



ACAMONTA

Zeitschrift für Freunde und Förderer der
Technischen Universität Bergakademie Freiberg

31. Jahrgang 2024



ACAMONTA

Zeitschrift für Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg

31. Jahrgang 2024



*Liebe Vereinsmitglieder,
liebe Leserinnen und Leser,*

seien Sie gespannt auf 2025, denn im kommenden Jahr wird nicht nur ein neuer Rektor der TU Bergakademie Freiberg gewählt; es ist auch wieder ein Jahr mit zahlreichen Jubiläen: So jährt sich der Geburtstag des Bergakademie-Gründers Friedrich Anton von Heynitz (1725-1802) zum 300. Mal und vor 250 Jahren und damit 10 Jahre nach Etablierung der Bildungseinrichtung trat Abraham Gottlob Werner (1749-1817) seinen Dienst als Akademie-Inspektor und Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunst an. Beide Persönlichkeiten trugen dazu bei, dass Lehre und Forschung seit Gründungszeiten auf höchstem Niveau durchgeführt und die Bergakademie recht bald ein überregional anerkannter Leuchtturm der Montanwissenschaften wurde.

Die Bedeutung der Bergakademie sowie der an ihr wirkenden und aus ihr hervorgegangenen Montanexperten für die Entwicklung des sächsischen und internationalen Berg- und Hüttenwesens ist ein thematischer Schwerpunkt der bis Ende Juni 2025 am SMAC (Staatliches Museum für Archäologie Chemnitz) laufenden Ausstellung „Silberglanz & Kumpeltod“, die einen Beitrag zum Programm für das Europäische Kulturhauptstadtjahr Chemnitz 2025 darstellt. Sie zeigt eine Vielzahl von historischen Objekten und Schriften aus Beständen der Bergakademie (vgl. Benz ab S. 69) - ihren Besuch empfehle ich Ihnen nachdrücklich! Den Kuratoren war es bei ihrer Konzeption ein wichtiges Anliegen, den Bogen bis in die heutige Zeit zu spannen und so wird in einem Teil auf die aktuellen Herausforderungen bei und gesellschaftlichen Vorbehalte gegenüber der heimischen Rohstoffproduktion eingegangen.

Dieser Thematik widmet sich auch das federführend vom HIF (Helmholtz-Institut für Ressourcentechnologie Freiberg) durchgeführte VECTOR-Projekt, in dem Lösungsansätze für eine effiziente und sozialverträgliche Versorgung Europas mit vornehmlich kritischen Rohstoffen entwickelt werden (ab S. 36). Auf den Ende Mai 2024 in Kraft getretenen Critical Raw Materials Act, mit dem das Ziel der Minimierung der Rohstoffabhängigkeit von Drittstaaten verfolgt wird, und das Lieferkettengesetz gehen Frau (ab S. 34) und Stephan (ab S. 40) ein. Dazu zeigt Glöser-Chahoud Ansätze für die Analyse von Stoffströmen und Materialflüssen für die Gestaltung einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft auf (ab S. 42). Diese und viele weitere interessante Beiträge geben einen Überblick über aktuell laufende Forschungsvorhaben bzw. Ereignisse an unserer TU Bergakademie Freiberg.

Seit vielen Jahren schon wäre eine ganz Reihe von Aktivitäten nicht ohne die tatkräftige Unterstützung von Stifter:innen und Förder:innen denkbar. Eindrücklicher Beweis hierfür ist die terra mineralia, die dank des Engagements der Familie Pohl-Ströher 2024 ihren 15. Geburtstag feiern durfte (S. 8). Dazu seien die vielen Projekte und Menschen genannt, die mit Mitteln etwa der Sparkassen- (ab S. 8) oder Krüger-Stiftung (ab S. 14) großzügig unterstützt wurden.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen dieser Ausgabe der ACAMONTA. Bleiben Sie auch im kommenden Jahr gesund und weiterhin der TU Bergakademie Freiberg verbunden!

Ihre Annett Wulkow Moreira da Silva

Geleitwort 6

Stiftung

15 Jahre Mineralienmuseum terra mineralia – Bewährtes und Neues unter einem Dach 8
 Indra Frey
 Eine Million Mark für die TU 8
 Indra Frey
 Neuzugänge in den Mineralogischen Sammlungen durch die Günter Heinisch-Stiftung 11
 Andreas Massanek
 Renate und Prof. Dr.-Ing. Georg Unland-Stiftung..... 13
 Annett Wulkow Moreira da Silva
 Zum 100. Geburtstag von Dr. Peter Krüger 14
 Stiftung „Technische Universität Bergakademie Freiberg“ 15
 Marianna Klescinska

Forschung

Klimawandel – natürlich und anthropogen 17
 Jörg Matschullat, Michael Schlömann, Hermann Heilmeier
 Ein uraltes Argument oder 23
 „weil, so schließt er messerscharf, nicht sein kann, was nicht sein darf!“ ..23
 Jörg Matschullat unter ungefragter Mithilfe von Christian Morgenstern
 Ethik in der verhaltenswissenschaftlichen Forschung und die verhaltenswissenschaftliche Erforschung der Ethik 25
 Gari Walkowitz
 Erneuerbarer synthetischer Ottokraftstoff – Von der Forschungsproduktion bis zur Anwendung 29
 Malena Peuker, Katina Krell, Peter Seifert, Martin Gräbner, Katrin Lotz, Matthias Hilpert, Mario Kuschel
 Energiepark Bad Lauchstädt geht in die Umsetzung – Wasserstoff zwischen Theorie und Praxis 31
 Denis Worch, Udo Lubenau, Jörg Nitzsche
 Initialzündung für das Rohstoffrecht? 34
 Robert Frau
 Nicht nur effizient, sondern auch verantwortungsvoll – VECTOR-Projekt erforscht ganzheitliche Konzepte für die Rohstoffgewinnung in der EU 36
 Tina Pereira
 Die Kritik am Lieferkettenschutzgesetz – Ein ökonomischer Diskussionsbeitrag 40
 Johannes Stephan
 Der anthropogene Metabolismus – Analyse von Stoffströmen und Materialflüssen durch unser Wirtschaftssystem 42
 Simon Glöser-Chahoud
 Verankerung von Inflationserwartungen 49
 Robert L. Czudaj
 Biologische Bodenkrusten in der Bergbaufolgelandschaft 54
 Karin Glaser
 Diamantenfieber im Erzgebirge..... 56
 Guido Meinhold

