nachwuchskräfte. Mehr als 90 % der verfügbaren Stellen sind für Doktoranden geplant, die ihre Dissertation zu Themenstellungen des SFB anfertigen. Die Arbeit der beteiligten Wissenschaftler und Doktoranden führte bereits zu ersten Ergebnissen, die die Vision innovativer Hochleistungswerkstoffe in greifbare Nähe rücken.

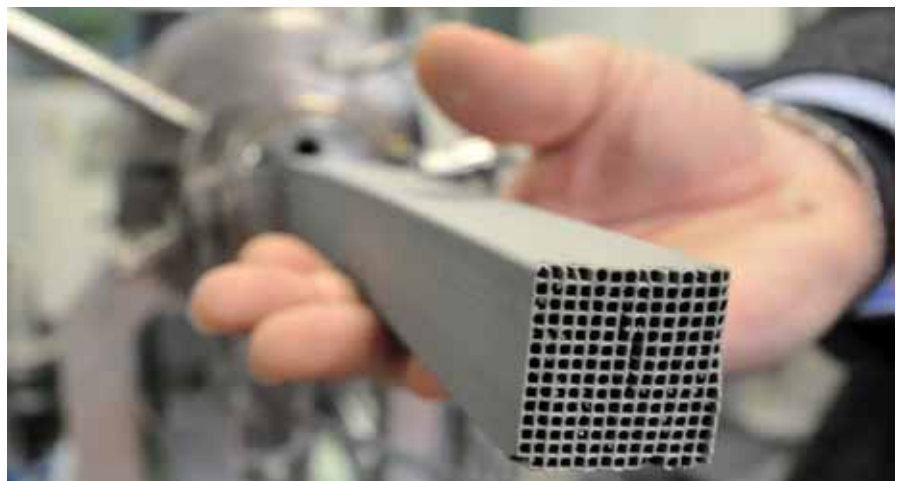
### „Hochzeit“ der Werkstoffe

Ausgangspunkt für die Forschungsarbeiten ist eine gezielte Kombination von Eigenschaften des Stahls und der Keramik, um neue Werkstoffe mit noch besseren Eigenschaften zu erzeugen. Das Fundament dafür wurde an der TU Bergakademie Freiberg gelegt: Werkstoffentwicklungen Freiburger Wissenschaftler ermöglichen es, die neuen Hochleistungswerkstoffe zu realisieren.

Zum einen handelt es sich um einen besonderen Stahlgusswerkstoff. Wissenschaftlern am Institut für Eisen- und Stahltechnologie gelang es, diesen neuartigen zu erzeugen. Die Neuartigkeit liegt in sei-

ner Fähigkeit, bei äußerer Beanspruchung (z. B. Druck) zusätzliche Verformbarkeit und höhere Festigkeiten zu erreichen. Dieser Effekt wird als TRIP-Effekt („transformation induced plasticity“) bezeichnet. Darunter versteht man die Fähigkeit von Stahl, bei hohen lokalen Beanspruchungen eine Phasenumwandlung von Austenit in Martensit zu vollziehen. Dies führt zu einer größeren Bruchdehnung und höheren Festigkeit. Dieser austenitische Stahlguss mit TRIP-Eigenschaften erbringt Festigkeiten vergleichbar mit denen herkömmlicher Knetlegierungen. Analysen am Institut für Eisen- und Stahltechnologie zeigen für Zugfestigkeit und Bruchdehnung des Stahlgusses Abweichungen vom Knetzustand von weniger als 10%. Diese Annäherung an Eigenschaften bekannter TRIP-Stähle spricht für eine Verwendung von Stahlguss bereits im Gusszustand – für Anwendungsszenarien, die derzeit TRIP-fähigen Leichtbaustählen vorbehalten sind.

Der Sonderforschungsbereich geht nun einen Schritt weiter. Aufbauend auf dieser Werkstoffinnovation wird dieser Stahlgusswerkstoff mit einer Keramik verbunden, die ebenfalls an der TU Bergakademie Freiberg entwickelt wurde. Diese zeigt einen vergleichbaren Effekt, sich bei Beanspruchung selbst zu verstärken bzw. die Selbstverstärkung im Stahlguss-



Wabenkörper auf der Basis eines austenitischen Stahlgusswerkstoffs und einer Keramik (10 Vol.% ZrO<sub>2</sub>)



Teilprojektleiter des Sonderforschungsbereichs (v. l. Dr. Rüdiger Schwarze, Prof. Dr. Jens Kortus, Prof. Dr. Hans Jürgen Seifert, Dr. Andreas Weiß, Prof. Dr. Piotr Scheller, Dr. Uwe Mühlich, Prof. Dr. Ulrich Martin, Dr. Sergey Guk, Prof. Dr. David Rafaja, Prof. Dr. Horst Biermann, Prof. Dr. Christos Aneziris, Prof. Dr. Lutz Krüger, Dr. Anja Geigenmüller, Prof. Dr. Peter Hübner, Prof. Dr. Meinhard Kuna)

werkstoff zu intensivieren. Eine Kopplung beider Umwandlungseffekte durch ein gezieltes Grenzflächendesign ermöglicht schließlich extrem feste, ermüdungsresistente und dennoch leichte Verbundwerkstoffe.

Um Werkstoffvarianten für verschiedene Anwendungsbereiche herzustellen, verfolgen die Forscher mehrere Herstellungsrouten. Beispielsweise werden über eine Gussroute keramische Komponenten, wie z.B. Schaumkeramiken, mit Stahlschmelze infiltriert. Dieses Verfahren eröffnet neue Perspektiven für eine filigrane Bauweise von Leichtbauteilen. Außerdem beschreitet das Forscherteam mit der Übertragung keramischer Formgebungstechnologien auf Metallmatrix-Verbundwerkstoffe einen völlig neuen Weg der Werkstoffherstellung. Mit Hilfe kontinuumsmechanischer und thermodynamischer Simulationen können Gefügestruktur, Festigkeit und Lebensdauer der TRIP-MATRIX-Composite im Computer „virtuell“ generiert werden, um die gewünschten mechanischen Eigenschaften optimal einzustellen.

Und noch eine Besonderheit weist das Forschungsvorhaben auf. Erkenntnisse zu Bauprinzipien der Natur werden eine wichtige Rolle spielen. Von besonderem Interesse sind biologische Mechanismen, Belastungen lokal auszugleichen. Eine Übertragung solcher Mechanismen auf das Werkstoffdesign könnte für die Arbeit des Sonderforschungsbereichs wichtige Impulse bringen.

### Interdisziplinäres Wissenschaftlerteam

Die Entwicklung dieser neuen Werkstoffe stellt eine Herausforderung von bemerkenswerter Größenordnung dar, die nicht allein von einer Fachdisziplin beantwortet werden kann. Der Freiburger Sonderforschungsbereich vereint daher Wissenschaftler aus den Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften von neun Instituten der TU Bergakademie Freiberg. In drei eng vernetzten Projektbereichen mit insgesamt 16 Teilprojekten arbeiten sie gemeinsam an der Entwicklung der neuen Materialien:

#### Projektbereich A: Werkstoffdesign und -erzeugung

(Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Christos G. Aneziris, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik)

In diesem Bereich werden auf Basis des an der TU Bergakademie Freiberg entwickelten Stahlguss-Werkstoffes mit TRIP-Effekt verschiedene Werkstoffvarianten mit hoher Fähigkeit zur Energieabsorption und hoher Festigkeit bei quasi-statischen, zyklischen oder dynamischen Beanspruchungen bzw. guter Zähigkeit hergestellt. Ziel ist u.a. die Entwicklung spezieller Stahlguss-Varianten, die eine Infiltration keramischer Körper bzw. eine Verdüsung zu Stahl-Pulver mit maximalem TRIP-Effekt ermöglichen. Als weitere Vision wird die Übertragung der keramischen Technologie der bildsamen Formgebung bei

Raumtemperatur auf Verbundwerkstoffe und auf metallische Werkstoffe erforscht (s. auch Beitrag Aneziris u. a. ab S. 37).

#### Projektbereich B: Werkstoffverhalten

(Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann, Institut für Werkstofftechnik)

In den Teilprojekten dieses Bereichs werden die mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Varianten der TRIP-Matrix-Composite umfassend untersucht, die Grundlagen der Verstärkungsmechanismen identifiziert und die neuen Werkstoffe unter verschiedenen anwendungsrelevanten Belastungen auf ihre Gebrauchseigenschaften geprüft. Dabei wird das gesamte Repertoire der modernen mikrostrukturellen Analysetechniken eingesetzt. Insbesondere die in-situ-Verfahren im Rasterelektronenmikroskop, im Computertomographen und in Röntgen- und Neutronendiffraktometern lassen tiefe Einblicke in die Natur von Verformung und Schädigung zu. Untersuchungsschwerpunkte bilden u.a. die Phasengrenzflächen zwischen Keramik und Stahl, die Bildung von Mikrostrukturdefekten und ihre Eignung zur Energieabsorption sowie das daraus resultierende Werkstoffverhalten.

#### Projektbereich C: Modellierung

(Leitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Meinhard Kuna, Institut für Mechanik und Fluidodynamik)

Dieser Bereich trägt durch theoretische Modellbildung, Berechnung und Simulation zum grundlegenden Verständnis der beobachteten Phänomene und Werkstoffigenschaften bei. Dies ist die Grundlage für das zielgerichtete Werkstoffdesign, die Verbesserung der Herstellungsprozesse und die Bewertung des Werkstoffverhaltens unter betrieblichen Einsatzbedingungen. Wissenschaftlich fundierte mathematische Modelle sollen eine Verbindung herstellen zu späteren Herstellungstechnologien, zur beanspruchungsgerechten Vorgabe von Werkstoffeigenschaften und damit hin zu einem maßgeschneiderten Werkstoffdesign.

### High Tech für die Forschung

Leistungsfähige Forschungsgeräte spielen für die Herstellung, Charakterisierung und Prüfung der neuen Verbundwerkstoffe im SFB eine besondere Rolle. Beispielsweise untersuchen Wissenschaftler des SFB mit einem neuen Computertomographen (CT) Werkstoffproben auf „Herz und Nieren“.

Das Gerät erzeugt dreidimensionale Bilder vom Inneren der Verbundwerkstoffe – in ihrem Ausgangszustand und nachdem sie verschiedene Belastungstests absolviert haben. Auf diese Weise untersuchen die Forscher genauestens die Materialzusammensetzung der Composite und spüren herstellungs- und belastungsbedingte Defekte auf. Rissverteilungen, Poren oder Fremdkörper können mit einem CT zerstörungsfrei analysiert werden. Dabei nutzen die Wissenschaftler eine wesentliche Besonderheit des Geräts: Es erlaubt die Untersuchung einerseits großer und andererseits sehr kleiner Proben mit einer Auflösung von einigen Mikrometern.

Zusätzlich zur Finanzierung durch die DFG trägt die TU Bergakademie Freiberg einen erheblichen Anteil dafür notwendiger Sachinvestitionen. So finanzierte sie u.a. ein konfokales Weißlichtmikroskop für hochauflösende Oberflächenuntersuchungen, eine Universalprüfmaschine sowie ein Rechner-Cluster für komplexe Modellierungen. Insgesamt stellte die TU Bergakademie Freiberg 2008 ca. 1 Mio. Euro für das Forschungsvorhaben des SFB zur Verfügung.

### Anspruchsvolle Doktorandenausbildung

Die Qualifikation wissenschaftlicher Nachwuchskräfte ist ein zentrales Anliegen im Sonderforschungsbereich. Eine hohe Qualität der Doktorandenausbildung soll ebenso ermöglicht werden wie eine konzentrierte, zügige Promotion. Dazu wurde im Sonderforschungsbereich ein Integriertes Graduiertenkolleg eingerichtet, das Doktoranden des SFB eine strukturierte Promotion auf der Basis eines individuellen Studienplans sowie fakultätsübergreifender Bildungsangebote bietet. Unter dem Dach der Graduierten- und Forschungsakademie der TU Bergakademie Freiberg werden neben Fachveranstaltungen Kurse zur Einführung in betriebswirtschaftliche Fragen bzw. Angebote zur Stärkung von Schlüsselqualifikationen angeboten. Zudem bindet das Integrierte Graduiertenkolleg nationale und internationale Partner in Wissenschaft und Wirtschaft aktiv in die Betreuung der Doktoranden ein. Die DFG fördert dazu im Rahmen des Sonderforschungsbereichs ein entsprechendes Gastwissenschaftlerprogramm.

Das Graduiertenkolleg ermöglicht den Doktoranden außerdem die Mitwirkung im Schülerlabor „Science meets School – Werkstoffe und Technologien in Freiberg“.



SFB-Doktorand Christian-Weigelt: Dipl.-Ing. Christian Weigelt, Doktorand im Sonderforschungsbereich (Institut für Keramik, Glas- und Baustoffe) an einem Extruder zur Erzeugung von Wabenkörpern

Über die Gestaltung attraktiver Versuchsanordnungen und die Begleitung durch werkstoffbezogene Experimente sollen Schülerinnen und Schüler für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik begeistert werden. Doktoranden können ihre kreativen Ideen, individuellen Forschungsschwerpunkte und -interessen in die Gestaltung des Schülerlabors einbringen. Eine weitere Möglichkeit zur Vermittlung ihrer Kenntnisse und Fähigkeiten besteht für die Doktoranden in der Durchführung von Seminaren und Praktika oder auch in der Betreuung von studentischen Arbeitsgruppen sowie Arbeitsgruppen innerhalb des SFB.

Erste Kurse und Workshops, z.B. zu Präsentationstechniken, rhetorischen Fähigkeiten, Forschungsmethodik oder dem wissenschaftlichen Publizieren haben bereits stattgefunden. Darüber hinaus stellt das Graduiertenkolleg für die mittlerweile 19 Doktoranden eine wertvolle Kommunikationsplattform dar. Nachwuchswissenschaftler im SFB tauschen sich regelmäßig über den Stand ihrer Arbeiten aus, diskutieren wissenschaftliche Fragestellungen und Probleme bei der Projektrealisierung mit anderen Doktoranden und Teilprojektleitern. Gemeinsame Aktivitäten wie Doktorandenkolloquien, aber auch Wochenendschulungen bzw. die geplante Herbstschule stärken die Vernetzung der Doktoranden untereinander und erleichtern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Dipl.-Ing. Andreas Jahn (Institut für Eisen- und Stahltechnologie) wurde Anfang des Jahres zum Sprecher der Doktoranden gewählt. Gemeinsam mit dem stellvertre-

tenden Sprecher, Dipl.-Wirt.-Ing. Steffen Wolf (Institut für Werkstofftechnik) vertritt er die Interessen der Doktoranden.

### Ausblick

Ziel des ersten Förderzeitraumes ist es u. a., erste Demonstratoren bereitzustellen und ihre Eigenschaften im Unterschied zu herkömmlichen Werkstoffen nachzuweisen. Dazu werden sich die Wissenschaftler intensiv mit der Charakterisierung des Stahlgusses bzw. der ZrO<sub>2</sub>-Keramik als Basis der neuen Verbundwerkstoffe auseinandersetzen. Möglichkeiten einer gezielten Auslegung der Grenzflächen zwischen beiden Phasen identifizieren. Damit einher gehen die Entwicklung grundlegender technologischer Prozesse sowie ein tieferes Verständnis des Werkstoffverhaltens unter unterschiedlichen Beanspruchungen. Damit werden wichtige Voraussetzungen geschaffen, in kommenden Antragszeiträumen beispielsweise die weitere Entwicklung der Verbundwerkstoffe durch gezieltes Einstellen der Eigenschaften der Phasen, der Grenzflächen und der Strukturen voranzutreiben.

Da der SFB zum Ziel hat, Verbundwerkstoffe mit anwendungsbezogenem Hintergrund zu erforschen, muss auch bereits frühzeitig eine Perspektive für potenzielle Anwendungen gegeben sein. Den dafür notwendigen Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung wird ein industrieller Beirat unterstützen. Diesem Gremium sollen regionale und überregionale Unternehmen angehören, die die neuen Werkstoffe erzeugen, prüfen oder anwenden könnten. Daraus können wichtige Impulse entstehen – sowohl für Wissenschaftler und als auch für zukünftige Anwender der neuen Hochleistungs-Verbundwerkstoffe. Außerdem unterstützt ein eigenes Projekt zur Öffentlichkeitsarbeit einen ständigen Dialog mit Zielgruppen über die Fachwelt hinaus, um Bedeutung und Forschungsziele der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik einer breiten Öffentlichkeit verständlich zu machen.

Die Etablierung des Sonderforschungsbereichs an der TU Bergakademie Freiberg unterstreicht einmal mehr die Forschungskompetenz der Universität im Bereich der Verbundwerkstoffe. Gemeinsam mit weiteren Projekten im materialwissenschaftlichen Bereich baut die Universität damit ihr Profil als eine der führenden Forschungs- und Lehrinstitutionen auf diesem Gebiet weiter aus.

# Verbundwerkstoffe aus TRIP-Stahl und MgO-teilstabilisiertem ZrO<sub>2</sub> durch bildsame Formgebung

C. G. Aneziris<sup>1</sup>, H. Biermann<sup>2</sup>, W. Schärfl<sup>1</sup>, U. Ballaschk<sup>1</sup>, U. Martin<sup>3</sup>

TU Bergakademie Freiberg, 1 Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik, 2 Institut für Werkstofftechnik, 3 Institut für Werkstoffwissenschaften

## 1 Einführung

Die Eignung poröser Verbundwerkstoffe für Anwendungen als Crash-Absorber wurde in den letzten Jahren von mehreren Forschergruppen untersucht [1–4]. Kontrollierte Fehlstellenmechanismen sollen dabei ein definiertes Lastprofil während der Energieabsorption ermöglichen. Die Crash-Absorptionsfähigkeit kann durch Größen wie die spezifische Energieabsorption pro Einheitsvolumen bzw. pro Masse oder die interlaminaire Bruchzähigkeit als Verhältnis von Bruchzähigkeit zu E-Modul beschrieben werden.

Aus der Literatur sind unter anderem Untersuchungen an metallischen Schaumstrukturen auf der Basis von Hohlkugeln bekannt [5, 6]. Rabiei u. a. erreichten mit hoch legierten Stahlschäumen Druckfestigkeiten von 136 MPa bei ca. 40 % Stauchung und eine Energieabsorption von 68 MJ/m<sup>3</sup> bis zu 50 % Stauchung [7].

Kombiniert man keramische Materialien mit duktilen Metallen, können fehlertolerante Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe (MMC) hergestellt werden. Für verschleißfeste Komponenten in Metall-Formwerkzeugen wurden beispielsweise poröse Zirkoniumdioxid-Werkstoffe unter Verwendung von Titan als Benetzungshilfsmittel mit Stahl infiltriert [8]. Außer gewöhnliche mechanische Eigenschaften erreichten Guo u. a. durch die Kombination von niedrig legiertem TRIP-Stahl (TRIP – Transformation Induced Plasticity) und Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-teilstabilisierte Zirkondioxidkeramik (Y-PSZ) [9, 10]. Hier kann die martensitische Umwandlung im TRIP-Stahl nicht nur die Festigkeit, sondern auch die Duktilität des Materials verbessern. Bei bis zu 20 Vol % Y-PSZ in heißgepressten TRIP-Stahl-Matrix-Verbundwerkstoffen erreichten die Autoren bei dynamischer Hochgeschwindigkeitsdeformation Festigkeiten von 1400 MPa bis 2100 MPa und nach der Belastung ein Anstieg der Härte um ca. 25 Prozent [9, 10].

Das Extrudieren ist ein Formgebungsverfahren, bei dem eine bildsame Masse kontinuierlich durch ein Formwerkzeug gepresst wird und das unter anderem bei

der Herstellung von Wabenkörpern für die Gasfiltration verbreitet ist. Chen u. a. untersuchten die Verteilung der zweiten Phase und die Mikrostruktur-Entwicklung in Metall-Keramik-Kompositen, die aus Zirkoniumdioxid und rostfreiem Stahlpulver (AISI 304) über Koextrusion hergestellt wurden [11].

Gegenstand der hier präsentierten Forschungsarbeiten sind Wabenkörper aus einem Verbundwerkstoff aus austenitischem TRIP-Stahl und Magnesiumoxid teilstabilisiertem Zirkondioxid (Mg-PSZ), die auf pulvermetallurgischem Weg durch Extrusion bei Raumtemperatur gefertigt und anschließend gesintert wurden. Die neuen Werkstoffe zeigen hervorragende Energieabsorptionseigenschaften und sind damit potentiell geeignet als Absorptions- und Konstruktionsmaterialien [12].

## 2 Versuchsdurchführung

Für die bildsame Ausgangsmasse wurden verschiedene Versätze (s. Tabelle 1) eingewogen und in einem Schneckenzwangmischer (Typ II Nagema, Leipzig) ohne Wasser und Plastifizierer gemischt. Die Zusammensetzung des metastabilen austenitischen TRIP-Stahls AISI 304 (1.4301 – X5CrNi18-10) und des MgO-teilstabilisierten Zirkoniumdioxids ist in den Tabellen 2 und 3 aufgeführt.

In einem weiteren Mischvorgang in einem konventionellen Sigma-Backmischer Typ I (Nagema, Leipzig) wurden der Plastifizierer und das Wasser zugegeben. In einem Kolbenextruder (Typ KPS 80 B, Fa. ECT Muehlacker, Deutschland) wurden Wabenkörper der Abmessungen 25,5 × 25,5 mm mit 164 Kanälen (200 cpsi) bei einer Stegbreite von 250 μm hergestellt. Der dabei angewandte Druck lag bei 10 bis 11 MPa. Nach dem Extrudieren wurden mit einer Metallsäge würfelförmige Proben (25,5 × 25,5 × 25,5 mm) geschnitten und getrocknet (6 h bei 40 °C/80 % Luftfeuchtigkeit und anschließend 1,5 h bei 90 °C/5 % Luftfeuchtigkeit). Nach der Trocknung wurden die Proben bei 350 °C für 90 min in Luftatmosphäre entbindert. Anschließend folgte die Sinterung bei 1350 °C für 2 h in einem elektrisch beheizten Rohrofen (Elite Systems, Lecestershire UK) in einer 99,9 % Argonatmosphäre. Die Mikrostruktur wurde mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM), EDX, EBSD und Röntgenbeugung (XRD) charakterisiert.

Computertomographische Aufnahmen unterstützten die Interpretation der Ergebnisse. Der verwendete Computertomograph Alpha (Fa. ProCon X-Ray, max. 225 kV) verfügt über zwei Röntgenröhrenaufsätze und zwei verschiedene Flat-Panel-Detektoren. Damit wird sowohl die Untersuchung großer Proben (bis 300 × 300 × 300 mm<sup>3</sup>) als auch kleiner Proben

Tabelle 1. Zusammensetzung der Mischungen in Gew.%

Material	Mischung		
	0Z	5Z	10Z
Austenitisches TRIP-Stahl-Pulver 1.4301 (d <sub>50</sub> = 45 μm), TLS, Bitterfeld, Deutschland	95,50	91,84	88,17
ZrO <sub>2</sub> mit 3,5 Ma% MgO PMG3.5 (d <sub>50</sub> = 2 μm), Unitec, Stafford, UK	–	3,66	7,32
Plastifizierer Flour HWFGB (d <sub>50</sub> = 55 μm), Kampffmeyer, Deutschland	2,60	2,60	2,58
Tensid Denk mit, Henkel, Germany	0,40	0,40	0,43
Dispergiermittel Castament FS 60, Degussa, Deutschland	0,15	0,15	0,15
Plastifizierer Methylcellulose HPMC 874, Aqualon, Deutschland	1,35	1,35	1,35

Tabelle 2. Chemische Zusammensetzung des austenitischen TRIP-Stahl-Pulvers AISI 304 (1.4301, X5CrNi18-10) in Gew.%

c	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Fe
0,024	0,4	1,4	0,04	0,02	18,1	8,3	0,06	

Tabelle 3. Chemische Zusammensetzung des ZrO<sub>2</sub>-Pulvers PMG3.5 in Gew.%

ZrO <sub>2</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	HfO <sub>3</sub>
94,95	3,40	0,20	0,65	0,80

(10 × 10 × 10 mm<sup>3</sup>) mit entsprechend besserer Auflösung (von ca. 50 µm bei den großen Proben und bei ca. 1 µm bei den kleineren) möglich. Mittels Druckversuchen an einer servohydraulischen Universalprüfmaschine (MTS 880) wurde mit einer Verformungsrate von 0,016 mm/s die spezifische Energieabsorption (absorbierte Energie pro Masse) als Integral der Spannungsverformungskurve nach [4] erfasst. Schließlich wurden mit Hilfe eines Quecksilberdruckporosimeters die offene Porosität, die Porengrößenverteilung und die Dichte der gesinterten Körper ermittelt.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Schwindung, die offene Porosität und der mittlere Porenradius der gesinterten Wabenkörper sind als Funktion der Zirkondioxidzugabe in der Tabelle 4 aufgeführt.

**Tabelle 4.** Schwindung, offene Porosität und mittlerer Porenradius der gesinterten Wabenkörper auf Basis der Versätze 0Z, 5Z und 10Z

Versatz	0Z	5Z	10Z
Schwindung (%)	13,2	13,8	14,6
Offene Porosität (Vol.%)	9,6	8,1	7,4
Mittlerer Porenradius (nm)	3383	2100	1022

Im Bild 1 wird die Wabenkörpermakrostruktur vom Versatz 10Z abgebildet. Die Wanddicken der Stege liegen zwischen 210 und 230 µm, Bild 2. In den Bildern 3 und 4 erkennt man ein relativ dichtes metallisches Mikrogefüge mit keramischen Phasen an den Stahl-Korngrenzen. In der Tabelle 5 sind die EDX-Analysen der Positionen 1 bis 3 vom Bild 4 aufgelistet. Mit Hilfe von EBSD wurde Position 1 als ein Mischspinell Mn<sub>0,5</sub>(Cr, Al)<sub>2</sub>O<sub>4</sub> identifiziert.

Anhand der EDX-Analyse konnte festgestellt werden, dass das teilstabilisierte Zirkondioxid einen sehr geringen MgO-Anteil von nur 0,4 Gew.% nach dem Sintern aufwies. Dieser geringe MgO-Anteil ist einerseits auf die destabilisierende Wirkung von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO und SiO<sub>2</sub> zurückzuführen. Andererseits haben XRD-Untersuchungen gezeigt, dass das Zirkondioxidausgangspulver trotz seines hohen MgO-Anteils (3,5 Gew.%) nur einen sehr geringen Anteil von ca. 30 Vol.% tetragonaler und kubischer Phase aufwies. Dies deutet auf einen Prozessfehler während der Herstellung des schmelzgegossenen Pulvers hin; der größte Anteil des MgO-Stabilisators hat sich bei der Abkühlung an den ZrO<sub>2</sub>-Korngrenzen ausgeschieden.

**Tabelle 5.** EDX-Analysen vom Bild 4 an den Positionen 1, 2 und 3, gesintertes Wabenkörper, Versatz drei, in Gew.%

	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
Position 1	2,78	26,46	5,43	1,33	34,20	25,51	2,59	0,47	0,80	0,42
Position 2	0,41	2,99	81,56	-	5,80	3,12	4,93	-	-	1,19
	Cr		Si				Fe			Ni
Position 3	19,41			0,98			72,69			6,92

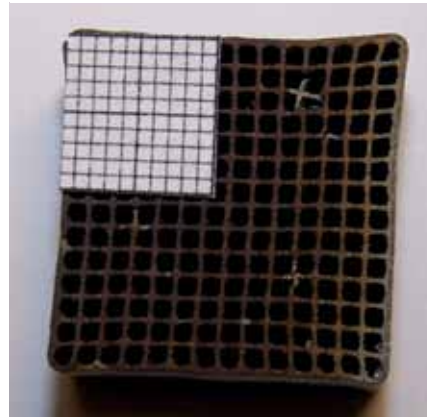


Bild 1: Wabenkörper Versatz Z10

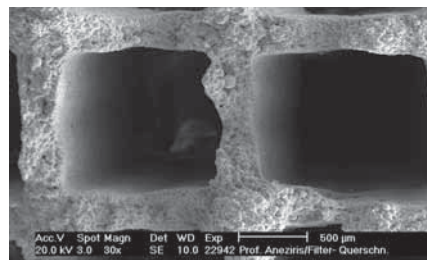


Bild 2: Wabenkörper Versatz Z10, REM-Aufnahme

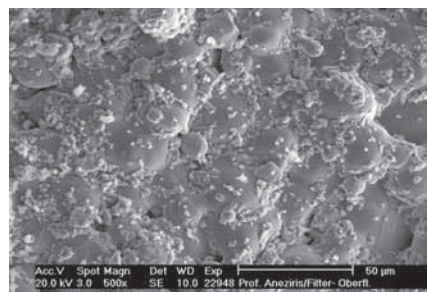


Bild 3: Wabenkörper Versatz Z10, REM-Aufnahme

Die Bilder 5 und 6 zeigen die Drauf- und Seitensicht vom Versatz 10Z nach dem Druckversuch bei einer Stauchung von 50 %. Ein reines duktileres Verformungsverhalten ist erkennbar. In Bild 7 werden die Ergebnisse aus den Druckversuchen aufgezeichnet. Bis zu ca. 20 % Stauchung sind die Verbundwerkstoffe mit Zirkondioxid der reinen Stahlprobe (0Z) überlegen. In der Tabelle 6 wird die spezifische Energieabsorption bei 20 und 50 % Stauchung angeführt. Obwohl während der mechanischen Verformung keine Zirkondioxidphasenumwandlung generiert worden ist, weisen die Verbundwerkstoff-Proben bis ca. 20 % Stauchung und bei Festigkeiten

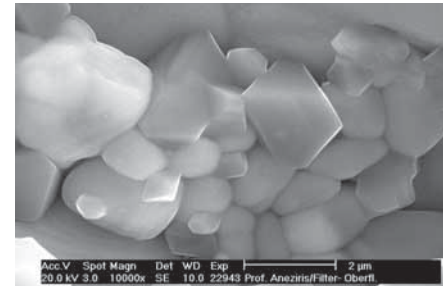


Bild 4: Vergrößerung von Bild 3, Position 1 Mischspinell, Position 2 Zirkondioxid, Position 3 TRIP-Stahl



Bild 5: Draufsicht Wabenkörper Versatz Z10 nach dem Druckversuch



Bild 6: Seitensicht, gleicher Wabenkörper wie in Bild 5

über 200 MPa eine höhere Energieabsorption als die Stahl-Proben ohne Zirkondioxid auf.

**Tabelle 6.** Spezifische Energieabsorption bei 20 und 50 % Stauchung

Versatz	Stauchung (%)	Spezifische Energie	
		(kJ/kg)	(MJ/m <sup>3</sup> )
0Z	20	12	32
5Z	20	14	38
10Z	20	15	40
0Z	50	53	143
5Z	50	47	126
10Z	50	43	117

Schließlich zeigen die Bilder 8 und 9 einen Ausschnitt aus dem Innenbereich eines bei 1350 °C gesinterten Wabenkörpers basierend auf Versatz 10Z. Die Kantenlängen des betrachteten Quaders betragen 10 bzw. 2 Millimeter bei einer Voxelgröße von  $(17,5 \mu\text{m})^3$ . In der Diagonale ist im hier gezeigten unverformten Zustand ein Riss erkennbar, der durch mehrere Stege verläuft (Bild 8). Zusätzlich werden im Bild 9 Dichtegradienten bei der Zusammenführung der bildsamen Masse während der Extrusion an den Kreuzpositionen ersichtlich.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 799 TRIP-MATRIX-COMPOSITE der Deutschen Forschungsgemeinschaft [13] soll die gesamte Verfahrenstechnik (Rheologie der bildsamen Masse, Entbinderung, Sinterung) als auch die Grenzflächenproblematik für eine erfolgreiche Generierung der Zirkondioxidphasenumwandlung während der mechanischen Beanspruchung der MMC optimiert werden, so dass der metallische TRIP-Effekt unterstützt wird.

**Danksagung:** Die Autoren möchten sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Unterstützung dieser Untersuchungen im Rahmen des SFB 799 „TRIP-MATRIX-COMPOSITE“ bedanken.

Literatur zu diesem Beitrag siehe unter:  
(Internetadresse wird noch ergänzt)

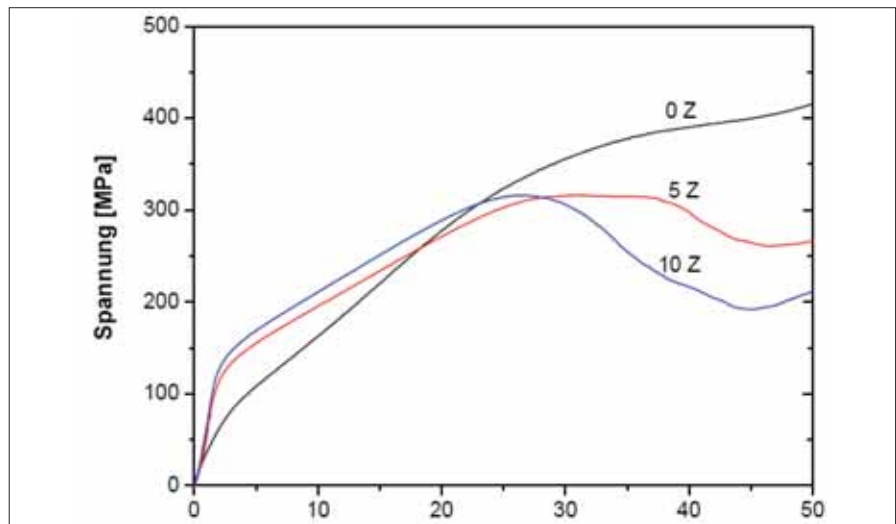


Bild 7: Druckversuch, Spannungs-Stauchungs-Diagramm

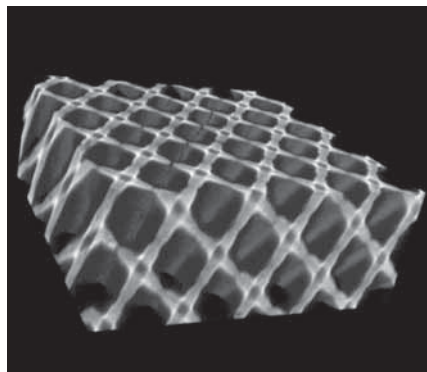


Bild 8: Wabenkörper Versatz Z10, Ausschnitt innerer Bereich, Abmessungen  $10 \times 10 \times 4$  mm, Riss durch Stege

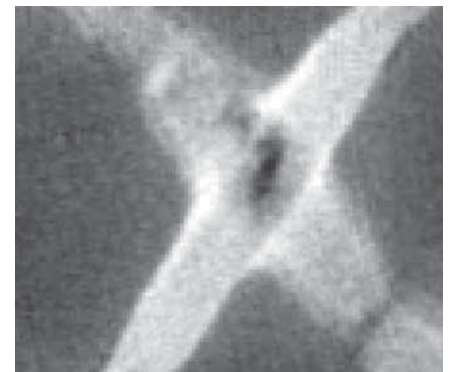


Bild 9: Wabenkörper Versatz Z10, Ausschnitt innerer Bereich,  $2 \times 2$  mm, Fehler im Kreuz, Dichtegradient

# Nützliche Defekte

David Rafaja<sup>1</sup> und Edwin Kroke<sup>2</sup>

TU Bergakademie Freiberg, 1. Institut für Werkstoffwissenschaft, 2. Institut für Anorganische Chemie

## 1. Einleitung

Das Wort „Defekt“ stammt vom lateinischen Wort „defectus“ (geschwächt) und bezeichnet typischerweise eine fehlerhafte Stelle, einen Funktionsfehler oder allgemein einen Schaden oder Fehler. In der Technik bezeichnet man mit Defekt eine Fehlfunktion oder einen technischen Fehler. Aus dieser Sicht klingt die Wortverbindung „nützliche Defekte“ als Widerspruch.

In der Kristallographie wird als Gitterdefekt oder Gitterfehler jede Abweichung vom idealen Aufbau eines Kristalls bezeichnet. Dabei müssten jedoch die idealen Kristalle laut kristallographischer Definition perfekt dreidimensional periodisch und unendlich groß sein. Bereits die Oberfläche eines Kristalls ist sowohl im kristallographischen als auch im physika-

lischen Sinne ein Defekt. Aus der Sicht der Kristallographie bedeutet die Oberfläche einen Eingriff in die unendliche dreidimensionale Periodizität eines Kristalls; aus der Sicht der Physik verhält sich die äußerste Oberfläche eines Kristalls oft völlig anders als sein Volumen. Auch wenn man solche Randphänomene vernachlässigen würde, würde man keine im Volumen perfekt aufgebauten Kristalle finden. Gegen diesen idealen kristallographischen Aufbau arbeiten die Entropie und die relativ niedrige Aktivierungsenergie der Schritte für die Bildung der Leerstellen; die Folge ist eine bestimmte Leerstellengleichgewichtskonzentration in Kristallen.

Die Liste der Kristallstrukturdefekte könnte weiter fortgesetzt werden. Diese Defekte lassen sich zum Beispiel nach ihrer Dimension gliedern, so wie das in

der physikalischen Metallkunde oder in der Metallphysik üblich ist. In den beiden Disziplinen wird gezeigt, dass defektfreie Kristalle eine sehr starke Vereinfachung bei der Darstellung von realen Materialien und Werkstoffen sind. Basierend auf dieser Erkenntnis gehen heutzutage Material- und Werkstoffwissenschaftler den pragmatischen Weg: wenn Mikrostrukturdefekte aus den Kristallen nicht weggeschafft werden können, versuchen sie sie so zu gestalten, dass die Defekte die Funktion der Werkstoffe nicht beeinträchtigen oder dass sie sogar die Funktionalität der Werkstoffe verbessern. Die zweite Option – eine Funktionalisierung der Materialien und Werkstoffe durch Mikrostrukturdefekte – wird in letzter Zeit immer häufiger als Ansatz bei der Herstellung von maßgeschneiderten Materialien und Werkstoffen verwendet. Werkstoffwissenschaftler befassen sich daher in zunehmendem Maße mit der Frage, ob und unter welchen Bedingungen die Eigenschaften von Materialien und Werkstoffen mit einer extrem hohen Dichte der Mikro-

strukturdefekte besser sein können als die Eigenschaften von perfekten Kristallen. Die positive Rolle der Mikrostrukturdefekte wird hier an zwei Beispielen aus den aktuellen Forschungsprojekten des Institutes für Werkstoffwissenschaft dargelegt.

## 2. Hartstoffschichten und Dünnschicht-Nanokomposite und die Basis der Nitride der Übergangsmetalle

### 2.1 Geschichte der Hartstoffschichten und Dünnschicht-Nanokomposite

Seit fast 30 Jahren werden dünne Schichten der Nitride der Übergangsmetalle als Schutzschichten für Bohrer, Fräsen und Wendeschleifplatten für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von Metallen verwendet (Abb. 1). Zu den ersten Nitriden, die in Form der Hartstoffschichten ihre Anwendung fanden, gehörten TiN und HfN [1–3]. Wenig später folgten Hartstoffschichten auf der Basis von ZrN [4]. Da hohe Härte und gute Hochtemperaturbeständigkeit der Hartstoffschichten stets eine äußerst wichtige Rolle bei der Anwendung gespielt haben, wurde die Mikrostruktur der Nitridschichten hauptsächlich in Hinsicht auf diese Eigenschaften optimiert.

Eine bahnbrechende Entwicklung in der Herstellungstechnologie der hochtemperaturbeständigen Hartstoffschichten erbrachte in den 1990er Jahren die Idee von S. Veprek, die Nitridschichten in Form von Nanokompositen herzustellen [5, 6]. Die Steigerung der Härte in nanokristallinen Schichten ist verbunden mit dem Anstieg der Dichte der Korn- oder Kristallitgrenzen; dieser Effekt wurde bereits in den 50er Jahren von Hall [7] und Petch [8] für Metalle berichtet und ist inzwischen in mathematischer Form als Hall-Petch-Beziehung bekannt. Eine weitere Steigerung der Härte in Dünnschicht-Nanokompositen konnte durch ihre zweiphasige Natur erreicht werden. Die nanoskaligen Kristallite des Titanitrids wurden durch eine sehr dünne amorphe Schicht von Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> umgeben [5, 6], die eine schnelle Verbreiterung von Mikrorissen in den Hartstoffschichten aufhalten konnte. Zu weiteren Stoffsystemen, die für die Herstellung von Dünnschicht-Nanokompositen bis heute verwendet und weiterentwickelt werden, gehören die folgenden oft metastabilen ternären und quaternären Systeme Ti-Al-N, Ti-Zr-N, Ti-Hf-N, Ti-B-N, Ti-B-C, Ti-Al-B-N, Ti-Al-V-N, Ti-Al-Ta-N, Ti-Al-Hf-N, Ti-Al-Nb-N, Cr-Al-N, Cr-Al-Y-N und Zr-Al-N [9–17].



Abbildung 1: Beispiele der mit Nitridschichten beschichteten Werkzeuge (Fotomontage: SHM Šumperk Ltd.)

### 2.2 Beispiele und Rolle der Mikrostrukturdefekte in harten Dünnschicht-Nanokompositen

Ergebnisse unserer Arbeiten zur Aufklärung der Mikrostruktur von (Ti,Al)N-, (Cr,Al)N- und (Zr,Al)N-Nanokompositen auf der Nanoskala haben den sehr positiven Einfluss bestimmter Mikrostrukturdefekte auf die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe experimentell nachgewiesen. Zu diesen „nützlichen“ Mikrostrukturdefekten gehören Kristallitgrenzen, insbesondere Grenzflächen zwischen verschiedenen kristallinen Phasen mit kleinem Gittermisfit, weil solche Grenzflächen zur Bildung von intrinsischen Eigenspannungen prinzipiell beitragen können.

Einige experimentelle Beispiele der Härtesteigerung bei abnehmender Größe der Kristallite in nanokristallinen (Cr,Al)N-, (Ti,Al)N- und (Zr,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen zeigt Abb. 2. In Abhängigkeit von dem Übergangsmetall (Cr, Ti und Zr) wird bei einer Kristallitgröße zwischen 7 und 2 nm ein lokales Maximum der Härte beobachtet. In Analogie mit der Hall-Petch-Beziehung [7, 8] kann der Anstieg der Härte ( $H$ ) mit abnehmender Kristallitgröße ( $D$ ) auf der rechten Seite der Graphen in Abb. 2 durch Gl. (1) beschrieben werden:

$$H = H_0 + K/\sqrt{D} \quad (1)$$

wobei  $H_0$  der Härte eines grobkristallinen Materials entspricht und  $K$  eine Proportionalitätskonstante ist. Die durch die abnehmende Kristallitgröße verursachte Härtesteigerung ist durch die Linien in Abb. 2

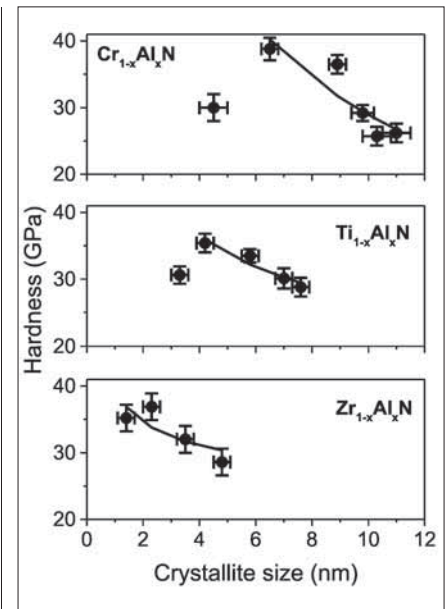


Abbildung 2: Änderung der Härte in nanokristallinen (Cr,Al)N-, (Ti,Al)N- und (Zr,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen mit abnehmender Kristallitgröße. Die Linie zeigt den Härteanstieg nach Hall [7] und Petch [8], der nach Gl. (1) an die Messdaten (bei steigender Härte) angepasst wurde.

dargestellt. Die Abnahme der Härte für ganz kleine Kristallite wird in der Literatur üblicherweise durch das Korngrenzgleiten erklärt [18]. Die experimentell ermittelte Abhängigkeit der Härte von der Kristallitgröße (Abb. 2) zeigt eindeutig, dass eine gezielte Einstellung der Kristallitgröße für die mechanischen Eigenschaften der Dünnschicht-Nanokomposite sehr wichtig ist. Damit stellt sich die Frage, ob und wie die Kristallitgröße im Bereich un-



ter 10 nm eingestellt werden kann. Eine Möglichkeit besteht in der Herstellung von thermodynamisch metastabilen Phasen. In den (Cr,Al)N-, (Ti,Al)N- und (Zr,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen handelt es sich hauptsächlich um die kubisch-flächenzentrierten (kfz) Phasen  $\text{Cr}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ ,  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  und  $\text{Zr}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ , die in der NaCl-Struktur bzw. der Raumgruppe  $Fm\bar{3}m$  kristallisieren. Bei kleinen Al-Konzentrationen bildet sich in dünnen (M,Al)N-Schichten kfz- $\text{M}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  als die einzige Phase. Bei höheren Al-Gehalten wird Aluminium nicht mehr in die Kristallstruktur von kfz- $\text{M}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  aufgenommen, sondern bildet mit Stickstoff das thermodynamisch stabile Aluminiumnitrid mit der hexagonalen Wurtzit-Struktur (w-AlN, Raumgruppe  $P6_3mc$ ) als zweite nanokristalline Phase. Um den Mechanismus der Mikrostrukturbildung beschreiben zu können, muss unter anderem die Phasenzusammensetzung der Dünnschicht-Nanokomposite als Funktion ihrer chemischen Zusammensetzung bestimmt werden. Obwohl die Phasenanalyse zu fundamentalen Methoden der Röntgenbeugung gehört, ist die Bestimmung der Phasenzusammensetzung in Dünnschicht-Nanokompositen keine triviale Aufgabe, wie das folgende Beispiel zeigt. Im Diffraktogramm einer nanokristallinen dünnen Schicht mit der chemischen Zusammensetzung  $\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5}\text{N}$  (Abb. 3) wurden keine Beugungslinien von w-AlN beobachtet. Die einzigen Indikatoren der Zweiphasigkeit der Probe waren eine stark ausgeprägte diffuse Streuung (grau markierte Bereiche in Abb. 3) und eine Abweichung des spannungsfreien Gitterparameters von der theoretischen „Vegardschen“ Geraden für das jeweilige Stoffsystem (Abb. 4) [16] und [19]–[21]. In allen zweiphasigen Proben der untersuchten Systeme (grau unterlegte Bereiche in Abb. 4) war der spannungsfreie Gitterparameter größer als sein erwarteter Wert, was bedeutet, dass kfz- $\text{M}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  in diesen Schichten weniger Al enthält als jeweils die gesamte Schicht. Das restliche Aluminium bildet in solchen Proben typischerweise w-AlN.

Den einzigen direkten Nachweis des Aluminiumnitrids in den (M,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen liefert oft die Transmissionselektronenmikroskopie mit Hochauflösung (HRTEM). Ein HRTEM-Bild der nanokristallinen dünnen Schicht mit der chemischen Zusammensetzung  $\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5}\text{N}$  aus Abb. 3 wird in Abb. 5 gezeigt. Das HRTEM-Bild zeigt die Existenz von Nachbarbereichen mit unterschiedlichen Kristallstrukturen jedoch mit koordinierten

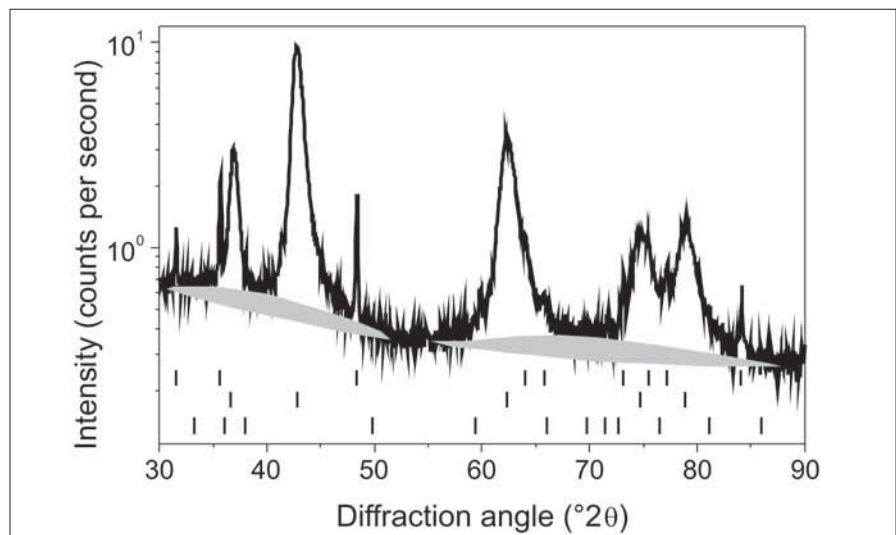


Abbildung 3: Diffraktogramm einer dünnen Schicht mit der chemischen Zusammensetzung  $\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5}\text{N}$ . Breite Beugungslinien stammen vom kfz- $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ , schmale Beugungslinien vom Wolframcarbid im Substrat. Graue Flächen markieren starke diffuse Streuung. Die Positionen der Beugungslinien von WC,  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  und w-AlN (von oben nach unten) sind durch kleine Striche im unteren Teil des Bildes markiert.

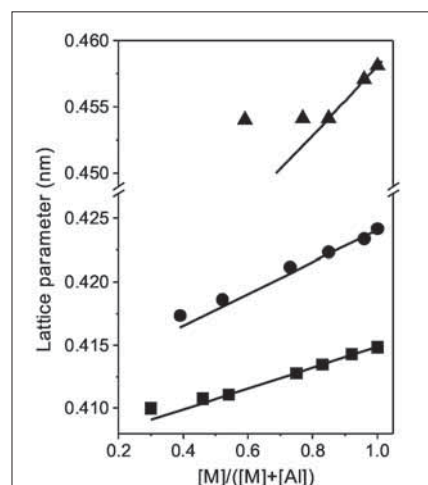


Abbildung 4: Abhängigkeit des spannungsfreien Gitterparameters in nanokristallinen  $\text{Zr}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  ( $\blacktriangle$ ),  $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  ( $\bullet$ ) und  $\text{Cr}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  ( $\blacksquare$ ) Dünnschicht-Nanokompositen vom gesamten Aluminiumgehalt in den Schichten. Grau markierte Bereiche bezeichnen die zweiphasigen Proben.

kristallographischen Orientierungen. Die kristallographischen Orientierungsbeziehungen zwischen den nanoskopischen Kristalliten einzelner Phasen sind ein weiteres Ergebnis der Transmissionselektronenmikroskopie mit Hochauflösung. Mit Hilfe der Fourier-Transformationen ausgewählter Bereiche in HRTEM-Bildern (markierte Quadrate in Abb. 5) wurde jeweils sowohl die kristallographische Richtung senkrecht zur Bildebene als auch die in-plane Orientierung des kristallinen Bereiches bestimmt. In diesem Fall ergaben sich die folgenden Orientierungsbeziehungen:

$$[1\bar{1}0]_{(\text{Ti,Al})\text{N}} \parallel [10\bar{1}0]_{\text{AlN}} \text{ und } (11\bar{1})_{(\text{Ti,Al})\text{N}} \parallel (0002)_{\text{AlN}}$$

Eckige Klammern bezeichnen die zur Bildebene senkrechten Richtungen, run-

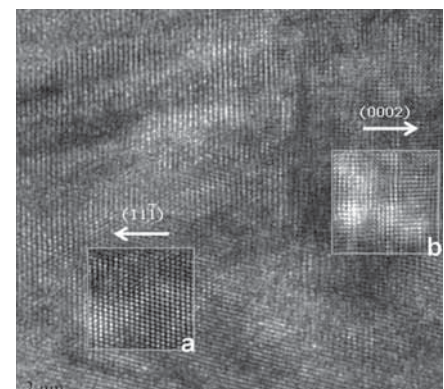


Abbildung 5: HRTEM-Aufnahme dünner Schicht, deren Diffraktogramm in Abb. 5 gezeigt wurde. Bereich (a) zeigt kfz- $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ , Bereich (b) w-AlN.

de Klammern die senkrecht zur Bildebene liegenden Netzebenen. Die normalen Richtungen zu diesen Netzebenen sind in Abb. 5 mit Pfeilen markiert. Anhand von diesen Orientierungsbeziehungen konnte ein atomares Modell der Grenzfläche zwischen kfz- $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  und w-AlN gebildet werden, das in Abb. 6 dargestellt wird. Aus diesem atomaren Modell wurde weiterhin das Ausmaß der Gitterfehlpassung entlang der beiden korrelierten Richtungen bestimmt. Für die Gitterparameter von w-AlN,  $a = 0.3111 \text{ nm}$  und  $c = 0.4978 \text{ nm}$ , und für den spannungsfreien Gitterparameter von kfz- $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  in dieser Probe,  $a = 0.4195 \text{ nm}$ , ergibt sich in der Richtung  $[1\bar{1}0]_{(\text{Ti,Al})\text{N}} \parallel [10\bar{1}0]_{\text{AlN}}$  ein Gittermisfit von 4,8% und in der Richtung senkrecht zu  $[11\bar{1}]_{(\text{Ti,Al})\text{N}} \parallel [0002]_{\text{AlN}}$  ein Gittermisfit von 2,7%. Bei dieser gegenseitigen Orientierung der kfz- $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ - und w-AlN-Nanokristallite sind die atomaren Abstände in kfz- $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  kleiner als in w-AlN. Da die

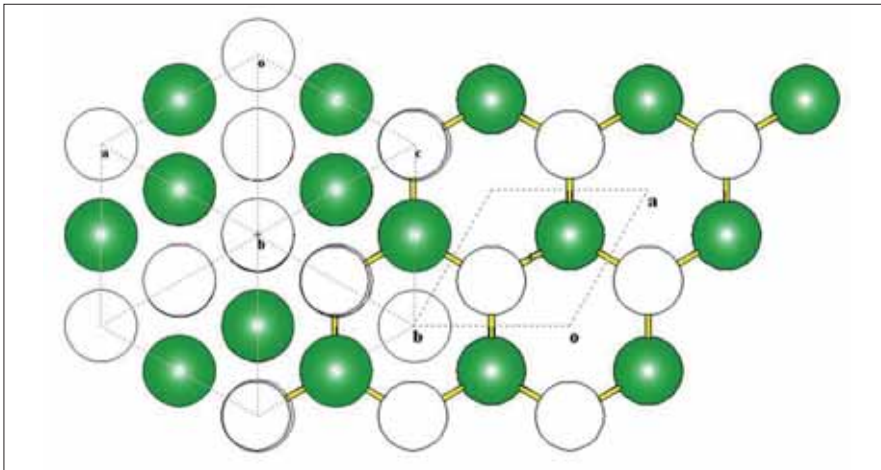


Abbildung 6: Atomares Modell der Grenzfläche zwischen kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N (links) und w-AlN (rechts) in einem (Ti,Al)N-Nanokomposit entsprechend der kristallographischen Orientierung aus Abb. 5.

atomaren Abstände in kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N mit zunehmendem Aluminiumgehalt kleiner werden (so wie der Gitterparameter, s. Abb. 4), nimmt der Gittermisfit zwischen kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N und w-AlN, der als relative Differenz der atomaren Abstände in der jeweiligen Kristallstruktur definiert wird, mit zunehmendem Al-Gehalt in kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N zu. Das heißt, dass der Gittermisfit an den Grenzflächen zwischen kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N und w-AlN ansteigt, wenn die Kristallstruktur von kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N mehr Aluminium aufnimmt. Dieses Phänomen hat erwartungsgemäß einen Einfluss auf die Stabilität des kubischen Titanaluminiumnitrids in (Ti,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen.

Eine weitere Konsequenz des Gittermisfits an den Grenzflächen zwischen kfz-Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N und w-AlN ist der Aufbau von intrinsischen Eigenspannungen, die dann zur Erhöhung der Härte in zweiphasigen (M,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen beitragen. Der mit den intrinsischen Eigenspannungen (und mit kleinen Kristalliten) verbundene Anstieg der Härte ist in Abb. 7 zusammengefasst. Diese Abbildung zeigt die Änderung der Härte der (M,Al)N dünnen Schichten und Dünnschicht-Nanokomposite mit Zunahme des Aluminiumgehaltes. Ein Vergleich der Abbildungen 4 und 7 zeigt, dass mit steigendem Al-Gehalt und daher mit sinkendem stöchiometrischem Verhältnis [M]/([M] + [Al]) die Härte allmählich steigt, bis sie ihr Maximum in zweiphasigen Nanokompositen erreicht. Sobald der Al-Gehalt jedoch so hoch wird, dass w-AlN zur dominanten Phase in den Dünnschicht-Nanokompositen wird, nimmt die Härte der (M,Al)N-Dünnschicht-Nanokomposite wieder ab. Dies hängt mit dem Unterschied der intrinsischen Härte von kfz-MN (M = Ti, Cr und Zr) und w-AlN zusammen. Das w-AlN

besitzt die niedrigste Härte unter diesen Nitriden.

### 3. Mikrostrukturdefekte in BN-Nanokompositen

In einem gemeinsamen Forschungsvorhaben des Institutes für Anorganische Chemie und des Institutes für Werkstoffwissenschaft der TU Bergakademie Freiberg wurde die Idee der Härtesteigerung durch intrinsische Eigenspannungen an den Grenzflächen zwischen einer kubisch-flächenzentrierten und einer wurzitischen Phase in Bornitriden umgesetzt. Die Rolle der kfz-Phase übernahm kubisches BN (c-BN), das in der Zinkblende-Struktur (Raumgruppe *F43m*) kristallisiert; die Rolle der wurzitischen Phase übernahm das metastabile w-BN mit der Raumgruppe *P6<sub>3</sub>mc*. Die BN-Nanokomposite werden mittels Hochdruck- und Hochtemperatursynthese (HP/HT-Synthese) in einer 1000 t Vielstempel-Hochdruckpresse (Multi-Anvil-Presse) am Institut für Anorganische Chemie hergestellt. Als Ausgangsmaterial dient das Bornitrid in graphitischer Form (h-BN, Raumgruppe *P6<sub>3</sub>/mmc*) [22]. Während der HP/HT-Synthese wird h-BN entweder direkt oder indirekt über w-BN in c-BN umgewandelt.

Bei dieser Phasenumwandlung bilden sich zahlreiche Mikrostrukturdefekte, die die Härte der BN-Nanokomposite wesentlich verbessern. Unsere Ergebnisse [22] haben eindeutig gezeigt, dass die Härte der BN-Nanokomposite die Härte des zweithärtesten Materials, des kubischen Bornitrids in einkristalliner Form, übertreffen kann. Auch hier stellt sich die Frage nach der Rolle der Mikrostrukturdefekte bei der gezielten Gestaltung der Werkstoffeigenschaften. In Analogie mit den

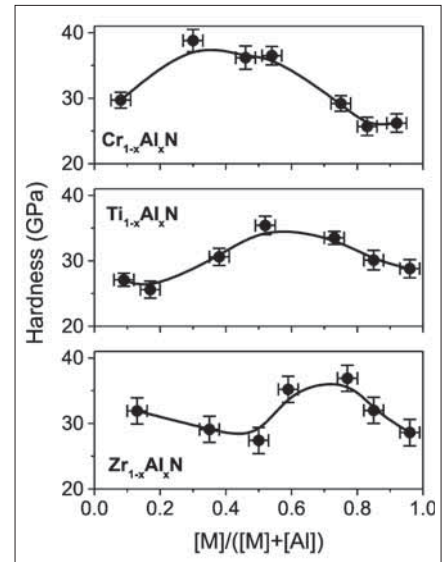


Abbildung 7: Änderung der Härte von nanokristallinen (Cr,Al)N-, (Ti,Al)N- und (Zr,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen mit unterschiedlichem Aluminiumgehalt.

(M,Al)N-Dünnschicht-Nanokompositen können die durch den Gittermisfit hervorgerufenen intrinsischen Spannungen an den Grenzflächen zwischen c-BN und w-BN eine Ursache für die Härtesteigerung darstellen. Obwohl w-BN eine thermodynamisch metastabile Phase ist, wurden solche Grenzflächen in unseren BN-Nanokompositen mit Hilfe von HRTEM tatsächlich gefunden. Ein Beispiel einer solchen Grenzfläche wird in Abb. 8 gezeigt. Das metastabile w-BN ist in der größeren rechten Hälfte des Bildes abgebildet, die thermodynamisch stabile Hochdruck-/Hochtemperaturphase c-BN befindet sich auf der linken Seite des Bildes. Der Gittermisfit an der c-BN/w-BN-Grenzfläche kann am besten aus dem atomaren Modell berechnet werden, das anhand der mittels Fourier-Transformation der HRTEM-Bilder bestimmten kristallographischen Orientierungen der Nachbarbereiche aufgestellt wurde. Das atomare Modell ist ebenfalls in Abb. 8 dargestellt. Über den Gittermisfit entscheidet bei dieser gegenseitigen Orientierung der c-BN- und w-BN-Nachbarkristallite der Unterschied der atomaren Abstände entlang der beiden Pfeile. Für die Gitterparameter von c-BN,  $a = 0.36153$  nm, und w-BN,  $a = 0.2536$  nm und  $c = 0.4199$  nm, ergeben sich die Abstände der Bor-Atome (in Abb. 8 mit Pfeilen markiert) von 0.5113 nm in c-BN (links) und von 0.4739 nm in w-BN (rechts). Aus diesen beiden atomaren Abständen ergibt sich ein Gittermisfit von 7,6 % in der markierten Richtung.

Im Gegensatz zu dem im vorigen Kapitel diskutierten Gittermisfit an der

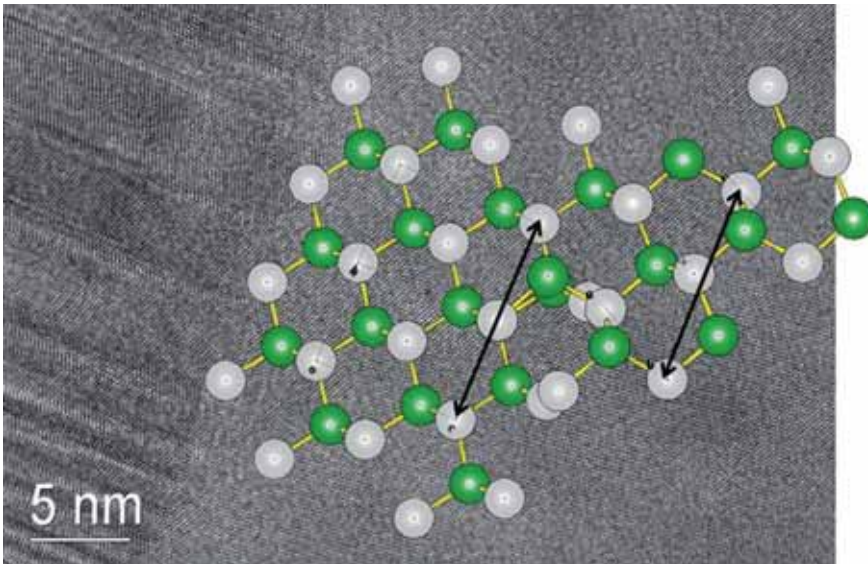


Abbildung 8: HRTEM-Aufnahme und ein Modell der atomaren Anordnung an der c-BN/w-BN-Grenzfläche in einem BN-Nanokomposit. Sowohl auf der HRTEM-Aufnahme als auch im atomaren Modell steht auf der linken Seite das c-BN, auf der rechten Seite das w-BN.

$(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}/\text{AlN}$ -Grenzfläche, der sich mit der Al-Konzentration in  $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$  verändern kann, ändert sich die Gitterfehlpassung an der c-BN/w-BN-Grenzfläche nicht, weil es zu keiner wesentlichen Änderung der Gitterparameter von c-BN und w-BN aufgrund einer Konzentrationsänderung kommen kann. Eine Möglichkeit, wie der Gittermisfit an der c-BN/w-BN-Grenzfläche ausgeglichen werden kann, ist die Bildung von Mikrostrukturdefekten in der Phase, die während der HP/HT-Synthese entsteht, was in diesem Fall das kubische Bornitrid ist. Entsprechende Mikrostrukturdefekte im c-BN wurden in HRTEM-Bildern tatsächlich beobachtet. Ein Beispiel dafür ist in Abb. 8 zu sehen. Die kubische Phase von BN (linke Seite des HRTEM-Bildes in Abb. 8) enthält zahlreiche Mikrozwillinge, die helfen, den Gittermisfit zwischen c-BN und w-BN zu verringern. Auf der anderen Seite können diese Mikrozwillinge aber auch die metastabile w-BN Phase teilweise stabilisieren, was sowohl die Kinetik der Phasenumwandlung als auch die Phasenzusammensetzung der BN-Nanokomposite beeinflussen kann.

Untersuchungen der Korrelation zwischen der Mikrostruktur und der Härte der BN-Nanokomposite [22] haben weiterhin ergeben, dass die Präsenz einer kleinen Menge der graphitischen Phase (h-BN) die Härte der BN-Nanokomposite um mehr als 20% erhöht. Für die maximale Härte der BN-Nanokomposite wurden als eine optimale Menge 3 bis 4 Gewichtsprozent h-BN festgestellt. Ein Grund für die Härtesteigerung kann die Erhöhung

des elastischen Anteiles der Deformation des BN-Nanokomposits in den Resten von h-BN sein, die wiederum einen sehr positiven Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der BN-Nanokomposite hat.

#### 4. Mikrostrukturdefekte und Freiburger Forschung

Die Ergebnisse der Freiburger Forschung an Mikrostrukturdefekten haben eine wichtige Rolle bei der thematischen Ausrichtung des im Rahmen der Landesexzellenzinitiative des Freistaates Sachsen eingereichten Spitzentechnologieclusters „Funktionales Strukturdesign neuer Hochleistungswerkstoffe durch Atomares Design und Defekt-Engineering (ADDE)“ [23] gespielt. Das Ziel des Spitzentechnologieclusters, der durch die Europäische Union und durch den Freistaat Sachsen von 2009 bis 2013 gefördert wird, ist die Entwicklung moderner Hochleistungswerkstoffe mit hoher Funktionalität und Effizienz für Kommunikation, Mobilität, Energie und Umwelt. Im Mittelpunkt der Forschung stehen Materialien für Photovoltaik, spezielle Materialien für Mikroelektronik, wie z. B. Materialien für elektronische Schalter, Speicher und Sensoren, weiterhin ultraharte Werkstoffe für die Herstellung von Bohren, Fräsen und Wendeschneidplatten, hochtemperaturkorrosionsfeste Werkstoffe und hochfeste duktile Werkstoffe für den Maschinen- und Fahrzeugbau.

Am Spitzentechnologiecluster ADDE sind über zwanzig Wissenschaftler aus fünfzehn Instituten und vier Fakultäten der TU Bergakademie Freiberg sowie

aus dem Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf und aus dem Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung in Dresden beteiligt. Der Cluster ADDE gliedert sich in sieben Forschungsgruppen, in denen die Wissenschaftler an sechzehn Teilprojekten arbeiten. Die Arbeit der Forschungsgruppen wird durch vier Kompetenzzentren und eine Juniorprofessur unterstützt. Die Struktur des Spitzentechnologieclusters ADDE ist auf der Webseite <http://tu-freiberg.de/ze/adde/> vorgestellt. Der gemeinsame wissenschaftliche Ansatz aller Teilprojekte ist eine gezielte Modifizierung und Gestaltung von Materialeigenschaften durch den Einbau von Mikrostrukturdefekten in die Kristallstruktur der verwendeten Werkstoffe. Wie oben beschrieben, werden diese Mikrostrukturdefekte nicht als nachteiliges Phänomen betrachtet, sondern als ein Werkzeug zur gezielten Verbesserung der Materialeigenschaften. Die Aufgaben der im Spitzentechnologiecluster ADDE eingebetteten Forschungsprojekte sind daher, die Rolle der Mikrostrukturdefekte in Werkstoffen zu verstehen, um sie für maßgeschneidertes Design der Werkstoffe nutzen zu können, und Technologien zu entwickeln, mit denen die Ergebnisse der Grundlagenforschung schnell in der Praxis umgesetzt werden können.

#### Danksagung

Unser besonderer Dank gebührt Herrn Dr.-Ing. Volker Klemm, Frau Dipl.-Ing. Christina Wüstefeld, Herrn Dr. Milan Dopita, Herrn Dipl.-Ing. Mikhailo Motylenko und Herrn Dipl.-Ing. Christian Schimpf aus dem Institut für Werkstoffwissenschaft der TU Bergakademie Freiberg, Herrn Dr. Marcus R. Schwarz und Frau Dipl.-Ing. Tatiana Barsukova aus dem Institut für Anorganische Chemie der TU Bergakademie Freiberg sowie unseren Kooperationspartnern, Herrn Dr. Michal Šima und Herrn Dr. Mojmir Jilek von der tschechischen Firma SHM Šumperk, Herrn Dr. Martin Kathrein von Ceratizit Austria (Reutte) und Herrn Dr. Peter Polcik von Plansee Composite Materials mit dem Sitz in Lechbruck am See. Die Ergebnisse, die in diesem Beitrag präsentiert wurden, entstanden vorwiegend im Rahmen von Forschungsprojekten, die durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt werden. Es handelt sich um das Forschungsprojekt „Ausbildung und thermische Stabilität von nanoskaligen Domänen in ausgewählten ternären und quaternären dünnen Schichten“ (RA 1050/9) und um das Forschungsprojekt „(Super) harte Nanokomposite“ (KR 1739/13 und RA 1050/7), das im Rahmen des Schwerpunktprogramms der DFG SPP 1181 „Nanoskalige anorganische Materialien durch molekulares Design“ läuft.

Literatur zu diesem Beitrag siehe unter: (Internetadresse wird noch ergänzt)

# Bruchmechanische Berechnungsmethoden für die Sicherheit und Lebensdauer von Bauteilen

Meinhard Kuna

## Einleitung

Bei der Entwicklung und Auslegung technischer Bauteile spielen die Bewertung und Vermeidung von Bruchprozessen eine wesentliche Rolle, um die technische Sicherheit, Lebensdauer und Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Ingenieurtechnische Fehler auf diesem Gebiet können im Versagensfall katastrophale Folgen für die Menschen, die Umwelt und die Wirtschaft haben. Da in vielen Konstruktionen und Werkstoffen herstellungs- oder betriebsbedingte Defekte nicht immer ausgeschlossen werden können, kommt der bruchmechanischen Bewertung von rissartigen Defekten eine große Bedeutung zu.

Im Rahmen der technischen Überwachung und der Aufklärung von Schadensfällen ist neben der Werkstoffcharakterisierung vor allem die Analyse des mechanischen Beanspruchungszustandes an Rissen, Kerben und ähnlichen Defekten unter betrieblichen Einsatzbedingungen von Interesse. Für die Lösung festkörpermechanischer Randwertaufgaben mit Rissen unter statischen, zyklischen oder dynamischen Belastungen werden heutzutage vorwiegend numerische Verfahren wie die Finite-Elemente-Methode (FEM) eingesetzt. Allerdings erfordert die Behandlung von Rissproblemen aufgrund der auftretenden Singularität an Risspitzen spezielle theoretische Vorkenntnisse, besondere Finite-Element-Ansätze und angepasste numerische Algorithmen. Auf diesem Gebiet hat das IMFD durch vielfältige grundlegende und angewandte Forschungsaufgaben umfangreiche Erfahrungen erworben [1]. Der vorliegende Beitrag soll anhand ausgewählter Themen und Anwendungsbeispiele einen Einblick in die Arbeiten bieten.

## Adaptive FEM-Verfahren zur Simulation der Rissausbreitung

An der Spitze von Rissen treten singuläre Spannungsfelder auf, deren Größe durch die sogenannten Spannungsintensitätsfaktoren  $K_I$  und  $K_{II}$  der linear-elastischen Bruchmechanik beschrieben werden, was die Gleichung (1) in Polarkoordinaten wiedergibt:

$$\sigma_{ij}(r, \theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi r}} [K_I f_{ij}^I(\theta) + K_{II} f_{ij}^{II}(\theta) + K_{IV} f_{ij}^{IV}(\theta)] \quad (1)$$

Diese bruchmechanischen Kenngrößen  $K_I$  und  $K_{II}$  hängen von der Geometrie und Belastung des Bauteils mit Riss ab und müssen mit FEM berechnet werden.

Die häufigste technische Schadensursache in Bauteilen ist das unterkritische Ermüdungsrisswachstum bei zyklischer oder stochastischer Belastung, z. B. bei Flugzeugen, Automobilen und Windkraftanlagen. Die Modellierung des Risswachstums in komplexen Geometrien verlangt die Entwicklung spezieller, effektiver numerischer FEM-Techniken, die neben den Rissingularitäten auch die Generierung neuer (Riss)-Oberflächen berücksichtigen müssen.

Am IMFD wurde gemeinsam mit Mathematikern aus Chemnitz eine Methode der adaptiven automatischen Vernetzung bei Rissausbreitung in Verbindung mit hierarchischen iterativen vorkonditionierten Solvern (PCG) für das FEM-Gleichungssystem erarbeitet [2]. In Bild 1 ist ein schematischer Programmablauf zur Simulation von Risswachstum dargestellt. Im Folgenden wird die Umsetzung dieses Algorithmus näher erläutert: Die Spannungs-konzentration an der Risspitze erfordert eine starke Verfeinerung des Netzes in deren Umgebung, welche mit Hilfe einer adaptiven automatischen Verfeinerungs-

technik realisiert wird. Hierzu wird ein fehlergesteuertes Verfahren angewandt, das auf einem lokalen residubasierten Fehlerindikator beruht, der anhand der FEM-Lösung selbst aus dem Spannungssprung entlang der Elementkanten abgeschätzt wird. Zur Verfeinerung werden die dreieckigen 6-Knoten-Elemente im Bild 2 entweder halbiert („grüne“ Kanten-teilung) oder in 4 Dreiecke zerlegt („rote“ Elementteilung).

Nachdem durch Netzverfeinerung eine gewünschte Genauigkeit der FEM-Lösung erreicht ist (rechte Schleife in Bild 1), werden die bruchmechanischen Kenngrößen  $K_I$  und  $K_{II}$  mit Hilfe des Interactionsintegrals berechnet. Daraus werden die Richtung  $\varphi$  und die Länge  $\Delta a$  der Rissausbreitung im nächsten Schritt aus dem bruchmechanischen Kriterium der maximalen Umfangsspannung und dem Risswachstumsgesetz nach Paris-Erdogan bestimmt.

Im FEM-Netz wird von der aktuellen Risspitze  $P$  zur neuen Risspitze  $P'$  eine Strecke  $\overline{PP'} = \Delta a$  erzeugt, an der die neue Rissfläche generiert werden muss. Dazu sind neue Knoten und Kanten entlang der Strecke  $\overline{PP'}$  zu definieren sowie die betroffenen Elemente zu teilen. Der Algorithmus ist in Bild 2 dargestellt. Alle Elemente, bei denen zwei Kanten durch die Strecke  $\overline{PP'}$  geschnitten werden, sind durch eine

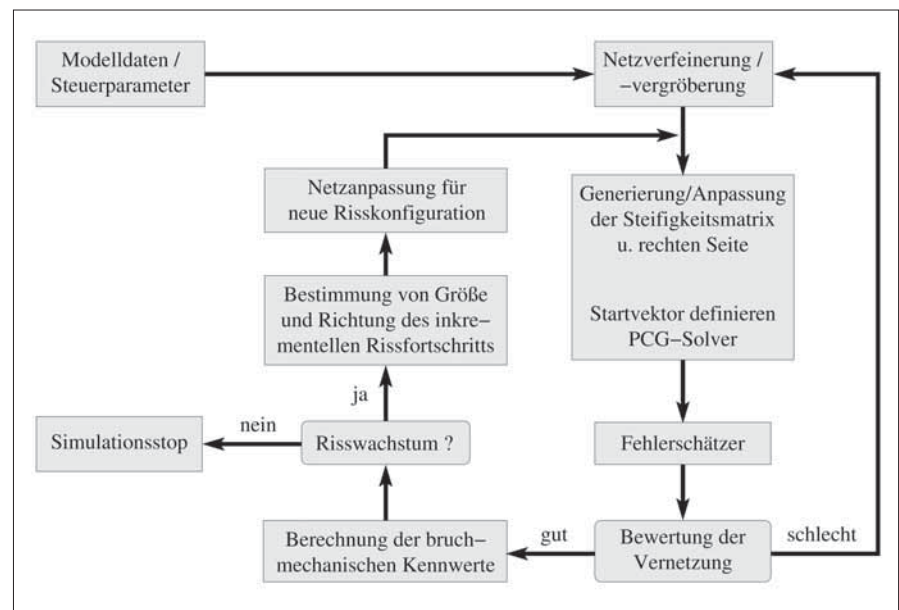


Bild 1: Programmablaufschema (PCG: Preconditioned Conjugate Gradient)

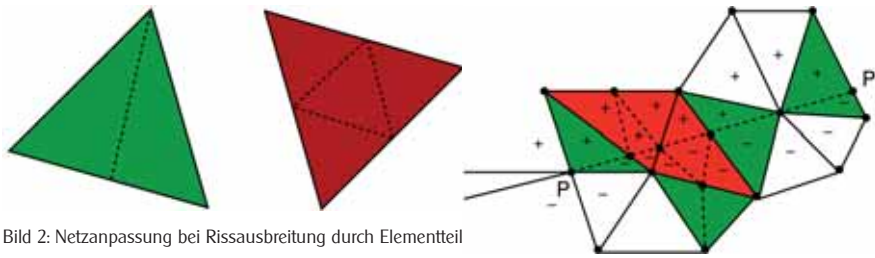


Bild 2: Netzsanpassung bei Rissausbreitung durch Elementteil

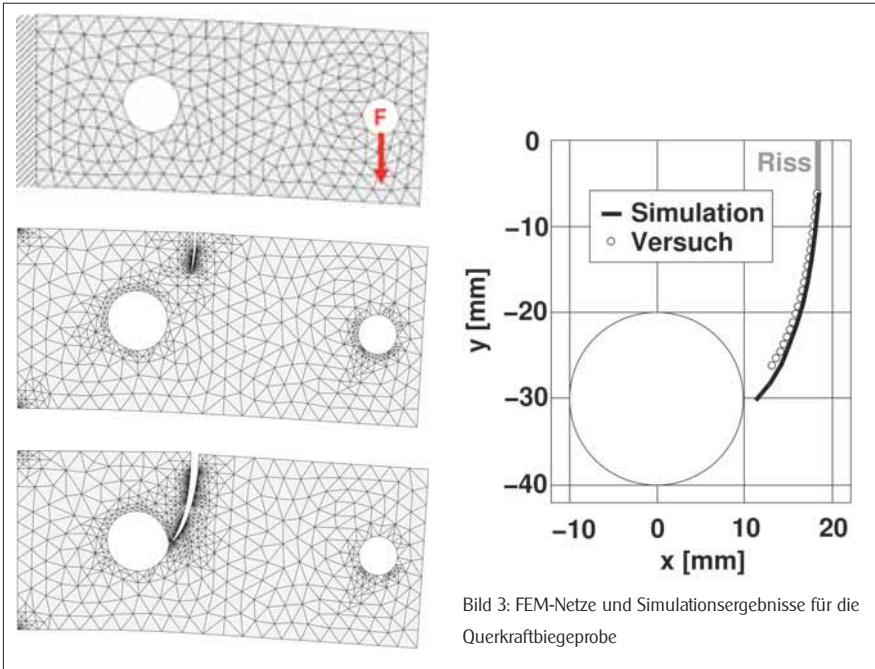


Bild 3: FEM-Netze und Simulationsergebnisse für die Querkraftbiegeprobe

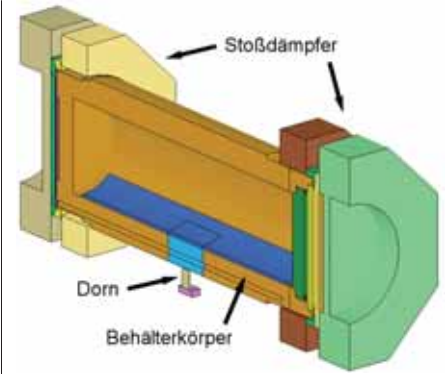


Bild 4: Globalmodell des CASTOR-Transportbehälters

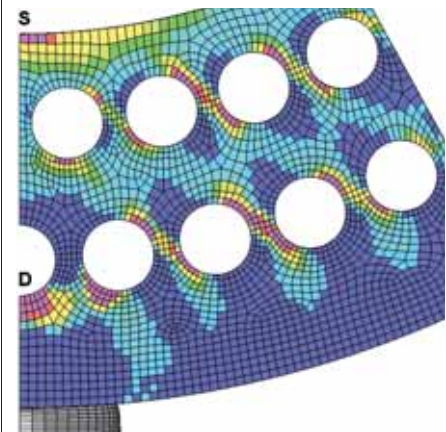


Bild 5: Verteilung der Hauptspannungen im Bereich oberhalb des Dorns

„rote“-Teilung zu verfeinern. Eine „grüne“-Teilung erfolgt für die Elemente, welche nur an einer Elementkante geschnitten werden. Die restlichen Elemente bleiben unverändert.

Als Demonstrationsbeispiel wurde die Querkraftbiegeprobe mit Kreisloch gewählt, da hierfür experimentelle Ergebnisse zum Ermüdungsrisswachstum vorliegen. Bild 3 (links oben) zeigt das grobe Ausgangsmodell für die Finite-Elemente-Simulation. Die links eingespannte Probe wird an der Bohrung durch eine zyklische Kraft  $F$  belastet, so dass der Startriß an der Oberkante zu wachsen beginnt. Im Bild 3 sind die Ergebnisse der Simulation zu sehen. Die FEM-Rechnungen zeigen eine recht gute Übereinstimmung mit dem experimentellen Rissverlauf.

### Bruchsicherheit nuklearer Transportbehälter

Für die verkehrsrechtliche Zulassung nuklearer Transportbehälter, die aus duktilem Gusseisen GJS 400 gefertigt werden, ist nach den Vorschriften der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) ein umfassender bruchmechanischer Sicher-

heitsnachweis erforderlich, der durch die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) präzisiert wurde [3]. Insbesondere ist die Integrität der Transportbehälter bei Unfallszenarien nachweispflichtig, wo es durch Aufprall, Zusammenstoß oder Fall zu extremen dynamischen Belastungen kommen kann. Dieser bruchmechanische Sicherheitsnachweis basiert auf dem Prinzip des Ausschlusses der Rissinitiierung und folglich auch des Risswachstums bei Vorhandensein rissartiger Fehler. Die Bewertung der Bruchsicherheit erfolgt durch einen Vergleich der bruchmechanischen Beanspruchungsgrößen wie dynamischer Spannungsintensitätsfaktor  $K_I^d$  oder  $J$ -Integral mit den bruchmechanischen Werkstoffkennwerten gegen Rissinitiierung. Werkstoffseitig werden für duktilen Gusseisen die Minimalwerte der Bruchzähigkeit  $K_{Ic}$  bei dynamischer Belastung, niedrigster Auslegungstemperatur von (-40 °C) sowie bei ungünstigster Werkstoffqualität angenommen. Beanspruchungsseitig ist bei der Berechnung der bruchmechanischen Kenngröße eine obere Grenze anzustreben. Dementsprechend sind der größtmögliche Fehler sowie die ungünstigste Fehlergeometrie und

Fehlerorientierung am Ort der maximalen Beanspruchung zu berücksichtigen. Die zu unterstellende (fiktive) Fehlergröße wird dabei direkt aus den Auflösungsgrenzen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (Ultraschall) abgeleitet. Der Durchmesser des verwendeten Kreisscheibenreflektors wird unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors ( $S_{ZIP}=2$ ) nach dem Flächengleichheitsprinzip konservativ in einen äquivalenten elliptischen rissartigen Ersatzfehler mit dem Halbachsenverhältnis von  $a/c=1/3$  überführt. Die Orientierung des Fehlers wird senkrecht zur maximalen Hauptnormalspannung gewählt. Eine detaillierte Spannungsanalyse am Behälter ist somit eine wesentliche Voraussetzung für den bruchmechanischen Sicherheitsnachweis.

Im folgenden Beispiel [4] fällt ein Transportbehälter vom Typ CASTOR® aus 1 m Höhe mantelseitig auf einen zylindrischen Dorn (Bild 4). Infolge des Aufpralls ovalisieren die über den Umfang des Behälterkörpers verteilten Moderatorbohrungen und bilden lokale Spannungskonzentrationen an den Zugseiten aus. In Bild 5 ist zum Zeitpunkt maximaler Beanspruchung die Verteilung der maxima-

len Hauptnormalspannung oberhalb der Dornaufprallstelle in einer Schnittebene senkrecht zur Behälterachse dargestellt. Nach den Vorschriften sind bruchmechanische Nachweise für alle Bereiche zu führen, in denen die maximale Hauptnormalspannung die halbe Streckgrenze des Werkstoffs übersteigt. Dieses Spanningskriterium trifft z. B. auf die Positionsnummer 1 in Bild 5 zu, so dass an dieser Stelle ein hypothetischer elliptischer Riss zu bewerten ist. Bild 6 zeigt die entsprechende FEM-Diskretisierung für diese Risskonfiguration. Als bruchmechanische Beanspruchungsgröße wird das dynamische  $J$ -Integral herangezogen, für dessen Berechnung am IMFD ein eigenständiger FEM-Postprozessor entwickelt und an zahlreichen Beispielen validiert wurde. Durch numerische Berechnung des Gebietsintegrals (2) in Verbindung mit der Methode der virtuellen Rissausbreitungstechnik ermöglicht er räumliche, statische und dynamische, linear-elastische und elastisch-plastische bruchmechanische Beanspruchungsanalysen.

$$J = - \int_V [U \delta_{ij} - \sigma_{ij} u_{i,k}] q_{k,j} dV - \int_V [(b_i - \rho \ddot{u}_i) u_{i,k}] q_k dV \quad (2)$$

In Bild 7 wird ein typisches Berechnungsergebnis dargestellt. Der zeitliche Verlauf der bruchmechanischen Beanspruchungsgröße beim Dornstoß erreicht nach ca. 16 ms ein Maximum und ist entlang der Rissfront am Scheitelpunkt  $\varphi = 0$  am größten.