Universität

Serviceangebote für die Digitalisierung im Bereich Forschung und Transfer59
 Jens Grigoleit, Stefanie Nagel, Tobias Fieback
 Eröffnung des Behavioral Research Lab an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg..... 61
 Alexander Leischnig, Jutta Stumpf-Wollersheim
recomine-Verbundprojekt Lern-Lehr-Vermittlungsort (LLV) Muldenhütten 62
 Helmuth Albrecht
 Ohren auf und Augen groß in den neuen Lern- und Lehrräumen der Universitätsbibliothek Freiberg..... 64
 Oliver Löwe, Stefanie Nagel

Freiberg.Science.City. – Initiative für den Wissenschaftsstandort Freiberg 66
 Jens Grigoleit, Tobias Fieback
 Zeigen, was sonst verborgen bliebe – Sammlungsobjekte der Kustodie der TU Bergakademie Freiberg als Leihgaben für museale Ausstellungen .. 69
 Andreas Benz
 Wissenschaftliche Nachlässe in der Freiburger Universitätsbibliothek 70
 Angela Kugler-Kiessling
 Förderung des Miteinander – Erste „Get TUgether“- Feier für alle Uningehörigen im Klubhaus Alte Mensa 71
 Willem Zank, Sarah Gaidzik, Maxi Hentschel
 Aktuelles aus dem ZeHS..... 73
 Dirk C. Meyer, Theresa Lemser
 SMWA und TU Bergakademie Freiberg veranstalteten 1. Sächsische Rohstoffkonferenz 75
 Gelebte Demokratie 76
 Norman Pohl
 Silberweg in der Altstadt von Freiberg..... 77
 Kathrin Häußler

Studium

Weiterentwicklung des Studienangebots an der TU Bergakademie Freiberg 80
 Swanild Bernstein, Carsten Drebenstedt, Traugott Scheytt, Andreas Bräuer
 Ein weiteres Buch zur Experimentalphysik? Es ist da..... 83
 Matthias Zschornak, Theresa Lemser, Dirk C. Meyer
 20 Jahre Lehrveranstaltung Industrielle Photovoltaik 85
 Armin Müller
 Lektüreseminar Sommersemester 2024: 250 Jahre Kennzeichenlehre von Abraham Gottlob Werner 87
 Norman Pohl, Gerhard Heide
 FUNKY FREIBERG REUNION – Ein neues Alumni-Format für die TU Bergakademie Freiberg 88
 Malte Krüger
 Innovatives KI-Projekt zielt auf die Verbesserung der Sicherheit von Kernkraftwerken ab 91
 Darío García del Real, Lázaro García del Real

International

Gewinnung von internationalen Studierenden und Fachkräften 94
 Veronika Neumann
 Internationale Studierende und Promovierende im Gespräch mit Torsten Mayer (IUZ)..... 95
 Torsten Mayer
 Olá Brasil – Freiburger Tiefbohrer auf großer Exkursion 97
 Matthias Reich
 Start des Projekts „Nomadenkinder“ als Teilprojekt im ERASMUS+ „Mongolei“-Programm 98
 Kathrin Häußler, Andreas Hiekel
 English for You – Weiterbildungsangebote Englisch für Beschäftigte an der TUBAF 99
 Katja Polanski, Darlene Ann Kilian
 Abschied aus dem IUZ..... 101
 Ingrid Lange

Aus dem Vereinsleben

Neue Freiburger Gelehrte 104
 Hans-Jürgen Kretzschmar
 Aus dem Protokoll der VFF-Vorstandssitzung 2024 104
 Hans-Jürgen Kretzschmar
 Auslandssemester an der Kumamoto University in Japan 106
 Pascal Döring

Besuch der Tagung „Metal Hydrides 2024“ in St. Malo (Frankreich) 26.-31. Mai 2024.....	106
Franziska Habermann, Konrad Burkmann	
Jahresexkursion des Vereins der Metallurgiestudenten zu Freiberg e. V. ...	107
Anika Rothe	
Praxisnah in Freiberg studieren – Wissenschaftliche Tauchexkursion im Studium nach Kroatien	108
Lea-Marie Pollok, Sebastian Pose, Thomas Pohl, Tobias Fieback	
EXPLO THAILAND 2024.....	111
Livi Valenas	
Mein Auslandssemester an der Akita University in Japan	113
Philipp Schöne	
Exkursion zu tertiären hydrothermalen Lagerstätten in Nordost-Griechen- land – 2023	114
Marie Guilcher, Dino Leopardi	
Portugal Exkursion 2023	115
Johanna Kubasch	
Ein Forschungsaufenthalt in Japan	116
Florian Glauche	
Southern African Rare Earths 2 nd International Conference 2024 in Swakop- mund	118
Louis Schaarschmidt	