### Bruchverhalten in Piezokeramiken

Ein neues und spannendes Gebiet ist die Bruchmechanik von Sensor- und Aktormaterialien (smart materials). Piezoelektrische Bauelemente werden in der Mechatronik, Automobilindustrie und Messtechnik eingesetzt oder bereits in multifunktionale Kompositwerkstoffe eingebettet. Beim technischen Einsatz sind derartige Strukturen hohen mechanischen und elektrischen Feldern ausgesetzt. Aufgrund des piezoelektrischen Kupplungseffektes verursachen elektrische Feldkonzentrationen an Defekten, Elektroden oder Materialsprüngen immer auch extreme mechanische Spannungen und umgekehrt (Bild 8). Deshalb kommt es z. B. in piezoelektrischen Stapelaktuatoren zur Schädigung und Rissausbreitung allein aufgrund zyklischer elektrischer Betriebsbelastungen (Bild 9).

Das IMFD ist intensiv an der Erforschung der bruchmechanischen Konzepte für Funktionskeramiken beteiligt,

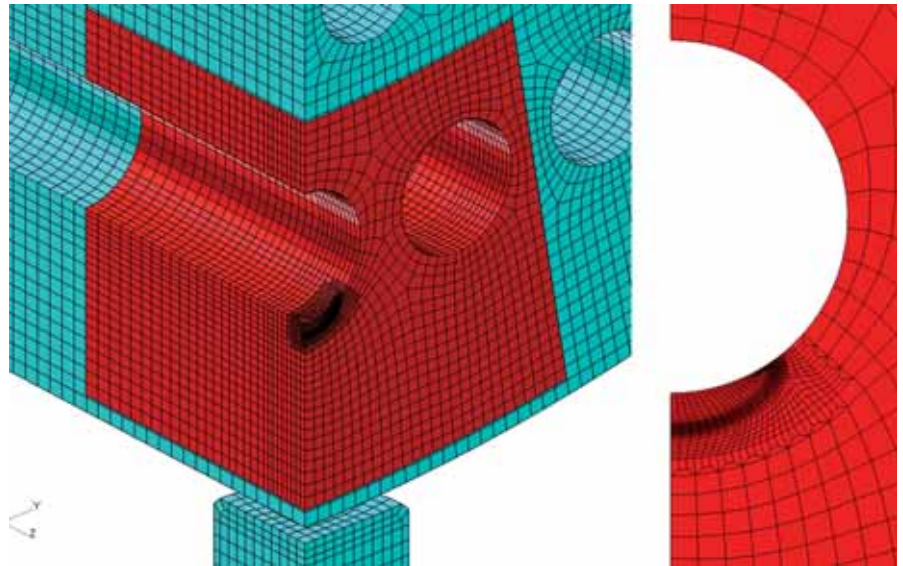


Bild 6: FEM-Diskretisierung eines Risses nahe der Moderatorbohrung

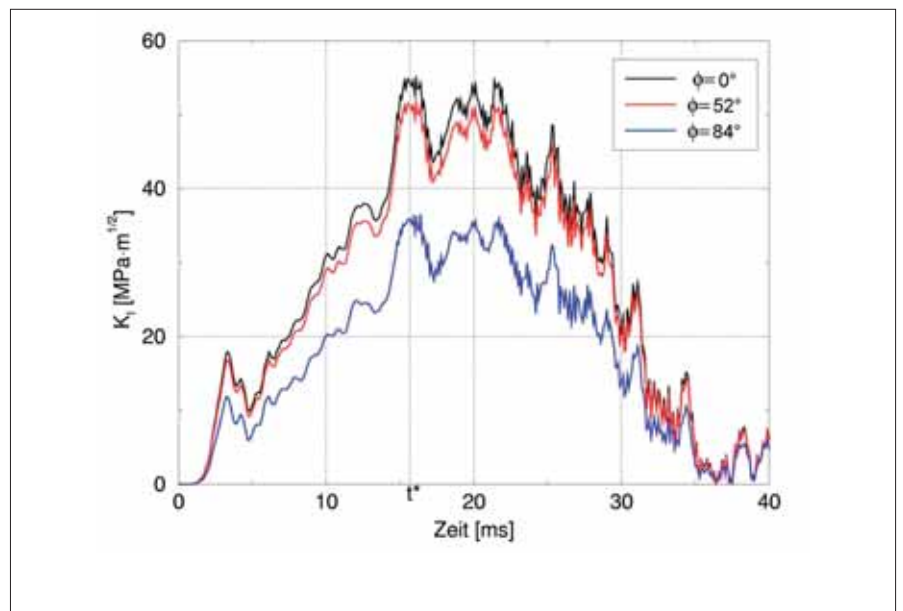


Bild 7: Berechneter zeitlicher Verlauf des Spannungsintensitätsfaktors

wie das jüngst in Freiberg organisierte Internationale IUTAM Symposium 2009 belegt. Neben der Entwicklung numerischer FEM- und BEM-Techniken [5] wurde in Kooperation mit der TU Darmstadt das Ermüdungsverhalten in PZT-Keramiken untersucht. Bild 10 zeigt die verwendeten DCB-Proben mit Anriss, die über Elektroden mit einem zyklischen elektrischen Feld  $E$  senkrecht zum Riss belastet werden und mechanisch vorgespannt sind.

Die numerische Analyse der Versuchsanordnung hat ergeben, dass zusätzlich zum mechanischen Spannungsintensitätsfaktor  $K_I$  auch ein elektrischer Feldintensitätsfaktor  $K_{IV}$  an der Risspitze auftritt [siehe Gl. (1)]. Die zyklische Änderung von  $K_{IV}$  infolge des elektrischen Wechselfeldes bewirkt alternierende mechanische Spannungen in der Bruchprozesszone, die ein

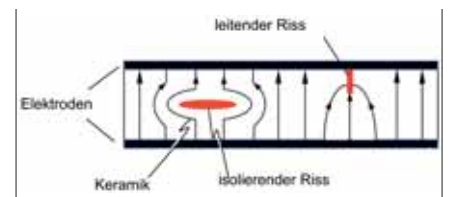


Bild 8: Versagen piezoelektrischer Bauelemente infolge elektrischer Felder an Defekten

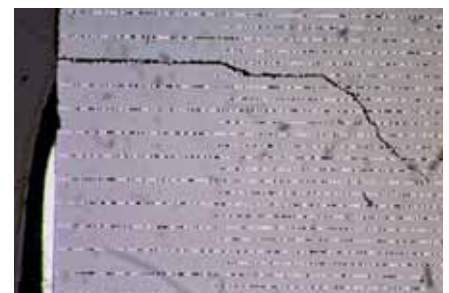


Bild 9: Riss in einem PZT-Vielschicht-Aktuator (Quelle: Rödel, Darmstadt)

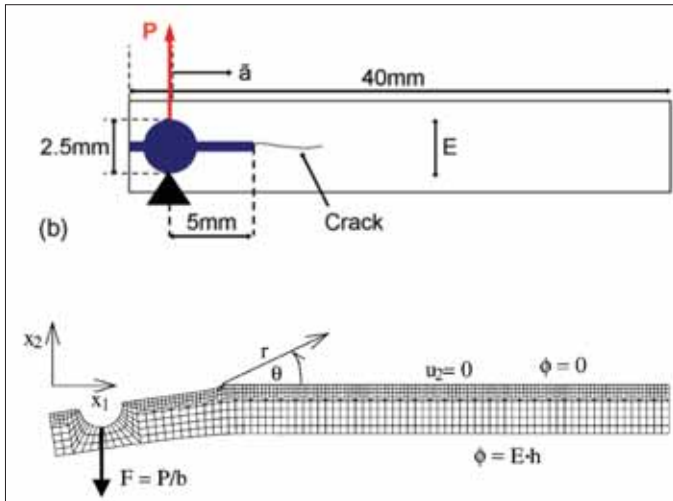


Bild 10: DCB-Probe für zyklische elektrische Felder E mit mechanischer Vorlast P (links) und verformtes FEM-Netz (rechts)

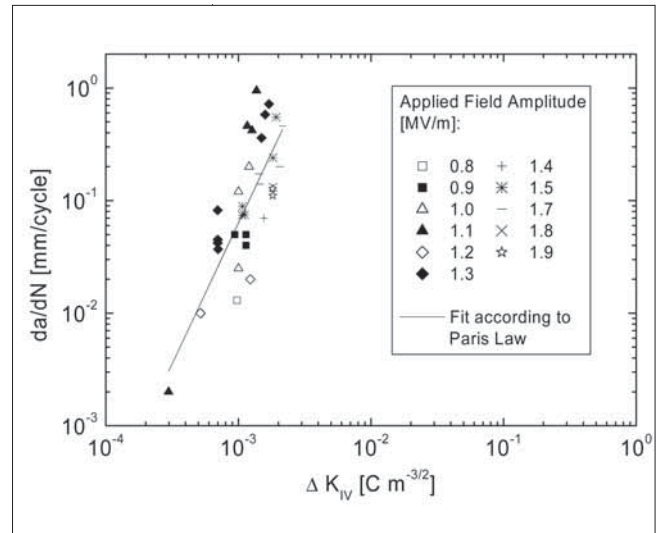


Bild 11: Risswachstumsrate als Funktion des zyklischen Feldintensitätsfaktors

unterkritisches Risswachstum hervorrufen. In Bild 11 sind die gemessenen Risswachstumsraten über der  $\Delta K_{IV}$ -Amplitude bei verschiedenen Versuchsparametern

aufgetragen. Sie lassen sich durch ein Gesetz der Form  $da/dN = C(\Delta K_{IV})^m$  ähnlich der bekannten Paris-Gleichung geeignet beschreiben.

Mein Dank gilt der DFG und den maßgeblich beteiligten Mitarbeitern F. Rabold, T. Leibel und A. Ricoeur. Literatur zu diesem Beitrag siehe unter: (Internetadresse wird noch ergänzt)

# Baustoffe und Salz

Daniela Freyer

Mit der Chemie von Salzen befasst sich seit einigen Jahren die Arbeitsgruppe von Prof. W. Voigt am Institut für Anorganische Chemie. Zahlreiche Forschungsprojekte werden anwendungsbezogen in Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft (in Hinblick auf die verschiedensten Problematiken) bearbeitet. Ob es um neue Verfahren zur Herstellung von Grundchemikalien in Salzschnmelzen, Wärmespeichermaterialien, Schmelzsalze für die Metallurgie, die Konfektionierung von Gipsbaustoffen, um Prozessschritte des Ätzens von Silicium-Wafern oder die Gewinnung von Li-Salzen für zukünftige Batterietechnologien geht – hinter diesen Forschungsarbeiten verbergen sich sehr komplexe und in keinem Lehrbuch zu findende Reaktionen von Salzen bzw. Salzmischungen unterschiedlichster Systeme bei auch unterschiedlichen Temperaturen. Oftmals werden dabei neue Verbindungen von Salzen oder Verfahrensschritte und Reaktionsmechanismen gefunden und somit der Kenntnisstand auf dem Gebiet der Salzchemie ständig erweitert, was zu neuen Fragestellungen und auch Anwendungen führt.

Seit 2002 wird intensiv ein Forschungsthema bearbeitet, welches sich mit der Entwicklung eines Grundkonzeptes

für langzeitstabile Streckendämme im leichtlöslichen Salzgestein (Carnallit) für Untertagedeponien-/versatz, kurz: CARLA genannt, befasst. Der Hintergrund für dieses Forschungsprojekt, finanziert von der Grube Teutschenthal Sicherungs-GmbH & Co. KG (GTS) und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), ist die Sicherung stillgelegter bzw. noch in Betrieb befindlicher Kalisalzbergwerke. Durch die Salzgewinnung entstanden in den letzten 100 Jahren untertägige Hohlräume in der Größenordnung von mehreren 100 Millionen Kubikmetern, die zum Teil mit Lösung gefüllt oder bisher luftgefüllt erhalten sind. Besonders für die luftgefüllten Grubenfelder sind Sicherungsmaßnahmen notwendig. Im Fall des Versuchsstandorts der ehemaligen Kalisalzgrube Teutschenthal handelt es sich um ein Grubengebäude mit einer Länge von ca. 9 km sowie max. 1,75 km Breite und befindet sich in 600 bis 900 m Tiefe etwa 2 km westlich der Großstadt Halle/Saale. In 75 Jahren intensiven Kalisalzabbaus wurden dort 36 Mill. t Salz gefördert und damit offenstehender Hohlraum von etwa 12 Mio. m<sup>3</sup> geschaffen. Seit der Stilllegung 1982 wurden die Grundfunktionen des Betriebes aufrechterhalten, da eine Wiederverfüllung zur Sicherheit für die Region und Bevölkerung

als unabdingbar gilt. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Kalisalzgesteins, wie z. B. Sprödebruch- und Entfestigungsverhalten, muss der Hohlraum versetzt werden. So wurde die Grube Teutschenthal bereits dreimal durch Gebirgsschläge getroffen. Dabei wurde stets ein ganzes Abbaufeld von bis zu 2,5 km<sup>2</sup> Ausdehnung innerhalb von Sekunden völlig zerstört. Es kam zu schlagartigen Deckgebirgsabsenkungen von ca. 0,5 m. In der näheren und mittleren Umgebung entstanden erhebliche Gebäude- und Sachschäden. Seit 1995 wird durch die Grube Teutschenthal Sicherungs-GmbH & Co. KG der noch vorhandene Hohlraum versetzt – es entsteht dort seither eines der modernsten Versatzbergwerke für verwertbare Abfälle in Europa. Die Verhinderung eines weiteren Gebirgsschlages ist nun die Aufgabe der Zukunft. Um gefahrlos den Bergwerksversatz durchführen zu können, müssen die Verbindungsstrecken zu den mit Salzlösung erfüllten Grubenfeldern in Salzmünde und Angersdorf durch geotechnischen Absperrbauwerke verschlossen werden. Gleichzeitig kann dann von den eingelagerten Abfällen keine Gefahr für oberirdische Einrichtungen mehr ausgehen. Beachtet werden muss bei der Errichtung der Dammbauwerke, dass keine wässrige Lösung (Salzlösungen) in den abgesperrten Bereich eindringen darf. Die Absperrbauwerke müssen eine vollständige Dichtwirkung erfüllen und das möglichst die nächsten 20 000

Jahre. Das leichtlösliche Kalisalzgestein, der dort vorliegende Carnallit besteht aus Carnallit ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ), Steinsalz ( $\text{NaCl}$ ), Kieserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) und Tachhydrit ( $2 \text{MgCl}_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ ), was eine besonders sensible „Salzmischung“ hinsichtlich der chemischen Beständigkeit darstellt. Die Besonderheit ist hier die Koexistenz von Kieserit und Tachhydrit. Beide Salze sind zum Teil innig verwachsen vorzufinden, stehen jedoch nicht miteinander im chemischen Gleichgewicht. Die geringsten Veränderungen der Umgebungsbedingungen führen zu einer Zersetzungsreaktion. So müssen bereits bei der Errichtung von Absperrbauwerken die Druck- und Temperaturverhältnisse unter Tage sensibel beachtet werden. All diese Besonderheiten spielen bei der Suche nach einem richtigen Dammbaumaterial eine maßgebende Rolle, der Dammbau darf nicht zur Schädigung des Salzgebirges führen. In ganz Deutschland arbeiten Fachleute an der Entwicklung von geeigneten Baustoffen ebenso wie an der rechnerischen Sicherheitsanalyse von

Untertagedeponien oder an Problemen der vertikalen Verfüllung von Schächten. Nicht allein die Errichtung des Dammkörpers ist das Problem, vielmehr muss auch verhindert werden, dass gefährliche Stoffe an den Dammrändern ein- und ausdringen. Das Salzgebirge muss sozusagen das Bauwerk „annehmen“. Die Wechselwirkungen zwischen Salz und Baustoff müssen dahingehend optimiert werden. All diese speziellen, komplexen Fragestellungen werden im Rahmen des Forschungsprojektes CARLA von einem Team aus Chemikern, Bergleuten, Verfahrenstechnikern und Geomechanikern (sechs Institutionen und Firmen) bearbeitet. Von der Arbeitsgruppe Salzchemie wurde ein „Damm-Vorbaulement“ aus bestimmten, graduell eingestellten Salzkomponenten entwickelt, um einen abdichtenden Effekt durch Sekundärkristallisation im Damm-Vorbereich bei einem möglichen Zutritt von Salzlösungen zu bewirken. Dabei erfolgt gleichzeitig eine Wandlung der Lösungszusammensetzung dahingehend, dass das Salzgebirge wie auch das Dammmaterial von der anstehenden Lösung nicht mehr angegriffen werden können – die Lösung bleibt quasi vor dem Damm stehen. Die Entwicklung dieses in-situ Kristallisationsverfahrens wurde mit Beginn des Forschungsprojektes zunächst im Labor betrieben. Sie wurde dann Untertage erfolgreich getestet und das Wirkungsprinzip nachgewiesen.



Abb. 1: Versatz von Hohlraum in der Kalisalzgrube Teuschenthal



Abb. 2: Untertägige Entwicklungsarbeiten zum MgO-Dammbau im Kalisalz (Carnallit) der Grube Teuschenthal im Rahmen des Projektes „CARLA“

Derzeit wird intensiv an der Rezeptentwicklung des Dammbaumaterials selbst geforscht. Da im Salzgebirge kein üblicher Beton, wie er für überirdische Bauten eingesetzt wird, verwendet werden kann (dieser korrodiert in Gegenwart von Salzen und deren Lösungen), kommt hier ein spezieller Beton zum Einsatz. Dabei handelt es sich um einen Baustoff auf der Basis von Magnesiumoxid ( $\text{MgO}$ ). Die Bindemittelphasen bilden basische Magnesiumsalzhydrate, welche beim Abbinden von  $\text{MgO}$  in konzentrierter  $\text{MgCl}_2$ -Lösung entstehen. Dieses Material findet seit ca. 100 Jahren Anwendung als Dammbaumaterial, da speziell im Kalibergbau der  $\text{MgO}$ -Baustoff als stabil gilt. Mit der gegenwärtigen Errichtung und Sicherung von Deponien im Salzgestein sind an den Baustoff jedoch neue Anforderungen hinsichtlich der Verarbeitbarkeit gestellt. Die Anwendung moderner Betontechnologien wie beim klassischen Beton stellt für die Rezeptentwicklung beim  $\text{MgO}$ -Beton noch eine Herausforderung dar. Da-



Abb. 3:  $\text{MgO}$ -Beton, hergestellt aus  $\text{MgO}$  und konzentrierter  $\text{MgCl}_2$ -Lösung mit silikatischem Zuschlagstoff zum Einsatz als Dammbaumaterial im Kalisalz (optisch nicht vom normalen Beton zu unterscheiden)

mit im Zusammenhang steht z. B. die Beherrschung des Temperaturanstiegs beim Abbinden. Es können Temperaturen über  $100^\circ\text{C}$  entstehen, was zur Schädigung des Salzgebirges führt. Hinsichtlich der Langzeitstabilität werden derzeit Kenntnisse zur Phasenbildung und -stabilität unter verschiedenen Randbedingungen,



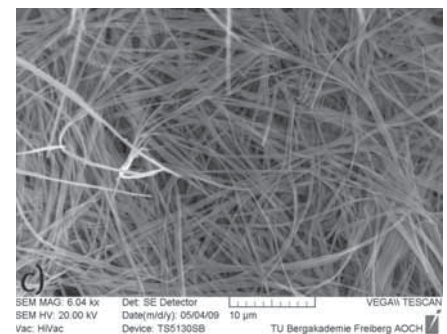
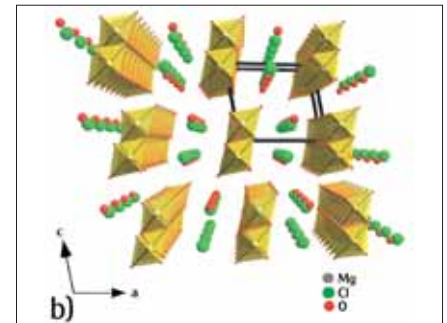
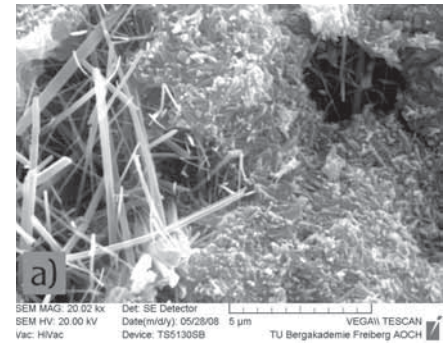
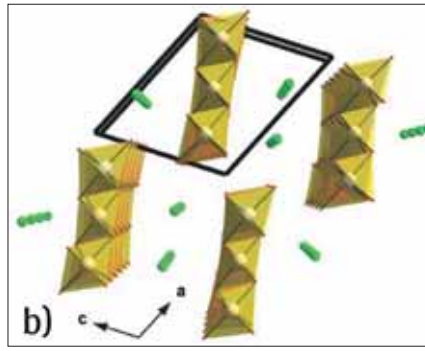
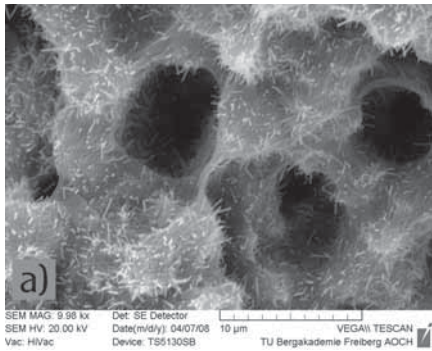


Abb. 4: Bindemittelphase  $5 \text{ Mg(OH)}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$  (5-1-8) des MgO-Baustoffs a) REM-Bild der fein verfilzten Kristallite im Baustoffprobekörper; b) Aufbau der Kristallstruktur

wie Temperaturstabilität, MgO-Qualität, Zuschlagstoffe und Anmachverhältnisse erarbeitet. Dazu werden die temperaturabhängigen Bildungsbedingungen und Stabilitätsbereiche der Magnesiumsalzhydrate im System  $\text{MgO-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  untersucht. Dabei wurde bereits festgestellt, dass sich die Bindemittelphase der Zusammensetzung  $5 \text{ Mg(OH)}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$  (5-1-8 Phase) grundsätzlich im Anfangsstadium, mit dem Erhärten des Baustoffes bildet (Abb. 4). Diese Phase stellt jedoch keine Gleichgewichtsphase im System dar. Die Rezeptur muss so verändert werden, dass die Bildung der chemisch langzeitstabilen Phase:  $3 \text{ Mg(OH)}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$  (3-1-8 Phase) erfolgt (Abb. 5). Eine Unterscheidung ist im Rasterelektronenmikroskop für die beiden Phasen kaum möglich, da beide nadelförmige Kristallite ausbilden, durch deren Verfilzung ein hochfestes Baumaterial entsteht. Welche Phase letztendlich vorliegt, wird durch röntgenographische Untersuchungen festgestellt, was aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus

der Kristallstrukturen beider Salze (Abb. 4b und 5b) möglich ist. An die Art der Phasenbildung sind aber auch die Verarbeitbarkeit, das Erstarrungsverhalten und die Endfestigkeit des Baustoffs geknüpft. Mittlerweile kann die Bildung dieser 3-1-8 Phase erzielt werden, jedoch muss an der bautechnologischen Verarbeitbarkeit der Rezeptur noch gearbeitet werden. Für die zukünftige Anwendung gilt es besonders noch das Problem zu lösen, warum die zwar chemisch langzeitstabile 3-1-8 Bindemittelphase nach Abschluss des Abbindevorgangs in Gegenwart einer Gleichgewichts-Salzlösung nicht auch ihre mechanische Stabilität bewahrt. Erste Hinweise deuten auf Veränderungen der Kristallinität bei Lösungszutritt hin (Vergleich der Kristallausbildung in Abb. 5a und 5c). An der Klärung dieses und noch vieler anderer Probleme wird bis zum Sommer 2010 in der Arbeitsgruppe Salzchemie gearbeitet – dann sollen die Forschungsarbeiten innerhalb dieses Projekts zielführend abgeschlossen sein.

Abb. 5: Chemisch langzeitstabile Bindemittelphase  $3 \text{ Mg(OH)}_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$  (3-1-8) des MgO-Baustoffs für Anwendung im Kalisalz: a) REM-Bild der Kristallite nach dem Abbinden (neue Rezeptur); b) Aufbau der Kristallstruktur; c) REM-Bild der Kristallite in Gegenwart von Gleichgewichts-Salzlösung

## Analytik zur Aufklärung von Schusswaffen-Verbrechen

Matthias Otto

Bei der Aufklärung von Schusswaffen-Verbrechen kann man sich nicht allein auf Zeugenaussagen verlassen, sondern muss versuchen, weitere Informationen aus der Rekonstruktion des Tathergangs sowie aus Untersuchungen der Waffen und Munitionen zu gewinnen. Chemische Analysen sind daher in letzter Zeit in der Forensik immer wichtiger und vor Gericht für eine wissenschaftliche Herangehensweise bei kriminaltechnischen Untersuchungen essentiell geworden.

Schwerpunkte gegenwärtiger Forschungen in der forensischen Analytik

stellen Entwicklungen neuer Analyseverfahren für die Beurteilung eines Sachverhaltes und die Objektivierung von Bewertungen dar. So verwundert es sicher jeden Liebhaber von Krimis, dass es noch keine Routinemethode für die Bestimmung des Schussabgabe-Zeitpunktes gibt, d.h. jenes Zeitpunktes, an dem eine Waffe das letzte Mal benutzt wurde. Bisher riecht der Kriminaltechniker dazu an der Waffe und macht dann vage Aussagen wie vor „drei Stunden“ oder „drei Tagen“, was nicht gerade einem hohen wissenschaftlichen Anspruch genügt.

Beschränken wir unsere Betrachtungen hier auf die beim Schuss verwendete Patrone. Sie besteht aus dem Geschoss, der Hülse, dem Treibladungspulver, dem Anzündsatz und einem Anzündhütchen (Abb. 1). Eine verschossene Patrone hinterlässt am Tatort über den gesamten Raum hinweg fein verteilten Staub vom Anzünd- und Treibladungspulver. Diesen auch als Schmauch bezeichneten Staub kann man auf anorganische und organische Verbindungen hin analysieren. Desweiteren findet man am Tatort etwa das Geschoss, das je nach der Art der ver-



Abb. 1: Aufbau einer Patrone für Pistole

wendeten Waffe mechanisch verursachte Spuren aufweisen sollte. Auch die Patrone könnte noch Reste an Spuren zum Beispiel vom Treibladungspulver enthalten, die bei langsamem Entweichen vielleicht zur Bestimmung des Schussabgabezeitpunktes genutzt werden könnten. Im Folgenden sollen die chemische Analyse von Treibladungspulver und Anzündsatz zur Aufklärung von Schusswaffen-Verbrechen näher betrachtet werden.

### Schmauchspurenanalyse

Bei der Schmauchspurenanalyse werden in erster Linie die Schussrückstände des Anzündsatzes untersucht. Typischerweise ist dieses Pulver aus Verbindungen der Elemente Blei, Barium und Antimon zusammengesetzt. Der Anzündsatz Sinoxid™ enthält zum Beispiel als Explosivstoff Bleistyphnat, als Oxidationsmittel Bariumnitrat/Bleiodioxid und als Reduktionsmittel Antimontrisulfid/Calciumsulfid. Das Anzündpulver wird beim Schuss über einen Schmelzprozess in fein verteilte Partikel von Schmauch überführt, in denen sich die Elemente Blei, Barium und Antimon analysieren lassen. Da die Größe der Partikel im Mikrometerbereich liegt, analysiert man unmittelbar die Feststoffe mit Hilfe der Elektronenstrahlmikroanalyse, ausgestattet mit einem energiedispersiven Röntgenspektrometer (Abb. 2).

Abb. 3 zeigt das Ergebnis der röntgenspektrometrischen Analyse eines Schmauchpartikels, das als Hauptbestandteile Blei, Barium und Antimon enthielt. Seltener Elemente wie Gadolinium findet man, wenn aus einer Polizeiwaffe geschossen wurde, da dieses Element der bei der Polizei verwendeten Munition als Marker zugesetzt wird. Eine Herausforderung bei diesen Analysen ist es, Schmauchpartikel von Umwelteilchen zu unterscheiden. Dies mag einfach sein,



Abb. 2: Frau Dr. Sylvia Steffen analysiert am Rasterelektronenmikroskop im BKA Wiesbaden Schmauchspuren von Probeschüssen, Foto: BKA Wiesbaden

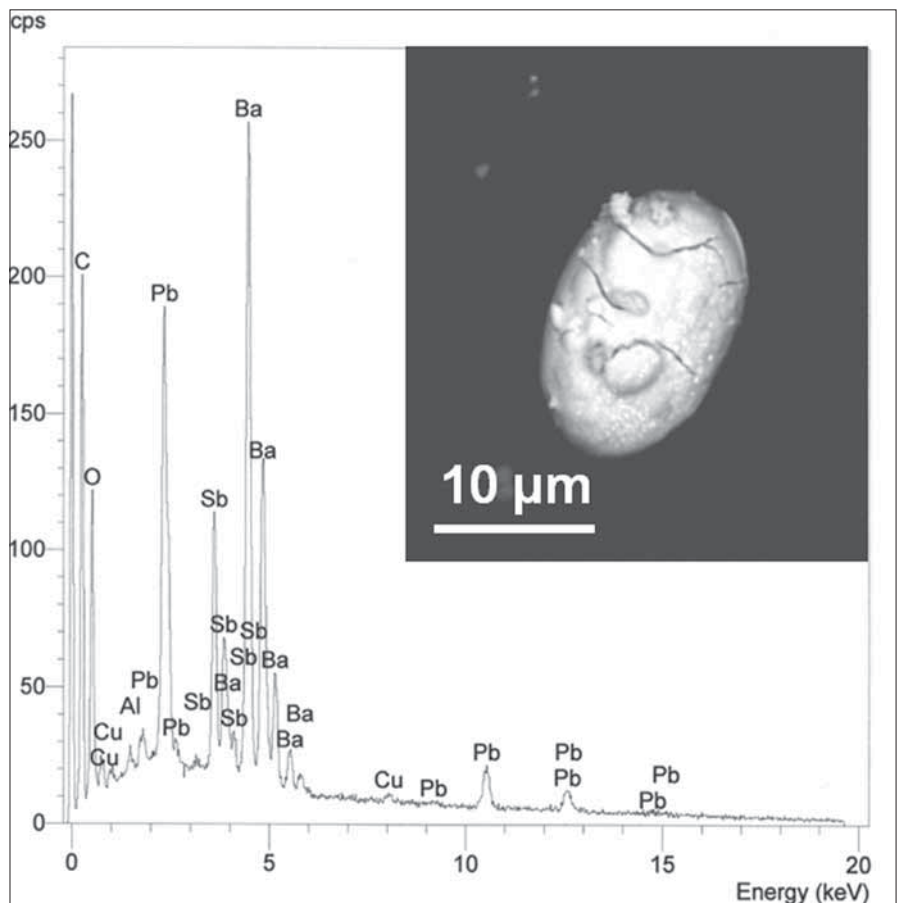


Abb. 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme und Röntgenemissionsspektrum eines Schmauchpartikels.

wenn ein Verbrechen auf einer Baustelle verübt wurde, an der man Betonpartikel im Sinne von Umwelteilchen erwarten würde. Der Abrieb von metallhaltigen Bremsbelägen kann dagegen nicht so einfach von Schmauchteilchen unterschieden werden.

Aus der Zusammensetzung dieser Schmauchpartikel lässt sich prinzipiell die

verwendete Munitionssorte zuordnen. Da weltweit ständig neue Munitionssorten mit anderen Eigenschaften und demnach auch anderen Inhaltsstoffen auf den Markt kommen, nimmt die Vielfalt der Munitionssorten kontinuierlich zu und erschwert so die Arbeit der Kriminaltechniker. Eine Besonderheit bei dieser Entwicklung ist die Verwendung Blei freier



Abb. 4. Versuchsaufbau der Schussversuche. Einspannvorrichtung mit Waffe Star 30M „Schmouch-Fänger“, Foto: BKA Wiesbaden

Munition. Damit soll die Kontaminationsgefahr der Polizisten bei ihren regelmäßigen Schießübungen minimiert werden. Lokal werden auch sehr unterschiedliche Munitionssorten verwendet, d.h. in Europa hergestellte europäische Munition wird selten in Amerika verwendet. Kriminelle Delikte in den USA werden typischerweise mit südamerikanischer Munition verübt.

Um die Übersicht über die mannigfaltigen Munitionssorten zu bewahren und eindeutige Zuordnungen von Schmouchspuren zu Munitionssorten zu garantieren, sind am Institut für Analytische Chemie der TU Bergakademie Freiberg gemeinsam mit dem Bundeskriminalamt in Wiesbaden im Rahmen eines EU-Projektes Waffen systematisch mit den häufigsten Munitionssorten beschossen, die Schmouchspuren analysiert und die Ergebnisse in einer Datenbank zusammengeführt worden [1]. Um äußere Bedingungen dabei konstant zu halten, wird die Waffe zum Beschießen eingespannt und der Schmouch an vier Positionen auf einer Klebefolie gesammelt (Abb. 4).

Zur Zuordnung von Schmouchpartikeln erstellt man für die Tausenden von Schmouchpartikeln geeignete Klassifizierungsmodelle. Dabei hat sich gezeigt, dass die Schmouchpartikel besser an Hand der originalen Röntgenspektren charakterisiert werden als wenn die Auswertung bis zur Elementanalyse ausgeführt wird. Fehler, die etwa aus unterschiedlichen Kalibrierverfahren verschiedener Spektrometer herrühren könnten, werden auf diese Weise vermieden. Als Klassifizierungsmodelle sind leistungsfähige multivariate Methoden auf der Grundlage der regularisierten Diskriminanzanalyse oder dem diskriminierenden Partial Least Squares-Verfahren (DA-PLS) geeignet. Auf der Grundlage dieser Verfahren ist es erstmalig möglich, die bisher nur subjektiv auf der Basis von Erfahrungswissen der Kriminaltechniker vorgenommenen Zuordnungen von Schmouchpartikeln zu objektivieren. Des

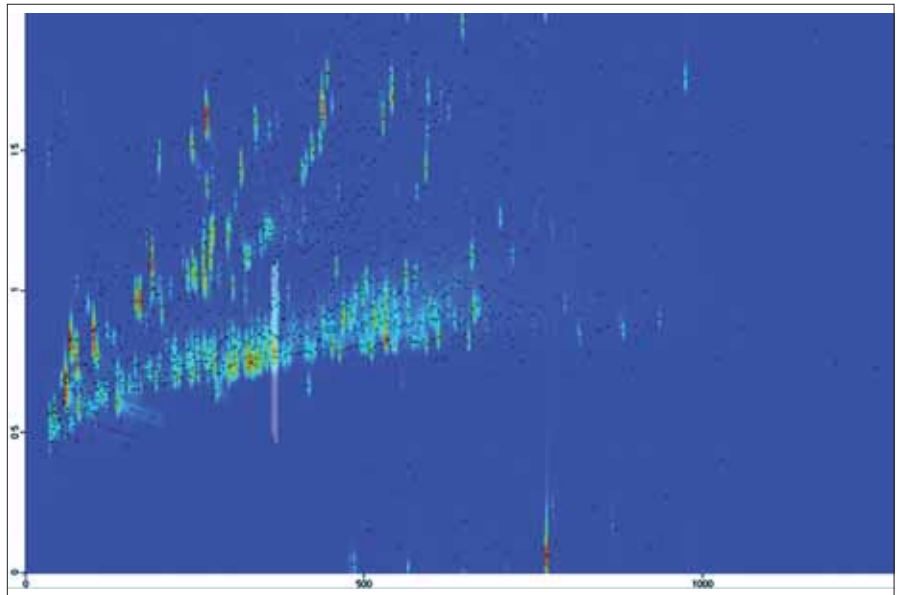


Abb. 5: 2D-Gaschromatogramm für flüchtige organische Verbindungen aus einer Patronenhülse.

weiteren wurde ein Software-Tool entwickelt, um die in einer Schmouch-Datenbank gespeicherten Informationen durch die ca. 50 kriminaltechnischen Institutionen in Europa nutzbar zu machen.

### Bestimmung des Schussabgabe-Zeitpunktes

Die Verbrennung und Pyrolyse der Treibladung der Patrone setzt bei einem Schuss organische Verbindungen frei. Früher als Schießpulver bezeichnet, besteht diese Treibladung nicht mehr aus Schwarzpulver (Kaliumnitrat, Holzkohle und Schwefel), sondern enthält eher rauschwache Cellulosenitrate. Die beim Schuss entstehenden organischen Verbindungen haften an der Oberfläche der Patronenhülse bzw. des Waffenlaufes und entweichen je nach ihrem Dampfdruck unter gegebenen Bedingungen unterschiedlich schnell. Zur Ermittlung des Schussabgabe-Zeitpunktes muss die Konzentration der entweichenden Verbindungen in Abhängigkeit von der Zeit verfolgt werden, um aus dieser Konzentrations-Zeit-Abhängigkeit auf den Zeitpunkt Null extrapolieren zu können. Zur Probenahme eignet sich die Adsorption der gasförmigen Verbindungen an einer Mikrofaser (Festphasenmikroextraktion) und Desorption in einem Dampfraum mit anschließender gaschromatographischer Analyse [3]. Leider hat diese Methodik noch nicht zu einer Routinemethode zur Bestimmung des Schuss-Abgabezeitpunktes geführt. Ein wesentlicher Grund dafür ist die Vielzahl von Verbindungen, die mit konventioneller Gaschromatographie nicht vollständig getrennt bzw. auf

Grund zu niedriger Konzentrationen nicht nachgewiesen werden kann. Am besten funktioniert noch ein spezieller Detektor, der auf Nitrosoverbindungen anspricht und zumindest ein Summensignal für die entweichenden Verbindungen liefert. Um jedoch flüchtige Einzelverbindungen über Tage hinweg nachweisen zu können benötigt man neuere Hochleistungsanalytischenmethoden wie die zweidimensionale Gaschromatographie in Kopplung mit der Flugzeit-Massenspektrometrie. Abb. 5 zeigt ein zweidimensionales Gaschromatogramm für flüchtige Verbindungen aus einer Patronenhülse. Obwohl diese Analyse erst mehrere Tage nach dem Schuss aufgenommen wurde, lassen sich noch Dutzende von Komponenten nachweisen, d.h. jeder Fleck repräsentiert mindestens eine organische Verbindung. Die Auswahl geeigneter Verbindungsmuster für deren zeitliche Verfolgung über Tage oder Wochen ist gegenwärtig ein vom Bundeskriminalamt finanziertes Projekt an der TU Bergakademie Freiberg, das zu einer routinemäßig einsetzbaren Analysenmethode für die sichere Bestimmung des Schussabgabe-Zeitpunktes führen soll.

#### Literatur

- 1 Sylvania Steffen, Diss., TU Bergakademie Freiberg, 2007
- 2 S. Steffen, M. Otto, L. Niewoehner, M. Barth, Z. Brozek-Mucha, J. Biegstraaten, R. Horváth: Chemometric classification of gunshot residues based on energy dispersive X-ray microanalysis and inductively coupled plasma analysis with mass-spectrometric detection, *Spectrochimica Acta B* 62 (2007) 1028–1036
- 3 Andrasko et al., *Journal of Forensic Science* 44 (1999) 487

# Animation digitaler Menschmodelle in Virtueller Realität mit dem „Action Capture“-Verfahren

Bernhard Jung

**Zusammenfassung:** In der Arbeitsgruppe „Virtuelle Realität und Multimedia“ des Instituts für Informatik wurde im Rahmen des DFG-geförderten Projekts „Virtual Workers“ eine neuartige Animationsmethode für virtuelle Menschmodelle entwickelt. In Erweiterung des etablierten Motion Capture Verfahrens werden dabei nicht nur die Bewegungen eines Akteurs aufgezeichnet, sondern – durch Einbezug von Techniken der Virtuellen Realität (VR) – vielmehr auch dessen Interaktionen mit den Objekten einer virtuellen Umgebung. Ein Vorteil dieses als „Action Capture“ bezeichneten Verfahrens ist, dass aufgenommene Interaktionssequenzen unmittelbar zur Animation virtueller Menschmodelle unterschiedlicher Größen verwendet werden können. Anwendungspotential des Verfahrens besteht im virtuellen Prototyping, indem z.B. sehr schnell Animationen von Bedienungsprozeduren als Teil von Ergonomieuntersuchungen erzeugt werden können.

## 1. Motivation: Ergonomieüberprüfung virtueller Prototypen

Bedingt durch zunehmenden Druck zur Verkürzung von Entwicklungszyklen bei gleichzeitig steigender Variantenvielfalt der Produktpalette z.B. im Automobilbau stoßen konventionelle Testverfahren in der-Produktentwicklung zunehmend an Grenzen. So sind herkömmliche Methoden der Qualitätssicherung, die auf dem

Einsatz physikalischer Prototypen zur Überprüfung von geplanten Konstruktionen beruhen, schon durch den Zeitaufwand zur Herstellung der Prototypen nur eingeschränkt sinnvoll. Hier bietet sich der Einsatz von Techniken der virtuellen Realität (VR) an, wo computergestützte Produktmodelle, sog. virtuelle Prototypen, umfassend auf verschiedene Eigenschaften wie z. B. Funktion, Design oder Assemblierbarkeit überprüft werden. Forschungsarbeiten am Institut für Informatik zielen auf die verbesserte Überprüfbarkeit ergonomischer Aspekte der Prototypen, also deren einfachen Bedienbarkeit. Dabei kommen dreidimensionale virtuelle Menschmodelle zum Einsatz, welche die Durchführung verschiedener Bedienungsprozeduren am virtuellen Prototypen simulieren. Im DFG-Projekt „Virtual Workers“ wurde dazu ein neues Verfahren zur vereinfachten Programmierung von Animationen virtueller Menschen entwickelt: Anstatt der umständlichen Spezifikation von Animationen an üblichen PCs werden mit der sog. „Action Capture“-Methode die jeweiligen Bedienvorgänge zunächst von einem Menschen interaktiv in VR vorgemacht und anschließend auf virtuelle Menschen unterschiedlicher Statur übertragen.

## 2. Von „Motion Capture“ zu „Action Capture“

Wissenschaftliches Kernziel des Projekts Virtual Workers ist die Entwicklung einer



Abbildung 2: Motion Capture ermöglicht die Animation virtueller Menschmodelle durch direkte Übertragung der aufgezeichneten Bewegungen. Zur Animation von Interaktionen mit Umgebungsobjekten genügt ein reines Motion Capture jedoch nicht, da die aufgenommenen Bewegungsabläufe auf die virtuellen Menschmodelle entsprechend ihrer jeweiligen Größe angepasst werden müssen. Das neu entwickelte Action Capture Verfahren leistet derartige Anpassungen an neue Zielsituationen.

neuartigen Animationsmethode, mittels welcher die Aktionen eines VR-Benutzers in der virtuellen Umgebung auf digitale Menschmodelle übertragen werden. Dazu wird das Motion Capture-Verfahren der Computeranimation erweitert, indem nicht nur die bloßen Bewegungen eines Akteurs aufgezeichnet werden, sondern auch dessen Interaktionen mit den Objekten einer virtuellen Umgebung. In Anlehnung an Arbib's Formel  $action = movement + goal$ , d.h. Handlungen sind zielgerichtete Bewegungen (Arbib, 2002), wurde für dieses Animationsverfahren der Begriff „Action Capture“ eingeführt (Jung et al., 2006).

Das Action Capture Verfahren stellt eine VR-basierte Variante des sog. Imitationslernens dar, welches in verschiedenen anderen Forschungsdisziplinen seit längerer



Abbildung 1: Animationsgenerierung mit dem Action Capture Verfahren. Links: Die Bedienung eines virtuellen Prototyps wird in virtueller Realität durchgespielt. Rechts: Die Bedienungssequenz wird von einem virtuellen Menschmodell reproduziert.



Abbildung 3: Ausschnitt verschiedener Griff-Typen nach der Schlesinger Taxonomie

Zeit untersucht wird. In der Künstlichen Intelligenz und Robotik wird Imitationslernen unter dem Begriff „Programming by Demonstration (PbD)“ bearbeitet. Beim PbD erfolgt die Roboterprogrammierung einfach dadurch, dass die Roboter Handlungen nachmachen, die zuvor von einem Menschen vorgemacht wurden. Action Capture wendet ganz ähnliche Techniken wie beim PbD erstmals auf die VR-basierte Animation virtueller Menschen an. Befunde aus der Entwicklungspsychologie und den Neurowissenschaften belegen zudem, dass Imitation beim Menschen ab einer bestimmten Entwicklungsphase die Ebene zielorientierter Handlungen anstatt bloßer Bewegungen betrifft. In etwas vereinfachender Analogie könnte man sagen, dass mit dem bisherigen Motion Capture virtuellen Menschen die Imitation von Bewegungen ermöglicht wird, während Action Capture eine Weiterentwicklung zur Imitation zielgerichteter Handlungen darstellt.

### 3. Von der Benutzer-Interaktion in VR zur Handlungsrepräsentation

Der erste Schritt des Action Capture Verfahrens besteht darin, die Interaktionen eines VR-Benutzers mit den virtuellen

Objekten auszuwerten und dabei aufgenommene Bewegungsdaten zu einer abstrakten Handlungsrepräsentation zu generalisieren. Bei der Analyse der kontinuierlichen Interaktion des Benutzers mit der virtuellen Umgebung muss eine Segmentierung in relevante Ereignisse stattfinden. Dazu wurden Detektionsverfahren für die folgenden Ereignisse geschaffen: Ergreifen eines Objekts (inklusive Griff-Typ), Bewegen und Loslassen eines Objekts; diese Ereignisse werden zunächst auf eine spezielle Datenstruktur abgebildet (Weber et al. 2006) und anschließend in abstrakte Handlungsrepräsentationen oder ‚Pläne‘ konvertiert (Jung et al. 2006).

Die per Datenhandschuh in VR durchgeführten Objektmanipulationen werden mittels quelloffener Data Mining Software bezüglich ihrer Greifart klassifiziert. In einer umfangreichen Evaluation wurde dazu eine Datenbank mit über 1400 Datensätzen empirisch durchgeführter Griffe gemäß der Schlesinger-Taxonomie erstellt (Schlesinger, 1919), auf welcher über 25 Klassifikationsverfahren unter anderem im Hinblick auf Erkennungsrate und Laufzeit verglichen wurden. Die Ergebnisse identifizieren die erreichbaren Klassifikationsleistungen in verschiedenen Szenarien, z. B. unbekannter oder bekannter

Benutzerkreis mit ca. 80 % bzw. >98 % Erkennungsrate. Diese Erkennungsraten liegen deutlich über denen bisheriger Ansätze (Heumer et al. 2007, 2008).

### 4. Von der Handlungsrepräsentation zur Animation virtueller Menschen

Für die Animationsgenerierung wurde eine hierarchische Kontrollarchitektur zur Steuerung der virtuellen Menschmodelle entwickelt (Weber et al. 2006). Auf drei Abstraktionsebenen wird die virtuelle Figur durch Abarbeitung von Plänen, Verhaltensroutinen (Behaviors) und Motorprogrammen gesteuert.

Um die Imitation der Benutzerinteraktionen zu realisieren, werden basierend auf den Handlungsrepräsentationen, die von der Bewegungsanalyse generiert wurden, passende Pläne aus einer Plandatenbank ausgewählt und parametrisiert. Beispielsweise führen erkannte Greifbewegungen zum Aufruf des Plans grasp-object. Um es der Bewegungssynthese zu erleichtern, griffspezifische Eigenschaften der Objekte zu erkennen, wurden die geometrischen Objekte der Szene mit semantischen Informationen annotiert. Zum Beispiel kann ein Becher durch eine zylindrische Form angenähert werden. Dadurch wird es möglich, die Handform, mit der ein Objekt an bestimmten Stellen gegriffen werden kann, einfach zu bestimmen (für das Beispiel des Bechers ein zylindrischer Griff). Zur Berechnung der detaillierten Handform kommen zudem Optimierungsverfahren zum Einsatz, die u.a. Kontaktstellen mit den virtuellen Objekten berücksichtigen (Ben Amor et al. 2008).

### 5. Animation mit Timing und Stil

Die o.g. Methoden zur Umsetzung des Action Capture Verfahrens ermöglichen die Übertragung von Interaktionen des VR Benutzers auf virtuelle Menschmodelle in ihrem Effekt. Obwohl dabei biomechanische Constraints eingehalten werden, erscheinen die Bewegungen zum Teil

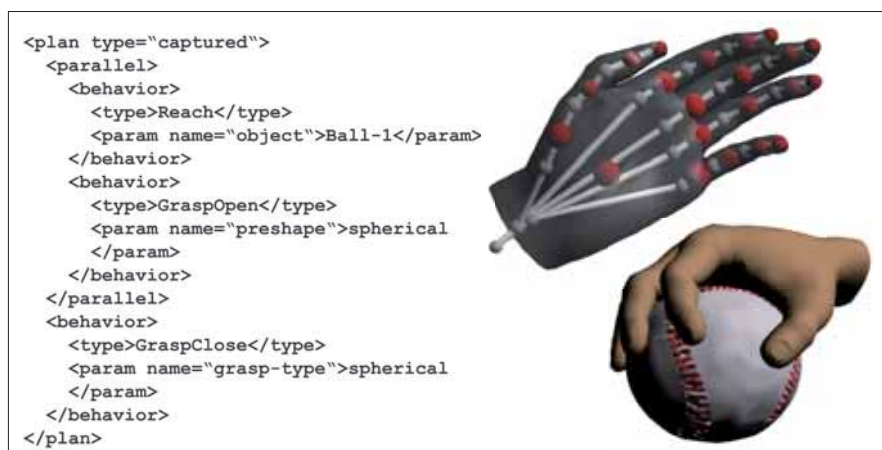


Abbildung 4: Links: Aus Benutzerinteraktion generierter Plan zum Greifen eines Balls. Rechts: Das virtuelle Handmodell ist mit kugelförmigen Kollisionssensoren ausgestattet; beim Zugreifen (Behavior Grasp-Close) werden die Finger solange geschlossen, bis eine Kollision mit dem Zielobjekt auftritt.



Abbildung 5: Aufgezeichnete Aktionssequenzen können zur Animation unterschiedlicher virtueller Menschmodelle eingesetzt werden. Auch bei Modifikationen des virtuellen Prototyps, z.B. wurde im Beispiel die Schaltkonsole versetzt, können gültige Animationen erzeugt werden.

unnatürlich und „robotisch“. Daher wird in aktuellen Arbeiten auch am Einbezug von Timing- und Stil-Informationen in das Action Capture Verfahren gearbeitet. Dazu werden auch die Trajektorien der Handbewegung aufgezeichnet und durch spezielle Transformationen für die Interaktion mit einem möglicherweise umpositionierten Zielobjekt angepasst, wobei darauf geachtet wird, dass die imitierte Trajektorie möglichst ähnlich zur ursprünglichen Bewegung ist (Ben Amor et al. 2007).

## 6. Fazit

Im Projekt Virtual Workers wurde mit dem Action Capture Verfahren eine neuartige Animationsmethode für digitale Menschmodelle entwickelt, die bisherige Motion Capture-Verfahren gezielt um die in VR gegebenen Möglichkeiten zur Interaktion mit virtuellen Objekten erweitert. Viel versprechendes Anwendungspotential für das Action Capture Verfahren besteht im virtuellen Prototyping, wo aus interaktiven Evaluationen eines VR-Benutzers eine Vielzahl von Animationen mit virtuellen Menschmodellen unterschiedlicher Statur generiert werden kann. Weitere Informationen zum Action Capture Verfahren einschließlich mehrerer Videos können auf der Web-Seite des Projekts eingesehen werden:  
<http://vr.tu-freiberg.de/actioncapture>.

# Die Bauwirtschaft als Motor von Innovation und Internationalität

Dieter Jacob, Tobias Giese

**Im Jahr 1997 wurde an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Bergakademie Freiberg der Lehrstuhl für Baubetriebslehre neu eingerichtet. Er stellt eine Besonderheit dar, da die Lehrstühle dieser Art sich sonst an ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten befinden. Der Ruf ging an Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Dieter Jacob, der vor seiner Berufung sowohl eine interdisziplinäre wissenschaftliche Ausbildung als auch eine breitgefächerte Karriere in der Industrie absolviert hat.**

Das wirtschaftswissenschaftliche Studium an der Universität Mannheim legte dem Lehrstuhlinhaber die Grundsteine für seine Positionen in der Konzernfinanzabteilung der BASF, Ludwigshafen, wo er zuletzt als Handlungsbevollmächtigter für Finanzplanung, Finanzkontrolle und Sonderfinanzierungen (insb. Immobilien- und Projektfinanzierungen) tätig war, und bei der Linotype AG, Eschborn bei Frankfurt, wo er den Aufbau und die Leitung des Bereiches Steuern und Finanzen verantwortete. Nebenberuflich hat er während dieser Zeit zum Dr.-Ing. bei Prof. Drees in Stuttgart promoviert. Seine im Hauptstudium unterbrochene Ausbildung zum Bauingenieur nahm er anschließend an der TU Berlin wieder auf und beendete diese, wie auch das Master-of-Science-Studium an der Universität von Edinburgh, Schottland, erfolgreich. Danach führte ihn sein Weg zum Baukonzern Ph. Holzmann, bei dem er als Bauingenieur in der technischen Federführung und Projektleitung eingesetzt war.

Nach dieser abwechslungs- und erfahrungsreichen Zeit in der Industrie wechselte er mit der Annahme des Rufes auf die Professur für Baubetriebslehre zur TU Bergakademie Freiberg. Seine fast 20-jährige Berufserfahrung ermöglicht es ihm den Brückenschlag zwischen Technik und kaufmännischem Denken und Handeln überzeugend zu vermitteln. Dies spiegelt sich in der Forschung und Lehre als auch bei innovativen Projekten der Fakultät wider. Aus diesen drei Bereichen soll dem Leser eine interessante Auswahl vorgestellt werden, die die Aktivitäten des Lehrstuhls der letzten anderthalb Jahre beleuchten.

## Forschungsprojekte

Durch das starke Engagement in der Forschung ist der Lehrstuhl für Baubetriebslehre in Punkto Drittmittel einer der herausragenden an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Forschung wird für und mit Unternehmen und Verbänden der Bauwirtschaft und der öffentlichen Hand durchgeführt. So wurden zum Beispiel für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), das Finanzministerium Nordrhein-Westfalen, den Hauptverband der Deutschen Bauindustrie und den Verband der Bauindustrie Niedersachsen Forschungsaufträge realisiert.

Zwei Projekte, welche über einen Zeitraum von anderthalb Jahren bis Mitte 2009 am Lehrstuhl bearbeitet wurden, stellen das Forschungsprofil in ausgezeichneter Weise dar. Beide wurden in Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen durchgeführt und durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung kofinanziert.

## Umstrukturierung von Krankenhäusern mit Hilfe von PPP

PPP (Public private partnership) oder eingedeutscht ÖPP (Öffentlich Private Partnerschaften) ist seit nun fast einem Jahrzehnt auch in Deutschland ein Schlagwort, zu dem es unterschiedliche Reaktionen gibt. Neutral gesehen ist PPP nichts Neues. Partnerschaften zwischen der öffentlichen Hand und privaten Unternehmen gibt es schon seit langem, und sie werden auch erfolgreich umgesetzt. Man denke hier zum Beispiel an die konventionelle Planung, den Bau, die Pflege und Instandhaltung von öffentlichen Gebäuden oder die generelle Erbringung von Leistungen für die öffentliche Hand. Während in der Vergangenheit diese Leistungen jedoch einzeln von der öffentlichen Hand beschafft wurden, geht der PPP-Ansatz dahin, diese im Paket aus einer Hand bereitzustellen. Die dahinterstehende Maxime ist das Lebenszyklusprinzip. Während vorher nur einzelne Leistungen kostengünstig einge-

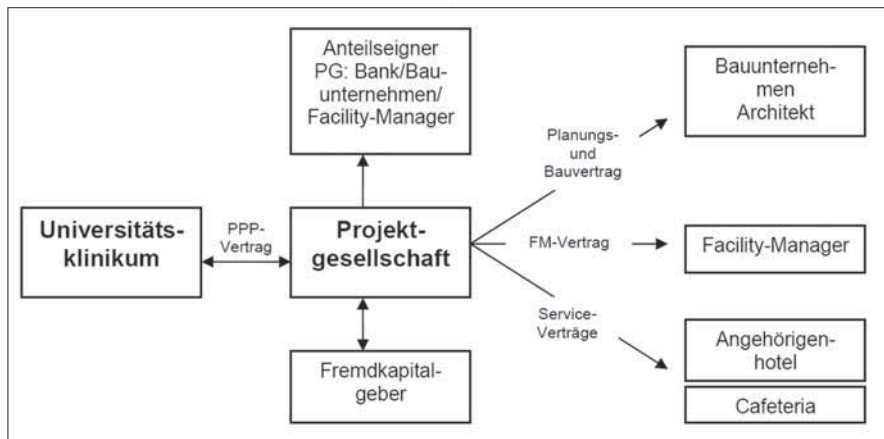


Abbildung Krankenhaus PPP in Frankreich ????????????

kauf wurden, blieb die Gesamteffizienz über den Lebenszyklus unberücksichtigt. PPP ist ein Instrument, um diesen Nachteil zu beheben, da einerseits von der Managementenerfahrung und andererseits von effizienteren Abläufen der Privaten im Vergleich zur öffentlichen Hand profitiert werden kann. Dadurch ist es dem Staat möglich, Kosten zu sparen, seine Leistungen zu verbessern und insgesamt schlanker zu werden.

Da viele Krankenhäuser in öffentlich-rechtlicher Trägerschaft sind, bot es sich vor dem Hintergrund knapper Kassen im Gesundheitssektor und der anzustrebenden bestmöglichen Versorgung der Patienten an, zu untersuchen, ob PPP auch in diesem speziellen Sektor zur Anwendung kommen kann. Dazu wurde im Herbst 2007 das Forschungsprojekt „PPP Krankenhäuser – Qualitative und quantitative Risikoverteilung und die Lösung von Schnittstellenproblemen bei der Umstrukturierung von Kliniken“ gestartet.

Durch die Reformen im Gesundheitswesen der letzten Jahre und im Zuge der Einführung der Fallpauschalen, d.h. die Behandlung bemisst sich jetzt am Krankheitsbild und nicht mehr an der Behandlungsdauer, müssen öffentliche Krankenhausträger in nahezu allen Fällen massiv in die bauliche Infrastruktur und die Optimierung der Betriebsabläufe investieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben bzw. wieder zu werden. Die lebenszyklusübergreifende Einbeziehung von privaten Partnern kann als Möglichkeit zur Sicherstellung und Verbesserung der medizinischen Infrastruktureinrichtungen verstärkt ins Auge gefasst werden. Aufgrund der mangelnden praktischen deutschen Erfahrungen in der Projektklasse PPP bei Krankenhäusern entstand ein besonderer Forschungsbedarf.

Das Ziel bestand primär in der Erfas-

sung und optimalen Verteilung der Risiken zwischen Krankenhaus und privatem Partner sowie der wirtschaftlichen Lösung von Schnittstellenproblemen bei Einsatz von PPP. Die Risiken, die bei einem Krankenhausprojekt hinsichtlich Planung, Bau, baulicher Instandhaltung und Finanzierung sowie Betrieb auftreten, mussten identifiziert und quantifiziert werden. Die bekannten Risikowerte aus der rein öffentlichen bzw. privatwirtschaftlichen Realisierung im Hochbau mussten darüber hinaus für eine partnerschaftliche Erfüllungsvariante Krankenhaus angeglichen werden. Der Focus lag hier auf der Risikolokation zwischen den beiden Parteien, für welche national im Krankenhaussektor kein Beispiel besteht.

Die Auswertung von in- und ausländischen Literaturquellen, der intensiven Recherche in Großbritannien und vor Ort in Frankreich haben wesentliche Erkenntnisse zu diesen Fragestellungen erbracht. Anhand von Musterbeispielen aus Großbritannien konnten der qualitative Risikotransfer und vor allem der quantitative Risikotransfer näher untersucht werden. In Frankreich konnten durch einen Forschungsaufenthalt bei VINCI und dem französischen Gesundheitsministerium wertvolle Erkenntnisse bei der Umsetzung von PPP im Krankenhaus in verschiedensten Bereichen gesammelt und anhand von Praxisbeispielen anschaulich beleuchtet werden. Für die Übertragbarkeit auf Deutschland wurden insbesondere die andersartigen institutionellen Rahmenbedingungen des Förderwesens und der Krankenhausfinanzierung beleuchtet. Ebenfalls wurde systematisch dem Bereich der Lebenszykluskosten, der möglichen Risiken und der Risikokosten bei PPP im Krankenhaussektor nachgegangen.

Die umfangreichen Recherchen haben dazu geführt, dass der Lehrstuhl vor-

kurzem einen Leitfaden zu PPP im Krankenhaussektor mit Unterstützung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung veröffentlichen konnte, siehe [www.ppp-bund.de](http://www.ppp-bund.de).

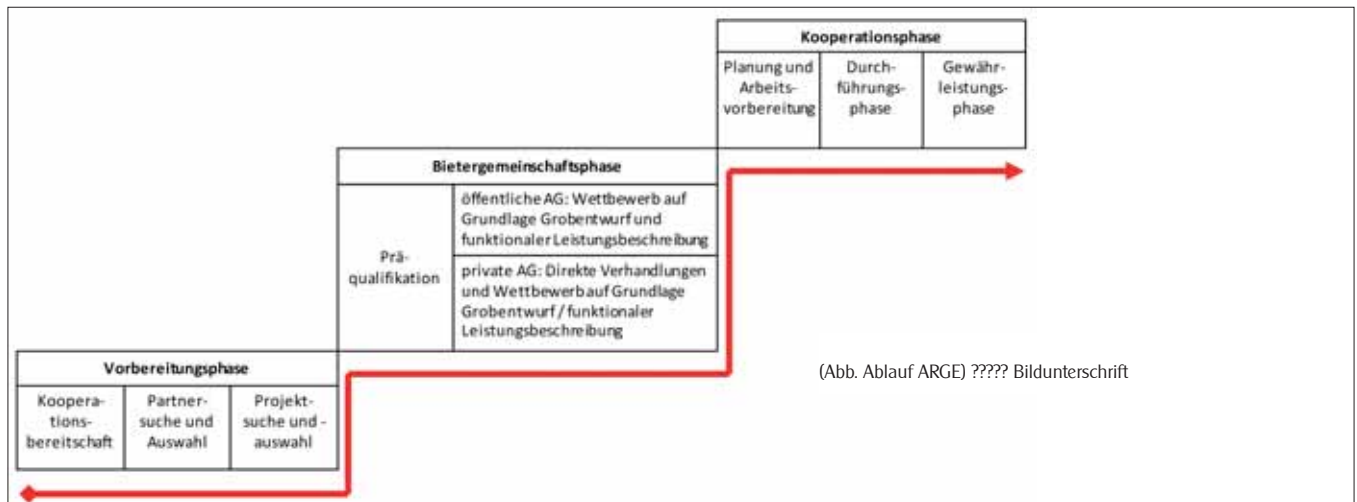
Die Ergebnisse der Recherchen belegen, dass die Umsetzung von Restrukturierungsmaßnahmen mithilfe von PPP im Krankenhaussektor bei entsprechender Projektstrukturierung sinnvoll und wirtschaftlich sein kann.

## Dach-ARGE Planung und Bau

Das zweite oben angesprochene Forschungsprojekt ist dem Bereich Gesellschaftsrecht zuzuordnen. Es wurde untersucht, ob es möglich ist einen Mustervertrag zu entwickeln, um mittelständische Architekten, Planer, Projektsteuerer und Bauunternehmen in einer Arbeitsgemeinschaft (ARGE), die als Generalübernehmer auftritt, zusammenzubringen. Die Entwicklung eines Mustervertrags bietet sich an, um eine solche ARGE rasch ins Leben zu rufen und sich nicht lange mit der Erstellung von Verträgen aufzuhalten. Mit einem solchen Mustervertrag könnte den Klein- und Mittelständischen Unternehmen (KMU) ein Instrument an die Hand gegeben werden, um sich im Wettbewerb gegen größere Unternehmen zu behaupten und neue Marktfelder zu erschließen.

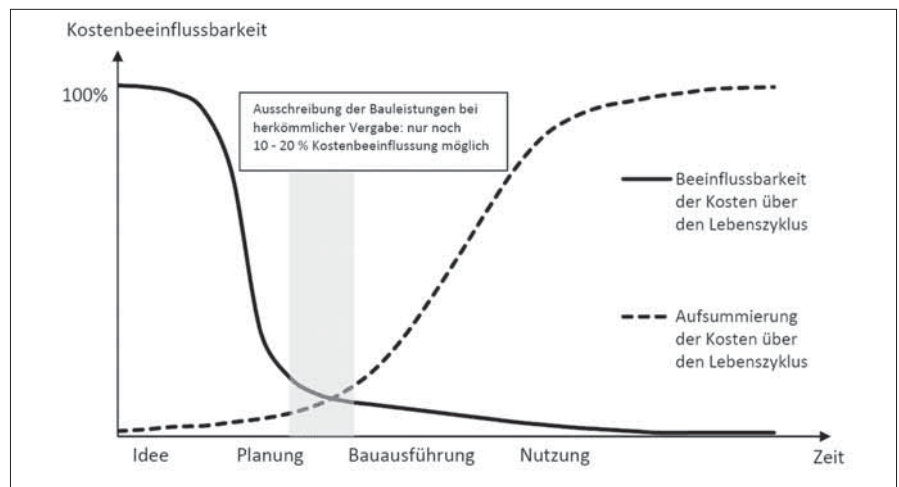
Die große Säule der deutschen Industrie sind nicht die Großunternehmen, sondern der Mittelstand. Weil in diesem Bereich überproportional mehr Leute beschäftigt sind, hat es sich die Politik zur Aufgabe gemacht diesen Sektor speziell zu fördern, um die Wettbewerbsfähigkeit und damit das Beschäftigungsniveau zu erhalten. Bauaufträge werden darum häufig in einzelne Lose aufgeteilt, um dem Mittelstand die Möglichkeit zu geben an größeren Projekten zu partizipieren. Das ist einerseits für den Mittelstand von Vorteil, aber andererseits für das Gesamtprojekt von Nachteil, da Synergien verloren gehen, wenn das Projekt in viele kleine Teile aufgesplittet wird. An diesem Punkt bietet sich die Chance für den Mittelstand sich zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammenzuschließen, um den Bauauftrag als Gesamtes zu akquirieren. Dieses Vorgehen wird einerseits der Prämisse der Mittelstandsfreundlichkeit gerecht und andererseits wird der Nachteil der Kleinteiligkeit behoben.

Es ist bekannt und mehrfach wissenschaftlich dokumentiert, dass eine



(Abb. Ablauf ARGE) ????? Bildunterschrift

möglichst frühzeitige partnerschaftliche Zusammenarbeit der Beteiligten am Bauprojekt, also Bauherr, Planer und Bauausführender, den kostenbezogenen Projekterfolg sichert, Effizienzen in der Abwicklung und im späteren Betrieb hebt, eine termingerechte Erstellung gewährleistet und die Mangelfreiheit des Bauwerks auch langfristig sicherstellt. In der Praxis wird dieses Wissen aber nicht entsprechend umgesetzt, da Planung und Ausführung in den meisten Fällen immer noch getrennt vergeben werden und eine Lebenszyklusbetrachtung nur selten vorgenommen wird. Dadurch ist das Vertragsverhältnis zwischen Bauherr und Bauausführender oftmals sehr konfliktbehaftet, da beide Seiten konträre Ziele verfolgen. Daher wären weitere Synergien zu heben, wenn die Planung und Bauausführung nicht wie herkömmlich getrennt, sondern gemeinsam partnerschaftlich vom Planer und Bauausführenden erbracht werden würde. Diese Erkenntnis spiegelt sich auch bei der Vergabe von Bauaufträgen immer mehr wider. Es wird dazu übergegangen, diese in einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit der einzelnen Beteiligten (Bauherr, Planer, Bauausführender) zu realisieren. In den USA hat diese Design-Build genannte Vergabeform schon beachtliche Marktanteile gewonnen und bis 2015 geht man von ca. 60 % Marktanteil aus. Im deutschen Baumarkt sind Partnerschaftsmodelle, besonders im Bereich der Klein- und Mittelständischen Unternehmen, noch die Ausnahme. Zurückgeführt wird dies auf eine skeptische Haltung vor allem bei Planern und Projektsteuerern, die Partnerschaftsmodelle bislang eher als bauunternehmerspezifisches Geschäftsmodell und weniger als baustrukturelles Innovationsmodell betrachten. Die Forschung auf diesem Gebiet ist schon



(Abb. Kostenbeeinflussbarkeit) Bildunterschrift???

einen Schritt weiter und bejaht die partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Planern und Ausführenden. Das bedeutet, dass es keine theoretische Erkenntnislücke sondern einen praktischen Umsetzungsbedarf gibt.

Während der Untersuchung wurden verschiedene ARGE-Typen verglichen. Eine ARGE ist eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR), die theoretisch sehr einfach und ohne großen formalen Aufwand geschlossen werden kann, schon eine gemeinsame Willensbekundung reicht dafür aus. Gemeinsames Merkmal aller ARGEN ist, dass die ARGE einen Auftrag als Ganzes vom Auftraggeber übernimmt. Unterschiedlich bei den einzelnen Ausprägungen kann die anschließende Ausführung sein. Es können z.B. die ARGE-Gesellschafter das Projekt gemeinsam ausführen oder jeder Gesellschafter ist für separate Teile des Vorhabens selber verantwortlich. Für das Forschungsprojekt hat sich als geeignetste Struktur die Dach-ARGE herausgestellt. Ihr spezifisches Merkmal ist, dass sie vom Bauherrn den Auftrag übernimmt und

eigenständige Nachunternehmeraufträge an die ARGE-Gesellschafter zur Ausführung der Leistungen Planung und Bau vergibt. Idealtypisch hat sie drei Stufen, die Vorbereitungsphase zur Anbahnung der Kooperation von Planern und Bauausführenden, die Bietergemeinschaftsphase zur gemeinsamen Abgabe des Angebots beim Bauherrn und die eigentliche Dach-ARGE-Phase zur gemeinsamen Ausführung und Gewährleistung. Während die Vorbereitungsphase noch informell ist, sollte für die sich anschließende Bietergemeinschaftsphase und zwingend für die Dach-ARGE-Phase ein Vertrag geschlossen werden, um die Absicht der Gesellschafter auch schriftlich bekundet zu haben, damit im Fall der Beauftragung durch den Bauherrn der Auftrag auch gemeinsam durchgeführt werden kann. Das Ziel, die Schaffung eines Mustervertrags für die Bietergemeinschaft und die Dach-ARGE Planung und Bau, wurde dann auch verfolgt, nachdem mit den beteiligten Verbänden in Workshops die Machbarkeit des Vorhabens bestätigt worden war.



Die aus einer Zusammenarbeit von Planer und Bauausführenden zu gewinnenden Vorteile sind vielfältig. Beide können ihr Know-how erweitern, erlangen Einblick in eine andere Unternehmenskultur, lernen vom marktkundigeren Partner neue Strategien der Marktbearbeitung kennen, können Systemkompetenz von der Planung bis zum Ende der Gewährleistung aufbauen und Kostenvorteile aus der gemeinsamen Projektbearbeitung ziehen. Asymmetrisch verteilte Informationen aus einer unzureichenden Planung zu Lasten des Bauherrn treten nicht auf, da sich Planer und Ausführer rasch und kompetent über die besten Realisierungsmöglichkeiten von Ideen austauschen können. Im Dialog mit dem Bauherrn kann brachliegendes Optimierungspotenzial der Betriebsphase vor der Ausführung erkannt und eingeplant werden. Durch eine fachkundige Überwachung durch den Planer steigt die Ausführungsqualität des Bauwerks und verringert sich die Gefahr von Gewährleistungsproblemen. Dem Bauherrn kann durch frühzeitige Planfertigstellung und Optimierung des Bauablaufs ein kostengünstiges Festpreisangebot unterbreitet werden, ohne dass die Beteiligten um ihre Gewinnmarge fürchten müssen.

Durch ein von einem externen Doktoranden durchgeführtes Pilotprojekt zur Errichtung eines Autohauses durch eine Dach-ARGE Planung und Bau konnten die aufgeführten Vorteile eindrucksvoll bestätigt werden.

Im Ergebnis des Forschungsvorhabens wurden die Idee einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Planern und Bauausführenden ausgearbeitet und zwei Musterverträge, der Bietergemeinschafts- und der Arbeitsgemeinschaftsvertrag für eine Dach-ARGE Planung und Bau, als neues, innovatives Instrument für den Baumarkt geschaffen. Damit können klein- und mittelständische Bau- und Planungsunternehmen im angestammten Marktsegment ihre Interessen besser vertreten und verteidigen, die Nachfrage der Bauherren nach Komplettlösungen besser bedienen, höhere Gewinnmöglichkeiten realisieren und die Möglichkeit nutzen, von unten in Leistungsbereiche vorzustoßen, die bisher größeren Bauunternehmen vorbehalten waren.

Zur Implementierung der Musterverträge in die Praxis konnte der Lehrstuhl ein weiteres Forschungsvorhaben im Innovationswettbewerb „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ BMWBS gewinnen. Beginnend im Herbst 2008 werden über zwei

Jahre regionale Mittelständlern aus den Sektoren Planung und Bauausführung in Form von In-house-Seminaren und Unternehmensplanspielen in der Nutzung der Musterverträge für eine Dach-ARGE Planung und Bau geschult.

### **Internationale Diplomarbeiten**

Das Besondere der Bauindustrie im Vergleich zur Stationärindustrie ist, dass die Bauprojekte immer an anderen Standorten errichtet werden. Größere Bauunternehmen sind in der Regel international aufgestellt. Studenten, die am Lehrstuhl nach Praktika oder Themen für die Diplomarbeit oder Masterarbeit nachfragen, kann durch die zahlreichen Kontakte von Prof. Jacob auch ein Thema im Ausland vermittelt werden. Zwei Studentinnen haben diese Chance für ihre Abschlussarbeiten in 2008/9 genutzt und sich den besonderen Herausforderungen in Kanada und Frankreich gestellt.

#### **Frau Paul – Edmonton/Kanada**

Eine von ihnen, Frau Paul, konnte an die Auslandsabteilung von Bilfinger Berger nach Kanada vermittelt werden. Dieses große deutsche Bauunternehmen ist zur Zeit in Edmonton, Provinz Alberta, im Rahmen eines PPP-Projekts mit der Planung, dem Bau, Betrieb und der Finanzierung der Edmonton Ring Road beteiligt. Nach Abstimmung zwischen dem Lehrstuhl und Bilfinger Berger konnte Frau Paul ihre Diplomarbeit zum Thema: „PPP in Canada – Project evaluation with a Case Study of the Edmonton Ring Road“ beginnen. Da der Zeitunterschied und die Entfernung zwischen Kanada und Deutschland sehr groß sind, konnte Prof. Jacob auf sein umfangreiches Netzwerk zurückgreifen und Prof. Heidrick von der University of Alberta gewinnen, Frau Paul vor Ort wissenschaftlich zu betreuen. Frau Paul hat in der ihr zur Verfügung stehenden Zeit eine umfangreiche Arbeit geschrieben, in der sie zunächst das PPP-Konzept, die typischen Strukturen, Risiken für den Privaten und die öffentliche Hand sowie die Vor- und Nachteile von PPP-Projekten erörtert.

Ähnlich wie andere ausgewachsene Volkswirtschaften steht Kanada vor dem Problem, die Infrastruktur zu erhalten, die meist in den 1950er bis 1970er Jahren errichtet wurde. Neue Infrastrukturprojekte werden in geringerem Ausmaß in Angriff genommen, die Erhaltung des Bestehen-

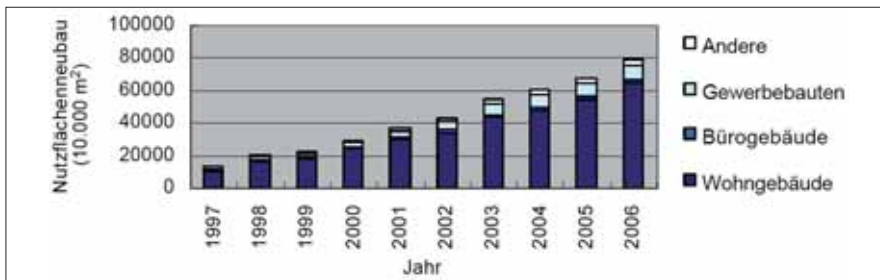
den rückt in den Vordergrund. Das ist notwendig, um dem Bevölkerungszuwachs und den damit einhergehenden steigenden Güterverkehr und Mobilitätsbedarf zu bewältigen. Insgesamt strebt Kanada eine niedrige Staatsquote an, um die zur Verfügung stehenden Gelder in Projekte zu leiten, die essentiell für die zukünftige Wirtschaftsentwicklung sind.

Wie Deutschland weist auch Kanada eine föderalistische Struktur auf. Das bedeutet, dass, ebenso wie in den deutschen Bundesländern, das PPP-Konzept nicht in allen Provinzen gut geheißen wird. Weiterhin bedeutet es auch, dass es keine einheitliche Gesetzgebung zum Thema PPP gibt. Für jedes Projekt müssen unter Berücksichtigung der regionalen Gesetzgebung der Provinz immer wieder neue Strukturen und eigenständige Vertragswerke geschaffen werden. Allerdings hat PPP in Kanada noch nicht den Stellenwert, wie in manch anderem Land, z.B. Großbritannien, da der öffentliche Sektor in Kanada, wie schon erwähnt, nicht im gleichen Maß ausgeprägt ist wie z.B. in Deutschland. Seit die Financial Management Commission 2003 empfohlen hat, neue Wege zur Realisierung und Erhaltung von Bauprojekten zu beschreiten, wurden inzwischen mehrere PPP-Verkehrsinfrastruktur- als auch Hochbauprojekte in Kanada realisiert oder sind in der Bauphase.

Ein Beispiel dafür ist der Northwest Anthony Henday Drive, ein Teilstück der Edmonton Ring Road, welcher von einem durch Bilfinger Berger angeführtem Konsortium realisiert wird. Der 21 km lange Abschnitt beinhaltet 27 Ingenieurbauwerke und eine 4–6-spurige Stadtautobahn. Nach dem Bau schließt sich eine 30-jährige Betriebs- und Erhaltungsphase an. Sie umfasst Reinigung, Winterdienst, Grünpflege, Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung (Verkehrszeichen, Leitpfosten etc.), Instandhaltung und Instandsetzung der Straße und der Ingenieurbauwerke.

Nicht jedes Projekt eignet sich als PPP durchgeführt zu werden. Beim Northwest Anthony Henday Drive gab es vier ausschlaggebende Gründe für die PPP-Lösung: 1. Ein gutes Preis-Leistungsverhältnis, 2. Die Straße kann dem Verkehr zwei Jahre früher als bei herkömmlicher Realisierung übergeben werden, 3. Der Private übernimmt eine 30-jährige Garantie auf einem im Voraus festgelegten Zustand zum Zeitpunkt der Rückgabe an die öffentliche Hand und 4. Es können Inno-





Entwicklung des Nutzflächenneubaus von Immobilienentwicklungsunternehmen nach Nutzungsarten

Mengenrabatt beim Bezug von großen Mengen und zum anderen durch strategische Partnerschaften mit leistungsfähigen Zulieferern, die ihrerseits auch wieder durch „economies of scale“ günstigere Preise anbieten können als kleinere Firmen. Weiterhin wird Einfluss auf die Vorgehensweise von Zulieferern ausgeübt, deren Produkte direkt vom Käufer wahrgenommen werden oder der Markenname einen Qualitätsbeweis darstellt, da die potenten chinesischen Käufer sehr stark auf Marken fixiert sind.

Mittelgroße Firmen, die ein starkes regionales Standbein haben, setzen eine andere Strategie ein. Sie versuchen eine starke emotionale Kundenbindung aufzubauen und gehen verstärkt auf Wünsche der Nachfrager ein. Zusätzlich wird zuerst die Landschaftsgestaltung vor dem eigentlichen Wohnungsbau in Angriff genommen, da die Wohnumgebung ein starkes Verkaufsargument darstellt. Diese Dinge sind notwendig, um sich von den großen Firmen zu differenzieren, da man auf Grund der geringeren „economies of scale“ nicht ganz so günstig anbieten kann. Generell werden die zu beschaffenden Materialien in drei Kategorien geteilt: Strukturell relevante Materialien (Stahl, Beton etc.), funktionsrelevante Teile (Heizung, Lüftung, Sanitär etc.) und Innenausbaumaterial. Da die ersten beiden

sicherheitsrelevant und wichtig für eine einwandfreie Funktionsweise der Häuser sind, geben die Projektentwickler den ausführenden Firmen einerseits bestimmte Produkte vor und führen andererseits eine starke Überwachung durch. Das ist notwendig, da die Nachunternehmer vielfach versucht sind Kosten durch den Einsatz von nicht-qualifiziertem Baumaterial zu sparen. Um das zu verhindern und nicht durch evtl. dadurch ausgelöste Unfälle einen Reputationsverlust zu erleiden, wird auf solche Kontrollstrategien zurückgegriffen.

Kleinere Unternehmen entstehen meist durch Gelegenheiten, die sich Personen bieten, die einerseits über ein einflussreiches soziales Netzwerk und andererseits über größere Mengen an Geld verfügen. Im dargestellten Beispiel wurde solch eine Firma von einem lokalen Staatsbediensteten gegründet, der die sich bietende Gelegenheit genutzt und über die weiteren nötigen Faktoren verfügt hat. Die kleinen Unternehmen sind viel weniger strukturiert aufgestellt als die zwei vorhergehend vorgestellten. Sie sind meist örtlich beschränkt und sehen ihr Geschäftsmodell darin, dass sie über ihr Netzwerk Land billig kaufen können, um darauf ihre Projekte zu entwickeln, die stark an den Bedürfnissen der lokalen Bevölkerung angepasst sind. Möglich wird

das wiederum durch die gute Vernetzung vor Ort. Die Arbeitsweisen und Gewinne solcher Firmen sind dagegen viel mehr vom Preis-Nutzen Verhältnis gesteuert. Beim Baumaterial kommen im Zweifel diejenigen Produkte zum Einsatz, die am billigsten sind, im Beziehungsgeflecht der Firmen den meisten Nutzen bringen, oder es wird Material durch „erfahrene“ Baufirmen im Vergleich zum Architektenentwurf eingespart, so dass die Bauten unter Normalbedingungen einwandfrei sind, aber bei Extremsituationen, wie z.B. Erdbeben, schnell kollabieren. Letztgenanntes wird zwar auch von den kleinen Unternehmen nicht gutgeheißen, kann aber auf Grund mangelnder Überwachungskapazitäten meist nicht verhindert werden.

Die Arbeit endet mit einer umfangreichen Analyse der einzelnen vorgefundenen Strukturen der unterschiedlichen Wohnungsbauprojektentwickler und welche Strategien von internationalen Baustofflieferanten sich für mittel- und langfristige Absatzbeziehungen eignen bzw. mit einer Bewertung schon vorgefundener Beziehungen mit einem großen globalen Baustofflieferanten. Abschließend werden zusätzliche interessante Informationen übermittelt, die aus den einzelnen Interviews entnommen wurden, und es werden Empfehlungen für Firmen wie die BASF zum zweckmäßigen Aufbau von Geschäftsbeziehungen mit chinesischen Projektentwicklern abgeleitet.

## Fazit

Die Forschung ist immer am Zeitgeschehen orientiert und entwirft für aktuelle Probleme praxisnahe Lösungsstrategien. Auch die berufliche Weiterbildung und der Wissenstransfer genießen einen besonderen Stellenwert.

# Zukunftsorientiertes Customer Relationship Management bei deutschen Sparkassen

Carsten Felden, Andreas Horsch, Claudia Koschtial

Die Deutsche Bundesbank hat mit dem Vorschlag, das Rentenalter auf 69 anzuheben, die politische Diskussion über den Umgang mit dem demografischen Wandel in Deutschland von Neuem ent-

facht. Unabhängig von der Bewertung dieser speziellen Szenariorechnung muss sich auch die Privatwirtschaft mit diesem Wandel auseinandersetzen, denn sie wird sich den Auswirkungen nicht entziehen

können. Abbildung 1 enthält eine Gegenüberstellung der Verteilung der Bevölkerung für Deutschland in Abhängigkeit vom Alter für 2005 und 2050, wobei zwei unterschiedliche Szenarien (gelb/ violett) für 2050 berechnet wurden (Statistisches Bundesamt, 2006, S. 16). Die Entwicklung wird dabei regional stark schwanken. Die aufgrund des demografischen Wandels stattfindenden Veränderungen in Struktur und Größe der Bevölkerung müssen besonders von regional orientierten Unternehmen, wie beispielsweise den Sparkassen, bei der strategischen Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

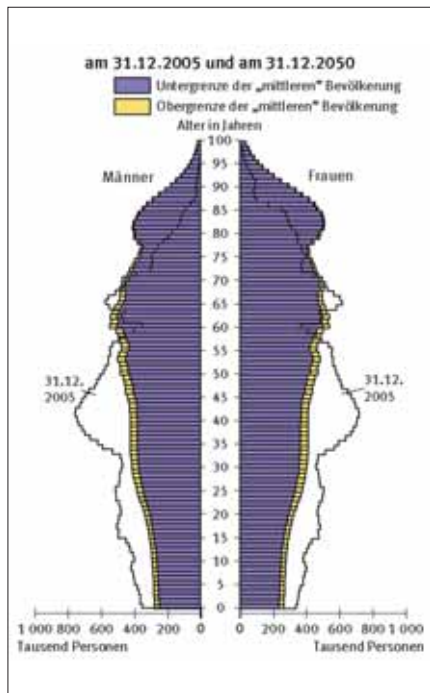


Abbildung 1: Bevölkerungsstruktur 2005 und 2050

### Aktuelles Kundenmodell der Sparkassen

Die deutschen Sparkassen sind laut den Sparkassengesetzen öffentlich-rechtliche Kreditinstitute, die besondere Aufgaben wie die Sicherung der Grundversorgung der Bevölkerung erfüllen und dabei dem Gemeinnützigkeitsprinzip entsprechen müssen. Um im Bankenwettbewerb bestehen zu können, müssen sie gleichwohl grundsätzlich gewinnorientiert arbeiten. Grundlage des Geschäftsmodells im Privatkundengeschäft ist die Betrachtung des Kunden in einem Lebenszyklusmodell. Dabei wird die Geschäftsbeziehung zwischen Unternehmen und Kunde in die drei Phasen Akquisition, Aufbau und Bindung eingeteilt (Abbildung 2).

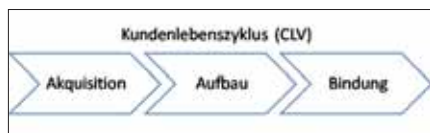


Abbildung 2: Lebenszyklusmodell des Kunden

Während dieser Geschäftsbeziehung kann der Kunde einen Beitrag zum Erfolg des Unternehmens leisten, indem er beispielsweise selbst Produkte kauft oder durch Empfehlung andere zu einem Produktkauf motiviert. Die Messung des Beitrags erfolgt monetär über den so genannten Customer Lifetime Value (CLV). Der CLV ergibt sich aus der diskontierten Differenz aller Zuflüsse und Abflüsse, die direkt mit diesem Kunden über die gesamte Laufzeit

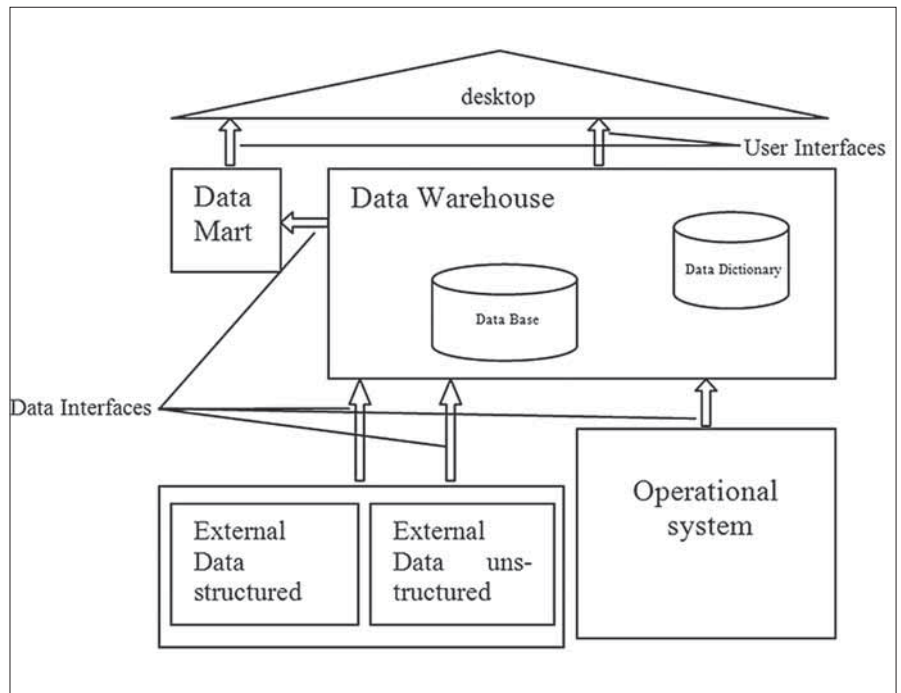


Abbildung 3: Anbindung des DWH als zentralen Bestandteil des analytischen CRM

der Kundenbeziehung in Verbindung stehen (vgl. Haenlein/Kaplan/Beeser, 2007, S. 222). Aufbauend auf dieser Betrachtung ist es die Unternehmensstrategie, diesen CLV zu maximieren beziehungsweise maximal auszuschöpfen (vgl. einführend Paul/Horsch/Stein, 2005).

Der Erfolg dieser Strategie wird beeinflusst durch den hohen Wettbewerbsdruck im Finanzdienstleistungsbereich, die Eigenschaften der Sparkassen selbst sowie die Charakteristika von Finanzprodukten (wie Erklärungsbedürftigkeit und Vertrauensempfindlichkeit, vgl. grundlegend Süchting/Paul, 1998), was den systematischen Einsatz des Konzeptes des Customer Relationship Managements (CRM) nahelegt. CRM bezeichnet eine Unternehmensstrategie, bei der eine Ausrichtung der Prozesse am Kunden unterstützt durch Informationstechnologie erfolgt (Hippner, 2006, S. 17).

Ein entsprechendes CRM-System weist drei Bestandteile auf: analytisches, kommunikatives und operatives CRM. Das analytische CRM enthält Instrumente zur Datensammlung, Datenanalyse und Dateninterpretation. Die Ergebnisse des analytischen CRM werden im operativen CRM zur konkreten Entscheidungsfindung verwendet. Das kommunikative CRM kontrolliert, unterstützt und koordiniert alle Kundenkontaktkanäle. Beispielsweise kann auf Basis einer Affinitätsanalyse im analytischen CRM für einen bestimmten Kunden eine Kaufwahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Produkt ermittelt werden.

Ist diese entsprechend hoch, wird er in Kampagnen zu diesem Produkt einbezogen, indem er z. B. einen Anruf erhält, um ihm dieses Produkt anzubieten.

Der grundsätzliche Aufbau sowie die Informationsflüsse des zentralen Bestandteils des analytischen CRM, dem Data Warehouse (DWH) sowie die Anbindung der Datenquellen nach Felden (Felden, 2003, S. 12) sind in Abbildung 3 enthalten. Inmon definiert das DWH als "a subject-oriented, integrated, time-variant and non-volatile collection of data in support of management's decision making process" (Inmon, 2005, S. 29). Aufbauend auf der Datenhaltung kann eine Analyse der Daten erfolgen. Das aktuelle Analysemodell zur Unterstützung der Vorhersage zukünftiger Entwicklungen ist das Knowledge Discovery in Databases (KDD). Das Prozessmodell des KDD beinhaltet Aufbereitung und Analyse historischer Daten. Ziel der Aufbereitung ist das Auffinden von Mustern und Zusammenhängen, mit deren Hilfe eine Vorhersage zukünftiger Entwicklungen stattfinden kann (vgl. Fayyad/Piatetsky-Shapiro/Smith, 1996, S. 1ff). Diese Vorgehensweise unterstellt implizit, dass sich keine Veränderungen zu den aktuell beobachteten Marktprozessen, -strukturen und -regeln ergeben. Diese Annahme ist allerdings nicht zutreffend, wie nicht zuletzt die Daten des demografischen Wandels belegen, was zu fehlerhaften Prognosen führen kann. Die prognostizierten Werte bilden die Basis für eine strategische Entscheidungsfindung und

somit können durch Fehlprognosen falsche strategische Entscheidungen entstehen. Das bedeutet, dass Prognosen mittels des KDD um Informationen über zwischenzeitliche Veränderungen sowie zukünftig absehbare Entwicklungen erfolgen muss. Diese Erweiterung ist daher der zentrale Inhalt der sog. Predictive Analytics.

### **Forschung im Bereich der Predictive Analytics am Beispiel des CLV**

Als Praxispartner unterstützt dieses Forschungsprojekt ein IT-Dienstleistungsunternehmen des Ostdeutscher Sparkassenverbands – die GeTIK mbH. Sie betreut in fachlicher und technischer Hinsicht Sparkassen und deren IT-Systeme unter anderem im Schwerpunktthema CRM. Anhand des von der GeTIK mbH gewährten Zugangs zu den aktuellen Systemen der Sparkassen lässt sich der Stand der Technik beurteilen, und es lassen sich Potentiale der Forschungsergebnisse aufzeigen.

Für die Bestimmung eines CLV muss bekannt sein, welche Einzahlungen der Kunde generiert, welche Auszahlungen damit in Verbindung stehen und zu welchem Zeitpunkt diese anfallen. Formal lässt sich das wie folgt ausdrücken:

Für die Bestimmung der Käufe einer Periode werden Daten zu Käufen aus der Vergangenheit analysiert und dabei Kundenattribute ermittelt, die mit einer hohen Kaufwahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Produkt korrelieren. Auch die Schätzung des Zeitpunktes des Produktkaufes und der Länge der Beziehung erfolgen analog. Dieses Modell muss nun um den Korrekturfaktor erweitert werden, den der demografische Wandel bewirkt. In dem folgenden Modell ist dieser Korrekturfaktor im Sinne einer Veränderung der Dauer der Kundenbeziehung enthalten:

Die Berücksichtigung des demografischen Wandels erfolgt auf diese Weise in der zentralen Größe des CLV. Hinsichtlich der Terminierung der Länge der Kundenbeziehung lassen sich zwei Effekte unterscheiden. Zum einen kann, bedingt durch Abwanderung, die Kundenbeziehung in ihrer Länge verändert werden. Kunden, die aufgrund von mangelhafter ökonomischer Attraktivität in eine andere Region migrieren, beenden die Kundenbeziehung, woraufhin die ab diesem Zeitpunkt prognostizierten Cashflows entfallen. Zum anderen kann aufgrund der steigenden Lebenserwartung die Länge der Kundenbeziehung zunehmen. Das wiederum ist

insbesondere für Anbieter von Finanzdienstleistungen interessant, die traditionell mit (Cashflows aus) langjährigen Geschäftsbeziehungen in der Zeit kalkulieren. Zu den größten Herausforderungen gehört dabei die Gefahr eines kundenseitig abnehmenden Bindungswillens, also einer rückläufigen Bankloyalität (vgl. grundlegend Süchting, 1972/1998).

### **Fazit**

Die nachhaltige Veränderung, die sich aus dem demografischen Wandel ergeben wird, muss auch zu einer Anpassung der Unternehmensstrategie von Finanzdienstleistern, insbesondere bei den im Privatkundengeschäft besonders stark verhafteten Sparkassen, führen. Dafür müssen die absehbaren Veränderungen in den für strategische Entscheidungen zugrundeliegenden Prognosewerten erhalten sein. An diesem Punkt setzt Predictive Analytics ein, welches im Sinne einer Korrekturfunktion die Übertragung von Daten über die Vergangenheit korrigiert und daher Unternehmen im Allgemeinen und öffentlich-rechtlichen Kreditinstituten im Besonderen Chancen einer erhöhten Prognosequalität bietet.

# Aktuelle Trends in Forschung und Lehre im Operations Management

Michael Höck

## **1. Einleitung**

Das Fachgebiet des Operations Management beinhaltet die Analyse, Planung und Kontrolle der Technologie-, Produktions- und Dienstleistungsprozesse in einem Unternehmen und stellt ein Kerngebiet der Betriebswirtschaftslehre dar. Aufbauend auf der klassischen, meist isoliert betrachteten Produktionswirtschaft, umfasst der Terminus „Operations Management“ zusätzlich funktionsübergreifende betriebliche Abläufe und die damit einhergehenden Schnittstellenprobleme, wie z. B. bei der Auftragsabwicklung oder dem Innovationsmanagement, während der Schwerpunkt der Forschung und Lehre weiterhin in der Analyse der Fertigungs- und Logistikprozesse liegt.

Als angewandte Wissenschaft, die sich auf eine Vielzahl von Forschungsdiszipli-

nen stützt, steht das Operations Management seit jeher vor dem Problem, Moderscheinungen und wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn voneinander zu trennen. Fortlaufend werden in den Industriebetrieben, insbesondere in der Automobilbranche, neue Ansätze oder Methoden, wie das Lean Management, Total Quality Management oder das Six Sigma-Konzept entwickelt. Die Forschung im Rahmen des Operations Management beschränkt sich in diesem Zusammenhang meist auf eine qualitative Beschreibung, Klassifikation oder Übertragung dieser Konzepte auf andere Anwendungsgebiete. Zunehmend wird hierbei auch „alter Wein in neuen Schläuchen“ verkauft. Manche Zweifel am Erkenntnisfortschritt mögen ein Grund dafür sein, dass in einschlägigen Fachzeitschriften bereits seit den 1950er Jahren verstärkt quantitative Methoden zum Ein-

satz kommen. Quantitative Forschungsmethoden erheben den Anspruch, den betriebswirtschaftlichen Untersuchungsgegenstand möglichst genau zu erfassen und objektive Ergebnisse durch wiederholbare Messungen zu erhalten. Auf der anderen Seite wird den eher mathematisch ausgerichteten Vertretern des Operations Management vorgeworfen, sich vorwiegend mit der Ermittlung unzulässiger Lösungen – sogenannter upper oder lower bounds – für Probleme zu beschäftigen, die in der Unternehmenspraxis gar nicht existieren. Ebenso kritisch werden in der Betriebswirtschaftslehre die „selbsterfüllenden Prophezeiungen“ der empirischen Forschung gesehen.

Die methodologischen Fragestellungen nehmen in der betriebswirtschaftlichen Forschung einen breiten Raum ein. Vom Methodenstreit zwischen den Antagonisten Mellerowicz und Gutenberg in den 1950ern über den Diskurs der Wissenschaftstheorie in den 1970ern bis in die heutige Zeit finden sich immer wieder wissenschaftliche Auseinandersetzungen um die „richtigen“ Methoden und deren „richtige“ Anwendung. Auch in den nachfolgenden Abschnitten kann die Frage

nach der richtigen Methode bzw. deren richtige Anwendung nicht beantwortet werden. Der vorliegende Beitrag hat vielmehr zum Ziel, die Entwicklungen, den Status quo und die Tendenzen in der Forschung und Lehre des Operations Management im deutschsprachigen Raum zusammenzufassen.

## 2. Forschung

Der folgende Überblick zum Methodeneinsatz der Operations Management-Forschung basiert auf einer Auswertung der deutschsprachigen betriebswirtschaftlichen Literatur der letzten 40 Jahre. Als Grundgesamtheit dienen über 5.000 wissenschaftliche Aufsätze, die zwischen 1965 und 2004 in der Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF) und Die Betriebswirtschaft (DBW) erschienen sind. Diese Zeitschriften sind nicht auf betriebswirtschaftliche Teildisziplinen spezialisiert. Vielmehr erheben sie den Anspruch, das Fach allgemein zu vertreten und erlauben somit eine weitgehend unverzerrte Analyse der methodischen und inhaltlichen Schwerpunkte der betriebswirtschaftlichen Forschung.

Die hier untersuchte Anwendung quantitativer Methoden, die in ca. einem Drittel der Aufsätze (genauer 1.712 Artikel) identifiziert werden konnte, lässt sich in zwei Kategorien – verfahrenstheoretische und empirische Forschungsansätze – untergliedern. Zu den verfahrenstheoretischen Ansätzen zählen im Folgenden Anwendungen der klassischen Lineare Optimierung und weiteren Standardverfahren der mathematischen Programmierung, beispielsweise dem Branch-and-Bound-Verfahren und der Dynamische Optimierung sowie der Einsatz der Differenzialanalyse, aber auch die Entwicklung von Heuristiken. Dem gegenüber werden im Rahmen der empirischen Forschung multivariate Analyseverfahren, wie die Cluster-, Faktoren-, Regressions-, Conjoint- und Kausalanalyse, aber auch einfache statische Untersuchungsmethoden, wie Häufigkeitsauswertungen und Korrelationsanalysen, eingesetzt.

### 2.1 Verfahrenstheoretische Forschung

Betrachtet man den Einsatz der genannten mathematischen Optimierungsverfahren in den untersuchten Periodika, so fällt zunächst auf, dass deren Anwendung über die Jahrzehnte relativ konstant ist.

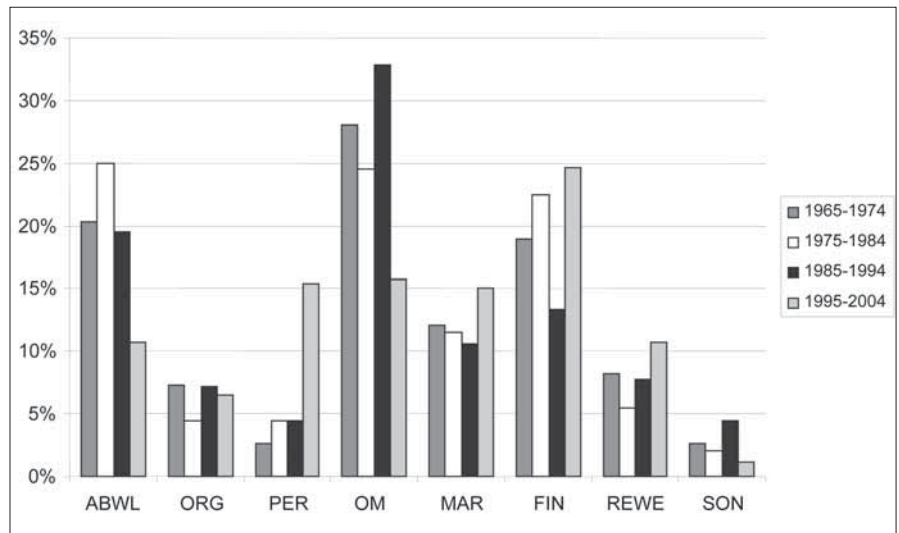


Abb. 1: Anwendung verfahrenstheoretischer Ansätze nach Funktionsbereichen

Rund ein Viertel aller wissenschaftlichen Aufsätze der Grundgesamtheit basieren auf solch verfahrenstheoretischen Ansätzen, wobei nach einer kurzen Durststrecke Ende der 80er Jahre in der letzten Zeit eine Renaissance der mathematischen Modellierung in den betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen zu beobachten ist. Im Mittelpunkt dieser Entwicklung stehen der Entwurf heuristischer Lösungswege, aber auch die stochastische Optimierung und Simulation sowie spieltheoretische Ansätze, während die Anwendungen der konventionellen Linearen Programmierung stark rückläufig sind. Das veränderte Methodenspektrum der betriebswirtschaftlichen Forschung deutet daraufhin, dass die untersuchten Problemstellungen mit den Jahren komplexer geworden sind. Einfache lineare Zusammenhänge und ausschließlich reelle Variablenwerte stellen lediglich eine grobe Approximation der Realität dar, so dass es häufig besser erscheint, auf die Optimallösung eines stark vereinfachten Modells zu verzichten und dafür eine nicht optimale Lösung für ein der Realität näheres Modell zu ermitteln.

Im Vergleich zu anderen betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen, wie der Organisation (ORG), der Personalwirtschaft (PER), dem Marketing (MAR), der Finanzierung (FIN) und dem Rechnungswesen (REWE), wird das Operations Management (OM) seit längerem durch verfahrenstheoretische Forschungsansätze geprägt (vgl. Abbildung 1).

In den untersuchten Zeitschriften erreichten die verfahrensorientierten Ansätze des Operations Management ihre Blütezeit in den späten 80er bzw. frühen 90er Jahren, in denen vorwiegend ablauforganisatorische Problemstellungen, wie

Losgrößen- oder Maschinenbelegungsprobleme analysiert wurden. Seitdem ist die Anzahl der Veröffentlichungen, die auf einer mathematischen Modellierung der Operations Management-Zusammenhänge beruhen, sowohl absolut als auch in Relation zu den anderen betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen rückläufig. Genau entgegengesetzt verläuft die Entwicklung in der Personalwirtschaft, im Marketing und vor allem auf dem Gebiet der Finanzierung. Unterstellt man jedoch eine für die Betriebswirtschaftslehre typische Wellenbewegung, ist in der Zukunft wieder mit einem deutlichen Anstieg der verfahrenstheoretischen Ansätze im Operations Management zu rechnen.

### 2.2 Empirische Forschung

Im Gegensatz zur verfahrenstheoretischen Forschung gehen die Anwender empirischer Methoden induktiv vor und wollen auf diese Weise Zusammenhänge aufdecken oder theoretisch vermutete Zusammenhänge empirisch bestätigen. Da die Zahl der Erfahrungsobjekte (Personen, Unternehmen usw.) dabei oftmals sehr groß ist, werden im Regelfall aus der Grundgesamtheit Stichproben ausgewählt und anhand von Beobachtungen oder Befragungen untersucht, um anschließend Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit zu ermöglichen. Folglich basieren empirische Forschungsarbeiten – im Sinne der Bedeutung des Begriffs „empirisch“, d. h. auf Erfahrung beruhend – auf der Verallgemeinerung von Erkenntnissen, die aus einer möglichst großen Zahl von Einzelbeobachtungen gewonnen werden.

Während der Anteil der verfahrenstheoretischen Forschung im Rahmen der Betriebswirtschaftslehre vergleichsweise

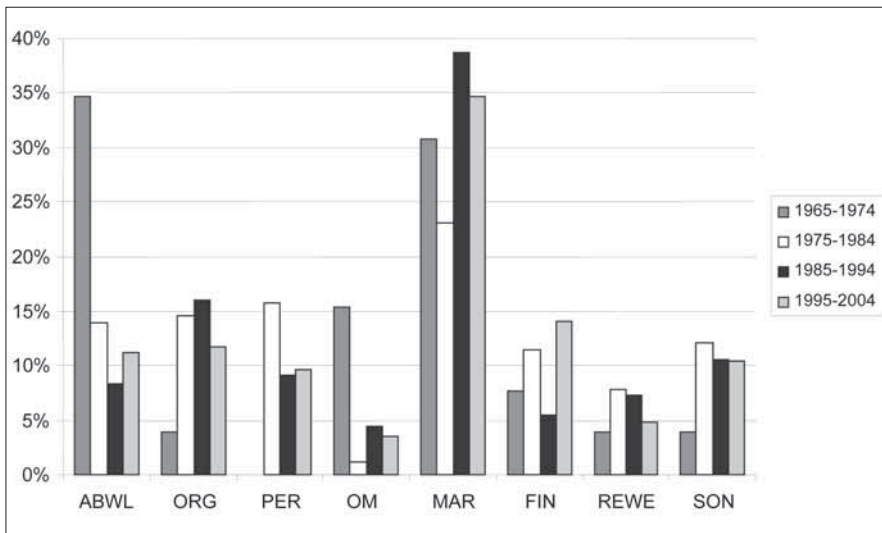


Abb. 2: Anwendung empirischer Ansätze nach Funktionsbereichen

stabil geblieben ist, sind empirische Untersuchungen in den letzten 40 Jahren stark in Mode gekommen. In den betrachteten vier Jahrzehnten hat sich die Zahl der Publikationen von einem Intervall zum nächsten durchschnittlich mehr als verdreifacht, zwischen 1965 und 1974 sowie 1975 und 1984 sogar mehr als sechsfach.

Die mit Abstand am weitesten verbreitete empirische Forschungsmethode in den betrachteten Periodika ist die Häufigkeitsauswertung (40,6% aller betrachteten empirischen Forschungsbeiträge). Diese Art der statistischen Analyse zählt zu den deskriptiven Ansätzen. Ihr hoher Anteil in den Fachaufsätzen zeigt die Notwendigkeit, die Ergebnisse mit empirischen, wenn auch einfach strukturierten und analysierten Daten abzusichern. Dagegen wird in der jüngeren Vergangenheit der Trend zur Empirie in der Betriebswirtschaftslehre vor allem durch die Erfolgsfaktorenforschung getragen. In diesem Zusammenhang werden verstärkt höhere, multivariate Analyseverfahren, wie Regressions- oder mehrstufige Kausalmodelle angewendet, um wesentliche Einflussgrößen des Unternehmenserfolges herauszufiltern. Auffallend ist vor allem der starke Zuwachs von Beiträgen zur Regressionsanalyse, deren prozentualer Anteil an den empirischen Anwendungen sich im letzten Jahrzehnt auf über 22% verdoppelt hat.

Betrachtet man die betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen getrennt voneinander, so wird deutlich, dass die empirische Forschungsmethodik insbesondere im Bereich des Marketing angewendet wird (vgl. Abbildung 2). Für eine Disziplin, deren originäre Aufgabe in der Ausrichtung aller

Aktivitäten an den Kundenbedürfnissen besteht, ist die Kenntnis eben dieser Bedürfnisse von herausragender Bedeutung und kann zumeist nur über empirische Erhebungen erlangt werden.

Von untergeordneter Bedeutung ist dagegen der Anteil der empirischen Forschung auf dem Gebiet des Operations Management, trotz der eingangs erwähnten, ständig neuen Managementkonzepte, die aus der Unternehmenspraxis übernommen wurden. Demzufolge ist in der Zukunft mit einem starken Zuwachs empirischer Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Operations Management zu rechnen.

Nach dem Überblick über die Entwicklungen und mögliche Tendenzen in der Forschung zum Operations Management soll nun der Status quo der Lehre betrachtet werden.

### 3. Lehre

Als Grundlage der Betrachtung der Lehre dient eine Liste der Universität Oldenburg aller Lehrstühle für Industriebetriebslehre an deutschsprachigen Universitäten. Daraufhin wurde im Sommer 2009 das Lehrangebot im Fach Operations Management mittels einer Internetrecherche erhoben, wobei die zugrunde liegende Stichprobe 70 Websites umfasst.

Ein Ergebnis der Recherche ist, dass inzwischen an fast allen Lehrstühlen für Industriebetriebslehre mit Fallstudien (77%) gearbeitet wird. Eine Fallstudie ist eine für Unterrichtszwecke erstellte Schilderung einer typischen Situation des Operations Management und ihrer Einflussfaktoren. Im Gegensatz zur methodenorientierten Lehre an deutschsprachigen Universitäten

bezwecken Fallstudien eine Diskussion der Inhalte und der selbst entwickelten Lösungsvorschläge. Als Ergänzung zu einer strukturierten theoretischen Ausbildung können praxisorientierte Fallstudien die Problemlösungskompetenz verbessern.

Weniger stark verbreitet im Lehrplan ist das Angebot von Softwarepraktika (50%). Im Rahmen des Operations Management bietet es sich insbesondere an, die Anwendung von sogenannten Standard-Solvern der mathematischen Programmierung sowie Simulationssoftware zu schulen, um die Methodenkompetenz der Studierenden zu vertiefen. Mittels dieser Instrumente werden Probleme in praxisrelevanter Größenordnung lösbar. Zudem wird mit Hilfe der Softwarepraktika der Verbreitung quantitativer Methoden in der Unternehmenspraxis Vorschub geleistet.

Vergleichsweise selten ist im Rahmen des Lehrprogramms zur Zeit noch der Einsatz von Planspielen (30%). Mit Hilfe der Planspielmethode lassen sich die komplexe Zusammenhänge des Operations Management und deren Wechselwirkungen anschaulich durch Simulation vermitteln. Ebenfalls rar gesät ist das Angebot englischsprachiger Veranstaltungen (30%) zum Operations Management, trotz der großen Bedeutung fundierter Englischkenntnisse in der heutigen Wirtschaft.

### 4. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass empirische Methoden in zunehmendem Maße die betriebswirtschaftliche Forschung durchdringen. Dabei lassen sich die Theorien oder Konzepte des Operations Management nicht unmittelbar mittels empirischer Daten überprüfen, sondern erst die Konsequenzen der Theorien sind empirisch überprüfbar. Dementsprechend wird auch in Zukunft das Operations Management der Unternehmenspraxis „hinterherhinken“, wenngleich die quantitativen Forschungsmethoden objektivere Ergebnisse durch wiederholbare Messungen ermöglichen.

Um neue Impulse für die Weiterentwicklung betriebswirtschaftlicher Theorien zu erhalten, bedarf es dagegen neuer Methoden sowie einer interdisziplinären Zusammenarbeit. Gleiches gilt auch für die Lehre, wobei das Curriculum zum Operations Management zunehmend durch Softwarepraktika, Planspiele und englischsprachige Veranstaltungen ergänzt wird.

# Innovative Braunkohlen Integration „ibi“ in Mitteldeutschland – Neue Strategien zur stofflichen Verwertung

K.-D. Bilkenroth, A. Schroeter, G.-Chr. Wild

## 1 Vorbemerkungen

Im Land Sachsen-Anhalt und im Freistaat Sachsen hat die Nutzung von Braunkohle langjährige Tradition. Die industrielle Entwicklung und der wirtschaftliche Aufschwung der Region Mitteldeutschland im vorigen Jahrhundert waren unmittelbar mit der stofflichen Verwertung der Braunkohle verbunden. Aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen und Kernkompetenzen in Wirtschaft und Wissenschaft sowie dem verfügbaren Know-How-Vorsprung sollen durch die Entwicklung und Nutzung von innovativen Verfahren und Anlagentechniken der Rohstoffgewinnung und Rohstoffveredelung auf Basis einer repräsentativen Ressourcenpotenzialbewertung die Voraussetzungen für eine effiziente, stoffliche Nutzung der Braunkohle Mitteldeutschlands zur Erhöhung der Wertschöpfung erforscht und gleichzeitig neue Marktchancen für die mitteldeutschen Anlagenbauer durch Technologietransfer und Export entwickelt werden. Das Bündnis aus der mitteldeutschen Wirtschaft verfolgt mit dem Vorhaben „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi“ das Ziel, den Impuls für ein nachhaltiges Wachstum der vorhandenen Industriekerne der Chemie und des Anlagenbaus in der Region Halle/Merseburg–Leipzig zu geben ([www.ibi-mitteldeutschland.de](http://www.ibi-mitteldeutschland.de)).

## 2 Grundlagen und Ausgangssituation

In Mitteldeutschland existieren enorme Mengen stofflich nutzbarer hochwertiger Braunkohle, welche zukünftig nur dann erschlossen werden können, wenn technisch-wirtschaftliche, umweltverträgliche Technologien der Rohstoffgewinnung und Veredelung zur Herstellung von chemischen Basisstoffen und Produkten verfügbar sind.

Auf Grundlage der Potenziale der Region mit leistungsfähigen Unterneh-

mensstandorten und den modernen Chemieparks sollen unter Nutzung von innovativen Verfahren und Anlagentechniken die Voraussetzungen für eine effiziente, stoffliche Nutzung der Braunkohle Mitteldeutschlands zur Erhöhung der Wertschöpfung erforscht und entwickelt werden.

Hinsichtlich der innovativen technologischen Möglichkeiten und der wirtschaftlichen Verwertung von heimischen Braunkohlen (z.B. Stofftrennung, Veredelung, Vergasung und Energiegewinnung) sowie der umweltverträglichen Gestaltung der Rohstofferschließung und -gewinnung (Geologie – Lagerstätten – Bergbau – Umwelt – Wasser – Boden – Luft; Nachhaltigkeit des Gesamtsystems; Klimaschutz/CO<sub>2</sub>; EU-WRRRL etc.) wird der gegenwärtige Stand der Technik allerdings durch grundlegende Defizite geprägt. So wurden z.B. Entwicklungen wie das katalytische Spalten von Erdöl oder die stoffliche Aufarbeitung von Biomasse und organischen Abfällen nicht auf die Anwendbarkeit von Braunkohle als Massenrohstoff übertragen. Die Ursache dafür liegt vor allem in der in den vergangenen Jahrzehnten gegebenen Verfügbarkeit und den bis dahin vertretbaren Kosten von importiertem Erdöl und Erdgas bzw. von ölbasierten Grundstoffen für die chemische Industrie, ausgenommen Montanwachs. Zur Entwicklung des Innovationsfeldes sollen neue Strategien und der wissenschaftliche Vorlauf zur stofflichen Verwertung eozäner Braunkohlen für innovative Verfahren und Anlagentechniken mit dem Ziel der Wertschöpfung in chemiegeführten Veredlungs- und Energieanlagen erschlossen werden. In diesem Kontext stellt die Entwicklung von chemiegeführten Veredlungsanlagen ein wesentliches Innovationspotential dar, d. h. der Technologiesprung von der ausschließlich thermischen Energiewandlung hin zu einer nachhaltigen, stofflichen Nutzung und Verwertung von bitumenreichen Braunkohlen.

Bei der in Mitteldeutschland verbreiteten eozänen Braunkohle handelt es sich um eine hochwertige Vergasungskohle und Bitumenkohle mit einem höchstmöglichen Wertschöpfungspotenzial. Das Verbreitungsgebiet eozäner Braunkohle umfasst die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Sachsen. In Mitteldeutschland sind ca. 10,0 Milliarden Tonnen geologische Vorräte vorhanden, von denen nach derzeitigem Kenntnis- und Erkundungsstand 2 bis 3 Milliarden Tonnen wirtschaftlich gewinn- und veredelbar sind. Danach ist von einer Rohstoffmindestreichweite von mehr als 80 Jahren auszugehen. Der z.Z. verfügbare Datenbestand zur Rohstoffsituation und zu den Braunkohlenpotenzialen (Eozän) beruht auf der „Gesamteinschätzung Ressourcenpotenzial Braunkohle DDR-GERP“ (Stand 1982). Diese Grundlage genügt aus fachlicher Sicht nicht den Anforderungen, die sich aus den Fragestellungen und dem für die stoffliche Nutzung von Braunkohle erforderlichen Kenntnisstand ergeben. Schwerpunkte der Vorlaufforschung für eine zukunftsfähige Braunkohlengewinnung stellen deshalb u.a. auch die Identifizierung der lagerstättengeologischen Rahmenbedingungen sowie die Rohstoffpotenzialneubewertung dar, da eine gesicherte Bewertung der nutzbaren Vorratsbasis unter den Aspekten der stofflichen Nutzung von bitumenreichen Braunkohlen ohne weitere Forschungen aktuell nicht möglich ist.

Die Abbildung 1 gibt eine schematische Übersicht zu den Rohstoffvorkommen bitumenreicher Braunkohlen und dem Abbaustand.

## 3 Wissen und Kompetenzen

Dem Wachstumsbündnis „ibi“ gehören sowohl die wissenschaftlich führenden Institutionen als auch kompetente Wirtschaftsunternehmen an. Zur Erschließung des Innovationsfeldes durch Forschung und Entwicklung und zur Umsetzung der



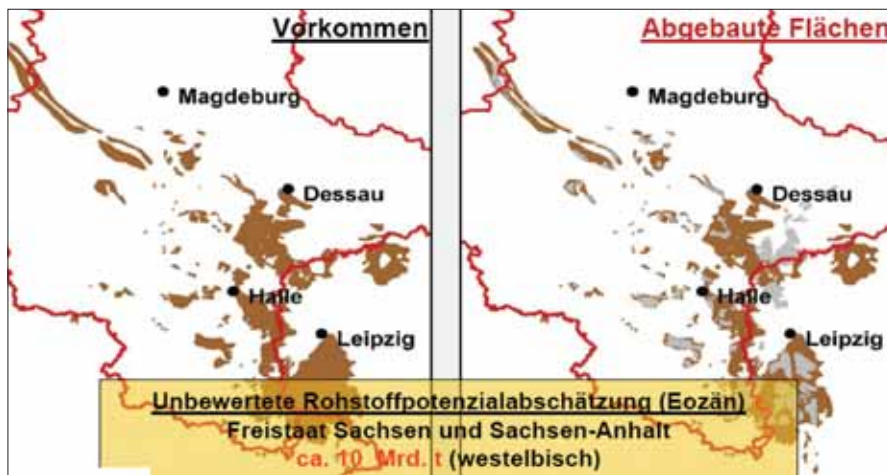


Abbildung 1: Schematische Übersicht zu den Rohstoffvorkommen bitumenreicher Braunkohlen und dem Abbaustand (Quelle: LAGB, 2008)

Vorhabensziele stehen, auch vor dem Hintergrund der langjährigen wissenschaftlichen Erfahrungen und der industriellen Wirtschaftstradition in Mitteldeutschland, im Kooperationsbündnis „ibi“ leistungsfähige Partner aus der chemischen Industrie, dem Anlagen- und Maschinenbau zur Produktherstellung, der Anlagentechnik zur Rohstoffgewinnung, dem Bergbau und der Braunkohleveredlung sowie der Ver- und Entsorgungsbranche zur Verfügung. Zwischen den Wirtschaftspartnern und den wissenschaftlichen Einrichtungen Mitteldeutschlands sowie der Verwaltung bestehen enge Kooperationsbeziehungen und Kontakte als Voraussetzung zur Entwicklung des innovativen regionalen Wachstumskerns. In den Unternehmen der Region und den Forschungseinrichtungen des Landes Sachsen-Anhalt mit den Universitäts- und Hochschulstandorten Halle (Saale), Merseburg und Magdeburg und des Freistaates Sachsen mit dem Standort der Technischen Universität Bergakademie Freiberg wurde die Forschung und Entwicklung zur wirtschaftlichen und umweltgerechten Kohleveredlung sowie der Verfahrenstechnik bis heute erfolgreich weiterentwickelt.

In der Region Halle/Merseburg – Leipzig existieren in der Wirtschaft wettbewerbsfähige, technologische Kernkompetenzen in der Rohstoffgewinnung, der Rohstoffveredlung als auch in der Chemie und dem Anlagen- und Apparatebau. Als Bündnisführer des Verbundvorhabens „Innovativer Regionaler Wachstumskern – Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi“ fungieren die Unternehmen MIBRAG, ROMONTA und der Standortverbund LEUNA (MIBRAG → TAKRAF GmbH, FAM GmbH, Siemens AG, ABB Automation GmbH, ROMONTA → EPC GmbH, Che-

miestandortverbund LEUNA/InfraLeuna → DOMO CaproLeuna, DOW, KataLeuna, LEUNA-Harze, LEUNA-Tenside und TOTAL, Siemens FGT, Linde KCA und CAC u. a.).

Von grundlegender Bedeutung und Voraussetzung für den Erfolg des Vorhabens „ibi“ ist es, dass das Bündnis „ibi“ mit seinen Partnern im Verbund als Einziges über die wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Potenziale und Ressourcen zur komplexen Entwicklung von HighTech-Verfahren und Anlagentechnik von der Rohstoffpotenzialerfassung, Rohstoffgewinnung und Rohstoffverwertung bis zum Know-How für die qualitätsgerechte Herstellung von chemischen Basisstoffen und Produkten aus Braunkohle verfügt. Durch die Kompetenzen in Wirtschaft und Wissenschaft bestehen somit sehr gute Voraussetzungen zur nachhaltigen, innovativen Entwicklung des regionalen Wachstumskerns „ibi“, zum Ausbau des Wachstumsbündnisses und zu dessen Integration der stofflichen Nutzung von Braunkohle in das Cluster Chemie Mitteldeutschland.

#### 4 Ziele und Technologieplattform

Durch das Vorhaben „ibi“ sollen die vorhandenen, regionalen Potenziale der Wirtschaft und Wissenschaft zur Entwicklung von neuen Verfahren und Technologien für eine effiziente stoffliche Nutzung der Braunkohle Mitteldeutschlands erschlossen werden und durch die Vorlaufforschung deutliche Impulse für eine nachhaltige Entwicklung der Wirtschaft und Beschäftigung in der Region ausgehen. Hauptziel des ibi-Bündnisses ist es, die wissenschaftlich-technischen Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung der Wertschöpfungskette der stofflichen

Nutzung der Braunkohle von der Rohstoffpotenzialerfassung, der Verfahrenstechnik und dem Anlagen- und Apparatebau in der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung bis zur Veredlung sowie der Herstellung chemischer Basisstoffe und Produkte sowie deren Markteinführung und die weltweite Vermarktung zu schaffen. Das gemeinsame Ziel des Kooperationsbündnisses „ibi“ besteht somit in der Forschung und Entwicklung für den nachhaltigen Technologiesprung von der ausschließlich thermischen Energiewandlung hin zu einer stofflichen Nutzung von Braunkohle.

Leitvision für das Vorhaben „Innovativer Regionaler Wachstumskern ibi“ ist die Entwicklung von innovativen, wettbewerbsfähigen Verfahren und Anlagentechniken für ein nachhaltiges wirtschaftliches Wachstum an den Standorten der Bündnisunternehmen. Entsprechend ist die Forschung praxisorientiert und strategisch auf die mit dem Innovationsfeld verbundene HighTech-Entwicklung zur Erschließung von Wachstumsmärkten ausgerichtet.

Die stoffliche Nutzung der Braunkohle wurde unter den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht weiter verfolgt, so dass technisch-wirtschaftliche Veredlungsverfahren nicht entwickelt wurden. Auch unter den aktuell, global veränderten Rohstoffmarktbedingungen (Kosten, Verfügbarkeit) wurde die Forschung und Entwicklung von Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken zur stofflichen Nutzung der Braunkohle in Deutschland bisher nicht wieder aufgenommen, obwohl im mitteldeutschen Revier hochwertige Vorräte in ausreichenden Mengen anstehen.

Technologieproblem und Forschungsschwerpunkt sind die innovativen Verfahren der Extraktion, Pyrolyse und Vergasung. Die zu lösenden Technologieprobleme setzen eine ziel- und praxisorientierte Forschung sowie die entsprechenden Entwicklungsergebnisse und -konzepte voraus, die darstellen, unter welchen technisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und mit welchen Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken die stoffliche Verwertung von z.T. unterschiedlich beschaffenen Braunkohlen für die chemische Industrie umgesetzt werden kann. Einen Sonderfall stellt die Montanwachsherstellung auf Grundlage der Extraktion dar. Hierfür sind Optimierungslösungen auf Basis einer innovativen Rohstoffpotenzialerfassung und

-bewertung erforderlich, die ggf. auch im Zusammenhang mit einer effektiven, anlagentechnischen Kombination der Extraktion mit der Pyrolyse und Vergasung zu finden sind. Im Bereich der Rohstoffgewinnung sind derzeit keine innovativen Verfahren und Anlagentechniken verfügbar, die den Qualitätsanforderungen der stofflichen Nutzung der Braunkohle genügen, da diese bisher ausschließlich auf die thermische Verwertung ausgerichtet sind. Wesentliche technologische, zur Lösung anstehenden Probleme sind die qualitätsgerechte selektive Gewinnung (z. B. Massengewinnung, Transport, Steuerung, und verteilung, Qualitätssicherung), Rohstoffaufbereitungssysteme (Zerkleinern, Mahlen, Mischen, Homogenisieren, Trocknen), Technologien, Verfahren und Anlagentechniken zur bergmännischen Erschließung von Rohstoffgewinnungsgebieten und Entwässerungstechniken, Lösungskonzepte für ein innovatives Ressourcen-Managementsystem und eine innovative, veredlungsgerechte Rohstoffgewinnung und -bereitstellung.

Die Innovation des Verbundvorhabens RWK „ibi“ steht dafür, dass neue wettbewerbsfähige und zugleich umweltverträgliche High-Tech-Verfahren sowie hochoptimierte Anlagentechniken für die stoffliche Verwertung von Braunkohle komplett entwickelt, als Prototyp erprobt und Anlagen regional angewendet sowie im Technologietransfer und dem Export international vermarktet werden. Durch deren technisch – wirtschaftliche, regionale Nutzung und die globale Vermarktung können diese entlang der Wertschöpfungskette entwickelten innovativen Technologien wesentlich zum Wachstum an den Standorten der Bündnispartner des RWK „ibi“ beitragen.

In der Abbildung 2 sind der Verbundcharakter und die Technologieplattformen des Bündnisses RWK „ibi“, in Abbildung 3 die Technologieplattformen und Innovationen der Rohstoffgewinnung und Rohstoffverwertung von Braunkohle dargestellt.

### 5 Wettbewerbssituation und Wertschöpfung

Gegenwärtig sind keine Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken zur stofflichen Nutzung von Braunkohle für einen wirtschaftlichen und zugleich umweltverträglichen Einsatz im großindustriellen Maßstab am Markt verfügbar. Aus der Entwicklung und Vermarktung von inno-

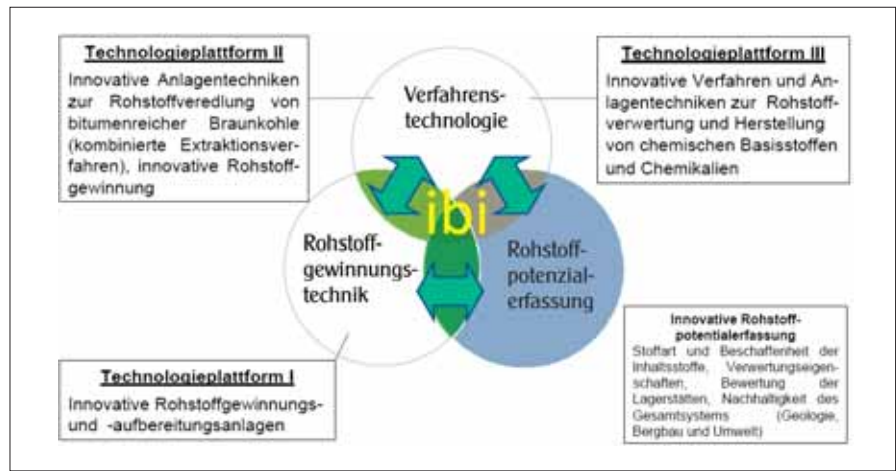


Abbildung 2: Verbundcharakter und Technologieplattformen des Bündnisses RWK „ibi“ (Quelle: IHU, 2009)

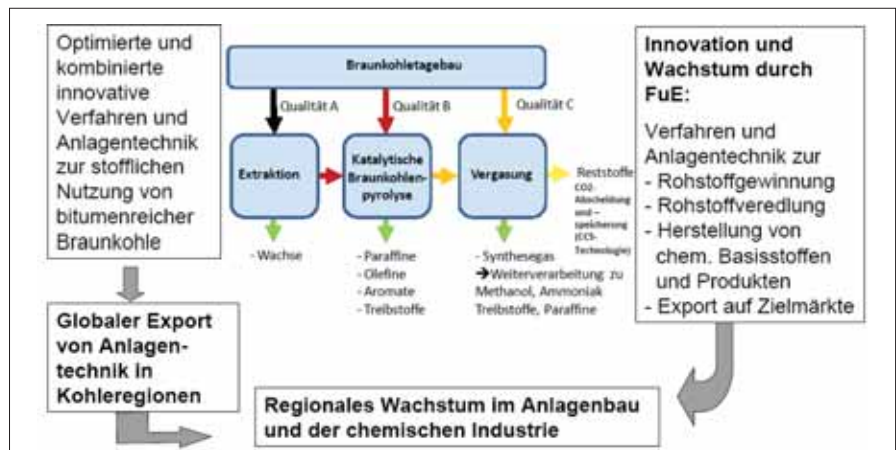


Abbildung 3: Technologieplattformen und Innovationen der Rohstoffgewinnung und Rohstoffverwertung von Braunkohle (Quelle: TU BAF, HOME, 2009)

vativen Verfahren und Anlagentechniken zur stofflichen Verwertung von Braunkohle ergeben sich auf Grund des Bedarfes und der Nachfrage unter den derzeitigen und zukünftigen Marktbedingungen für die Unternehmen der Region deutliche Wettbewerbsvorteile. Diese resultieren vor allem aus dem Know-How-Vorsprung mit den damit verbundenen Exportchancen für die Anlagentechnik, mit der die gesamte Produktionskette von der Rohstoffgewinnung bis zur chemischen Industrie mit der Herstellung von chemischen Basisprodukten und Chemikalien auf Basis von Kohle bedient werden kann. Das Innovationspotenzial des Technologietransfers und das Maß an Absatz mit der damit verbundenen Wertschöpfung zeigt bereits die Abschätzung der möglichen Erlöse aus den chemischen Basisprodukten unter dem korrelativen Ansatz eines niedrigen Erdölpreises mit einem 10fachen Erlös, wobei mittel- und langfristig ein über 15facher Erlös erwartet werden kann. Damit ist zukünftig von einer hohen Nachfrage an innovativen, leistungsfähigen Verfahren und Anlagentechniken in

der Rohstoffgewinnung und dem Chemieanlagenbau auszugehen.

Gemessen werden müssen die Wettbewerbssituation und die Markttrends an den aktuellen globalen Entwicklungen in den USA, China, Australien, Südafrika und der Schweiz sowie in Deutschland. Danach ist die Kohleverflüssigung nach den internationalen Untersuchungen bereits ab einem Ölpreis von 45 US\$ je Fass wirtschaftlich. Die internationalen Erfahrungen belegen für die Kohleverflüssigung somit einen hohen wirtschaftlichen Nutzen und die Möglichkeit einer nachhaltigen Wertschöpfung auf Basis von innovativen Technologien.

Die Wirtschaftlichkeit der stofflichen Nutzung wird durch die Praxis an dem bereits bestehenden Standortbeispiel der Veredlung von bitumenreicher Braunkohle der Region Mitteldeutschland belegt, wo bei ROMONTA mit der Montanwachspröduktion eine Wertschöpfung von 1:4 mit einem Produktpreis von ca. 1.300,00 €/t erzielt wird.

Die gegenwärtigen und zukünftigen Rahmenbedingungen der Weltwirtschaft

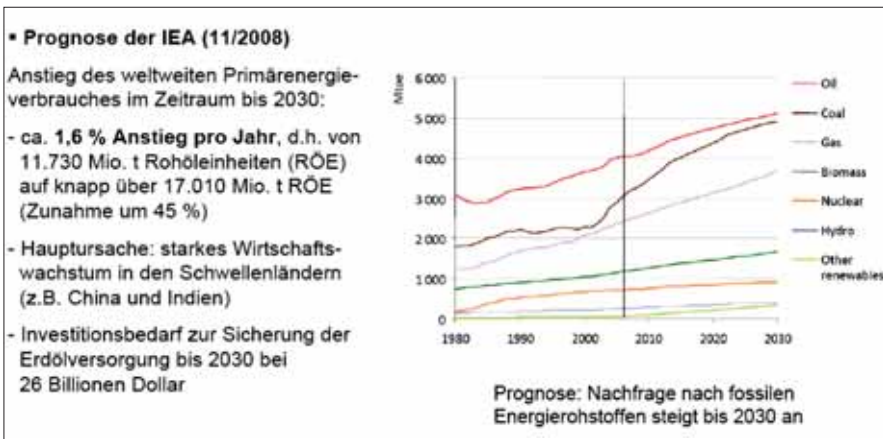


Abbildung 4: Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauches bis 2030 (Quelle: International Energy Agency: World Energy Outlook 2008, Bildquelle: www.focus.de, 2008)

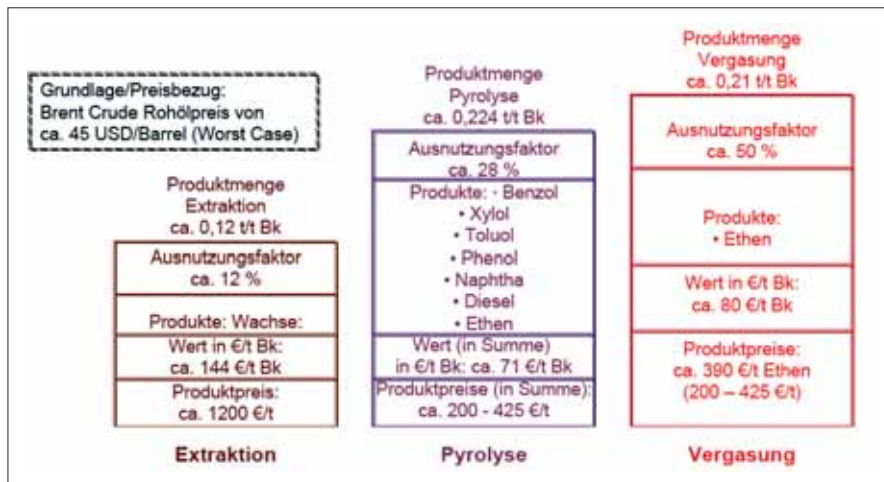


Abbildung 5: Verfahren, Produktmengen, Ausnutzungsfaktoren, Produktwerte und -preise aus der Braunkohlennutzung (Quelle: IHU, 2009)

werden von dem globalen Anstieg des Primärenergieverbrauches und einer wachsenden Rohstoffverknappung infolge der erhöhten Nachfrage (Industrie- und Schwellenländer, insbesondere China, Indien) bestimmt. Hiermit sind Kapazitätsengpässe bei der Rohstoffverarbeitung und nicht vorhersehbare Preisschwankungen unter Verschärfung durch die Importabhängigkeit der Bundesrepublik Deutschland verbunden. Insbesondere bei Erdöl und Erdgas besteht in der regionalen und nationalen sowie der europäischen Wirtschaft als auch am globalen Markt ein hoher Bedarf an alternativen, kostenverträglichen, permanent verfügbaren Rohstoffen. Dieser Marktbedarf und das hohe Exportpotential gelten sowohl für die Montanwachse und Paraffine als auch für chemische Grundprodukte, Treibstoffe (Diesel, Benzin), Synthesegase und Energieträger.

Der wesentliche Zielschwerpunkt des Gesamtvorhabens sind die Wertschöpfung und das Wachstum der Bündnisunternehmen am Chemieverbundstandort

Leuna sowie an den Bündnisstandorten ROMONTA und MIBRAG und der Unternehmen des Anlagenbaus. Das zukünftige Wachstum an den Chemiestandorten soll auf einer nachhaltigen Verbesserung der Kostenstruktur in Folge der zu entwickelnden innovativen Anlagen- und Produktionssysteme verbunden mit der schrittweisen Substitution von Erdöl und Erdgas zur Herstellung von chemischen Basisstoffen und Produkten auf der Grundlage der innovativen der stofflichen Nutzung und Verwertung der bitumenreichen Braunkohle (Vergasung – Pyrolyse – Extraktion, Entwicklung von innovativen Kombinationsanlagen) und der weltweiten Vermarktung der Anlagentechnik basieren.

Eine Übersicht zur weiteren Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauches bis zum Jahre 2030 ist in der Abbildung 4 dokumentiert und in der Abbildung 5 sind Verfahren, Produktmengen, Ausnutzungsfaktoren, Produktwerte und -preise aus der Braunkohlennutzung dargestellt.

## 6 Innovationsentwicklung und Ausblick

Die gemeinsamen Zielstellungen des Kooperationsverbundes „ibi“ fokussieren sich derzeit auf die Lösung der abgeleiteten FuE-Kernfragestellungen. Das weitere Vorgehen wird entsprechend der Kernkompetenzen, Interessenlagen und der gemeinsamen Wachstumsziele unter Berücksichtigung der Bündnisstruktur des Wachstumskernes sowie der projektbezogenen Aufgaben der Partner und Akteure auf ein FuE-Verbundprojekt mit aufgaben-definierten Teilprojekten ausgerichtet. Das Verbundvorhaben „ibi“ konzentriert sich dabei auf die innovativen Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken sowie die Prozesslinien der stofflichen Nutzung von Braunkohle und wird entlang der Wertschöpfungskette von der Rohstoffpotenzialerfassung, der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung bis zur Rohstoffverwertung und Herstellung von chemischen Basisstoffen und Produkten strukturiert.

Zur nachhaltigen Entwicklung des regionalen Wachstumskernes „ibi“ (RWK) im Raum Halle/Merseburg–Leipzig werden folgende Innovationen angestrebt:

- Innovative Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken der Rohstoffgewinnung und -aufbereitung
- Innovative Technologien und Anlagentechniken zur Rohstoffveredlung von bitumenreichen Braunkohlen, Rohstoffpotenzialbewertung und innovatives Lagerstätten-, Ressourcen- und Landmanagement
- Innovative Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken zur Rohstoffverwertung und Produktherstellung (Extraktion von Montanwachs, Pyrolyse und Vergasung von Braunkohle, Möglichkeiten der stoffwirtschaftlichen Nutzung von Kohlendioxid)

Die Innovationen der Verfahren und Anlagen sind aus technischer Sicht durch verschiedene technologische Aspekte und Problemstellungen gekennzeichnet, zu deren Lösung Forschung und Entwicklung erforderlich ist (Übersicht):

- Innovation der Verfahrenstechnologie Extraktion durch die Erforschung und Verwendung von überkritischem CO<sub>2</sub> als Lösungsmittel („Green Solvent“ z.B. → erhöhte Extraktionsgeschwindigkeit, → Entfall von umweltproblematischen Lösungsmitteln, insbesondere Aromaten) auf Basis eines innovativen Lagerstätten-, Ressourcen- und Landmanagements

- Innovation der Verfahrenstechnologie Pyrolyse durch die Entwicklung von Verfahren und Anlagentechniken einer neuartigen katalytischen Braunkohlenpyrolyse, welche die direkte Konversion von Kohlebestandteilen in Chemierohstoffe ermöglicht
- Innovation der Verfahrenstechnologie Vergasung durch die Forschung und Entwicklung zu Verfahrenstechnologien und Anlagentechniken der Synthesegaserzeugung mit deutlich höheren energetischen Wirkungsgraden und der Eignung zur Brennstoff-Flexibilität
- Innovation der Verfahrenstechnologien Rohstoffgewinnungstechnik durch die Entwicklung von Verfahren und Anlagentechniken, die nicht nur den Anforderungen der thermischen Verwertung, sondern auch der stofflichen Nutzung der Braunkohle genügen

In der Abbildung 6 ist das Konzept der stoffgeführten Veredlungskette von Braunkohle dargestellt. Die Abbildung 7 zeigt die Entwicklung von innovativen Schlüsseltechnologien und HighTech-Know-How.

Im Hinblick auf die Grundsätze der Rohstoffpolitik der mitteldeutschen Länder gilt auch im Sinne einer nachhaltigen regionalen Wirtschaftsentwicklung, dass das Vorhaben „ibi“ einer nachhaltigen Nutzung von heimischen Rohstoffen und damit sowohl der Rohstoffpolitik des Bundes als auch der High-Tech-Strategie des BMBF entspricht. Der Rohstoff Braunkohle gewährleistet für die Wirtschaft eine langfristige Verfügbarkeit bei kalkulierbaren Kosten, d.h. der Massenstoff garantiert eine geringe Preisvolatilität und damit ausreichend Planungssicherheiten für Investitionen in der Industrie. „ibi“ gibt damit den entscheidenden Impuls zur innovativen Integration der stofflichen Verwertung der Braunkohle und leistet damit einen wesentlichen volkswirtschaftlichen Beitrag für die regionale Wirtschaftsentwicklung und Beschäftigung.

Die Impulse aus den Innovationen für die regionale Wirtschaftsentwicklung und Beschäftigung in Mitteldeutschland sind mit der Entwicklung einer High-Tech-Region (Wachstumskern), der Herstellung von chemischen Basisstoffen und Anlagentechniken (Chemie und Rohstoffgewinnung) sowie der Steigerung der regionalen Wirtschaftsleistung und Schaffung von neuen Arbeitsplätzen verbunden. Exporte von Chemiebasisstoffen und Produkten, von Anlagentechnik, der Rohstoffgewinnungstechnik und im Anlagenbau sowie den Consulting- und Ingenieurleistungen

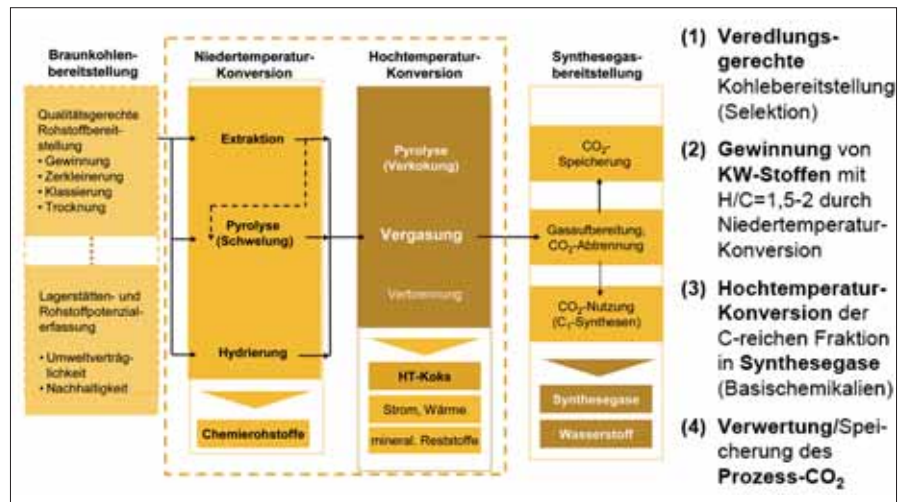


Abbildung 6: Konzept der stoffgeführten Veredlungskette von Braunkohle (Quelle: TU BAF, 2009)

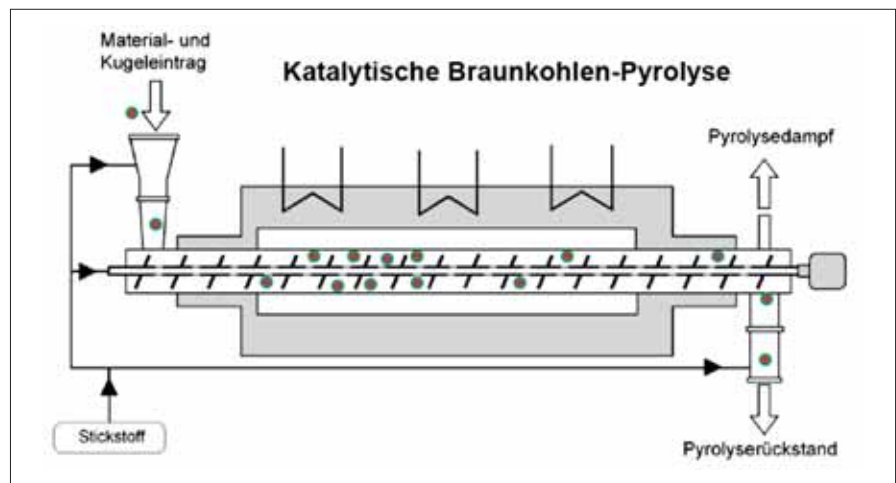


Abbildung 7: Entwicklung von innovativen Schlüsseltechnologien und HighTech-Know-How (Quelle: HOME, 2009)



Abbildung 8: Wachstumskern „ibi“ – Region Halle/Merseburg – Leipzig (Quelle: IHU, 2009)

bilden die Grundlage einer zusätzlichen Wertschöpfung und damit eines weiteren Wachstums. Die ibi-Plattform dient der Regionalentwicklung und der nachhaltigen Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der mitteldeutschen Braunkohle. Synergien ergeben sich aus der Kopplung der stoff-

lichen und energetischen Nutzung der Braunkohle, wodurch die Zukunftsfähigkeit der Chemiebranche (Cluster Chemie) und des Energiesektors der Region Mitteldeutschland gestärkt wird. Da es sich beim ibi-Vorhaben um ein nachhaltiges Konzept zur innovativen Integration der

Braunkohle handelt, ist von einer hohen Akzeptanz in der Politik und in der Bevölkerung auszugehen. Die wirtschaftliche Bedeutung der Braunkohle als subventionsfreier heimischer Rohstoff und Energieträger sichert die Wettbewerbsfähigkeit der Chemie- und Energiebranche.

Für die zielführende Umsetzung einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft auf Basis der mitteldeutschen Braunkohle sind die gegenwärtigen rechtlichen Aspekte zur Planung und Genehmigung von der Erkundungs- und Machbarkeitsphase über die Genehmigungsphase bis zur Gewinnungsphase als problematisch anzusehen. Der Zeitbedarf von der Erkundung bis zur Aufnahme der Rohstoffgewinnung (Braunkohleförderung) liegt unter dem derzeitigen Rechtsrahmen bei ca. 20–25 Jahren. Für die planmäßige und nachhaltige Umsetzung der innovativen Integration von Braunkohle und deren stofflicher Nut-

zung verbinden sich mit diesem hohen Zeitbedarf entsprechende Defizite, zu deren Behebung angepasste, rechtssichere und integrierte Novellierungslösungen für die Genehmigungspraxis notwendig sind.

Die gemeinsamen Ziele der Bündnispartner zur Entwicklung des innovativen regionalen Wachstumskerns (RWK) resultieren aus der Analyse der Wettbewerbssituation und der Marktchancen sowie der daraus abgeleiteten Ausweisung der Zielmärkte. Auf Grundlage dieser Leitvision wurden entsprechende aufgabenspezifische Schwerpunkte für ein FuE-Vorhaben als Verbundprojekt formuliert, so dass für die FuE-Kooperation und die weiteren Aktivitäten zur Technologieentwicklung, Produkteinführung und Vermarktung eine hohe Interessenkonvergenz gegeben ist.

Der regionale Wachstumskern ist über das gemeinsame Ziel der Entwicklung von innovativen Verfahrens- und An-

lagentechniken zur nachhaltigen Wertschöpfung auf Grundlage der stofflichen Nutzung von Braunkohlen durch den Technologieexport, von der Rohstoffpotenzialerfassung, Rohstoffgewinnung und -aufbereitung bis zur Rohstoffverwertung und Produktherstellung verbunden. Angesichts der gegenseitigen wirtschaftlichen Vorteile ist hierbei grundsätzlich von einer sehr großen Übereinstimmung der Bündnispartner im gemeinsamen Wachstumskern auszugehen.

In der Abbildung 8 ist eine Übersicht zum Wachstumskern „ibi“-Region Halle/Merseburg–Leipzig dargestellt.

#### Quellen- und Literaturverzeichnis

– Die Quellen und Grundlagen des Vorhabens „ibi“ und zum vorliegenden Artikel sind auf der Internetseite [www.ibi-mitteldeutschland.de](http://www.ibi-mitteldeutschland.de) sowie bei der IHU GmbH mit ca. 70 Quellen einzusehen (E-Mail-Kontakt: [ibi@ihu-gmbh.com](mailto:ibi@ihu-gmbh.com)).

## Forschung am Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen im Rahmen des Regionalen Wachstumskerns „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi“

Wolfgang Heschel, Bernd Meyer, Robert Pardemann

### Kohle – unverzichtbar als Energieträger und Kohlenstoffquelle

Wachsende Bevölkerungszahlen und steigende Wirtschaftskraft in den Schwellenländern lassen den globalen Energiebedarf explosionsartig ansteigen. Für 2030 gehen Prognosen von mehr als einer Verdopplung des heutigen Energieverbrauchs aus. Steigende Preise, sich verknappende Reserven bei Erdöl und nicht zuletzt die zunehmende Umweltbelastung stellen die Energiepolitik vor enorme Herausforderungen – auch in Deutschland. In der Bundesrepublik wird der Primärenergiebedarf zu über 80 % durch fossile Energieträger gedeckt. Davon entfällt über die Hälfte auf Erdöl und Erdgas, die bis auf eine geringe Eigenförderung importiert werden müssen. Preiserhöhungen bei diesen Energierohstoffen belasten die deutsche Volkswirtschaft nicht nur im Energiebereich, denn Erdöl ist zugleich wichtigster fossiler Grundstoff der chemischen Industrie.

Prognosen zufolge wird der Kohleanteil am globalen Primärenergieverbrauch bis 2050 auf 30 % (263 EJ) anwachsen

[1]. Die mittlere Wachstumsrate in diesem Zeitraum wird mit ca. 2 % p.a. über dem Durchschnittswert aller Primärenergieträger erwartet, d.h. Kohle erlebt weltweit eine beispiellose Renaissance. Der Anteil des Erdöls – heute noch dominierender Primärenergieträger – ist rückläufig und

wird unter 20 % absinken (Abbildung 1). Derzeit wird Kohle überwiegend energetisch zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Die sich verknappenden Erdöl- und Erdgasvorräte zwingen jedoch mittel- bis langfristig zu einer verstärkten stofflichen Nutzung dieses Energierohstoffes. Kohle wird zukünftig Erdöl und Erdgas als Kohlenstofflieferant im Bereich Chemierohstoffe, Düngemittel und Kraftstoffe ablösen müssen und daher nur noch untergeordnet energetisch genutzt werden können. Die global verfügbare Biomasse allein ist nicht ausreichend, den Kohlenstoffbedarf zu vertretbaren Kosten zu decken. Unverzichtbar in diesem Zusammenhang ist aber auch, die Emission an

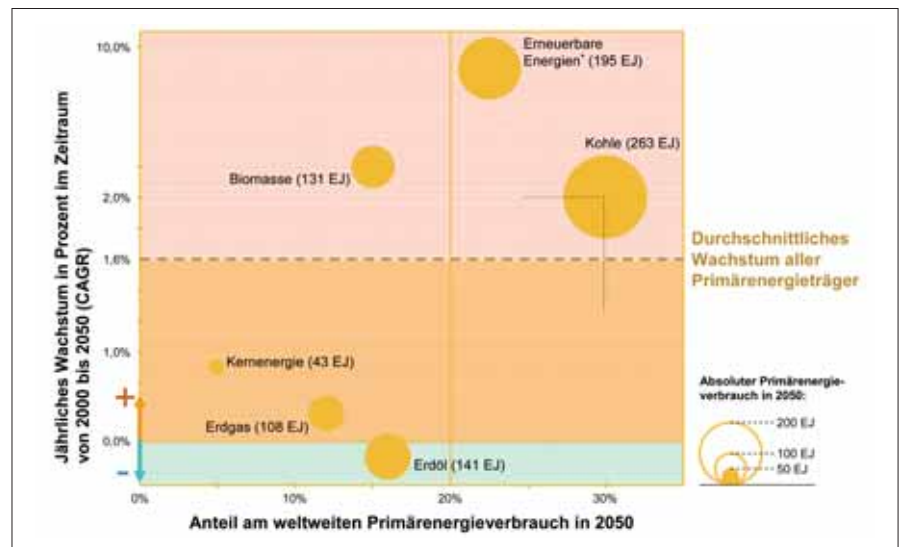


Abbildung 1: Entwicklung des weltweiten Primärenergiebedarfs bis 2050 (nach [2]). \* Solar, Wind, sonstige erneuerbare Energien. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis [4]

fossilem CO<sub>2</sub> drastisch zu senken und das Kohlendioxid als Kohlenstoffquelle zur Wertschöpfung zu nutzen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen regenerative Energien, vor allem Wind- und Solarenergie, verstärkt als Energiequellen genutzt werden, z. B. zur Erzeugung von nichtfossilem Wasserstoff für eine C<sub>1</sub>-Synthesechemie auf Basis CO<sub>2</sub>.

#### **ibi – eine zukunftsweisende Initiative**

In der stofflichen Nutzung der heimischen Braunkohle liegt der Schlüssel, zukünftig Erdöl und Erdgas und daraus hergestellte Chemieprodukte durch Kohle ersetzen zu können und Deutschland auf diesem Wege weitgehend von Kohlenwasserstoffimporten unabhängig zu machen. Diese Vision erfordert ein generelles Umdenken im Hinblick auf die Schwerpunkte einer zukünftigen Nutzung der Braunkohle. Die Erzeugung von Kraftstoff und Basischemikalien aus Braunkohle kann in Deutschland auf eine lange Tradition zurückblicken. Sie hatte ihre Höhepunkte in den 40er Jahren und später in der DDR und war bis zur Wende ein wirtschaftlicher Grundpfeiler der mitteldeutschen Region, besonders für die dort ansässige chemische Industrie. Die technologische Basis bestand in der Schwelung der teerreichen mitteldeutschen Braunkohle mit anschließender Hydrierung des Schwelteeeres auf Kraftstoffe sowie der Vergasung des Schwelkokses zur Erzeugung von Synthesegas. Die in der Welt einzigartige Karbochemie hatte neben dem wirtschaftlichen Aufschwung der chemischen Industrie und des Apparate- und Anlagenbaus aber auch erhebliche negative Auswirkungen auf die Ökologie zur Folge.

Nach der Wende waren Ingenieure und Wissenschaftler in Unternehmen und Forschungseinrichtungen bemüht, neue Verfahren und Anlagen vor allem im Bereich der umweltverträglichen energetischen Nutzung der Braunkohle zu entwickeln. Mit Ausnahme der Montanwachsgewinnung ist die stoffliche Nutzung der Braunkohle auf Grund fehlender innovativer und umweltgerechter Veredlungsverfahren nicht wieder aufgenommen worden, obwohl im mitteldeutschen Revier noch ausreichend karbochemisch nutzbare Braunkohlenvorräte anstehen.

Vor diesem Hintergrund wurde Anfang 2008 das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Innovationsforum „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi“ ins Leben gerufen (vgl. Beitrag ab S. 64).

Es bündelt die Aktivitäten verschiedener wissenschaftlicher Einrichtungen sowie Unternehmen auf dem Gebiet der stofflichen Braunkohlenutzung unter Koordination der Gesellschaft für Ingenieur-, Hydro- und Umweltgeologie mbH Halle/S und mit Unterstützung des Landes Sachsen-Anhalt und des Freistaates Sachsen. Das vom Innovationsforum verfolgte Ziel, ein nachhaltiges Netzwerk aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung zu etablieren, konnte inzwischen erreicht werden. Die Ergebnisse des Innovationsforums und die mit dem Vorhaben verbundenen wissenschaftlich-technischen sowie volkswirtschaftlichen Fragestellungen wurden auf einem Fachsymposium im Februar 2009 in Freiberg einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Die positive Resonanz insbesondere von Seiten der Politik war Veranlassung, das BMBF-Vorhaben „Innovativer Regionaler Wachstumskern – ibi“ zu beantragen.

#### **Kohleforschung am IEC – Mitwirkung am ibi-Vorhaben**

Das Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC) ist das von der Mitarbeiterzahl und Drittmittelaufkommen größte Institut an der TU Bergakademie Freiberg. Angesiedelt an der Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik hat sich das IEC in den vergangenen Jahren insbesondere auf die Erforschung von innovativen Vergasungstechnologien für Kohle und Biomasse spezialisiert. Das IEC steht deutschlandweit auf dem Gebiet der Vergasungstechnik an vorderster Stelle und prägt entscheidend die Forschungslandschaft im Bereich der Energieträgerwandlung. Die TU Bergakademie Freiberg besitzt ein umfangreiches Netzwerk an Forschungseinrichtungen und Praxispartnern auf dem Gebiet der Brennstofftechnik, auf das das IEC zurückgreifen kann. Unter der Leitung von Prof. Meyer entwickelt sich das Institut sehr dynamisch. Derzeit sind rund 40 Wissenschaftler und 30 Techniker an Fragestellungen der internationalen Kohleforschung tätig. In 5 Forschungsgruppen wird an den Schwerpunkten thermisch-chemische Konversion von Kohlen und Biomassen, Synthesegaserzeugung durch Hochdruckpartialoxidation, innovative Kraftwerkskonzepte mit Polygeneration und CO<sub>2</sub>-Abtrennung (CCS-Technologien), Hochtemperatur-Mineralstoffreaktionen, Kraftstofferzeugung sowie Vergasungsmodellierung gearbeitet. Eine an Bedeutung und Ausstrahlung gewinnende Arbeitsrich-

tung ist die Modellierung und Simulation von Hochtemperatur-Partialoxidationsprozessen auf der Grundlage mathematischer Modelle. Beredtes Zeugnis hierfür ist das im Jahr 2008 etablierte und vom BMBF geförderte Zentrum für Innovationskompetenz Virtuhcon (Virtuelle Hochtemperatur-Konversionsprozesse) als interdisziplinäres Grundlagenforschungszentrum, das sich der umfassenden Mathematisierung und Simulation von Hochtemperatur-Stoffwandlungsprozessen unter reduzierenden Gasatmosphären widmet. Mit der Bewilligung des Deutschen Energierohstoff-Zentrums Freiberg (DER) durch das BMBF im Mai 2009 wurden die genannten Aktivitäten in einer Gesamtstrategie konsequent zusammengeführt und noch bestehende Kompetenzlücken geschlossen. Im DER wird aufbauend auf der Freiburger Expertise in der Brennstoffforschung und Modellierung ein Zentrum etabliert, in dem unter Einbeziehung mehrerer Universitätsinstitute und weiterer führender Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus Deutschland Forschung in drei technischen und zwei nicht-technischen Forschungslinien durchgeführt werden soll. Neben der Aufklärung von Strukturmerkmalen von Energierohstoffen, der Entwicklung neuer korrosionsbeständiger Hochtemperatur-Werkstoffe sowie von Vergasungsverfahren der dritten Generation werden im DER neue Wege der Forschungskooperation und Qualifikation im Themenfeld stoffliche Kohlenutzung mit Pilotcharakter für Deutschland untersucht und demonstriert. Ziele des DER sind die Entwicklung neuer Technologien zur stofflichen Nutzung von Energierohstoffen wie Kohle bzw. Biomasse im Nach-Erdölzeitalter sowie der effiziente Wissenstransfer in die Industrie zur Kommerzialisierung dieser Neuentwicklungen.

Im Rahmen des ibi-Vorhabens ist das IEC in den Arbeitskreis „Innovative Verfahrenstechnologien“ (Leitung: Prof. Meyer) eingebunden. Zu bearbeitende Themenkomplexe sind:

- Extraktion (Prof. Härtel, TU BAF)
- Pyrolyse (Prof. Seitz, HS Merseburg)
- Vergasung (Prof. Meyer, TU BAF)

Bei diesen Konversionsprozessen bedarf es der Integration von innovativen Prozesselementen, der Vertiefung der wissenschaftlichen Basis und einer optimierten Prozessintegration in Veredlungsketten (siehe Abbildung 6 auf S. 68). Den eigentlichen Konversionsstufen sind die qualitätsgerechte Gewinnung und Bereitstellung der Braunkohle vorgelagert, einschließ-

Tabelle 1: Ergebnisse aus Simulationsrechnungen für Veredlungsketten. \*) inklusive CO<sub>2</sub>-Freisetzung bei H<sub>2</sub>-Erzeugung für Teerhydrierung

Varianten	Kohlenwasserstoffe in kg (Bezug 1 t Trockenkohle)				CO <sub>2</sub> in kg/kg		
	Extraktion	Pyrolyse	Vergasung + FT	Gesamt	Prozess	Verbrennung	Gesamt
I. Extraktion + Kohleverbrennung	158	-	-	158	-	11,3	11,3
II. Extraktion + Vergasung	158	-	191	349	2,8	-	2,8
III. Extraktion + Pyrolyse + Koksverbrennung	158	62	-	220	0,6*	4,8	5,4
IV. Extraktion + Pyrolyse + Vergasung	158	62	112	332	2,1*	-	2,1
V. Vergasung	-	-	228	228	4,4	-	4,4

lich Zerkleinerung, Klassierung und Trocknung. Deren Bedeutung für die Effektivität der gesamten Veredlungskette ist nicht zu unterschätzen. Auch die Belange des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit der Kohlegewinnung sind von gleichrangiger Bedeutung. Als günstig erweist sich die stoffliche Nutzung der Kohle in hintereinander geschalteten Prozessstufen. Ziel der Niedertemperatur-Prozesse Extraktion, Pyrolyse und Hydrierung ist die Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus der Kohle auf direktem Wege unter milden, d. h. energetisch günstigen Bedingungen.

Die Vergasung der kohlenstoffhaltigen Reststoffe (Koks, Extraktückstände) verläuft dagegen bei hohen Temperaturen. Innerhalb der stoffgeführten Veredlungskette kommt der Vergasung mit dem Ziel der Gewinnung eines Synthesegases die Rolle eines Schlüsselprozesses zu, da von hier aus nahezu alle Downstream-Optionen der Synthesechemie möglich sind. Erste Modellierungsergebnisse zur

Gestaltung optimaler Prozessketten sollen nachfolgend vorgestellt werden [3]. Als Bewertungskriterien für eine stoffgeführte Veredlungskette können die Ausbeute an Kohlenwasserstoffen (Rohmontanwachs, Teer und Fischer-Tropsch-Produkte oder Methanol) und die während der Umwandlungsprozesse entstehende Menge an Kohlendioxid als ein Kriterium der Umweltverträglichkeit der jeweiligen Variante herangezogen werden. Das Ergebnis von Simulationsrechnungen für unterschiedliche Varianten der Prozesskette verdeutlicht, dass mit der Vergasung und der Synthese von Fischer-Tropsch-Produkten in Kombination mit Prozessen der Niedertemperaturkonversion aussichtsreiche Möglichkeiten zur Entwicklung innovativer Veredlungsketten gegeben sind (Tabelle 1).

#### Zusammenfassung

Aufgrund der Reservesituation bei den fossilen Energierohstoffen wird sich lang-

fristig der Schwerpunkt der stofflichen Nutzung vom Erdöl/Erdgas auf Kohle verlagern. Deutschland als ein Land mit hoher Importabhängigkeit bei Öl und Gas wird bereits mittelfristig gezwungen sein, die Produktion von Basischemikalien oder Kraftstoffen auf Kohle umzustellen. Die heimischen Braunkohlevorkommen bieten dafür eine langfristige, kostengünstige Basis, insbesondere die bitumen- und teerreichen Braunkohlenlagerstätten Mitteldeutschlands und deren Nähe zu den Chemiestandorten. Diesem Strategieansatz ist die Initiative „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland ibi“ verpflichtet. Das gesetzte Ziel, innovative Technologien zur stofflichen Kohlenutzung zu entwickeln und mittel- bis langfristig zu etablieren, kann jedoch nur durch ein abgestimmtes Vorgehen der beteiligten Partner, eine enge Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft sowie die Unterstützung durch die Politik erreicht werden.

## Zur Entwicklung der Aufbereitungstechnik und Mechanischen Verfahrenstechnik an der TU Bergakademie Freiberg

Heinrich Schubert

Fragt man unter den gegenwärtigen Bedingungen nach dem Gegenstand der Aufbereitungstechnik im Zusammenhang mit der Verwertung primärer und sekundärer Rohstoffe, so lässt sich die Antwort wie folgt formulieren: „Die Aufbereitung ist die erste Verarbeitungsstufe fester mineralischer Rohstoffe sowie Sekundärrohstoffe (Abfälle) mit dem Ziel, daraus festdisperse Absatzprodukte zu erzeugen, an deren stoffliche Zusammensetzung sowie physikalische Eigenschaften (vor allem den Dispersitätszustand) durch die nachfolgenden Einsatzgebiete vorgegebene Anforderungen gestellt werden. Diese Produkte werden entweder weiteren Verarbeitungsstufen (z. B. Metallurgie, chemische Industrie, Baustoffindustrie, keramische Industrie

u.a.) zugeführt oder unmittelbar verwertet (z.B. feste Brennstoffe, Kalidüngemittel u.a.)“ [1, 2]. Soweit dies die Aufbereitung mineralischer Rohstoffe betrifft, reicht deren Anwendung bis in die Anfänge industrieller Entwicklungen zurück, wobei sie damals immer eng mit dem Bergbau verbunden und vor allem für die Verwertung metallischer Rohstoffe wesentlich war. Dies verdeutlicht zumindest für den europäischen Raum anschaulich und in trefflicher Weise das Hauptwerk von Georgius Agricola (1494–1555) „De re metallica libri XII“ [3]. Die Bergreviere Sachsens, Böhmens und der Slowakei gehörten damals zu den technisch entwickeltesten in Europa. Agricola hat das, was er dort sah, nicht nur im Detail beschrieben, sondern auch

in sehr informativen Holzschnitten festhalten lassen. Das VIII. Buch, das Agricola hauptsächlich der Aufbereitung widmete, ist nicht nur das umfangreichste, sondern zählt wohl auch zu den schönsten Büchern. Einen Eindruck hiervon vermittelt Bild 1 am Beispiel der Kombination von Pochwerken für die Feinzerkleinerung mit nachgeschalteten Planenherden für die Anreicherung der feinsten Wertstoffpartikeln hoher Dichte (z. B. gediegen Gold). Ein späteres Werk, das sich eng an das Agricolas anlehnt, ist der „Hellpolierte Bergbau-Spiegel“ [4]. Es entstand auf der Grundlage vielseitiger Erkenntnisse und Erfahrungen, die Balthasar Neumann in mehreren Bergbaurevieren erworben und in schriftlichen Aufzeichnungen hinter-

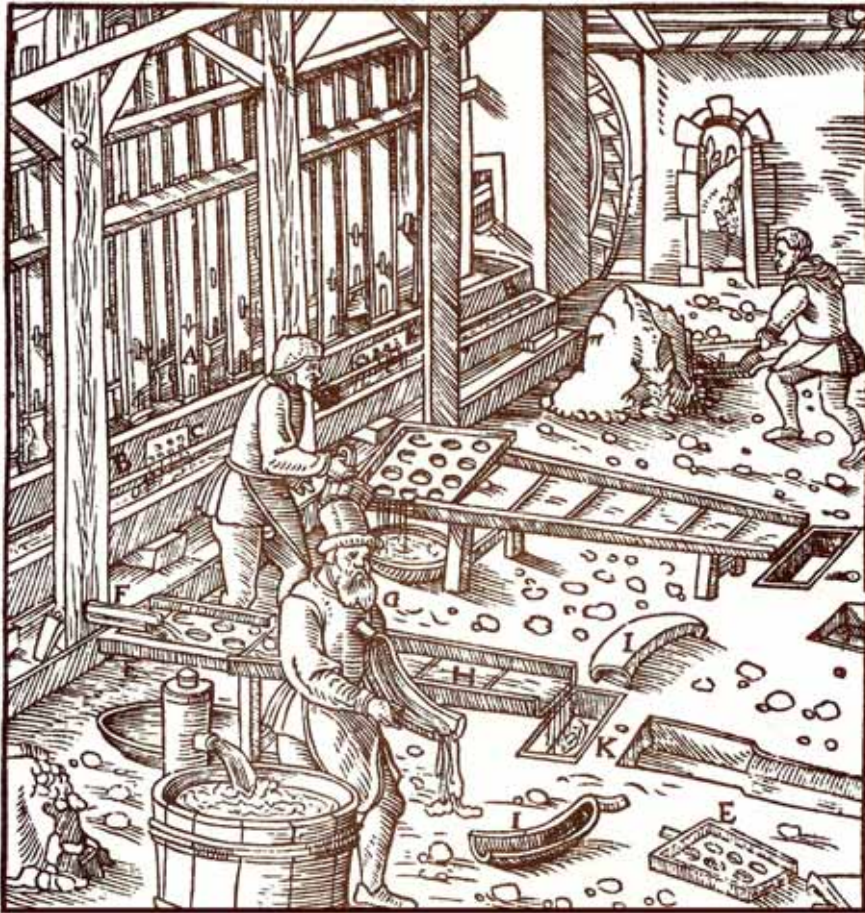


Bild 1: Pochwerk mit nachgeschalteten Planenherden (aus [3])

lassen hatte. Erst nach seinem Tode ließ diese sein Enkel Christoph Goldberg 1700 drucken.

### Zeitraum 1765 – 1947

Auch zur Zeit der Gründung der Bergakademie bildete die Aufbereitungskunde ein begrenztes Teilgebiet der „Bergbaukunst“, die damals alle zum Bergbau erforderlichen Wissensgebiete einschloss. Über das in den ersten Jahrzehnten ihres Bestehens in den Lehrveranstaltungen vermittelte Wissen ist jedoch relativ wenig Konkretes bekannt (siehe z. B. [5]).

Karl Amandus Kühn, der 1816 zur Unterstützung von Professor Werner eingesetzt worden war, wurde ein Jahr nach dessen Tod zum Professor für Bergbaukunst und Geognosie ernannt (1818). Er baute die Vorlesungen über die Bergbaukunst einschließlich der Aufbereitung aus, worüber ein Manuskript in Form einer stichwortartigen Inhaltsübersicht unterrichtet, das Kühn nach seiner Versetzung zum Oberbergamt seinem Nachfolger Professor Gätzschnmann übergab.