Historie

Der 'Winkler-Stuhl' – ein historischer Arbeitsstuhl kommt als neuer Erinnerungs-Schatz zurück an die TUBAF	120
Edwin Kroke	
Carl Gottlieb Gottschalk – ein Pionier der Betriebswirtschaftslehre in Freiberg	123
Andreas Horsch, Silvia Rogler	
201 Jahre Darstellung elementaren Siliziums, 170 Jahre erste Reindar- stellung und die Freiburger Silizium-Tage 2024	129
Norman Pohl, Edwin Kroke	
30 Jahre Solarstandort Freiberg – Ein Rückblick.....	132
Armin Müller	
100 Jahre Karl-Kegel-Bau: Gründungsbau des Braunkohlenforschungsinsti- tuts (Braufi) – Beginn einer erfolgreichen Entwicklung in Freiberg... 138	
Steffen Krzack, Bernd Meyer	
Abriss der Geschichte des Deutschen Brennstoffinstituts (DBI).....	139
Arnd Böttcher	
Julius Albin Weisbach – Professor für Mineralogie an der Bergakademie Freiberg am Ende des 19. Jahrhunderts	143
Götz P. Rosetz	
Von Soldaten zu Studenten – Aspekte aus der 150-jährigen Geschichte des Gebäudes Lessingstraße 45	146
Peter Hauschild	
Stadtarchiv Freiberg am neuen Standort im Herderhaus wiedereröffnet....	148
Ines Lorenz	
Der Brand in der „Alten Mensa“ vor 30 Jahren	149
Thomas Schmalz	
Hans Michael Renovantz – ein Absolvent der Bergakademie als Entwick- lungshelfer im russischen Montanwesen	153
Friedrich Naumann	
Das Institut für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg zwischen der 200-Jahrfeier 1965 und dem Ende des Diplomstudiengangs Mineralogie 2005 - Teil 3	157
Dieter Wolf, Bernd Voland, Wolfgang Kramer, Werner Pälchen	
Bierulk oder Professor H.s Entwurf zu einem geologischen Monument ..	168
Angela Kugler-Kießling	

Personalia

Ende der Ära Schmidt im Hochschulrat der TUBAF	172
TUBAF verleiht vier Ehrennadeln und eine Universitätsmedaille.....	173
Im Amt bestätigt: Prof. Dr. Barbknecht ist Vorstandsvorsitzender der Lan- desrektorenkonferenz Sachsen	173
Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland für Knut Neumann	174



Liebe Leserinnen und Leser,

wer an der TU Bergakademie Freiberg studiert, forscht oder lehrt, befindet sich in einem exzellenten und von Internationalität geprägten wissenschaftlichen Umfeld. Insbesondere wenn wir uns die Zahl internationaler Studierender anschauen, die bei mehr als 50 % liegt, wird klar: Die TUBAF ist ein Ort, der für junge Leute rund um den Globus eine hohe Anziehungskraft besitzt! Die Attraktivität der TUBAF spiegelt sich auch im hervorragenden Abschneiden unserer Universität bei internationalen Hochschul-Rankings. Beim aktuellen QS World University Ranking belegt die Uni den 1. Platz in Deutschland bei der Internationalität der Studierenden.

Wir holen die besten Köpfe aus Deutschland und aller Welt nach Freiberg. Doch es gilt auch, diese gut ausgebildeten Absolventinnen und Absolventen in der Region zu halten. Als Universität, die in der demokratischen Stadtgesellschaft und der Region verankert ist, engagieren wir uns deshalb in der regionalen Initiative *Freiberg.Science.City*. Eines der Ziele von *Freiberg.Science.City* ist es, internationale Studierende und Absolventinnen und Absolventen in der Region Mittelsachsen zu halten. Hier arbeiten wir mit Stadt und Landkreis sowie zahlreichen Forschungseinrichtungen aus Freiberg zusammen. Doch *Freiberg.Science.City* hat nicht allein die internationalen Fachkräfte im Blick. Die Initiative will Freiberg generell attraktiver für Studierende, Forschende und hochqualifizierte Fachkräfte machen. Mehr über *Freiberg.Science.City* erfahren Sie in dieser Ausgabe der ACAMONTA.

Im Wettbewerb um die besten Studierenden und Fachkräfte überschreiten wir als TU Bergakademie Freiberg Grenzen. Kürzlich eröffneten unter der Federführung der TUBAF in der mongolischen Hauptstadt Ulaanbaatar und in der usbekischen Hauptstadt Taschkent wissenschaft-

liche Verbindungsbüros. Diese Büros sind Anlaufstellen für junge Leute, die sich für Studiengänge interessieren, die inhaltlich geeignet sind, den Fachkräftebedarf der sächsischen mittelständischen Wirtschaft zu lindern, also vor allem MINT-Fächer sowie die Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften. Außerdem initiieren und koordinieren die Büros Projekte und Programme zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Sachsen und den Partnerregionen.

All dies soll aber nicht verkennen, dass wir als TU Bergakademie Freiberg eng verzahnt sind mit der Stadt Freiberg und der Region. Hier sind wir geerdet und haben gleichzeitig den Blick auf die weltweiten Herausforderungen wie den Klimawandel, steigende Mobilität und knapper werdende Ressourcen. Und so verstehen wir auch unser Motto „Global denken – global handeln – studieren in Freiberg“. Wer hier studiert und arbeitet, hat immer auch das große Ganze im Blick.

Über die vielfältigen Projekte und Aktivitäten der TU Bergakademie Freiberg informieren wir Sie in dieser Ausgabe der ACAMONTA. Ich wünsche Ihnen eine spannende und anregende Lektüre!

Ihr Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht
Rektor der TU Bergakademie Freiberg

Stiftung



Impressionen von der Festveranstaltung zum
15. Geburtstag der terra mineralia



15 Jahre Mineralienmuseum terra mineralia – Bewährtes und Neues unter einem Dach

In diesem Jahr feierte die terra mineralia in Freiberg ihren 15. Geburtstag. Dank des Engagements der Familie Pohl-Ströher ist es Besucherinnen und Besucher seit 2008/09 möglich, sich an etwa 3.500 ausgewählten Objekten der um die 20.000 Exponate umfassenden Pohl-Ströher-Mineralienstiftung in der terra mineralia zu erfreuen.

Das Jubiläum wurde von ganz unterschiedlichen Aktionen begleitet. So wurden die Fenster zum Schlosshof umgestaltet und die Gäste konnten sich auf neu entwickelte Angebote bei Führungen durch die Ausstellung freuen. Auch in den Ausstellungsräumen hatte sich kurz vor dem Jubiläum einiges getan: Der Einführungsbereich, also der Einstieg in die Mineralienausstellung, wurde neu arrangiert – mit dem Ziel, Besucherinnen und Besucher eine bessere Übersicht über die thematischen Schwerpunkte zu bieten. Alle dargestellten Themen stehen im Zusammenhang mit der Weltherberegion Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří, die somit eine inspirierende Quelle für den Museumsrundgang darstellt. Denn



auch der Ausstellungsort selbst – das Schloss Freudenstein – ist Teil der Montanregion. Die Präsentation zur Schlossgeschichte, untermauert mit zwei Modellen zur Burg und zum Nachfolgebau – dem heute noch existierenden Renaissance-schloss – gibt einen guten Einblick in die Historie des Gebäudes und zum staatlich kontrollierten Münzsystem.