Moritz Ferdinand Gätzschnmann, der 1836 ernannt wurde, dürfte sich der Tatsache bewusst gewesen sein, dass die

Bergakademie selbst nach 70 Jahren ihres Bestehens noch nicht über ein eigenes Lehrbuch verfügte. Sein weitreichender Plan zur Herausgabe einer „Vollständigen Anleitung zur Bergbaukunst“, die als 12. Teil auch die Aufbereitung umfassen sollte, blieb weitgehend unvollendet. Umso erfreulicher ist es im Hinblick auf die aufbereitungstechnische Lehre an der Bergakademie, dass er seine umfangreichen Kenntnisse auf diesem Gebiet erstmalig in einem zweibändigen Werk niederlegte, das 1864 bzw. 1872 erschien [6] und in dem er einleitend den Gegenstand der Aufbereitung wie folgt definierte: „§ 1. Aufbereitung ist die mechanische Reinigung bergmännisch gewonnener Mineralkörper. § 2. Die Aufbereitung bildet somit, als die letzte der bergmännischen Arbeiten, deren Schluss“. Während die bis dahin bekannt gewordenen einschlägigen Publikationen auf bestimmte Bergbaureviere ausgerichtet waren, gelang es Gätzschnmann auf Grundlage seines Studiums von nationaler und internationaler Literatur, nicht nur einen umfassenden Überblick über den damaligen technischen und wissenschaftlichen Stand der Aufbereitung, sondern auch über deren historische Entwicklung zu geben. Hervor-

zuheben sind zahlreiche Literaturhinweise, häufige Angaben über technische und wirtschaftliche Daten und viele Skizzen sowie Maschinenzzeichnungen in einem Anlagenband.

Gätzschnmanns Nachfolger Carl Gustav Kreischer (1871–1891) trug in seinen Vorlesungen der wachsenden Bedeutung des Kohlebergbaus Rechnung. Darin war sein Interesse für die Aufbereitung der Steinkohle eingeschlossen, an die wegen des wachsenden Bedarfs von Koks in der Metallurgie erhöhte Anforderungen gestellt wurden. 1878 ist die Aufbereitungslehre eigenständiges Prüfungsfach geworden, und zwar für Bergingenieure im Rahmen der Diplomhauptprüfung und für Hüttenleute im Rahmen der Vorprüfung.

Diese im Vorgenannten kurz charakterisierte Situation war gegeben, als Johann Emil Treptow im Jahre 1891 die Professur für Bergbaukunde und Aufbereitung übernahm, die er bis 1923 innehatte. Er maß der Aufbereitung außerordentliche Bedeutung bei, wozu ihn sicherlich die stürmische Entwicklung der Aufbereitungstechnik, eingebettet in die erste industrielle Revolution, veranlasste. In diesen Zeitraum fallen bedeutende aufbereitungstechnische Erfindungen und Entwicklungen, die sich auch auf die Leistungsfähigkeit der Bergbautechnik (Produktivität) deutlich auswirkten und von denen die Nachfolgenden erwähnt werden sollen:

- 1859 war dem US-Amerikaner Blake ein Patent für den ersten Backenbrecher erteilt worden, der noch heute für die meisten Backenbrecher-Bauarten konstruktives Vorbild ist. Es gelang nunmehr, grobe und harte Gesteins- sowie Erzstücke maschinell zu zerkleinern. Wenig später sind die ersten Kegelbrecher und Trommelmühlen gebaut worden.
- Auch in der Klassiertechnik vollzogen sich beachtliche Fortschritte. Die Wurf- und Plansiebe führten sich in steigendem Maße anstelle der Trommelsiebe ein.
- Der Schwimm-Sink-Prozess hatte Ende des 19. Jahrhunderts verschiedene Vorläufer, die noch reine Flüssigkeiten bzw. Lösungen als Trennmedium benutzten. Der Durchbruch zur industriellen Anwendung gelang aber erst 1917 mit dem Chance-Prozess, bei dem eine Sand-Suspension benutzt wurde.
- Eine befriedigende oder sogar überhaupt eine Lösung zur Anreicherung vieler fein- und feinstverwachsener oder komplex zusammengesetzter mineralischer Rohstoffe gelang erst durch die Flo-





Bild 2: Deckblatt des Patents der Gebrüder Bessel: Verfahren zur Reinigung von Graphit [7]

tation. 1860 erwarb der Engländer Haynes ein Patent für Trennungen aufgrund des unterschiedlichen Verhaltens von Sulfiden und Gangart beim Benetzen mit Öl. Man kann diesen Prozess als Vorläufer der Flotation betrachten. 1877 wurde den Gebrüder Bessel in Dresden ein erstes Patent für einen Flotationsprozess im engeren Sinne erteilt, der die Trennung von natürlichem Graphit und Gangart zum Ziel hatte (Bild 2). Der Elmore-Prozess, 1898 in Wales für Kupfererze entwickelt, bedeutete die erste Anwendung für Buntmetallerze. 1912 geschah die erste selektive flotative Trennung von Blei-Zink-Erzen. In der Folgezeit vollzog sich eine außerordentlich stürmische Einführung der Flotation für viele mineralische Rohstoffe, die man hinsichtlich der damit erreichten Erweiterung nutzbarer Rohstoffressourcen als revolutionär und im Vergleich zu anderen gegebenenfalls möglichen Prozessvarianten als energiesparender und umweltträglicher bezeichnen kann.

- Die ersten mit Gleichstrom erregten Magnetscheider entstanden in der Wende des 19. zum 20. Jahrhundert. Die erste industrielle Anwendung der Sortierung in elektrischen Feldern reicht ebenfalls bis in diesen Zeitraum zurück.

Treptow reflektierte diese Entwicklungen im Grundsätzlichen. Dies äußerte sich zunächst darin, dass er die aufbereitungstechnischen Vorlesungen und Übungen erweiterte und in diesem Zusammenhang auch dem „Entwerfen von Aufbereitungsanlagen“ große Bedeutung beimaß. Seine beachtliche Lehrmittelsammlung hat er



Bild 3: Hans Madel

durch Modelle aufbereitungstechnischer Ausrüstungen beträchtlich erweitert. Vor allem kommt aber die ständig wachsende Rolle der Aufbereitung im Inhalt und Umfang der sechs Auflagen seines Lehrbuches zum Ausdruck, das schon ab 3. Auflage im Jahre 1903 unter dem Titel „Grundzüge der Bergbaukunde und Aufbereitung“ erschien. Bei der Darstellung der einzelnen Abschnitte hielt Treptow an der Vorgehensweise seiner Vorgänger fest, indem vor allem die für die Prozesse erforderlichen Ausrüstungen beschrieben werden, während den prozesstechnischen

Grundlagen nur wenig Platz eingeräumt worden ist. Über eigenständige Forschungsarbeiten Treptows auf dem Gebiete der Aufbereitung ist nichts bekannt geworden. Dazu fehlten wohl noch die Voraussetzungen in Gestalt eines entsprechenden Labors. Dieser Mangel dürfte ihm in den letzten Jahren seiner Tätigkeit nicht nur zunehmend bewusst geworden sein, sondern ihn auch veranlasst haben, durch vorbereitende Schritte auf eine entsprechende Änderung dieser Situation hinzuwirken.

Letzteres vollzog sich schon bald unter seinem Nachfolger Hans Madel (Bild 3), der 1924 zum o. Professor und Direktor des „Institutes für Aufbereitung und Bergbaukunde“ berufen worden ist. Durch diese Benennung ist der inzwischen eingetretenen und fortlaufend weitergewachsenen Bedeutung der Aufbereitungstechnik im Vergleich zum Bergbau Rechnung getragen worden. Sie war nicht mehr nur „Anhängsel“ der Bergbaukunde, sondern hatte zunehmende Selbständigkeit gewonnen. Schon 1927 konnte ein nach Madels Plänen gestaltetes Aufbereitungslabor neben dem Staatlichen Braunkohlen-Forschungsinstitut in der Agricolastraße in Betrieb genommen werden (Bild 4). Diese für die damalige Zeit vorbildlich mit Laborgeräten und kleintechnischen Ausrüstungen ausgestattete Einrichtung ermöglichte nicht nur eine grundlegende Verbesserung, Vertiefung und Erweiterung der Ausbildung, sondern auch Forschungsarbeiten von Grundlagen- sowie ange-



Bild 4: Einweihung des Institutes für Aufbereitung am 31. Oktober 1927

wandtem Charakter (Bild 5). Madel prägte auch die Prozessorientierung in Lehre und Forschung weiter aus. Das kommt u.a. in seiner Mitwirkung am mehrbändigen Handbuch „Der Chemie-Ingenieur“ zum Ausdruck, in dem er Abschnitte, die wir heute auch zu den mechanischen Prozessen der Verfahrenstechnik zählen, abgefasst hat (Bild 6). Dadurch ist schon damals der verfahrenstechnische Charakter der Aufbereitungstechnik verdeutlicht worden. Der wachsenden Rolle der technologischen Grundlagenforschung Rechnung tragend, gewann Madel u.a. den Physikochemiker W. Petersen, einen Schüler Lottermosers, als Mitarbeiter. Er war nach seiner Habilitation an der TH Dresden von 1931–1937 Privatdozent für Aufbereitung an der Bergakademie Freiberg, und von ihm stammt das m.E. für diese Zeit bedeutendste Buch über die Flotation, das 1936 unter dem Titel „Schwimmaufbereitung“ herauskam [8].

Professor Madel verstarb als Offizier der Wehrmacht nach einer Verwundung schon in den ersten Tagen des Zweiten Weltkrieges. Sein Nachfolger Dr.-Ing. habil. Werner Gründer ist mit Wirkung vom 1. April 1942 als o. Professor für Aufbereitungskunde und Direktor des Institutes für Aufbereitung und Bergbaukunde berufen und im Januar 1947 von seinen Funktionen entbunden worden.

### Zeitraum 1947 – 1959

Dr.-Ing. habil. Helmut Kirchberg, der bis Anfang 1945 o. Professor an der TH Breslau war, wurde mit Wirkung vom 1. April 1947 zum Professor mit Lehrstuhl für Aufbereitung und Bergbaukunde sowie Direktor des gleichnamigen Instituts an die Bergakademie berufen. Auf seinen Vorschlag ist dieses Institut 1950 in „Institut für Aufbereitung mit der Abteilung Steine und Erden“ umbenannt worden. Nach gründlicher Vorbereitung nahm im Wintersemester 1949/50 auf Initiative der Professoren Kirchberg und Rammler die neu gebildete Fachrichtung Aufbereitung ihre Tätigkeit auf, die zunächst die gesamte Aufbereitung und Veredelung mineralischer Rohstoffe und Primärenergieträger umfasste und sich in die zwei Studienzweige „Kohle und Öl“ sowie „Erze und sonstige anorganische Rohstoffe“ gliederte, aus denen 1956 die selbständigen Fachrichtungen „Kohleveredelung“ einerseits und „Aufbereitung“ andererseits hervorgingen. Ende der 50er Jahre sind Verwaltungs-, Mitarbeiter- und Semi-

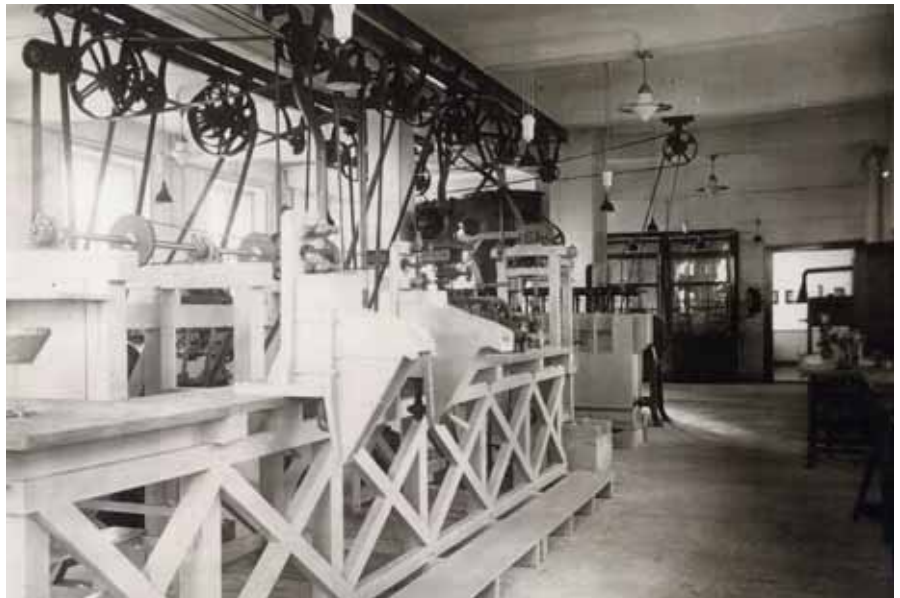


Bild 5: Damaliger Flotationsversuchsstand im oberen Arbeitssaal

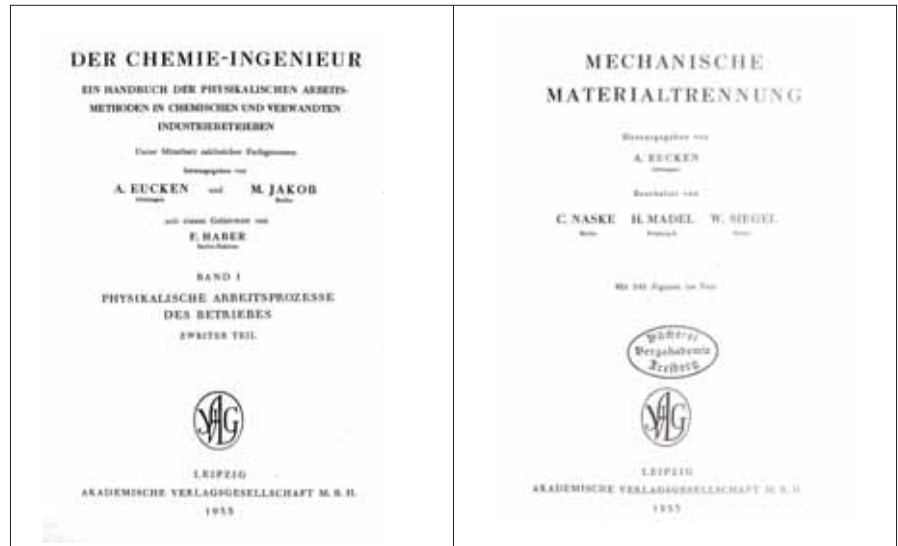


Bild 6: Titelseiten des Handbuches „Der Chemie-Ingenieur“, Band I, Zweiter Teil. Leipzig 1933

narräume des Instituts aus dem 2. Stock des Hauptgebäudes der Bergakademie in der Akademiestraße 6 in den Karl-Kegel-Bau und damit in die unmittelbare Nähe des Labors in der Agricolastraße verlegt worden.

Der erste Band des von Professor Kirchberg ursprünglich als zweibändig geplanten Werkes „Aufbereitung bergbaulicher Rohstoffe“ erschien 1953. Bereits mit Wirkung vom 1. Januar 1954 übernahm dann Professor Kirchberg noch die Leitung des neu gegründeten Forschungsinstitutes für Aufbereitung (FIA) beim Ministerium für Schwerindustrie der DDR und ist deshalb Ende 1959 von der Leitung des Institutes der Bergakademie entbunden worden. Im Zeitraum seiner Tätigkeit an der Bergakademie wurden 44 Diplomingenieure der Fachrichtung Aufbereitung ausgebildet.

### Zeitraum 1960 – 1991

Mit Wirkung vom 1. Januar 1960 ist der Autor dieses Beitrages zum Hochschullehrer für das Fachgebiet Aufbereitung sowie zum Direktor des damaligen Institutes berufen worden. Nachdem sich das Grundlagenstudium der neuen Fachrichtung Aufbereitung schon von Anfang an von dem der Bergbaufachrichtungen unterschied, indem es sich insbesondere durch die wesentlich stärkere Betonung von Physikalischer Chemie, Anorganischer und Organischer Chemie, Strömungsmechanik und Thermodynamik auszeichnete, stand nunmehr auch die Aufgabe, die Fachausbildung wirkungsvoller auf die prozesstechnischen Grundlagen zu orientieren und dadurch auch den Einsatzbereich der Absolventen unter Berücksichtigung der in der DDR gegebenen industriellen Be-

dingungen zu erweitern. Dabei ist von der in Tabelle 1 dargestellten Gliederung der Aufbereitungsprozesse ausgegangen worden. Wenn man unter einem Makroprozess die Stoffwandlung im Prozessraum einer Grundausrüstung (z.B. Trommelmühle, Siebmaschine, Hydrozyklon, Magnetscheider, Filterapparat, Pelletierteller) versteht, so ist es zweckmäßig, zunächst Prozesshauptgruppen abzugrenzen, die sich hinsichtlich des technologischen Ziels unterscheiden (Zerkleinern, Anreichern, Flüssigkeitsabtrennung u. a.). Deren Untergliederung lässt zusätzlich die Grundrichtung der technologischen Lösung hervortreten. Schließlich wären in der rechten Spalte der Tabelle 1 die einzelnen Makroprozesse selbst anzuführen. Darauf ist jedoch wegen deren Vielzahl verzichtet worden. Zu den Aufbereitungsprozessen gehören somit mechanische, thermische und chemische Prozesse, wobei die mechanischen deutlich dominieren. Neben diesen Prozessen sind außerdem Fördern, Lagern und Dosieren von Schüttgütern Bestandteile der Aufbereitungstechnik.

Den Erfordernissen der damaligen Industrie Rechnung tragend, sind schließlich Ende der 1950er bzw. Anfang der 60er Jahre die stofforientierten Lehrveranstaltungen durch Salzverarbeitung und Uranerzaufbereitung erweitert worden, in deren Inhalten bekanntlich Löse- bzw. Laugeverfahrensstufen eine wichtige Rolle spielen.

Im Rahmen der Hochschulreform der DDR 1968 vollzogen sich auch an der Bergakademie bedeutende weitere Entwicklungen für die Ingenieurausbildung, die sich wie folgt charakterisieren lassen:

- Vertiefung der mathematischen-naturwissenschaftlichen Grundlagen,
- Zurückdrängen der stoffspezifischen Inhalte sowie Spezialisierungen zugunsten der Prozessorientierung und Reduzierung der Anzahl der Fachrichtungen.

Im Rahmen dieser Entwicklung wurde die Aufbereitungstechnik Studienrichtung in der Fachrichtung Grundstoffverfahrenstechnik an der Bergakademie, und das Institut für Aufbereitung ist als Wissenschaftsbereich „Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik“ (WB MVT/AT) in die Sektion „Verfahrenstechnik und Silikatechnik“ eingegliedert worden. Die Professur wurde in eine ordentliche Professur für „Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik“ umbenannt. Nach dem Vorbild US-amerikanischer Departments war es das Ziel der Sektionsbildungen, das interdisziplinäre

Tabelle 1: Gliederung der Aufbereitungsprozesse

Prozesshauptgruppe	Prozessuntergruppe		Makroprozesse
← Aufbereitungstechnisches Ziel Aufbereitungstechnische Lösung →			
Zerkleinern		Mechanisches Zerkleinern Thermisches Zerkleinern	...
Anreichern	Sortieren	Dichtesortieren Magnetscheiden Elektrosortieren Flotieren Klauben u. a.	...
	Lösen und Laugen <sup>1)</sup>		...
Flüssigkeitsabtrennen	Mechanisches Flüssigkeitsabtrennen	Sedimentieren Filtern	...
	Trocknen		...
Agglomerieren		Pelletieren Brikettieren Sintern	...
Mischen			...
Brennen und Rösten			...
Entstauben			...

1) Unter Lösen und Laugen wird hier eine Kombination von Prozessen zu einer Verfahrensstufe verstanden, die hinsichtlich der Anreicherung einem Sortierprozess äquivalent ist.

Tabelle 2: Zur Einteilung mechanischer Makroprozesse

Prozesshauptgruppe	Prozessuntergruppe		Beispiele
	Charakter der unmittelbar beteiligten Phasen	Schematische Darstellung der Stoffwandlung	
Trennen	fest/fest		Siebklassieren Stromklassieren
	fest/flüssig		Dichtesortieren, Flotieren, Magnetscheiden, Klauben
	fest/gasförmig		Sedimentieren Filtern
	flüssig/flüssig		Entstauben
	flüssig/gasförmig		Trennen einer Emulsion
Mischen	fest/fest		Schaumbrechen
	fest/flüssig		Mischen fester Stoffe
	fest/gasförmig		Suspendieren
	flüssig/flüssig		Verstäuben
	flüssig/gasförmig		Emulgieren
Zerteilen	fest		Begasen von Flüssigkeiten
	flüssig		Zerkleinern
Agglomerieren	fest		Zerstäuben von Flüssigkeiten und Schmelzen
	fest/flüssig		Pressagglomerieren Aufbauagglomerieren
			Flocken

Zusammenwirken zu fördern und damit dem „Institutspartikularismus“ entgegenzuwirken.

Da die Schnittmenge der Inhalte von Mechanischer Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik erheblich ist (Vergleich von Tabelle 1 und 2), war es verständlich, dass nunmehr der Wissenschaftsbereich MVT/AT die Lehrveranstaltungen für die gesamte Sektion wahrzunehmen hatte, die die Grundlagen der mechanischen Prozesse und die meisten mechanischen Prozesse beinhalteten, außerdem natürlich die aufbereitungstechnische Spezialausbildung.

Der Autor dieses Beitrages hat sich in den Jahrzehnten seiner aktiven Hochschullehrertätigkeit bei der Konzipierung seiner Lehrveranstaltungen sowie als Autor von Fachbeiträgen und Lehrbüchern [9 bis 11] mit dem Gegenstand der Mechanischen Verfahrenstechnik auseinandergesetzt. Dabei ist seine Auffassung wesentlich beeinflusst worden durch das Buch von C. Orr „Particulate Technology“ [12] und vor allem durch die Arbeiten von Hans Rumpf an der Universität Karlsruhe zu diesem Sachverhalt [13 bis 15]. Unter einem mechanischen Prozess ist die verfahrenstechnische Stoffwandlung durch mechanische Einwirkung zu verstehen. Mechanisch wandelbar sind kolloid- bis grobdisperse Stoffsysteme, d. h. Kollektive von festen Partikeln, Tropfen und Blasen in einem fluiden Dispersionsmittel. Hinsichtlich der angestrebten bzw. eintretenden Zustandsänderung lassen sich die mechanischen Stoffwandlungen in zwei Gruppen gliedern [14], nämlich:

- Änderungen des Dispersitätszustandes, wozu alle Zerteil- und Agglomerationsprozesse gehören (siehe Tabelle 2), sowie
- Änderungen des Mischungszustandes, wobei der Mischungszustand den Bereich der vollständigen Trennung bis zur vollständigen Mischung (vollständige Zufalls Mischung, stochastische Homogenität) umfasst. Hierzu zählen folglich alle Trenn- und Mischprozesse (siehe Tabelle 2).

Grundvorgänge und Mikroprozesse stellen die Elemente von Makroprozessen nach einem hierarchischen Gliederungsprinzip für die gesamte Verfahrenstechnik dar, das unter wesentlicher Mitwirkung des Autors vorgeschlagen worden ist [16]. Unter einem Mikroprozess sind die Einwirkungen und dadurch hervorgerufenen Zustandsänderungen in den für einen Makroprozess charakteristischen kleinsten Substanzgebieten (Volumenelementen) zu verstehen [10, 11]. Auf dieser

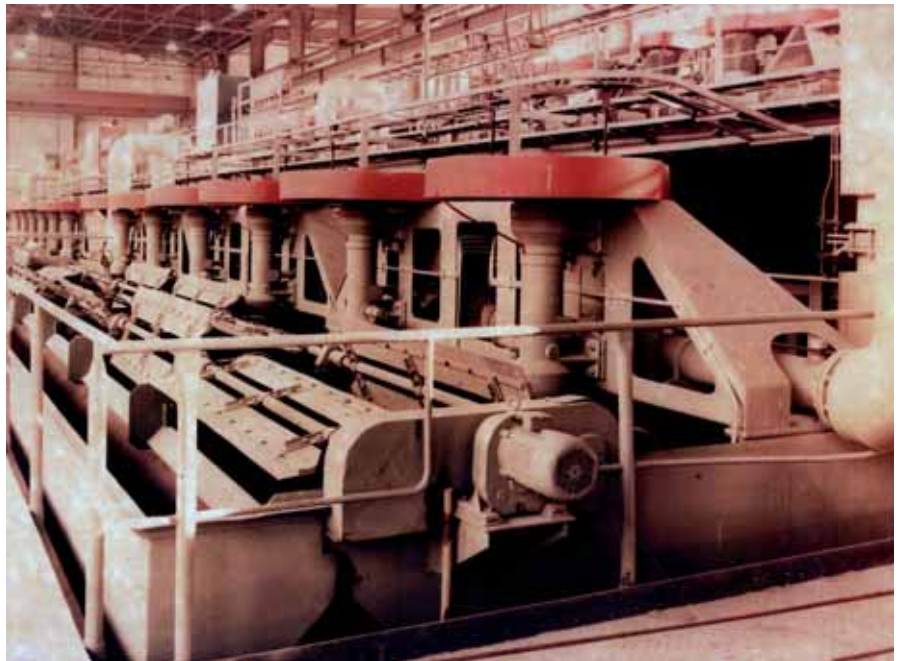


Bild 7: Flotationsanlage Zielitz

Grundlage lässt sich die große Anzahl mechanischer Makroprozesse auf wenige Gruppen mechanischer Mikroprozesse zurückführen. Für die Entwicklung und Gestaltung von Lehre und Forschung im WB MVT/AT hat deshalb das Mikroprozess-Konzept eine entscheidende Rolle gespielt, wie dies z. B. im Lehrbuch „Mechanische Verfahrenstechnik“ [11] des Lehrwerkes Verfahrenstechnik in der DDR zum Ausdruck kommt, das in drei Auflagen erschienen ist.

Ausgelöst durch die ständig wachsende Nutzung von Abfällen als Sekundärrohstoffe in der DDR, bildete sich im WB MVT/AT in der zweiten Hälfte der 60er Jahre die Auffassung heraus, dass sich mit dem Recycling dieser Materialien ein für Lehre und Forschung in der Aufbereitungstechnik neues wichtiges Aufgabengebiet ergeben hat. Dem wurde von nun an durch entsprechende Lehrveranstaltungen sowie die Bearbeitung von Forschungsaufgaben entsprochen. Auch für das Recycling spielen die mechanischen Prozesse eine dominierende Rolle, erfordern aber eine Ergänzung durch thermische, chemische und zunehmend auch biologische Prozesse. Folgerichtig ist deshalb 1984 die Dozentur „Sekundärrohstoffe“ geschaffen worden, mit deren Wahrnehmung Dr. Gert Schubert beauftragt wurde, der schon bis dahin alle Aufgaben auf diesem Gebiet bearbeitet und 1983 auch das bedeutende Fachbuch „Aufbereitung metallischer Sekundärrohstoffe“ herausgebracht hatte [17] (siehe auch Bild 8).

Was die Grundlagenforschung im Rahmen der Mechanischen Verfahrenstechnik anbelangt, so war diese zu einem erheblichen Anteil in die Hauptforschungsrichtung „Grundlagen der Verfahrenstechnik“ der DDR eingeordnet, wobei dem WB die Federführung für Planung, Koordinierung und Auswertung aller diesbezüglichen, in den Hochschulen bearbeiteten Themen der Mechanischen Verfahrenstechnik übertragen war. Die vom WB im Baukastenprinzip selbst bearbeiteten Aufgaben lassen sich folgenden, über längere Zeiten bearbeiteten Themenkreisen zuordnen:

- Modifizierung der Eigenschaften von Partikeloberflächen durch selektive Adsorption vor allem mit dem Ziel von Hydrophobierung oder Hydrophilierung: Hierbei standen im Vordergrund einerseits die Aufklärung der Wechselbeziehungen zwischen der Struktur der benutzten organischen Reagenzien und der Festkörperstruktur für die Adsorbierbarkeit und andererseits Aussagen über die Energieanteile, die die mit der Festkörperoberfläche unmittelbar wechselwirkenden polaren Gruppen (elektrostatische Adsorption, Chemisorption) sowie die unpolaren Gruppen durch Assoziation im Adsorptionsfilm beitragen. Praktische Nutzungsfelder dieser Untersuchungsergebnisse waren besonders die Reagensregime für die Flotation von Sylvinit und anderer Salzminerale, Fluorit, Kassiterit und weiterer Minerale.
- Mikroprozesse der Zerkleinerung spröder Stoffe und deren Modellierung, wobei die physikalische Begründung und



Bild 8: Bücher: H. Schubert: Aufbereitung Fester Mineralischer Rohstoffe, Band I bis III; G. Schubert: Aufbereitung Metallischer Sekundärrohstoffe

mathematische Formulierung von Bruchwahrscheinlichkeit und Bruchstückgrößenverteilung neben ihrer Optimierung bei Einzelkorn- und Kornschichtbeanspruchung im Vordergrund standen. Im Zusammenhang mit der Aufnahme von Forschungsarbeiten zur Aufbereitung metallischer Sekundärrohstoffe sind diese Untersuchungen später auch auf nicht-spröde Stoffe ausgedehnt worden.

- Modellierung und Optimierung von Prozessen in turbulenten Mehrphasenströmungen: Aus der Erkenntnis heraus, dass viele mechanische Prozesse in turbulenten Strömungen verlaufen und die Turbulenz für einige Mikroprozesse (Partikelkollisionen, Zerteilen von Tropfen, Blasen und Flocken) sogar prozessbestimmend ist, wurde dieses wichtige Forschungsfeld unter Anwendung der statistischen Turbulenztheorie bearbeitet. Hierbei waren die Untersuchungs- und Anwendungsbereiche insbesondere die Hydrodynamik von Flotationsprozessen sowie die Stromklassierung in Hydrozyklonen.

In den 1980er Jahren kam zu diesen bearbeiteten Themenkreisen noch die Schüttgutmechanik leichtlöslicher Salze hinzu.

Der vorwiegende Industriepartner für die angewandte Forschung war die Kaliindustrie der DDR, von der auch Grundlagenthemen finanziert worden sind, die in ihrem Interessensfeld lagen. Aus der Vielseitigkeit der verfahrenstechnischen Prozesse der Kalisalzverarbeitung sind vom WB insbesondere Forschungsarbeiten zur Zerkleinerung, Klassierung, Flotation sowie zum Fließ- und Lagerverhalten

bearbeitet worden, wofür auch viele Themen von Studien- und Diplomarbeiten abgeleitet werden konnten. Beim Aufbau des größten Kaliwerkes der DDR in Zielitz war der WB sogar Mitverfahrensträger für die Verfahrensstufen Feinerzkleinerung, Klassierung und Flotation (Reagensregime, Hydrodynamik) (Bild 7).

Ab Ende der 60er Jahre entwickelte sich das Kombinat Metallaufbereitung zum zweitwichtigsten Industriepartner des WB. Aus dieser Zusammenarbeit ist schon 1968 als Ergebnis die weltweit erste Anwendung einer Elektrosortierung für die Kabelschrottaufbereitung hervorgegangen. In den Jahren 1978/80 erfolgte eine Verfahrensentwicklung für die erste großtechnische Aufbereitung von Elektronikschrott in der Welt, die 1984 in Betrieb genommen worden ist.

An der Bearbeitung der Forschungsaufgaben waren nicht nur die Mitarbeiter des WB und Studenten beteiligt, sondern fortlaufend auch ausländische Aspiranten sowie ab 1968 die Forschungsstudenten. Die wissenschaftlichen Ergebnisse haben, abgesehen von den internen Forschungsberichten, in rund 470 Publikationen in nationalen und internationalen Zeitschriften ihren Niederschlag gefunden. In diesem Zusammenhang ist außer dem bereits erwähnten Lehrbuch „Mechanische Verfahrenstechnik“ sowie Fachbuch „Aufbereitung metallischer Sekundärrohstoffe“ das dreibändige Standardwerk „Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe“ zu nennen, das in mehreren Auflagen erschienen und im deutschsprachigen

Raum ebenfalls konkurrenzlos geblieben ist (Bild 8).

Im Zeitraum 1960/91 betrug die Gesamtzahl erfolgreich betreuter Diplomanden rund 550, darunter eine beachtliche Anzahl von Fernstudenten, neben ca. 60 Doktoranden. Aus Letzteren sind 8 Professoren an Universitäten und Hochschulen hervorgegangen.

Der WB hat auch wirkungsvoll zum wissenschaftlichen Leben an der Bergakademie und dadurch zum unverzichtbaren Meinungsaustausch und -streit beigetragen. In diesem Zusammenhang sind in Zweijahresabständen Kolloquien mit internationaler Beteiligung anlässlich der Berg- und Hüttenmännischen Tage zu aktuellen Themenkreisen (Grundlagen und Anwendung der Flotation, Physikalische Eigenschaften von Körnungen und Kornschüttungen, Partikeltechnologie, Aufbereitung von Sekundärrohstoffen u. a.) organisiert worden. Dazu zählen weiterhin zahlreiche Kolloquien, auf denen namhafte Wissenschaftler und Fachleute des In- und Auslands ihre Forschungs- bzw. Arbeitsergebnisse zur Diskussion stellten. Ein abschließender Höhepunkt war die Entscheidung des Internationalen Wissenschaftlichen Komitees des IMPC (International Mineral Processing Congress), die Organisation und Durchführung des 17. Internationalen Kongresses 1991 in Dresden der Bergakademie zu übertragen, wodurch die hohe internationale Anerkennung der Leistungen des WB MVT/AT zum Ausdruck kam.

## Zeitraum 1992 – 2008

Aus dem WB MVT/AT ist 1991/92 das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik hervorgegangen, dem die Lehrstühle „Mechanische Verfahrenstechnik“ sowie „Aufbereitungstechnik und Recycling“ zugeordnet wurden. Mit der Bildung des Letztgenannten ist der inzwischen erheblich weiter gewachsenen Bedeutung der Sekundärrohstoffe (Abfälle) für Rohstoffversorgung und Ökologie der Industrieländer konsequent Rechnung getragen worden.

Auf den Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik wurde Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Husemann berufen, in dessen Verantwortungsbereich nunmehr alle Lehrveranstaltungen gehörten, die der Mechanischen Verfahrenstechnik im engeren Sinne zuzuordnen sind. In diesem Zusammenhang entstand im Rahmen des Studienganges Verfahrenstechnik die Studienrichtung Partikeltechnologie, deren fachliche Schwerpunkte die Prozesse der Erzeugung und verfahrenstechnischen Verarbeitung sowie die Charakterisierung feiner bis feinsten Stoffsysteme sind. Folglich ist dem Lehrstuhl auch die Federführung des Anfang der 1990er Jahre konzipierten Sonderforschungsbereiches der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) „Partikelwechselwirkungen bei Prozessen der Mechanischen Verfahrenstechnik“ übertragen worden, der von 1995 bis 2004 die Forschungsaktivitäten mehrerer Institute der TU Bergakademie Freiberg sowie weiterer Institutionen auf diesem wichtigen Gebiet der Partikeltechnologie zusammenführte. Die Schwerpunkte der eigenen Forschungsarbeiten des Lehrstuhls waren hierbei Modellierung und Optimierung von Kornschnittbeanspruchungen im Fein- und Feinstkornbereich sowie deren Nutzenanwendung bei Mahlprozessen. Hinzu kamen Untersuchungen zum Einfluss von Adsorptionsschichten auf das Fließverhalten kohäsiver und luftdurchströmter Pulver. Zu erwähnen ist schließlich, dass am Lehrstuhl auf Grundlage der experimentellen Ausstattung ein akkreditiertes Prüflabor der Partikelmess-technik entstand. Im vorgenannten Zeitraum sind in dieser Studienrichtung 45 Diplom-Ingenieure ausgebildet worden.

Zum Professor für Aufbereitungstechnik und Recycling ist 1992 Dr.-Ing.habil. Gert Schubert, d.h. der bisherige Dozent für Sekundärrohstoffe, berufen worden. Durch diese personelle Kontinuität eröffneten sich sehr günstige Möglichkeiten

für die weitere Steigerung der Effektivität in Lehre und Forschung auf dem Gebiet des Recyclings.

Die außerordentliche Vielfalt der in den Industrieländern entstehenden Abfälle, wie z.B. Schrotte, Hausmüll, Verpackungsabfälle, Kunststoffabfälle, Glasbruch, Bauschutt, Papier- und Pappenabfälle, Altgummi, Bioabfälle, metallurgische Schlacken und Aschen, erfordert eine leistungsfähige, prozessorientierte Ausbildung von Ingenieuren unter besonderer Berücksichtigung der jeweiligen Materialeigenschaften. Im Mittelpunkt der Lehre stehen auch hier die mechanischen Prozesse, die durch thermische, chemische und biologische zu ergänzen sind. Betrachtet man die Abfälle als „rezente Lagerstättenbildungen“, so unterscheiden sie sich von den mineralischen Vorkommen durch eine wesentlich erhöhte Vielseitigkeit hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften, die sich durch technische Weiterentwicklung noch zeitlich verändern.

Für eine Technische Universität wie die TU Bergakademie, die sich das Ziel gestellt hatte, wesentliche Beiträge zum Schließen der Stoffkreisläufe zu leisten [18], bildete folglich ein Lehrstuhl Aufbereitungstechnik und Recycling einen Eckpfeiler in diesem Konzept. Der in Freiberg seit den 1980er Jahren eingeschlagene Weg ist in den 90er Jahren auch an den rohstofforientierten Fakultäten anderer deutscher Technischer Universitäten (Aachen, Berlin, Clausthal, Cottbus) durch entsprechende Lehrstuhl-Bildungen und Berufungen energisch verwirklicht worden.

Die Voraussetzungen für die Ausbildung leistungsfähiger Aufbereitungsingenieure für das Recycling waren somit an der TU Bergakademie gegeben. Dies kommt zusätzlich noch durch folgende Tatsachen zum Ausdruck:

- Es existierten für die Mitwirkung bei der Lösung der Aufgaben in Lehre und Forschung innerhalb der Universität (Fakultäten 4 und 5) sowie im Forschungsinstitut für Leder und Kunstleder kompetente Partner für die Zusammenarbeit.
- Die an der Professur Aufbereitungstechnik und Recycling geschaffene Versuchstechnik für Zerkleinerung und Sortierung der Abfälle und Schrotte stand europaweit nicht angenähert in anderen Universitäten zur Verfügung (s. z.B. Bild 9). Ausschließlich durch Industriekontakte und Forschungsprojekte gelang es, diese leistungsfähige Versuchstechnik für die Ausbildung sowie Grundlagen- und ange-

wandte Forschung zu schaffen.

In den letzten Jahren ist in Deutschland eine relativ große Anzahl von Recyclinganlagen aufgebaut worden, deren Technologien zu einem erheblichen Anteil auf empirischer Grundlage entwickelt worden sind. Die technisch-wissenschaftliche Durchdringung der Prozesse und Verfahren ist deshalb im Vergleich zu anderen verfahrenstechnischen Industriebereichen deutlich zurückgeblieben. Hinzugekommen ist dann noch die zunehmende Komplexität der Technologien, verursacht durch die Forderung, möglichst alle Wertstoffinhalte aus Abfällen mit hohem Ausbringen und hinreichender Produktqualität zu gewinnen. Folglich besteht für die Weiterentwicklung bereits bestehender sowie neuer Anlagen ein erheblicher wissenschaftlich-technischer Nachholbedarf. Schließlich arbeiten wohl in keinem anderen Industriebereich so viele Ingenieure mit fachfremder Ausbildung wie im Recycling-Bereich. Daher besteht ein erheblicher Nachholbedarf an fachgerecht ausgebildeten Kadern, für dessen Befriedigung zusätzlich auch Weiterbildungsmaßnahmen unentbehrlich sind.

Den sich aus dem Vorstehenden ergebenden Aufgaben und Anforderungen hat sich der Lehrstuhl konsequent gestellt. So sind im Zeitraum 1993–2003 48 Diplom-Ingenieure ausgebildet worden, die erfolgreich in der Praxis tätig sind. Außer den schon oben erwähnten Themen der Grundlagenforschung sind vor allem die Zerkleinerungstechnik für Metalle und metallhaltige Verbunde, das Autorecycling sowie die Aufbereitung von Kunststoffabfällen mittels Elektrosortierung und Flotation bearbeitet worden.

Nach dem Ausscheiden von Professor Gert Schubert im Jahre 2005 aus Altersgründen ist der Lehrstuhl „Aufbereitungstechnik und Recycling“ bisher nicht wieder besetzt worden.

## Konsequenzen für die Perspektive

Durch den Verzicht auf die Wiederbesetzung des Lehrstuhls „Aufbereitungstechnik und Recycling“ sind Lehre und Forschung auf diesen wichtigen verfahrenstechnischen Gebieten sowohl für die mineralischen Rohstoffe als auch für die Abfälle abrupt abgebrochen worden. Als Folge dieser Entscheidung hat sich inzwischen auch ergeben, dass an der TU Bergakademie keine Mitarbeiter mehr existieren, die aufgrund ihrer Ausbildung,



Bild 9: Blick in das Zerkleinerungstechnikum für Sekundärrohstoffe

Kenntnisse und/oder beruflich erworbenen Erfahrungen diesen Technikbereich, abgesehen von Teilgebieten der Zerkleinerungstechnik, wenigstens vorübergehend vertreten könnten. Folglich ist das vom Rektor 2003 geäußerte Ziel, Stoffkreisläufe zu schließen [18], sowohl in der Ausbildung als auch in der Forschung aufgegeben worden. Diese Situation ist besonders schmerzlich, wenn man zudem bedenkt, welche „Pionierrolle“ die Bergakademie in den vergangenen Jahrzehnten für die Entwicklung von Aufbereitungstechnik und Recycling in der deutschen Hochschullandschaft gespielt hat (siehe oben). Den Autor dieses Beitrages hat diese Entwicklung besonders betroffen gemacht. Als ihm anlässlich des XXIII. IMPC in Istanbul 2006 der „Life Time Award for Outstanding Contributions in the Education and Technology of Mineral Processing“ überreicht wurde, hat er sich über diese sehr seltene Auszeichnung für sich und seine ehemaligen Mitarbeiter natürlich sehr gefreut. Darunter hat sich aber eine erhebliche Traurigkeit über die inzwischen in Freiberg im Vergleich zu anderen deutschen Universitäten und Hochschulen eingetretene Situation gemischt.

Fragt man, warum es an der TU Bergakademie zu dieser Situation gekommen ist, so drängt sich der Eindruck auf, dass bei den für die Entscheidung verantwortlichen Wissenschaftlern erhebliche Kenntnisdefizite über den Gegenstand sowohl der Aufbereitungstechnik als auch der Verfahrenstechnik bestehen dürften. Die Aufbereitungstechnik hat auf ihrem Wege zu einer selbständigen technisch-wissenschaftlichen Disziplin niemals einen engen Bezug zur maschinenbaulichen

Lehre und Forschung gehabt oder ist gar deren „Anhängsel“ gewesen. Sie hat sich vielmehr aus den Wechselbeziehungen zum Bergbau (siehe oben) oder auch zur Metallurgie heraus entwickelt und sich Ende des 19. Jahrhunderts bis Anfang des 20. Jahrhunderts, unterstützt durch bedeutende Erfindungen und technische Entwicklungen im Rahmen der industriellen Revolution, verselbständigt, wobei sich Physik, physikalische, anorganische und organische Chemie sowie der Erkenntniszuwachs über Mehrphasenströmungen als die wichtigsten Grundlagen herausstellten. Man nehme technisch-wissenschaftliche Zeitschriften der Aufbereitungstechnik zur Hand (z. B. *Int. Journal of Mineral Processing*, *Minerals Engineering*) und wird feststellen, dass dort neben Aufbereitern im Wesentlichen Vertreter dieser Disziplinen zu Wort kommen.

Eine ähnliche Situation ist für die Verfahrenstechnik gegeben, die weder an der Bergakademie noch überhaupt in der DDR auf maschinenbaulicher Grundlage entstanden ist. In der BRD hat sie sich zunächst zwar vorwiegend im Rahmen maschinenbaulicher Fakultäten entwickelt, inzwischen aber ebenfalls vollkommen verselbständigt, wobei außerdem noch eine Entwicklung unter der Bezeichnung Chemie-Ingenieur-Technik hinzugekommen ist. Letztere hat in der DDR nicht existiert; sie ist vielmehr von Anfang an voll in die Verfahrenstechnik integriert worden. Man schaue sich in diesem Zusammenhang wiederum die Inhalte wesentlicher wissenschaftlicher Zeitschriften an (*Chemical Engineering Science*, *Powder Technology*, *AIChE Journal*, *Chemie-Ingenieur-Technik* und weitere) und wird feststellen,

dass diese überhaupt nicht mit irgendwelchen maschinenbaulichen Problemen befasst sind.

Es ist deshalb eine ausgesprochene Illusion an der TU Bergakademie Freiberg, die auf Unkenntnis der Realitäten beruht, wenn durch einige ihrer Angehörigen angenommen wird, dass das durch eine Nichtbesetzung des Lehrstuhles „Aufbereitungstechnik und Recycling“ entstandene Vakuum für Lehre und Forschung durch maschinenbauliche Aktivitäten beseitigt werden könnte. Dafür gibt es auch nicht den geringsten Nachweis für eine dort vorhandene diesbezügliche Leistungsfähigkeit. Eine ganz andere Angelegenheit ist demgegenüber die maschinenbauliche Weiter- und Neuentwicklung von Ausrüstungen für verfahrenstechnische Prozesse insbesondere auf dem Gebiet der Zerkleinerungstechnik.

#### Literatur

- 1 Schubert, H.: Rohstoffeigenschaften und Aufbereitungstechnik Aufbereitungs-Techn. 14(1973)4, S. 189–193
- 2 Schubert, H.: Aufbereitung mineralischer Rohstoffe, Bd. I. 4. Aufl.: Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1989
- 3 Agricola, G.: De re metallica. Libri XII. Basel: Hieron Froben 1556
- 4 Roesler, B.: Hell-polierter Bergbau-Spiegel. Dresden: Johann Jakob Winkler 1700
- 5 Hälbig, W.: Abschn. Die Aufbereitung. In: Bergakademie Freiberg – Festschrift zur Zweihundertjahrfeier, Band I, S. 201–204. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1965
- 6 Gättschmann, M.F.: Die Aufbereitung, Zwei Bände. Leipzig: Verlag Arthur Felix 1864 bzw. 1872
- 7 Gebrüder Bessel: Verfahren zur Reinigung von Graphit. Patentschrift 42 (1877), Klasse 22, des Kaiserlichen Patentamtes
- 8 Petersen, W.: Schwimmaufbereitung. Dresden/Leipzig: Verlag Theodor Steinkopf 1936
- 9 Schubert, H. (Hrsg.): Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik, 2 Bd. Wiley/VCH 2003
- 10 Schubert, H.: Zum Gegenstand und zu gegenwärtigen Problemen der Mechanischen Verfahrenstechnik. *Chem. Techn.* 30(1978)11, S. 550–554
- 11 Schubert, H., Heidenreich, E., Liepe, F., u. Th. Neeße: Mechanische Verfahrenstechnik, 3. Aufl. Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1990
- 12 Orr, C.: Particulate Technology. New York: Macmillan Co. 1966
- 13 Rumpf, H.: Mechanische Verfahrenstechnik. München/Wien: Carl Hanser Verlag 1975
- 14 Rumpf, H.: Mechanische Verfahrenstechnik als wissenschaftliche Disziplin im Rahmen der Hochschulausbildung. *Chem.-Ing.-Tech.* 33(1961)7, S. 501–508
- 15 Rumpf, H.: Problems of scientific development in particle technology looked upon from the practical point of view. *Powder Technology* 18(1977), S. 3–17
- 16 Schubert, H., Fratzscher, W., u. R. Kind: Zur Herausbildung einer einheitlichen Modellierungsstrategie in der Verfahrenstechnik. *Chem. Techn.* 33(1981)7, S. 335–342
- 17 Schubert, G.: Aufbereitung metallischer Sekundärrohstoffe. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1984
- 18 Unland, G.: Die Technische Universität Bergakademie Freiberg – Gestern, heute und in Zukunft. *Erzmetall* 56(2003)11, S. 678–686

# In den Fußstapfen von Humboldt und Darwin – eine Freiburger Expedition in den Nordosten Brasiliens

Jörg Matschullat

Was ist der Unterschied zwischen einer Exkursion und einer Expedition? Nun, die Exkursion führt interessierte Menschen zu wichtigen Themen; die Teilnehmer nehmen das zur Kenntnis und lernen etwas dabei. Eine Expedition dagegen erfordert oft jahrelange Vorbereitung und die Akteure arbeiten dabei an einer wissenschaftlichen Fragestellung, von der sie sich zumindest einen deutlichen Erkenntnisfortschritt im Fach versprechen. So ließe sich die Bedeutung einer Expedition zumindest teilweise charakterisieren. Doch was taten 13 Freiburger, die meisten davon Studierende der Geoökologie, und einige brasilianische Kollegen im Juli und August 2008 unter der Leitung des Verfassers? Lassen Sie sich überraschen!

Kaum ein Land erlebt ein so starkes Wachstum wie Brasilien, kaum ein Land weist so starke soziale, wirtschaftliche und naturräumliche Unterschiede auf. Der Nordosten des Landes ist trotz seiner Lage in den Inneren Tropen von Trockenheit geprägt. Die Böden sind viele Millionen Jahre alt. Trotzdem gehören Teile des Nordostens zur „Kornkammer“ Brasiliens und tragen zu der gewaltigen Wirtschaftskraft des Landes bei. Doch ist diese Entwicklung nachhaltig? Gibt es Anzeichen für Klimaveränderungen, die heutige Landnutzung und Entwicklungsplanung in Frage stellen? Dies ist eine Kernfragestellung des interdisziplinären Projektes BraSol-2010, zugleich ein offizieller Beitrag

zum Internationalen Jahr des Planeten Erde (IYPE) der UNESCO: <http://tu-freiberg.de/ioez/brasol>. Und diese Fragen galt es im Rahmen der Expedition und der damit verbundenen Nacharbeit zu beantworten.

Nach gründlicher Vorbereitung (regelmäßige Zusammenkünfte und Vorbereitungsseminare seit Oktober 2007, Erste-Hilfe-Kurs und das nicht triviale Herausfinden von Reiseverbindungen, die es erlauben, am Ende ca. 400 kg Probenmaterial und nicht ganz unerhebliche Mengen von Probenahmeerschäften möglichst kostenneutral zu transportieren, sowie sehr intensiver Klinkenputzerei, um die Finanzierung des Unternehmens zu sichern) ging es am frühen Morgen des 17. Juli 2008 vom Dresdener Flughafen über Frankfurt zunächst nach Lissabon. Fast ein Tag in dieser wunderbaren Stadt war erste Gelegenheit, die portugiesische Sprache zu hören, mehr Wärme zu spüren, als Freiberg sie zu dieser Zeit bot, und eine Kultur zu erfahren, die sich doch deutlich von der deutschen unterscheidet. Während die Meisten von uns die zauberhafte Altstadt durchstreiften, ließen sich andere von der Ultramoderne der EXPO-Stadt am Ostrand Lissabons und am Ufer des Tejo beeindrucken.

Wenn die Klimaanlage eines Flugzeuges nicht geht, solange es auf dem Rollfeld steht, und die Außentemperaturen 30 °C deutlich überschreiten, und wenn die Standzeit mehrere Stunden beträgt

nachdem die Reisenden eingestiegen sind, dann kann es zu Kreislaufproblemen bei Reisenden kommen. So begann unser ansonsten ruhiger Flug nach Natal, der Hauptstadt von Rio Grande do Norte (RN), dem nordöstlichsten Bundesland Brasiliens. Zehn Stunden nach dem Abflug kamen wir abends an und wurden von Prof. Germano Mello Jr., weiteren Kollegen und einem robusten Bus samt Anhänger abgeholt. Nun in eine nette, einfache Herberge, den riesigen Gepäckhaufen verstauen, und anschließend ein kleiner Stadtbesuch mit ersten Kontakten zu der vielseitigen brasilianischen Küche.

Die nächsten Tage dienten der Vorbereitung (Probenahmeübungen und Laborinfrastruktur an der UFRN) und dem „Vertrautwerden“ mit Land und Leuten. Am Montag, dem 21. Juli, ging es mit zwei geräumigen Renault-Kleinbussen endlich los. Alles Gepäck war verstaut, alle Geräte geprüft, Ersatz und Erste Hilfe Material, Probenbehälter, Wasser für Mensch und Material sowie etwas für den kleinen Hunger, so rollten 12 Studierende, ein Assistent, drei Professoren und ein Kameramann – aus Freiberg, Natal (RN) und Viçosa in Minas Gerais, gen Westen.

Bald hielten wir an der ersten Probenahmelokalität. Das gesamte Programm wurde hier noch einmal gemeinsam durchgeführt und offene Fragen besprochen. Nach Auswahl geeigneter Flächen von 1.000 bis 10.000 m<sup>2</sup> wurden jeweils



Abb. 1: Das (fast vollständige) BraSol-2010-Team



mindestens fünf ein-quadratmetergroße Stellen von Laub und Humus befreit (ORG-Probe) und anschließend darauf manuell abgebohrt. Trotz der eher harten tropischen Böden klappte dies dank des sehr engagierten Einsatzes aller Beteiligten fast immer und es gelang, sowohl den mineralischen Oberboden (0–20 cm = TOP-Probe) und nach Überbohren den mineralischen Unterboden (30–50 cm = BOT-Probe) zu gewinnen (Abb. 2). Die jeweiligen Horizontproben der Stellen wurden zu einer gemeinsamen Probe pro Fläche vereinigt. TOP- und BOT-Proben wurden grob manuell homogenisiert und an kleinen Teilproben vor Ort der Boden pH-Wert (H<sub>2</sub>O) und die elektrische Leitfähigkeit bestimmt. Währenddessen bestimmten Andere Lufttemperatur und -feuchte am Boden und in 2 m Höhe, die Bodenfarbe (nach Munsell) und dokumentierten ausführlich die jeweilige Fläche (Photos, Vegetations- und Bodenbeschreibung, Lage und Landnutzung), die zugleich gründlich mit GPS-Empfängern vermessen wurde. (Übrigens: nutzen Sie für Hin- und Rückweg Ihrer Reise stets denselben GPS-Empfänger, denn die Abweichung zwischen zwei Geräten desselben Typs und Herstellers werden Sie unter Umständen deutlich an Ihrem Ziel vorbei laufen oder fahren lassen ...)

Ab dieser ersten Probestelle deutlich außerhalb Natal's und im Biom des Atlantischen Regenwalds (Mata Atlântica) trennten sich die Wege der Expeditionsteilnehmer. Um tatsächlich ein subkontinentales Gebiet von ca. 1,7 Mio km<sup>2</sup> repräsentativ beproben zu können, dabei ca. 17.000 km Fahrstrecke zurückzulegen, mehr als 300 Bodenproben einzusammeln und für den Transport vorzubereiten, musste das Team sich in zwei Gruppen aufteilen, für die Arbeit am A-Transekt (Nordhälfte) und am B-Transekt (Süd-strecke) – Abb. 3. Jede Gruppe hatte die gleiche Ausrüstung, jeweils einen großartigen Fahrer, die uns stets halfen, günstige Übernachtungsmöglichkeiten und gutes Essen ausfindig zu machen, und eine große Portion Wissensdurst und Engagement, Fleiß und Durchhaltewillen seitens der Beteiligten an Bord.

In den folgenden vier Wochen wurden nun die Bundesländer Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, ein kleines Stück von Südost-Pará, Tocantins, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco und Paraíba durchstreift und beprobt; eine Probenahme-fläche alle 50 – 100 km (im Durchschnitt 70 km). Der Arbeitstag begann mit



Abb. 2: Bodenprobenahme mit Handbohrern

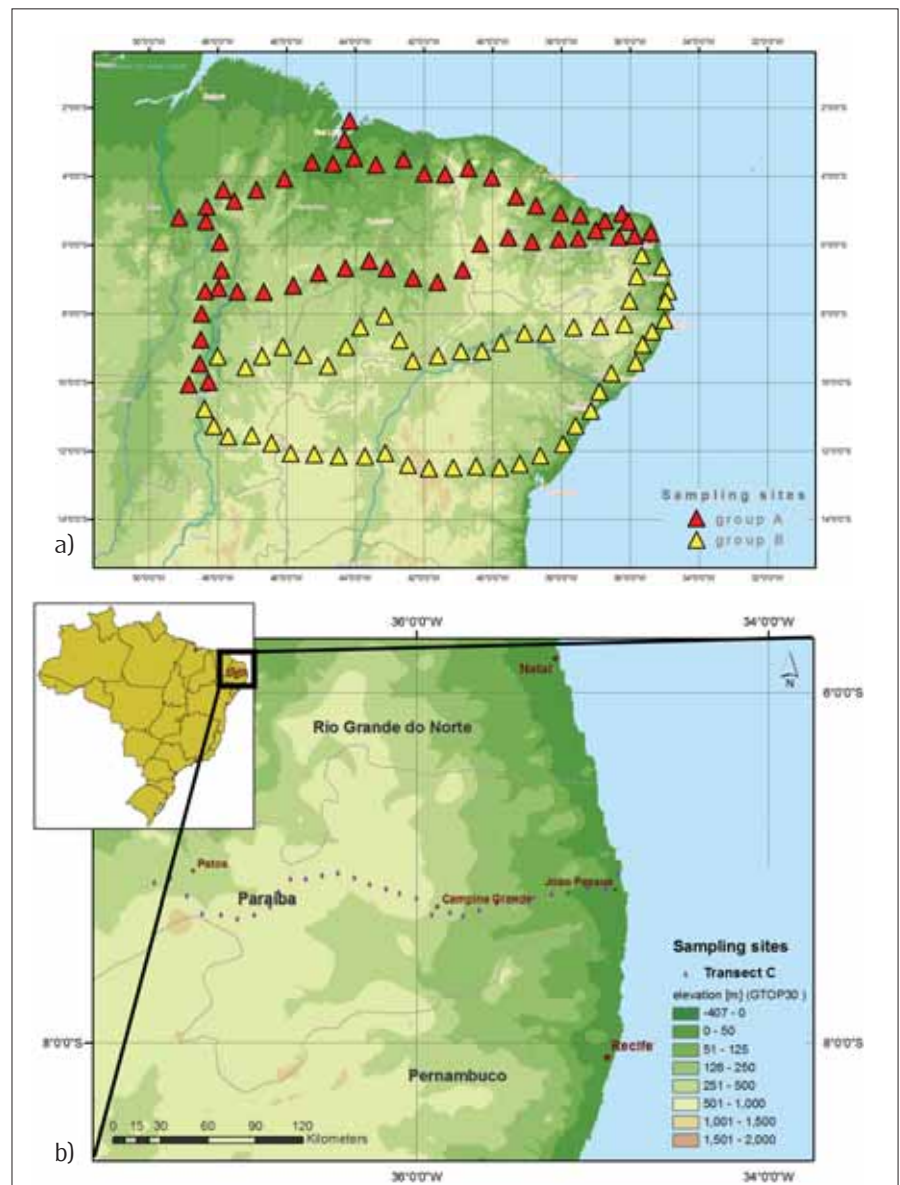


Abb. 3: Probenentnahmestellen der Transekte A, B und C in Nordostbrasilien

Sonnenaufgang und endete mit ihrem Untergang; Wochenenden fielen aus. Dann wurde es Zeit, ein Quartier für die Nacht und etwas Gutes zum Essen zu finden. Lufttemperaturen zwischen 26 und 40 °Celsius im Schatten und Luftfeuchten von 28 bis 87 % rH charakterisierten die Bedingungen 2 m über Boden. Die pH-Werte bewegten sich zwischen 4.1 und 8.7 (Median 5,6 bei TOP und 5.4 bei BOT); die elektrischen Leitfähigkeiten der Bodenlösungen lagen zwischen 3 und 560  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Median 16  $\mu\text{S cm}^{-1}$  bei TOP und 14  $\mu\text{S cm}^{-1}$  bei BOT). Hier zeigen sich bereits wesentliche Eigenschaften der tropischen Böden. Unser Team arbeitete in fünf Biomen, vom Atlantischen Regenwald über die Halbwüste der Caatinga und die vielfältigen Savannenlandschaften des Cerrado bis in den Amazonischen Regenwald und kleine Portionen der Mangrovenwälder an den Küsten des Atlantik in Maranhão. Wir arbeiteten fern der Städte, berücksichtigten die diversen Gesteinstypen der sedimentären Becken und der sehr alten Kratone und die darüber entstandenen, hoch diversen Bodentypen. Die Landnutzung variiert von relativ wenigen verbliebenen Zuständen der alten Biomtypen (v. a. in Nationalparks) über sehr extensive Weidewirtschaft und Subsistenz-Landwirtschaft durch Kleinbauern bis hin zur industriellen Landwirtschaft mit Ausnahme der zu trockenen Caatinga, in der die Weidewirtschaft dominiert.

Wende- und glücklicher Treffpunkt des Teams war nach gut zwei Wochen Palmas, die Hauptstadt des erst 21 Jahre alten Bundeslandes Tocantins. Die moderne, zum Teil an Brasília erinnernde Stadt mit breiten Straßen und schönen Grünflächen, liegt direkt am aufgestauten Tocantins Fluss, was zugleich Erholungsmöglichkeit für die Bevölkerung und genügend Wasser für die Versorgung des Ballungsgebietes bietet. Hier besuchten wir die staatliche Universität und wurden durch engagierte Forschung unter z.T. schwierigen Randbedingungen ebenso beeindruckt wie durch die große Gastfreundschaft der Kollegen. Besuche bei der staatlichen Umweltbehörde, ein wunderbarer Konzertbesuch und ein nächtlicher Bummel über den Flohmarkt waren ebensolche Glanzlichter wie der abschließende Ausflug in die nähere Umgebung der Berge um Palmas mit ihren Wasserfällen, verwunschenen Wanderwegen in der dichten Cerradão, einer an Regenwald erinnernden dichten Variante des Cerrado.

Wie so oft bei Wendepunkten er-



Abb. 4: Laborarbeit zur Probenpräparation in Natal (UFRN)

scheint der Rückweg kürzer als der Hinweg und viel zu schnell trafen wir uns alle wieder wohlbehalten in Natal. Uwe Schellbach, der den ersten Teil der Expedition mit hervorragender Kameraarbeit begleitet hatte und Juscimar da Silva, Assistent von Prof. Jaime Melo aus Viçosa, der die B-Gruppe begleitete, verließen uns bereits in Palmas und waren schon nach zwei Tagen wieder in Natal. Uwe musste zurück nach Freiberg und Juscimar hatte an der Universität zu unterrichten. Alle anderen erreichten Natal am Sonntag, den 17. August. Zurück an der Universität nahmen wir gleich mehrere Laborräume in Beschlag. Dank guter Organisation und nach wie vor großem Engagement der Teilnehmer gelang es, die gesamte Probenzahl gleichmäßig zu trocknen, zu aliquotieren (repräsentative Teilproben sollten ja in Brasilien verbleiben und dort bearbeitet werden) und versandfertig zu machen (Abb. 4). Die Gruppe wechselte sich ab zwischen Labor und Strand, Universitätsbibliothek (Recherchen) und Stadtbummeln. Haben Sie schon einmal eine Personenwaage gekauft? Versuchen Sie das einmal in der 800.000 Seelenstadt Natal. Wir haben es geschafft – nachdem vier Personen letztlich alle einschlägigen Geschäfte durchstreift hatten – und offensichtlich die einzige im freien Verkauf in der gesamten Stadt entdecken konnten. Was steckt dahinter? In dem so vom Schönheitskult und Schlankheitswahn getriebenen Brasilien hat dennoch kaum jemand eine Personenwaage zu Hause. Man wiegt sich in der Apotheke oder Dro-

gerie – denn wozu Geld für etwas ausgeben, dass sich nebenbei auch anders erledigen lässt? – auch eine Frage des sozioökonomischen Niveaus.

Nun waren wir früher zurück als (mit Sicherheitspuffer) geplant. Zugleich war eine wichtige Aufgabe noch unbearbeitet: die engständigere Beprobung eines starken hydrologischen Gradienten, dem C-Transekt. So zogen Silke Höfle und der Verfasser noch einmal los, während die anderen sich eine sehr verdiente Auszeit nahmen. Mit einem kleinen Mietwagen (Volkswagen Polo) ging es in schneller Fahrt auf der Autobahn von Natal nach João Pessoa, der Hauptstadt von Paraíba. Nach einem schlicht nicht zu umgehenden Pilgerbesuch am östlichsten Punkt Brasiliens, dem Weißen Kap (S 7°09'18.9"; W 34°47'35.3"; Abb. 5a) fanden wir eine Herberge im Schwemmland zwischen Atlantik und dem Paraíba Fluss, dort wo jeden Abend der Sonnenuntergang für die Touristen mit dem Bolero von Ravel gefeiert wird – gespielt auf einem kleinen Boot im Fluss und über Funk in alle Restaurants und Kneipen am Ufer übertragen (Abb. 5b).

Für das C-Transekt wurden ca. alle ca. 10 km von João Pessoa bis westlich von Patos im Sertão (dem trockensten Teil des Landes mit elf Monaten Trockenzeit im Jahr) jeweils Streuaufgabe und die obersten Zentimeter des Mineralbodens auf Weideflächen gesammelt (30 Probestellen). Dieses Material stellt die Grundlage für die Diplomarbeit von Anne Schucknecht dar. Zwei Aufgaben waren

mit dem Material verbunden: 1) eine unabhängige Prüfung der Hypothese, dass die weitständige bodengeochemische Kartierung zu sinn- und vor allem verallgemeinerbaren Aussagen führt und 2) wie die Blei-Isotope (Pb 206, 207 und 208) entlang eines Gradienten reagieren, der aus einem Ballungsgebiet auf Meereshöhe mit sehr hohen Niederschlagsmengen bis in das Zentrum des Sertão und Höhen oberhalb von 500 m ü. NN führt. Zugleich wurden mit zwei Ausnahmen nur extensive Weideflächen beprobt. Die hervorragenden Kontakte zwischen der TU Bergakademie Freiberg und Trondheim in Norwegen (NTNU und NGU) halfen Anne Schucknecht mit Kind und Kegel für mehrere Wochen und mit Hilfe der Verbundnetz Gas AG in den Laboren unserer Partner in Trondheim die entsprechenden Analysen durchzuführen.

In der Zwischenzeit blieben die Teammitglieder auch in Freiberg nicht faul. Die insgesamt beinahe 400 Proben bilden das Rückgrad der analytischen und interpretativen Arbeit, deren Ergebnisse sowohl online als auch in begutachteten internationalen Zeitschriften veröffentlicht werden. Alles Material wird mit strikter Qualitätskontrolle in unseren Laboratorien in Freiberg und in Natal, RN, und Viçosa, MG, untersucht. Zwei weitere Diplomarbeiten, von Silke Höfle zur Bodengeochemie der BOT-Proben und von Theresa Mannschatz zur Rolle der Wildfeuer und deren Konsequenzen auf die Böden, stehen kurz vor dem Abschluss. Vier Studienarbeiten sind auch fast fertig, von Pauline Geier zu Landnutzung und Bodenfruchtbarkeit, von Christian Scharpf zur Anwendung von Geofernerkundungsmethoden als Werkzeug zur Differenzierung von Landschaftscharakteristiken, von Stephan Schulz zur Nährstoffdynamik im Biom Atlantischer Regenwald und von Marlen Wolf zu Interpretationsmöglichkeiten der Bodenfarben im Hinblick auf Bodenmineralogie und Fernerkundung.

Noch in diesem Jahr werden mehrere Manuskripte fertig gestellt und eingereicht werden, denn es gibt viel zu berichten. So sind die bislang publizierten Aussagen zur Bodenchemie definitiv nicht repräsentativ, sondern tragen den Bias meist dicht an größeren Siedlungsflächen liegender Lokalitäten mit anthropogener Beeinflussung. Die tieferen Bodenproben (BOT) zeigen in der Regel deutlich geringere Elementkonzentrationen, als es den bekannten Daten entspricht. Da dies vermutlich für andere Böden in den Tropen und



Abb. 5: a) Das weiße Kap (Cabo Branco) bei João Pessoa, b) Bolero aus dem Boot



Subtropen ähnlich sein dürfte, wird dies eventuell zu einer Neuberechnung der „World Soil Average Values“ führen müssen. Die Pb-Isotopenwerte entsprechen nicht der europäischen und nordamerikanischen Erfahrung und können ganz anders interpretiert werden. Das Streumaterial (ORG) und auch der Oberboden (TOP) zeigen in den Nährstoffen (CNS) teilweise unerwartete Signaturen. Diese lassen sowohl Fragen zur Landnutzung als auch zum globalen Wandel und Klimawandel in anderem Licht erscheinen, als bislang angenommen. Und die Zucker und Alkohole aus den ORG-Proben können helfen,

atmosphärische Aerosole besser auf ihre Quellen zurückzuführen und die Transportmodelle der oberen Troposphäre zu verbessern.

Eine reiche Ernte dieser Expedition – und wir erwarten noch mehr. Daran sind auch unsere Hochschulleitung und besonders Dr. Handschuh, der Verein der Freunde und Förderer und zahlreiche weitere Sponsoren direkt beteiligt. Diesen möchte der Verfasser hier sehr herzlich danken, denn ohne die materielle Unterstützung wäre dieses große Projekt allein mit „Bordmitteln“ nicht zu verwirklichen gewesen. Doch es ist nicht zu Ende.



Abb. 6: Schützenswerte Natur: Die nördlichsten Ausläufer des Atlantischen Regenwalds in Natal (Parque das Dunas)

Als zwischenzeitliches Fazit lässt sich ziehen, dass mit solch engagierten Studierenden, wie wir sie hier in Freiberg haben und mit so großartigen Partnern wie unseren brasilianischen Kollegen, auch mit vergleichsweise sehr geringen finanziellen Mitteln, sehr anspruchsvolle Forschungsaufgaben in überschaubaren Zeiträumen zu bearbeiten sind. Dennoch bleibt etwas „auf der Strecke“: die Muße, mit der Alexander von Humboldt oder Charles Darwin sich bewegen konnten.

Der damit verbundene Zeitaufwand zur tiefen Beobachtung vor Ort ist kaum noch möglich und lässt sich im „normalen“ Forschungsbetrieb von heute nicht mehr verwirklichen. Wie viel uns dadurch entgeht, ist all jenen bekannt, die Forschungsvorhaben über viele Jahre verfolgen und daher wissen, dass sie mit mehr Muße am Ende viel Zeit sparen könnten ... Humboldt und Darwin hätten uns dennoch mit einem lachenden und einem weinenden Auge begleitet. Alexander von Humboldt

wäre froh gewesen zu erleben, dass Sklaverei und Tyrannei in Brasilien zu Fremdwörtern geworden sind und beide wären wohl erschüttert gewesen zu erleben, in welchem Umfang sich große Biomflächen, die noch vor Jahrzehnten eine natürliche Vegetation trugen und äußerst dünn besiedelt waren, heute eine meist recht moderne Infrastruktur führen und manche Biome bis zur Unkenntlichkeit zu einem Relikt der Geschichte degradiert haben.

**Gründungsförderung  
aus der Hochschule  
für die Hochschule**

Jens Weber, Torsten Scholl

„Das Wagnis der Selbstständigkeit bleibt den meisten Deutschen suspekt und die (vermeintliche) Sicherheit einer abhängigen Beschäftigung geht ihnen in aller Regel vor.“ Zu diesem Schluss kommen die Autoren der von der Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft in Auftrag gegebenen und im Jahr 2007 veröffentlichten Studie „Existenzgründerranking deutscher Regionen“. Eine Vielzahl weiterer Untersuchungen bestätigt diesen Befund, so sieht der „Global Entrepreneurship Monitor“ aus dem Jahr 2007 im Bereich der in direkter Gründungsvorbereitung befindlichen beziehungsweise frisch gegründeten Unternehmen Deutschland auf einem enttäuschenden 18. Rang von insgesamt 22 OECD-Ländern. Trotz hierzulande objektiv

sehr guter gründungsbezogener Rahmenbedingungen wagen die Deutschen den Schritt in die Selbstständigkeit oft nur, um beispielsweise drohender Arbeitslosigkeit zu entgehen, das „Chancenmotiv“ spielt als Beweggrund nur eine eher untergeordnete Bedeutung. Dieser Befund wiegt besonders schwer im Bereich der wissensintensiven und technologieorientierten Unternehmensgründungen. Diese tragen maßgeblich zur wirtschaftlichen Erneuerung, zum Wachstum und zur Innovationsfähigkeit von Wirtschaftssystemen bei (Vgl. Berwert et al.: Technische Hochschulen und Innovationen, 2004). Hochinnovative Gründungen repräsentieren jedoch nach wie vor nur einen Bruchteil des insgesamt in Deutschland stattfindenden Gründungs-

geschehens. Diese entwickeln sich im Durchschnitt deutlich erfolgreicher als die nicht wissens- und FuE-intensiven Gründungen, was sich in überdurchschnittlichem Beschäftigungswachstum und relativ hohen Überlebensraten niederschlägt (Vgl. dazu Fritsch: Technologietransfer durch Unternehmensgründungen, 2004). Nach Berechnungen der KfW-Mittelstandsbank erzeugen Gründungen, die auf einem neuen Produkt oder Verfahren beruhen im Durchschnitt 2,3 (Industrie) bzw. 2,7 (Dienstleistungen) Mal so viele zusätzliche Arbeitsplätze wie normale Gründungen.

Innovative und wissensintensive Unternehmensgründungen (besonders aus der Wissenschaft heraus – sogenannte Spin-Offs) sind jedoch nicht per se erfolgreich. So zeigen sich bei technologieorientierten Ausgründungen aus Hochschulen heraus häufig Mängel im Hinblick auf betriebswirtschaftliche Kenntnisse im Gründer-Team mit der Folge von defizitären strategischen Planungen und ungenügenden Kenntnissen der Zielmärkte. Oft wird darüber hinaus auch die Verwertung von Forschungsergebnissen unter dem Blickwinkel einer eventuellen Selbstständigkeit von vornherein außer Acht gelassen. Aus diesem Grund finanziert der Freistaat Sachsen bereits seit mehreren Jahren Gründerinitiativen, die als Ansprechpartner für alle gründungsrelevanten Fragestellungen flächendeckend an den Hochschulen und Universitäten des Freistaates eingeführt worden sind.

### **Gründernetzwerk SAXEED: Kooperationsprojekt der süd- westsächsischen Hochschulen**

SAXEED ist das Gründernetzwerk der vier südwestsächsischen Hochschulen (TU Chemnitz, TU Bergakademie Freiberg, Westsächsische Hochschule Zwickau und Hochschule für Technik und Wirtschaft Mittweida). Ziel ist die Verankerung des Gründungsgedankens an und die Förderung von Ausgründungen aus Hochschulen. Aufgabenbereiche sind:

- Sensibilisierung und Motivation zur Perspektive Selbstständigkeit (regelmäßige Veranstaltungen mit Unternehmern, Öffentlichkeitsarbeit, jährlicher Geschäftsideenwettbewerb)
- Qualifikation (in allen gründungsrelevanten Themenbereichen, mit Schwerpunkt Vertrieb/Marketing, Soft-Skills-Workshops, fakultätsübergreifend integriert)
- Betreuung und Beratung von konkreten Gründungsvorhaben.



Prof. Gerhard Fettweis, Inhaber des Vodafone-Stiftungslehrstuhls Mobile Kommunikationssysteme an der TU Dresden bei seinem Vortrag im Rahmen der Freiburger Gründerhorizonte im Januar 2009

Das Gründernetzwerk SAXEED wurde 2002 durch die TU Chemnitz gegründet und bis Anfang 2006 durch EXIST Transfer finanziert, danach durch den Europäischen Sozialfonds und den Freistaat Sachsen. Damit konnte das Netzwerk auch auf die TU Bergakademie Freiberg erweitert werden. Hier stehen inzwischen vier wissenschaftliche Mitarbeiter mit organisatorischer Anbindung als Stabsstelle des Prorektorates Forschung sowie an den Dezernenten für Studium, Forschung und Öffentlichkeitsarbeit für gründungsrelevante Fragestellungen zur Verfügung. Das Lehrangebot wird standortübergreifend von etwa 400 – 500 Studenten im Semester besucht. An der Bergakademie sind die Lehrangebote in das Programm des Studium Generale integriert und bieten somit auch die Möglichkeit der Integrierung in den Studienplan, beispielsweise als Nichttechnisches Wahlpflichtfach. Die „Angebotspalette“ reicht dabei von regulären Vorlesungen (Gründungsmanagement, Technischer Vertrieb und Gründungsfinanzierung) bis hin zu Workshops und Seminaren, die auf spezielle Fragestellungen im Gründungskontext zugeschnitten sind und helfen, Schlüsselkompetenzen – beispielsweise im Projektmanagement, der (Selbst-)Präsentation, Verhandlungsführung oder im Zeitmanagement – zu entwickeln.

### **„Freiberger Gründerhorizonte“: Unternehmertum zum anfassen**

An der TU Bergakademie Freiberg etablierte das Gründernetzwerk darüber hinaus erfolgreich eine Veranstaltungsreihe mit dem Titel „Freiberger Gründerhorizonte“. In dieser Reihe kommen in unregel-

mäßigen Abständen sowohl überregional bekannte als auch einheimische Unternehmer und unternehmerisch tätige Hochschulmitglieder im Rahmen eines Gastvortrages beziehungsweise einer Podiumsdiskussion zu Wort, die sich sowie Aufbau und Entwicklungsweg ihres Unternehmens vorstellen. Damit soll im oft nur sehr theoretisch geprägten Hochschul-umfeld etwas mehr Praxisnähe einziehen und der Begriff „Unternehmer“ mit den sich damit verbindenden individuellen Lebensentwürfen auch physisch begreifbar gemacht werden. In der Vergangenheit konnte SAXEED im Rahmen der „Freiberger Gründerhorizonte“ u.a. bereits Dr. Florian Wendt (ACTech), Bernd Bechtold (geschäftsführender Gesellschafter der big-Gruppe), Prof. Dr. Gerhard Fettweis (TU Dresden, Vodafone Stiftungslehrstuhl Mobile Communications Systems) sowie Ministerialdirigent Joachim Wagner aus dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit begrüßen.

### **Persönliche Betreuung bei allen gründungsrelevanten Fragestellungen**

Seit 2003 wurden durch das Gründernetzwerk SAXEED ca. 350 Gründungsinteressierte betreut. An der Bergakademie reichte die Spanne dabei von studentischen Gründungen im Nebenerwerb über Ausgründungen von Ingenieurbüros durch ehemalige wissenschaftliche Mitarbeiter bis hin zur Konzeptionierung und Begleitung von Projekten in komplexen Förderprogrammen des Bundes und des Freistaates (s. Praxisbeispiele). Einige spezifische Förderprogramme des Bundes

(beispielsweise EXIST-Gründerstipendium, EXIST-Forschungstransfer) sind dabei sogar zwingend an eine Begleitung des jeweiligen Gründernetzwerkes der Hochschule gekoppelt. Im Bereich der studentischen Gründungsprojekte war sicherlich das außergewöhnlichste durch SAXEED an der Bergakademie begleitete Vorhaben der vergangenen Jahre die Eröffnung einer sächsisch-böhmischen Brauereigaststätte im südfranzösischen Toulouse, welche – initiiert durch ein junges, Wirtschaftswissenschaften studierendes Ehepaar – Ende des Jahres 2007 die Eröffnung feiern konnte.

### SAXEED.Venture: Technologiescouting als zusätzlicher Schwerpunkt

Mit Beginn des Jahres 2009 waren die Voraussetzungen geschaffen, die Arbeitsmöglichkeiten des Gründernetzwerkes deutlich zu verbreitern, indem es gelang, aus dem EXIST-Programm des Bundes – ausgereicht durch das BMWi – eine Finanzierung des beantragten Projektes SAXEED.Venture zu gewährleisten. Ziel des Projektes ist die verbesserte Umsetzung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse insbesondere aus den naturwissenschaftlichen und technischen Fachbereichen in wirtschaftliche Wertschöpfung mittels Ausgründungen. Dazu werden

- Methoden für effektives Technologiescouting entwickelt und umgesetzt sowie
- potentielle Gründer akquiriert und ge-coacht.

Im Rahmen des Förderprogramms EXIST III wird das in der Vergangenheit stark auf studentische Zielgruppen ausgerichtete Angebot des Gründernetzwerkes um innovative Ansätze zur Generierung und Unterstützung von technologie- und wissenschaftsbasierten Gründungsvorhaben sowie zur wirksameren Ansprache des wissen-

schaftlichen Personals erweitert. Zielgruppe von SAXEED.Venture sind Hochschullehrer, wissenschaftliche Mitarbeiter und andere graduierte Hochschulmitglieder wie z. B. externe Doktoranden. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Bereichen, in denen die beteiligten Hochschulen ihre Forschungsschwerpunkte und besondere Expertisen herausgebildet haben. Dazu gehören u. a. der Maschinenbau, die Werkstoffwissenschaften, die Mikrosystemtechnik sowie die Verfahrens- und Energietechnik sowie die Geotechnik.

### Integration in regionale und überregionale Netzwerke

An allen vier Hochschulstandorten arbeitet das Gründernetzwerk SAXEED eng mit regionalen und überregionalen Partnern zusammen. Neben der Kooperation mit dem sächsischen Businessplanwettbewerb „FutureSax“ zählen dazu für den Standort Freiberg unter anderem die Gründer- und Innovationszentrum Freiberg/Brand-Erbisdorf GmbH (GIZeF), die IHK sowie die SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH. Beleg für die erfolgreiche Zusammenarbeit ist beispielsweise die gemeinsam von Mitarbeitern des GIZeF und SAXEED Freiberg erstellte Studie „Konzeption zum Gründungsgeschehen im Landkreis Mittelsachsen – Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektiven“, in der vor dem Hintergrund der Landkreisreform mögliche Ansätze zur Belegung des Gründungsgeschehens in der Region entwickelt worden sind. Die Studie wurde im Frühjahr 2009 fertiggestellt und kann über das GIZeF bzw. SAXEED Freiberg bezogen werden.

**Kontakt** TU Bergakademie Freiberg  
Gründernetzwerk SAXEED  
Bernhard-von-Cotta-Straße 4  
Tel. 03731.39-3887, Fax 03731.39-13887  
www.freiberg.saxeed.net



Im Podium der Gründerhorizonte 2009: Dr. Manfred Goedecke, Geschäftsführer Industrie- und Außenwirtschaft der IHK Südwestsachsen, Bernd E. Schramm, Freiburger Oberbürgermeister und Prof. Gerhard Fettweis, TU Dresden

### Praxisbeispiele: Unternehmensgründungen

#### Ingenieurbüro Enderlein, Wippler und Partner

Das Ingenieurbüro Enderlein, Wippler und Partner (EWP) wurde am 9. Juli 2008 in Dresden von den ehemaligen Mitarbeitern des Instituts für Mechanik und Fluidodynamik (IMFD) der TU Bergakademie Freiberg Dr.-Ing. Marco Enderlein, Dipl.-Ing. Karsten Wippler und Dipl.-Ing. Stefan Wippler gegründet. Alle drei Partner absolvierten bereits das Studium des Maschinenbaus in Freiberg. Die fachliche Weiterqualifizierung erfolgte mit der Unterstützung des Lehrstuhls für Festkörpermechanik von Prof. Dr. rer. nat. habil. Meinhard Kuna im Rahmen von Promotionsverfahren. Begleitet wurde die Gründung durch das Gründernetzwerk SAXEED. Als besonders hilfreich erwiesen sich hierbei die angebotenen Seminare zur Existenzgründung sowie die Unterstützung bei der Erstellung eines Businessplans.

Seit der Gründung bietet EWP einem breiten Kundenkreis Spezialwissen auf den Gebieten der numerischen Bauteilsimulation, der Bruchmechanik, Betriebsfestigkeit und Materialmodellierung an. Die Auftraggeber kommen hierbei u. a. aus den Bereichen Energietechnik, Stahl- und Gießereitechnik, Automobilbau sowie der Bahntechnik. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem IMFD können neueste Forschungsergebnisse sehr schnell und effizient in industrielle Anwendungen zum direkten Nutzen des Kunden umgesetzt werden.

In einer Vielzahl von Projekten beschäftigt sich EWP mit der bruchmechanischen Bewertung von Rissen oder rissähnlichen Fehlern. Ausgangspunkt bilden hier Bauteile, bei denen fertigungs- oder betriebsbedingt Risse aufgetreten sind oder Bauteile, für deren Zulassung auf Grund entsprechender Regularien ein bruchmechanischer Nachweis erforderlich ist. Im Rahmen der Berechnung werden die Risse im FE-Modell umgesetzt. Die Größe dieser Risse hängt im Regelfall vom Prüfergebnis bzw. von der zugrundeliegenden Prüf- und Zulassungsvorschrift ab. Im Ergebnis der Bewertung lassen sich je nach vorliegender Fragestellung Aussagen hinsichtlich Bauteilsicherheit, (Rest)lebensdauer, Inspektionsintervallen bzw. eines erforderlichen Prüfe-

gimes treffen. Neben einer gesicherten und oftmals verbesserten Qualität des Bauteils resultieren daraus häufig deutliche Kosteneinsparungen.

Ein weiteres Hauptarbeitsgebiet von EWP stellt die Bauteiloptimierung dar. Hier beschäftigt sich EWP u.a. mit der Auslegung und Designoptimierung von Fahrwerkskomponenten aus hochfesten GFK-Strukturen.

### **RefraGlass – Veredelung von Feuerfestmaterial für die Glasindustrie**

Am Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik – Lehrstuhl für Glas- und Emailtechnik – wird seit Oktober 2009 an neuen Veredelungsstrategien für Feuerfestmaterial im Kontakt mit Glasschmelze geforscht. Initiator des Projektes RefraGlass ist Prof. Dr.-Ing. Heiko Hessenkemper.

Feuerfestmaterial wird zur Auskleidung von Glasschmelzwannen verwendet und steht in direktem Kontakt mit der Glasschmelze. Die Problematik ist dabei, dass das Feuerfestmaterial im Wesentlichen den die Lebensdauer begrenzenden Faktor im Produktionsprozess der Glasherstellung darstellt. Zusätzlich kommt es infolge der Infiltration der porösen Materialien durch Glasschmelze zu Fehlern im Produkt (Blasen, Schlieren), wodurch die Produktivität deutlich minimiert wird. Aktuell müssen in glasproduzierenden Unternehmen eingesetzte Anlagen nach etwa acht bis zehn Jahren erneuert werden. Dabei muss der komplette Produktionsprozess für die Dauer von etwa drei Monaten gestoppt werden. Es ergeben sich somit allein durch den mit dem Wannenwechsel verbundenen Produktionsstopp Ausfälle von mehreren Millionen € im produzierenden Unternehmen. Im Bereich der Glasindustrie sind weltweit mehr als 2.000 Wannen im Einsatz, jährlich werden zwischen 200 und 300 Wannen ersetzt oder neu in Betrieb genommen.