Wissenschaft als „work in progress“

Die TU Bergakademie Freiberg als Trägerin der wissenschaftlichen Ausstellung der terra mineralia und als älteste bestehende Montanhochschule der Welt ist aktiv in weltweite Netzwerke des Wissenstransfers eingebunden und zeichnet sich für ihre Innovationsfähigkeit mit globaler Ausstrahlung aus. Die auch in Freiberg mitentwickelte Idee der Nachhaltigkeit ist Leitgedanke in Lehre und Forschung. Die Ausstellung der terra mineralia bietet eine ganz Reihe von Anknüpfungspunkten an das Studienangebot und die Forschungsinteressen der Universität und stellt die Verbindung zur regionalen Industrie her.

Im Bereich der technischen Anwendungen von Mineralen finden sich Rohstoffe wie Quarz, Gallium, Arsen, Lithium, Nickel, Mangan, die Grundlage für Produkte im Bereich der Halbleiterindustrie und Batterieherstellung sind. In Ergänzung dazu präsentieren zwei in Freiberg beheimatete und weitere Firmen ihre Innovationen, die im Zusammenhang mit dem Welterbe, der Wissenschaft und Wirtschaft stehen. Eine weitere Besonderheit ist die neue kleine Mitwachsausstellung: Sie dient der Vorstellung von aktuellen Forschungsergebnissen des vom regionalen Bündnis Recomine bearbeiteten Projekts ZauBer – kontinuierlich kommen neue Stücke hinzu, „work in progress“ sozusagen!



Neugestaltet wurde auch der Museumsladen: Hier können sich ab sofort alle Interessierten und Neugierigen über Studiengänge an der TU Bergakademie Freiberg informieren. Neben Studieninformationsflyern steht auch das Vollsortiment der Verkaufsartikel der Universität zum Anschauen und Erwerben bereit.

Eine Million Mark für die TU

Stiftungsgründung der Sparkasse vor 25 Jahren: klares Bekenntnis zur Eigenständigkeit der Universität

Indra Frey¹

Mit der ersten Stiftung für die Universität nach der politischen Wende 1990 gab die damalige Kreissparkasse Freiberg einen Impuls für das Wiederaufleben der Stiftertradition an der Bergakademie. Sie setzte in herausfordernden Zeiten ein deutliches Zeichen für die Hochschule, mit der sie seit ihrer Gründung gemeinsame Traditionslinien verbindet. Heute engagiert sich die Stiftung für Stipendi-

enprogramme und die Studienwerbung.

Das besondere Engagement für die Bergakademie und die Freiburger Stadtgesellschaft hat seine Wurzeln in der am 28.7.1823 beginnenden Geschichte der Sparkasse. Bereits ab 1883 etablierte die Sparkasse einen Überschuss-Fonds mit Spendengeldern, zunächst u. a. für den Freiburger Dom und das neue Stadt- und Bergbaumuseum.² Auch die von Johann

Carl August Täschner nach Freiburger Vorbild 1848 im benachbarten Oberbobritzsch eingerichtete Sparkasse tat dies: „Viel war im Laufe der Jahre aus dem Reinertrag für gemeinnützige Zwecke – Fortbildungsschule [...], Anschaffung guter physikalischer Instrumente, Bücher und Lehrmittel für die Schule, [...] etc. – ausgegeben.“³

In Fortsetzung des vielseitigen öffent-



Abb. 1: Gründungsurkunde, mit der die Kreissparkasse ihre Stiftung dotierte (Historisches Archiv der Sparkasse Mittelsachsen).

lichen Engagements im Geiste der Sparkassenidee errichtete die Kreissparkasse Freiberg im Jahr 1998 anlässlich ihres 175-jährigen Bestehens eine gemeinnützige Stiftung. Es war die erste Einrichtung ihrer Art zum Wohle der Bergakademie Freiberg, dotiert mit einer Million D-Mark. Die Sparkasse reflektierte auf die in ihrem Gründungsstatut verankerte Verbindung zum Montanwesen in Kombination mit ihrer traditionellen Gemeinwohlorientierung. Dabei wählte man bewusst die auf die Ewigkeit angelegte Form einer Stiftung bürgerlichen Rechts. Sie sollte der Universität in Zeiten niedriger Studierendenzahlen und daraus resultierender Strukturdebatten innerhalb der sächsischen Hochschullandschaft bewusst den Rücken stärken.

Im Juni 1998 informierte der Pressesprecher der Kreissparkasse Freiberg, Bernd-Erwin Schramm, über die bevorstehende Initiative. Man beabsichtige die Errichtung einer Stiftung unter dem Namen „Sparkassenstiftung TU Bergakademie Freiberg“. Damit bekenne sich die Sparkasse im Jahr ihres 175-jährigen Jubiläums zur Verantwortung in Wirtschaft

und Gesellschaft der Region. „Die Technische Universität Bergakademie Freiberg hat eine lange Tradition sowohl in der regionalen Verankerung, als auch in der internationalen Kooperation, wobei der praxisorientierte Ansatz immer bestimmend und beispielgebend war. Die Kreissparkasse und die TU Bergakademie gehören zu den größten Arbeitgebern im Landkreis Freiberg. Aber nur im Zusammenwirken der örtlichen Kräfte können unterschiedliche und manchmal verborgene Potentiale entwickelt bzw. Nischen entdeckt und effektiv genutzt werden“, so Schramm. „Die Stiftung hat ihren Sitz in Freiberg und wird mit folgendem Vermögen ausgestattet: Zuwendung in Höhe von 1.000.000,- DM durch wiederkehrende Leistungen in Höhe von jährlich 200.000,- DM im Zeitraum von 5 Jahren ab 1998. Ausschließlicher und unmittelbarer Zweck der Stiftung ist die Förderung von Lehre und Forschung an der TU Bergakademie Freiberg insbesondere, a) die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, b) die Förderung innovativer Forschungsansätze, c) die Förderung des öffentlichen Erscheinungsbildes der TU Bergakademie Freiberg.“⁴⁴