In Vorversuchen und ersten Arbeiten zu dieser neuen Technologie konnte unter unoptimierten Bedingungen eine Verbesserung an verschiedenen Feuerfeststeinen von 12 bis 20 % erreicht und gemessen werden. Um die Korrosionsbeständigkeit weiter zu erhöhen sollen im Rahmen des Projektes RefraGlass umfangreiche Untersuchungen möglicher Stoff-Technologie-Kombinationen durchgeführt werden. Einen besonderen

Schwerpunkt bildet dabei das Testen einer breiten Variation an reduzierend wirkenden Stoffsystemen, um in den Poren des Feuerfestmaterials eine Sauerstoffsenke einzustellen. Um eine industrielle Anwendung gewährleisten zu können, muss im Rahmen des Projektes außerdem der Verfahrensschritt von der Einzelbehandlung von Feuerfeststeinen im Labormaßstab zu einer Serienbehandlung im industriellen Maßstab erfolgen, d. h. die entsprechenden verfahrenstechnischen Lösungen müssen konzipiert werden. Die sich durch eine industrielle Anwendung ergebenden Ersparnisse der kalkulatorischen Investitionskosten liegen bei ca. 1,5–3 Millionen €/Jahr.

Der Lehrstuhl für Glas- und Emailtechnik der TU Bergakademie Freiberg hat daher mit SAXEED einen Projektantrag bei der Sächsischen AufbauBank eingereicht und erfolgreich bewilligt bekommen. Gefördert vom Europäischen Sozialfond (ESF) wird in den kommenden drei Jahren eine dreiköpfige Nachwuchsforscherguppe bestehend aus Dipl.-Ing. Rolf Weigand (Projektleiter), Dipl.-Wirt.-Ing. Anne-Katrin Rössel und Dipl.-Chem. Michael Hubrich die neue Veredelungsstrategie weiter beforschen und optimieren. Das Fördervolumen des Projektes liegt bei etwa einer Million Euro und ermöglicht den Nachwuchsforschern die Weiterentwicklung der Veredelungstechnologie hin zu marktreifen Anwendungsfeldern.

**Kontakt** Rolf.Weigand@ikgb.tu-freiberg.de

### **TecGla – Lasertrennung und Oberflächenveredelung von Glasrohren**

Unter dem gleichnamigen Projekt wird seit dem 1. April 2009 an der TU Bergakademie Freiberg am Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik, Lehrstuhl für Glas- und Emailtechnik, eine technologieorientierte Unternehmensgründung aus der Hochschule vorangetrieben. Initiator dieser Gründungsidee ist Herr Dr.-Ing. Holger Dastis. Ziel ist es, nach Abschluss der Entwicklungsphase aus der Kombination der Lasertrenntechnologie und eines hochinnovativen Glasveredelungsverfahrens, welches am Institut entwickelt und durch die Bergakademie zum Patent angemeldet wurde, der pharmazeutischen Industrie Glasrohrabschnitte mit bisher nicht realisierbaren Qualitätsmerkmalen anzubieten. Aus den Glasrohrabschnit-

ten sollen in nachfolgenden Produktionsschritten u. a. Ganzglasspritzen hergestellt werden, die aufgrund der genannten Verfahren hochsensiblen Anforderungsfeldern zur Verfügung stehen. Neben der Splitterfreiheit der Glaskörper ist es durch die Glasveredelung beispielsweise möglich, die Lagerfähigkeiten von Medikamenten deutlich zu erhöhen beziehungsweise auf den Zusatz von Pufferlösungen zu verzichten. Die lasergetretenen und veredelten Glasrohrabschnitte stellen einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Produktqualität der Packmittel dar und tragen somit aufgrund des direkten Kontaktes der Packmittel mit dem Arzneimittel zur Erhöhung der Sicherheit des Patienten bei.

Während des 18monatigen Projektes werden drei wissenschaftliche Mitarbeiter die Entwicklungen unter der fachlichen Betreuung von Prof. Heiko Hessenkemper vorantreiben, um somit die wirtschaftlich erfolgreiche Umsetzung der Entwicklungsergebnisse in Form einer Unternehmensgründung zu ermöglichen. In dieser Zeit ist der Nachweis der Machbarkeit vorgesehen sowie der Aufbau von Prototypen geplant. Die Prototypen sollen die Fertigung von lasergetretenen und veredelten Glasrohrabschnitten in Form von Kleinserien ermöglichen.

Die Projektleitung erfolgt durch Dr. Dastis, welcher für das Projekt aus der Industrie an die Hochschule zurückwechselte. Durch die Promotion bei einem Hersteller für Ganzglasspritzen und die anschließende Tätigkeit im Bereich der Prozessoptimierung bei diesem Unternehmen bringt er eine wesentliche Expertise für das Vorhaben ein. Das Forscherteam setzt sich im weiteren aus Dr. Sania Berg – hervorzuheben sind ihre Erfahrungen und Kenntnisse im Bereich Lasertechnik – sowie Dipl.-Ing. Ronny Hengst, welcher über mehrjährige Erfahrung bei der industriellen Integration der Glasveredelung verfügt, zusammen.

Begleitet wird das Projekt innerhalb der Bergakademie vom Gründernetzwerk SAXEED, welches das Forscherteam auf dem Weg zur Gründung mit den notwendigen individuellen Qualifizierungsangeboten sowie bei der Businessplanerstellung unterstützt.

**Kontakt** Dr. Holger Dastis  
holger.dastis@ikgb.tu-freiberg.de

## Protokoll der Jahresmitgliederversammlung, 21. November 2008

Veranstaltungsort: Freiberg, Petersstraße 5, Alte Mensa

Beginn: 13:00 Uhr, Ende 15:45 Uhr

Teilnehmerzahl: 236

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

Protokoll: Prof. Dr. Volker Köckritz

Die Versammlung wurde satzungsgemäß einberufen. Die Tagesordnung ist fristgemäß bekanntgegeben worden. Änderungswünsche gab es keine. Die Begrüßung nahm Prof. e. h. Dr.-Ing. Holst als Vorsitzender vor.

### 1. Jahresbericht des Vorstandes

Der Tätigkeitsbericht des Vorstandes wurde vom Geschäftsführer Prof. Dr. Kretzschmar vorgetragen. Schwerpunkte der Fördertätigkeit waren Exkursionen von Studentengruppen ins Ausland, studentische Arbeiten und Tagungsbesuche im Ausland, die Vergabe von Stipendien, Tagungen/Kolloquien und Publikationen, Studienwerbung sowie Preise für Dissertationen und Diplomarbeiten. Die Bedeutung des Vereins für die TU Bergakademie Freiberg wurde dadurch unterstrichen, dass seit 1991 ca. 800.000 Euro für die direkte studentische Förderung und 3,8 Mio. Euro insgesamt für die Universitätsförderung in Bildung und Forschung aus den laufenden Mitgliedsbeiträgen, Spenden sowie sonstigen Finanzeinnahmen bereitgestellt werden konnten.

Weiterhin wurde über die erfreuliche Entwicklung der Mitgliederzahl (persönliche Mitglieder) berichtet. Allerdings sollte die Anzahl juristischen Mitglieder, die ca. 50% der Beiträge tragen, gesteigert werden. Es erging der Appell an alle Mitglieder, in persönlichen Gesprächen neue Mitglieder zu werben, wobei besonders die Verbindung zu Unternehmen zur Gewinnung neuer juristischer Mitglieder genutzt werden sollte.

### 2. Bericht des Rechnungsprüfers

Dieser wurde von Herrn Knüll, Kreissparkasse Freiberg, vorgetragen. Es gab keine Beanstandungen entsprechend den Grundsätzen für das Jahr 2007. Er empfahl der Mitgliederversammlung die Entlastung des Vorstandes für das Rechnungsjahr.

### 3. Diskussion zum Jahresbericht und Entlastung des Vorstandes

Es gab eine Wortmeldung zur Frage Sicherheit der Geldanlagen in Hinblick auf die gegenwärtige Finanzkrise. Von Dr. Hagn, Kreissparkasse Freiberg, (Vorstandsmitglied), wurde vollständige Sicherung aller Geldanlagen bei der Kreissparkasse Freiberg bestätigt. Dem Antrag der Geschäftsführung auf Entlastung des Vorstandes für das Jahr 2007 wurde von der Versammlung einstimmig zugestimmt. Gleichzeitig bestätigten die Mitglieder die vom Vorstand vorgeschlagene Etatplanung für das Jahr 2009.

### 4. Auszeichnungen/Ehrungen

Die vom Verein gestifteten Bernhard-von-Cotta-Preise erhielten in Kategorie I, Dissertationen, **Herr Dr. rer. nat. Florian Hoffmann** für seine Arbeit „Synthese und Reaktivität von Übergangsmetallkomplexen mit Alkylsilyl-Liganden“. Das Preisgeld betrug 2.000,- €. Herr Dr. Hoffmann arbeitet zurzeit bei der Fa. Wacker und konnte aus Termingründen die Auszeichnung nicht persönlich entgegennehmen. Der Preis wird nachgereicht. In der Kategorie II, Diplomarbeiten erhielt den Preis **Frau Kristina Voidel** für ihre Diplomarbeit „Der Einfluss langer Scherwege auf das Auftreten von Slip-Stick-Erscheinungen bei der Wandreibung“. Preisgeld: 1.000,- €. Frau Voidel trug anschließend den Inhalt ihrer Arbeit in gekürzter Fassung als interessante Präsentation vor.

– PAUSE –

### 5. Informationsbeitrag des Rektorats zur Entwicklung der Universität

In Vertretung des Rektors wurde der Bericht von Herrn Prof. Breitkreuz, Prorektor Außenbeziehungen, gegeben. Er informierte über die Entwicklung von Lehre und Forschung an der TU Bergakademie. In dem sehr instruktiven und informativen Bericht wurde auf die Studentenzahlen, Studienrichtungen, dem Stand eingeworbener Drittmittel und Forschungsschwerpunkte und der Entwicklung der Alumni eingegangen.

### 6. Studienwerbung Frau Dr. Schellbach

Frau Dr. Schellbach zeigte in einem engagierten Kurzvortrag die Probleme für die Entwicklung der Studienbewerberzahlen durch sinkende Abiturientenzahlen auf und rief alle Teilnehmer zur Mithilfe bei der Studienwerbung auf.

### 7. Vortrag von Prof. Dr. Gerhard Heide

Prof. Heide stellte in kurzer Form die Entwicklung und den Aufbau der Mineralienausstellung terra mineralia im Schloss Freudenstein dar und lud alle Teilnehmer zur anschließenden Besichtigung ein. Der sehr interessante Vortrag wurde mit regem Interesse verfolgt.

### 8. Schlossbesichtigung

Im Anschluss an die Mitgliederversammlung nahm ein Großteil der Anwesenden mit ihren Partnern die Einladung des Vereins und TU Bergakademie Freiberg zur Besichtigung der Mineralienausstellung mit Überblicksführung an.



Die Mitgliederversammlung lauscht dem Vorsitzenden





Theaterkompanie „Thomas von Freiberg“

## Abendliche Barbarafeier 2008

Nach der beeindruckenden Besichtigung der „terra mineralia“ im Schloss Freudenstein fanden sich die Vereinsmitglieder mit ihrer Begleitung ab 18:00 Uhr wieder in der inzwischen zur Barbarafeier hergerichteten Alten Mensa ein. Mit Beginn um 19:00 Uhr hatten sich 360 Mitglieder und Gäste versammelt. Nach einer kurzen Begrüßung eröffnete die aus den früheren Feiern bereits bekannte Kompanie „Thomas von Freiberg“ die Barbarafeier unter dem Motto „Luftschlösser“, das sich also an die vorherige Schlossbesichtigung thematisch anschloss, aber die Gedanken zur Schlossnutzung in den 60er Jahren sowie die Bergmannsgefühle zur Stilllegung des Freiburger Bergbaus darstellerisch auf die Bühne brachte. So eingestimmt konnten der Bergmannsschmaus vom Büfett und das Bergbier von der Theke genommen werden. Die vielen persönlichen Gespräche und Begegnungen an den Tischen oder im Zusammenstehen sind der Kern der Barbarafeier. Damit „leben“ die Vereinsmitglieder im gegenseitigen Sehen, Hören, Sprechen. Eine abendliche Bergmusik von Bläsern des Freiburger Bergmusikkorps ließ die Gespräche kurz pausieren und mündete natürlich in das Steigerlied „Glück auf, Glück auf ...“ ein, das vom ganzen Auditorium stehend und freudig gesungen wurde. Unser „Doppel“, Mitgliederversammlung und Barbarafeier, hat den anwesenden Mitgliedern wieder einen interessanten und wertvollen Tag gebracht. **Hans-Jürgen Kretzschmar**



Gemeinsames Singen des Steigerliedes



## Ehrenmedaille „St. Barbara“ an Prof. Dr. Klaus-Dieter Bilkenroth verliehen

Der Vorstand des Vereins überreichte am 3. April 2009 in Freiberg seine höchste Auszeichnung, die St. Barbara-Ehrenmedaille, an Prof. Bilkenroth für seine langjährigen Verdienste im Verein und für die TU Bergakademie. Er gehört in den Kreis der Wiedergründer des Vereins 1990/91 und ist seitdem im Vereinsvorstand durch sein gedankenfrisches und ideenvorschlagendes Wirken aktiv. Für die Bergakademie krönt der profunde Braunköhler gegenwärtig seine vorantreibende Zusammenarbeit in der „ibi-Initiative“ (integrierende Braunkohlen-Initiative), die sich künftig wieder stärker um die stoffliche Nutzung der Braunkohle für chemische Produkte kümmern wird. Prof. Bilkenroth ist der Freiburger Braunkohlen-Wissenschaft seit seinem Studium 1952 bis 1957 eng verbunden und wurde neben seiner Direktorentätigkeit in der mitteldeutschen Braunkohle 1982 zum Honorarprofessor für Tagebautechnik berufen. Trotz seines formal eingetretenen Ruhestandes bleibt es bewundernswert, wie er sich weiterhin intensiv und zielstrebig für Wissenschaftsprojekte in Freiberg einsetzt.

Der Verein wünscht seinem aktiven Mitglied dazu Gesundheit, Lebensfreude und bleibende Zusammenarbeit mit einem frischen Glück auf!

■ Hans-Jürgen Kretzschmar



**Prof. Dr. rer. nat. habil.  
Christian Oelsner – 75 Jahre**

Geboren am 25. Februar 1934 in Freiberg, Studium der Geophysik unter Otto Meißer an der Bergakademie Freiberg, Promotion zur Hammerschlagseismik und Habilitation zur IR-Oberflächentemperaturmessung, Dozent und Direktor des Institutes für Geophysik ab 1982 bzw. 1990, Fachbereichsdekan bis 1994, vielzählige Publikationen und wissenschaftliche Lehr- und Forschungstätigkeiten im Ausland; eine anerkannte Entwicklung an der Freiburger alma mater trotz einiger früherer politisch-ideologischer Hindernisse.

Der Verein dankt Herrn Oelsner herzlich für seine langjährige verdienstvolle Wirkung im Vorstand!

Er gehörte 1990 zu den Wiedergründern unseres Vereins (Mitgliedsnummer: 28), übernahm ab 1992 den stellvertretenden Vorsitz im Bund mit den Herren Arnold und Flemming und organisierte von 2005 bis 2008 das Vereinsleben als Geschäftsführer. Er ist weiterhin im Vorstand tätig, der seine Verdienste um den Verein mit der St. Barbara-Ehrenmedaille gewürdigt hat.

Seine Naturverbundenheit äußert sich beispielsweise in sommerlichen Wanderungen und winterlichen Skifahrten. Ein frisches Glück auf für viel Freude und Gesundheit im Familienkreis sowie in der angenehmen Vorstandsarbeit!

■ Hans-Jürgen Kretzschmar

**Prof. Dr. rer. nat. habil.  
Gerhard Roewer – 70 Jahre**

Geboren 14. Dezember 1939, 1958 – 1963 Chemiestudium an der TH Leuna-Merseburg, 1968 Promotion dort bei H.-H. Emons, 1976/77 Forschungsaufenthalt am Leningrader Technologischen Institut, 1980 Habilitation an der TH Leuna-Merseburg, 1980 – 1983 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Hauptabteilung Grundlagenforschung der Filmfabrik Wolfen, 1983 Berufung zum Dozent für Anorganische Chemie an die TH Leuna-Merseburg, 1988 Berufung zum ordentlichen Professor für Anorganische Chemie an die Bergakademie Freiberg, 1992 Wiederberufung auf die (C4)-Professur für Anorganische Chemie an der TU Bergakademie, 1994 Prodekan der Fakultät für Chemie und Physik, 1996 Dekan der Fakultät für Chemie und Physik. Herr Roewer ist seit 1999 Mitglied im Verein, engagierte sich also viele Jahre für die Förderung der Bergakademie. Seit 2004 arbeitet er aktiv im Vorstand mit und ist der Chefredakteur für unsere Jahreszeitschrift seit 2006. Die Zeitschrift ist die wichtigste Print-Publikation des Vereins, sie wird freudig und anerkennend gelesen. Der Vorstand hat in diesem Jahr seine unermüdliche Redaktionstätigkeit mit der St. Barbara-Ehrenmedaille dankend gewürdigt. Er wünscht seinem Mitglied weiterhin gute Zusammenarbeit sowie Gesundheit und Kraft im achten Jahrzehnt.

■ Hans-Jürgen Kretzschmar

**Geburtstage unserer  
Vereinsmitglieder**

**60. Geburtstag**

- Dipl.-Ing. Barth, Gerald, Freiberg
- Dipl.-Ing. (FH) Berg, Jochen, Halle/Saale
- Dipl.-Ing. Eisenschmidt, Ehrfried, Zeitz
- Dr.-Ing. habil. Goedecke, Manfred, Wegefath
- Dr.-Ing. Groß, Uwe, Leipzig
- Dipl.-Ing. Heß, Ralf, Panketal
- Dr. rer. nat. Jansen, Uwe, Freiberg
- Dipl.-Ing. (FH) Kallnischkies, Wolfgang, Fürstenwalde
- Dipl.-Ing. Kirmse, Wolfram, Leipzig
- Dipl.-Ing. Knebel, Thomas, Leipzig
- Dipl.-Ing. Knöbel, Helmut, Freiberg
- Dr. rer. nat. Kubier, Bernd, Freiberg
- Prof. Dr. Merkel, Broder, Freiberg
- Dipl.-Ing. Plagemann, Werner, Bochum
- Dipl.-Ing. Röder, Ronald, Elsteraue
- Prof. Dr.-Ing. habil. Scheller, Piotr, Radebeul
- Dr.-Ing. Schlegel, Joachim, Hartmannsdorf
- Dr. rer. nat. Walter, Hans-Henning, Freiberg
- Dipl.-Ing. Walther, Hans-Jürgen, Dresden

**65. Geburtstag**

- Dr.-Ing. Göll, Gert, Halsbrücke
- Dr.-Ing. Henkel, Reinhard, Gera
- Dipl.-Ing. Heschl, Gemot, Drebber
- Dr.-Ing. Höhne, Detlef, Freiberg
- Dr.-Ing. Immer, Klaus, Oberschöna
- Dr. sc. Koch, Lutz, Lutherstadt Eisleben
- Dipl.-Ing. Kurzbuch, Dieter, Freiberg
- Dipl.-Ing. Meinel, Helmut, Zwickau
- Dipl.-Ing. (FH) Müller, Hans-Georg, Weimar
- Frau Oelsner, Karin, Freiberg
- Dipl.-Ing. Seifert, Eberhard, Meißen
- Dr.-Ing. Schönherr, Dieter, Senftenberg/See
- Dipl.-Ing. Weck, Arno, Königs Wusterhausen
- Prof. Dr. Wickenhäuser, Fritz, Grünwald

**70. Geburtstag**

- Dipl.-Ing. Bretschneider, Conrad, Rudolstadt
- Frau Eulenberger, Traute, Freiberg
- Prof. Dr.-Ing. habil. Gloth, Heinz, Freiberg
- Dipl.-Ing. Götz, Dieter, Weißenfels
- Herr Grumm, Hans-Walter, Gerolstein
- Herr Grütering, Heinrich, Essen
- Prof. Dr.-Ing. Heinrich, Friedhelm, Freiberg
- Prof. Dr.-Ing. Henkel, Egon-Hermann, Freiberg
- Dipl.-Ing. oec. Bauing. Hensel, Horst, Berlin
- Dipl.-Ing. Herrmann, Rolf, Chemnitz
- Dipl.Verw.wirt Karner, Karl, Burglengenfeld
- Dr. rer. nat. Koch, Günter, Freiberg
- Doz. Dr. rer. nat. habil. Kosel, Ulrich, Freiberg
- Prof. i. R. Lohmann, Karl, Emden
- Dr.-Ing. Melzer, Dieter, Freiberg
- Dipl.-Ing. Mohnke, Klaus, Kolkwitz
- Dipl.-Ing. Moyer, Udo, Habichtswald-Ehlen
- Prof. Dr.-Ing. habil. Neuhof, Gerd, Wernigerode
- Dr.-Ing. Nobis, Karl-Heinz, Mahlow



Gebäudekomplex Akademiestraße/Nonnengasse/Prüferstraße, Innenhof: Auch unser Verein hat hier seinen Sitz.

Foto: Frieder Jentsch

- Prof. Dr. rer. nat. Obermeier, Frank, Rosdorf
- Doz. Dr. sc. oec. Pönitz, Eberhard, Freiberg
- Prof. Dr. Pötke, Wolfgang, Clausthal-Zellerfeld
- Dipl.-Ing. Proksch, Josef, Leipzig
- Dr.-Ing. Reuter, Edgar, Leipzig
- Dipl.-Ing. Richter, Manfred, Neuhausen
- Dr.-Ing. Seifert, Günter, Hoyerswerda
- Dipl.-Ing. Steckelmann, Hans-Werner, Schwerin
- Prof. Dr.-Ing. Steinmann, Klaus, Essen
- Dr.-Ing. Scheffler, Dietrich, Freiberg
- Dr. sc. oec., Dipl.-Bergbauing. Schmid, Karl, Berlin
- Dr.-Ing. Schütter, Wieland, Markkleeberg
- Dipl.-Ing. Ullmann, Rainer, Weißenfels
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Vulpius, Rainer, Brand-Erbisdorf
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Wolf, Dieter, Berlin
- Dipl.-Ing. Zabel, Helmut, Wolmirstedt

#### 75. Geburtstag

- Prof. Buhrig, Eberhard, Dresden
- Dr. rer. nat. Douffet, Heinrich, Freiberg
- Dr.-Ing. Ebel, Klaus, Morsleben
- Dipl.-Ing. Emrich, Dietmar, Bergheim
- Dr. Dipl.-Ing. oec. Gansauge, Peter, Ahrensfelde
- Dipl.-Ing. Gottschalk, Jürgen, Hamburg
- Dipl.-Ing. Gruhl, Karl-Heinz, Bonn
- Dipl.-Ing. oec. Hofmann, Hans, Freiberg
- Dr.-Ing. John, Manfred, Freiberg
- Prof. Dr.-Ing. habil. Kochs, Adolf, Lichtentanne
- Prof. Dr.-Ing. habil. Köpsel, Ralf, Dresden
- Dr.-Ing. Kulke, Horst, Freiberg
- Dr.-Ing. Michalzik, Arno, Wolmirstedt
- Dipl.-Ing. Nicolai, Thomas, Dresden
- Dipl.-Geologe Oehme, Wolf-Dietrich, Freiberg
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Oelsner, Christian, Freiberg
- Dipl.-Ing. Pysarczuk, Theodor, Freital
- Dr.-Ing. Routschek, Helmut, Cottbus
- Prof. Dr.-Ing. habil. Spies, Heinz-Joachim, Freiberg
- Assessor des Bergfachs Spruth, Fritz, Werne
- Dr. Ulbricht, Joachim, Freiberg
- Prof. Dr.-Ing. Walde, Manfred, Freiberg
- Dipl.-Ing. Wiesenfeldt, Ludwig, Mülheim a. d. Ruhr

#### 80. Geburtstag

- Dipl.-Lehrer Böhme, Wolfgang, Dresden
- Markscheider Dr.-Ing. Dittich, Georg, Berlin
- Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. Freiesleben, Werner, Pullach
- Prof. Dr. Dr. h. c. Kolditz, Lothar, Fürstenberg/Havel
- Prof. Kroll, Wolfgang, Aachen
- Dipl.-Ing. Krug, Martin, Bedburg
- Dr.-Ing. Krumnacker, Irvin, Dortmund
- Dipl.-Geologin Reuter, Renate, Freiberg
- Oberlehrer Richter, Friedrich, Freiberg
- Dipl.-Ing. Schubert, Wolfgang, Bad Elster
- Prof. em. Dr. rer. oec. Unger, Lothar, Dresden

#### 81. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Berger, Gerhard, Freiberg

- Markscheider Dr.-Ing. Bognitz, Horst, Halle
- Dr.-Ing. Gappa, Konrad, Dinslaken
- Dipl.-Ing. (FH) Günßler, Peter, Kempen
- Dipl.-Ing. Hirsch, Wolfram, Erkrath
- Dr.-Ing. Klepel, Gottfried
- Dr. rer. nat. Knothe, Christian, Freiberg
- Markscheider Dipl.-Ing. Marx, Hans-Joachim, Freiberg
- Dr.-Ing. Severin, Gerd, Dresden
- Prof. Dr.-Ing. Steinhardt, Rolf, Freiberg
- Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. Ullrich, Hellmuth, Sondershausen
- Prof. Dr.-Ing. Wild, Heinz Walter, Dinslaken

#### 82. Geburtstag

- Herr Flach, Siegfried, Damme
- Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h. Kratzsch, Helmut, Berlin
- Dipl.-Ing. Matthes, Günter, Luxemburg
- Dr.-Ing. e. h. Rauhut, Franz Josef, Bottrop
- Dipl.-Ing. Stolpe, Egon Emanuel, Nürnberg
- Prof. Dr.-Ing. habil. Schmidt, Martin, Berlin
- Prof. Dr. sc. techn. Schmidt, Reinhardt, Weimar
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Wagenbreth, Otfried, Freiberg

#### 83. Geburtstag

- Prof. Dr.-Ing. habil. Dulinski, Wladyslaw, Krakau
- Prof. Dr.-Ing. habil. Lewandowski, Jan Lech, Krakau
- Dr.-Ing. Löhn, Johannes, Freiberg
- 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

#### 84. 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

#### 85. Geburtstag

- Prof. Dr. Heitfeld, Karl-Heinrich, Aachen
- Dr. Rudolf, Heinz, Merseburg

#### 86. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Hagelücken, Manfred, Erfstadt-Bliesheim
- Dipl.-Berging. Katzmann, Otto, Nordhausen
- Prof. em. Dr. phil. habil. Uhlmann, Harro, Freiberg

#### 87. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Kögler, Erhard, Wiesbaden
- Prof. Dr. jur. Dipl.-Ing. Weißflog, Johannes, Leipzig

#### 88. Geburtstag

- Dr.-Ing. Baunack, Fritz, Bad Hersfeld

#### 89. Geburtstag

- Doz.-Ing. Bauer, Jaroslav, Prag
- Markscheider Dipl.-Ing. Beyer, Kurt, Dresden

#### 92. Geburtstag

- Prof. em. Dr.-Ing. Neumann, Alfred, Schöneiche

#### 93. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Samtleben, Werner, Hildesheim

#### 98. Geburtstag

- Dr.-Ing. Kootz, Karl Richard, Salzburg

### Geburtstagsjubiläen nach dem 20. November 2009

#### 60. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Kammel, Dieter, Freiberg
- Dipl.-Ing. Körber, Siegfried, Jämlitz
- Dipl.-Ing. Wohlmuth, Helmut, Schömberg

#### 65. Geburtstag

- Dr.-Ing. Eckstein, Christine, Jena
- Dr.-Ing. habil. Graichen, Klaus, Freiberg
- Dr.-Ing. Hauenherm, Werner, Waldsteinberg

#### 70. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Hempel, Milo Rolf, Holzhausen
- Dipl.-Ing. (FH) Klinger, Horst, Markkleeberg
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Roewer, Gerhard, Freiberg
- Dipl.-Ing. Sierich, Volker, Saalfeld

#### 75. Geburtstag

- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Knissel, Walter, Bad Gandersheim

#### 80. Geburtstag

- Dr. rer. nat. Dipl.-Geophysiker Hiersemann, Lothar, Leipzig
- Dipl.-Ing. Hülsenbeck, Otto, Leipzig
- Oberbergat a. D. Ludwikowski, Peter, Friedberg
- Dipl.-Ing. Nitsche, Fritz, Magdeburg
- Dipl.-Ing. Schulz, Lothar, Gotha

#### 81. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Bannert, Horst, Neuhof

#### 83. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Krug, Günther, Lutherstadt Eisleben

#### 84. Geburtstag

- Prof. i. R. Köhler, Johannes, Mülheim a. d. Ruhr

#### 88. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Gärtner, Jürgen, Radebeul

**Herzliche Glückwünsche und Glück auf!**



## Prof. Hans Zienert †

Am 4. Januar 2009 verstarb in seinem 84. Lebensjahr unser Vereinsmitglied Prof. Dr. sc. oec. Dr. jur. Hans Zienert, Ehrenbürger der Stadt Freiberg. Im Anschluss an die Tätigkeit in mehreren verantwortungsvollen staatlichen Funktionen, wie

- Abteilungsleiter beim Ministerpräsidenten der Landesregierung Sachsen
- Bürgermeister der Stadt Freiberg
- Vorsitzender des Rates des Kreises Freiberg

wirkte er viele Jahre (1967 – 1989) an unserer Universität in zahlreichen Funktionen, u. a. als

- Professor für das Gebiet „Sozialistische Wirtschaftsführung“ (32 Diss., darunter 6 Diss. B)
- Direktor des Instituts für Sozialistische Wirtschaftsführung
- 1. Prorektor
- Vorsitzender des gesellschaftlichen Rates der Bergakademie Freiberg

Die Universität wird seiner ein würdiges Andenken bewahren. ■ Gerhard Roewer

### † Wir trauern um unsere Vereinsmitglieder †

Prof. em. Dr.-Ing. **Wolfgang Dietze**, Freiberg

\* 21. März 1924, † August 2009

Prof. Dr.-Ing. **Günther Duchrow**, Sondershausen

\* 23. Dezember 1928, † August 2009

Dipl.-Met. **Karl Gerischer**, Köln

\* 19. Februar 1927, † 27. Januar 2009

Dr.-Ing. **Dietrich Holze**, Freiberg

\* 11. Mai 1936, † März 2009

Prof. Dr. Dr. h. c. **Heribert Moser**, Hechendorf

\* 8. April 1922, † 8. Juni 2009

Dr.-Ing. **Rudolf Neubauer**, Hamm

\* 17. November 1950, † 3. Juli 2009

Prof. Dr. **Ludwig Pfeiffer**, Freiberg

\* 10. Februar 1928, † 22. Dezember 2008

Prof. em. Dr. habil. **Hans-Jürgen Rösler**, Freiberg

\* 14. Mai 1920, † 12. Januar 2009

Dr. **Peter Roloff**, Lutherstadt Eisleben

\* 5. Dezember 1929, † 8. April 2009

Prof. em. Dr. sc. oec. Dr. jur. **Hans Zienert**, Freiberg

\* 25. April 1924, † 4. Januar 2009

# Symposium zum 125. Geburtstag von Prof. Kurt Pietzsch

Veranlasst, vorbereitet und geleitet von einem Mitglied des Vereins Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, wurde der „Vater der Geologie in Sachsen“ Prof. Dr. Kurt Pietzsch aus Anlass seines 125. Geburtstages am 25. September 2009 im Gymnasium seiner Vaterstadt Borna im Rahmen eines Symposiums geehrt.

Mehr als 120 Interessenten der geologischen Fachwelt, des Bergbaus, der Geschichte der Stadt und Schüler sowie Lehrer des Gymnasiums nahmen daran teil. Gäste waren auch der Landrat des Landkreises Borna, die Oberbürgermeisterin der Stadt und Bundestagsabgeordnete. Auch die Neffen des Prof. Dr. Kurt Pietzsch, Dr. Claus und Roland Pietzsch, waren der Einladung gefolgt. Das Symposium verfolgte auch das Ziel, die Nutzung einheimischer Rohstoffe und die Ausbildung eines wissenschaftlichen Nachwuchses in das Blickfeld der Öffentlichkeit zu rücken.

Der ehemalige Länderbereichsleiter der Lausitzer-Mitteldeutsche-Braunkohlen-Verwaltungsgesellschaft (LMBV), Rudolf Lehmann, führte durch ein Programm mit zwölf Vorträgen. Er würdigte K. Pietzsch als einen Wegbereiter der Mitteldeutschen Förderbrückentagebaue und verwies darauf, dass es im Sinne von Pietzsch auch im Zeitalter der Globalisierung ingenieurtechnische und wirtschaftliche Tugenden bleiben muss, einheimische Rohstoffe zu nutzen, mit Technologie, die die Umwelt schonen oder nachhaltig gestalten. So, wie es gerade im Südraum von Leipzig mit einer Seenplatte gezeigt wird. Eine überzeugende Energiepolitik der Bundesregierung wurde angemahnt. Dr. H. Walter vom Sächsischen Landesamt ULG würdigte die Persönlichkeit und die wissenschaftlichen Leistungen des Jubilars. Seine Ausführungen wurden ergänzt durch einen Beitrag der Schülerin Franziska Schons, die in einer Arbeit den Spuren Pietzschs nachgegangen war. Der Ortschronist der Stadt zeigte in Bildern Borna, auch das alte Gymnasium, aus der Schulzeit Pietzschs. Prof. Breitkreuz (TU Bergakademie Freiberg) sprach zum Thema „Bergbauliche Ressourcen im Feistaat Sachsen und der Bundesrepublik“. Frau Dr. Schellbach (TU Bergakademie Freiberg) stellte die Technische Universität und deren Lehrangebo-



Albin Kurt Pietzsch. Foto: ????

te ebenso vor, wie die Sammlungen der Bergakademie. Sie stand interessierten Schülern zu Einzelgesprächen zur Verfügung. Dr. Bellmann (ehem. Geologe in der LMBV) erläuterte die Gesteinssammlung des Stadtmuseums, die auch der Verein Erdgeschichte Markkleeberg gemeinsam mit dem Stadtmuseum im Gymnasium zeigte. Über Ergebnisse von Untersuchungen des Oberligozäns in den Tagebauten Mitteldeutschlands berichtet Prof. A. Müller (Universität Leipzig). Die MIBRAG mbH und ihre Entwicklungsziele stellt Dr. P. Jolas (MIBRAG mbH) vor. Er erläuterte die Entwicklung der Tagebaue Schleenhain und Profen in den nächsten drei Jahrzehnten. Über Wasserbilanzen, Grundwasserentzug, Grundwasseranstieg und über die Leistungsfähigkeit von Grundwassermodellen sprach B. Haferkorn (Büro Grundwasser Leipzig). Das Thema „Pietzsch und dessen Arbeiten für Speicheranlagen der Trinkwasserversorgung und des Hochwasserschutzes“, auch im Zusammenhang mit den bergbaulichen Entwicklungen der Vergangenheit und Zukunft, behandelte A. Bobbe (Landestalsperrenmeisterei). Interessierte Teilnehmer am Symposium regten ausgehend von diesem an, im Rahmen eines „Kurt-Pietzsch-Forums“ Persönlichkeiten der Stadt, industrielle Entwicklungen, Infrastrukturfragen, technische Entwicklungen aber auch Besonderheiten zukünftig vorzustellen. ■ Rudolf Lehmann

# Bernhard-von-Cotta-Preis 2008: Metall-Silizium-Komplexe – Schlüsselverbindungen der Silikon-Chemie

Florian Hoffmann

## Motivation

Silikone sind aus unserer heutigen Welt nicht mehr weg zu denken. Ihr Polysiloxan-Grundgerüst verleiht ihnen eine hohe Stabilität gegen Hitze, UV-Strahlung und Chemikalien sowie eine nahezu temperaturunabhängige Viskosität (Zähigkeit). Diese Eigenschaften machen sie auf vielen Gebieten unentbehrlich, beispielsweise Haushalt (Dichtfugen im Sanitärbereich, Backformen), Industrie (Dichtungen, Schmiermittel, Wärmeträger) oder Medizin (Kontaktlinsen, Infusionsschläuche).

Die wirkliche Vielfalt ihrer Eigenschaften entsteht jedoch erst durch Modifizierung des Grundgerüsts mittels sogenannter organofunktioneller Silane. Das sind Silizium-Verbindungen, die organische Gruppen mit dem Polysiloxan-Gerüst verbinden. Auf diesem Wege kann man z. B. das eigentlich stark wasserabweisende Silikon durch wasserlösliche organische Gruppen ebenfalls wasserlöslich machen. Dadurch werden zahllose weitere Anwendungen erschlossen, beispielsweise so gegensätzliche Applikationen wie Antihafbeschichtungen und Klebstoffe.

Die Herstellung der Silikone erfolgt, vereinfacht gesagt, durch Umsetzung von Dichlordimethylsilan  $\text{Me}_2\text{SiCl}_2$  mit Wasser (Hydrolyse). Das  $\text{Me}_2\text{SiCl}_2$  seinerseits entsteht aus Silizium und Methylchlorid im sogenannten Müller-Rochow-Verfahren. Die organofunktionellen Silane zur Modifizierung werden überwiegend durch die sogenannte Hydrosilylierungsreaktion erzeugt. Dabei reagiert eine Silizium-Wasserstoff-Bindung mit einer ungesättigten organischen Verbindung unter Ausbildung einer Silizium-Kohlenstoff-Bindung. Auf diese Weise kann eine Vielzahl organischer Gruppen mit dem Silizium verknüpft werden. Die beiden genannten wichtigsten Herstellungsreaktionen der Silikon-Chemie sind sehr verschieden und haben doch eine Gemeinsamkeit: Beide benötigen ein Metall als Katalysator, nämlich Kupfer (Müller-Rochow) bzw. Platin (Hydrosilylierung). Das bedeutet, daß Verbindungen aus Metall und Silizium, sogenannte Silyl-Komplexe, als reaktive Zwischenstufen in diesen Reaktionen eine wichtige Rolle spielen müssen. Die Erforschung dieser Komplexe ist daher

eine grundlegende Voraussetzung für das Verständnis von Ausbeute und Geschwindigkeit dieser industriell bedeutsamen Reaktionen und damit für ihre Steuerbarkeit und Kostenoptimierung.

Während die Hydrosilylierung von organischen Verbindungen, die Zweifachbindungen enthalten (Alkene), bereits gut untersucht ist, ist dies bei Verbindungen, die Dreifachbindungen enthalten (Alkine), noch nicht in diesem Maße der Fall. Insbesondere zu den Zwischenstufen, d. h. Silyl-Komplexen mit Alkynyl-Gruppen, ist wenig bekannt. Meine Promotionsarbeit sollte daher einen Beitrag zur Erweiterung der Kenntnisse über diese Komplexfamilie leisten.

Für die Kombination von Metall, Silizium und Alkin gibt es sechs Verknüpfungsvarianten (Abb. 1), deren vollständige Untersuchung den Rahmen einer Dissertation jedoch weit überschritten hätte. Aus diesem Grunde konzentrierte sich meine Arbeit auf die Variante (f), da sie die reichhaltigste Reaktivität erwarten ließ (Abb. 1).

## Methodik

Die Bearbeitung eines solchen Themas erfolgt in der Chemie durch Herstellung der betreffenden Verbindungen (Synthese), Beschreibung ihrer Eigenschaften und Struktur (Charakterisierung) und Untersuchung ihres chemischen Verhaltens (Reaktivität). Die Synthesebedingungen unbekannter Verbindungen können oft durch Analogie-

schluss aus bekannten Reaktionen abgeleitet werden. Gelegentlich ist jedoch auch umfangreiche Forschungsarbeit notwendig, stets mit dem Risiko des Misserfolges. Zur Charakterisierung werden neben klassischen Methoden wie Schmelzpunkt oder Dichte heute überwiegend moderne spektroskopische Verfahren (Kernresonanz-, Infrarot-, Ultraviolett-Spektroskopie) sowie die Röntgenbeugung eingesetzt, die direkte Informationen über die Struktur einer Verbindung liefern. Zur Untersuchung der Reaktivität wird eine neu hergestellte Verbindung selbst wieder in Reaktionen eingesetzt. Sie wird damit zum Ausgangsstoff für eine weitere neue Verbindung.

Erschwerend kam bei diesen Arbeiten hinzu, dass die Silyl-Komplexe, wie viele andere metallorganische Verbindungen auch, empfindlich auf Luft und Feuchtigkeit reagieren. Das bedeutet, dass alle Operationen unter einer Atmosphäre aus dem Edelgas Argon durchgeführt werden mussten, was den Arbeitsaufwand im Vergleich zu luftbeständigen Verbindungen wesentlich erhöhte.

## Ergebnisse

Im Rahmen meiner Promotionsarbeit habe ich 50 neue Verbindungen synthetisiert und spektroskopisch charakterisiert. 32 Stoffe wurden reiner Form isoliert, 18 weitere wurden in Lösung oder in Gemischen nachgewiesen. Von 22 Komplexen konnte die Kristallstruktur bestimmt werden. Die Reaktivität der Verbindungen bezüglich Redoxreaktionen, Substitution,

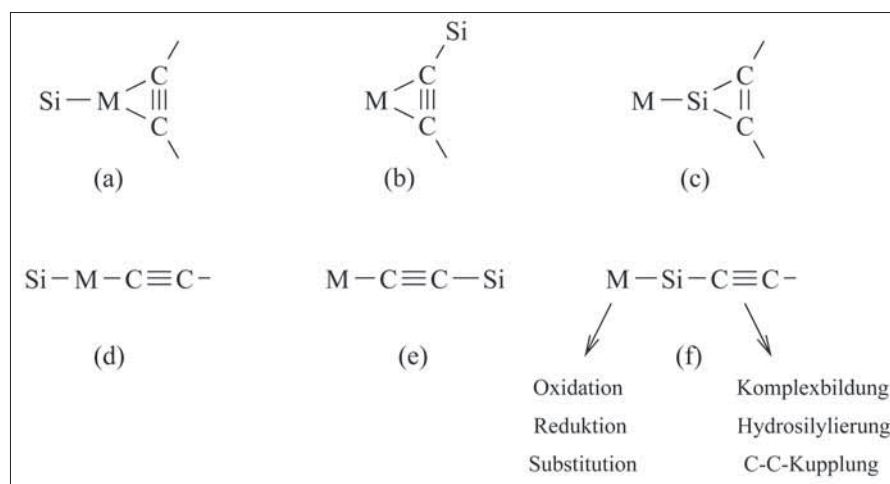


Abbildung 1 ????????

Komplexbildung, Hydrosilylierung und C-C-Bindungsknüpfungsreaktionen wurde studiert. Beispielhaft sollen nachfolgend einige Ergebnisse vorgestellt werden.

Silyl-Komplexe werden überwiegend durch Reaktion eines anionischen (negativ geladenen) Metallkomplexes mit einem Chlorsilan oder durch Addition einer Silizium-Wasserstoff-Bindung an einen geeigneten Metallkomplex hergestellt. Dies gelang auch mit Alkynyl-Silanen, wobei die in Abb. 2 dargestellten Komplexe mit Eisen bzw. Rhodium als Zentralelement erhalten wurden.

Bei ihnen handelt es sich um braune bzw. gelbe kristalline Feststoffe, deren Struktur durch Röntgenbeugung bestätigt wurde (Abb. 3). Das zentrale Metall-Silizium-Alkin-Strukturelement ist gut zu erkennen. Der Eisen-Komplex lässt sich an der Alkynyl-Gruppe hydrosilylieren oder mit der Verbindung Dicobaltoctacarbonyl  $\text{Co}_2(\text{CO})_8$  zu einem dreikernigen Eisen-Kobalt-Komplex umsetzen. Derartige Komplexe könnten als neuartige Katalysatoren an Bedeutung gewinnen. An ähnlichen Verbindungen wurde gezeigt, daß sich aus den Alkynyl-Gruppen spezielle Ringe aus vier bzw. fünf Kohlenstoff-Atomen aufbauen lassen. Diese Reaktionen könnten für die Herstellung komplizierter organischer Wirkstoffe geeignet sein.

Insgesamt zeigt sich, dass die synthetisierten Metall-Silizium-Alkin-Komplexe für den Aufbau größerer, komplexer Strukturen verwendbar sind.

**Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich dem Initiator der Arbeit, Herrn Prof. Dr. Gerhard Roewer, für die hervorragende

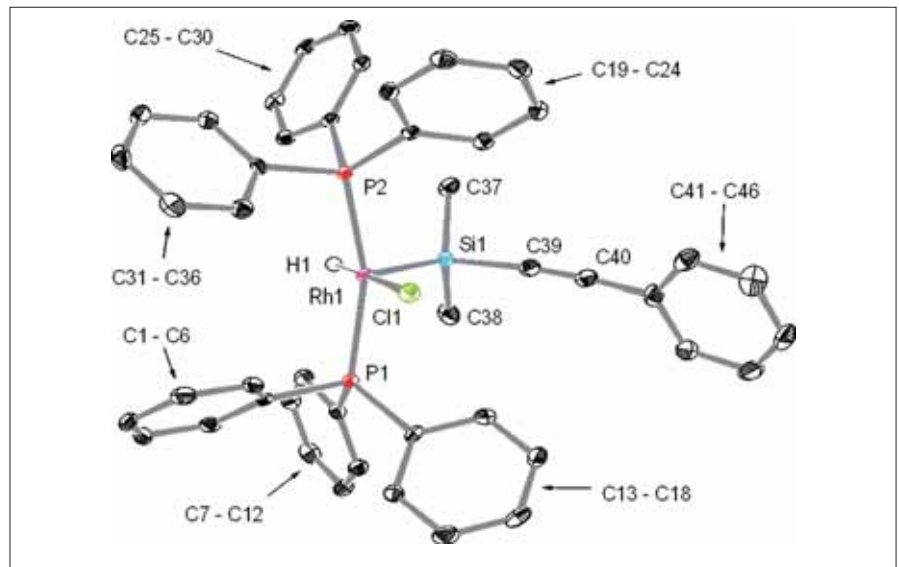


Abbildung 2 ????????

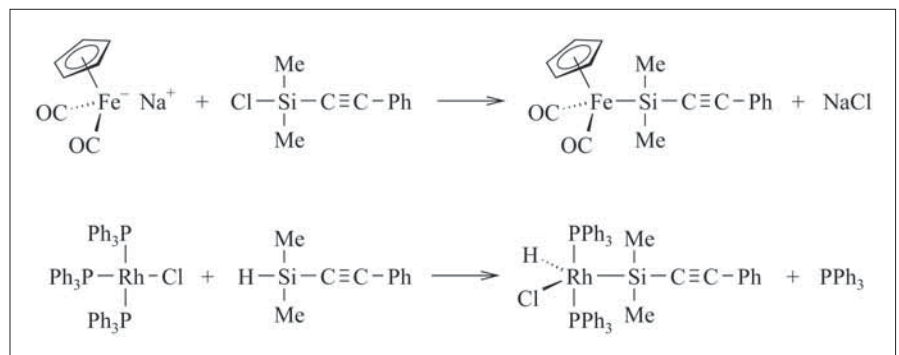


Abbildung 3 ????????

und ausdauernde Betreuung herzlich danken. Weiterhin geht mein Dank an Dr. Jörg Wagler und Dr. Uwe Böhme für die aufwendige Bestimmung der Kristallstrukturen. Schließlich gilt mein besonderer Dank dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, der diese Dissertation mit dem Bernhard-von-Cotta-Preis 2008 ausgezeichnet hat.

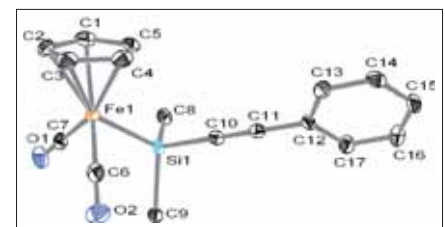


Abbildung 4 ????????

# Bernhard-von-Cotta-Preis 2008: Der Einfluss langer Schwerwege auf das Auftreten von Slip-Stick-Erscheinungen bei der Wandreibung

Kristina Voidel

**1. Hintergrund und Aufgabenstellung**

In fast allen Industriezweigen spielen Schüttgüter, wie z.B. Kunststoffgranulate oder Pulver, eine wichtige Rolle. Diese Produkte, werden häufig in Silos zwischengelagert. Bei der Entleerung der Güter aus solchen Silos kann es zu starken Erschütterungen, dem „Silobeben“, oder auch zu deutlicher Geräuschentwicklung, dem „Silohupen“ kommen. Als mögliche Ursache werden in der Literatur oft sogenannte „Slip-Stick-Effekte“ genannt. Dabei handelt es sich um periodische Wechsel

von Haft- und Gleitreibung, die vermutlich an der Silowand stattfinden.

Ein wesentliches Instrument zur verfahrenstechnischen Auslegung von Silos sind Scherversuche in Scherzellen. Im Rahmen dieser Versuche wird auch die Wandreibung untersucht, also die Reibung des Granulates auf dem eingesetzten Wandmaterial. Dabei tritt vor allem bei den Produkten Slip-Stick bei der Wandreibung auf, bei denen auch bei der Siloentleerung die anfangs genannten Geräusche oder Erschütterungen vorkom-

men. In der Praxis ist dieses vor allem von PET (Polyethylenterephthalat)-Granulaten in Aluminiumsilos bekannt.

Aus Vorversuchen und von Siloherstellern ist bekannt, dass zwar bei gereinigten Wandplatten Slip-Stick auftritt, aber bei ungereinigtem Wandmaterial und kurzen Scherwegen, wie sie normalerweise für Siloauslegungen erfolgen, kein solcher Effekt detektiert wird. Da in Betriebssilos auch keine Reinigung erfolgt, wird angenommen, dass Slip-Stick erst nach langen Scherwegen und den da-

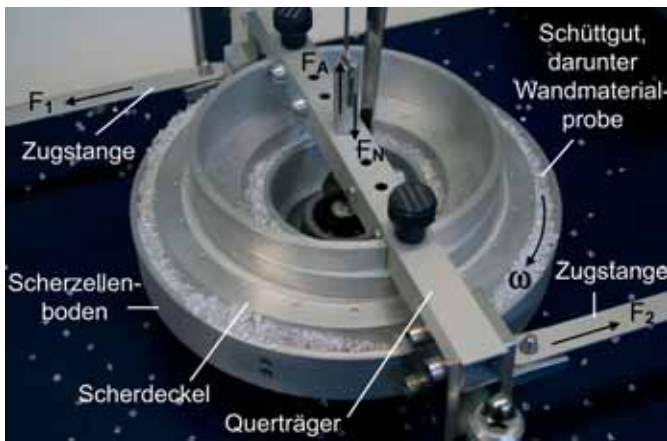


Abbildung 1: Schulze-Ringscherzelle, gefüllt mit PET-Granulat

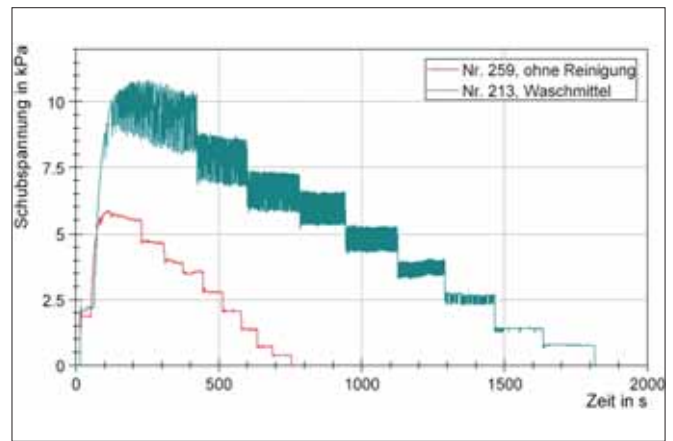


Abbildung 2: Vergleich der Schubspannungen bei ungereinigtem und gereinigtem Wandmaterial bei verschiedenen Auflasten zwischen 28 kPa und 2 kPa

mit einhergehenden Veränderungen der Oberfläche auftritt. Das können Veränderungen der Rauigkeit sein, ein Entfernen von Oberflächenschichten, wie z. B. Oxidschichten oder Walzrückstände oder auch ein Auftragen von neuen Schichten, z. B. durch Partikelabrieb. Daher sollte in der Diplomarbeit untersucht werden, ob und nach welchen Scherwegen Slip-Stick-Phänomene bei ungereinigtem Wandmaterial auftreten. Die Erscheinungen sollten charakterisiert werden und Erklärungsansätze für deren Entstehung abgeleitet werden. Diese Ergebnisse sollten als Vorarbeit für ein Forschungsprojekt am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik dienen.

## 2. Versuche

Die Versuche wurden in einer Schulze-Ringscherzelle durchgeführt, siehe Abb. 1. Dabei wird das PET-Granulat auf die AlMg3-Wandplatte, die sich im Ringkanal der Zelle befindet, aufgebracht. Über den Deckel, der das Granulat abdeckt, können Auflasten variiert werden. Während des Versuches wird der Boden der Scherzelle langsam gedreht, und der Deckel durch die Zugstangen festgehalten. Diese sind mit Kraftmessdosen verbunden. Durch die Rotation wird das Granulat über die AlMg3-Wandplatte geschert. Aus aufgebrachtener Auflast und gemessener Kraft kann auf die Spannungen bei der Wandreibung geschlossen werden.

Es wurden Scherwege bis 30 m untersucht, was deutlich mehr ist als bei normalen Scherversuchen aufgrund der sehr geringen Geschwindigkeiten realisiert wird. Die Versuche wurden an ungereinigten und gereinigten Wandplatten durchgeführt und Auflasten und Schergeschwindigkeiten variiert, da bekannt ist, dass Slip-Stick vor allem bei hohen Auf-

lasten und geringen Schergeschwindigkeiten gemessen werden kann. Vor und nach den Versuchen wurden Rauigkeitsanalysen sowie chemische Analysen der Wandplatten durchgeführt.

## 3. Ergebnisse

Es wurde festgestellt, dass das Auftreten von Slip-Stick sehr stark vom Reinigungszustand abhängig ist. Bei den gereinigten Platten konnte Slip-Stick detektiert werden, siehe Abb. 2 und 3. Man erkennt den typisch sägezahnartigen Verlauf der Schubspannung. Das Schubspannungsverhalten in Abhängigkeit von den variierten Einflussgrößen stimmt sehr gut mit dem in der Literatur beschriebenen überein. Bei allen Scherversuchen mit ungereinigten Wandplatten wurde bei Auflasten zwischen 11 und 33 kPa und Schergeschwindigkeiten zwischen 0,9 und 12 mm/min kein Slip-Stick detektiert. Wesentliche Änderungen der Rauigkeit der Wandplatten wurden nicht gefunden. Ein Vorhandensein von Walzöl-Rückständen und ein Abrieb des PET-Granulates ist entsprechend der chemischen Analyse möglich, jedoch nicht eindeutig nachzuweisen. Weiterhin wurde festgestellt, dass es durch den Reinigungsvorgang zu einem deutlichen Anstieg der Schubspannung kommt.

## 4. Schlussfolgerungen

Die Erwartung, dass Slip-Stick nach langen Scherwegen auf ungereinigtem Wandmaterial auftritt, konnte im Rahmen der Versuche nicht bestätigt werden. Möglicherweise waren die Scherwege noch nicht ausreichend, um diese Veränderungen zu erzeugen. Weitere Ursachen können ein z. B. zu geringes Verhältnis von Scherzellengröße zu Auflast oder die dynamischen Eigenschaften der Scherzelle sein.

Andererseits zeigen die Versuche, dass eine Reinigung, wie sie auch bei Siloherstellern angewandt wird, stark in Frage zu stellen ist. Dadurch werden Ergebnisse erzeugt, die in keiner Weise der Realität entsprechen, d. h. Veränderungen eintreten, die im Betriebssilo nicht erfolgen. Dazu zählen z. B. der Abtrag von Material durch die Reinigung sowie Bildung von stabilen Komplexen und Ablagerung von Tensiden auf der Oberfläche.

### Danksagung

Ich möchte allen danken, die zum Gelingen meiner Diplomarbeit beigetragen haben. Besonderen Dank geht an Herrn Dr. Höhne für die hervorragende Betreuung meiner Arbeit. Weiterhin möchte ich mich bei dem Verein „Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg“ für die Auszeichnung meiner Diplomarbeit mit dem Bernhardt-von-Cotta-Preis bedanken.

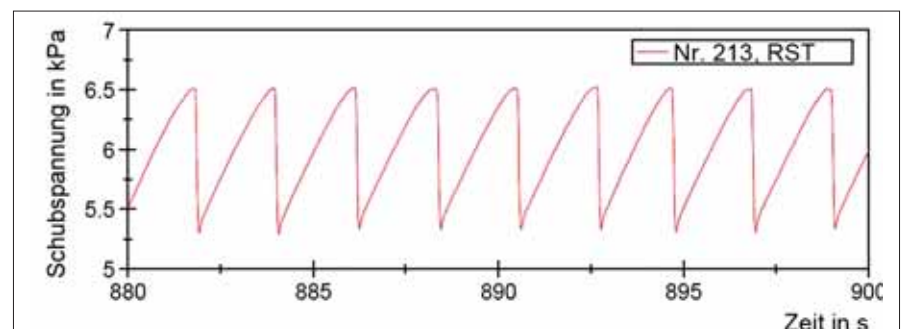


Abbildung 3: Sägezahnartiger Verlauf der Schubspannung bei Slip-Stick

# Freiberger Professorengräber

2006 gab der Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg eine Broschüre heraus, die die auf Freiberger Friedhöfen vorhandenen Professorengräber abbildete und beschrieb, verbunden mit einem Spendenaufruf zur Erhaltung der historischen Grabstätten. Dieser Aufruf hat eine erfreuliche Resonanz gefunden, so dass inzwischen insgesamt sieben Grabdenkmale (Beispiele siehe Abbildungen) durch die Firma Deisinger restauriert werden konnten. Weitere Grabsteine sind für eine Restaurierung vorgesehen, der Anlass wäre jeweils ein „runder“ Geburts- oder Todestag. Unserer Alma mater in der Gestalt des Lehrkörpers haben die Absolventen der Bergakademie einiges zu verdanken, denn sie gab ihnen das Rüstzeug für die spätere berufliche Entwicklung. Aus diesem Grunde war es den Nachkommenden schon immer eine Verpflichtung, das Andenken in Ehren zu halten. Zur Tradition der Ehrungen gehört neben Kolloquien, Nachrufen, Gedenktafeln, Straßennamensgebungen und Gebäudebezeichnungen, vor allem auch die Pflege der Grabstätten und damit die Erinnerung an unsere Altvorderen, denen die Bergakademie ihren weltweit hervorragenden Ruf zu verdanken hat. Leider sind einige Gräber berühmter Freiberger Professoren nicht mehr nachweisbar, vor allem das von Ferdinand Reich, dem Mitentdecker des Elementes Indium (1863) und hochverdienten Hochschullehrer und Förderer der Bergakademie (er hätte eigentlich ein besonderes Denkmal verdient!). Laut Kirchenbuch der Domgemeinde erhielt Reich ein Begräbnis 1. Klasse auf dem Donatsfriedhof. Trotz intensiver Recherchen sind davon keine Spuren gefunden worden. Da die Traditionspflege eine stete Aufgabe ist (und auch Geld kostet), erneuern wir unseren Spendenaufruf aus dem Jahre 2006 (Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V., Kontonummer: 3115014430, Bankleitzahl: 87052000, Verwendungszweck: „Gräber“).

Bei dieser Gelegenheit bedankt sich der Verein herzlich bei allen Spendern.

■ Hanspeter Jordan



Fotos (6): Jens Meister





# Zu zwei Konferenzen nach San Francisco

Eindrücke von der Teilnahme am AGU (American Geophysical Union) Fall Meeting und der Synchrotron Environmental Science (SESIV) Konferenz in San Francisco



Eindrücke vom AGU Fall Meeting

Jedes Jahr im Dezember treffen sich Geo- und Biowissenschaftler in der Weltstadt San Francisco, zu einem der größten internationalen Meetings neben der Goldschmidt Konferenz, dem Fall Meeting der AGU (American Geophysical Union). In fünf Tagen werden etwa 16.000 Poster- und Vortragspräsentationen in insgesamt 25 Disziplinen, die von Atmospheric Science, über Biogeosciences, Education and Human Resources bis hin zu Vulcanology, Geochemistry, and Petrology reichen, dargeboten. Daneben gibt es eine Reihe von kleineren Gruppentreffen und so genannten Luncheons, Treffen, die über die Mittagszeit stattfinden, z. B. um sich über Karrieremöglichkeiten in der Wissenschaft zu informieren. Außerdem gab es ein breites allgemeinwissenschaftliches Programm mit Workshops sowie Vorlesungs- und Filmpräsentationen, u. a. zu Forschungsprojekten in der Arktis, dem Klimawandel und der Phoenix Marsmission. Begleitet wurde das Meeting von einer Messe mit über 180 Ausstellern, zu denen Firmen und Hersteller, Zeitschriften- und Buchverlage, wissenschaftliche und staatliche Gesellschaften sowie Aus- und Weiterbildungsinstitutionen zählten.

Besonders eindrucksvoll fand ich die Posterpräsentationen, die im Moscone Convention Center North (Halle D) auf rund 12.880 m<sup>2</sup> stattfanden und von regem Interesse aller Besucher begleitet wurden. In kleineren Gruppen wurde aktiv über die verschiedenen Forschungsbelange diskutiert, die zu neuen Experimentideen oder Interpretationsmöglichkeiten inspirierten. Bei der Präsentation meiner Ergebnisse zur Identifikation von Thioarsenaten mittels Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS) konnte ich viele neue Kontakte zu US Forschern vor allem aus dem Bereich Arsen und Schwefel knüpfen und hoffe, diese zu kooperativen Beziehungen im Hinblick auf gemeinsame Probenahme am Mono Lake ausbauen zu können. George Helz, einer der „Päpste“ im Bereich der Arsen-Schwefel-Chemie, gab mir Hinweise für die im Februar anstehenden XAS-Experimente, um möglicherweise auch die umstrittenen Thioarsenite als intermediäre, kurzlebige Spezies in Arsenit-Sulfid-Mixen zu detektieren.

Neue Eindrücke und Techniken, die man bei der Präsentation der eigenen Ergebnisse berücksichtigen sollte, konnte ich bei der Teilnahme an dem von der



Golden Gate Bridge – das Wahrzeichen San Franciscos

AAAS (American Association for the Advancement of Science), der NSF (National Science Foundation) und der AGU geförderten Workshop „Communicating your Science to the Public“ gewinnen. Bei der aktiven Arbeit in Gruppen konnte man zusammen mit anderen Wissenschaftlern und Journalisten die Präsentation eigener Forschungsinhalte und -ergebnisse trainieren. Die Journalisten hielten sehr viele Tipps bereit (z. B. sich die drei wichtigsten Punkte seiner Arbeit vor Augen zu halten und diese in maximal zwei Minuten wiederzugeben), wie man sich bei der Präsentation seiner Ergebnisse verhält (z. B. Position der Hände) sowie Tipps zu Kleidung und Gestik bei Video- und Fotoaufzeichnungen. Durch Gruppenarbeit und Rollenspiele wurden die Gespräche zwischen den Teilnehmern sehr stark gefördert und am Ende des Tages hatte man sowohl einen guten Einblick in die Arbeiten aller Gruppenmitglieder als auch einen guten Anschluss für die unmittelbar folgende „Ice Breaker“-Party des AGU Fall Meetings.

Im Gegensatz zu dem wirklich sehr groß angelegtem AGU Meeting überzeigte die Synchrotron Environmental Science (SESIV) Konferenz, die ebenfalls in San Francisco stattfand, mit ihrem überschaubaren, fast „familiären“ Charakter in kleinerem Stil. Diese Konferenz war speziell auf synchrotron-basierende Methoden in den Umweltwissenschaften ausgerichtet und man hatte die Möglichkeit, sehr persönlich mit den Fachleuten

Der Ve

Mit den  
unsere V

????(Wis

senscha

internati

tische P

national

auf dem

kett“) (in

Universit

ein (Aus

Tagunge

Freiberg

zu sprechen und zu diskutieren. In den eintägigen Hand-On Sessions konnten die Teilnehmer verschiedene Synchrotron-Methoden, z.B. XAS und Microprobe-XAS, direkt an der Beamline kennenlernen. Tipps zur Probenaufbereitung sowie Spektrenaus- und -bewertung, u. a. der Verweis auf neue Softwareprogramme sowie der direkte Kontakt mit den erfahrenen Wissenschaftlern in diesem Zweig, waren für meine eigenen XAS-Studien von besonderer Bedeutung und gewinnbringend. In den Vorträgen wurden sowohl Grundlagen erneut aufgegriffen als auch zukunftsorientierte Aspekte, z. B. Entwicklung neuer Fluoreszenzdetektoren, angesprochen. Als sehr informativ empfand ich die „Facility-Reports“ der US Synchrotrons, in denen die technischen Möglichkeiten, geplante Erweiterungen und Besonderheiten sowie Deadlines für Proposals dieser Institute in 15-min-Vorträgen präsentiert wurden. In der Postersession mit insgesamt 25 Beiträgen konnte ich meine eigenen XAS-Ergebnisse vorstellen und bekam hinsichtlich der Spektrenauswertung einige sehr gute Tipps eigene Strukturmodelle für die Thioarsenatkomplexe und Spezies-Mixe zu entwickeln und die XAS-Spektren damit zu fitten. Außerdem konnte ich Kontakt zu dem Forscher Sang Soo Lee knüpfen, der mit Hilfe von Reflexion an Mineraloberflächen (in-situ Resonant Anomalous X-ray Reflektivität) das Sorptions- und Desorptionsverhalten von Metallen in An- und Abwesenheit von organischer Substanz untersucht und damit Rückschlüsse auf die Mobilität der Metalle unter verschiedenen Umweltbedingungen ziehen kann. Diese Methode würde sich auch sehr gut zur Charakterisierung der (Thio)Arsenatsorption an Glimmern eignen, die z. B. in den bengalischen Aquiferen eine Rolle spielen.

Ich persönlich kann die Teilnahme junger Wissenschaftler an beiden Meetings ausdrücklich empfehlen. Neben dem Präsentieren eigener Projekte in einem internationalem Umfeld und dem Knüpfen neuer Kontakte, die sicher für jeden jungen Forscher nur bereichernd sein können, ist auch der Aufenthalt in San Francisco selbst ein aufregendes Erlebnis, an das man lange zurück denken wird. Sehr dankbar bin ich für die finanziellen Beihilfen der SESIV, des Freunde und Förderer der TU Freiberg e.V. sowie des Förderkreis Freiburger Geowissenschaften, die eine große Unterstützung für die Teilnahme an beiden Meetings waren.

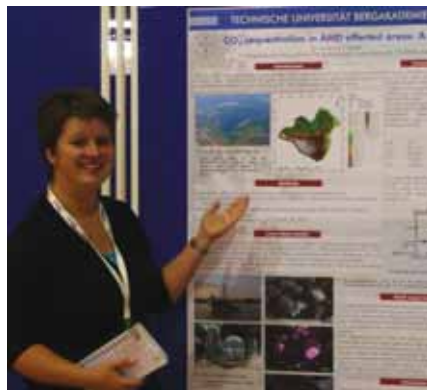
■ Elke Süß

## Goldschmidt 2009: Challenges to our volatile planet



Tagungsort Kongresscenter Davos, Schweiz.

Links unten: Posterpräsentation zur Tagung. Bild rechts: Bei einem der zahlreichen Vorträge im Kongresscenter



Vom 21. bis 26. Juni 2009 fand in Davos, Schweiz, die internationale Goldschmidt-Konferenz statt. Meinen Beitrag „CO<sub>2</sub> sequestration in AMD affected areas: A case study“ präsentierte ich als Poster.

Der weltweit immer größer werdenden Angst hinsichtlich einer Klimaerwärmung aufgrund erhöhter CO<sub>2</sub>-Emissionen Rechnung tragend habe ich im Rahmen meiner Promotion das Thema CO<sub>2</sub>-Sequestrierung durch „mineral trapping“ untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse aus drei Jahren Labor- und Feldarbeit wurden im Rahmen meines Posterbeitrages auf der Goldschmidt-Konferenz vorgestellt.

Neben den bekannten Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Sequestrierung in geologischen Formationen gehört das „mineral trapping“ zu denen, die bisher eher eine untergeordnete Rolle spielten. Der Einsatz von alkalischen Sedimenten (Flugasche) und CO<sub>2</sub> in ehemaligen Tagebaufolgeseen wurde bisher nicht publiziert. Wir konnten im Rahmen der Forschungsarbeiten belegen, dass selbst abgelagerte Flugaschen in der Lage sind, CO<sub>2</sub> zu binden und als Carbonat festzulegen. Gleichzeitig wird bei diesem Verfahren der positive Neben-

effekt der Behandlung der in Tagebaufolgegebieten anfallenden Grubenwässer (AMD) erreicht. Das entwickelte Verfahren eröffnet eine nachhaltige Möglichkeit der CO<sub>2</sub>-Sequestrierung, wenngleich diese nicht die Größenordnung anderer Methoden erreicht. Sie scheint jedoch lokal als Nischenlösung akzeptabel.

Der Kongress war für mich eine gute Gelegenheit, die in den letzten drei Jahren der Arbeit an meiner Dissertation gewonnenen Ergebnisse zu veröffentlichen und aus den resultierenden Diskussionen weitere kreative Schlussfolgerungen abzuleiten. Die Konferenz gab mir auch die Möglichkeit, Kontakte zu namhaften Wissenschaftlern aus aller Welt zu knüpfen.

Die Abstracts der Konferenz wurden in einer Special edition in der „Geochimica et Cosmochimica Acta“ veröffentlicht und jedem Konferenzteilnehmer zur Verfügung gestellt (s. auch: <http://www.goldschmidt2009.org/abstracts/A-Z+Index.pdf>).

Ich bedanke mich bei dem Verein „Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V.“ nochmals für die finanzielle Unterstützung meiner Teilnahme an dieser Konferenz.

■ Mandy Schipek

# Algarvekartierung: Geologen in Aktion

Ein grundlegendes Element in der Ausbildung eines Geologen stellt die eigenständige Geländearbeit dar. Auch im Bachelorstudium wird auf eine internationale Kartierung nicht verzichtet, welche uns in diesem Jahr an die Algarve-Küste in Süd-Portugal führte. Für die 14 Geologiestudenten des 5. Semesters bot sich vom 1. bis 13. März 2009 die Möglichkeit, die sehr guten Aufschlussverhältnisse innerhalb der Südportugalzone zu studieren und die regionale Geologie mit der komplexen tektonischen Gliederung in Verbindung zu bringen. Die erstmalige Durchführung eines zweiwöchigen Geländepraktikums am südwestlichen Ende Europas erforderte eine außergewöhnliche Planung. Schon bei der Exkursionsvorbereitung setzte der Praktikumsleiter, Dr. Kroner, auf die individuellen Ideen der Studenten. Dabei erschien es uns wichtig, auch die Kultur und Geschichte des Landes mit diesem Aufenthalt zu erfassen. Je nach den individuellen Anreisetagen erkundeten wir die Sehenswürdigkeiten Lissabons mit seinen historischen Straßenbahnen, der beeindruckenden Architektur und dem herrlichen Blick vom Castelo de São Jorge über das nächtliche Panorama der Stadt. Doch die Reize des südlichen Flairs offenbarten sich nicht nur im Großstadttreiben, sondern auch in der ländlichen Idylle Villa do Bispos, welches im Mittelpunkt unseres geologischen Interesses stehen sollte.

## Regionale Geologie

Die Lithologie des Kartiergebietes ist geprägt durch unter- bis mittelkarbonische Turbiditsequenzen, welche sich aus alternierenden flyschoidalen Grauwacken und Tonschiefern zusammensetzen. Turbidite entstehen, wenn an der Schelfoberkante schnell sedimentiertes und instabil konsolidiertes Sedimentmaterial durch Erdbeben und Vulkanismus remobilisiert wird und als turbulenter Massenstrom (turbidity current) abgelenkt. Dadurch bilden sich charakteristische Sedimentstrukturen (Bouma-Sequenzen), welche es uns ermöglichen, die Lagerungsverhältnisse der aufgeschlossenen Sedimentabfolgen festzustellen.

Im Verlauf der Genese des Superkontinents Pangäa kam es im Devon und Karbon aufgrund der Kollision von Avalonia und Iberia zur Variszischen Gebirgsbildung. Die damit einhergehende Verfaltung der abgelagerten Turbiditsequenzen



Basischer Gang in Tonschiefer

war oft spektakulär anzusehen und bot Anlass für Diskussionen über den 3D-Faltenbau. Da auch eine 2. Verfaltung, hervorgerufen durch die alpidische Orogenese, hier gewirkt hat, waren Schichtung und Schieferung oft schwer einzumessen bzw. gestaltete es sich schwierig, den gemessenen Wert dem richtigen Event zu zuordnen. Die verschiedenen Zonen des jungpaläozoischen Orogens weisen eine vergleichbare Sedimentationsgeschichte auf. Mit der Verfolgung der Rhenoheryzynischen Zone am Südrand Avalonias von Mitteleuropa über SW-England und Südirland, weiter im Bogen bis zur SW-Spitze der Iberischen Halbinsel, gelangt man zur Südportugiesischen Zone. Jedoch werden die variszischen Aufschlussgebiete durch die jüngere Öffnung des Atlantiks und den Golf von Biscaya unterbrochen, sodass eine direkte Korrelation der Einheiten nicht unbedingt möglich ist.

Obwohl der Schwerpunkt der Exkursion auf regionalgeologischen Zusammenhängen lag, erhielten wir durch Dr. Kroner einen umfangreichen Einblick in den tektonischen Bau des Gebietes und konnten uns mit jeglichen Fragen an ihn wenden. Selbst abends war er sich nicht zu schade, uns bei den während der Kartierung entstandenen Problemen unter die Arme zu greifen. Vor dem wärmenden Kamin und mit einem süffigen Glas Portwein entsponnen sich die wildesten Theorien über die Geologie, die Struktur und das Wetter, welches uns besonders während der ersten Woche mit 15 °C und stürmischem Regen nicht gerade nett empfing hatte. Die 2. Woche entschädigte uns

jedoch voll und ganz mit strahlendem Sonnenschein und 25 °C, so dass wir uns sogar in die hohen Wellen des Atlantiks stürzen konnten. Erst das gute Wetter erlaubte es uns, den kostenlosen Hot Spot auf dem Marktplatz Villa do Bispos zu nutzen und somit selbst an einem so abgelegenen Ort mit der Welt in Kontakt zu bleiben. Dies war für die allabendliche Nacharbeitung der gewonnenen Daten eine große Hilfe und ermöglichte es uns, untereinander zu kommunizieren, Erfahrungen zur Geologie auszutauschen und Termine zu besprechen, auch wenn die Unterkünfte mehrere Ortschaften voneinander entfernt waren. Doch nicht nur das Wetter hielt uns in Atem, sondern auch angriffslustige Killerbienen, Skorpione, streunende Hunde und angeschwemmte Wasserleichen sorgten für Höhepunkte bei dieser Exkursion.

Doch die dichte Wolkendecke über den Dächern Berlins holte uns auf den Boden der Tatsachen zurück – wir sind wieder in Deutschland. Alles in allem hat uns die Reise sehr gefallen und ein reichhaltiges Wissen vermittelt. Insbesondere Turbidite werden uns in bester Erinnerung bleiben. Dafür gebührt dem Exkursionsleiter, Dr. Kroner, ein großer Dank. Desweiteren möchten wir dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg für die finanzielle Unterstützung unseren Dank aussprechen. Ein großes Dankeschön geht weiterhin an Frau Schmiedgen, die sich hervorragend um die gesamte finanzielle Abwicklung der Exkursion gekümmert hat.

■ Volker Ziegs, Julia Beckert

# 4<sup>th</sup> ESA Summer School on Earth Observation and Data Assimilation, Frascati, Italien, 4. – 14.8.2008

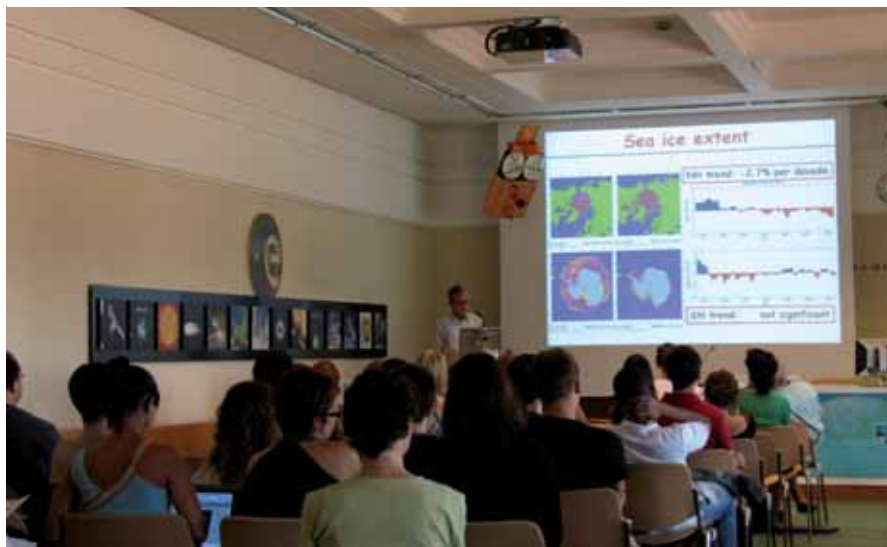
Alle zwei Jahre richtet die European Space Agency (ESA) eine „Summer School in Earth Observation and Data Assimilation“ am italienischen Standort des European Space Research Institute (ESRIN) in Frascati bei Rom aus. Mit 70 weiteren Doktoranden und Postdoc-Studenten wurde ich eingeladen, vom 4. bis 14. August daran teilzunehmen. Dabei ging es hauptsächlich darum, die Möglichkeiten verschiedener Satelliten-Systeme zur Beobachtung unseres Planeten, die daraus resultierenden Anwendungen für den Umweltschutz und zur Quantifizierung der Klimaänderung kennenzulernen. Das Programm war unterteilt in einen Fernerkundungsblock und einen Modellierungsblock, mit jeweils Vorträgen am Vormittag und Computerkursen am Nachmittag. Im Anschluss daran war noch Zeit für Posterpräsentationen. Jeder Teilnehmer hatte die Möglichkeit sein Forschungsprojekte vorzustellen. Untergebracht waren wir in der romantisch gelegenen Villa Tuscolana auf den Bergen um Rom mit herrlichem Blick auf die Stadt.

Jeden Morgen um 8 Uhr ging es los, mit dem Bus zum ESA-Zentrum am ESRIN. Auf dem Programm standen Vorlesungen von Peter Lempke (Alfred-Wegener-Institut, Bremen) zur Anwendung von Fernerkundung zu Meereis und arktischem Klima, Kevin Trenberth (Boulder University, USA) zur Verwendung von Satellitenbildanalysen für den globalen CO<sub>2</sub>-Transport und atmosphärischer Dynamik, Bernard Pinty (ISPRA und ESRIN, Italien) zur Messung der Oberflächenalbedo mit Fernerkundung, Alan O’Neil (National Centre for Earth Observation, UK), zum Thema Datenerfassung und -assimilation, Samantha Lavender (Marine Institute, University of Plymouth, UK), zur Bestimmung von Planktongesellschaften mittels Ozeanfärbung, Shaun Quegan (Centre for Terrestrial Carbon Dynamics, University of Sheffield, UK), über die Möglichkeiten von Fernerkundung des Kohlenstoffkreislaufes und Tony McNally (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, UK) über numerische Wettervorhersagen.

Das am Vormittag angeeignete theoretische Wissen wurde am am Nachmittag in Computerkursen praktisch umgesetzt. Dabei wurden wir von wissenschaftlichen Mitarbeitern von ESA tatkräftig unterstützt. Am Wochenende stand eine Rom-



Envisat-Gebäude mit Artemis-Antenne



Peter Lempke vom Alfred-Wegener-Institut Bremen bei seinem Vortrag

Exkursion auf dem Programm. Es gab die Möglichkeit, auf eigene Faust Frascati und seine Umgebung zu erkunden und sich bei einer Flasche Frascatiwein mit den anderen Teilnehmern über wissenschaftliche und kulturelle Themen auszutauschen.

Es waren sehr anstrengende und vor allem lehrreiche zehn Tage. An dieser Stelle möchte ich mich bei dem Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg für die finanzielle Unterstützung bedanken, welche es mir ermöglicht hat einen Teil meiner Reisekosten zu decken.

■ **Christoff Andermann**



Villa Tuscolana

## 4 Tage, 8 Vorlesungen, 12 „Männer“, neue Erfahrungen

Wer braucht schon große Primzahlen? Kann man Seen und Wälder ohne Mathematik verstehen? Was ist ein Gömböc? Mit diesen und mehr Fragen wurden wir zur Frühjahrsakademie Mathematik 2009 (gefördert vom Verein mit 250 €) in Freiberg konfrontiert. Aber bevor es losgehen konnte mit Studieren, hieß es erstmal das  $\pi$ -Haus beziehen. Danach zeigte uns Martin, unser „schräger Betreuer“, die Mensa, wo es erstmal was zu essen gab. Und schon ging es auf zur ersten Vorlesung. „Ein Streifzug durch die Graphentheorie“ war etwas völlig neues für mich und eine sehr spannende Vorlesung. Ich war überrascht, dass ich ihr so gut folgen konnte. Als nächstes stand uns eine Stadtführung durch Freiberg bevor. Dazu bekamen wir einen Fragebogen. Diese Führung war sehr interessant, auch wenn wir nach drei Stunden fast alle erfroren waren. Am Abend trafen wir uns dann in der Universität zum Fachschaftsabend. Dort wurde der Fragebogen von der Stadtführung ausgewertet und die drei Besten gewannen ein Buch. Außerdem waren Studenten anwesend, die uns ihre Erfahrungen in der Freiburger Universität erzählten.

Am Dienstag mussten wir wieder sehr früh aufstehen, um die Vorlesung zur „Gesichtserkennung mit dem Computer“ nicht zu verpassen. Am Nachmittag trafen wir uns wieder in der Stadt zur Domführung. Obwohl es auch hier sehr kalt war, wurde diese Führung doch sehr interessant. Da wir ja einen Einblick in das Studentenleben bekommen sollten, zogen wir Dienstagabend los und machten Freibergs Kneipen unsicher.

Mittwochvormittag wanderten wir dann zum Bergwerk „Alte Elisabeth“. Ich fand es sehr lustig, dass die Jungs mit den Köpfen an der Decke anschlügen, wo ich gemütlich durchgehen konnte. Die Führung durch das Bergwerk war total klasse und eine tolle Erfahrung. Nach dem Mittag setzten wir uns wieder in die Uni und hörten uns weitere spannende Vorlesungen an. Zum Abschluss sahen wir uns anderntags noch die „terra mineralia“ an. Leider hieß es nun Abschied nehmen und Heimfahren.

Alles in allem eine schöne Woche mit neuen Erkenntnissen, eine tolle Uni, viele neue Freunde und auch als einziges Mädchen gut zu überstehen!

■ Caroline Scholz, Schülerin

# Internationaler Workshop Research in shallow marine and fresh water systems

**Vom 14. bis 16. Mai 2009 trafen sich 53 Wissenschaftler aus neun Ländern, die wissenschaftliches Tauchen als Mittel im Rahmen ihrer Forschungsarbeit in flach submarinen Bereichen und auch in Süßwassersystemen einsetzen.**

Zwei Drittel unserer Erde sind von Ozeanen bedeckt und damit einer direkten Erkundung entzogen. Dies hat dazu geführt, dass wir die Oberfläche des Mondes oder des Mars besser kennen als den Meeresgrund unseres Planeten. Der Tiefseebereich ist nur durch ROV's (remotely operated vehicles) and AUV's (autonomous underwater vehicles) erschließbar. Die flachen Bereiche der Ozeane (bis ca. 50 m) sind durch tauchende Wissenschaftler erkundbar.

Wissenschaftliche Taucher verfügen neben ihrer „normalen“ wissenschaftlichen Fachkompetenz über umfassende Kenntnisse der Möglichkeiten und Besonderheiten auf dem Gebiet der Unterwasserforschung und sind in der Lage, beides komplex anzuwenden.

Der Workshop „Research in shallow marine and fresh water systems“ wurde von der Technischen Universität Bergakademie Freiberg ins Leben gerufen, um wissenschaftliche Taucher weltweit zu fachlichen Diskussionen zusammenzuführen und einen Gedankenaustausch untereinander anzuregen.

Finanziell wurde die Konferenz von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und dem Verein „Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V.“ unterstützt. Kooperierende Partner waren der Verband Deutscher Sporttaucher e.V. (VDST e.V.), der Landestauchsportverband Sachsen (LVS) sowie der TAZA-Tauchclub Naunhof e. V.

Mit den Grußworten des Leiters des Scientific Diving Center an der TU Bergakademie Freiberg, Prof. B. Merkel, wurde der Workshop eröffnet. Die anschließenden fünf Sessions umfassten insgesamt 21 Vorträge.

Aktuelle Ergebnisse aus biologisch/ökologischen Forschungsthemen wurden im Rahmen der ersten Session vorgestellt. Die Ergebnisse reichten dabei von Habitat-Untersuchungen symbiontischer

Vergesellschaftungen an hydrothermalen Austritten über die Probenahme und Untersuchung von Schwämmen und Korallen bis hin zu Fluoreszenzerscheinungen bei Riff-Bewohnern. Die darauffolgende Session beschäftigte sich mit der Geologie und Geochemie hydrothermaler Systeme. Methodische Aspekte, das Vorkommen von toxischen Elementen, mikrobielle Faktoren sowie auch der Einfluss solcher Systeme auf die Zusammensetzung der Weltmeere wurden diskutiert.

Session III beschäftigte sich mit archäologischen Untersuchungen unter Wasser.

In Session IV wurden in-situ-Sensoren und Monitoring-Systeme zur Registrierung variierender Fluidaustritte vorgestellt, die explizit für den Unterwassereinsatz und den Einsatz durch Wissenschaftliche Taucher entwickelt worden sind.

Die abschließende Session V beleuchtete die in den einzelnen Ländern rechtlichen Aspekte des Scientific Diving. Während einer Postersession am 14. Mai wurden neue Kontakte geknüpft und kommende Projekte diskutiert.

Die Konferenzbeiträge sind veröffentlicht unter Merkel, B. & Schipek, M. (eds.) (2009): Research in shallow marine and fresh water systems – Proceedings, 1st International Workshop, May 14 – 16, 2009. Wissenschaftliche Mitteilungen, 39, Institut für Geologie, Freiberg. Der Proceedingsband umfasst 28 Beiträge auf 144 Seiten und ist ebenfalls unter [http://www.geo.tu-freiberg.de/fog/FOG\\_Vol\\_22.pdf](http://www.geo.tu-freiberg.de/fog/FOG_Vol_22.pdf) online abrufbar.

Die Resonanz der Workshop-Teilnehmer war sehr positiv. Die gute Organisation und die Qualität der Vorträge und vorgestellten Themen wurden gelobt. Im Rahmen des ersten Workshops „Research in shallow marine and fresh water systems“ ist es gelungen, eine hohe Interdisziplinarität zu gewährleisten und Wissenschaftler aus ganz unterschiedlichen Fachbereichen an einen Tisch zu bringen. Im Rahmen einer Abschlussdiskussion wurde auch die Fortführung dieser internationalen Zusammenkunft angeregt (2010 – Milazzo).

■ Mandy Schipek

## 14. Weltkongress für Industriekultur an der TU Bergakademie Freiberg – TICCIH

Vom 31. August bis zum 5. September 2009 fand an der TU Bergakademie Freiberg unter der Schirmherrschaft des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst der 14. TICCIH-Weltkongress für Industriekultur des Internationalen Komitees für die Bewahrung des industriellen Erbes (TICCIH = The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage) statt. Nach Bochum im Jahre 1975 war dies erst das zweite Mal, dass der seit 1973 etwa alle drei Jahre durchgeführte internationale TICCIH-Kongress in Deutschland veranstaltet werden konnte. Nach London (2000), Moskau (2003) und Rom (2006) ist Freiberg der vierte Gastgeber dieser bedeutendsten internationalen Tagung für Industriedenkmalpflege im 21. Jahrhundert gewesen. Die Tagung stand unter dem Rahmenthema „Industriedenkmalpflege, Ökologie und Ökonomie“ und behandelte damit erstmals zentrale Probleme der wirtschaftlichen und umweltgerechten Erhaltung und Nachnutzung von Denkmälern des Industriezeitalters.

Organisiert wurde der Kongress unter Führung des Instituts für Wissenschafts- und Technikgeschichte (IWVG) der TU Bergakademie Freiberg unter Mitwirkung des Zweckverbandes Sächsisches Indust-

riemuseum (Chemnitz) sowie der Internationalen Bauausstellung IBA Fürst-Pückler-Land (Großräschen). Mitorganisatoren waren ferner u. a. das Deutsche Bergbaumuseum Bochum, das Rheinische und das Westfälische Industriemuseum sowie der Förderverein Montanregion Erzgebirge e. V. und die Deutsche Wasserhistorische Gesellschaft. Mit über 350 Teilnehmern aus 38 Nationen von allen Kontinenten der Erde stellte der Freiburger Kongress einen neuen Teilnahmerecord in der Geschichte von TICCIH auf. Die rund 190 Vorträge in über 25 thematischen Sektionen, Workshops und Postersessions behandelten neben dem Rahmenthema u. a. auch Aspekte des Industriekulturtourismus, von Kunst und Industrieller Revolution, der Ausbildung im Bereich der Industriekultur, von neuen Methoden der Dokumentation bis hin zu Fragen der Erhaltung industrieller Großanlagen oder der Analyse industrieller Kulturlandschaften.

Bestandteil des Programms der Großveranstaltung waren darüber hinaus mehrtägige Exkursionen zur Industriekultur in Berlin, in Sachsen sowie im polnisch-tschechischen Grenzgebiet vor und nach der Tagung, Tagesexkursionen während der Tagung zum Thema „Wan-



Der Vorstand von TICCIH-International anlässlich der Besichtigung des Lehr- und Forschungsbergwerks „Reiche Zeche“

del von Industrie- und industriellen Stadtlandschaften“ zur IBA Fürst-Pückler-Land in der Lausitz und zum Industriemuseum Chemnitz und der Stadt Chemnitz sowie zahlreiche kulturelle Veranstaltungen in Freiberg u. a. mit einem Sonderkonzert der Mittelsächsischen Philharmonie in der Nikolaikirche und einem Orgelkonzert im Freiburger Dom. Eröffnet wurde die Tagung mit einem Empfang der Stadt Freiberg im Hof des Schlosses Freudenstein, begleitet von einer Bergparade der Freiburger Berg- und Hüttenknappschaft sowie einem Konzert des Freiburger Bergmusikkorps Saxonia und der Freiburger Bergsänger. Den Abschluss der Tagung bildete eine Besichtigung der Freiburger Bergwerke „Alte Elisabeth“ und „Reiche Zeche“ sowie eine Farewell-Party mit Feuerwerk auf dem



Teilnehmer/innen des 14. TICCIH 2009 vor dem Eingang des Chemnitzer Industriemuseums während der Exkursion nach Chemnitz. Fotos (2): Helmut Albrecht

Gelände des „Beachclubs 7“ am Fuchsmühlenweg in Freiberg.

Die TU Bergakademie Freiberg, deren Innenstadtcampus mit „Alter Mensa“, Hauptgebäude in der Akademiestraße sowie dem Großen Hörsaal im Wernerbau als Tagungsort dienen, sowie die Stadt Freiberg erwiesen sich für die Tagung als geradezu ideale Gastgeber, die von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus dem In- und Ausland überschwänglich gelobt wurden. Insbesondere für viele Gäste aus dem Ausland ist es die erste Begegnung mit der reichen Industriekultur Sachsens und der Stadt Freiberg gewe-

sen. Nicht wenige von ihnen versprachen wieder zu kommen und die Kunde von der Schönheit Freibergs und seiner Umgebung in die Welt zu tragen.

Mit der erfolgreichen Veranstaltung des 14. TICCIH-Weltkongresses haben die TU Bergakademie Freiberg, ihr Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte und der Lehrstuhl für Technikgeschichte und Industriearchäologie ihren in den letzten Jahren erworbenen internationalen Ruf als eine der führenden deutschen und europäischen Forschungs- und Lehr- einrichtungen für Industriearchäologie und Industriekultur nicht nur gefestigt,

sondern in erheblichem Umfang ausgebaut. Diesen Erfolg verdankt die TU Bergakademie Freiberg neben dem Einsatz von Mitarbeitern und Studierenden des IWTG vor allem auch zahlreichen Sponsoren aus der regionalen Wirtschaft sowie nicht zuletzt dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, der sowohl finanziell wie auch organisatorisch die Durchführung des Kongresses nachhaltig unterstützt hat. Ihm, seinem Vorstand und seinen Mitgliedern sei dafür an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

■ Helmut Albrecht

## Vietnam im Focus des ersten fachübergreifenden Alumni-Seminars

In Verbindung bleiben, Netzwerke ausbauen, Kooperationen fördern – unter dieser Prämisse fand an der TU Bergakademie Freiberg vom 15. bis 17. Juni 2009 erstmalig ein fachübergreifendes internationales Alumni-Seminar statt. Schwerpunktregion war Vietnam. Die Beziehungen zwischen der TU Bergakademie und dem südostasiatischen Land haben eine lange Tradition. Seit mehr als 40 Jahren kommen vietnamesische Studenten nach Freiberg. Insgesamt haben bereits rund 300 Vietnamesen hier studiert. 20 von ihnen sowie je ein Absolvent aus Thailand und Kambodscha konnten mit Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) und des Vereins Freunde und Förderer der TU Bergakademie nach Freiberg eingeladen werden. „Ressourcen und Umwelttechnologie – Chancen deutsch-vietnamesischer Kooperation“ war der Titel des dreitägigen Symposiums. „Vietnam hat in den letzten 15 Jahren eine starke wirtschaftliche Entwicklung vorzuweisen“, sagt der Prorektor für Außenbeziehungen, Prof. Christoph Breitkreuz, der das Seminar gemeinsam mit dem Internationalen Universitätszentrum (IUZ) organisiert hat. „Die größten Engpässe liegen in den Bereichen Energieversorgung und Umweltschutz. Diese Probleme haben wir aufgegriffen und gemeinsam mit deutschen Wissenschaftlern und Unternehmensvertretern erörtert.“ Die südostasiatischen Alumni trugen maßgeblich zur fachlichen Gestaltung des Seminars bei, gaben Einblicke in Energie- und Umweltsituation sowie For-



Exkursion ins Erzgebirge: Le Thi Tuyet Minh

schungsschwerpunkt ihrer Heimatländer. Mit den deutschen Experten gab es einen regen Gedankenaustausch.

Neben dem Fachlichen hatten die internationalen Gäste Gelegenheit, nach vielen Jahren ihre Bergakademie und die Stadt Freiberg wieder zu entdecken. Führungen über den Campus, die Reiche Zeche und die terra mineralia sowie eine

Exkursion zur Deutschen Solar AG und zum Pferdegöpel Marienberg rundeten die Reise ab.

Wie es bei der Zusammenarbeit zwischen den internationalen Alumni und der Universität weiter gehen soll, war ein zentrales Thema, dem ein ganzer Vormittag gewidmet wurde. „Für die TU Bergakademie Freiberg war es die erste Veranstaltung dieser Art“, so Breitkreuz. „Wir erwarten eine Festigung der langfristigen Verbindungen zwischen der TU Bergakademie und ihren südostasiatischen Absolventen.“ Immerhin gibt es in Hanoi einen Freiburger Alumni-Club mit rund 150 Mitgliedern. „Unsere Alumni können vor Ort viel für uns tun“, erläutert Breitkreuz. So solle der Alumni-Club Hanoi künftig mehr Präsenz zeigen, aktiv neue Studierende werben und eine eigene Homepage einrichten.

Zu dem Symposium ist unter der Nummer C529 ein Freiburger Forschungsheft mit den Zusammenfassungen der Seminarbeiträge erschienen.

■ Claudia Walther



Das Fachsymposium stieß bei internationalen und deutschen Experten auf großes Interesse

## 60. Berg- und Hüttenmännischer Tag 2009

Das Forschungsforum – Berg- und Hüttenmännischer Tag (BHT) (17.–19.6.2009), erlebte in diesem Jahr bereits seine 60. Auflage. Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik trafen sich, um in neun Kolloquien über aktuelle Forschungsfragen zu diskutieren.

Seit 1949 gibt es den BHT an der Bergakademie. Seine zahlreichen Kolloquien widerspiegeln die fachliche Breite der Universität. Im Jubiläumsjahr stand der BHT unter dem Leitthema „Ressourcen für die Zukunft“, dem sich die Kolloquien entsprechend der vier Profillinien der TU Bergakademie Freiberg „Material – Umwelt – Geo – Energie“ widmeten. Rund 400 Referenten und Gäste aus dem In- und Ausland waren gekommen.

Am 18. Juni wurde der 60. Berg- und Hüttenmännische Tag in einer Plenarveranstaltung in der Alten Mensa durch den Rektor Prof. Bernd Meyer eröffnet. In vier öffentlichen Vorträgen gaben die Referenten einen Überblick zu den aktuellen Themen und Herausforderungen, denen sich die Forscher an der TU Bergakademie Freiberg stellen.

Mit der Lage der Erdöl- und Erdgasindustrie in Deutschland befasste sich eine Podiumsdiskussion, die am 18. Juni im Julius-Weisbach-Bau stattfand. „150 Jahre Erdöl und Erdgas in Deutschland – wie geht es weiter?“ lautete das Thema, zu dem je ein Vertreter einer Ölfirma, eines Bohrunternehmens, einer Servicefirma für Richtbohrtechnik sowie eines Unternehmens für Speichertechnik Stellung nahmen. Die Moderation lag in den Händen von Prof. Matthias Reich vom Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau der TU Bergakademie Freiberg. „Vor 150 Jahren fand bei Celle die erste Ölbohrung in Deutschland statt, sie war damals auch eine der ersten der Welt“, erklärt Matthias Reich. „Insgesamt versorgt sich Deutschland nur zu ca. drei Prozent mit eigenem Erdöl, der größte Teil muss importiert werden. Trotzdem hängt eine riesige Industrie daran, denn deutsche Ölfirmen agieren weltweit.“ Wahrscheinlich werde innerhalb der nächsten 10 Jahre das Ölfördermaximum erreicht. Danach wird das Öl knapper und damit wertvoller. „Die Frage



### Ehrendoktorwürde für Prof. Witali Iwanowitsch Komashenko

Zum Auftakt des BHT am 17. Juni erhielt der Prorektor der Russischen Universität für Geologische Erkundung, Prof. W. I. Komashenko, die Ehrendoktorwürde der TU Bergakademie Freiberg. Er nahm die Auszeichnung für seine wissenschaftlichen Leistungen sowie die langjährige Zusammenarbeit mit der Freiburger Universität entgegen. In seiner Laudatio erinnerte Prof. Anton Sroka, Dekan der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau, an den ersten Besuch von Prof. Komashenko in Freiberg. 1978 kam er anlässlich des Berg- und Hüttenmännischen Tages an die Bergakademie. Dies war der Beginn einer langjährigen Verbundenheit, die sich durch eine Vielzahl von Vorträgen und gemeinsamen Veröffentlichungen mit Freiburger Professoren auszeichnete. Auf wissenschaftlichem Gebiet hat er sich vor allem als Spezialist für Sprengtechnik, mechanische Gesteinszerstörung im Tagebau sowie bergbaulichen Umweltschutz einen internationalen Ruf erworben. Für sein Engagement wurde der Wissenschaftler bereits 2001 zum „Ehrenbürger“ der TU Bergakademie ernannt. ■ Christian Möls

ist nun: Wie geht die deutsche Erdöl- und Erdgasindustrie damit um? Lohnt sich das ganze überhaupt noch?“ so Reich, der eine kontroverse Diskussion erwartet. Aus Sicht der Uni besonders spannend sei auch die Frage, inwiefern ein Studium in dem Bereich noch sinnvoll ist. Denn die TU Bergakademie Freiberg ist neben der TU Clausthal-Zellerfeld die einzige deutsche Universität, an der man Erdöl-Ingenieur werden kann.

Mit der Frage, wie Hochschulen und Unternehmen Nachwuchs für die Ingenieurwissenschaften gewinnen können, befasste sich das Rahmenkolloquium „Nachwuchs für Wissenschaft und Praxis – Bedarf, Entwicklung und Rekrutierung“. Wissenschaftler der TU Bergakademie führten Studien durch um herauszufinden, warum sich ein Schüler für oder gegen ein Ingenieurstudium entscheidet und wie man den fertigen Ingenieur später in der Forschung halten kann. Die Veranstaltung richtete sich an Wissenschaftler und Unternehmen mit Interesse am Ingenieurnachwuchs. Sie erhielten unter anderem Hinweise, was sie selbst konkret tun können. Darüber hinaus wurden erste Ergebnisse der Studie vorgestellt. „Es hat sich gezeigt, dass für die Gewinnung von Nachwuchs für die Ingenieurwissenschaften das Image ganz entscheidend ist“, sagt Prof. Margit Enke vom Lehrstuhl Marketing. „Schüler sollten bereits im Vorfeld im Ingenieurbereich tätig sein können. Daraus folgern wir, dass Schüleruniversitäten, Schülerlabors etc., wie sie die TU anbietet, der richtige Ansatz sind, um Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften zu gewinnen.“

Bereits im Vorfeld des BHT fand ein Symposium mit Freiburger Alumni aus Vietnam, Thailand und Kambodscha zum Thema „Ressourcen und Umwelttechnologie – Chancen deutsch-vietnamesischer Kooperation“ statt. ■ Claudia Walther

**Informationen:** <http://tu-freiberg.de/zuv/bht/archiv.html>

#### Fachkolloquien:

- **FK1:** Materialien/Werkstoffe: Freiburger Siliziumtage – Halbleitermaterialien, Prozesstechnologien und Diagnostik/Freiburger Silicon Days – Semiconductor materials, process technology and diagnostics
- **FK2:** Umwelt: Innovative water technologies (IWT)
- **FK3:** Geo (Geotechnik/Geoökologie)
- **FK3-1:** 4. Freiberg – St. Petersburger Kolloquium mit internationalen Partnern
- **FK3-2:** Steigerung der Wirtschaftlichkeit landgestützter Bohrungen durch den Einsatz neuer Technik und Technologie
- **FK4:** Energie: Gastheologisches Kolloquium/Gas technology

#### Rahmenkolloquien:

- **RK1:** Kolloquium Nachwuchs für Wissenschaft und Praxis – Bedarf, Entwicklung und Rekrutierung
- **RK2:** Ressourcen und Umwelttechnologie – Chancen deutsch-vietnamesischer Kooperation (Symposium)
- **RK3:** Agricola-Kolloquium – Alexander von Humboldt und neuere Forschungsergebnisse zur Geschichte der TU Bergakademie Freiberg im 20. Jahrhundert
- **RK4:** Metallogene, Magmatismus und Metamorphose – Zu Ehren von Carl-Dietrich Werner



# Lithiuminitiative an der TU Bergakademie Freiberg



Prof. Hans Jürgen Seifert untersucht am Röntgendiffraktometer eine lithiumhaltige Legierung, die in Lithium-Ionen-Batterien zum Einsatz kommt. Fotos (2): Detlev Müller



Prof. Wolfgang Voigt (r.), Prof. Jens Gutzmer und Prof. Hans Jürgen Seifert untersuchen am Rasterelektronenmikroskop einen Granit mit Zinnwaldit

## Die TU Bergakademie Freiberg startete im Mai 2009 die „Lithium-Initiative Freiberg“. Wissenschaftler von fünf Fakultäten forschen mit Partnern aus der Industrie an neuen Lithium-Ionen-Technologien.

Gemeinsam wollen die Experten unter anderem größere und vor allem sicherere Lithium-Ionenbatterien für Autos entwickeln und untersuchen, wie der steigende Lithium-Bedarf der Industrie gedeckt werden kann. Im Blick der Lithium-Initiative stehen aber auch die einheimischen Ressourcen im Freistaat Sachsen. „Mit der Lithium-Initiative wird an der TU Bergakademie ein wissenschaftliches Lithium-Kompetenz-Zentrum entstehen, das hilft, Sachsen zu einem führenden Standort der Lithium-Technologie zu machen“, erklärt Prof. Voigt, Professor für Anorganische Chemie und Initiator der Lithium-Initiative. Partner sind das Geokompetenz-Zentrum Freiberg e.V., die Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe Hannover (BGR), die Autonome Universität in Potosí (Bolivien) sowie Firmen in Sachsen und Thüringen, wie LiTEC-EVONIK Kamenz, K-UTEC Salt Technologies AG Sondershausen und ER-COSPLAN Erfurt. „Lithium wird zu einem strategischen Energie-Rohstoff“, ist sich Voigt sicher. „Die Nachfrage nach dem Leichtmetall wird in den nächsten Jahren enorm ansteigen.“

Gegenwärtig wird der Rohstoff zu mehr als 75% aus den Restlösungen ausgetrockneter Salzseen im Hochgebirge Südamerikas gewonnen. Hauptproduzenten sind Chile und Argentinien. Die größten Reserven liegen aber im Salar de Uyuni in Bolivien. Die Freiburger TU hat mit der dort ansässigen Universität in Potosí ein gemeinsames Forschungsprogramm ge-

startet, um effektive Methoden der Gewinnung von Lithiumsalz zu entwickeln. Hierbei wirken Chemiker, Verfahrenstechniker, Geologen und Mineralogen zusammen.

Das Erzgebirge gehört zu den wenigen Regionen in Europa, in denen Minerale mit erhöhten Lithiumgehalten vorkommen. Schließlich erhielt das Lithium-Mi-

neral Zinnwaldit den Namen nach dem Fundort im Erzgebirge. Die Lithium-Initiative macht es sich weiterhin zur Aufgabe, diese und andere einheimische Rohstoffe auf ihre Nutzbarkeit zur Lithiumgewinnung unter modernen wissenschaftlich-technischen Rahmenbedingungen neu zu bewerten und zu prüfen.

## Silberstadt von Weltrang mit Salzsee voller Lithium

Eine Delegation der TU Bergakademie besuchte im Mai die Silberstadt Potosí in Bolivien. Die dortige Universidad Autónoma de Tomás Frías (UATF) ist ein wichtiger Forschungspartner der „Lithium-Initiative“, die im Mai des Jahres startete.

Der Prorektor für Außenbeziehungen Prof. Christoph Breitkreuz, Prof. Wolfgang Voigt und Prof. Gerhard Heide reisten anlässlich des 18. Bolivianischen Geologischen Kongresses nach Potosí. Während des Besuchs an der UATF, zu der seit über 40 Jahren enge Beziehungen bestehen, wurden weitere Schritte im gemeinsamen Forschungsprojekt zur Rohstoffnutzung des größten Salzsees der Welt, dem Salar de Uyuni, besprochen.

Dr. Jaime Claros von der Fakultät für Bergbau der UATF spielt dabei eine zentrale Rolle. Der Freiburger Alumnus treibt mit Prof. Wolfgang Voigt den Aufbau eines Technikums in Potosí voran. In ihm sollen die gemeinsam im Labor entwickelten Verfahren der Herstellung reinsten Lithiumcarbonates, dem Ausgangsstoff für Lithium-Ionenbatterien, aus aufkonzentrierter Salzseelösung optimiert werden. Dabei werden neu entwickelte Kegelverdampfer eingesetzt, die unter den Bedingungen des Salars de Uyuni in 3600 m Höhe wesentlich effek-



Prof. Wolfgang Voigt (l.) und Dr. Jaime Claros (m.) vor dem Rohbau des neuen Technikums in Potosí

tiver und umweltschonender arbeiten als konventionelle Eindampfbecken. Zudem ist im Technikum die Ausbildung von Fachpersonal geplant. Die Freiburger Wissenschaftler konnten bei ihrem Besuch schon den Rohbau des Technikums, im neuen Campus am Rande von Potosí gelegen, in Augenschein nehmen.

■ Christian Möls (2)

# Probenahme auf Boliviens Salzseen

## Lithium-Initiative der TU Freiberg



Micha Zauner, Student der Mineralogie, bei der Probenahme auf dem größten Salzsee der Welt, dem Salar de Uyuni

Im Zuge der im Mai 2009 gestarteten Lithium-Initiative der TU Bergakademie Freiberg verbrachte ich vom 24.7. – 20.8. einen Monat im Auftrag von Prof. Gerhard Heide, Institut für Mineralogie, zur Probenahme in Bolivien. Vor Ort wurde die TU Freiberg des weiteren durch Carmen Beltz und Anke Hertam, Studentinnen der Angewandten Naturwissenschaft, die den Aufbau und die Erprobung der erst kürzlich patentierten Verdampfungskegel realisieren sollten, und die Geoökologiestudentin Nadja Schmidt, die sich in ihrer Diplomarbeit mit hydrogeologischen Fragestellungen zum „Salar de Uyuni“ beschäftigte, vertreten.

Der Empfang an der „Universidad Autónoma Tomás Frías“ durch den Rektor Dr. Juan Justo Roberto Bohórquez Ayala und Dr. Jaime Claros Jiménez in Potosí war sehr herzlich. Die gute Zusammenarbeit trug, dank des Engagements der Universitätsleitung und Dozenten, zum Erfolg dieser Reise bei. Schon nach kurzer Zeit konnte ich viele Freundschaften mit den bolivianischen Studenten schließen und bekam somit auch Einblicke in den Studentenalltag in der höchstgelegenen Großstadt der Welt.

Trotz der Umstellung vom Freiburger Sommer auf den bolivianischen Hochlandwinter mit sehr kalten Nächten und Anpassung an die Höhe (4.000 m), fühlte ich mich gleich sehr wohl in der neuen

Umgebung, was sicherlich auch der bolivianischen Gastfreundschaft und der Offenheit der Studenten zu verdanken ist. Oft war ich positiv überrascht, als ich von Professoren auf deutsch begrüßt wurde und ich so viele Alumni Freibergs kennenlernen durfte, die von einem früheren regen Austausch zeugten und mir viel von der Verbundenheit der beiden Bergbaustädte erzählten.

Nach dem Besuch einiger Institute der Uni Potosí und vielen erfreulichen, freundschaftlichen Zusammenkünften mit Dozenten und dem Rektorat, aber auch Begegnungen mit vielen Einheimischen, die großes Interesse für unsere Arbeit zeigten, brachen wir endlich zum „Salar de Uyuni“ auf. Obwohl sich die Stadt Uyuni, die das Eingangstor zum Salar und zugleich Touristenhochburg ist, nur 200 km von Potosí entfernt befindet, muss man dafür eine fast fünfstündige Fahrt in Kauf nehmen. Das ist typisch für Bolivien. Aufgrund der dünnen Besiedelung ist die Natur abseits der größtenteils unbefestigten Straßen meist unberührt und menschenleer. Auf dem größten Salzsee der Welt, dem Salar de Uyuni herrschen im Winter menschenunfreundliche Bedingungen: große Temperaturschwankungen und ausgeprägte Trockenheit, die nur Tourismus und den Salzabbau durch die Salzbauern zulassen. Ich durfte eine Woche auf dem Sa-



Dr. Jaime Claros Jiménez (UATF), Prof. Wolfgang Voigt\*, Patricia\*, Gari (Fahrer UATF), Carmen Beltz\*, Anke Hertam\*, Nadja Schmidt\*, Juan Carlos (UATF), Micha Zauner\* (\* TU Bergakademie Freiberg) (v. l.)

lar verbringen, um zusammen mit einem Team der Universität Potosí Salz- und Tonproben an verschiedenen Stellen und in unterschiedlichen Tiefen zu nehmen. Die Hydrogeologen begannen mit ihren Bohrungen. Für die Erprobung der Verdampfungskegel füllten wir einen großen Tank mit frischer Salzlauge, die dann direkt zur Universität gebracht wurde. Begleitet von einem erfahrenen bolivianischen Geologen konnte ich die Anwendung des mir in Freiberg als Bachelor-Student der Geologie/Mineralogie vermittelten Wissens und der Alltagspraxis der Feldarbeit erlernen.

Am Ende meiner Reise besuchte ich noch die TU Oruro „Universidad Técnica Oruro“, die sich auch mit einem jungen, weltoffenen Team für das Lithium-Projekt engagiert. Dank ihrer Unterstützung, insbesondere von Fernando Erik Villarroel Alcocer, durfte ich weitere wichtige Proben auf dem „Salar de Coipasa“ nehmen, von dem ich wegen seiner lokalen Variationen in der Oberflächenbeschaffenheit und -ausbildung sowie den vereinzelt kleinen Lagunen noch mehr fasziniert war. Insgesamt konnten wir nach mehreren Salar-Exkursionen in den vergangenen Monaten 100 kg Probematerial sammeln, welches per Luftfracht auf den Weg in das Institut für Mineralogie nach Freiberg zur Analyse gebracht wurde.

Abschließend betrachtet konnte ich meine Aufgaben, dank der guten Kooperation mit den örtlichen Universitäten und dem ständigen Wissensaustausch mit den Dozenten und Studenten, ohne größere Probleme erfüllen und bin sehr froh über diesen rundum gelungenen Bolivienaufenthalt. Besonderer Dank gilt Prof. Gerhard Heide für das Vertrauen und die Planung meiner Reise sowie allen anderen Mitarbeitern der Lithium-Initiative, die mir erst die Probenahme ermöglichten und mich bei der Arbeit vor Ort sehr unterstützten. ■ **Micha Zauner**

# Fossil wie rezent – Darwin gestern, heute, morgen

Nachlese zum „Darwin Colloquium 2009 – Evolution von Organismen und Umwelt“ in Freiberg

Der 200. Geburtstag von Charles Darwin (12.2.1809) und die 150. Wiederkehr des Erscheinens seines Hauptwerkes „On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life“ (24.11.1859) charakterisieren das Internationale Darwin-Jahr 2009 und waren und sind Anlass für eine Vielzahl nationaler und internationaler wissenschaftlicher, populärwissenschaftlicher, wissenschaftshistorischer und künstlerischer Veranstaltungen und Ausstellungen. Der deutsche Universalgelehrte Humboldt übte auf den englischen Naturforscher und „Revolutionär“ der Biologie einen nachhaltigen Einfluss aus.

Die Bereiche Biologie/Ökologie (H. Heilmeier), Paläontologie (O. Elicki, J. W. Schneider) und Geoökologie (J. Matschullat) der TU Bergakademie Freiberg veranstalteten mit freundlicher Unterstützung durch den Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg ein „Darwin Colloquium“ mit 150 Interessierten am 12. Juni 2009 und zwölf Beiträgen von Fachleuten aus Polen, den Niederlanden, der Schweiz und Deutschland. Ein besonderes Anliegen war es dabei, nicht allein dem Fachpublikum, sondern insbesondere auch der interessierten Öffentlichkeit, Studenten, Lehrern und Schülern die wissenschaftliche Dimension der Darwinschen Ideen mittels eines überaus reizvollen dualen, nämlich historischen und aktuellen Ansatzes nahezubringen und zu diskutieren.

Dr. Olaf Elicki (TU Bergakademie) gab als Einstieg einen Überblick zu Charles Darwins wissenschaftlichem Leben. Prof. Michael Schlömann, Prorektor für Bildung, begrüßte die Teilnehmer und belegte die Tradition Freibergs in der paläontologisch-ökologischen Forschung seit den Zeiten Abraham Gottlob Werners, der in Freiberg die weltweit erste Paläontologievorlesung im Jahre 1799 hielt.

Der exzellente Beitrag von Prof. Jerzy Dzik (Polnische Akademie der Wissenschaften) über die zeitliche Dimension der Evolution eröffnete den „fossilen Block“ der Veranstaltung. Seine zentrale Frage war, inwieweit die Evolutionstheorie im Sinne von Karl Popper falsifizierbar ist und damit wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht werden kann. Daraus ergibt sich die Frage, ob die Evidenzen der Paläontologie als alleinige Stütze der Evoluti-

onstheorie dienen können. Darwin war er der erste, der einen überprüfbaren Mechanismus für die Evolution postulierte. Somit bleibt allein die retrospektive Methode für die Überprüfung von Hypothesen über den Verlauf der Evolution.

Auf diesen „keynote-Vortrag“ folgte Prof. Hans Kerp aus Münster mit einer faszinierenden Rekonstruktion der Lebensbedingungen in einem terrestrischen Ökosystem vor ca. 400 Millionen Jahren, der weltberühmten Fossilagerstätte des Rhynie Chert.

Dr. Lutz Kunzmann, Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, nahm die Zuhörer mit auf eine spannende Reise zur Entwicklungsgeschichte der Araukarien von der frühen Trias bis heute, in der er die Paläobiogeographie mit der Entwicklungsgeschichte verband.

Prof. Jörg W. Schneider (TU Bergakademie) hinterfragte den Gigantismus in der Entwicklungsgeschichte: „Is big really beautiful?“ Prof. Schneider konnte aus seiner eigenen Forschung überzeugende Beispiele für Gigantismus zeigen, so den berühmten Riesen-Gliederfüßer *Arthropleura* aus dem Permokarbon.

Christian Foth aus Rostock demonstrierte eindrucksvoll eine Studie über die Entwicklung des Vogelflugs.

Dr. Steffen Kiel aus Kiel entführte die Zuhörer in die Tiefsee, wo Leben ohne Luft und Licht schon seit Jahrtausenden das Prinzip der Chemosynthese ist.

Zu Beginn des „rezenten Blocks“ zeigte Dr. Andreas Wessel (Museum für Naturkunde Berlin) am Beispiel kleiner Zikaden aus Hawaii, wie schnell die Evolution sein kann. In lichtlosen Lavaröhren entwickeln sich hier in schneller Frequenz Organismen weiter, die sich von an der Höhlendecke hängenden Wurzeln ernähren.

Dr. Thorid Zierold, Freiburger Alumna und heute Kustodin am Naturkundemuseum in Chemnitz, begeisterte die Zuhörer mit dem Thema „Hermaphrodit – Android – Parthenogenet oder lieber traditionell?“ Die sexuelle Flexibilität von kleinen Krebsen kann ein Geheimnis ihrer Vielfalt und Anpassungsfähigkeit sein, wie Dr. Zierold am Beispiel des „lebenden Fossils“ *Triops cancriformis*, einem Vertreter der Blattfußkrebse, zeigte.

Der paläontologische Vortragsblock wurde durch Dr. André Günther, ebenfalls

ein Freiburger, beschlossen: „High-speed dating – mit 100 Flügelschlägen pro Sekunde zum Erfolg“.

Der eindrucksvolle Vortrag von Dr. Daniel Prati aus Bern mit dem Titel „Biologische Invasionen und rasche Evolutionsprozesse“ leitete den zweiten Teil des „Rezentblockes“ ein. Wie Invasoren, d. h. Pflanzen, die standortfremd neues Territorium erobern (müssen), dies anstellen und inwieweit dies evolutive Anpassung erfordert, war sein Thema.

Der Aspekt Klimawandel wurde auch im Beitrag aufgegriffen, in dem Dr. Barbara Köstner aus Tharandt sich dem komplexen Thema von Evolution, der Lebensvielfalt in landwirtschaftlich genutzten Räumen und dem Klimawandel widmete. Anschaulich zeigte sie die benachbarten zeitlichen und räumlichen Skalen von Evolution und Ökologie auf – die „Ökologie ist das Alltagsgeschäft der Evolution“.

Der Tag schloss mit einem öffentlichen Abendvortrag in der Alten Mensa. Prof. Hans Kerp (Münster) sprach über die Entwicklung der Wälder im Paläozoikum und gab damit manchen Anstoß für aktuelle Herausforderungen im Sinne nachhaltiger Entwicklung vor allem auch angesichts des Klimawandels.

Der duale Ansatz des Freiburger Darwin-Kolloquiums mit seiner historischen als auch aktuellen Herangehensweise zeigte nicht nur Wege zum Verständnis der Entwicklung der Organismen auf der Erde und damit auch von uns selbst auf. Die Vielfalt der Beiträge öffnete die Augen für die Geschichte des Lebens, stellte aber auch anschaulich dar, wie durch die Einbeziehung neuester Erkenntnisse der molekularen Genetik, der Entwicklungs- und Immunbiologie und der Ökologie aus der Evolutionstheorie Rezepte für die Lösung aktueller Probleme bereitgestellt werden können, seien es weltweit zunehmende Infektionskrankheiten oder die durch die fast alle Regionen der Erde in Anspruch nehmende anthropogene Landnutzung hervorgerufenen Umweltprobleme. In einer säkularen Welt kann die Darwinsche Evolutionstheorie ethische Richtlinien für ein verantwortungsvolles Handeln gegenüber unseren Mitgeschöpfen und der Mitgeschöpfung für die Zukunft bieten.

■ Hermann Heilmeier, Jörg Matschullat, Olaf Elicki, Jörg W. Schneider

# 15.000 Neugierige auf Entdeckungstour

Nach dem längsten Tag des Jahres folgte am Samstag, dem 20. Juni, die lange Nacht der Entdeckungen und der Neugier. Rund 15.000 Besucher nutzten die Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft, um Freiberg als Ort der ideenreichen Forschung zu entdecken.

Überall auf dem Campus Süd drängten sich ab 18 Uhr Menschen aller Generationen um die fantasie- und liebevoll vorbereiteten Präsentationen und Mit-Mach-Angebote. „Wir sind von dem riesigen Interesse und dem Andrang begeistert“, stellte Dr. Roland Haseneder fest.

Aus ganz Sachsen und sogar den umliegenden Bundesländern strömten die Besucher an die TU Bergakademie. Der Ideenreichtum der Universität überzeugte nicht nur die Gäste, sondern auch die bundesweite Initiative „Land der Ideen“, deren Schirmherr Bundespräsident Horst Köhler ist. Die TU Bergakademie nutzte die Nacht der Wissenschaft, um erstmals fachübergreifende Angebote für alle Alumni ins Programm aufzunehmen.

Den Startschuss zur Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft gaben Oberbürgermeister Bernd-Erwin Schramm und Rektor Prof. Bernd Meyer bereits um 17 Uhr. Im voll besetzten Shuttlebus, der zwischen dem Campus und dem Gewerbegebiet Süd pendelte, begrüßten sie als Reiseführer die ersten Gäste. Zu diesem Zeitpunkt hatten sich vor den Einrichtungen und Firmen, die an der Berthelsdorfer Straße ihre Türen geöffnet hatten, bereits lange Schlange gebildet.

Sie hätte noch viel länger gehen können, die Forschungsnacht für jedermann. Doch gegen 23 Uhr läuteten die Musiker von Polarkreis 18 den Ausklang des Abends ein. Auf dem Messeparkplatz sorgten sie vor Tausenden von Gästen für Stimmung. Nach dem Abschluss-Musikfeuerwerk von der Freiburger Mega Pyro Show war bei vielen die Neugier noch lange nicht gestillt, und viele freuten sich schon auf die nächste Nacht, die Licht in die geheimnisvolle Welt der Wissenschaft bringt.

■ Christian Möls



bildunterschrift



bildunterschrift



Hans-Georg Jäckel bestimmte im Recyclingtechnikum am Karl-Kegel-Bau den Materialwert mitgebrachter Elektorgeräte.



bildunterschrift

LIVE 22:30 Uhr  
**POLARKREIS 18**  
Eintritt frei!

**2. NA**  
**WISSENS**  
**UND WIRTS**  
**20. JUNI 18 -**  
**UNI-CAMPUS FR**



Vorm AudiMax demonstrierten Taucher, wie sie unter Wasser den Meeresgrund erforschen. Fotos: Lutz Weidler



bildunterschrift



bildunterschrift



bildunterschrift



Um 23 Uhr startete die Band Polarkreis 18 mit ihrem Konzert.

CHT DER  
CHAFT  
CHAFT

24 Uhr  
REIBERG

## Tag der offenen Tür am Freiburger Hochdruckforschungszentrum (FHP)



**Am 14.2.2009 wäre Herr Dr. Peter Krüger 85 Jahre alt geworden. Aus diesem Anlass lud das Freiburger Hochdruckforschungszentrum am 10.2.2009 zu seinem ersten Tag der offenen Tür ein.**

Die erfreulich zahlreichen Besucher konnten sich einen Überblick über Projekt, aktuellen Stand und geplante Vorhaben verschaffen und erstmalig die neuen Großgeräte besichtigen. Ungefähr 200 Interessierte folgten der Einladung ins Foyer des Hauses Metallkunde, wo sie anhand von Postern ein Überblick über das gesamte Projekt sowie ein Teil einer Fernsehreportage (3sat, hitec-Magazin) erwartete, zu dem auch das FHP beitrug. Hauptsächlich nachgefragt wurden jedoch die neuen Großgeräte, die unter anderem durch die Mittel der Dr.-Erich-Krüger-Stiftung finanziert werden konnten. So standen an Hochdruckpresse, Spark Plasma Sintering-Anlage, Hochgeschwindigkeitsprüfständen und auch am Transmissionselektronenmikroskop Professoren, Mitarbeiter und Doktoranden Rede und Antwort.

Sehr großes Interesse äußerte sich an der Hochdruckpresse, die in einem Anbau des Winkler-Baus untergebracht ist. Dort können Dr. Marcus Schwarz und seine Kollegen Drücke von bis zu 20 GPa – das entspricht dem 200.000fachen des Atmosphärendrucks – und hohe Temperaturen auf Ausgangsstoffe wirken lassen und durch Phasenumwandlungen neue Hartstoffe erzeugen. Da mit dieser Methode jedoch nur winzige Probenmengen hergestellt werden können, nutzt Thomas Schlothauer vom FHP durch Explosionen erzeugte Schockwellen, um hohe Drücke

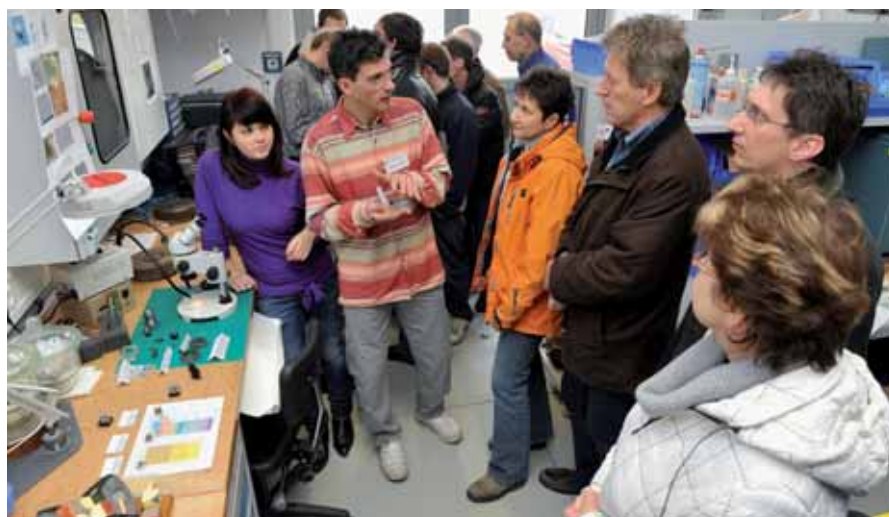
und Temperaturen zu erzeugen und damit größere Probenmengen für die Charakterisierung und Weiterverwendung herzustellen. Hier bietet das Lehr- und Forschungsbergwerk der TU, die Reiche Zeche, einmalige Forschungsmöglichkeiten, welche die Schockwellenversuche erst möglich machen.

Am Split-Hopkinson-Hochgeschwindigkeitsprüfstand, erklärte Prof. Lutz Krüger den Besuchern den Aufbau und die Funktionsweise der Anlage, die Materialien unter schlagdynamischer Belastung testet. Es sollen so Korrelationen zwischen der Struktur von Hartstoffen und ihrer Festigkeit/Zähigkeit unter extremer dynamischer Belastung gefunden werden.

Auch das Transmissionselektronenmikroskop und die Spark Plasma Sintering-Anlage, welche eine äußerst effektive Methode der Materialverdichtung nutzt und in der Lage ist, Formkörper z.B. aus Hartstoffpulvern herzustellen, erfreuten sich regen Interesses.

Neben allgemein Interessierten gab es viele Besucher, die detaillierte Fragen zu Funktionsweisen und Nutzen der verschiedenen Anlagen stellten. Damit zeigte sich die große Vielfalt an Gästen, denn wir durften nicht nur ehemalige und aktive Kollegen der TU Bergakademie Freiberg begrüßen, sondern auch Studenten, Schüler und Auszubildende sowie interessierte Bürger aus Freiberg und der Region. Die große positive Resonanz des ersten Tages der offenen Tür am Freiburger Hochdruckforschungszentrum war für alle Mitarbeiter Motivation und Bestätigung.

■ Silvia Schumann



Dr. Marcus Schwarz (links) und Tanja Barsukowa erläutern die Technologie der Hochdruckpresse

### Reinraumkomplex für Halbleitermaterial-Forschung übergeben



Foto: Wolfgang Thieme

Mit der Eröffnung des neuen Reinraumkomplexes wurde am 16. Dezember 2008 an der der TU Bergakademie Freiberg die Sanierung des Gellert-Baus feierlich beendet. Der Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB), Niederlassung Chemnitz, übergab die Räume in der Leipziger Straße 23 an die künftigen Nutzer. Freiburger Wissenschaftler werden hier dank neuer Forschungsmöglichkeiten weiter erfolgreich Materialien für die Halbleiterindustrie entwickeln und optimieren und auf dem Gebiet der Werkstofftechnik arbeiten.

In seinem Festvortrag betonte Finanzminister Prof. Georg Uland: „Die Sanierung des Gellert-Baus zeigt, dass wir strategisch klug investieren. Wir verbessern Stück für Stück die Bedingungen für Lehre und Forschung, damit sich mehr junge Leute für ein Studium und mehr Wissenschaftler für eine Lehr- und Forschungstätigkeit in Sachsen entscheiden. Mit der Konzentration aller physikalischen Institute im Gellert-Bau wird die Forschung auf dem Gebiet der Werkstofftechnik und der Technik von Halbleitern konzentriert. Der dazu eingebaute Reinraumtrakt stärkt auf lange Sicht den Hochschulstandort Freiberg.“

Der Minister übergab den symbolischen Schlüssel an Rektor Prof. Bernd Meyer und den „Hausherren“ des Gellert-Baus, Prof. Hans-Joachim Möller. Der Direktor der Institute für Experimentelle und Angewandte Physik versicherte: „Nun können wir eine erfolgreiche Grundlagenforschung für Anwendungen in Kristallzüchtungsverfahren, der Waferherstellung und dem Einsatz neuer Materialien leisten, denn mit dem Reinraum und den modern ausgestatteten Laboratorien sind beste Voraussetzungen für die Spitzenforschung geschaffen.“

■ Christian Möls



## TU Bergakademie Freiberg erhält moderne Elektronenstrahl-Universalanlage

Die kontinuierliche Weiterführung der mehr als 20-jährigen F&E-Tätigkeit des Instituts für Werkstofftechnik der TU Bergakademie Freiberg auf dem Gebiet der thermischen Elektronenstrahl (EB)-Technologien ist durch die Installation der weltweit modernsten Elektronenstrahl-Universalanlage für thermische Prozesse gesichert. Diese Großinvestition wurde anteilig aus öffentlichen Fördermitteln der DFG und des Landes Sachsen, Geldern einer privaten Stiftung und Eigenmitteln des IWT finanziert.

Die Einweihung der Anlage erfolgte am 29. Januar 2009 in Verbindung mit einem wissenschaftlichen Kolloquium zum Thema „Thermische EB-Technologien“. Zu deren Gelingen trug auch die freundlicherweise durch den Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg bereitgestellte finanzielle Unterstützung bei, für die wir uns herzlich bedanken.

Die mehr als 80 Teilnehmer aus Industrieunternehmen, insbesondere der Automobilbranche und von anderen Forschungseinrichtungen des In- und Auslandes konnten sich anhand von Plenar- und Fachvorträgen über den Stand der Arbeiten in den Bereichen EB-Fügen, EB-Abtragen und EB-Randschichtbehandlung sowie das wissenschaftlich-technische Zukunftspotenzial auf dem Gebiet informieren. Die regen Diskussionen im Rahmen des Kolloquiums belegen das große Interesse an dieser Entwicklungsrichtung. Damit ist und bleibt das Institut für Werkstofftechnik durch seine Investition ein interessanter Partner für eine erweiterte interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie.

Auch die studentische Ausbildung auf den Gebieten „Wärmebehandlung und Randschichttechnik“, „Strahltechnologien für Werkstoffe und Komponenten des Fahrzeugbaus“ sowie „Fügetechnik“ profitieren von der EB-Anlage. Sie ermöglicht eine weitere Intensivierung der Aus- und Weiterbildung in Form von Seminaren, Praktika, Studien- und Diplomarbeiten.

Das umfassende Know how am IWT wird derzeit von einem 8-köpfigen „EB-Team“ unter Anleitung von Prof. Dr.-Ing. habil. R. Zenker (im Bild oben mit seinem Team) zu sehen in Förderprojekten und FuE-Industriethemen umgesetzt. So wird das EB-Team auch künftig als zuverlässiger und innovativer FuE-Partner für individuelle Lösungen zur Weiterentwicklung und Anwendung von Elektronenstrahltechnologien zur Verfügung stehen.

■ Anja Buchwalder

### Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Zenker (zenker@ww.tu-freiberg.de)

Dr.-Ing. Anja Buchwalder (anja.buchwalder@ww.tu-freiberg.de)



Auf der Reichen Zeche besichtigte Bundesministerin Annette Schavan mit Rektor Prof. Bernd Meyer mit dem Segway die vom BMBF-geförderten Großforschungsprojekte VIRTUHCON sowie das Projekt Technologien für das Nacherdölzeitalter PROSIN.  
Foto: Detlev Müller

## Schavan unterstützt Einrichtung eines Ressourcen-Zentrums

Bei ihrem Besuch am 13. August 2009 in Freiberg sagte Bundesministerin Annette Schavan der TU Bergakademie Freiberg volle Unterstützung bei dem Aufbau eines nationalen Kompetenzzentrums für Ressourcen zu. „Das ist eine ausgezeichnete Idee, die die Bundesregierung und ich voll unterstützen“, so die Ministerin. Sie kündigte zudem im nächsten Jahr einen weiteren Besuch an der Freiburger Universität an.

„Bei diesem Termin hoffe ich, dass die Verträge für das Rohstoffzentrum vorbereitet sind.“ Vor der Bundesministerin hatte bereits der Freistaat Sachsen die Einrichtung eines Kompetenzzentrums für Ressourcen in seinem „Strategischen Grundsatzpapier Sachsen 2020“ begrüßt. In dem Zentrum sollen deutschlandweit die Forschung und Entwicklung zur Gewinnung und Veredlung von Rohstoffen sowie zum Recycling gebündelt werden. „Wenn ich an Standorte in Deutschland denke, die die Grundlage für zukünftigen Wohlstand schaffen, dann fällt mir Freiberg ein“, so die Ministerin anlässlich ihres Freibergbesuchs.

# Der Bologna-Prozess: Probleme im System oder in der Umsetzung?

Michael Schlömann, Prorektor für Bildung

Insbesondere im Frühjahr dieses Jahres hatte der Bologna-Prozess, also die Umstellung der traditionellen Diplom- und Magister-Studiengänge in ein modularisiertes, i. d. R. zweistufiges System von Bachelor und Master, Hochkonjunktur in den bundesdeutschen Medien. Schüler und Studenten riefen gemeinsam zum Bildungsstreik im Juni 2009 auf, bei dem bezüglich der Hochschulen neben den in vielen Bundesländern eingeführten Studiengebühren auch Fehlentwicklungen des Bologna-Prozesses besonders kritisiert wurden. Zeitungsbeiträge diskutierten das Für und Wider. Die FDP-Fraktion im Sächsischen Landtag stellte im Februar 2009 den Antrag, ein Moratorium für die Umstellung von Studiengängen auf das Bachelor/Master-System zu prüfen. Der Sächsische Landtag veranstaltete im April zu dieser Frage eine Anhörung. Und auch an den Universitäten sind die Diskussionen zum Sinn und Unsinn dieses Prozesses keineswegs verstummt. So profiliert sich insbesondere auch der Deutsche Hochschulverband als Kritiker des Prozesses und verlangte im September 2008 ein Moratorium bei der Einführung der neuen Studiengänge. Diese Diskussionen sind Grund genug, nach einfachen Berichten in dieser Zeitschrift in den letzten beiden Jahren über die Ziele des Prozesses und die Einführung an der Bergakademie sowie über die weiteren Fortschritte nun einmal eine kurze kritische Einschätzung vor dem Hintergrund der Erfahrungen an der Bergakademie vorzunehmen.

## Hintergrund und Ziele

Die Europäischen Bildungsminister hatten es 1999 mit ihrer Bologna-Erklärung „Der Europäische Hochschulraum“ gut gemeint und eine Reihe von durchaus positiven Zielen definiert (vgl. auch Zeitschrift der Freunde und Förderer 2007). Eingeführt werden sollten:

- ein System „leicht verständlicher und vergleichbarer Abschlüsse“ und auch der Diplomzusatz (Diploma Supplement) mit „dem Ziel, die arbeitsmarktrelevanten Qualifikationen ... ebenso wie die Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Hochschulsystems zu fördern ...“.
- ein Studiensystem, „das sich im Wesentlichen auf zwei Hauptzyklen stützt ...“, „einen ersten Studienzyklus, der min-



Foto: Detlev Müller

destens drei Jahre dauert ...“ und einen darauf aufbauenden zweiten Zyklus, der „mit dem Master und/oder der Promotion abschließen“ sollte.

- ein Leistungspunktesystem, ähnlich dem ECTS, mit dem Ziel einer „Förderung größtmöglicher Mobilität der Studierenden“.

Gefördert werden sollten

- die Mobilität durch Überwindung von Hindernissen z. B. bezüglich des Zuganges zu Studienangeboten,
- die europäische „Zusammenarbeit bei der Qualitätssicherung im Hinblick auf die Erarbeitung vergleichbarer Kriterien und Methoden“,
- die „europäischen Dimensionen im Hochschulbereich insbesondere in Bezug auf Curriculum-Entwicklung, Zusammenarbeit zwischen Hochschulen, Mobilitätsprojekte ...“ etc.

Manche dieser Ziele waren und sind auch in der Umsetzung unumstritten, wie das Diploma Supplement, also ein Zusatz zum Zeugnis mit weiteren Informationen. Andere dieser Ziele entwickelten sich zu Streitpunkten, so das Leistungspunktesystem und die „Qualitätssicherung“ in Form der Akkreditierung von Studiengängen. Das geforderte zweistufige Studiensystem ist in der Bologna-Erklärung noch sehr allgemein gehalten, so dass auch das traditionelle deutsche System mit Diplom oder Magister und darauf aufbauend Promotion evtl. hierunter hätte fallen können.

Die Modularisierung der Studiengänge ist ursprünglich eher eine Parallelentwicklung zum Bologna-Prozess, die dann aber mit ihm zusammenfloss. So hatten sich sowohl die Kultusministerkonferenz (KMK) 1997 als auch die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) 1997 für die Modularisierung von Studiengängen und die Einführung von Leistungspunktesystemen

ausgesprochen. Hierbei wurde als Ziel neben der Förderung der internationalen Mobilität auch die Steigerung der Effizienz des deutschen Studiensystems als Ziel verfolgt. Bereits seit 1999 sind nach Beschluss der KMK zur Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen Modularisierung und Leistungspunktesystem nachzuweisen. Mit einem Beschluss im Jahr 2000 hat die KMK die Modularisierung und die Leistungspunktvergabe dann genauer geregelt. Sie ging dabei davon aus, dass die modularisierten Studienprogramme den Hochschulen die Einführung der neuen Studien- und Abschlusstruktur erleichtern, dass durch die Modularisierung eine bessere Strukturierung des Studiums und durch die Einführung studienbegleitender Prüfungen eine Entlastung der Studierenden erreicht wird. Unter anderem wird festgelegt, dass ein Leistungspunkt 30 Arbeitsstunden entspricht, wobei sowohl die Präsenzzeit in den Lehrveranstaltungen gerechnet wird als auch die Zeit für Vor- und Nachbereitung sowie Prüfungsvorbereitung. In jedem Semester sollen 30 Leistungspunkte gesammelt werden. Das heißt, dass die Studierenden 1.800 Stunden im Jahr für ihr Studium aufwenden, was bei einer 40-Stunden-Woche 45 Arbeitswochen entspricht (und 7 Wochen Zeit für Urlaub oder Jobben übrig lässt). Es wird festgelegt, dass die Modularisierung auch für die verbleibenden Diplomstudiengänge gelten soll.

Der Bologna-Prozess geht einher mit einer verstärkten Betonung der in den jeweiligen Modulen zu erwerbenden Kompetenzen. So müssen Modulbeschreibungen nicht nur darlegen, welche Inhalte vermittelt bzw. welche Lernziele erreicht werden sollen, sondern auch, „welche Kompetenzen (fachbezogene, methodische, fachübergreifende Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen) ... erworben werden“ sollen.

Weiterentwicklungen dieser Prozesse erfolgten auf Bologna-Folgekonferenzen. Akkreditierungsorganisationen, wie der im Ingenieursbereich besonders wichtige ASIIN e.V., legten Details zu allgemeinen Akkreditierungsfragen oder einzelnen Studiengängen fest. So heißt es in dem Dokument „Anforderungen und Verfahrensgrundsätze für die Akkreditierung und Reakkreditierung von Bachelor- und



Masterstudiengängen in den Ingenieurwissenschaften, der Architektur, der Informatik, den Naturwissenschaften und der Mathematik“ (Fassung vom 28.3.2008): „Module erstrecken sich über höchstens zwei Semester und umfassen in der Regel 4–10 Kreditpunkte. Abweichungen bei den Modulgrößen sind (fachlich) nachvollziehbar begründet.“

## Probleme im System und hausgemachte Fehler

Die Dokumente z.B. der europäischen Bildungsminister oder der KMK enthalten viel gute Absicht, die deutlich mit den erwähnten Protesten von Studierenden und der Ablehnung durch manche Lehrende kontrastiert. Was also war falsch angelegt, was ist im Prozess falsch gelaufen? Welche Probleme liegen im System und sind von der einzelnen Universität kaum zu beheben, welche Probleme sind hausgemacht und damit vermeidbar?

### 1. Problembereich: Zuschnitt und Größe der Module

Innerhalb der Universität stark umstritten sind der Zuschnitt und die Größe der Module. Das Problem liegt darin, dass Lehrveranstaltungen häufig von unterschiedlichen Hörergruppen benötigt werden. In den bisherigen Studiengängen hatte sich ein System eingespielt, in dem die klassische Vorlesung von 2 Semesterwochenstunden (SWS) in einer gewissen Zahl von Studiengängen vorgesehen war, mal in Verbindung mit einer Übung oder einem Praktikum, mal ohne. Wenn man die übliche Veranstaltungsstundenzahl und den Zeitaufwand in traditionellen Studiengängen in Leistungspunkte (LP) der modularisierten Studiengänge umrechnet, muss man im Durchschnitt davon ausgehen, dass beispielsweise 2 SWS Vorlesung 3 LP entsprechen. Ein Modul soll jedoch gemäß den Vorgaben der Akkreditierungsagentur ASIIN (s. o.) mindestens 4 LP aufweisen. Es ist also größer als die klassische 2-SWS-Vorlesung. Letztere müsste noch mit mindestens 1 SWS Übung oder Praktikum oder mit 1 SWS weiterer Vorlesung ergänzt werden, um im Durchschnitt 4 LP zu rechtfertigen. Je größer jedoch ein Modul, welches unterschiedlichen Hörergruppen angeboten wird, desto wahrscheinlicher enthält es Inhalte, die nicht für alle Hörergruppen relevant sind. Außerdem ist angesichts der Mindestgröße zu berücksichtigen, dass der Gesamtumfang mit 30 LP pro Semester nach oben begrenzt ist, was bedeutet, dass bei zusätzlichen Übungen oder Prak-

tika andere Inhalte wegfallen müssen und dass bei Ergänzung durch auch früher schon angebotene Veranstaltungsinhalte entweder eine traditionelle Veranstaltung „zerrissen“ werden muss oder zwei fusioniert werden (wobei man im letzteren Fall bei zwei Vorlesungen zu je 2 SWS dann aber schon wieder bei 6 LP landet). Klar ist: Je kleiner ein Modul, desto flexibler ist es in verschiedenen Studiengängen oder Vertiefungsrichtungen verwendbar. Da jedes Modul mit einer Prüfung abschließen muss, gilt aber auch: Je kleiner ein Modul, desto mehr Prüfungen gibt es für die Studierenden wie für die Lehrenden wie für die Prüfungsverwaltung.

Mein Amtvorgänger Prof. Voigt und ich haben übereinstimmend konsequent die Linie vertreten, dass in Studienplänen, Stundenplanung, leistungsbezogenen Mittelzuweisungen, Kapazitätsberechnungen, Prüfungsverwaltung und sonstiger auf die Lehre Bezug nehmender Verwaltung die Module an die Stelle der einzelnen Lehrveranstaltungen treten sollten. Nur dann ist unserer Meinung nach eine fehlerarme Planung oder Berechnung von Leistungsgrößen oder Kapazitäten möglich. Dies setzt jedoch voraus, dass die Modularisierung entsprechend der oben geschilderten Vorgaben durchgeführt wird.

- In vielen Studiengängen und Fachgebieten ist die Modularisierung z. T. leicht, z. T. nach intensiven inhaltlichen oder formalen Diskussionen gut gelaufen.
- Ein Problem, welches aufgrund der Mindestgröße von Modulen auch bei formal korrekter Modularisierung relativ häufig auftritt, ist die große Zahl von zweisemestrigen Modulen. Für Austauschstudenten bereiten sie Probleme, insbesondere wenn diese nur für ein Semester zu uns kommen. Im Sinne einer möglichst internationalisierungskonformen Gestaltung der Studiengänge sollten Module deshalb nach Möglichkeit auf ein Semester beschränkt bleiben.
- In manchen Fächern tut man sich mit den Vorgaben allerdings schwer, plant lieber die traditionellen einzelnen Lehrveranstaltungen und zieht die Module als zusätzliche Ebene oberhalb der Lehrveranstaltungen ein. Manche Lehrveranstaltungen sind dann Bestandteil mehrerer Module, manche Module auch sowohl selbstständig als auch Bestandteil anderer Module. Wie zu erwarten führte das zu den genannten Problemen in Planung und Verwaltung (z. B. bei Kapazitätsberechnungen und Prüfungsverwaltung).
- Andere Fächer akzeptieren zwar, dass

die Module an die Stelle der Lehrveranstaltungen treten, tun sich aber schwer mit der Mindestgröße von 4 LP, haben deshalb übermäßig viele 2-LP- oder 3-LP-Module.

- Es kam sogar vor, dass ein Institut versuchte, durch systematische Falschbenennung von Lehrveranstaltungen und Modulen das eigene Veranstaltungsangebot möglichst undurchschaubar für das Rektorat und die Verwaltung zu machen, um so die Nichteinhaltung der Vorgaben zu verschleiern.

Zwar kann man argumentieren, dass doch der Inhalt entscheidend sei und dass sich Modulgröße oder -zuschnitt danach richten müssen. Ob die Beobachtung, dass die Mehrheit der Fächer keine größeren Probleme mit einer formal korrekten Modularisierung hat, bedeutet, dass bei anderen Fachgebieten die Bemühungen darum weniger ausgeprägt sind, oder ob sie bedeutet, dass dort die objektiven Probleme größer sind, mag an dieser Stelle dahingestellt sein. Es scheint aber so zu sein, dass diejenigen Bereiche, die die Studiengänge ganz neu geformt haben, sich leichter mit einer formal korrekten und gleichzeitig internationalisierungskonformen Modularisierung taten als die Bereiche, die versucht haben, möglichst nah bei den traditionellen Diplom-Studiengängen zu bleiben.

Sowohl Prof. Voigt als auch ich haben sicherlich in der Vergangenheit die Bereitschaft zur Mitwirkung an einer formalen Vorgaben gehorchenden Modularisierung überschätzt. So wurde von Prof. Voigt eine Staffelung der Modulgrößen in Dreierschritten, also 6 LP, 9 LP, 12 LP, vorgesehen, um die Sollgröße von 30 LP pro Semester möglichst gut treffen zu können und bei Wahlpflichtmodulen die Austauschbarkeit möglichst problemlos zu gewährleisten. Die Staffelung in Dreierschritten erforderte von den Modulverantwortlichen entweder eine weitgehende Anpassung von Inhalten an die formale Vorgabe der Modulgröße oder sie führte zu unzutreffenden Leistungspunktangaben, wenn diese Anpassung ausblieb und recht unterschiedliche SWS-Zahlen dieselben Leistungspunkte bekamen. Die Regel zu den Modulgrößen in Dreierschritten wurde wieder abgeschafft. Im Laufe des Jahres 2009 wurden im Zuge der Anpassung von Studien- und Prüfungsordnungen an das seit Januar gültige neue Hochschulgesetz die Modulgrößen der in 2007 verabschiedeten Bachelor-, Master- und Diplom-Studienordnungen systematisch überprüft und realitätsnäher gestaltet.

## 2. Problemkreis: Leistungsdruck und Zahl von Prüfungen

Aus der Sicht der Studierenden ist das wohl größte Problem der neuen Studiengänge ein von den Studierenden wahrgenommener größerer Leistungsdruck, vermittelt u. a. über eine große Zahl von Prüfungen. Befürchtet wird, dass dieser Leistungsdruck zu einer Reihe von weiteren Konsequenzen führt wie geringerem Engagement in studentischer Selbstverwaltung oder ehrenamtlichen Tätigkeiten, mehr Fachidiotentum, Häufung von Versagensängsten, weniger Zeit zum Jobben neben dem Studium und dadurch größerer sozialer Differenzierung zwischen den Studierenden etc. Gewollt waren solche denkbaren Nebeneffekte sicher nicht. Politisch gewollt war aber eine Straffung des Studiums. Wenn im Beschluss der Kultusminister von der „Steigerung der Effizienz des deutschen Studiensystems“ die Rede ist, dann kann man davon ausgehen, dass damit neben geringeren Abbrecherquoten u. a. eine bessere Einhaltung der Regelstudienzeiten und damit insgesamt kürzere de facto-Studienzeiten gemeint sind. Statt nach Ende der 8 Semester mit Lehrveranstaltungen lange für die komplexen Diplomprüfungen zu büffeln, sollten die Prüfungen deshalb in kleinen Häppchen studienbegleitend abgelegt werden.

Es ist anzunehmen, dass durch die studienbegeleitenden Prüfungen tatsächlich eine Verkürzung der durchschnittlichen Studienzeiten erreicht wird, tendenziell auch positiv zu werten ist. Aber dafür sammeln die Studierenden vom ersten Semester an Punkte und Noten in ihren Modulen, und die Note z. B. des Bachelor-Abschlusses ergibt sich oft nur noch als gewichtetes Mittel der Modulnoten. Insofern kann man tatsächlich von einem gesteigerten Leistungsdruck ausgehen. Dieser ist im System der Modularisierung angelegt, wobei es zweitrangig ist, ob der Studiengang nun dem zweistufigen Bachelor/Master-System folgt oder ein modularisierter Diplom-Studiengang ist.

Obwohl der erhöhte Leistungsdruck im System angelegt ist, lässt er sich allerdings dennoch von der jeweiligen Hochschule beeinflussen – und hier sind wir bei möglichen hausgemachten Fehlern bzw. universitätsinternen Lösungsansätzen:

- Zu den die Zahl der Prüfungen besonders beeinflussenden Faktoren zählt die bereits diskutierte Modulgröße. Kleine Module führen zwangsweise zu hoher Prüfungsbelastung von Studierenden wie Lehrenden.

- Zudem sind in zahlreichen Modulen mehrere Prüfungen vorgesehen, insbesondere dann, wenn sie zusammengesetzt wurden aus mehreren existierenden Lehrveranstaltungen. Hier ist sicher in vielen Studiengängen noch Potenzial für die Reduktion der Zahl der Prüfungen.
- In den Diplom-Prüfungsordnungen waren, je nach Studiengang unterschiedlich, für viele Fächer nur Testate vorgesehen. Das heißt, man musste die Testate zwar bestehen, aber sie zählten nicht für die Endnote. In den Studienordnungen der modularisierten Studiengänge haben wir in der Regel vorgesehen, dass sich die Endnote einfach als mit den Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Modulnoten ergibt. Das muss nicht so sein. Man kann z. B. Hauptfächer stärker als Nebenfächer gewichten oder auch bis zu 30 % der Module aus der Berechnung der Endnote ausnehmen. Dies würde die Belastung der Studierenden reduzieren, gleichzeitig aber ggf. dazu führen, dass die geringer gewichteten Fächer möglicherweise weniger Aufmerksamkeit der Studierenden bekommen. Deshalb haben sich bisher erst wenige Studienkommissionen bzw. Fakultäten zu solchen Entschlüssen durchgerungen.
- Die Prüfungsorganisation muss weiter verbessert werden. Derzeit werden meines Erachtens noch zu viele Prüfungen im jeweils ersten Prüfungszeitraum der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt, z. T. in zeitlich sehr eng gestaffelter Folge. Bei der oben erläuterten Berechnung der Leistungspunkte wird aber die vorlesungsfreie Zeit weitgehend mit verplant. Also kann man nicht erwarten, dass die Studierenden den Stoff für die Mehrzahl der Fächer bereits unmittelbar nach Ende der Vorlesungszeit komplett parat haben. Zwar wurde mittlerweile der jeweils zweite Prüfungszeitraum auf Kosten des ersten verlängert, um mehr Prüfungen in den zweiten Prüfungszeitraum zu ziehen. Allerdings scheint es nun zuweilen zu einer noch stärkeren Bündelung von Prüfungen im ersten Prüfungszeitraum zu kommen, und es bedarf offensichtlich noch klarer Regelungen um hier Abhilfe zu schaffen. Prüfungen am Ende der vorlesungsfreien Zeit, also im zweiten Prüfungszeitraum, lassen zwar optimal Zeit für die Prüfungsvorbereitung, dafür aber warten beim zwischenzeitlichen Urlaub oder beim Jobben immer noch Prüfungen

auf einen, was vielleicht schon für manche Studierenden belastend wirkt. In Zusammenarbeit mit dem Studentenrat wird hier derzeit nach akzeptablen Lösungen gesucht.

- Schließlich wurde von studentischer Seite vorgeschlagen, mehr Leistungen in das Semester zu verlegen, also z. B. in Form benoteter Übungsaufgaben. Dies ist vermutlich nicht nur zur Reduktion der Prüfungsbelastung sinnvoll, sondern auch für die Erarbeitung des Stoffes, erfordert allerdings hinreichendes Personal, um die Leistungen zu überprüfen und zu bewerten.

## 3. Problemkreis: Studienabbruchquote

Ein in der deutschen Hochschulpolitik schon seit längerer Zeit verfolgtes Ziel ist die Senkung der Studienabbruchquote. In einer diesbezüglichen Studie der HIS GmbH vom Februar 2008 zeigte sich, dass die Abbruchquote über alle universitären Studiengänge von 26 % im Jahr 2002 über 24 % im Jahr 2004 auf 20% im Jahr 2006 zurückging. Im Bachelor-Studium lag die Abbruchquote 2006 höher und zwar in universitären Bachelor-Studiengängen bei 25 %. Der direkte zahlenmäßige Vergleich zwischen allen Studiengängen und Bachelor-Studiengängen ist noch irreführend, da es in den Studienabbruchquoten starke fachspezifische Unterschiede gibt und da die Fächer z. T. unterschiedlich schnell auf das zweistufige System umgestellt haben. Dennoch müssen die Zahlen zu denken geben, und es „kann davon ausgegangen werden, dass es in Bachelor-Studiengängen relativ schnell zum Studienabbruch kommt ...“ Die Autoren der Studie stellen fest: „Im Bachelor-Studium stehen die ersten Prüfungen sehr früh an. Ihre dichte Folge hat mit Sicherheit eine selektive Wirkung.“ In der Studie werden aber keine fachspezifische Unterschiede zwischen Abbruchquoten von traditionellen und zweistufigen Studiengängen analysiert.

## 4. Problemkreis: Leistungspunkte versus fachliche Breite und Kompetenzen

Wie oben schon erwähnt könnte die Akkumulation von Leistungspunkten und Noten vom ersten Semester an dazu führen, dass Studierende sich nur noch auf die fachlichen Inhalte ihres Studiums konzentrieren. Deshalb stehen gerade die Leistungspunkte im Zentrum studentischer Kritik. Dies scheint mir in der häufig

geäußerten Schärfe nicht gerechtfertigt. Leistungspunkte versklaven ja nicht, sie sind vielmehr (zusammen mit den Noten) ein Ausdruck erbrachter Leistungen. Versklaven können sich die Studierenden nur selbst. Niemand zwingt sie, sich ausschließlich auf das Ansammeln von Leistungspunkten zu konzentrieren.

Im Gegenteil, man kann auch argumentieren, dass eine vernünftige Anwendung der Leistungspunkte nicht nur (wie von den Europäischen Bildungsministern geplant) zur Erhöhung der Mobilität beiträgt, sondern auch zur Schaffung von Freiräumen. Immerhin sind die Lehrenden angehalten, bei der Festlegung von Leistungspunkten die Gesamt-Arbeitsbelastung der Studierenden durch das jeweilige Modul abzuschätzen. Und dazu gibt es die Obergrenze von 30 LP pro Semester. Dies zwingt die Hochschulen bei sachgerechter Anwendung auf der einen Seite zum Teil zu Reduktionen der Stoffmenge, was natürlich nie unproblematisch und immer mit Diskussionen verbunden ist. Auf der anderen Seite gewinnen die Studierenden hierdurch Freiräume zur eigenen Gestaltung.

Zusätzlich sehen Vorgaben der Akkreditierungsorganisationen vor, die in der Bologna-Erklärung erwähnten „arbeitsmarktrelevanten Qualifikationen“ bzw. die im KMK-Beschluss erwähnten „fachübergreifenden Kompetenzen“ und „Schlüsselqualifikationen“ zu fördern, sei es durch das Angebot entsprechender Module oder sei es integriert in fachbezogene Module. Sprachen, Präsentationstechniken, Projektmanagement, soft skills wie Menschenführung oder Kenntnisse in interkultureller Kommunikation erhalten einen höheren Stellenwert. Von Seiten der primär studierten Fachgebiete wird zum Teil beklagt, dass auch die hierfür zu „opfernden“ Stunden von den Fachkenntnissen abgehen. Das mag so sein. Aber eine wesentliche Einschränkung des geistigen Horizontes durch den Bologna-Prozess sollte bei angemessener Gestaltung der Studiengänge jedenfalls eigentlich nicht zu erwarten sein.

## 5. Problemkreis: Schublade oder interdisziplinärer Überblick?

Ein öffentlich und an der Universität verhältnismäßig wenig diskutiertes Problem der Modularisierung ist der Wegfall der Komplexprüfung und damit der Wegfall der Prüfung von Überblickswissen und von Einblick in Zusammenhänge zwischen Fachgebieten. Die studienbegleitenden



Foto: Detlev Müller

Modulprüfungen fördern das Schubladendenken: Es besteht die Gefahr, dass die nicht mehr drohende Abschlussprüfung dazu führt, dass einmal abgeprüfter Stoff schon wieder vergessen wird. Demgegenüber hatten Komplexprüfungen, gerade wenn mehrere davon in einem kurzen Zeitraum laufen mussten, bei allem Stress für den Studenten den Vorteil, dass man aufgrund des parallelen Lernens mehr Querverbindungen zwischen den Fächern sah. Und von den Komplexprüfungen in der Angewandten Naturwissenschaft gemeinsam mit anderen Kollegen weiß ich, dass man auch als Hochschullehrer durch die Prüfungen die Inhalte der Veranstaltungen der Kollegen besser kennenlernen kann, dass man dann auch selbst mehr Querverbindungen sieht und dass dies in die eigenen Lehrveranstaltungen einfließen kann. Dies kann Interdisziplinarität sehr fördern. Und insofern betrachte ich den Wegfall der Komplexprüfungen als eines der größten Probleme an der Modularisierung. Leider sieht es so aus, als sei es im System angelegt und deshalb nur schwer zu ändern.

In der Senatskommission Bildung wurden Diskussionen geführt, in welcher Form Komplexprüfungen evtl. doch noch zu retten seien. Kann man evtl. Modelle entwickeln, in denen Master-Studiengänge teilweise demodularisiert werden?

## 6. Problemkreis: Mobilität

Ein ausdrückliches Ziel der europäischen Bildungsminister wie auch der Kultusministerkonferenz war es, durch die Möglichkeit der Akkumulation von europaweit einheitlich gehandhabten Leistungspunkten die internationale Mobilität der Studieren-

den zu erhöhen. Demgegenüber meldeten verschiedene Untersuchungen nach Einführung modularisierter Studiengänge (z. B. DAAD/HIS 2007) einen Rückgang der Mobilität wenn man Bachelor-Studiengänge mit Diplom-Studiengängen an Universitäten vergleicht. Dies wurde damit in Zusammenhang gebracht, dass Auslandsaufenthalte typischerweise im vierten oder fünften Studienjahr stattfinden, also gerade an bzw. jenseits der Grenze zum Master-Studiengang. Dem entsprechend hatten in der DAAD/HIS-Studie Master-Studierende häufiger Erfahrung mit Auslandsstudium als Studierende aus universitären Diplom-Studiengängen. In der jüngsten DAAD/HIS-Studie (2009) lag der Anteil der Master-Studierenden mit Auslandserfahrung zwar über dem Wert der universitären Diplom-Studiengänge in 2007, aber unter dem Wert der auslaufenden Diplom-Studiengänge, in denen sich ebenfalls relativ alte Studierende befinden. Insofern ist es noch nicht zu einer positiven Entwicklung gekommen. Die Autoren dieser Studie gehen aber davon aus, „dass sich gerade im Falle der erst eingeführten Master-Studiengänge das Studien- wie das Mobilitätsverhalten erst im Laufe der nächsten Jahre mit wachsenden Studierendenzahlen noch herausbilden wird.“ Ich vermute, und die Studie der Hochschulrektorenkonferenz „Mobilität im Studium“ aus dem Jahr 2008 deutet es an, dass sich längerfristig zeigen wird, dass ein Auslandsaufenthalt, ggf. verbunden mit einem Hochschulwechsel mehr beim Wechsel vom Bachelor- in den Master-Studiengang stattfindet, also gewissermaßen an der in die zweistufigen Studiengänge eingebauten Sollbruchstelle. Die Mobilität innerhalb der Bachelor-Studiengänge mit denen in Diplom-Studiengängen zu vergleichen und den dann beobachteten Rückgang mit einem erhöhten Leistungsdruck in Verbindung zu bringen, ist so sicher nicht sachgerecht. Relevant ist letztlich der Vergleich der Mobilität über die Gesamtdauer eines Studiums, also Bachelor plus Master gegenüber Diplom. Dies wird zu beobachten sein.

## 7. Problemkreis: Modularisierter Diplom- oder Bachelor/Master-Studiengang

Das sächsische Hochschulgesetz erlaubt im Gegensatz zu den Hochschulgesetzen der meisten anderen Bundesländer nach wie vor die Beibehaltung von Diplom-Studiengängen, allerdings nur in modularisierter Form. Die Universitäten haben also

die Wahl, entweder auf das zweistufige Bachelor/Master-System umzustellen oder beim Diplom zu bleiben. Dabei wäre es allerdings eine Illusion zu glauben, ein modularisierter Diplom-Studiengang sei mehr oder weniger identisch mit einem traditionellen, denn die aus der Modularisierung und dem Leistungspunkte-System resultierenden tatsächlichen oder angenommenen Folgen (siehe Problemkreise 2 bis 6) oder damit einher gehenden organisatorischen Fragen (Problemkreis 1) gelten für modularisierte Diplomstudiengänge ebenso wie für Bachelor- und Master-Studiengänge.

Die Frage, ob Umstellung oder nicht, hat eine Reihe unterschiedlicher Aspekte:

- Unter Marketing-Aspekten ist zu fragen, wie attraktiv ist mein Studiengang für die Abiturienten, und wie attraktiv sind meine Absolventen für die künftigen Arbeitgeber in Firmen, Forschungsinstituten etc.
- Ein Vorteil des zweistufigen Systems für die Studierenden kann sein, dass vielfältigere Bildungskarrieren möglich werden. Stelle ich im Bachelor-Studium fest, dass mir ein Fach nicht liegt, kann ich nach dem Bachelor-Abschluss das Fach wechseln oder das Studium mit einem Bachelor-Abschluss beenden und in die Praxis gehen. Aus Sicht einer Universität ergibt sich aus der erleichterten Wechselmöglichkeit vor allem die Aufgabe attraktive Master-Studiengänge zu gestalten, um einerseits Bachelors der eigenen Universität nicht an andere Universitäten oder an die Praxis zu verlieren und um andererseits Bachelor-Absolventen anderer, auch ausländischer Universitäten anzuziehen.
- Unter inhaltlichen Gesichtspunkten geht es sehr stark um die Frage, in welchem Umfang Berufsbefähigung von den Bachelor-Absolventen erwartet wird. Wollen wir, wie im amerikanischen System, eher eine solide Grundausbildung mit geringen fachspezifischen Anteilen oder, wie im britischen System, eher eine starke Berufsvorbereitung? Diese Frage wurde im politischen Prozess seinerzeit offensichtlich nicht gründlich geklärt. Mittlerweile hat sich jedenfalls an unserer Universität, wie anscheinend auch an den meisten anderen Universitäten, die Meinung durchgesetzt, dass ein universitär ausgebildeter Bachelor immer noch eine breite Ausbildung in Grundlagenfächern erhalten soll, dass nach wie vor methodische Herangehensweisen zur Erweiterung des Wissens einen hohen



Foto: ??????????????

Stellenwert haben müssen (Befähigung zur Forschung!) und dass demgegenüber die unmittelbar berufsbefähigenden Aspekte eher zurücktreten sollen. Insofern wird und soll sich ein universitärer Bachelor trotz gleichen Titels auch durchaus von einem Fachhochschul-Bachelor unterscheiden. Dennoch wird je nach Studiengang eine Umschichtung von Inhalten, etwa ein Vorziehen fachspezifischer Inhalte und eine Nachhinter-Verlagerung von Grundlagen in manchen Fällen sinnvoll oder notwendig sein. Dies kann zum Einen sinnvoll sein, um den Bachelor-Absolventen wenigstens ein gewisses Maß an Berufsvorbereitung mit auf den Weg zu geben, es kann zum Zweiten aber auch ganz einfach motivierend wirken, im Studium schon in einem frühen Stadium neben Grundlagen mehr Fragen und Herangehensweisen des eigenen Faches kennenzulernen.

- Unter Kapazitätsaspekten ist zu prüfen, ob die Personal-Ausstattung der Lehrinheit reicht, um statt eines acht- oder neunsemestrigen Diplom-Studienganges eine zehensemestrige Folge von Bachelor- und Master-Studiengängen anzubieten.
- Unter Umfeld-Aspekten möchte ich hier solche verstehen, wo z. B. internationale Regelungen und Entwicklungen Rückwirkungen auf den eigenen Studiengang oder seine Absolventen haben. So gibt es Finanzierungen für internationale Studenten zur Teilnahme

an Master-Studiengängen, wo dann Diplom-Studiengänge nicht dazu gehören. Promotionsprogramme können einen Master voraussetzen, wo dann die Frage entsteht, ob ein neunsemestriges Diplom als äquivalent zum Master, der in der Regel über 10 Semester läuft, betrachtet wird.

An der Bergakademie wurden die obigen Fragen von den einzelnen Fächern und Fakultäten für ihren Bereich unterschiedlich beantwortet. Überwiegend im Jahr 2007 (mit zwei Vorläufern 2005 und 2006) wurden die meisten Studiengänge auf das zweistufige System umgestellt. Das Diplom blieb in den Studiengängen „Angewandte Mathematik“, „Geotechnik und Bergbau“, „Markscheidewesen und Angewandte Geodäsie“, „Keramik, Glas- und Baustofftechnik“ und „Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie“. Die zunächst ebenfalls noch als modularisierter Diplom-Studiengang verbliebene „Betriebswirtschaftslehre“ wurde mittlerweile auf Bachelor und Master umgestellt. In fast allen umgestellten Studiengängen gibt es zum Bachelor-Studiengang einen konsekutiven Master-Studiengang, und wir sind uns einig, dass es nicht im Interesse der Bergakademie liegt, primär Bachelors auszubilden. Die Ausbildung von Master-Absolventen ist trotz geringerer Zahlen eher noch wichtiger, um den universitären Charakter zu erhalten und entsprechende Absolventen für die Forschung auszubilden.

## 8. Problemkreis: Rechtssicherheit versus Flexibilität

Damit die Studierenden wissen, was sie erwarten kann, und damit sie insofern Rechtssicherheit haben, ist in Gesetzen wie dem Sächsischen Hochschulgesetz festgelegt, was in Prüfungsordnungen zu regeln ist, also z. B. „die Anzahl, sowie Art, Gegenstand, Aufbau und Ausgestaltung der Fach- und Modulprüfungen ...“. Aufgrund dieser Vorgaben wurden in den Prüfungsordnungen Festlegungen bezüglich Art der Prüfung (z. B. Klausurarbeit, mündliche Prüfungsleistung, alternative Prüfungsleistung) oder der Dauer einer Prüfung getroffen. Nun kann es aufgrund von Erfahrungen oder neuen Gegebenheiten (u. a. bezüglich der Studierendenzahlen) angebracht sein, hier Änderungen vorzunehmen. Sofern die gemachten Festlegungen keinen Spielraum lassen, muss man im Falle von gewünschten Änderungen auch die Prüfungsordnung ändern. Sinnvoll ist es insofern, Flexibilität in die Ordnungen einzubauen, also z. B. bezüg-

lich der Dauer von Prüfungen Spannen anzugeben. Dies gibt den Studierenden hinreichend Rechtssicherheit, lässt aber den Hochschulen noch etwas Flexibilität. Von dieser Möglichkeit wurde erst in neuerer Zeit wieder vermehrt Gebrauch gemacht.

### 9. Problemkreis: Akkreditierung

Insbesondere in den ersten Jahren des Bologna-Prozesses wurde die von den Bundesländern erwartete oder vorgeschriebene Akkreditierung von Bachelor- und Master-Studiengängen durch Akkreditierungsorganisationen an den Universitäten heftig kritisiert. Aufgrund der verhältnismäßig hohen Kosten und der damit einher gehenden Bürokratie wurde dies als unnötige Geld-Schneiderei betrachtet und auch als eine zu starke Einmischung von außen in die Angelegenheiten der Universität.

Mittlerweile sind nach meinem Eindruck die kritischen Stimmen seltener oder leiser geworden. Vielleicht ist es nur die Einsicht, dass man sich dem erklärten Willen des Ministeriums diesbezüglich kaum auf die Dauer widersetzen kann. Vielleicht hat auch die Meinung Raum gegriffen, dass Akkreditierung auch tatsächlich positive Wirkung entfalten kann. Ich weiß aus eigener Erfahrung mit der Akkreditierung eines umweltorientierten Studienganges einer anderen Universität, dass ein Studiengang durchaus besser aus einem solchen Prozess herauskommen kann, als er hinein gegangen ist. Allerdings muss man sich schon auf eine Einmischung von außen in inhaltliche Fragen einlassen, und als Universitätsleitung kann man auch mit einer Einmischung von außen in Fragen der Ressourcen-Zuordnung rechnen.

Die Bergakademie hat derzeit noch keinen Studiengang akkreditiert. Der Grund ist, dass viele der Master-Studiengänge noch nicht verabschiedet sind. Es ist vorgesehen, aus Kostengründen zum Einen Bachelor- und konsekutive Master-Studiengänge und zum Anderen auch inhaltlich verwandte Studiengänge gemeinsam in Form einer Cluster-Akkreditierung akkreditieren zu lassen. Dies senkt die Kosten aufgrund des dann nur einmal nötigen Besuches einer Gutachtergruppe erheblich. Die Vorbereitungen zur Akkreditierung sind in einzelnen Bereichen angelaufen. Im Jahr 2010 werden sicher mehrere Akkreditierungsverfahren eingeleitet und wohl auch abgeschlossen.