Während einer Festveranstaltung zum Sparkassenjubiläum riefen der Verwaltungsratsvorsitzende, Landrat Eberhard Löffler, und der Vorstandsvorsitzende der Sparkasse, Harald Menzel, die Stiftung noch im gleichen Jahr im Beisein des sächsischen Ministerpräsidenten, Georg Milbradt, ins Leben. Bewusst wählten die Akteure die Symbolkraft, um die Verbundenheit zur Universität zu dokumentieren, die Bedeutung des Hochschulstandorts zu unterstreichen und durch den finanziellen Beitrag ein klares Bekennt-

nis für die Notwendigkeit der Eigenständigkeit der Hochschule abzugeben. Auf Vorschlag des Rektors, Prof. Dr. Ernst Schlegel, entschied sich der Stiftungsvorstand am 25.2.1999 dafür, mit den ersten Erträgen der Stiftung ein Promotionsstipendium auszuschreiben. 25.000 DM jährlich sollte die TU hierfür in monatlichen Tranchen erhalten. Die entsprechende Vereinbarung und Ausschreibung erfolgten durch den Vorsitzenden der Graduiertenkommission, Prof. Dr. Horst Brezinski. Die Stiftung wählte in Erinnerung an den Gründer des Sparkassenvereins den Namen „Freiherr-von-Friesen-Stipendium“. Nachwuchswissenschaftler der Wirtschafts-, Natur- und Ingenieurwissenschaften von Partnerhochschulen in Osteuropa bewarben sich um dieses Stipendium. Die Wahl fiel auf einen Doktoranden am Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau mit einer Forschungsarbeit zu Gasförder- und Speicherbohrungen.

Parallel brachte der Stiftungsvorstand weitere Förderungen auf den Weg. Er investierte auf Vorschlag des neuen Rektors, Prof. Dr.-Ing. Georg Unland, in eine damals moderne Form der Studierwerbung und finanzierte eine CD-ROM mit dem aktuellen Studienangebot. Die Werbeaktion reflektierte auf den sich abzeichnenden Nachwuchsmangel. Der digitale Studienführer erschien zum „Tag der offenen Tür“ am 27.5.2000 für interessierte Gymnasiasten, Eltern und Firmen der Region. Er sollte aber auch ausdrücklich Gymnasiasten aus anderen Bundesländern ansprechen und auf die Studienmöglichkeiten in Freiberg aufmerksam machen. Die Konzeption hatte das Medienzentrum übernommen. 5.000 Stück sollten produziert werden. Die Initiative ergänzte eine Plakat- und Postkartenkampagne mit dem Titel „think Ing. - study Ing.“, mit der die Universität im In- und Ausland die naturwissenschaftlichen Studiengänge für künftige Ingenieure bewarb.

Ihre ersten Ausschüttungen widmete die Stiftung im Jahr 2001 auch dem Schaffen des berühmten Freiburger Wissenschaftlers Clemens Winkler, zu dessen 25. Kolloquium das Institut für Anorganische Chemie in der Fakultät für Chemie und Physik eine Bronzeskulptur der Bildhauerin Susanne Roewer einweihte. Die Festveranstaltung unter der Leitung von Institutsdirektor Prof. Dr. Gerhard Roewer fand am 25.10.2001 statt. In der Folgezeit kooperierten die Sparkasse und die

ACAMONTA – 31 (2024): Eine Million Mark für die TU



REPORT

Nummer 6
Juli 1998

Nachrichten aus Lehre und Forschung der Technischen Universität Bergakademie Freiberg



Harald Menzel, Vorstandsvorsitzender und Eberhard Löffler, Verwaltungsratsvorsitzender der Kreissparkasse Freiberg bei der Übergabe der Stiftungsdokumente an Rektor Prof. Ernst Schlegel
Foto: Rolf Rudolph



Stiftungsurkunde der Sparkassenstiftung TU Bergakademie Freiberg

Eine Million für die TU

Die Gründung einer Stiftung für die TU Bergakademie Freiberg beschloß der Vorstand der Kreissparkasse Freiberg in seiner Sitzung vom 10. Juni 1998. Die Stiftung unter dem Namen „Sparkassenstiftung TU Bergakademie Freiberg“ wird mit einem Vermögen von insgesamt einer Million Mark ausgestattet. Diese Summe wird durch jährliche Zuwendungen in Höhe von je 200.000 Mark ab 1998 erreicht.

Zweck der Stiftung ist die Förderung von Lehre und Forschung an der Freiburger TU, insbesondere die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, innovativer Forschungsansätze und des öffentlichen Erscheinungsbildes der Universität. Zum ersten Stiftungsvorstand wurden Eberhard Löffler, Verwaltungsratsvorsitzender der Kreissparkasse Freiberg, Harald Menzel, Vorstandsvorsitzender und Annelies Hättasch, Vorstandsmitglied der Kreissparkasse Freiberg, Prof. Dr. Ernst Schlegel, Rektor der TU und Prof. Dr. Peter Sitz, Senator der TU bestellt.

„Die Kreissparkasse Freiberg“, so deren Sprecher Bernd Schramm, „bekennt sich mit der Gründung

dieser Stiftung eindeutig zur Verantwortung in Wirtschaft und Gesellschaft der Region.“ Die TU habe eine lange Tradition sowohl in ihrer Verankerung in der Region als auch in der internationalen Kooperation, wobei der praxisorientierte Ansatz immer bestimmend und beispielgebend gewesen sei. Mit der Förderung setze die Kreissparkasse auf eine Zukunft, die ihren Ursprung in der regionalen Tradition hat.