### 10. Problemkreis: Ungleich lange Bachelor-Studiengänge

Bachelor-Studiengänge können in der BRD gemäß Vorgaben der Landeshochschulgesetze bzw. der „Ländergemeinsamen Strukturvorgaben ...“ der KMK von 2003 (aktuell vom 18.9.2008) 6, 7 oder 8 Semester lang sein, Master-Studiengänge 2, 3 oder 4 Semester. Ein Bachelor- und ein darauf aufbauender Master-Studiengang müssen zusammen 10 Semester lang sein. Ein Master-Grad darf gemäß der „Ländergemeinsamen Strukturvorgaben ...“ auch erst auf der Basis eines 10-semesterigen Studiums verliehen werden. Das klingt einfach, kann aber Probleme bereiten. Ein Beispiel: Das Maschinenbau-Studium gliedert sich an der Bergakademie in einen 7-semesterigen Bachelor- und einen 3-semesterigen Master-Studiengang, an der TU Dresden jedoch in einen 6-semesterigen Bachelor- und einen 4-semesterigen Master-Studiengang. Möchte ein Bachelor aus Dresden in Freiberg seinen Master machen, so geht das zunächst nicht, denn 6 Semester Bachelor in Dresden + 3 Semester Master in Freiberg gibt 9 Semester, aber nicht 10. Nun könnte man meinen, man lässt den Bachelor noch ein Semester nachholen. Aber in welcher Form soll das organisiert werden? Man muss sich ja in einen Studiengang immatrikulieren, und zu welchem Studiengang soll dieses „Zwischensemester“ gehören? Teil des konsekutiven Master-Studienganges kann es nicht sein, denn der hat in Freiberg ja gerade nur 3 Semester. Der fertige Maschinenbau-Bachelor aus Dresden kann sich aber auch nicht erneut in den Bachelor-Studiengang Maschinenbau in Freiberg immatrikulieren, da er ja die Abschlussprüfung eigentlich schon bestanden hat (insofern Bachelor = Bachelor). Als Lösung blieb unter der gegenwärtigen Rechtslage, auch nach Aussage unseres Ministeriums, nur, dass wir bei den Studiengängen, in denen der konsekutive Master-Studiengang 3 Semester lang ist, noch einen 4-semesterigen nicht-konsekutiven anbieten, damit Bachelor-Absolventen eines 6-semesterigen Studiums an der Bergakademie ihr Studium fortsetzen können. Wir haben also in mehreren Fächern zwei Master-Studiengänge, die über drei Semester deckungsgleich sind, letztlich eine nicht wirklich übersichtliche Situation.

Ursache für diese Unübersichtlichkeit ist, dass trotz der z.T. unterschiedlichen Länge von Bachelor-Studiengängen einerseits festgelegt wurde, dass es sich hierbei um gleiche Abschlüsse handelt,

insofern Bachelor = Bachelor, dass aber andererseits beim Master-Grad die Länge der Gesamtstudiendauer nicht flexibel, sondern durch die „Ländergemeinsamen Strukturvorgaben“ auf 10 Semester festgelegt ist.

### Fazit

Die Bildungspolitiker auf europäischer und deutscher Ebene hatten offensichtlich angenommen, dass sich durch den Bologna-Prozess und insbesondere die Modularisierung die Verhältnisse an den Universitäten und Fachhochschulen deutlich verbessern. Dies war offensichtlich eine Illusion. Denn die dieser Illusion zugrunde liegende Annahme, dass die Leistungsfähigkeit der Hochschulen im Wesentlichen durch die Studienorganisation bestimmt sei, ist in dieser Einfachheit sicher nicht richtig. Begrenzend sind seit längerer Zeit vielmehr die pro Student zur Verfügung stehenden Geldmittel (bzw. Personalstellen), und die wurden vielerorts – und jedenfalls in Sachsen – deutlich gesenkt. Insbesondere die Qualitäts- und Kompetenz-Orientierung des Bologna-Prozesses könnte durchaus mehr positive Effekte entfalten, wenn den Hochschulen entsprechende Mittel zur Verfügung gestellt würden.

Den Bologna-Prozess als entscheidende Bedrohung des deutschen Hochschulsystems darzustellen, ist unangebracht. Und darauf zu bauen, dass alles wieder zurückgedreht wird, ist ebenso eine Illusion. Zu viel an Zeit und damit Geld ist in die Umstellung der Studiensysteme investiert worden. Positive Effekte gibt es durchaus, und wie ich hoffentlich gezeigt habe, sind viele der vorhandenen Probleme hausgemacht und liegen nicht im System. Also wird es an der Bergakademie zunächst einmal darum gehen, die Umstellung der Studiengänge ordentlich zu Ende zu führen. Im nächsten Schritt werden zumindest die wichtigsten Studiengänge zu akkreditieren sein. Dies wird Arbeit machen, ist aber unvermeidbar, weil zum Einen das Ministerium dies ganz klar erwartet und weil es zum Anderen zur Attraktivität der Studiengänge beiträgt. Schließlich erheben wir den Anspruch, hervorragende Studienmöglichkeiten zu bieten. Dann sollten wir uns der externen Qualitätskontrolle auch stellen. Es wird intern letztlich ein Qualitätsmanagement für die Lehre aufzubauen sein. Und auf dieser Basis sollten wir als kleine Universität schließlich auch eine System-Akkreditierung anstreben.

# Forschung und Lehre in Freiberg. Gleichberechtigte Partner?

**Das beständig gute Abschneiden der TU Bergakademie bei diversen Rankings belegt die konstant hohe Qualität der Ausbildung in Freiberg. Freiburger Absolventen werden von vielen Unternehmen gern eingestellt, sicher auch eine Folge der praxisnahen Ausbildung und der frühen Einbeziehung der Studenten in die aktive Forschung „Lernen durch Forschen“. Alles super also für die Freiburger Studentinnen und Studenten?**

Über den Sinn von Bachelor-/Master-Studiengängen soll hier nicht nachgedacht werden, die Entscheidung gegen das Diplom ist gefallen. Es liegt nun in der Macht der Hochschulen, die neuen Studiengänge möglichst sinnvoll zu gestalten. Wenn diese Umstellung als Chance verstanden und genutzt wird, die oft Jahrzehnte alten Lehrpläne zu aktualisieren (die Jüngerer würden vielleicht „updaten“ sagen), muss der Bachelor nicht der Untergang der „abendländischen“ Lehre sein. Sollten jedoch lediglich die Inhalte aus 10 Semestern in 6 Semestern zusammengefasst werden, dann ist die Umstellung der Studiengänge weder für die Studenten, noch für die Hochschule eine gute Sache.

In den neuen Bachelor-Studiengängen sind im 1. Semester 27–29 Stunden Anwesenheit der Studenten vorgesehen. Dazu kommen laut Angaben in den Modulhandbüchern noch bis zu 31 Stunden für die Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung sowie für die Prüfungsvorbereitung. Macht in Summe bis zu 58 Zeitstunden pro Woche, oder 9,6 Stunden pro Tag (es wird ein freier Sonntag für die Rechnung vorausgesetzt).

Forschung und Lehre in Freiberg. Gleichberechtigte Partner? Der Zeitaufwand ist in höheren Semestern ähnlich. Niemand wird bestreiten, dass die Studenten zum Studieren nach Freiberg gekommen sind und nicht zum Müßiggang. Dennoch erscheint die Belastung mit fast 10 Zeitstunden pro Tag als sehr hoch. Nebenjobs können kaum noch sinnvoll ausgeführt werden, ein Umstand übrigens, den die ansässige Gastronomie schon bemerkt. Den Wirten gehen langsam die kellnernden Studenten aus. Aber auch Veranstaltungen anderer Fakultäten oder des *studium generale* können aus Zeitmangel nicht mehr besucht werden. Hier bleibt ein wesentliches Ziel der universitären Ausbildung auf der Strecke: Die



Foto: Detlev Müller

umfassende Bildung. „Praxisnahe Ausbildung“ sollte in Freiberg anders verstanden werden.

Die Umstellung auf Bachelor/Master und die damit verbundene Einführung der neuen Studienpläne führte an der Bergakademie zur Zusammenlegung von Lehrveranstaltungen, die vorher aus gutem Grund getrennt gehalten wurden. Grundvorlesungen werden fakultätsübergreifend von Studenten aus völlig unterschiedlichen Fachrichtungen belegt. Dass das hohe Niveau der Ausbildung für die „Hauptfächler“ gehalten werden kann und die „Nebenfächler“ den gleichen Stoffumfang lernen, ist zwar zu wünschen, aber wohl nicht realistisch. Eher ist zu befürchten, dass die Ansprüche auf ein moderates „Nebenfächlerniveau“ abgesenkt werden. Eine Veranstaltung mit fast 600 Teilnehmern ist außerdem schwer zu beherrschen, das zeigen auch die z.T. hohen Durchfallquoten von fast 80% im ersten Jahrgang. Aus studentischer Sicht betrachtet müsste diese Praxis überdacht und Haupt- und Nebenfächler weiterhin getrennt ausgebildet werden.

Die Lehre an der TU Bergakademie wird in hohem Maße von engagierten Persönlichkeiten getragen. Besonders gute Lehre führt zwar zu einem guten Ruf bei den Studenten und sicher auch zu gut ausgebildetem Nachwuchs für den eigenen Lehrstuhl. Gemessen werden die Professoren allerdings an ihren wissenschaftlichen Leistungen. Schon bei der Berufung spielt die Lehre eine nur sehr untergeordnete Rolle. Das studentische Mitglied in der Berufungskommission ist zwar stimmberechtigt, bei einem Unentschieden zählt aber immer die Mehrheit der Professoren. So ist es für die Studenten einfach Glück, wenn sie einen didak-

tisch guten Vorlesenden erwischen.

Ganz ähnlich ist das in Seminaren oder Praktika, die ja zu großen Teilen von Doktoranden getragen werden. Diese müssen „nebenbei“ ihre Dissertation voranbringen. Nur daran werden sie gemessen, und es ist wiederum Glück für die Studenten, wenn dem Doktoranden die Lehre trotzdem wichtig ist. Ob er in der Lage ist, komplexe Zusammenhänge so zu erklären, dass andere diese begreifen können wird vorher nicht überprüft. Sinnvoll wäre hier sicher eine didaktische Grundausbildung für diejenigen an der Hochschule, die vor Studenten stehen und diesen etwas beibringen wollen. Die aktuellen Bemühungen der Graduiertenschule sind in diesem Zusammenhang sicher ein kleiner Schritt in die richtige Richtung. Dennoch sollte hier investiert werden und nur noch zu Studenten sprechen, wer wenigstens die Grundzüge der Didaktik verstanden und verinnerlicht hat.

Das gilt genauso für die studentischen Tutoren, die seit dem vergangenen Jahr Studenten niederer Semester beim Lernen unterstützen. Wer prüft eigentlich deren fachliche und didaktische Eignung? Eine gute Regelung wäre zum Beispiel, wenn die Tutoren zum besten Drittel ihres Jahrgangs zählen, mindestens in dem Fach, für das sie Tutorien durchführen. Ob diese dann auch in der Lage sind, den Stoff zu vermitteln sei dahingestellt. Die didaktische Fortbildung für Doktoranden und Mitarbeiter könnte jedoch in einem zweiten Schritt auch auf die Tutoren ausgedehnt werden. Ein Beispiel, welches seit dem 1. August 2009 in Deutschland gilt, und eine Vorreiterrolle bei der Qualitätssicherung in Ausbildungsberufen einnimmt ist die so genannte Ausbilder-Eignungsverordnung. Diese sieht vor, dass

alle Betriebe, und im speziellen die Ausbilder der Lehrlinge ihre Befähigung zur Ausbildung nachweisen müssen. Es zeigt sich, dass auf dem Gebiet von Ausbildungsberufen die hier geschilderte Problematik bereits erkannt und gelöst wurde.

Noch ein Gedanke zur Ausrichtung der Studiengänge auf besonders begabte Studenten: Es drängt sich der Eindruck auf, dass viele Regelungen an der Bergakademie für das letzte Drittel eines jeden Jahrgangs gedacht sind. Früher war der Wahlspruch unserer TU: „Klasse statt Masse“, die Studenten hatten ihn als Schriftzug in den Heckscheiben ihrer Autos. Nun scheint es eher so, als dass jeder Student, so unrealistisch ein Erreichen des Abschlusses auch scheint, an der TU gehalten werden soll. Natürlich spielen dabei auch staatliche Gelder eine Rolle, die nach Anzahl der Studenten verteilt werden. Aber ist es wirklich notwendig, dass eine zweite Wiederholung einer jeden Prüfung ermöglicht wird? Zwar muss ein Antrag gestellt werden, aber dieser gilt als Formalie. Mir ist kein Fall einer Ablehnung bekannt. Diese Regelung düpiert all jene, die beim ersten Mal eine nur mittelmäßige Note bekommen. Eine Möglichkeit wäre vielleicht, jeden Studenten, der die zweite Wiederholung beantragt, in den Prüfungsausschuss zu zitieren und persönlich vorsprechen zu lassen um bei evtl. persönlichen Problemen Hilfestellung anbieten zu können oder aber Studenten ohne realistische Chance auf einen Hochschulabschluss frühzeitig klar zu machen, dass sie hier falsch sind.

Eine, zugegeben teure und zeitaufwändige, Möglichkeit ist auch, die Wiederholungskandidaten zur Studienberatung zu schicken. Vielleicht merkt der Eine oder Andere ja dort, dass sein Glück nicht im Hochschulabschluss liegen wird.

Es wäre sehr schade, wenn die gute Ausbildung an der TU Bergakademie leiden würde. An einigen Stellen gibt es Probleme, die erkannt und abgestellt werden müssen. Die Größe der Hörergruppen, die getrennte Ausbildung von Haupt- und Nebenfächlern sowie die fachliche und didaktische Eignung von Lehrenden und Tutoren sind kritische Punkte. Die hier gemachten Vorschläge sind in ihrer Umsetzung nicht unverhältnismäßig teuer. Die bisherigen Erfolge und der eigene Anspruch der TU Bergakademie auf herausragende Forschung und Lehre sollte Mut machen, auch auf diesem Gebiet eigene Wege zu gehen.

■ Christian Schröder, Jan Heimfarth

## Die Graduierten- und Forschungsakademie der TU Bergakademie Freiberg

Die wissenschaftliche Nachwuchsentwicklung ist eine der vier wichtigen Aufgabenbereiche einer Universität, wozu studentische Ausbildung, Weiterbildung und Forschung zählen. Alle vier Aufgabenbereiche sind notwendig, ergänzen und durchdringen sich wechselseitig. Aus der Forschung ergeben sich neueste Erkenntnisse für die studentische Ausbildung, Weiterbildung und Praxisanwendungen. Die wissenschaftliche Nachwuchsentwicklung unterstützt die Gewinnung von geeigneten und motivierten Studienbewerbern und fördert die Entwicklung der wissenschaftlichen Mitarbeiter (Doktoranden) und des Hochschullehrernachwuchses (Habilitanden) für Lehre und Forschung.

Angesichts des demografischen Wandels und der wachsenden Globalisierung erfordert die Gestaltung der studentischen Ausbildung und Nachwuchsentwicklung auf nationaler und internationaler Ebene eine noch stärkere Beachtung, um das wissenschaftliche Personal entsprechend den gesellschaftlichen Anforderungen quantitativ und in hoher Qualität zu sichern. Die Situation an den deutschen Hochschulen sieht jedoch gegenwärtig noch oft anders aus. Meist sind die Hauptaktivitäten der Hochschullehrer besonders auf die Forschung gerichtet, da diese neben hohem Image zusätzliche Drittmitteleinnahmen zur Erweiterung des Personals und der Ausstattung ermöglicht. Die studentische Ausbildung wird



entsprechend dem Pflichtstundenumfang von wöchentlich 8 Stunden Lehrveranstaltung je Hochschullehrer gesichert.

Weiterbildungsaktivitäten an der eigenen Hochschule werden leider nicht auf die Pflichtstunden in der Lehre angerechnet und deshalb meist als zusätzliche Leistungen auf Honorarbasis für andere Auftraggeber erbracht.

Die allgemeine wissenschaftliche Weiterbildung als Beitrag der Hochschulen für das lebenslange Lernen und die frühzeitige Sensibilisierung für Hochschulberufe, z.B. auch für Kinder, Schüler und Senioren erfolgt erst in geringem Umfang und sehr unterschiedlich an einzelnen Hochschulen.

Die wissenschaftliche Nachwuchsentwicklung wird meist nur auf die Doktoranden bezogen und als eine zusätzliche persönliche Aktivität eines wissenschaftlichen Mitarbeiters im Rahmen seiner Forschungsarbeit mit Betreuung durch einen Hochschullehrer erwartet. Sie erfolgt sehr unterschiedlich; differenziert auf der Ebene des betreuenden Hochschullehrers bzw. der Doktoranden an den einzelnen Fakultäten. Sie wird oft noch zu wenig durch die Universitätsleitungen zusammenfassend geführt und übergreifend, z.B. mit entsprechender Weiterbildung,



Doktorandenseminar 2008. Foto: Grafa



Besuch der mineralogischen Sammlung. Foto: Grafa

gestaltet. Ebenso wird die Entwicklung von Habilitanden für den Hochschullehrernachwuchs oft noch zu wenig gezielt gefördert, sondern als eine persönliche Karriereaktivität angesehen.

Die Universitätsleitung der TU Bergakademie Freiberg gründete 2008, als eine der ersten Universitäten in Deutschland, die Graduierten- und Forschungsakademie als eine zentrale Struktureinheit. Diese hat die Aufgabe, alle Doktoranden und Habilitanden der gesamten Universität in enger Zusammenarbeit mit den Fakultäten und den betreuenden Hochschullehrern zentral zu erfassen, zu unterstützen, weiterzubilden und damit eine quantitative, qualitative und zeitliche Optimierung der Nachwuchsentwicklung anzustreben. Verbunden damit war die weitere quantitative und qualitative Ausgestaltung der wissenschaftlichen Weiterbildung der Doktoranden. Als ein Anreiz dazu wurde die „Strukturierte Doktorandenausbildung“ in die Promotionsordnung aufgenommen. Durch die aktive Teilnahme an wissenschaftlichen Weiterbildungsangeboten innerhalb und außerhalb der Universität im Umfang von 15 Punkten – ein Punkt entspricht ca. 30 Std. Weiterbildung einschl. Vor- und Nachbereitung – kann das geforderte Rigorose im Rahmen eines Promotionsverfahrens erlassen werden. Die Promotionsordnung wurde entsprechend weiterentwickelt und alle Voraussetzungen für eine zentrale und fakultätsorientierte Führung der wissenschaftlichen Nachwuchsentwicklung geschaffen.

Das Weiterbildungsangebot, insbesondere auf den Gebieten Hochschuldidaktik, Doktorandenseminare, Projektmanagement u. a. wurde schrittweise erweitert. In

der hochschuldidaktischen Weiterbildung der Doktoranden und wissenschaftlichen Mitarbeiter in der Lehre nimmt die TU Bergakademie Freiberg nunmehr einen führenden Platz in Sachsen ein. Die dabei angewandten trainingsorientierten Lehrmethoden in der Seminargestaltung werden von den maximal 12 Teilnehmern im Kurs sehr geschätzt. Weitere Themenangebote umfassen z. B. Vorlesungsgestaltung, Moderation und Präsentation, Sprachen, Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, Menschenführung, Patent- und Gebrauchsmusterrecht, Grundlagen der praktischen Patentarbeit, Volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse, Investitionsrechnerische Projektbewertung, Einführung in die interkulturelle und Wirtschaftskommunikation, Unternehmensgründung, Gründungsmanagement u. a.

In englischer Sprache werden folgende Weiterbildungskurse angeboten: Academic Writing, Intercultural Competence, Moderation and Presenting und Public Private Partnership. Künftig besteht die Möglichkeit zur Organisation fachbezogener Kurse, z. B. in neuen Untersuchungsmethoden, sofern sich dafür eine hinreichende Teilnehmerzahl von Doktoranden verschiedener Institute interessiert. Die GraFA nimmt auch Aufgaben auf dem Gebiet der Weiterbildung für nichtwissenschaftliche Mitarbeiter der TU Bergakademie Freiberg wahr, z. B. werden Angebote zur Kostenrechnung und für Fremdsprachen vorbereitet.

Das neue „Krüger-Kolloquium“ – benannt nach Ehrensator Peter Krüger – wird als eine für alle zugängliche Vortragsreihe Gelegenheit zum fächerübergreifenden Gedankenaustausch zu ak-

tuellen Themen aus den vier Profillinien der Universität mit Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik an der TU Bergakademie bieten.

Ein wichtiger Aspekt der Graduierten- und Forschungsakademie ist die Information und Beratung von Doktoranden aus dem In- und Ausland. Dazu werden die Promotions-, Förder- und Unterstützungsmöglichkeiten auf verschiedenen Veranstaltungen und mittels Informationsmaterialien (Flyer, Broschüren und im Internet) im In- und Ausland vorgestellt. Alle Doktoranden werden über die gesamte Promotionsphase hinweg durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Graduierten- und Forschungsakademie beraten, weitergebildet und unterstützt. Insbesondere für neue ausländische Doktoranden werden individuelle Beratungen zur Wohnungssuche, zu finanziellen Fördermöglichkeiten, Weiterbildungsangeboten u. a. Unterstützungsmöglichkeiten angeboten. Exkursionen, insbesondere für ausländische Doktoranden im Rahmen des PHD Programms, fördern das Kennenlernen der Hochschulregion, die interkulturelle Kommunikation und die soziale Begegnung zwischen den Doktoranden und Betreuern.

Die Graduierten- und Forschungsakademie wirbt auch eigene Drittmittelprojekte im Forschungsbereich ein. Die Themen sind insbesondere verbunden mit ihrer Tätigkeit im Bildungsbereich, so z. B. zur Kompetenzentwicklung, Doktorandengewinnung, Weiterbildung, zum lebenslangen Lernen und zur Entwicklung Regionaler Bildungslandschaften.

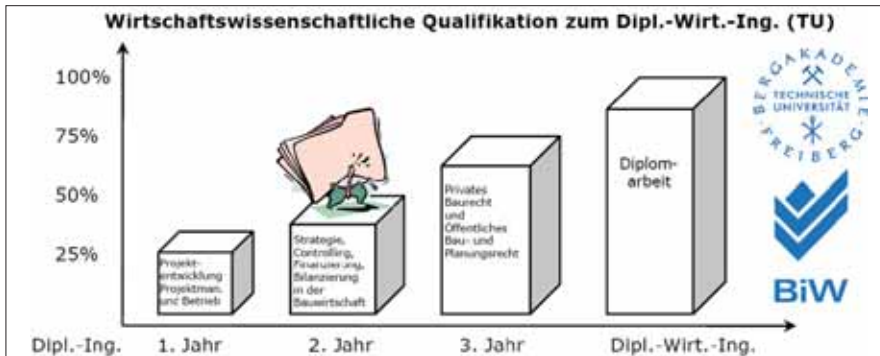
Besonderer Schwerpunkt ist die Anwerbung, Weiterbildung und Betreuung ausländischer Doktoranden. Gegenwärtig kommen 26 % der erfassten 200 Doktoranden aus 30 Ländern. Das sind prozentual mehr als an den meisten anderen deutschen und sächsischen Hochschulen.

Zukünftig ist eine jährliche zentrale öffentliche Doktorandenfeier geplant, in der die Leistungen der Doktoranden und Habilitanden eines Jahrgangs zusammenfassend gewürdigt werden. Dazu wird ein erstes Jahrbuch „Doktoranden und Habilitanden der TU Bergakademie des Jahres 2008“ erscheinen, um über die Ergebnisse der über 60 Promotionsverfahren zu informieren. Gleichzeitig werden sie eingeladen, als Alumni aktiv im Verein „Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg“ mitzuwirken, um die Zusammenarbeit auch weiterhin zu pflegen.

■ Roland Schöne



## Berufsbegleitendes wirtschaftswissenschaftliches Aufbaustudium in Frankfurt am Main



Neben der Lehre und Forschung an der TU Bergakademie Freiberg engagierte sich das Team des Lehrstuhls für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre/Baubetriebslehre gemeinsam mit weiteren Professoren der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften sehr im Bereich Weiterbildung. Seit 1997 gibt es an der Fakultät den wirtschaftswissenschaftlichen Aufbaustudiengang für Ingenieure, Mathematiker und Naturwissenschaftler als Präsenzstudium. Auf Initiative von Prof. Jacob wurde für eine spezielle Zielgruppe (Architekten und Bauingenieure) das berufsbegleitende Aufbaustudium ins Leben gerufen. Nach einer mehr als zweijährigen Verhandlungs- und Konzeptionsphase konnte im Jahr 2004 in Zusammenarbeit mit dem Bildungswerk-Bau (BiW-Bau) Hessen-Thüringen e.V. in Frankfurt am Main der erste Jahrgang starten. Da Freiberg verkehrstechnisch nicht optimal liegt, wurde mit dem BiW-Bau ein starker Partner gefunden, dessen Weiterbildungszentrum in Frankfurt von ganz Deutschland gut zu erreichenden ist. Um die Lehrbelastung für die Freiburger Professoren zu begrenzen und weil die Räumlichkeiten des BiW-Baus nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen, wird der Kurs nur alle anderthalb Jahre angeboten.

Die Dozenten der TU Bergakademie Freiberg bieten über drei Jahre an zehn Wochenenden im Jahr eine interessante Lehre auf universitärem Niveau, welche über die in Ingenieurstudiengängen angebotenen wirtschaftswissenschaftlichen und baubetriebswirtschaftlichen Kenntnisse weit hinaus geht (Abbildung oben). Auch wenn es manchmal schwer fällt, über die eigene berufliche Praxis hinaus zu blicken, schätzen die Kursteilnehmer gerade den tiefen Einblick in die Modellvorstellungen von Betriebswirten,

Volkswirten und Juristen. Am Weiterbildungsmarkt hat sich das Angebot gut etabliert, und es konnten im Frühjahr 2006, im Herbst 2007 und im April 2009 drei weitere Jahrgänge mit jeweils ca. 15 Studenten verschiedener Altersgruppen und unterschiedlicher beruflicher Ausrichtung gestartet werden. Die Studenten begannen diese Ausbildung mit dem Anspruch, die eigenen Karrierechancen durch eine qualifizierte wirtschaftswissenschaftliche Ausbildung zu verbessern, um sich und der Firma ein breiteres Tätigkeitsspektrum zu eröffnen und auch unter schwierigen Rahmenbedingungen in der Bauwirtschaft erfolgreich zu sein. Die Möglichkeit, ein Universitätsdiplom zu erwerben und der Ausblick auf eine mögliche Promotion bei entsprechend guten Studienleistungen, bestärkte die jetzigen Teilnehmer bei ihrer Entscheidung für diesen Studiengang.

Die Schwerpunkte Baubetriebswirtschaftslehre und Baurecht schaffen den Bezug zum Berufsalltag und bieten Einblick in die Forschung zu hochaktuellen Themen, z. B. PPP oder projektbezogenen

Temporärgesellschaften (ARGE). Neben der fundierten, aber auch praxisnahen Ausbildung schätzen die Studierenden die Kontakte untereinander als Chance zur Erweiterung des beruflichen Netzwerkes sehr. Trotz der Berufstätigkeit der meisten Teilnehmer liegen die Leistungen überwiegend im guten bis sehr guten Bereich. Dies liegt zum einen an der sich stark an den Bedürfnissen der Teilnehmer orientierenden Ablaufplanung, z. B. werden Klausuren zu Beginn des nächsten Präsenzseminars geschrieben. Zum anderen werden die gute Organisation und die für diesen Studiengang typische umfassende, individuelle Betreuung der Studierenden durch die Koordinatoren der TU Bergakademie Freiberg und des BiW-Baus in Frankfurt/Main gelobt. Das macht es möglich, den weiterbildenden Studiengang tatsächlich auch bei starkem beruflichen Engagement in den Alltag zu integrieren.

Die 21 Studenten, welche im September 2004 erstmalig in den neu entwickelten berufsbegleitenden Studiengang Wirtschaftswissenschaften für Ingenieure und Architekten starteten, haben im Herbst 2007 ihre Vorlesungen beendet. 13 Studenten haben schon ihre Diplomarbeit abgegeben, die restlichen stehen kurz davor. Ihr Fazit: Zeit und Mühe haben sich gelohnt. Alle Studenten sind mit der gewählten Ausbildung zufrieden bis sehr zufrieden. Sie würden die anspruchsvolle Ausbildung jederzeit weiterempfehlen. In der Gesamtschau in Bezug auf die Lehre sind die Zufriedenheit der Absolventen mit der Vertiefung Baubetriebslehre hervorzuheben, man weiß die intensive Betreuung, die Internationalität und die innovativen Themen zu schätzen.

■ Dieter Jacob, Tobias Giese

### Freiberger Wirtschaftsstudenten diskutieren mit Experten Herausforderungen der Krise

Zwei kurz vor ihrem Studienabschluss stehende Studierende der BWL-Vertiefung Unternehmensführung und Personalwesen (UP) nahmen kürzlich am ersten Unternehmerseminar für zukünftige Entscheidungsträger in der Wirtschaft, der Citi Master Class in Effective Entrepreneurship, teil. Roh Pin Lee, Studentin im Masterstudiengang IMRE, und BWL-Student Christian Peter von der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften gehörten zu den 24 deutschlandweit ausgewählten Wirtschaftsstudenten, die von der American Academy Berlin nach Berlin und Frankfurt/Main eingeladen wurden.

Die Auswahl der Studenten erfolgte in enger Abstimmung mit Professoren renommierter Wirtschaftsfakultäten, die qualifizierte Studenten zur Aufnahme in die Master Class vorschlugen. „Die Master Class bot uns an den beiden Wochenenden die Möglichkeit, mit führenden Vertretern der Wirtschaft über Chancen und Herausforderungen des Unternehmertums zu diskutieren. Die Gelegenheit an so hochkarätigen Events teilzunehmen, ist ein Privileg, das gerade von einer kleinen, forschungsintensiven Universität geboten wird“, berichtet Christian Peter.

■ Christian Möls

# 90 Jahre Lehrbergwerk an der Bergakademie Freiberg

## Vorgeschichte

Die Entdeckung silberhaltiger Erze um 1168 ist der Beginn eines 800-jährigen Bergbaus auf Silber und Buntmetalle (Blei, Zink, Kupfer) und damit ausschlaggebend für die wirtschaftliche und politische Bedeutung Sachsens und seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Ausgehend von den über Generationen weitergegebenen Erfahrungen der Berg- und Hüttenleute entsteht in Freiberg ein Zentrum für Bergbaukunde, Geowissenschaften und Hüttentechnik. Mit der Gründung der Stipendiumkasse beim Oberbergamt beginnt ab 1702 die montanwissenschaftliche Ausbildung erstmals außerhalb von Universitäten und Akademien. Der Siebenjährige Krieg (1756–1763) führt zum wirtschaftlichen Ruin Sachsens. Freibergs Bergwerke und Hüttenanlagen sind zerstört. Aus der Erkenntnis, dass eine Wiederbelebung des für die Wirtschaft wichtigen Bergbaus nur mit verbesserter Technik und wissenschaftlicher Durchdrin-

gung der Lagerstättenproblematik erreicht werden kann, wird 1765 die Bergakademie Freiberg gegründet. Der Lehrbetrieb erfolgt in einer neuen Ausbildungsform, der engen Verknüpfung von Theorie und Praxis. So gehört zum Studium der Nachweis praktischer Tätigkeit in den Bergwerken.

Aus Rentabilitätsgründen werden 1913 alle Freiburger Bergwerke geschlossen.

## Das Lehrbergwerk an der Bergakademie

### Geschichtlicher Abriss

Bereits 1905 gibt es Bemühungen, nach der für 1913 geplanten Einstellung des Bergbaus in einem eigenen Bergwerk Lehre und Forschung betreiben zu können. 1919 überträgt das Land Sachsen nach mehrjährigen Verhandlungen die Nutzungsrechte von Teilen der Himmelfahrt Fundgrube an die Bergakademie.

Die Himmelfahrt Fundgrube war das größte Unternehmen des sächsischen Erzbergbaus im 19. Jh. Auf 12 Schachtan-

lagen waren zeitweise 2500 Bergleute angestellt und aus über 100 Gängen erfolgte der Erzabbau.

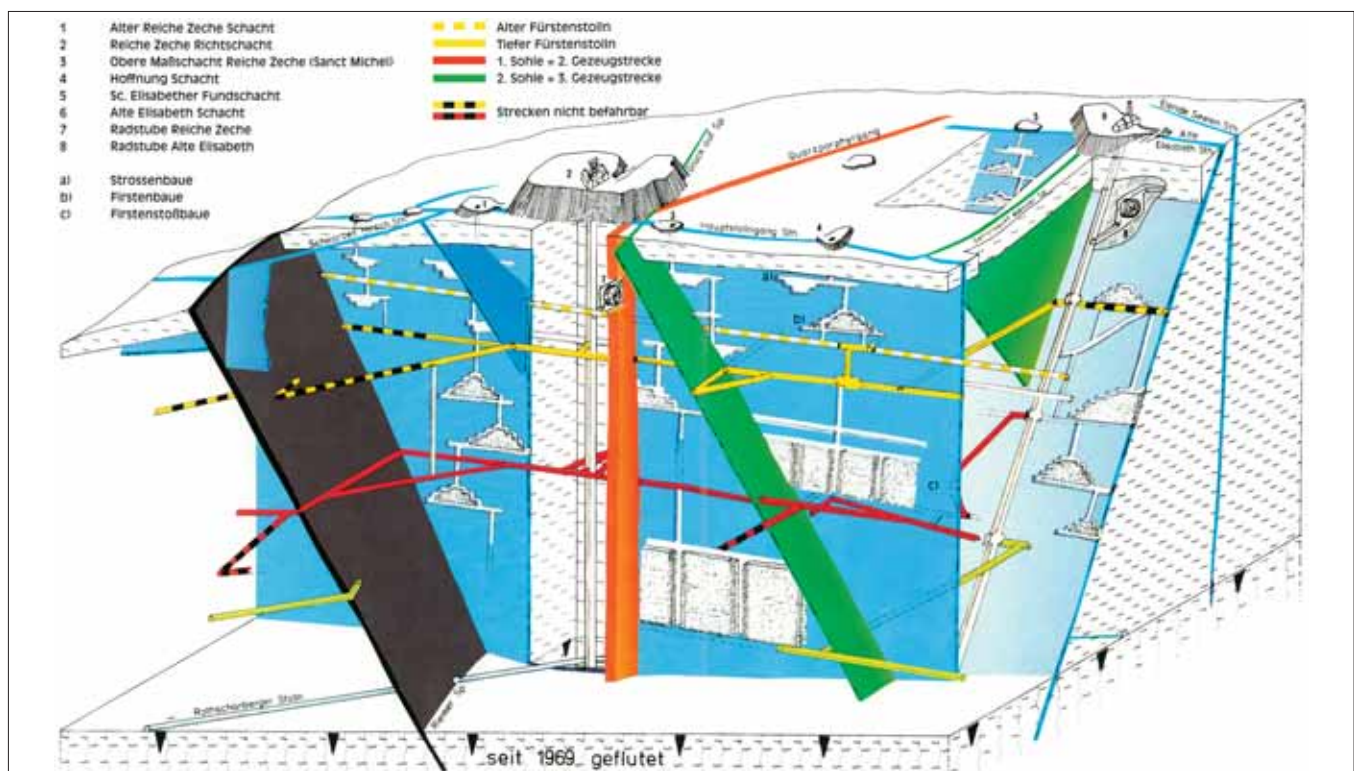
Für studentische Praktika auf bergbaulichen, markscheiderischen und maschinentechnischen Gebieten stehen ab 1919 zwei Schachtanlagen zur Verfügung:

- „Alte Elisabeth“ – historisches Silberbergwerk aus dem Anfang des 19. Jh.s
- „Reiche Zeche“ – moderne Schachtanlage aus dem Anfang des 20. Jh.s

Mit dieser Nutzung leiten sich 2 Merkmale von außerordentlicher Bedeutung ab:

- Die Angliederung von Grubenanlagen des Erzbergbaus an eine Hochschule zur praktischen Nutzung in Lehre und Forschung – bisher einmalig im Montanwesen
- Die Erhaltung, Pflege und Erschließung einer historischen Bergbauanlage („Alte Elisabeth“)

Mit der Wiederaufnahme des Bergbaus auf Buntmetalle 1937 verbleibt der Bergakademie nur die Schachtanlage „Alte Elisabeth“ – mit Einschränkung – für den Lehrbetrieb bis 1969 erhalten. Die erneute und wohl endgültige Stilllegung des Bergbaus im Freiburger Revier bedeutet auch die Schließung der Lehrgrube. Durch das Fehlen eines zweiten Schachtes (Notausstieg) ist die Betriebssicherheit nicht gewährleistet. Es werden nur die übertägigen Anlagen im Rahmen der beschränkten Möglichkeiten instand gehalten und gewartet.



Blockbild des Lehrbergwerks. Zeichnung: Bayer/Meyer



Übertagegebäude der Schachanlage „Alte Elisabeth“. Foto: Waltraud Rabich



Schachanlage „Reiche Zeche“. Foto: Jens Kugler

Günstigen Umständen und dem Engagement von Mitarbeitern der Bergakademie ist es zu verdanken, dass die Bergakademie wieder ein Lehrbergwerk betreibt. Der Neubeginn 1980 war aber auch mit großen Problemen verbunden. Während 1919 die Übernahme des Bergwerks nahtlos von der Produktionsgrube zur Lehrgrube erfolgte, war 1980 eine 12-jährige Betriebsstilllegung mit teilweiser Schachtverwahrung und Rückbau der Ausrüstungen vorausgegangen. So mussten nicht nur Aufwältigungsarbeiten durchgeführt werden, sondern auch alle technischen Einbauten und Anlagen neu beschafft und installiert werden (Schachtfördermaschine, Signalanlagen, Maschinenausrüstungen). Glücklicherweise war das vom letzten Betreiber errichtete Stahlfördergerüst erhalten geblieben. Es sollte ein Wahrzeichen der letzten Betriebsperiode sein.

Im Ergebnis der 1981 beginnenden umfangreichen bergmännischen Arbeiten, die unter Beachtung einer denkmalgerechten Rekonstruktion und der Ausstattung mit moderner Technik erfolgten, steht heute im Zentrum der historischen Himmelfahrt Fundgrube ein Lehr- und Besucherbergwerk zur Verfügung, das vorrangig für Lehr- und Forschungsaufgaben genutzt wird, in dem man aber auch den historischen und modernen Erzbergbau produktionsnah und repräsentativ als Besucher erleben kann. Damit betreibt die TU Bergakademie Freiberg als einzige Technische Universität der Welt ein Bergwerk für Lehre, Forschung und Bildung.

Das Grubenpersonal führt alle Arbeiten aus, die zum ordnungsgemäßen Betreiben nach den Richtlinien des Bundesberggesetzes notwendig sind, unterstützt die Umsetzung der Lehr-, Forschungs- und Bildungsprogramme der Fachinstitute und wartet die technischen und baulichen

Einrichtungen der beiden Schachanlagen „Alte Elisabeth“ (Flucht- und Wetterschacht) und „Reiche Zeche“ (Hauptschacht für alle Einfahrenden). Gesicherte Auffahrungen horizontaler, geneigter und vertikaler Grubenbaue von 14 km Länge und bis in eine Tiefe von 230 m dokumentieren die Entwicklungsetappen des Freiburger Gangerzbergbaues, beginnend mit der Lagerstätten erkundung über die Bergbautechnologie bis zur Bergbautechnik über einen Zeitraum von 600 Jahren. Damit ist auf engstem Raum – wohl einmalig auf der Welt – der Beginn und das planmäßige Ende eines Bergbaureviers konzentriert dargestellt.

Lehre, Forschung und Bildung sind heute die profilbestimmenden Aufgaben.

### Studentische Ausbildung

Die Aufgabe des Lehrbergwerkes war stets die Vermittlung praktischer Kenntnisse für die Studenten der Bergakademie.

An der Bergakademie, seit 1992 Technische Universität, werden 18 Studiengänge mit 75 Vertiefungen angeboten. Das Profil reicht von den Montan-, Ingenieur- und Werkstoffwissenschaften über die Natur- und Geowissenschaften bis zu den Wirtschaftswissenschaften. Traditionelle Studiengänge wie Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Geotechnik/Bergbau wenden sich dabei nach den Forderungen der Wirtschaft neuen Gebieten wie der Umweltsanierung, Umweltgeochemie, dem Tunnel- und Tiefbau, Baustoffen, der Wasserwirtschaft oder Deponietechnik zu.

Am Institut der Fakultät Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau erfolgt die Ausbildung in den Komplexen:

- Lagerstättenkunde
- Geochemie
- Bergbautechnologie
- Bergbau/Tiefbau

- Wettertechnik
  - Strahlenschutz
  - Vermessungstechnik
  - Geophysikalische Untersuchungen
  - Geothermie und Umweltgeochemie
  - Fels- und Gebirgsmechanik
- durch meist mehrtägige Praktika und Lehrbefahrungen.

Neben geowissenschaftlichen Untersuchungen der Lagerstätten tektonik und des Gangaufbaus werden alle bergmännischen Arbeiten der Rohstoffgewinnung, Streckenauffahrung und Grubensicherung eines Bergbaubetriebes durchgeführt. Zur Unterstützung der praktischen Ausbildung liegt ein Exkursionsführer nach zwei Schwerpunkten vor:

- Mineralogie und Geologie der Lagerstätte mit den Stationen: mineralogische und geologische Aufschlüsse der typischen Mineralparagenesen der Freiburger Erzlagerstätte (silberhaltiger Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Schwefelkies, Arsenkies und den Nichterzen Schwerspat, Karbonspäte, Flussspat und Quarz), Lagerungsformen der Gänge und Klüfte im Nebengestein
- Bergbaulehrpfad zur Montangeschichte und Montantechnik mit den Stationen: Arbeitsorte der bergbautechnischen Arbeiten Bohren, Sprengen, Laden, Fördern, Entwicklung der Abbauverfahren vom Strossenbau zum Firnenstoßbau, Teufen von Schächten, Auffahren von Strecken, Querschlägen, Überhaun und Stolln im historischen und modernen Bergbau mit der Technik dieser Zeit und der Kennzeichnung durch Gangtafeln und Jahresgedingestufen

### Forschung

Das Bergwerk ist ein einmaliges Naturlabor. Konstante klimatische Bedingungen im Grubenfeld (Luftfeuchte 98 %, Lufttem-



Bohrtechnisches Praktikum in der Lehrgrube. Foto: Thomas Türpe

peratur 10 °C), Versorgungsanschlüsse für Strom, Wasser und Druckluft und fehlende störende Tageseinflüsse ermöglichen Forschungsaufgaben der Institute und für unterschiedliche Institutionen.

### Bildung

Im Bergwerk werden Lehrbefahrungen zur Lagerstättenkunde, Technikgeschichte, Maschinenbau, Wissenschaftsgeschichte und Bergbau für Studierende an Universitäten und Hochschulen unterschiedlichster Studiengänge, für Bildungseinrichtungen und bergbauinteressierte Besucher durchgeführt. Grundlage sind die bereits genannten kombinierbaren Lehrpfade zur Lagerstätte und Montangeschichte/Montantechnik.

Die touristische Betreuung erfolgt durch einen Förderverein mit dem Ziel, bergmännisches Brauchtum in der Region zu erhalten und die Sachzeugen des

Bergbaus einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Das vom Verein eingesetzte Personal, überwiegend ehemalige Bergleute und Mitarbeiter der Bergakademie, wird von der Grubenleitung in die Aufgaben eingewiesen und ausgebildet. Die Bergakademie hat darüber Aufsichts- und Kontrollpflicht. Von Vorteil gegenüber den Schaubergwerken in den deutschen Ländern ist die Nähe zur Bergakademie, die auf Anfrage für alle Fachführungen ausgebildetes Lehrpersonal zur Verfügung stellt. Durchschnittlich fahren im Jahr 20.000 Personen ein, davon sind ca. 4.000 Studenten (Ausbildung), 1.000 Schüler (Studentenwerbung) und 500 Gäste der Akademie.

Zum Bergwerk gehören weitere technische Denkmale, die touristisch erschlossen sind:

- Übertagegebäude der Schachanlage

„Reiche Zeche“ mit den Ausstellungen Mineralstufen der Freiburger Lagerstätte und Bergbautechnik auf dem Freigeleände

- Übertageanlagen der „Alten Elisabeth“, ein vollständig erhaltenes Silberbergwerk vom Anfang des 19. Jahrhunderts mit den technischen Einrichtungen Dampffördermaschine von 1848, Hängebahnrichtung für einen tonnlängigen Schacht von 1808, Bergschmiede
- Untertägiges originales Pochwerksrad am Thurmhof Schacht (Baujahr 1857)

### Ausblick

Auf der Alten Elisabeth und der Reichen Zeche verfügt die TU Bergakademie Freiberg untertage inzwischen über 20 wissenschaftliche Einrichtungen. Durch neue Forschungsvorhaben und über 25.000 erwartete Besucher pro Jahr wird man an logistische Grenzen stoßen. Da auch der bisherige Streckenquerschnitt für die neuen Vorhaben zu gering ist, soll beginnend ab 2010 ein neuer Tageszugang über eine Rampe zu einem 3 Kilometer langen Basis-Stollen erfolgen. Damit wird, so Klaus Grund, der stellvertretende Direktor des Lehr und Forschungsbergwerkes, „ein hochmodernes neues Bergwerk in die bestehende Struktur implantiert und ist damit das größte bergbauliche Vorhaben seit Mitte der 1950er Jahre“.

Interessenten aus dem eigenen Haus gibt es und Anfragen von Wirtschaftsunternehmen zur Nutzung der Forschungskapazitäten liegen vor. Zur 250-Jahr-Feier der Bergakademie im Jahr 2015 soll der Bau vollendet sein und 2016 der Forschungsbetrieb beginnen.

■ Manfred Bayer

## Die Stahlwerk Thüringen GmbH: ein Unternehmen stellt sich vor

Am 8. Januar 1872 teilte das Verwaltungsamt des Herzogtums Sachsen Meiningen mit, dass die Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte aus Haidhof/Sulzbach-Rosenberg die Errichtung einer Hüttenanlage zur Gewinnung von Roh- und Gießereisen in Unterwellenborn beabsichtigt. Damit begann die Geschichte der Maxhütte Unterwellenborn und in der Folge die

des Stahlwerkes Thüringen. Nach Bau und Inbetriebnahme der Hüttenanlage produzierten 1878 bereits zwei Hochöfen und ein Bessemerstahlwerk. Um die Jahrhundertwende wurde das Werk grundlegend modernisiert, es entstanden zwei neue Hochöfen und ein Thomasstahlwerk, die den lokalen Eisenerzvorkommen besser angepasst waren.

In den Jahren nach dem 1. Weltkrieg kam das Werk in privaten Besitz und wurde von Grund auf modernisiert und erweitert. Produziert wurden kleine und mittlere Universalträger, Winkel, U-Profile, Platinen, Schienen und Eisenbahnoberbaumaterial. Damit war die Maxhütte Unterwellenborn zu einem bedeutenden Profilverhersteller geworden. In ihrer Grundsubstanz wurden

diese Anlagen nach dem 2. Weltkrieg, zu DDR-Zeiten, nicht verändert. Es wurden allerdings immer wieder große Anstrengungen unternommen, um den Material- und Energieeinsatz so gering wie möglich zu halten und die Produktivität zu steigern. Als „Mutter der Metallurgie“ war die Maxhütte im Zeitraum zwischen 1945 und 1989 der einzige Hochofenbetrieb in Ostdeutschland, der sich zusätzlich noch mit metallurgischer Forschung und Entwicklung beschäftigte.

Mit dem Ziel, die Profilverherstellung in der DDR zu rationalisieren und auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig zu bleiben, wurde Ende der 1970er Jahre ein neues Walzwerk modernster Bauart errichtet; die Kombinierte Formstahlstraße (KFS). Diese



Maximilianshütte Unterwellenborn um 1920. Fotos (2): Stahlwerk Thüringen GmbH

ging 1985 in Betrieb und stellte nach der Wende den Grundstein für das Überleben des Standortes dar.

Mit der Übernahme der Kombinierten Formstahlstraße durch die ARBED-Gruppe begann am 1. Juli 1992 ein neuer Abschnitt, der Abschnitt der Stahlwerk Thüringen GmbH. Die Altanlagen, Hochöfen, Blasstahlwerk und Blockstraße wurden stillgelegt, um Platz für ein neues Elektrostahlwerk mit Vorprofilstranggießanlage zu schaffen. Das neue Stahlwerk ging 1995 in Betrieb.

Der Erfolgskurs setzte sich auch mit der Änderung der Konzernzugehörigkeit zu Arcelor fort. Im Rahmen der Fusion von Arcelor und Mittal wurde die Stahlwerk Thüringen GmbH aufgrund einer EU-Auflage aus kartellrechtlichen Gründen verkauft. Seit dem Jahr 2007 gehört die Stahlwerk Thüringen GmbH zur Grupo Alfonso Gal-lardo, dem Hauptproduzenten von Baustahl in Spanien mit etwa 3000 Mitarbeitern.

Die Stahlwerk Thüringen GmbH ist in der Lage, pro Jahr 1 Million Tonnen Formstahl zu produzieren. Zur Produktpalette gehören die Profilabmessungen:

- IPE-Profile, DIN 1025/DIN EN 10034,
- HE-Profile, DIN 1025/DIN EN 10034,
- U-Profile nach DIN 1026-1,
- UPE-Profile nach DIN 1026-2,
- Profile nach BS 4,
- Profile nach ASTM A6/A6M und
- Profile nach JIS G.

Weiterhin ergänzen Stahlschwellenprofile für den Bahnoberbau unser Lieferortiment. Die genannten Profile werden in folgenden Stahlgüten hergestellt:

- Allgemeine Baustähle nach DIN EN 10025-2; ASTM A36, ASTM A572 und JIS G3101/G3106,
- Feinkornbaustähle (DIN EN 10025-4),

- Wetterfeste Baustähle nach DIN EN 10025-5,
- Sonderstahlgüten für den Schiffbau und Tieftemperaturanwendungen,
- Offshore-Güten nach DIN EN 10225.

Die Stahlwerk Thüringen GmbH arbeitete als erstes Stahlunternehmen mit einem integrierten Managementsystem, welches nach den Normen DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001 und BS OHSAS 18001 zertifiziert wurde.

Im Jahr 2002 wurde der Stahlwerk Thüringen GmbH der Thüringer Staatspreis für Qualität verliehen.

Seit vielen Jahren besteht zwischen der Stahlwerk Thüringen GmbH und der TU Bergakademie Freiberg eine enge, partnerschaftliche Beziehung. Da Freiberg mit seiner Studienrichtung stets sehr praxis- und betriebsnah ausgerichtet war und ist, bestand bereits zu Zeiten der Maxhütte Unterwellenborn eine erfolgreiche Part-

nerschaft. Mehrere Absolventen dieser Universität arbeiten heute im Stahlwerk Thüringen in leitenden Funktionen und profitieren von dem als Student in Freiberg erworbenen Fachwissen und den bis heute gepflegten guten Traditionen. Die Mitgliedschaft im Verein Eisen- und Stahltechnologie Freiberg e.V. ist deshalb für die ehemaligen Absolventen eine gute Gelegenheit zum Informationsaustausch mit der TU Bergakademie Freiberg.

Begründet durch diese Partnerschaft ist die Stahlwerk Thüringen GmbH seit 2003 ein immer wiederkehrender Gast bei dem alljährlich stattfindenden „Tag der offenen Tür“ an der Universität.

Die Stahlwerk Thüringen GmbH unterstützt Studenten beispielsweise bei der Anfertigung ihrer Diplomarbeiten. Die behandelten Themen werden dabei im Betriebsablauf hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit analysiert. Des Weiteren vergibt die GmbH Praktika aller Arten und bietet die Zusammenarbeit bei Forschungsthemen und -projekten an. Haben sich die Studenten für eine studienfördernde Maßnahme entschlossen, hat dies sowohl fördernde als auch verbindliche Gesichtspunkte. Im Rahmen des Personalentwicklungskonzeptes dient die Zusammenarbeit dazu, langfristig den betrieblichen Personalbedarf von akademischem Berufsnachwuchs durch gezielte Maßnahmen zu sichern sowie frühzeitig ein partnerschaftliches Verhältnis auf- und auszubauen. Ein Teil dieser Absolventen konnte auf dieser Basis direkt nach dem Diplom die berufliche Tätigkeit im Stahlwerk Thüringen beginnen.

■ Michael Hirsch



Stahlwerk Thüringen GmbH 2007

## Absolventen der Bergakademie Freiberg 1958 feierten Goldenes Diplomjubiläum



Die Teilnehmer des Jubiläumstreffens im Innenhof des Gebäudekomplexes Akademiestraße

Vom 4. bis 7. September 2008 trafen wir uns in Freiberg wieder – 30 Absolventen der Fachrichtung Eisenhüttenkunde, begleitet von unseren Ehefrauen. 50 Jahre nach dem Studienabschluss waren wir zurückgekehrt zu unserer Alma Mater, um unser Jubiläum zu feiern. Es war seit dem ersten Treffen 1973 in Eisenhüttenstadt das 11. Mal, dass wir uns in diesem Kreis wiedersahen. Die meisten von uns waren nach dem Abschluss unseres Studiums in der Stahlindustrie der DDR tätig, sieben arbeiteten in Stahlwerken der BRD. Durch die Wiedervereinigung konnten wir erstmals gemeinsam 1993 die 40. Wiederkehr der Immatrikulation feiern. Ausdruck unserer Verbundenheit war auch die Teilnahme der Ehefrauen von drei leider schon verstorbenen ehemaligen Kommilitonen, die in der Bundesrepublik arbeiteten.

Unser Jahrgang war der zahlenmäßig stärkste der Eisenhüttenleute der je

in Freiberg immatrikuliert wurde. Für das Wintersemester 1953 hatten sich 76 Studenten eingeschrieben. Hiervon legten 54 ihr Diplom in Freiberg ab. Drei Studenten setzten nach dem 2. Semester ihr Studium am Moskauer Institut für Stähle und Legierungen erfolgreich fort.

Im Studienjahr nach uns nahmen 67 Studenten ein Studium in der Fachrichtung Eisenhüttenkunde auf. Die hohe Anzahl der Neuzulassungen in der ersten Hälfte der 50er Jahre ergab sich aus den Bedürfnissen des in diesem Zeitraum erfolgten Aufbaus der Eisen- und Stahlindustrie der DDR. Durch den 2. Weltkrieg war ein großer Teil des Industriepotenzials und die Spaltung Deutschlands hatte zu großen Disproportionen geführt. Für das Eisenhüttenkombinat Ost, das Niederschachtofenwerk Calbe, die Maxhütte in Unterwellenborn und die im Ausbau befindlichen Stahl- und Walzwerke wurden

dringend erfahrene Ingenieure benötigt. Der Mangel an erfahrenen Fachleuten hat in der DDR dazu geführt, dass viele von uns schon sehr früh, ohne ausreichende Erfahrung, Verantwortung übernehmen mussten. Die meisten von uns haben sich dieser Herausforderung gestellt und darin eine Chance für die berufliche Entwicklung gesehen. Das wird auch deutlich an ihren Tätigkeitsfeldern. Aus unserer Mitte kamen z. B. der Generaldirektor und der Forschungsdirektor des Bandstahlkombinates, der Leiter der Rohstoffwirtschaft des Eisenhüttenkombinates Ost, der technische Direktor des Hartgusswerkes Bösdorf, der Haupttechnologe und Forschungsdirektor der Maxhütte Unterwellenborn, der technische Leiter der Stahlgießerei im SKET Magdeburg, der Chefingenieur für Anlagenrealisierung im Kombinat SKET Magdeburg. Vier Kommilitonen wurden nach einer leitenden Tätigkeit in der Industrie als Hochschullehrer an die TH Chemnitz und die Bergakademie berufen.

Die im Westen Deutschlands tätigen Kommilitonen hatten etwas mehr Zeit sich auf hohe Anforderungen im Beruf vorzubereiten und dafür Erfahrungen zu sammeln. Auch sie arbeiteten in leitenden Funktionen der Stahlindustrie, so z. B. als Direktor der Schmiede- und Verarbeitungsbetriebe der Thyssen Edelstahlwerke AG Werk Witten, als Hochofenchef der Hessischen Berg- und Hüttenwerke, als Leiter der Qualitätsstelle der Hoesch AG Westfalenhütte, als Leiter der Qualitätsstelle Warmband der Hoesch AG Hohenlimburg, als Leiter der Werkstoffprüfung der ThyssenKrupp NIROSTA AG, Werk Dillenburg u. a. Eine Übersicht über die Tätigkeitsfelder der Teilnehmer des Absolvententreffens wurde dem Kanzler zur Festveranstaltung übergeben. Daraus wird deutlich, dass uns durch das Studium an der Bergakademie eine solide Grundlage für ein erfolgreiches Berufsleben vermittelt wurde.

Unser Jubiläumstreffen bestand aus drei erlebnisreichen Tagen des Wiedersehens und Erinnerns: Stadtrundgang, Abendmusik im Dom, Festveranstaltung im Senatssaal der TU Bergakademie, Besuch des Eisenhütteninstituts, Exkursion nach Seiffen und zur Grünthaler Saigerhütte und zuletzt noch der gelungene Ausklang mit einem Eisenhüttenmännischen Abend auf der „Alten Elisabeth“. Dafür danken wir der Universität und unseren Organisatoren sehr herzlich. In zwei Jahren wollen wir uns wieder treffen.

■ D. Jösting, H.-J. Spies



Während der Festveranstaltung im Senatssaal – Vortrag des Kanzlers, Dr. Andreas Handschuh

## Ein „Studententreffen“ im 60. Jahr nach der Immatrikulation

Im Oktober 1949 begann das Studium für 4 Studentinnen und 126 Studenten an der Bergakademie. In den vorigen Jahren hatte es schon einige Zusammenkünfte der ehemaligen Studienkollegen gegeben. Als Tagungsort kam für 2009 nur Freiberg in Betracht, einmal wegen des Jubiläumsjahres, vor allem aber auch wegen der nun geschaffenen Möglichkeit, die prächtige Mineralienschau der Stiftung Pohl-Ströher im renovierten Schloss Freudenstein ansehen zu können. Vom 26. bis 28. April 2009 hatten die Teilnehmer ereignisreiche Tage: mit Führung durch die überwältigende Mineralienausstellung terra mineralia, einer interessanten Domführung, einem Rundgang mit Herrn Dr. Pohl durch das rekonstruierte Quartier an der Akademiestraße und vor allem auch einen informativen Vortrag von Herrn Prof. Horst Gerhardt zu Entwicklung und Stand der TU Bergakademie sowie dem geselligen Beisammensein an beiden Abenden im für die Teilnehmer reservierten Räumen des Hotels Alekto. Insgesamt hatten 25 ehemalige Studiker und dazu 18 Ehepartner den Weg zu ihrem früheren Studienort gefunden. Und das waren die „Ehemaligen“ beim Treffen „Imma 49“:

- Werner Ballmann, Bergbau
- Karl-Heinz Bintig, Bergbau
- Andreas Dietrich, Bergbau
- Manfred Engshuber, Kohleveredlung
- Günter Faulbaum, Bergbau
- Jürgen Gärtner, Eisenhüttenkunde
- Dieter Graumann, Metallhüttenkunde
- Walter Hänsch, Bergbau
- Karl Hartung, Bergbau
- Karl Hengst, Metallhüttenkunde
- Hans Heyer, Bergbau
- Bernhard Kellner, Bergbau
- Gottfried Klepel, Kohleveredlung
- Johannes Köhler, Bergbau
- Maja Krummnacker, Metallkunde
- Manfred Lehmann, Bergbau
- Rolf Meerstein, Bergbau
- Klaus Meinig, Bergbau
- Johannes Reichenbach, Bergbau
- Hans-Günter Reinhardt, Geophysik
- Helmut Rotteck, Bergbau
- Wolfgang Schubert, Bergbau
- Eva Seichter (Krämer), Geologie
- Gerd Severin, Metallhüttenkunde
- Friedrich Stange, Bergbau
- Christian Wegerdt, Eisenhüttenkunde (als Gast)

■ Klaus Meinig

## 10 Jahre Bezirksverein Bergakademie Freiberg im Ring Deutscher Bergingenieure

Der Ring Deutscher Bergingenieure e. V. ist der Ring von Ingenieuren, Technikern und Führungskräften in allen Bergbauzweigen, in artverwandten Industrien, Planungsbüros, Instituten und Behörden, in Fachschulen, Fachhochschulen und Universitäten, die bergbaubezogene Ausbildungsrichtungen anbieten. Der RDB e. V. steht für fachliche Fortbildung, Erfahrungsaustausch, Wahrung berufsständiger Interessen, Pflege und Erhaltung des bergmännischen Brauchtums sowie Förderung der bergmännischen Kameradschaft. Seine 42 Bezirksvereine (BV) haben weitestgehend Eigenständigkeit bei der Umsetzung dieses Anspruchs in der Vereinsarbeit vor Ort. In Übereinstimmung mit den Zielen des RDB haben am 21.4.1999 21 studentische und nichtstudentische Bergleute den Bezirksverein Bergakademie Freiberg gegründet. Der BV Bergakademie Freiberg bietet eine effektive Basis durch intensive Kontakte zwischen den Mitgliedern die Studenten beim Studium zu unterstützen.

Die Gründung unseres BV Bergakademie Freiberg wurde vom Hauptvorstand des RDB e. V. und den benachbarten Bezirksvereinen gefördert. Der Hauptvorstand hat darüber hinaus unserem BV eine Anschubfinanzierung gewährt. Das Institut für Bergbau und Spezialtiefbau hat dieses Vorhaben sehr unterstützt: alle Professoren und viele wissenschaftliche Mitarbeiter sind Mitglieder im RDB.

Unser BV weist im Vergleich zu anderen betrieblich/regional ausgerichteten Bezirksvereinen einige Besonderheiten auf. Von Anfang an wurde Wert darauf gelegt, Studenten, die an der Bergakademie Bergbau oder Geotechnik, Spezialtiefbau, Markscheidewesen studieren, zu gewinnen. Per 31.12.2008 umfasst der Bezirksverein 88 Studenten/Absolventen und 40 nichtstudentische Mitglieder.

Wir haben in Exkursionen mit 12 Bezirksvereinen Erfahrungsaustausch betrieben und vielen Bergkameradinnen und -kameraden aus den Altbundesländern die Stadt Freiberg, den historischen Bergbau und vor allem auch die Bergakademie nahe gebracht, z. B. waren die Bezirksvereine Moers, Dorsten, Recklinghausen, Dortmund Nord und Nordbayern zu Gast in Freiberg. Mit unseren studentischen Mitgliedern waren wir im Anthrazitbergwerk Ibbenbüren, in der Rheinischen Braunkohle, bei den Vereinen Mitteldeut-

sche Braunkohle, Lausitzer Braunkohle, Westerzgebirge und im Frühjahr 2008 beim BV Nordbayern. In unserer Fachzeitschrift „Bergbau“ haben wir Beiträge über unser Mitgliederleben und Informationen zu Lehre und Forschung an unserer Universität veröffentlicht. Darüber hinaus wurden gute Leistungen unserer studentischen Mitglieder bei Abschluss ihres Studiums in der Zeitung mit Namen und Noten vorgestellt. Studenten berichteten über Exkursionen, Praktika und Inhalte ihrer Studien- und Diplomarbeiten.

In der Vereinsarbeit unterstützen wir die studentischen Mitglieder bei praktischen Studien- und Diplomarbeits-themen und bei der Vermittlung von Arbeitsstellen nach dem Studium. Hier hat sich eine sehr gute Zusammenarbeit mit dem BV „Mitteldeutsche Braunkohle“ in den Jahren 2002 bis 2007 entwickelt. Die ehemaligen Studenten Katja Kunath, Sebastian Krellig, Jan Kirchhof, Michael Struzina, Anja Knipfer, Sebastian Kempe und Bastian Zimmer erhielten im dortigen Unternehmen inzwischen Arbeitsverträge. Sie fühlen sich unserem BV weiterhin sehr verbunden.

Bei Stammtischen werden viele Fragen zum Studium, zur Berufswahl und auch zu persönlichen Sorgen diskutiert. Studenten berichten über Exkursionen und Praktika im Ausland. Buchlesungen fanden statt. Herrn Kuhle, ein ehemaliger Steinkohlenbergmann, legte in Büchern sein Leben im Beruf und privat dar. Frau Sabine Ebert stellte ihren ersten Roman „Das Geheimnis der Hebamme“ vor.

Der Hauptvorstand weilte bereits zweimal zu Arbeitsberatungen in Freiberg, und der Vorsitzende des BV, Dr. Herbert Wiesner ist hierin seit 2002 Mitglied.

Das Grußwort des 1. Vorsitzenden des HV, Theo Schlösser, zum 10-jährigen Bestehen würdigt die Rolle unseres Bezirksvereins nachdrücklich, wobei es die enge Kooperation mit der TU Bergakademie, die hohe Anzahl von studentischen Mitgliedern und das sehr aktive Vereinsleben hervorhebt.

Nehmen wir auch künftig unsere Arbeit, unsere Verantwortung – vor allem auch für die jungen Mitglieder wahr – und halten wir unseren Berufsstand auch zukünftig hoch und in Ehren, dann werden wir weiterhin genügend Resonanz und Verständnis bei der Werbung neuer Mitglieder finden.

■ Herbert Wiesner

# Der Weg zur besseren Nutzung des bergakademischen Kulturguts – die Kustodie 1985 – 2005

## Der Anfang

Nach dem Vorbild einiger Universitäten der DDR wurde am 1. März 1985 mit der Ernennung ihres Leiters auch an der Bergakademie Freiberg eine Kustodie geschaffen. Unverzichtbare Aufgaben dieses Arbeitsfeldes waren bis dahin von den Mitarbeitern des Traditionskabinettes unter der Leitung von Dr. Hanns-Heinz Kasper mit wahrgenommen worden. Bestrebungen, die Stelle eines „Hauptkustos“ einzurichten, reichten bereits bis in das Jahr 1978 zurück. Zunächst blieb die Reaktion in der Hochschule ablehnend. Stimmen wie „kaum erforderlich“ oder es könne nur eine Person mit speziellen Kenntnissen, z. B. ein Geowissenschaftler, ein Technikhistoriker oder Bibliothekar sein, ließen bestimmte personelle Interessen erahnen. Dass in jener Zeit die Sammlungsarbeit noch torsohaft gesehen wurde, belegt die damalige Auffassung, dass einzig die geowissenschaftlichen Sammlungen als die Sammlungen der Bergakademie anzusehen wären. Widerspruchslos stand dagegen die Meinung, dass die Kustodie neben hochschulzentralen Aufgaben auch eigene Sammlungen zu betreuen habe, um mit der wissenschaftlichen und praktischen Sammlungsarbeit verbunden zu bleiben. Schließlich wurde ein Mineraloge verpflichtet, der vorher als Sonderbeauftragter für die Rekonstruktion eines denkmalgeschützten Gebäudes der Bergakademie tätig war.

Die Kustodie wurde dem 1. Prorektor unterstellt. Der „Funktionsplan“ des neuen Leiters sah Planstellen für einen Restaurator und einen Mitarbeiter für die Sammlungsarbeit vor. Als Restaurator wurde der vorher in der Verwaltung tätige und handwerklich versierte Gerhard Schulz eingesetzt. Unbesetzt blieb aus Gründen der Sparsamkeit die Stelle des Sammlungsmitarbeiters.

Die Kustodie war als eine der Zentralverwaltung der Bergakademie Freiberg anhängige Einrichtung gegründet worden. Auch in der DDR griff die internationale Tendenz, qualifizierter mit den wissenschaftlich-technischen Hinterlassenschaften umzugehen. Diesem Anliegen folgte der Staat, nicht zuletzt durch ausgefeilte Gesetze, die leider mangels

Mittel und fehlenden Personals oft nicht umgesetzt werden konnten. Betriebsinterne Regelungen wurden geschaffen, so auch an der Bergakademie Freiberg mit den Weisungen zum Umgang mit Kulturgut 3/1982 und 4/1989 einschließlich einer betrieblichen Denkmalliste. Waren 1982 zwölf Sammlungen unter Kulturgutschutz gestellt, konnte die Liste bis 1989 auf 30 Sammlungen erweitert werden. Die Weisungen einschließlich der Denkmalliste erübrigten sich nach 1989 durch neue Strukturen und Eigentumswechsel, dennoch wurde das Kernanliegen, die Sammlungen der Hochschule zu erschließen, singgemäß und nach Kräften konsequent weiter verfolgt.

## Ein Berg Arbeit

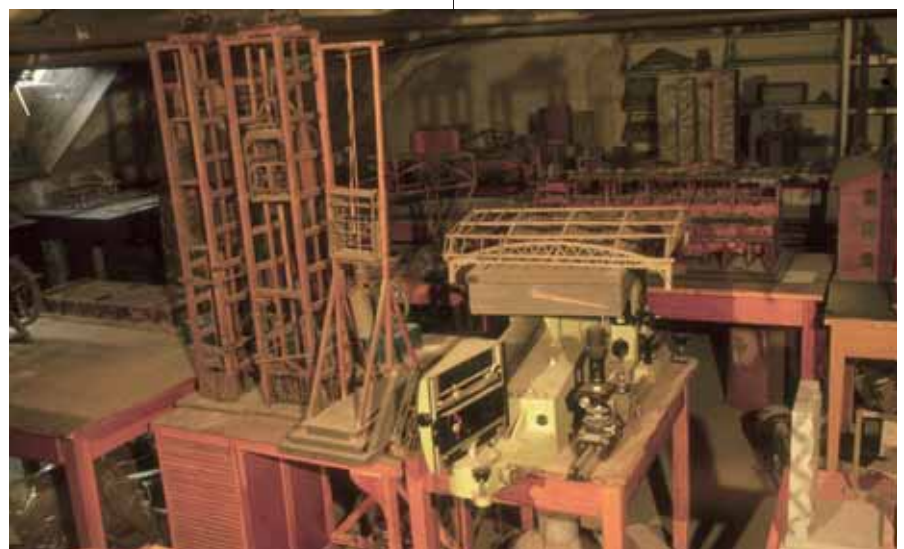
Wenig bekannt war 1985 über ungenutzte, aber noch vorhandene Lehrsammlungen. Diese Bestände waren zwar nicht verlustfrei, doch glücklicherweise vielfach ohne größere Schäden erhalten. Quellstudium, Nachfragen bei älteren Mitarbeitern und nicht zuletzt durch gezieltes Suchen in Kellern, auf Dachböden und anderen, wenig von Mitarbeitern frequentierten Räumen brachten Erfolg. Auf einem Dachboden fand sich ein angeblich zweitrangiges Gebläsemodell, das sich als ein zeitgenössisches Funktionsmodell einer Newcomen-Dampfmaschine von 1760 entpuppte. Das war schon sensationell. Eine Erfahrung reifte: Wenn sich in einer



Modell der Newcomen-Dampfmaschine im Findzustand (1986). Fotos (4): Frieder Jentsch

spermmüllähnlichen Anhäufung zwischen neueren auch wesentlich ältere Gegenstände befinden, ist ein Achtungszeichen zu setzen. Letztere überstanden oft Entwürfelungsaktionen als Zeitzeugen für Phasen einer historischen Entwicklung, eben weil ein Erhaltungswille vorhanden war. Diesen Objekten besondere Sorgfalt entgegenzubringen, hat nicht selten zu Aha-Effekten geführt.

Die historische Modellsammlung mit ihren Teilsammlungen für Bergbau, Aufbereitung, Hüttenwesen, Bauwesen u.a. war längst zu einem Hauptfeld der Arbeit geworden. 1985 belief sich der geschätzte Modellbestand bereits auf zwei- bis dreihundert Stück. Abgesehen von wenigen bereits zur Gestaltung des Traditionskabinettes restaurierten Stücken war der Zustand der Sammlung insgesamt sehr bedenklich, die Objekte verdreckt und defekt. Aber die Modelle waren erhalten und nicht wie anderswo über kurz oder lang entsorgt worden. Dass ihre Wiederherstellung viele Jahre und erhebliche Mittel in Anspruch nehmen würde, war unverkennbar. Dennoch waren zwanzig Jahre



Teil des Dachbodens Akademiestraße 6 mit aufgesammeltem Kulturgut





In historischen Vitrinen untergebracht: Der ehemalige „Physikalische Apparat“

später bereits ca. 500 Modelle registriert und größtenteils in einen ausstellungsfähigen Zustand gebracht.

Im Blick lagen auch andere technische Sammlungen. Nur die Gerätesammlung zum Markscheidewesen oder die Präparatesammlung von Clemens Alexander Winkler fanden in der Lehre noch Verwendung. Andere Bestände lagerten verwaist auf Dachböden und in Kellern. Selbst die III. Hochschulreform zu Beginn der 1970er Jahre hatte keine größeren Aussonderungen, wie an anderen Einrichtungen geschehen, nach sich gezogen. Aber an eine sofortige Bearbeitung der Funde nach Grundsätzen des Kulturgutschutzes war angesichts der personellen Situation keineswegs zu denken. Noch war eine systematische und kontinuierliche Arbeit nicht möglich, Probleme wurden nach Dringlichkeit gelöst, vieles nur im Kopf gespeichert und lediglich der Schutz der Objekte realisiert. Stellvertretend für Tausende aufgefundene Objekte soll hier das maßstabsgerechte Modell eines kompletten Betonplattenwerkes der DDR genannt sein. Nahezu spektakuläre Rettungsaktionen erlebte die Sammlung von Tagebaugroßgeräten, deren Hauptteil gegenwärtig als Leihgabe im Bergbaumuseum Knappenrode ausgestellt ist.

Aus permanent bestehendem Platzmangel heraus entstand auf Dachböden im Hauptgebäude Akademiestraße 6 nach und nach ein begehrtes „Raritäten“-Kabinetts. Zunächst nur für Fachkollegen zugänglich, konnte es bald auch von der Öffentlichkeit besichtigt werden, so zu einem „Freiberger Gespräch“ oder zum „Tag des offenen Denkmals“. Die Romantik des Nichtalltäglichen hatte über museale Gepflogenheiten gesiegt. Gewissermaßen

aus dem Dreck geborgen, gereinigt und auf dem Dachboden untergebracht wurden auch die Reste des „Physikalischen Apparates.“ Um zu verhindern, dass der sogenannte „Elstereffekt“ eintritt, wie wir scherzhaft das Interesse an messingglänzenden Gegenständen nannten, haben wir die Umsetzung in aller Stille vorgenommen.

Nicht unerwähnt sollen Rettungsaktionen zu Beginn der 1990er Jahre bleiben, bei der die Bergakademie Modelle und andere bewahrenswerte Sachzeugen von ehemaligen Betrieben der DDR übernahm. Als Ergebnis dieser Aktion liegt ein umfangreicher Bestand von etwa 150 Modellen, Proben und Mustern aus dem BHK Freiberg, der SDAG Wismut und anderen Großbetrieben und dazu ein denkwürdiger Briefwechsel vor. Nach 1990 hatten sich die Möglichkeiten in der Sammlungsarbeit verbessert. Über Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen wurde nun eine zeitaufwendige Erschließung der Sammlungen systematisch und rechnergestützt in Angriff genommen, und unter Anleitung des zwischenzeitlich in die Kustodie nachgerückten Restaurators Michael Klemm versetzten ABM-Kräfte einen Großteil des Bestandes wieder in vorzeigbaren Zustand.

### Ausstellungen als Lehrmittel

Der Grundsatz Erfassen-Bewahren-Präsentieren war stets Leitmotiv der Kustodie. Zuerst stand 1985 die Präsentation der Sammlung für Bergbaukunde (Treptow-Sammlung) auf der Empore des neu entstandenen Senatssaals. Die einzigartigen Sachzeugen des Bergbaus aus über einem Jahrtausend Bergbaugeschichte waren schon nahezu vergessen. Konzeptionelle



Technische Modelle im Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden (1999)

Vorarbeit hatte Dr. Rainer Sennewald, Leiter des Historischen Kabinetts, geleistet. Nun konnten bei Führungen viele methodische Erfahrungen gesammelt oder wiederbelebt werden, gerade junge Menschen an die Probleme im Umgang mit historischer Technik heranzuführen.

Die etwa 300 Stücke der Weisbachsammlung (nach Julius Ludwig Weisbach), waren noch in Kisten verpackt und wurden jährlich auf Vollständigkeit überprüft. Von der Kustodie ging die Empfehlung aus, die Objekte auch zu zeigen, um Vorgänge demonstrieren zu können. Prof. Gert Grabow nahm sich des Problems an und fand zugleich die originalen Vitrinenschränke dazu. Eine Hörsaalgarderobe wurde zum Sammlungsdomizil. Das Direktorat Technik unter Leitung von Dr. Harald Kohlstock unterstützte wie so oft mit sicherer Hand.

Ein Markstein der Ausstellungstätigkeit wurde die von Professor Helmuth Albrecht initiierte Sonderschau zur Thematik „Erfassen-Erschließen-Präsentieren“ im Sonderausstellungsraum des Historischen Kabinetts. Erstmals wurde mit einer Exposition der Versuch unternommen, auf die Verpflichtung der Hochschule zur Bewahrung ihrer wertvollen Hinterlassenschaft aufmerksam zu machen.

Die Ausstellung „Instrumente und Modelle aus den Sammlungen der TU Bergakademie“ 1999 im Mathematisch-Physikalischen Salon Dresden war Werbung und Höhepunkt zugleich. Gezeigt wurden attraktive Technikmodelle, Gerätschaften zur Mineralbestimmung und zur Lötrohrprobierkunde, die nicht zuletzt ein beachtenswertes Stück sächsischer Wissenschaftsgeschichte darstellen.

Am Ende des hier betrachteten Zeit-

raums standen 2005 als Höhepunkt die „Deutsch-russischen Tage“ unter der Regie von Magnifizienz Professor Georg Unland. Die Kustodie war mit drei Ausstellungen einbezogen: „V. M. Lomonossow“, „Bilder der Rekonstruktion des bergakademischen Hauptgebäudes“ und einer aufwändigen Modellausstellung.

Insgesamt war die Kustodie an über 100 teils renommierten Ausstellungsprojekten sowohl konzeptionell als auch mit der Bereitstellung von bergakademischen Exponaten im In- und Ausland beteiligt. Über eineinhalb Tausend Ausleihen mit einem Versicherungswert von über fünf Millionen Euro wurden realisiert. Hervorgehoben werden soll das Interesse des amerikanischen Kontinents für Alexander von Humboldt, wobei Exponate der Bergakademie in Ausstellungen nach Quito, Caracas und Mexico-Stadt ausgeliehen wurden. Dies ist nicht nur eine Bilanz, sondern auch ein Ausdruck dafür, welche Wertschätzung das bergakademische Kulturgut außerhalb der Universität genießt.

### Unentbehrliche Helfer

Obwohl eine personelle Erweiterung der Kustodie seit ihrem Bestehen nie greifbare Realität wurde, konnte der Betrieb über Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen durch großzügiges Entgegenkommen der Universität und insbesondere des Dezernats Technik, des Arbeitsamtes, der Gesellschaft für Strukturentwicklung und Qualifizierung Freiberg (GSQ) und des Umwelt- und Technologiezentrums Freiberg (UTF) mit Erfolg lebensfähig gehalten werden. Ungeachtet der sozialen Komponente dieser Tätigkeiten wurden so in eineinhalb Jahrzehnten mehr als 40 Arbeitsjahre abgeleistet. Die Aufgabenvielfalt der Kustodie bot Spielraum und Arbeitsplatz für Na-



Modelle auf historischem Aula-Tisch zu den Deutsch-russischen Tagen 2005. Foto: Frieder Jentsch

turwissenschaftler, Techniker, Handwerker und Produktionsarbeiter. Computerarbeit zur Datenerfassung war Bedingung, für manchen erstmalig. Es entstanden Datenbanken mit mehr als 10.000 Positionen, letztendlich unerlässlich für spezielle Recherchen und die Abwicklung des Leihverkehrs.

### Wir ziehen um

Großzügige Baumaßnahmen erforderten wiederholt umfangreiche Umzüge der im Verantwortungsbereich der Kustodie befindlichen Sammlungen. Dies betraf nicht nur bereits öffentlich zugängliche, sondern auch solche, die noch auf ihre Erschließung warteten. Was über Jahre hinweg recht und schlecht im Historischen Kabinett, im Senatssaal und nicht zuletzt auf den Dachböden des bergakademischen Stammgebäudes gewachsen war, musste mit einem Umfang von einigen

zehn großen LKW-Ladungen umgelagert werden. Unterstützung leisteten Kräfte der Hochschule und ABM und die im Kulturguttransport erfahrene Firma Schenker mit ihrer Spezialtechnik. Dass bei diesen Aktionen keine nennenswerten Schäden auftraten, ist der Umsicht aller Beteiligten zu verdanken. Eigentlich haben die Umzüge und die Einrichtung immer neuer Räumlichkeiten die Hauptkraft der Kustodie über zwei Jahrzehnte gefordert. Der derzeitige Restaurator Volker Schramm hätte allerdings liebend gern mehr an den Modellen gearbeitet.

Immerhin kann aber vermeldet werden: Der wesentliche Teil der bergakademischen Sammlungen wurde der Universität wieder nutzungsfähig in die Hand gegeben. Ohne Zweifel ist es der Wunsch aller Mitstreiter: Möge die Universität ihre Schätze immer fest in der Hand behalten!

■ Frieder Jentsch

## Karl Kegel Universal- gelehrter der Montanwissen- schaften Zum 50. Todestag

Vor 50 Jahren, am 5. März 1959, starb mit Professor Karl Kegel der letzte „Polyhistor der Montanwissenschaften“, wie ihn Wissenschaftler und Weggefährten der TU Bergakademie nannten. Der hervorragende Technikwissenschaftler gehörte noch zu jener Generation, der es vergönnt war, das Wissensgebiet Bergbau mit der Gewinnung und Veredlung von Bodenschätzen in seiner ganzen Vielseitigkeit zu überschauen. Für seine großen Verdienste wählte ihn die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin als ersten Bergwissenschaftler in ihre Reihen.

1876 in Magdeburg geboren, erlernte Karl Kegel das bergmännische Handwerk



Die Bronzestatue von Karl Kegel schuf der Dresdener Bildhauer Wilhelm Landgraf. Das Kunstwerk befindet sich im Treppenaufgang des Karl-Kegel-Baus der TU Bergakademie. Foto: Waltraud Rabich

von Grund auf im Mansfelder Kupferschieferbergbau und arbeitete in verschiedenen Bergbaubetrieben. Von 1901 bis 1904 studierte er an der Bergakademie Berlin und wirkte als Diplom-Bergingenieur von 1906 zwölf Jahre als Lehrer an der Bergschule in Bochum. 1918 folgte er dem Ruf als ordentlicher Professor auf den damals neu gegründeten Lehrstuhl für Bergbau und Bergwirtschaft an die Bergakademie Freiberg. Hier hielt er Vorlesungen über Braunkohlenbergbau, Brikettieren, Bergwirtschaftslehre, Tiefbohrkunde, Schacht- abteufen und Kokereikunde.

Am 3. Juli 1924 wurde in Freiberg das Staatliche Institut für Braunkohlenforschung eingeweiht. Das Bauwerk entstand auf dem heutigen Campus, Leipziger Straße, Ecke Agricolastraße. Zum Direktor der Bergtechnischen Abteilung berief man Karl Kegel, der in Personalunion die Braunkohlenforschung und -lehre leitete. Er baute hier das weltweit erste Institut und Laboratorium für Brikettierung auf. Im Mai 1953 erhielt der Gebäudekomplex in Würdigung seiner Verdienste den Namen „Karl-Kegel-Bau“.

1941 wurde Prof. Kegel emeritiert, übernahm aber 1945 sofort wieder sein verwaistes Institut und hielt bis 1950 Vorlesungen. Kegel hinterließ der Fach-

welt fünf Bücher, ein immenser Wissensschatz, den Generationen von Bergleuten nutzten. Dazu zählen unter anderen das Lehrbuch für „Bergmännische Wasserwirtschaft“, das „Lehrbuch der Bergwirtschaft“ und das „Handbuch der Braunkohlenbrikettierung“. Auch als Industrierberater genoss Karl Kegel einen exzellenten Ruf im In- und Ausland. Er unterstützte beispielsweise die Erschließung bulgarischer und griechischer Braunkohlenvorkommen und untersuchte eine Vielzahl sowjetischer Kohlen auf ihre Brikettierbarkeit.

Der Forscher und Lehrer von Welt-ruf hat sich unvergängliche Verdienste um die Entwicklung des deutschen und internationalen Braunkohlenbergbaus erworben. Ebenso bedeutend waren seine Arbeiten auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft und der Gebirgsmechanik. Für seine Forschungsleistungen erhielt er zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen. 1949 verlieh ihm die DDR den Nationalpreis und in diesem Jahr wurde er Ehrenbürger Freibergs. Von der Rheinisch-Westfälischen TH Aachen erhielt er 1952 die Ehrendoktorwürde. 1956 wurde er Ehrensenator der Bergakademie und als „Hervorragender Wissenschaftler des Volkes“ geehrt. Karl Kegel verstarb am 5. März 1959 in Freiberg. An dem Wohn-



Von der Freiburger Künstlerin Böhme-Burkhardt stammt das Gemälde von Karl Kegel. Wahrscheinlich entstand es 1956 anlässlich seines 80. Geburtstages. Foto: Waltraud Rabich

haus in der Brauereistraße 1 erinnert eine Gedenktafel an ihn. Eine Straße am Freiburger Wasserberg trägt seinen Namen. Sein Grab befindet sich auf dem Donatsfriedhof.