„Wir freuen uns sehr über dieses Bekenntnis der Kreissparkasse zur TU in einer für uns ja nicht gerade leichten Zeit“, begrüßte Rektor Prof. Dr. Ernst Schlegel den Beschluß des Kreissparkassenvorstandes. „Allein die Tatsache, daß wir bereits eine Vielzahl von Anträgen auf diese Förderung vorliegen haben, zeigt, wie nötig solche Unterstützung für die Universität ist. Die Stiftung wird uns Projekte ermöglichen, die wir sonst nicht finanzieren könnten. Wir denken dabei beispielsweise an besondere Praktika, Präsentationen wissenschaftlicher Leistungen oder Zuschüsse für Promotionsstudien.“

Für die Förderung kann der Gewinn aus dem gewinnbringend eingesetzten Vermögen der Stiftung verwendet werden, das in seiner Höhe jederzeit erhalten bleibt. Über die Vergabe der Gelder befindet der Vorstand der Stiftung.

ist breit. Der Stiftung ist es wichtig, immer wieder neue, innovative Vorhaben zu begleiten und damit im besten Sinne „anzustiften“. Inzwischen können sich auch weitere Stifter in die Projekte einbringen und bspw. für ein konkretes Vorhaben spenden oder separate Stiftungsfonds innerhalb der Sparkassen-Stiftung gründen.

Als die TU Freiberg ab Sommer 2011 Deutschlandstipendien ausreichte, gehörte die Sparkassen-Stiftung zu den ersten begeisterten Förderern. Sie trug dazu bei, den Grundstein dafür zu legen, dass Freiberg deutschlandweit ein Vorreiter bei der Umsetzung dieses neuen nationalen Stipendienprogramms wurde. Das Modell eines Stipendiums, das der Bund gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft, Stiftungen, privaten Förderern oder dem Kreis von Absolventinnen und Absolventen bereitstellt, vernetzt Wissenschaft und Wirtschaft mit dem Ziel der Stärkung junger Talente. Die Stipendiatinnen und Stipendiaten können bei der Sparkasse zusätzlich durch Praktika oder die Begleitung von Studienarbeiten einen Einblick in praktische Fragestellungen der Wirtschaftswissenschaften erhalten.

Aktuell begleitet die Stiftung die Fakultät Wirtschaftswissenschaften u. a. bei der Durchführung von Management-

Stiftung eng. Vor allem die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften bot ihren Studierenden Praktika in der Sparkasse an, stimmte sich über die Betreuung von Diplomarbeiten ab und organisierte Vortragsveranstaltungen. Der jeweilige Dekan der

Fakultät wurde geborenes Mitglied des neu strukturierten Kuratoriums, das bis heute in dieser Form bestehende Aufsichtsgremium der Stiftung.

Das Stiftungsvermögen ist auf über 600.000 Euro angewachsen. Die Erträ-

ge werden durch eine Anlagestrategie in unterschiedlichen Assetklassen generiert. Dazu kommen zweckgebundene Spenden der Sparkasse, die für spezielle Fördervorhaben bereitstehen. Stipendien, Laptops für Studierende und Schutzkleidung und -brillen für die Mitglieder der studentischen Arbeitsgemeinschaft Grubenwehr – die Palette der Stiftungszuwendungen



Abb. 3: CD-ROM und Postkartenkampagne für den Studienstandort Freiberg (Historisches Archiv der Sparkasse Mittelsachsen).



Abb. 4: Im Jahr 2022 überreichten Prof. Dr. Swanhild Bemstein und Dr. Indra Frey (re.) ein Deutschlandstipendium an Moritz Haupt (Foto: TU Freiberg / Eckardt Mildner).

Camps für Schülerinnen und Schüler und beim Fakultätstag. Ziel ist es, einen Beitrag zur Steigerung der Studierendenzahlen zu leisten – ganz im Sinne der Gründungsväter der Sparkassen-Stiftung.



- 1 Vorstandsvorsitzende Sparkassen-Stiftung TU Bergakademie Freiberg, Kontakt: Sparkassen-Stiftung TU Bergakademie Freiberg/Sparkasse Mittelsachsen, Poststraße 1a, 09599 Freiberg, Indra.Frey@sparkasse-mittelsachsen.de, www.sparkassenstiftungen-mittelsachsen.de
- 2 Vgl. Engewald, Gisela-Ruth; Rentzschke, Erich; Schreiter, Lothar: 175 Jahre Sparkasse in Freiberg. Eine Chronik, hg. von der Kreissparkasse Freiberg, Freiberg 1998, S. 46.
- 3 Täschner, Ida: Geschichte der Familie Täschner Oberbobritzsch, Freiberg 1905, S. 96.
- 4 Presseinformation der Kreissparkasse Freiberg, 9.6.1998, Historisches Archiv Sparkasse Mittelsachsen.

Neuzugänge in den Mineralogischen Sammlungen durch die Günter Heinisch-Stiftung

Andreas Massanek

Die Mineralogischen Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg bekamen auch in diesem Jahr von der Günter Heinisch-Stiftung mehrere Mineralstufen als Dauerleihgabe überreicht. Diese Stufen werden sowohl die Ausstellungen im Wernerbau und Krügerhaus als auch im Schloss Freudenstein bereichern. Im Folgenden werden die Minerale hier kurz vorgestellt:

Den Auftakt machen drei Pseudomor-

phosen. Der Begriff Pseudomorphose bedeutet Fremdgestalt, das heißt, ein Mineral verdrängt ein vorher gebildetes Mineral und nimmt dessen Kristallform ein. Ein bekanntes Beispiel sind die Pseudomorphosen der Kupferkarbonate Malachit ($\text{Cu}_2[(\text{OH})_2/\text{CO}_3]$) und Azurit ($\text{Cu}_3[(\text{OH})_2/(\text{CO}_3)_2]$), bei denen sich der zuerst gebildete Azurit nach und nach von außen nach innen in Malachit umwandelt. So eine Stufe kann-

te von der Lagerstätte Touissit in der Provinz Jerada, die sich in der Region Oriental in Marokko befindet, erworben



Abb. 1: Malachit pseudomorph nach Azurit, mit Azurit. Touissit, Jerada, Region Oriental, Marokko. 11,5 x 9 cm.