■ Christel-Maria Höppner

## Ernö Buda: Polyhistor und Doyen der ungarischen Erdölindustrie

Ernö (Ernst) Buda (Breuer) wurde, als zweiter Sohn des ehemaligen Bergwerkdirektors in Brennbergbánya György Breuer (1873–1955, auch Ornithologe), am 23. Juni 1921 in Brennberg geboren. ZU dieser Bergmannssiedlung hielt er bis zu seinem Lebensende Kontakt. Seine Familie ist seit dem 16. Jahrhundert eng mit dem Bergbau verbunden. Sein Großvater war Student an der Montanakademie in Schemnitz (Selmechánya, Banská Stiavnica) und die älteste Akademie der Welt. Die Akademie wurde im Jahr 1762 per Gesetz von Kaiserin Maria Theresia gegründet. Diese Akademie war weltberühmt und spielte eine herausragende Rolle in der Ausbildung von Bergbauingenieuren. Hierher strömten die Studenten aus der ganzen Welt. Nach dem ersten Weltkrieg 1919/1920 flüchtete die Universität mitsamt den Professoren und Studenten in das nach dem Krieg übriggebliebene Ungarn. Erst wurden sie in Miskolc abgewiesen, dann fanden sie eine neue Heimat in der westungarischen Stadt Sopron (Ödendurg).

Nach der Grundschule besuchte Buda das ehrwürdige evangelische Lyzeum A.B. in Ödenburg (Sopron). Das als tolerant geltende Lyzeum in Westungarn besteht seit dem Jahr 1557. Zahlreiche Schüler des Lyzeums spielten in der jüngsten Zeit nach dem ersten Weltkrieg in den neu entstandenen Staaten führende Rollen in Kultur und Wirtschaft. „Onkel“ Ernő („Öcsi bácsi“) erzählte in zahlreichen Veranstaltungen in ganz Europa: „Das evangelische Lyzeum hat mich in jeder Hinsicht mit sei-

nen herausragenden Lehrern geprägt“. Oft erwähnte er die in Ödenburg ansässige Lehrerdynastie, Familie Pröhle.

Zwischen 1939-1943 war Ernő Buda Student an der Montanakademie in Ödenburg (Fakultät Bergbau der Technischen Universität Budapest). Diese ist die rechtliche Nachfolgerin der Montanakademie in Schemnitz (Selmechánya, Banská Stiavnica) und die älteste Akademie der Welt. Die Akademie wurde im Jahr 1762 per Gesetz von Kaiserin Maria Theresia gegründet. Diese Akademie war weltberühmt und spielte eine herausragende Rolle in der Ausbildung von Bergbauingenieuren. Hierher strömten die Studenten aus der ganzen Welt. Nach dem ersten Weltkrieg 1919/1920 flüchtete die Universität mitsamt den Professoren und Studenten in das nach dem Krieg übriggebliebene Ungarn. Erst wurden sie in Miskolc abgewiesen, dann fanden sie eine neue Heimat in der westungarischen Stadt Sopron (Ödendurg).

1943 bekam Buda sein Diplom für Bergbau. Er fing als Ingenieur für Bohrer-

technik in Nagykanizsa in den gerade entdeckten Erdöl- und Erdgasfeldern im Komitat Zala an zu arbeiten.

Als technischer Sekretär des Direktorates musste er zahlreiche schwierige Situationen lösen. Die Lage war besonders Ende 1944 kritisch: neben der ungarischen Armee waren auch die deutschen Truppen anwesend, die alles durch die Heeresgruppe Süd (General Toppe) kontrollierten. Das deutsche Vorhaben, alle Anlagen abzumontieren, um die Produktion in den Ölanlagen einzudämmen, wurde durch die ungarischen Ingenieure und die Belegschaft sabotiert.

Ende 1944 wurden seine Eltern durch die ungarischen Pfeilkreuzler in Brennberg in Wahrheit genommen. Er und sein Bruder (György „Pubi“ später Mahler in Wien) wurden auch gesucht. Man hatte ihn mit seiner jungen Familie nach Fürsteneck bei Passau in Bayern geschickt, um dort das abtransportierte Eigentum und die Geräte der ungarischen Ölindustrie in einem Gesamtlager zu schützen und zu verwalten.

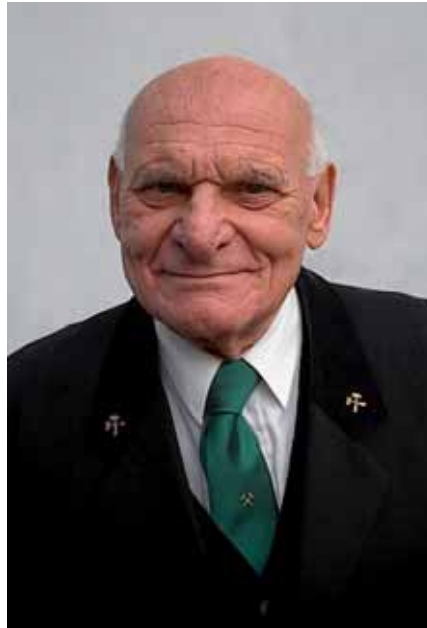
Buda gelang es, einen Teil des Eigentums aufzubewahren und zu schützen, um es 1948 mit 32 Waggons nach Ungarn zurückzutransportieren. So wenig blieb nach drei Jahren von den einst 500 Waggons übrig. Nach dem Übertritt der Landesgrenze wurde er in Ungarn sofort in Wahrhaft genommen und als westlicher Spion in die Festung Komárom eingeliefert. Durch Interventionen seines Chefs kam er frei, wurde rehabilitiert und bekam seinen alten Posten in Nagykanizsa zurück.

In den 1950er Jahren war Buda Hochschullehrer und einer der Verantwortlichen für die Umschulung und Ausbildung der neuen Führungselite der staatlichen ungarischen Ölindustrie.

Durch die Räubermentalität der Sowjets mussten im Becken Zala zahlreiche Bohranlagen geschlossen werden. Es fand eine planlose Demontage von Förder- und Bohranlagen statt. Buda wurde 1954 beauftragt, die neuen Ölfelder in der ungarischen Tiefebene instand zu setzen, die bewährte Bohrtechnik aus Dunántúl (Pannonia) zu etablieren und durch neue Methoden zu erweitern.

Während der ungarischen Revolution im Oktober 1956 stellte Buda in eigener Verantwortung die Bohrungen und die Arbeit in den Ölfeldern generell ein, da es an Arbeitern fehlte und der Boden gefroren war. Diese Tat wurde nach der brutalen Niederschlagung des Aufstands durch die Sowjets als Sabotage-Aktion ausgelegt. 1957 wurde er zum Tode durch den Strang verurteilt. Er verbrachte 6 Wochen lang in der Todeszelle. Seine Hinrichtung wurde ihm mehrmals vorgespielt, er hörte die Schüsse des Todeskommandos. 24 Stunden am Tag brannte eine Lampe in seiner Zelle, er wurde gefoltert und musste in Froschhaltung mehrere Stunden beide Hände hochhalten. Auf Befehl musste er manchmal seine Mitgefangenen mit einer Stange schlagen. Nach einem Jahr unter unmenschlichsten Bedingungen verbrachte er einige Zeit im Zuchthaus. Er wurde am 25. Januar 1958 entlassen, am gleichen Tag wieder in Wahrhaft genommen und schließlich in ein Arbeitslager in Tököl bei Budapest eingewiesen. Im Mai 1959 kam er frei und wurde in einem Zwangswohnort in Celldömölk bei der ungarischen Eisenbahn als Hilfsarbeiter beschäftigt. Während seines Aufenthalts im Internierungslager wirkte er bei der Stilllegung von mehreren Erdgas-, und Erdöl-ausbrüchen in Ungarn erfolgreich mit.

Endlich, ab 1959, durfte Buda sein



Ernö Buda in Bergmannsuniform

Wissen wieder in der Erdölindustrie einsetzen. Er stand aber bis 1964 weiter unter Aufsicht der Polizei.

Ständig suchte er nach neuen, auch in Ungarn einsetzbaren Methoden, wobei ihm seine Sprachkenntnisse beim Studium der internationalen Literatur maßgeblich geholfen haben. Er hat zahlreiche neue Methoden eingeführt, die die Förderkapazität von Öl- und Gassonden erhöht haben, so die hydraulische Rissbildung und Erosionsperforation. Buda wurde später Sicherheitsbeauftragter, unter anderem verantwortlich für die Erstreckung von ausgebrochenen Erdöl-, und Erdgasbohrungen. Man kürte ihn zum „Red Adair“ des Ostens und seine Erfahrung war in der ganzen Welt gefragt: z. B. bei der Sanierung zahlreicher Öl- und Gasausbrüche mit, darunter in Kuwait und in Irak. Diese Tätigkeit hat ihm einen neuen Lebensinhalt gegeben.

1978 wurde er zum verantwortlichen Leiter der Sicherheitsabteilung und der Rettungsmannschaft bestellt. 1984 wurde er pensioniert; für ihn war die Zeit gekommen, neue Pläne zu schmieden: Er stellte seine Sprach- und Fachkenntnisse der gesamten ungarischen Öl- und Erdgasindustrie zur Verfügung.

Buda war auch ein begeisterter Lehrer. In den 1960er und 70er Jahren war er Lehrbeauftragter an der Technischen Universität Miskolc und hielt an der Bergakademie Freiberg Vorlesungen für Tiefbohrtechnik. Er war ein populärer und unter den Studenten beliebter Lehrer. Als 75-Jähriger lernte Buda auch noch, mit dem Computer umzugehen.

Seinen Lebensabend verbrachte er mit der Arbeit an seinen Memoiren. In den letzten Jahren fuhr er regelmäßig zum Tag der Bergleute nach Brennbach. Er nahm sich die Zeit, seine Sammlungen nach neuen Gesichtspunkten mit dem Computer zu sortieren. Buda war in den letzten Jahren mit der Bergbau-Gewerkschaft in Zypern, mehrmals in Österreich und in Deutschland. Er nahm Abschied von Schemnitz, von zahlreichen Ortschaften in Siebenbürgen, Brennbach und von seinen noch lebenden Kommilitonen. In zahlreichen Veranstaltungen trug er sehr stolz seine Bergmannsuniform und sang die Bergmannshymne, eine Strophe auf Deutsch und eine Strophe auf Ungarisch. Die Stadt Nagykanizsa und das Komitat Zala ernannten ihn zum Ehrenbürger, er wurde zum Ehrenmitglied in zahlreichen Fachgesellschaften gemacht. Ernő Buda erhielt zahlreiche Auszeichnungen, wie z. B. die Lőránd Eötvös-Gedenkmedaille.

Nie klagte er über seine Zurücksetzung. Den Menschen, die ihm Schaden zugefügt hatten, hatte er längst verziehen.

In der letzten Zeit sortierte er seine große Sammlung über den Bergbau im historischen Ungarn. Am 7. Februar 2005 war er fertig, rief mich an und sagte: „Lieber Josef, ich bin glücklich, Gott sei Dank, dass ich auch diese Aufgabe geschafft habe!“ Er schmiedete bereits neue Pläne für einen Vortrag in Wietze, dem deutschen Erdölzentrum. Sein Vortrag wurde so angekündigt: „Vortrag von Ernő Buda, Ungarn: der Red Adair des Ostens berichtet. Bekämpfung von Erdöl- und Erdgasausbrüchen in Ungarn von 1909 bis zum „Big Wind“ 1991“. Er kam nicht mehr dazu den Vortrag zu halten. Am 8. Februar 2005 schlief er in den Mittagstunden friedlich zu Hause in seinem Lieblingsstuhl ein.

Unter traditionellen Bergmannsklängen der sogenannten Klopferin/Kopogató/Klopacka (der Brauch stammt aus Schemnitz) wurde er in Nagykanizsa auf dem Friedhof zu Grabe getragen. Kollegen aus dem gesamten Land nahmen im Rahmen eines traditionellen Fachabends von ihm Abschied (eine 250-jährige Tradition der Fachschaft der Bergbauingenieure aus Schemnitz (Selmechánya, Banská Stiavnica).

Ernö Buda sagte anlässlich der Feier zu seinem 80. Geburtstag: *„Meine lieben Söhne, Ihr sollt das Fach „Bergbau“ lieben, Ihr sollt eure Arbeiter verehren, wie eure Chefs. Ihr sollt immer bescheiden bleiben, und seid bitte nicht hochnäsigt! Ihr sollt auch dann gute Freunde haben, wenn es*

*Euch einmal nicht gut geht. Ihr sollt lehren und ständig lernen. Das Fachwissen bekommt man nicht als Geschenk, und man kann es nicht kaufen, sondern es muss hart erarbeitet werden. Die Probleme lösen sich nicht von selbst. Was Ihr macht, solltet Ihr immer überdacht haben! Ihr werdet Rückschläge erleben, diese sollt ihr mit Fassung tragen, ausschlaggebend ist, wie oft ihr zum Ziel kommt, wie oft*

*Ihr moralisch jedesmal wieder aufstehen könnt! Ihr sollt unsere Bergmannstraditionen bewahren, Ihr sollt stolz darauf sein, dass ihr zur Fachschaft des Bergmannstandes gehört! Den Grundsatz dürft ihr nie vergessen: Einer für alle, einer arbeitet und lebt für alle. Das zweite Gebot aus der Bibel gehört zu unserem Bergmannstand. Ihr dürft es nicht vergessen, sondern sollt es verwirklichen. Ihr sollt an die Zukunft*

*glauben und alles dafür tun, eure Vorstellungen zu verwirklichen.“*

Am 9. September 2006 wurden ein Zimmer zu seiner Erinnerung in Bázakerettye mit Dokumenten für die ungarische Bergbaugeschichte eingeweiht und seine Büste in der Galerie auf dem Gelände des Museums der Ungarischen Ölindustrie in Zalaegerszeg feierlich enthüllt.

■ Josef Makovitzky

## 260. Geburtstag Abraham Gottlob Werners

**Abraham Gottlob Werner lehrte über 40 Jahre an der alma mater Freibergensis und begründete den internationalen Ruf dieser weltberühmten Technischen Universität im hohen Maße mit. Seine wissenschaftlichen Leistungen liegen in theoretischer und praktischer Hinsicht vor allem auf den Gebieten der Geologie, Mineralogie, Bergbaukunde und Eisenhüttenkunde.**

Werner wurde am 25. September 1749 zu Wehrau am Queiß in der Oberlausitz geboren. Nach seinem Schulabschluss in Bunzlau wurde er 1764 als Hüttschreiber und Assistent seines Vaters, Abraham David Werner, angestellt. Früh schon bekundete er seine große Liebe für Mineralien und Gesteine. Das veranlasste ihn, sich im Jahre 1769 als Studierender an der neu gegründeten Bergakademie Freiberg einschreiben zu lassen, wo er vor allem Mineralogie bei Professor Lommer hörte. Mit Interesse betrieb er auch seine anderen Studien und praktischen Arbeiten im Bergbau. Hier legte er bereits den Grundstein für seine später so berühmt gewordene Mineraliensammlung. 1771 ging er an die Universität Leipzig, wo er bis 1774 Vorlesungen über Rechtswissenschaften, Philosophie, neuere Sprachen, vor allem aber über Mineralogie, hörte.

Schon als Bergstudent hatte Werner die Aufmerksamkeit des Kurators der Bergakademie Freiberg, des Berghauptmanns Pabst von Ohain auf sich gezogen, der ihm bereits damals eine Anstellung im „Sächsischen Bergwerksdienste“ in Aussicht gestellt hat. 1775 berief er ihn mit 26 Jahren als Inspektor und Lehrer für Mineralogie und Bergbaukunde an die Hochschule. In seiner 42-jährigen Tätigkeit hat Werner als Lehrer und Wissenschaftler der Bergakademie zu Weltruhm verholfen. Er ist ihr auch trotz mehrfacher verlockender Berufungen treu geblieben.

Werners umfassende Kenntnisse auf

allen möglichen Gebieten der Wissenschaft, sein Talent für Sprachen, seine große Belesenheit, sein vorzügliches Gedächtnis und eine lebhaft Phantasie befähigten ihn, seine Vorlesungen lebendig zu gestalten. Zahlreich sind seine Schüler, die nach ihm berühmt geworden sind. Um nur einige zu nennen: Graf Friedrich August Leopold von Beust, Friedrich August Breithaupt, Johann Karl Freiesleben, Freiherr von Hardenberg (Novalis), Freiherr Wolfgang von Herder, Alexander von Humboldt, Theodor Körner, Ferdinand Reich, F. Mohs, E. F. von Schlotheim. Die Studenten, die bei Werner Vorlesungen hörten, kamen nicht nur aus den deutschen Bundesländern, sondern gleichwohl auch aus den USA, Brasilien, Asien und vor allem Europa. Vielfältig sind die Ehrungen, die Werner zu Lebzeiten und nach dem Tode zuteil wurden. Er war Mitglied oder Ehrenmitglied von etwa 20 wissenschaftlichen Gesellschaften und Akademien im In- und Ausland.

Am 30. Juni 1817 schloss Werner seine Augen im Gasthaus zum „Goldenen Engel“ in Dresden, Wilsdruffer Straße. Seine

Bestattung erfolgte auf Königlichen Befehl mit allen würdigen Auszeichnungen auf Staatskosten. 1851 wurde für Werner im Albert-Park zu Freiberg ein von Professor Johann Eduard Heuchler entworfenes Denkmal errichtet. Die Mineralogische Gesellschaft zu Dresden setzte ihm 1848 ein Denkmal neben dem Annenfriedhof in Löbtau und benannte die eine Straße in Löbtau nach ihm. Eine von Werners Schwester gestiftete Gedenktafel befindet sich an der Außenmauer des Freiburger Doms im so genannten „Grünen Friedhof“.

Der wissenschaftliche Nachlass Abraham Gottlob Werners wird an der TU Bergakademie Freiberg aufbewahrt. Im Institut für Mineralogie und Geologie sind die Wernerschen naturhistorischen Sammlungen Teil der dortigen Geowissenschaftlichen Sammlungen. Im Wissenschaftlichen Altbestand der Universitätsbibliothek Freiberg sind Werners handschriftlicher Nachlass, seine Privatbibliothek, seine Riss- und Kartensammlung sowie seine Münzsammlung zugänglich. Ein Gebäudekomplex am Campus der TU Bergakademie Freiberg trägt seinen Namen. Werner blieb unverheiratet und hatte keine Nachkommen.

■ Gerd Grabow



Das Werner-Denkmal in Freiberg. Foto: Jens Meister

## Johann Friedrich Wilhelm v. Charpentier 1738 – 1805

Er wurde am 24. Juni 1738 in Dresden geboren und studierte an der Universität Leipzig die Rechte und Mathematik. Bei Gründung der Bergakademie Freiberg wurde er als Professor für Mathematik und Zeichenkunst berufen, wobei er aber gleichzeitig Vorlesungen über Bergbauwissenschaften hörte. Er las über Mechanische Wissenschaften, seit 1769 über Physik und 1779 ein Kolleg über die Lehre vom Wetterzuge und die im Zusammenhang stehenden Bergwerksmaschinen. 1783 wurde er Bergkommissionsrat und Oberbergamtsmitglied. 1794 wurde Charpentier Direktor des Alaunwerkes Schwemsal und 1785 erfolgte bereits seine Berufung zum Bergrat. Auf einer Reise nach Ungarn lernte er das neue Amalgamierverfahren auf

kaltem Wege kennen und führte es dann in Freiberg ein. Die Erbauung des berühmt gewordenen Amalgierwerkes in Halsbrücke erfolgte 1787 bis 1791. Im Jahre 1800 wurde er Vizeberghauptmann und 1802 wirklicher Berghauptmann. Große Verdienste erwarb sich Charpentier durch die wissenschaftlich und praxisbezogenen Untersuchungen des Bergbaus und die Förderung geognostischer Untersuchung des Landes Sachsen. In seinen veröffentlichten Werken ist er sehr vorsichtig und bescheiden in Bezug auf eigene Ansichten, sehr im Gegensatz zu dem jungen, viel bestimmter auftretenden Abraham Gottlieb Werner.

Sein Haus Burgstraße 9 war ein Konsultationspunkt der ersten Kreise Freibergs. Er hatte freundschaftliche Verbindungen zu Johann Wolfgang von Goethe und war dessen Berater beim Betrieb der Bergwerke in Ilmenau. Charpentier starb am 27. Juli 1805.

■ Gerd Grabow



Repro: TU Bergakademie Freiberg

## Hermann Undeutsch 1844–1912

Hermann Undeutsch wurde am 11. August 1844 zu Kahla in Thüringen geboren. Er erhielt seine wissenschaftliche Ausbildung am damaligen Polytechnikum in Dresden. Am 1. April 1874 wurde er auf Veranlassung des damaligen Direktors der Bergakademie Freiberg, Zeuner, als sein Nachfolger auf den Lehrstuhl für Mechanik und Maschinenlehre nach Freiberg berufen, welchen er für fast vier Jahrzehnte besetzte. Undeutsch hatte vorher als Organisator einer technischen Mittelschule in Hagen in Westfalen große Anerkennung gefunden und war auch mit Erfolg in einer Vielzahl von verantwortlichen Funktionen in der Praxis tätig. Neben seiner Lehrtätigkeit wandte er sich, vor allem in späteren Jahren, auch wissenschaftlichen Untersuchungen zu, welche zum Inhalt hatten, die Sicherheit der Mannschaftsfahrung auf Gruben zu erhöhen und die seinen Namen in der Fachwelt weiterhin bekannt gemacht haben. Die „Undeutsch'sche“ bremsende Fangvorrichtung für bergmännische Fördergestelle, die von vielen Behörden und bergmännischen Gesellschaften als segensreicher Fortschritt anerkannt worden ist, bildete das praktische Hauptergebnis seiner Arbeiten, die er mit vielen Schwierigkeiten und mit großen persönlichen finanziellen Opfern durchgeführt hat. Die von Julius Weisbach noch vertretene Fächerkombination Angewandte Mathematik und Bergmaschinenlehre wurde zugunsten Zeuners aufgegeben, der einen Lehrstuhl für Mechanik und Bergmaschinenlehre erhielt.

Ende September 1910 musste Undeutsch aus Gesundheitsgründen in den Ruhestand treten, den er nicht lange genießen konnte. Am 18. Januar 1912 ist er in seinem 68. Lebensjahr verstorben.

■ Gerd Grabow

## Paul Wilhelm Ludwig Roch (1852 – 1925)



Repro: TU Bergakademie Freiberg

Paul Wilhelm Ludwig Roch wurde bekannt durch seine weitreichenden Bauprojekte im Bergbau und Hüttenwesen. Roch, geboren am 10. Februar 1852, besuchte das moderne Gesamtgymnasium in Leipzig, arbeitete praktisch im Schlosserhandwerk und studierte ab 1870 am Polytechnikum in Dresden Maschinenbau. 1875 trat er als Techniker bei der Maschinenhauptverwaltung der sächsischen Staatseisenbahnen in Chemnitz ein. 1879 bestand er das gro-

ße Staatsexamen in Dresden und erhielt das Diplom als geprüfter Zivilingenieur. Am 1. September 1881 wurde Roch als Maschinenmeister beim Freiburger Bergrevier angestellt und 1884 zum Kunstmeister ernannt. Ab 1. Oktober 1890 übernahm er an der Bergakademie Freiberg nebenamtlich den Unterricht in Baukonstruktionslehre und im Entwerfen von Berg- und Hüttengebäuden. 1897 erhielt er, inzwischen Oberbergrat, die Stellung eines Beirats in Bau- und Maschinenangelegenheiten beim Bergamt Freiberg. 1908 wurde ihm der Titel Oberkunstmeister verliehen. Nachdem er am 1901 an der Bergakademie Freiberg zum ordentlichen Professor für Baukunde ernannt worden war, wurden ihm 1906 die praktischen Übungen zur Maschinenlehre als Unterrichtsgegenstand übertragen. Schriftstellerisch hat er sich verschiedentlich betätigt, besonders bekannt ist sein Lehrbuch „Baukunde für Berg- und Hüttenleute“. Seine Verdienste wurden durch die Verleihung des Albrechtsordens 1. Klasse anerkannt.

Roch war eine einfache, schlichte, lebensbejahende Natur von gütigem und zuvorkommenden Wesen gegen alt und jung, ein Freund und stets gern gesehener Teilnehmer an fröhlicher Gesellschaft, die er oft durch seinen gesunden, treffenden und nie verletzenden Humor erfreute. Nach langjährigem Leiden ist Roch am 30. Juli 1925 in Freiberg verstorben.

■ Gerd Grabow

## 100. Geburtstag des Geophysikers Professor Wolfgang Buchheim

Am 18. Oktober 1909 in Leipzig geboren, besuchte Franz Wolfgang Buchheim regulär ab 1916 die Bürgerschule und wechselte anschließend auf das örtliche Realgymnasium, wo er 1929 die Reifeprüfung ablegte. Sein Studium der Mathematik und Physik absolvierte er in Leipzig und Göttingen. Zu seinen Professoren gehörten unter anderem Peter Debye, Werner Heisenberg und Gustav Hertz. 1935 promovierte er mit „Beeinflussung des Raman-Effekts von Flüssigkeiten durch zwischenmolekulare Wirkungen“ und arbeitete anschließend drei Jahre als Forschungsassistent von Herbert Arthur Stuart in Berlin. Danach trat er in die Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung GmbH Berlin ein. Dort befasste er sich mit geophysikalischen Untersuchungen zur Erschließung von Bodenschätzen. Im Oktober 1945 kam Buchheim schließlich nach Freiberg. Hier arbeitete er bis zum Dezember als wissenschaftlicher Assistent von Otto Meißer. 1946 erhielt Buchheim eine Stelle als wissenschaftlicher Assistent am Institut für angewandte Geophysik an der Bergakademie Freiberg. Das Habilitationsverfahren fand schließlich 1948 ordnungsgemäß statt. Noch vor Beendigung des Verfahrens erhielt er vom Sächsischen Ministerium für Volksbildung den Auftrag, Vorlesungen und Übungen in angewandter Geophysik zu halten. So übernahm Buchheim bereits 1946 einen Teil der praxisorientierten Vorlesungen von Meißer.

Im Mai 1949 bekam er die kommissarische Leitung des Institutes für angewandte Geophysik übertragen. 1950 fand das Berufungsverfahren zum Professor



Wolfgang Buchheim. Foto: privat

für Theoretische Physik und Geophysik statt. Im Zuge der Neuordnung des Geophysikstudiums übernahm Buchheim ab 1951 die Leitung des neu geschaffenen Institutes für Theoretische Physik und Geophysik. Ferner arbeitete er aktiv an der Ausarbeitung eines neuen Stundenplanes für das Geophysikstudium mit und bemühte sich, eine Erdzeitenmessstation als Forschungsstelle der Bergakademie einzurichten. Einen geeigneten Platz fand er in Berggießhübel im Hildebrandtstollen. An jenem Ort erfolgte von 1953 bis 1957 der Ausbau einer Forschungsstelle auf dem Gebiet der allgemeinen Physik der festen Erde. Derzeit betreut der ehemalige Buchheim-Student Reinhart Mittag die Station, die auch heute noch

Ausbildungsbestandteil für Geophysiker an der TU Bergakademie Freiberg ist. Neben dieser Forschungstätigkeit beschäftigte sich Buchheim hauptsächlich mit Fragestellungen der induzierten galvanischen Polarisation und mit der Physik der Thermalwässer. Auf Grund steigender Studentenzahlen und der Ausweitung des Geophysikstudiums schritt auch der Ausbau der geophysikalischen Institute in der Gustav-Zeuner-Straße 12, dem heutigen Otto-Meißer-Bau, voran. Bereits 1953 angedacht, erfolgte die Ausführung schließlich 1961 bis 1964. Buchheim war daran maßgeblich beteiligt. Eine besondere Anerkennung erfuhr Buchheim 1960 mit der Wahl zum ordentlichen Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina zu Halle und der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Im Zuge der Dritten Hochschulreform und der damit verbundenen Umstrukturierung leitete Buchheim fortan den Wissenschaftsbereich III für theoretische Physik und übernahm die Funktion des stellvertretenden Sektionsdirektors für Forschung. Letztgenannte Funktion hatte er bis 1972 inne. Nicht unerwähnt soll bleiben, dass er aufgrund seiner persönlichen Überzeugungen in zum Teil tiefgreifende Auseinandersetzungen mit der Hochschulleitung verwickelt war. Im Jahr seiner Emeritierung 1975 erfolgte die Ernennung zum Ordinarius. Auch nach der Emeritierung hielt Buchheim entsprechend seinen Möglichkeiten Vorlesungen und Seminare bis 1986. Wolfgang Buchheim verstarb im Alter von 85 Jahren, am 2. Januar 1995.

■ Katja Gregert

## „Eine Tafel mit 160 Gedecken, bitte!“

### Wie einst ein 50-jähriges Dienstjubiläum gefeiert wurde ...

Die Besonderheiten und Eigenheiten eines Dienstjubiläums in früherer Zeit können gewiss auch einmal heutzutage ans Licht gebracht werden. Bergmännische Ehrenfeste zu begehen, hatte in Freiberg schon Tradition. Im Jahre 1850 – am 25. September – feierte man zum Beispiel großzügig den 100. Geburtstag von Abraham Gottlob Werner, worüber noch umfangreiches Material im Archiv der Bergakademie zu finden ist. Auch hatte man den Tag – den 7. Juni 1851 –, als Friedrich Constantin Freiherr von Beust vom sächsi-

schen König Johann zum Oberberghauptmann berufen wurde, feierlich begangen. Doch übertroffen wurden diese Ehrenfeste von den Feierlichkeiten zum 50-jährigen Dienstjubiläum eines Mannes, dessen Tätigkeit und Verdienste an der Bergakademie Freiberg und der Stadt Freiberg selbst groß und auffällig waren, Oberbergrat Professor Dr. August Breithaupt.

Bevor wir den Blick auf die umfangreichen Ereignisse bei diesem Jubiläum werfen, sei ein kurzer Rückblick auf die verdienstvolle Tätigkeit August Breithaupts

gestattet. Nachdem August Breithaupt (1791 – 1873) seine Schulausbildung am Lyzeum in Saalfeld von 1802 bis 1809 genossen hatte, studierte er in Jena von 1809 bis 1811. Voller Begeisterung für die Naturwissenschaften und angezogen vom Namen Abraham Gottlob Werners, ging er Ostern 1811 an die Bergakademie Freiberg. In einem Zeitraum von zwei Jahren absolvierte er alle Lehrveranstaltungen an der Bergakademie und wurde bereits am 17. Juli 1813 zum Edelsteininspektor und Administrator der Mineralienniederlage

Freibergs an der Bergakademie, außerdem zum „Hilfslehrer“ ernannt und damit in den sächsischen Staatsdienst übernommen. Innerhalb von 50 Jahren erwarb er solch ein großes Ansehen, dass man schon von einem weltberühmten Wissenschaftler sprechen konnte.

Von 1815 bis 1870 verfasste er eine unglaublich große Anzahl von Veröffentlichungen – etwa 445 – und schrieb ein Buch (1849) über „Die Paragenesis der Mineralien“, das ihn berühmt machte. 1826 erhielt August Breithaupt schließlich die Professur für den Lehrstuhl für Mineralogie. Bis 1866, also vierzig Jahre lang, bildete er in der Folge Studenten aus. Er entdeckte und beschrieb über 40 neue Minerale, führte etwa 4.500 Dichtebestimmungen durch. August Breithaupt war Mitglied in 19 wissenschaftlichen Gesellschaften, so an den Akademien in München, Göttingen, Florenz und Madrid, außerdem von vielen Vereinen. So nimmt es nicht Wunder, dass ihm viele Ehrungen zuteil wurden. Die Universitäten Jena und Marburg verliehen ihm den Ehrendoktor. 1853 wurde er zum Bergrat ernannt, 1862 zum Oberbergrat. Interessant sind die Auszeichnungen mit einem Orden. 1850 erhielt er durch den sächsischen Finanzminister Behr im allerhöchsten Auftrag des Königs den „Sächsischen Verdienstorden“ und bezeichnete sich danach selbst (ab 1852) als „Ritter“ des königlich-sächsischen Verdienstordens. Weiterhin besaß er einen belgischen – den königlich-belgischen Leopoldorden –, zwei hohe russische und einen italienischen Orden. Zwei Orden sollten 1863 zu seinem Dienstjubiläum noch dazukommen.

Seine umfangreichen Verdienste rechtfertigen wohl, das 50-jährige Dienstjubiläum zu einem besonderen Festtag werden zu lassen. Die Feierlichkeiten dazu begannen schon vormittags in seiner Wohnung. Kollegen, Studenten, Einheimische, Freunde aus Nah und Fern kamen zu ihm, um ihn zu beglückwünschen. Kollegen und frühere Schüler überreichten ihm ein vom Kunsthistoriker und Architekten Professor Eduard Heuchler entworfenes trefflich ausgeführtes und mit unzähligen Fotografien versehenes Album. Von den damals studierenden Akademisten erhielt er in der Folge sein Porträt, vom Dresdner Historien- und Bildnismaler Scholtz gemalt, welches im Mineralogischen Institut seinen Platz gefunden hat.

Als dann kamen Mitglieder der Freiburger Freimaurerloge „Zu den drei Bergen“ ins Haus, deren Mitglied er seit 1814 war.



Friedrich August Breithaupt. Öl auf Leinwand, um 1860, gemalt von Julius Scholtz. Foto: Waltraud Rabich

Viele Jahre, von 1833 bis 1851, nahm er den Platz des „Meisters vom Stuhl“ ein, das heißt, er war ihr ranghöchster Vertreter. In diesem Zeitraum wohnte Breithaupt in dem 1804 von der Loge erworbenen Haus Waisenhausstraße 10.

Eine Deputation aus Dresden, geleitet vom damaligen Finanzminister von Friesen, verlieh Prof. Breithaupt im Namen des sächsischen Königs Johann das Komturkreuz des Sächsischen Verdienstordens. Aus der Schweiz traf ein Bildband mit Fotografien von Naturschönheiten der Bergwelt ein. Vor der Mittagszeit klopfte schließlich noch eine Abordnung aus Zwickau an, die dem Jubilar ein silbernes Teeservice überreichte. Ab 1840 hatte sich Breithaupt an Aktiengesellschaften zur Förderung des Steinkohlenabbaus im Raum Zwickau beteiligt und dort einen Bergbauverein „Erzgebirgischer Steinkohlen-Aktienverein“ gegründet, deren Direktor er bis 1871 war.

Um 14 Uhr zog man endlich gemeinsam von der Wohnung in die Innenstadt zum Diner ins „Kaufhaus“ (heute „Ratskeller Freiberg“ am Obermarkt), wo 160 bestellte Gedecke aufgetischt waren. Nachdem man sich gestärkt hatte, folgten die offiziellen Toasts und Reden. Danach trat ein Abgesandter des Herzogs von Koburg-Gotha – Bergrat Gustav Julius Sigmund Jenzsch – an den Jubilar heran, um Breithaupt den „Sächsisch-Ernestinischen Hausorden“ zu überreichen. Bergrat Jenzsch war an der Bergakademie Freiberg im Studienjahr 1848/49 eingeschrieben und hatte Prof. August Breithaupt als Lehrer. Justus von Liebig hatte in der Folge Bergrat Jenzsch an den Herzog von Koburg-Gotha Ernst II. vermittelt, der

ihm im Schloss Siebleben bei Gotha ein „Lithologisches Laboratorium“ einrichtete.

Weiterhin meldete sich eine Delegation der benachbarten „Schwesterakademie“ in Tharandt zu Wort, deren Anführer Prof. August Julius Stöckhardt war, ein damals weitbekannter Chemiker, den man auch chemischen „Feldprediger“ nannte, weil er zu den ersten Forschern zählte, die sich der Agrikulturchemie widmeten. Er propagierte die Liebigsche Lehre der Mineraldüngung und ergänzte diese durch eigene Untersuchungen.

Schließlich trat auch eine Abordnung der Stadt Freiberg auf und überreichte dem Jubilar im Namen des Stadtrates und der Stadtverordnetenversammlung ein Beglückwünschungsschreiben. Professor August Breithaupt gehörte seit 1818 zu den Begründern und Förderern der Freiburger Sonntagsschule, war auch eine Zeitlang Mitglied der Stadtverordnetenversammlung. Er hatte bereits 1825 ein Buch über „Die Bergstadt Freiberg im Königreich Sachsen“ geschrieben, welches seine Verbundenheit mit der Stadt bekundete. Nach den genannten Ehrungen dankte der 72-jährige Jubilar allen Gästen mit „bestimmender und fester Stimme“ für ihr Kommen, ihre Worte, ihre Geschenke und Auszeichnungen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, wie das hohe Ansehen und die Beliebtheit August Breithaupts Ausdruck in Namensgebungen fanden: So wurde bereits 1859 von Wilhelm Ritter von Haidinger einem Mineral-Nickelantimonit (NiSb) die Bezeichnung „Breithauptit“ gegeben, so hielt August Breithaupt bei der Eröffnung der Eisenbahnstrecke Dresden - Zwickau 1869, die von da ab in ihrer ganzen Länge befahren werden konnte, eine Rede, die so ausschlaggebend war, dass man einer Lokomotive seinen Namen gab, und so hieß bei den Akademisten, in deren Runde Professor August Breithaupt gern bei einem Bier zusammensaß als auch feierte, eine 7 Liter fassende „Schleifkanne“ – ein zylindrisches Gefäß aus Zinn, das wegen seines Gewichts bei Feiern „herangeschleift“ werden musste - und mit Freiburger oder Dresdner Lagerbier gefüllt, ein „August“. Betrachtet man das Dienstjubiläum Professor August Breithaupts und die vielen Ehrungen, die ihm zuteil wurden, erkennt man leicht, dass diese verdienstvolle Persönlichkeit gern feierte und sich auch feiern ließ.

■ Ernst Menzel

Die Quellenangaben zu diesem Beitrag finden sich unter: ????????



# Chronik für 2010

## 825 Jahre – 1185

- 1. urkundliche Nennung des Freiburger Silbers; Christiansdorf letztmalig urkundlich genannt

## 600 Jahre – 1410

- Beginn des Baus des Freiburger Rathauses (bis 1431)

## 500 Jahre – 1510

- Martin Planer geboren († 1582), Bergmeister, ab 1568 Bergwerksverwalter, ab 1574 Oberbergmeister; lässt in 38 Gruben Kunstgezeuge einbauen und den Bau des Kunstgrabensystems beginnen

## 300 Jahre – 1710

- Gründung der Porzellanmanufaktur Meißen; erster Administrator war Johann Friedrich Böttger (1862–1719), der Erfinder des europäischen Hartporzellans
- (4. Mai) Gründung der Generalschmelzadministration (staatliche Hüttenverwaltung) in Freiberg
- (12. August) Antrag der Stadt Freiberg an den Kurfürsten, eine „Augustus-Universität“ für chemische, physikalische und Montanwissenschaften zu gründen

## 225 Jahre – 1785

- Einführung eines grammatikalischen Unterrichts in der deutschen Sprache „für diejenigen jüngeren Akademisten, welche dessen bedürftig sind“
- (25. Oktober) Leopold Sello geboren († 1874), Student 1810/11, 1811 am Bergamt Tarnowitz, 1816–1857 erst Bergmeister, später Bergrat, Oberberggrat und Geheimer Bergrat in Saarbrücken
- (10. November) Franz Werner Wilhelm von Veltheim geboren († 1839), Student 1805/07, 1810 Oberbergmeister in Eisleben, 1816 Bergmeister in Halle, 1835 Oberberghauptmann in Berlin

## 200 Jahre – 1810

- (20. Mai) Dietrich Ludwig Gustav Karsten gestorben (\* 1768), Student 1782/83, 1789 Professor für Mineralogie und Bergwissenschaften an der Bergakademie Berlin, 1792 Bergrat, 1797 Oberberggrat, 1803 Geheimer Oberberggrat und Vortragender Rat im Preußischen Ministerium für Bergwerksangelegenheiten, 1810 (kurz vor seinem frühen Tod) Geheimer Staatsrat und Leitung des gesamten preußischen Berg- und Hüttenwesens
- (26.–28. September) Johann Wolfgang von Goethe besucht Oberberghauptmann Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra in Freiberg
- (6. November) Ernst Hermann Geitner geboren († 1852), Student 1826, Begründer und Inhaber der Schmelzwarenfabrik Schneeberg

## 175 Jahre – 1835

- (4. Februar) Friedrich Gottlieb von Busse † (\* 1756),

1801–1827 Professor für Mathematik, Mechanik, Bergmaschinenlehre und Theoretische Markscheidekunst

- (6. Juni) Johann Karl Ludwig Gerhard † (\* 1768), Student 1787/89, 1793 preußischer Oberbergmeister, 1806 Geheimer Oberberggrat und Leitung des Magdeburg-Halberstädter Oberbergamtes, 1810 Oberberghauptmann, Leiter des preußischen Berg- und Hüttenwesens
- (13. September) Eduard Carl Hegeler geboren († 1910, siehe auch dort), Student 1853/57, Hüttenwerksbesitzer in La Salle (Illinois), errichtete hier auch das 1. Zinkwalzwerk in den USA; Tochter Mary Hegeler war erste eingeschriebene Studentin der Bergakademie (s. 1885)

## 150 Jahre – 1860

- Einführung von Staatsprüfungen in den Fachrichtungen Bergbau, Markscheidewesen, Maschinenwesen und Hüttenwesen durch das „Regulativ für den Besuch der Königlichen Bergacademie zu Freiberg“ vom 27. Juni 1860
- (12. Januar) Friedrich Kolbeck geboren († 1943), 1896–1928 Professor für Mineralogie und Lötrohrprobierkunde (dieses Fach bis 1930), 1913–1915 sowie 1922/23 Rektor der Bergakademie
- (14. Februar) Waldemar Lindgren geboren († 1939), Student 1878/82, Geologe und Erzlagerstättenkundler in den USA, 1912/33 Professor für Geologie, Institutsdirektor am Massachusetts Institute of Technology Boston
- (7. August) Max Heberlein geboren († 1908), Student 1877/81, Hütteningenieur in Montana/USA, Mexiko, Tasmanien (Generaldirektor der Tasmanien Smelting Co.), Britisch Kolumbien/Kanada und Spanien
- (1. Oktober) Christian Friedrich Leschner gestorben (\* 1795), Student 1814, Obermarkscheider in Freiberg, 1822–1859 Lehrer für praktische Markscheidekunst
- (1. Oktober) Gründung des Freiburger Altertumsvereins

## 125 Jahre – 1885

- (11. Januar) Reinhard Schwamkrug gestorben (\* 1840), Student 1859/63, Hüttenbaumeister auf der Muldner Hütte bei Freiberg, 1882–1885 Lehrer für Baukunde und Zeichnen
- (16. Februar) Gregor von Helmersen gestorben (\* 1803), Student 1832, Professor für Geologie am Bergbau-Institut St. Petersburg
- (20. Februar) Ernst Diepschlag geboren († 1953), 1946–1953 Professor für Eisenhüttenkunde, 1947–1949 Rektor der Bergakademie
- (29. März) Paul Berberich geboren († 1965), 1917 a. o. Professor für Mineralogie
- (13. April) Aufnahme der ersten immatrikulierten Studentin: Mary Hegeler (1861–1936) aus den USA (Tochter von Eduard Carl Hegeler und Enkeltochter von Prof. Julius Weisbach), Studium der Chemie 1885/86
- (15. April) Paul Ludewig geboren († 1927), 1916–1927 Professor für Radiumkunde
- (31. Mai) Rudolf Schreiter geboren († 1948), 1928–1947 a. o. Professor für Geologie, 1947/48 Professor für Geologie und Lagerstättenlehre
- (21. August) Anton Lissner geboren († 1970), 1945–1955 Prof. für Anorganische Chemie; 1960 Ehrensena- tor der Bergakademie, 1965 Ehrenbürger Stadt Freiberg

## 100 Jahre – 1910

- (4. Juni) Eduard Carl Hegeler gestorben (\* 1835, s. dort)
- (14. August) Theodor Haase geboren (†1979), 1950–1969 Professor für Silikathüttenkunde, 1969–1975 Professor für Keramik
- (26. Oktober) Max Hildebrand gestorben (\* 1839), 1909 Ehrendoktor der Bergakademie; gründete 1873 „Max Hildebrand, früher August Lingke und Co.“ als Werkstatt für geodätische Präzisionsinstrumente in Freiberg

## 75 Jahre – 1935

- Beginn der Wiedererschließung Freiburger Gruben im Zuge der nationalsozialistischen Aufrüstung
- Gießereikunde Wahlfach innerhalb Eisenhüttenkunde
- Wärmewirtschaftliche Abteilung auf der Reichen Zeche erhält den Namen „Technische Versuchsanlage Reiche Zeche“ und wird als Unterabteilung in die „Chemische Abteilung“ des Braunkohlen-Forschungsinstituts eingegliedert
- (8. Juli) Herbert Bernhardt geboren († 1998), 1987–1990 Professor für Dialektischen und Historischen Materialismus
- (31. Oktober) Adolf Sieber gestorben (\* 1882), Student 1901/05, Bergwerksdirektor der Rudaer Zwölf-Apostel-Gewerkschaft in Brad, Siebenbürgen
- (20. November) Emil Treptow gestorben (\* 1854), Student 1874/78, 1891–1923 Professor für Bergbaukunde, Aufbereitung und (1895–1918) Brikettieren, 1909–1911 Rektor der Bergakademie
- (27. November) Georg Franke gestorben (\* 1858), Student 1876/79, 1925 Ehrendoktor der Bergakademie; Professor für Bergbaukunde an der Bergakademie Berlin

## 50 Jahre – 1960

- Fertigstellung Haus Formgebung (Bernhard-von-Cotta-Str. 4) sowie Hörsaal- und Laboranbau Haus Silikatechnik (Agricolastr. 17)
- Erste Auslandspartnerschaften auf der Grundlage von Freundschaftsverträgen mit folgenden Hochschulen: VSB – Technische Universität Ostrava (10. Juni), Berg- und Hüttenakademie Krakau „Stanislaw Staszic“ (18. Juni), Universität Miskolc (15. Dezember)
- (7. Januar) Iwan P. Bardin gestorben (\* 1883), 1955 Ehrendoktor der Bergakademie; Professor, Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau
- (16. Januar) Franz Bartscherer gestorben (\* 1877), 1930 Ehrendoktor der Bergakademie; Hüttdirektor der August-Thyssen-Hütte Duisburg
- (6. Juni) Georg Spackeler gestorben (\* 1883), 1946–1953 Professor für Bergbaukunde
- (5. September) Heinrich Koppenberg gestorben (\* 1880), 1927 Ehrendoktor, 1940 Ehrensena- tor der Bergakademie; Hüttdirektor, Gesamtleitung der Stahlwerke Riesa, Gröditz und Lauchhammer, später Generaldirektor der Junkerswerke in Berlin
- (16.09.) Wilhelm Pfanhauser gestorben (\* 1876), 1929 Ehrendoktor der Bergakademie; Mitinhaber und Leiter der Langbein-Pfanhauser-Werke A.G. in Leipzig, Honorarprofessor für Elektrochemie an der TH Braunschweig

■ Norman Pohl, Roland Volkmer

# 100. Geburtstag Prof. Wrana

Joachim Karl Herbert Wrana wurde am 13.02.1909 in Breslau geboren und wäre in diesem Jahr 100 Jahre alt geworden. Seine Kindheit verbrachte er in Hamm in Westfalen und seine Jugend in Cottbus, wo er 1929 seine Abiturprüfung ablegte. Danach studierte er bis 1934 Elektrotechnik mit der Fachrichtung Starkstromtechnik an der Technischen Hochschule Dresden. Er verblieb dort bis 1938 als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik und erlangte in dieser Zeit seine Doktorwürde. Obwohl er nach seiner Assistenz die Laufbahn eines Hochschullehrers antreten wollte, verließ er die Universität. Aus persönlichen Gründen lehnte er eine Mitgliedschaft im NS-Dozentenbund und in der NSDAP ab, welche für seine angestrebte Karriere nicht nur vorteilhaft, ja den Zeitumständen geschuldet fast unabdingbar gewesen wäre. Er arbeitete von 1938 bis 1945 als Versuchsingenieur im Sachsenwerk Niedersedlitz, wo er ab 1942 Leiter einer Versuchsabteilung wurde. In den ersten zwei Nachkriegsjahren wechselte er als Leiter eines elektrischen Laboratoriums in das sowjetische Konstruktions- und Technologische Entwicklungsbüro Niedersedlitz. Mit dem Vorwurf der Verheimlichung von Reparationsgut wurde er 1947 verhaftet und nach seiner Verurteilung bis 1950 in einem sowjetischen Internierungslager inhaftiert. Trotz

dieses Einschnittes in seinem Leben erfolgte 1950 der Ruf an die Bergakademie. Ab 1.4.1950 übernahm Wrana die kommissarische Verwaltung des Lehrstuhls sowie des Institutes für Elektrotechnik. Diese vertretungsweise Übernahme begründete sich mit seiner vorgenannten Verurteilung und der mangelnden Berufserfahrung als Hochschullehrer. Bereits ein Jahr später erfolgte seine Ernennung zum Professor mit Lehrstuhl für das Fach Elektrotechnik und zum Direktor des Institutes für Elektrotechnik. In „den letzten Kriegsjahren [waren] keine wesentliche Entwicklung in der Lehre und keine größeren Verbesserungen der Institutseinrichtungen möglich (...). Hinzu kam noch, daß das Institut für Elektrotechnik als eines der wenigen Institute der Bergakademie zu den Wiedergutmachungsleistungen herangezogen wurde und dadurch den größten Teil seiner Einrichtungen verlor.“ [1] So beschrieb Wrana in der Festschrift zur 200-Jahrfeier der Bergakademie die vorgefundene Situation des Institutes für Elektrotechnik. Mithin stand der Neuaufbau des Institutes im Vordergrund, der mittels einer Studienplanreform und der Einrichtung von Laboratorien erfolgte. Aufgrund der steigenden Bedeutung der Elektrotechnik und der dadurch stetig wachsenden Hörschaft entsprachen die Räumlichkeiten in der Silbermannstraße nicht mehr den erhöhten Anforderungen. So wurde 1953 ein Teil des Gebäudekomplexes der ehemaligen Jägerkaserne in der Lessingstraße der Elektrotechnik zur Verfügung gestellt. Dies ermöglichte die Einrichtung eines Hochspannungslaboratoriums, das 1959

in Betrieb ging.

Neben seiner Tätigkeit als Hochschullehrer engagierte sich Wrana innerhalb der Hochschulleitung, so fungierte er 1953/55 als Prodekan der Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen sowie danach für acht Jahre als der Dekan dieser Fakultät. Anschließend wurde er für die Amtszeit 1963/65 zum Rektor der Bergakademie gewählt. Die Planung und Ausführung der 200-Jahrfeier der Bergakademie 1965 sowie die Einrichtung der Fachrichtung Elektrotechnik unter seiner Leitung charakterisierten seine Amtszeit. Infolge der Auflösung der Institute durch die dritte Hochschulreform 1968 wurde die von ihm eingerichtete Fachrichtung eingestellt und er folgerichtig vom Amt des Institutsdirektors entbunden, jedoch in den wissenschaftlichen Rat der Bergakademie berufen. Von 1969 bis zu seiner Emeritierung 1974 war Wrana als ordentlicher Professor für Elektrotechnik tätig. Bereits zu Lebzeiten erhielt er Ehrungen, wie Verdienter Techniker des Volkes (1960), Vaterländischer Verdienstorden in Silber (1965), Ehrennadel der Bergakademie (1967). Im Jahr 1990 ehrte die Bergakademie anlässlich ihrer 225-Jahrfeier Joachim Wrana posthum mit der Enthüllung einer Gedenktafel an seiner Wirkungsstätte in der Lessingstraße.

[1] Rektor und Senat der Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Bergakademie Freiberg, Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. November 1965; Band II Geschichte der Lehrstühle, Institute und Abteilungen der Bergakademie Freiberg; VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie; Leipzig 1965; Seite 238.

Im „Schiffner“  
gefunden ...

## Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz-Joachim Spies 75 Jahre alt

Am 25. Juni 2009 feierte Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz-Joachim Spies seinen 75. Geburtstag. Das Institut für Werkstofftechnik der TU Bergakademie Freiberg würdigte die Leistungen eines verdienten Hochschullehrers und Forschers am 10. Juli 2009 im Rahmen eines Ehrenkolloquiums.

Geehrt wurde er im Rahmen des Kolloquiums in Würdigung seiner international anerkannten wissenschaftlichen Leistungen durch die International Federation of Heat Treatment and Surface Engineering mit dem Titel „Fellow of IHTSE“ und der Herausgabe eines Ehrenheftes der Zeitschriften „HTM-Journal of Heat Treatment and Materials“ und „International Heat Treatment and Surface Engineering“. Die Durchführung der Veranstaltung wurde durch den Verein „Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg“ unterstützt, dafür sei an dieser Stelle gedankt.

Heinz-Joachim Spies wurde am 25. Juni 1934 in Frankfurt/Oder geboren. Nach dem 1952 abgelegten Abitur arbeitete er ein Jahr als Hochöfner im Eisenhüttenkombinat Ost in Eisenhüttenstadt, bevor er 1953 mit dem Studium der Eisenhüttenkunde an der Bergakademie Freiberg begann. Nach erfolgreichem Abschluss nahm er 1958 eine Tätigkeit in der Qualitätskontrolle und Forschung des Edelstahlwerkes Freital auf. Als Leiter der Qualitätsstelle widmete er sich zunächst der Weiterentwicklung von Prüfmethoden zur Gefügeanalyse und der Eigenschaftsbewertung von Edelstählen. Es folgte der Aufbau einer modernen Ansprüchen gerecht werdenden metallurgischen Forschung. Dabei entstand in den Jahren 1962 bis 1968 neben Zeitstand- und Korrosionsprüfanlagen, ein Laboratorium für die Struktur- und Gefügeanalyse mit Elektronenmikroskopie, Röntgenfeinstrukturanalyse, Elektronenstrahlanalyse und physikalischen Messmethoden. In enger Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut Manfred von Ardenne wurde der Elektronenstrahlmehrkammerofen auch zur Erzeugung von Nickelbasislegierungen und Titanlegierungen eingesetzt. Sein Beitrag zur Entwicklung der Sonderschmelzverfahren sowie zur Erprobung und Anwendung der damit erzeugten Werkstoffe wurde mit hohen Auszeichnungen und Ehrungen gewürdigt. Auf der Basis der hierbei gewon-



Prof. Zoch (l.), Direktor des IWT Bremen, informiert im Auftrag der IHTSE über die Ernennung des Jubilars zum „Fellow of IHTSE“.

nenen hervorragenden wissenschaftlichen Ergebnisse promovierte er 1966 zum Dr.-Ing. und schloss 1972 die Habilitation erfolgreich ab.

Im Jahre 1974 erfolgte die Berufung von H.-J. Spies zum ordentlichen Professor für Werkstoffeinsatz an die Bergakademie Freiberg. Hier widmete er sich mit der ihm eigenen Intensität und Zielstrebigkeit dem Aufbau der neuen Studienrichtung Werkstoffeinsatz/Werkstofftechnik. Seine in der Praxis erworbenen Erfahrungen boten ideale Voraussetzungen für die Erarbeitung eines tragfähigen Ausbildungskonzeptes für Werkstoffingenieure. Ziel war es, den Gesamtprozess der Werkstoffherzeugung und -verarbeitung bis hin zu den Möglichkeiten und Grenzen für die Werkstoffentwicklung und den Werkstoffeinsatz zu übersehen. So entstand eine Studienrichtung, die die Vermittlung von Kenntnissen der Wirkungskette Technologie – Struktur – Eigenschaften – Bauteilverhalten in der Anwendung beinhaltet.

In der Einheit von Forschung und Lehre wurden wichtige Erkenntnisse auf folgenden Gebieten erarbeitet:

- Kennzeichnung der Struktur und Eigenschaften von Randschichten und Randschichtverbunden mit hohen Gefüge- und Eigenschaftsgradienten. Als Modellwerkstoff dienten vor allem nitridierte Werkstoffe
- Bruchverhalten von Konstruktionswerkstoffen, besonders von höherfesten schweißbaren Baustählen und Werkzeugstählen
- Technologien zum sensor kontrolliertem Gasnitrieren, insbesondere von nicht-rostenden Stählen

Im Rahmen der akademischen Selbstverwaltung übernahm H.-J. Spies wichtige Aufgabenbereiche, die er kreativ und engagiert ausübte. So war er von 1976 bis

1983 als Direktor der Sektion Metallurgie und Werkstofftechnik und von 1988 bis 1989 als Direktor der Sektion Werkstoffwissenschaft tätig. 1990 wurde er zum Dekan des Fachbereichs Werkstoffwissenschaft gewählt. Die in dieser Zeit gegen ihn erhobenen Anschuldigungen erwiesen sich im Nachhinein als völlig haltlos und teilweise absurd. Maßstab seiner Entscheidungen waren stets die Achtung der persönlichen Integrität und die Forderung der Mitarbeiter hinsichtlich fachlicher Kompetenz.

Als H.-J. Spies am 25. Juni 1999 im Rahmen eines Ehrenkolloquiums in den Ruhestand verabschiedet wurde, wusste die Mehrzahl der anwesenden 130 Fachkollegen, dass dies nur der Übergang in den „Unruhestand“ bedeuten konnte. Fortsetzung fanden bis zum heutigen Tag die Weiterentwicklung und Anwendung der Randschichtbehandlung mit modernen physikalisch gestützten Technologien (Elektronenstrahltechnologien, plasmagestützte Verfahren) und die Duplexbehandlung. Die Ergebnisse wurden weltweit in zahlreichen Vorträgen sowie in Buch- und über 200 Zeitschriftenpublikationen veröffentlicht und weisen ihn als international anerkannten Wissenschaftler aus. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten auf den genannten Fachgebieten wurde H.-J. Spies 2003 im Rahmen des 59. Kolloquiums für Wärmebehandlung, Werkstofftechnik, Fertigungs- und Verfahrenstechnik durch die Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik mit der Adolf-Martens-Medaille ausgezeichnet. Noch heute nimmt er aktiv am wissenschaftlichen Leben teil und stellt die Ergebnisse seiner Arbeit im Rahmen von Tagungen und Kolloquien zur Diskussion.

Bis zum Eintritt in den Ruhestand haben insgesamt 273 Studenten sowie 64 Fernstudenten ihr Studium unter seiner Betreuung erfolgreich abgeschlossen. H.-J. Spies hat 32 Dissertationen erfolgreich betreut und war bei drei Habilitationen Erstgutachter.

Ich selbst hatte das große Glück, nach meiner Berufung im Jahre 1979, nunmehr 30 Jahre an seiner Seite lehren und forschen zu dürfen und dabei auch von seinem Wissen und Können sowie seinem reichen Erfahrungsschatz zu partizipieren. Dafür, auch an dieser Stelle, noch einmal herzlichen Dank, und sicher auch im Namen aller ehemaligen Studenten, Doktoranden und Mitarbeiter sowie vieler Fachkollegen, alles Gute für die kommenden Jahre.

■ Gerhard Pusch

## Markscheider Dr.-Ing. Georg Dittrich 80 Jahre

Am 4. April vollendete Markscheider Dr.-Ing. Georg Dittrich das 80. Lebensjahr. Georg Dittrich wurde am 4. April 1929 in Tarnowskie-Góry geboren. Nach Schulbesuch in Gleiwitz, Abitur in Wittenberg und einem einjährigen Praktikum in verschiedenen Bergbauzweigen begann er 1948 im Herbstsemester das Studium der Fachrichtung Markscheidewesen und Bergschadenkunde an der Bergakademie Freiberg. Nach Abschluss des Studiums im Jahre 1953 arbeitete er zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der Bergakademie und promovierte 1958 zum Doktor-Ingenieur mit einer für damalige Zeiten grundlegenden Arbeit über den Einsatz der terrestrischen Photogrammetrie für markscheiderische Arbeiten im Braunkohlenbergbau.

Nach der Zulassung als Markscheider war Dr. Dittrich von 1959 bis 1982 in der Staatlichen Geologischen Kommission und im Zentralen Geologischen Institut als Hauptmarkscheider für die markscheiderische Betreuung sämtlicher über- und untertägigen geologischen Such- und Erkundungsarbeiten auf dem Gebiet der DDR, später für die fachliche Anleitung und Koordinierung dieser Arbeiten sowie für die kartographische Herstellung und den Druck geologischer Karten verantwortlich.

Besondere Verdienste hat sich unser Jubilar bei der abgestimmten und fordernden Einbeziehung aller Markscheider des Gesamtbereiches der geologischen Erkundung – Feste Minerale, Wismut, Braun- und Steinkohle sowie Erdöl/Erdgas – erworben. 1982 wurde Georg Dittrich aus politischen Gründen von allen Funktionen enthoben und aus allen Gremien, denen er angehörte, zurückgezogen. Er arbeitete danach als Markscheider beim Bergsicherungsbetrieb Halle und anschließend als Vermessungsingenieur bei einem Betrieb für Baugrunduntersuchungen in Berlin.

Nach seiner Rehabilitierung 1990 kehrte Georg Dittrich wieder in den Bereich der Geologie zurück. Er wurde von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) übernommen. Hier war er bis zum Eintritt in den Ruhestand im November 1994 bei der Entflechtung der Archive auf die neu gegründete geo-

logischen Landesanstalten tätig und richtete für die BGR ein rechnergestütztes Kartenarchiv ein. Ein besonderes Arbeitsfeld von Georg Dittrich war seine Expeditionstätigkeit. So nahm er 1958 an der glaziologischen Expedition der Usbekischen Akademie der Wissenschaften in das Pamir-Gebirge teil und machte mit Karl Regensburger und Rainer Mitschke eine terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme des Fedtschenko-Gletschers. Im Jahre 1965 war er im Rahmen einer geologischen Expedition zur Erkundung von Goldlagerstätten in der Mongolei für die markscheiderischen und topographischen Arbeiten verantwortlich tätig. Ferner nahm er an zwei Antarktis-Expeditionen mit Überwinterung (1961/63 und 1973/75) teil. Dabei führte er eigene Forschungsprogramme durch: Während der ersten Expedition bestimmte er mit Hilfe einer 100 km langen Dreiecksreihe in der Nähe der Antarktis-Station Mirny die Bewegung des küstennahen Inlandeises. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden durch eine von Markscheider Dr.-Ing. T. Schmidt, ebenfalls Absolvent der Bergakademie, durchgeführte Wiederholung im Jahre 1965 bestätigt. Bei der zweiten Expedition untersuchte Dittrich zusammen mit dem Meteorologen A. Helbig über ein Jahr lang mittels simultaner geodätischer und meteorologischer Messungen die terrestrische Refraktion über dem Festlandeis und die thermische Struktur der eisnahen Luftschichten in einem in der Nähe der Antarktisstation Molodeznaja angelegten Dreieck. Von der wissenschaftlichen Tätigkeit Georg Dittrichs legen mehr als 20 Veröffentlichungen, seine langjährige Vorlesungstätigkeit an der Humboldt-Universität zu Berlin (Vermessungskunde für Geologen) sowie die ihm von der Bergakademie Freiberg verliehene Lehrbefähigung (facultas docendi) Zeugnis ab.

Neben seiner beruflichen Tätigkeit war Georg Dittrich in mehreren Gremien tätig. Er war Mitglied und zeitweise Vorsitzender des Fachausschusses Markscheidewesen der KdT und langjährig des Fachunterausschusses Markscheidewesen der geologischen Erkundung, des Prüfungsausschusses für Markscheider der Obersten Bergbehörde der DDR sowie Mitglied des nationalen Komitees für das internationale Scientific Committee on Antarctic Research.

Der Vorstand des Vereins wünscht dem Jubilar mit einem herzlichen Glückauf alles Gute für die Zukunft.

■ Kurt Beyer



Foto: Detlev Müller

## Aachener Materialforscher ist neuer Freiberger Ehrendoktor

Prof. Günter Gottstein ist Ehrendoktor der TU Bergakademie Freiberg. Der Direktor des Instituts für Metallkunde und Metallphysik an der RWTH Aachen nahm die Ehrung am 11. Mai entgegen. Die Freiberger Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie würdigt mit der Auszeichnung das wissenschaftliche Lebenswerk des Materialforschers.

„Prof. Günter Gottstein und die TU Bergakademie Freiberg verbindet seit Jahren eine enge fachliche Zusammenarbeit“, hob Prof. Horst Biermann, Dekan der Freiberger Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, hervor. Bis zum Anfang der neunziger Jahre reichen die ersten Kontakte zurück. Damals bemühte sich Prof. Gottstein um wissenschaftliche Kooperationen mit ostdeutschen und osteuropäischen Wissenschaftlern. Die Zusammenarbeit mit dem Aachener Materialforscher umfasste dabei nicht nur die Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie. Auch mit der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau gab es gemeinsame Projekte.

Prof. Günter Gottstein wurde am 23. April 1944 geboren. Sein Studium an der RWTH Aachen schloss er 1968 als Diplom-Physiker ab. Nach langjährigen Forschungsaufenthalten in den USA berief ihn die RWTH Aachen 1989 zum Universitätsprofessor für Metallkunde und Metallphysik und zum Direktor des gleichnamigen Instituts.

■ Christian Möls



## Brauerei-Manager zum Honorarprofessor berufen

**Dr.-Ing. Hans Michael Eßlinger ist neuer Honorarprofessor der TU Bergakademie Freiberg. Rektor Bernd Meyer bestellte den Sprecher der Geschäftsführung und Geschäftsführer Ressort Technik der Freiberger Brauhaus GmbH am 3. April 2009 in das Amt.**

Die neue Professur wird sich dem verfahrenstechnischen Gebiet der Brauereitechnologie sowie der Mikrobiologie widmen. Die Berufung erfolgt auf Vorschlag der Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik.

Hans Michael Eßlinger, geboren am 17. Oktober 1955 in Heidenheim an der Brenz, hält seit 1991 enge Verbindungen zur Bergakademie Freiberg. So initiierte er eine Vielzahl von Forschungsprojekten und hält seit 2005 die Vorlesung „Brauereitechnologie“ für ingenieur- und naturwissenschaftliche Studiengänge. Mit bis zu 70 Hörern erfreut sich die verfahrenstechnische Lehrveranstaltung einer sehr guten Resonanz. Unter seiner Anleitung wurde 2004 ein Brauerei-Praktikum am Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen aufgebaut. An einer Bierbrauanlage auf der Reichen Zeche lernen die Studenten die verfahrenstechnischen Grundoperationen des Brauvorgangs und die stofflichen und energetischen Bilanzierungen auf praktische Weise kennen.

Dr. Eßlinger trägt seit Jahren mit ganzem Nachdruck zur Identifizierung von Studenten und Mitarbeitern der Universität mit dem Lehr-, Forschungs-, Wirtschafts- und Lebensstandort Freiberg bei. Bei Gästen internationaler wissenschaftlicher Tagungen ist die Freiberger „Brewery Night“ sprichwörtlich. Seit 1994 ist Dr. Eßlinger Mitglied des Vereins Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg.



## Ehrendoktorwürde für Förderer der Industriearchäologie

**Frank-Michael Engel ist Ehrendoktor der TU Bergakademie Freiberg. Der Gründer der Unternehmensgruppe Engel nahm die Ehrung am 1. April entgegen. Die Freiberger Fakultät für Wirtschaftswissenschaften würdigt damit die besonderen Verdienste des Diplom-Kaufmanns bei der Förderung der Industriearchäologie an der Freiberger Universität.**

Frank-Michael Engel setzte sich vor allem in den neuen Bundesländern und hier insbesondere in Sachsen für die denkmalgerechte Nachnutzung historisch bedeutsamer Industrieanlagen ein. Während seiner 18-jährigen beruflichen Tätigkeit in der Region Chemnitz wurden nicht nur markante Bauvorhaben wie das Chemnitz Plaza und das Technische Rathaus realisiert, insbesondere wurde wertvolle historische Bausubstanz bewahrt und darüber hinaus rund 3.000 neue Arbeitsplätze geschaffen.

Frank-Michael Engel wurde am 1. April 1944 in Sommerfeld in der Niederlausitz geboren und studierte nach dem Abitur Betriebswirtschaftslehre an der Freien Universität Berlin. 1974 gründete er die Unternehmensgruppe Dipl. Kfm. Engel mit Aktivitäten im Rohstoffbereich in den USA und in Kanada sowie im Immobilienbereich mit der Entwicklung von Gewerbeobjekten in Berlin und dem Rhein-Main Gebiet.

2006 gründete er gemeinsam mit seiner Frau die „Marianne und Frank-Michel Engel Stiftung“. Einer der Zwecke dieser Stiftung ist die Förderung des Projekts Montanregion Erzgebirge. Das Projekt verfolgt das Ziel, das Erzgebirge als Industriekulturlandschaft mit ausgewählten Objekten zum UNESCO Weltkulturerbe „Montanregion Erzgebirge“ zu entwickeln.



## Katrin Stump ist neue Direktorin der Universitätsbibliothek

**Die 37-jährige trat am 1. August die Nachfolge von Karin Mittenzwei an, die in den Ruhestand ging. In Freiberg erwarten Katrin Stump in den nächsten Jahren große Aufgaben, unter anderem die Organisation des Neubaus der Bibliothek „Georgius Agricola“.**

Auf ihrem beruflichen Weg, der sie von Jena über Rom nach Graz führte, hat die wissenschaftliche Bibliothekarin dafür die notwendigen Erfahrungen gesammelt. Katrin Stump, 1972 in Sonneberg geboren, studierte an den Universitäten Bamberg und Jena Klassische Archäologie mit den Nebenfächern Alte Geschichte und Theologie.

Nach ihrem Studium ging sie 2001 als wissenschaftliche Mitarbeiterin des Deutschen Archäologischen Instituts nach Rom. Nach zweieinhalb Jahren bewarb sie sich erfolgreich als Bibliotheksreferendarin des Landes Niedersachsen. Ihr praktisches Ausbildungsjahr absolvierte sie u. a. an der für ihre Altbestände berühmten Herzog August Bibliothek in Wolfenbüttel. Das theoretische Ausbildungsjahr an der Bibliotheksschule der Bayerischen Staatsbibliothek beendete sie 2005 mit dem zweiten Staatsexamen.

Im Anschluss wechselte Katrin Stump an die Universitätsbibliothek der TU Berlin, wo sie als Projektmitarbeiterin für die Umsystematisierung von Bibliotheksbeständen aus den Bereichen Geschichte und Theologie nach der Regensburger Verbundklassifikation (RVK) verantwortlich zeichnete. Im Juli 2006 übernahm sie die Leitung der Fakultätsbibliothek Theologie an der Universitätsbibliothek Graz. Hier standen unter anderem jene Aufgaben im Vordergrund, die sich aus dem Neubau der theologischen Fakultätsbibliothek ergaben.

## Neu an der Uni: Prof. Jens Gutzmer

**Neuer Professor für Lagerstättenlehre und Petrologie am Institut für Mineralogie: Jens Gutzmer trat an der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau die Nachfolge von Prof. Peter Herzig an. Seit 2003 wurde die Professur von Dr. Thomas Seifert vertreten.**

Jens Gutzmer, 1969 in Damme (Niedersachsen) geboren, studierte Mineralogie an der TU Clausthal-Zellerfeld. Nach Studiumsabschluss 1993 erhielt er ein Angebot aus Südafrika, an der Rand Afrikaans University (RAU) zu forschen. 1996 promovierte er am dortigen Institut für Geologie über die Genese der Mangan-Lagerstätten in den nördlichen Kap-Provinzen. Unterbrochen von einer einjährigen Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent am Paläontologischen Institut und Museum der Universität Münster (1998 - 1999) setzte er seine wissenschaftlichen Arbeiten in Südafrika fort. Dabei gründete und führte er die „Paleoproterozoic Mineralization Research Group“, die größte Forschungsgruppe im Bereich Lagerstättenlehre. Seit 2005 baute Jens Gutzmer als Professor an



Foto: Detlev Müller

der University of Johannesburg, vormals RAU, das Forschungsgebiet Geometallurgie auf. Jens Gutzmer ist verheiratet und hat drei Kinder.

Auch in Freiberg möchte Jens Gutzmer diese neue Disziplin etablieren. Die Geometallurgie hat sich die Charakterisierung von Lagerstätten über mineralogische und texturale Zusammensetzung zum Ziel gesetzt. Die Ergebnisse können in 3-D-Simu-

lationen dargestellt werden und erlauben relevante Aussagen über die Gewinnung und Verarbeitung der Erze. Das interdisziplinäre Forschungsfeld findet an der TU Bergakademie Freiberg ideale Voraussetzungen vor, da hier neben der Mineralogie und Geologie auch Bergbau und Aufbereitungstechnik vertreten sind. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt werden Forschungen zu Lagerstätten im Erzgebirge und im Vogtland sein. Besonderes Augenmerk wird dabei neben Fluorit, Zink, Zinn und Indium auch auf polymetallischen Skarn-Lagerstätten liegen, deren Potenzial bisher noch nicht erkannt worden ist. Jens Gutzmer setzte auch in Freiberg seine Forschungen zu Lagerstätten im südlichen Afrika fort und lehrt als Gastprofessor an der Universität in Johannesburg.

### Promotionen 1.7.2008–30.6.2009

#### Fakultät für Mathematik und Informatik

M. Sc. Ayalew Getachew Mersha	17.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Math. Kay Jachmann	19.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Math. Helge Bahmann	30.01.2009	Dr.-Ing.

#### Fakultät für Chemie und Physik

Dipl.-Chem. Sebastian Bochmann	01.08.2008	Dr. rer. nat.
M. Sc. Danuta Chichocka	05.09.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Nat. Sandra Scholz	05.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Agr.-Ing. Christina Klünder	18.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Chem. Thomas Zehl	29.04.2009	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. (FH) Alexander König	06.05.2009	Dr. rer. nat.
Dipl.-Nat. Torsten Hahn	08.05.2009	Dr. rer. nat.

#### Fakultät für Geowissenschaften,

##### Geotechnik und Bergbau

Dipl.-Ing. Uwe Knobloch	01.07.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Geol. Konstanze Stübner	04.07.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Andreas Schreyer	17.10.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Geol. Henry Steinborn	30.10.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geoökol. Bastian Graupner	14.11.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Steffen Päßler	21.11.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Geowiss. Katrin Jaksch	24.11.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geophys. Jens Meßinger	28.11.2008	Dr. rer. nat.
M. Sc. Eng. Krzysztof Tajdus	05.12.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Geophys. Bianca Weihnacht	05.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Mohamed Oubelkas	09.12.2008	Dr.-Ing.

Dipl.-Geoökol. Nicole Seidel	12.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Geoökol. Stephanie Hänsel	16.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Cong Le Van	19.12.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Geophys. Antje Schreyer	13.03.2009	Dr. rer. nat.
M. Eng. Manoon Masniyom	17.04.2009	Dr.-Ing.
M. Sc. Reddy Prashanth Marpu	17.04.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Abdurasul Ishimov	27.04.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Djahongir Ravshanov	28.04.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Olaf Wallner	15.05.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Beate Trost	03.06.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Yekaterina Filimonova	16.06.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Geol. Marco Roscher	25.06.2009	Dr. rer. nat.

#### Fakultät für Maschinenbau,

##### Verfahrens- und Energietechnik

Dipl.-Ing. Roman Kotov	29.08.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Catalin Florin Alupoaei	18.11.2008	Dr.-Ing.
M. Sc. Waheed Adeyemi	04.12.2008	Dr.-Ing.
M. Sc. Gerardo Bermejo Acosta	15.12.2008	Dr. rer. nat.
Dipl.-Ing. Manfred Fries	16.12.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Daniela Wittig	18.12.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. André Nadolny	16.01.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Rhena Wulf	20.02.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Chem. Marion Gemeinert	23.02.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Sania Berg	19.03.2009	Dr.-Ing.
M. Sc. Pierre Köhring	19.03.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Babett Fiebig	30.04.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Yaqoub Al-Khasawneh	05.06.2009	Dr.-Ing.

#### Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie

Dipl.-Ing. Katja Pranke	21.07.2008	Dr.-Ing.
M. Sc. Rizwan Ahmed Janjua	15.09.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Patrick Voigt	07.11.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Wi.-Ing. Sebastian Waengler	21.11.2008	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bierlich	05.12.2008	Dr.-Ing.
M. Sc. Florian Bartl	30.01.2009	Dr.-Ing.
Dipl.-Ing. Ronny Lantzsch	09.03.2009	Dr.-Ing.

#### Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

MBA George Faah	07.11.2008	Dr. rer. pol.
Dipl.-Mus. (FH) Steffen Menzel	24.11.2008	Dr. phil.
Dipl.-Kfm. Christian Keidel	05.12.2008	Dr. rer. pol.
Dipl.-Kfm. Klaus-H. Riebeling	15.12.2008	Dr. rer. pol.

### Habilitationen

#### 1. Juli 2008 bis 30. Juni 2009

##### Fakultät für Mathematik und Informatik

Dr. phil. nat. Ludwig Kohaupt	am 12. Mai 2009 zum Dr. rer. nat. habil.
-------------------------------	--

##### Fakultät für Geowissenschaften,

##### Geotechnik und Bergbau

Dr.-Ing. Ralf Ulrich Donner	am 8. Juli 2008 zum Dr.-Ing. habil.
-----------------------------	-------------------------------------

# Auf Spurensuche zu Dietrich von Freiberg

**Gespräch mit dem Autor Karl-Hermann Kandler über sein neues Buch**

Dietrich von Freiberg, einem der großen Denker des frühen Mittelalters, widmet Prof. Karl-Hermann Kandler ein Buch, das im Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg gedruckt wurde und nun vorliegt. Mit dem Untertitel „Philosoph – Theologe – Naturforscher“ beschreibt der Autor auf rund 160 Seiten Leben, Werk und Wirkung des einstigen Dominikanermönchs, der um 1274 in Paris studierte und später dort lehrte. Prof. Kandler wohnt seit 30 Jahren in der Stadt, deren Namen Dietrich trägt. Doch das war nicht der primäre Grund warum der Wissenschaftler gerade jetzt das Werk und die Person Dietrichs stärker ins Gedächtnis ruft. Über sein Anliegen und seine Motive informierte der habilitierte Theologe, Kirchenrat der Sächsischen Landeskirche, Privatdozent an der Leipziger Universität und Abgeordneter des Freiburger Kreistages in einem Interview.

**Seit wann beschäftigten Sie sich mit Dietrich von Freiberg?**

1982 wurde ich bei einem Kolloquium in Trier, an dem ich damals teilnehmen konnte, auf ihn aufmerksam. Zu dieser Zeit war ich Pfarrer in Freiberg. Später gab es vielfältige Möglichkeiten, das Interesse für Dietrich von Freiberg zu wecken und ihn bekannt zu machen. In den 1990er Jahren hielt ich beispielsweise zur 800-Jahrfeier Vorträge in der Kirchgemeinde zum Thema „Was wissen wir über Dietrich von Freiberg?“. An der Universität nutzte ich 1986 das Studium Generale dazu, 1997 und 2001 gab es Symposien zu Dietrich im Ratssaal.

**Gibt es einen aktuellen Anlass für dieses Buch?**

Mehrere. Zum einen wurden jüngst bei den Voruntersuchungen zum Bau des Schlossplatzquartiers Reste des einstigen Dominikanerklosters gefunden. Zweitens können wir davon ausgehen, dass Dietrich um 1240 geboren wurde – möglicherweise, ja wahrscheinlich, in Freiberg. Unstrittig ist inzwischen, dass der Zusatz „von Freiberg“ auch für die Stadt zutrifft. Nur in unserem Freiberg gab es ein Kloster dieses Ordens. Hier war er Lektor (Lehrer). 1310 wird Dietrich zum letzten Mal als Lebender erwähnt. Damit würde 2010 ein Jubiläum anstehen. Der Rektor der TU Bergakademie, Professor Meyer, signa-

lierte, dass die Universität aus diesem Anlass im Herbst 2010 ein Symposium zu Dietrich plane. Und schließlich möchte ich meiner Kritik an dem 2007 erschienen letzten Band einer umfangreichen Biografie über Dietrich etwas entgegen setzen. In ihr werden nämlich seine Predigten nicht erwähnt. Nun sind aber leider Schriften aus dieser Zeit kaum vorhanden ...

Trotzdem hat die Beschäftigung mit dem Werk Dietrichs seit rund 30 Jahren international zugenommen. Vor allem die philosophischen und naturwissenschaftlichen Arbeiten des kritischen Denkers finden Interesse. Doch es ist auch bekannt, dass er als Dominikaner verpflichtet war, zu predigen. Zwar trägt keine überlieferte Predigt seinen Namen, aber am Stil und Inhalt, könnte man sie ihm vielleicht zuordnen. Das trifft auch auf seine Vorlesungen als Magister in Paris zu.

**Was fasziniert Sie an Dietrich von Freiberg?**

Seine Persönlichkeit im Ganzen, seine Gedankenvielfalt, sein kritischer Zeitblick. Man muss sich vorstellen, er war vor knapp 800 Jahren ein international anerkannter Wissenschaftler. Lange, bevor es die Bergakademie gab. Von Freiberg aus eroberte er über Köln bis nach Paris hauptsächlich zu Fuß seine Wirkungsstätten. Die Dominikaner waren Bettelmönche. Die letzte Erwähnung von ihm stammt von 1310. Da muss er bald 70 Jahre gewesen sein. Ein Alter, das für Menschen dieser Zeit und unter den damaligen Lebensbedingungen nicht typisch war.

**Warum ist das Interesse an Dietrich von Freiberg ungebrochen?**

Weil er ein scharfsinniger Denker und in seinem Urteil kompromisslos war. Meist griff er Themen auf, bei denen er der Meinung war, dass sie nicht richtig behandelt wurden. Er genoss damals in Paris einen großen Ruf. Im Gespräch bleibt er auch durch seinen „Nachfolger“ Meister Eckardt, der sich als Dominikaner der nächsten Generation einen Namen machte.

Ich glaube, dass die Schriften Dietrichs auch für uns noch Bedeutung haben. Natürlich muss man da zuerst seine Naturforschungen nennen. Seine Regenbogen-theorie ist bis heute voll gültig. Aber auch seine Erkenntnislehre, die von Gott zur Selbsterkenntnis führt, möchte ich nennen. Scharfsinnig nahm er, was ihm wichtig war zur Kenntnis und beleuchtete es kritisch. Heute würde man sagen, er hinterfragte die Themen.

**An welche Leser richtet sich Ihr Buch?**

An all jene, die ein waches Interesse an Geschichte, Religion, Philosophie, Naturwissenschaft haben und mehr darüber erfahren möchten. Und davon gibt es in Freiberg sicher viele Bürger. Zu erfahren, wo unsere Wurzeln liegen, in welchen Mauern einer der größten Denker des Mittelalters gewirkt hat, das ist schon spannend. Ich wollte zudem ein Buch vorlegen, das im Preis erschwinglich ist und trotzdem vom Inhalt her anspruchsvoll. Das 1. Kapitel zu Leben, Werk und Wirkung Dietrichs, ist kein Fachtext, sondern dient als Einstieg und Orientierung. In zehn weiteren Kapiteln stelle ich wissenschaftliche Studien über die Gedankenwelt des berühmten Theologen und Philosophen vor.

**Wo kann man es erwerben?**

Unter anderem im Medienzentrum, Prüferstraße, bei der Freiberg-Information in der Burgstraße, im Stadt- und Bergbaumuseum beziehungsweise bei der Durchführung.

**Welche Ehrung für Dietrich wünschen Sie sich im kommenden Jahr?**

Ich freue mich, dass vor einigen Jahren eine Straße nach ihm benannt wurde und der Fortunabrunnen an ihn erinnert. Ein Bild Dietrichs gibt es leider nicht. Das geplante Kolloquium an der TU Bergakademie im Herbst 2010 könnte ein Höhepunkt der Ehrung für ihn werden. Wünschen würde ich mir, dass auf sein Wirken bei der Freilegung der Fundamente des Dominikanerklosters im Zuge der Bauarbeiten am Schlossplatz hingewiesen wird. Ich könnte mir als bleibende Erinnerung ein Sichtfenster mit Blick auf den Teil des alten Gemäuers vorstellen beziehungsweise Stelen mit Erinnerungstexten.

**Rezensionen von Büchern, insbesondere von solchen, die die Historie der Bergakademie reflektieren, haben in unserer Zeitschrift schon traditionell Platz.** Erfreut stellt die Redaktion fest, dass diese unsere Leser (Mitglieder) zum detaillierten Studium und zur Popularisierung der vorgestellten Werke anregen, woraus auch wertvolle Hinweise an die Buchautoren entspringen. Wir geben diese gerne weiter, wie z.B. den folgenden Vorschlag von Dr. Siegfried Förster. In dem im Heft 2008 vorgestellten Buch „Die Technische Universität Bergakademie Freiberg und ihre Geschichte“ (N. Pohl, H. Kaden, R. Volkmer) sollte der Abschnitt „Schachtabteufen, Tiefbohrtechnik, Fluidbergbau“ durch einen Passus zur Einrichtung der Dozenturen „Förderung und unterirdische Speicherung von flüssigen und gasförmigen Rohstoffen“ (1977, Dr.-Ing. habil. Siegfried Förster) sowie „Spezialtiefbau und Standsicherheit von Bohrungen“ (1985, Dr.-Ing. habil. Peter Sitz) ergänzt werden.

## Autorenverzeichnis

Herausgeber:	Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. 1921 als Gesellschaft der Freunde der Bergakademie gegründet, 1990 Neugründung	Postanschrift Verein:	Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. 09596 Freiberg, Akademiestraße 6
Vorsitzender:	Prof. e. h. Dr.-Ing. Klaus-Ewald Holst	Geschäftsstelle:	Nonnengasse 22, 09599 Freiberg
Geschäftsführer:	Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Jürgen Kretzschmar	Telefon:	(0 37 31) 39-25 59, 39-26 61
Stellv. Vorsitzender:	Prof. i. R. Dr. rer. nat. habil. Christian Oelsner	Fax:	(0 37 31) 39-25 54
Redaktionsleitung:	Prof. Dr. rer. nat. habil. Gerhard Roewer	E-Mail:	freunde@zuv.tu-freiberg.de
Redaktionskollegium:	Prof. Dr. Helmuth Albrecht, Dr. Manfred Bayer, Dipl.-Journ. Christel-Maria Höppner, Dr.-Ing. Klaus Irmer, Dipl.-Jur. Herbert Kaden	Internet:	<a href="http://tu-freiberg.de/vereine/vff/index.html">http://tu-freiberg.de/vereine/vff/index.html</a>
Gestaltung/Satz:	Brita Gelius	Jahresmitgliedsbeitrag:	20 EUR für Einzelmitglieder; 150 EUR für juristische Mitglieder. Für Nichtmitglieder: 700 EUR pro Heft.
Druck:	druckspecht offsetdruck & service gmbh	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.	
Auflage:	1.300		
Die Zeitschrift wird an Mitglieder des Vereins kostenlos abgegeben.			