Abb. 2: Stromeyerit pseudomorph nach gediegen Silber, Džezkazgan, Karaganda, Kasachstan. 5,5 x 4 cm.



Abb. 3: Gold pseudomorph nach Pyrit. Lena-Goldfelder, Bodaibo, Ostsibirien, Russland. 2,5 x 5 cm.

werden. Bei der Stufe handelt es sich um eine Teilpseudomorphose, da die Azuritkristalle noch nicht vollständig in Malachit umgewandelt sind. Aus der großen Kupferlagerstätte Džezkazgan in Kasachstan stammt eine Pseudomorphose von Stromeyerit nach gediegen Silber. Die typischen draht- und lockenförmigen Silberaggregate sind vollständig in Stromeyerit umgewan-



Abb. 4: Sphalerit epitaktisch auf Tetraedrit mit Quarz. Grube Nikolaevskij, Dalnegorsk, Ferner Osten, Russland. 10 x 7,5 cm.

delt worden. Stromeyerit ist ein seltenes Silbermineral mit der chemischen Formel AgCuS . Es wurde nach dem deutschen Chemiker Friedrich Stromeyer (1776-1835) benannt, der die ersten Analysen des Minerals angefertigt hatte. Er wurde auch durch die Entdeckung des Elementes Cadmium bekannt. Die dritte Pseudomorphose kommt von den Lena-Goldfeldern im Bodaibo-Areal im ostsibirischen Russland. Hier wurden ehemalige Pyritwürfel (FeS_2), die die charakteristische Flächenstreifung aufzeigen, durch Gold ersetzt. Diese Funde sorgten unter Sammlern für viel Aufregung, da vermutet wurde, dass es Fälschungen seien. Doch Rakovan et al. (2017) konnten nachweisen, dass es



Abb. 5: Bourbonit-Zwillinge auf Galenit. Grube 2. Sovietskij, Dalnegorsk, Ferner Osten, Russland. 12 x 10 cm.

sich um natürliche Bildungen handelt.

Aus den Gruben Nikolaevskij bzw. 2. Sovietskij im Fernen Osten Russlands stammen zwei weitere Stufen. Die erste zeigt dunkle Sphaleritkristalle (ZnS), die orientiert (Epitaxie) auf die Flächen großer Tetraedritkristalle ($\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$) aufgewachsen sind. Die zweite Stufe besteht aus verzwilligten Bourbonitkristallen (sogenanntes Rädelerz, PbCuSbS_3), die auf hochglänzenden Galenitkristallen (PbS) sitzen.

Eine Großstufe mit goldgelben Pyritwürfeln, die mit wasserklaren Bergkristallen (SiO_2) vergesellschaftet sind, kommt aus der Grube Huanzalá bei Huallanca in der peruanischen Region Ancash. Die in mehr als 4.000 m Höhe befindliche Blei-Zink-Lagerstätte liefert die wohl weltweit spektakulärsten Pyritstufen.

Der Bergbaubetrieb Willi Agatz in Dresden-Gittersee baute im Döhlener Becken uranhaltige Steinkohle ab. Auf Klüften im Meißner Massiv, das sich bis an den Rand des Döhlener Beckens erstreckt, wurden vor allem in den 1980er



Abb. 6: Pyrit mit Quarz, Var. Bergkristall. Grube Huanzalá, Huanzaláa, Bolognesi, Ancash, Peru. 27 x 32 cm.

Jahren schöne Calcitkristalle ($\text{Ca}[\text{CO}_3]$) in verschiedenen Formen und Farben gefunden. Dazu zählt auch die hier aufgeführte Stufe mit Phantom-Kristallen. So eine Bildung entsteht, wenn ein Kristall einer ersten Generation orientiert von einem transparenten Kristall einer zweiten, jüngeren Generation überwachsen wird. Den älteren Kristall kann man dann wie einen Geist im Zentrum des jüngeren Kristalls sehen.

In der Kiesgrube Wriezen im Landkreis Märkisch-Oderland in Brandenburg können neben diversen Geschieben und Fossilien auch tertiäre Bernsteine gefunden werden. Das fos-



Abb. 7: Phantom-Calcit. Bergbaubetrieb Willi Agatz, Dresden-Gittersee, Sachsen. 4,5 x 4 cm.

sile Harz Bernstein ist ja hierzulande vor allem von der Ostsee bekannt. Aber auch aus den tertiären Begleitschichten unserer Braunkohlelagerstätten im Raum Halle-Bitterfeld und aus der Lausitz sind umfangreiche und qualitativ hochwertige Funde bekannt geworden.

Die Gründung der Günter Heinisch-Stiftung des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg erfolgte 2015, um die Geowissenschaftlichen Sammlungen an der TU Bergakademie zu unterstützen. Bisher konnten 33 Mineralstufen und ein historischer Sammlungsschrank mit wissenschaftshistorisch wertvollem Originalmaterial des Freiburger Mineralogen Friedrich August Breithaupt erworben werden. Mit Hilfe der Stiftung konnten auch viele Fotos für Publikationen angefertigt und zahlreiche historische Etiketten restauriert werden.



Abb. 8: Bernstein. Kiesgrube Wriezen, Märkisch-Oderland, Brandenburg. 9,5 x 5,5 cm.

Literatur:

Rakovan, J., Lüders, V., Massanek, A. & Nolze, G.: Gold crystals from the Lana Goldfields, Bodaibo Area, Eastern Siberia, Russia: Exceptional Hoppered Octahedra and Pseudomorphs after Pyrite. In: *Rocks & Minerals*, 92(2017)5, 410-425.

Renate und Prof. Dr.-Ing. Georg Unland-Stiftung

Annett Wulkow Moreira da Silva

Altrector Prof. Georg Unland und seine Ehefrau Renate Unland riefen im Januar 2024 eine neue Stiftung an der TU Bergakademie Freiberg ins Leben. Die ACAMONTA-Redaktionsleitung fragt nach Details und Hintergründen der Stiftungsgründung.

ACAMONTA: Sehr geehrter Herr Professor Unland, was war Ihre Motivation, gemeinsam mit Ihrer Frau eine Stiftung an der TU Bergakademie Freiberg einzurichten?

PROF. GEORG UNLAND: Seit 1993, dem Jahr meiner Berufung auf die Professur für Aufbereitungsmaschinen, bin ich an der TU Bergakademie Freiberg tätig. Als Professor, als Rektor zwischen 2000 und 2008 und danach als Sächsischer Staatsminister der Finanzen konnte ich meine Erfahrungen und Kenntnisse einbringen und maßgeblich an der Gestaltung der Gegenwart und Zukunft der Universität und Hochschullandschaft Sachsens mitwirken. Ich kann von Glück sprechen, bisher so ein Leben geführt zu haben. Meine Generation hat keinen Krieg direkt erlebt; ich selbst bekam als Erster in meiner Familie die Chance, studieren zu können. Es war daher nun an der Zeit, etwas zurückzugeben. Aus Dankbarkeit gegenüber der Bergakademie und zugleich der Verpflichtung folgend, auch dem Nachwuchs gute Chancen zu bieten, haben meine Frau und ich die Stiftung ins Leben gerufen.

ACAMONTA: Können Sie die Stiftung etwas näher vorstellen? Was ist der Stiftungszweck?

PROF. GEORG UNLAND: Mit Mitteln der Stiftung sollen Wissenschaft und Forschung an der TU Bergakademie Freiberg gefördert und Beiträge zur Erhaltung bergbaulicher Kunst und Kultur geleistet werden.

In einem ersten Schritt haben meine Frau und ich mehrere Sammlungen, die wir im Laufe unseres Lebens zusammengetragen haben, an die Bergakademie übergeben. Es gingen Teilsammlungen unserer umfangreichen Mineraliensammlungen an die Geowissenschaftlichen Sammlungen über, darunter eine Kollektion an Mineralien aus Deutschland und Peru. Mit ihren drei großen Sammlungen im Schloss Freuden-

stein, im Krügerhaus und im Wernerbau besitzt die TU Bergakademie Freiberg Sammlungen von internationaler Bedeutung. In ihrer Kombination stellen diese Sammlungen die weltweit größte Ausstellung von Mineralien dar. Auch zukünftig ist es notwendig, die Sammlungen stetig zu ergänzen und zu aktualisieren. Dazu soll unsere Stiftung einen Beitrag leisten.

Teile der übergebenen Sammlungen stehen auch für zukünftige Tauschgeschäfte zur Verfügung und tragen somit dazu bei, höherwertige Stücke für die Universitätssammlungen zu erwerben. Durch Übernahme von Privatsammlungen erhält die Universität die Möglichkeit, Stücke der Öffentlichkeit zu präsentieren, für die sonst keine Mittel im Haushalt zur Verfügung ständen. Unser Anliegen ist es damit auch, weitere Sammler zu Stiftungen an die Bergakademie zu animieren.

ACAMONTA: Sind die von Ihnen übergebenen Mineralien öffentlich ausgestellt?

PROF. GEORG UNLAND: Einige der von uns bereits vor einiger Zeit gestifteten Mineralien sind im Krügerhaus am Schlossplatz in der Mineralogischen Sammlung Deutschland ausgestellt. Der Großteil wird derzeit jedoch im Depot verwahrt und bei Gelegenheit der Öffentlichkeit präsentiert. Besonders schöne Mineralstufen aus der Peru-Sammlung sollen zukünftig im Amerika-Bereich der terra mineralia zu sehen sein.

ACAMONTA: Das Stiftungswesen blickt auf eine lange Geschichte an der Bergakademie Freiberg zurück. Wie reiht sich die Unland-Stiftung in die Stiftungstradition der Institution ein?

PROF. GEORG UNLAND: Internationale Spitzenuniversitäten finanzieren sich aus drei Quellen: Neben der staatlichen Förderung spielen die im Wettbewerb eingeworbenen Drittmittel eine wichtige Rolle sowie Zuwendungen aus Stiftungen. Das Stiftungswesen ist in Deutschland im Gegensatz zu Ländern wie den USA noch entwicklungsbedürftig. Für die bergakademische Lehre und Forschung in Freiberg spielten Stiftungen jedoch seit jeher eine große Rolle. Mit der 1702 eingerichteten Stipendienkasse existierte erstmalig ein Fonds, über den die Ausbildung im Montanfach konstant gefördert wurde. Im Laufe der Geschichte kamen Stiftungen von Absolventen und Professoren hinzu, die der Hochschule damit ihren Dank erwiesen. In den ersten Dekaden des 20. Jahrhunderts rückten Industriestiftungen in den Vordergrund; eine bedeutende Stiftung in diesem Kontext war beispielsweise die 1918 gegründete „Braunkohlenstiftung“. Nach 1990 lebte die zunächst nach dem Zweiten Weltkrieg unterbrochene Stiftungs Idee in beeindruckender Weise wieder auf. Den Anfang bildete die 1998 ins Leben gerufene „Sparkassenstiftung“, der 2002 die „Stiftung Technische Universität Bergakademie Freiberg“ folgte. Dazu gehö-



Abb. 1: Renate und Prof. Georg Unland bei der Stiftungsgründung (weiterhin im Bild v.l.: Andreas Massanek, Prof. Klaus-Dieter Barbknecht, Jens Then)

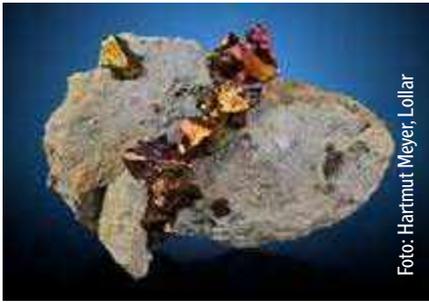


Foto: Hartmut Meyer, Lollar

Abb. 2: Chalkopyrit, Grube Georg, Horhausen, Westerwald, Rheinland-Pfalz; 12,5 x 6,5 cm

ren u. a. die großen Zuwendungsgeber, wie die VNG AG, Nickelhütte Aue GmbH oder die Freiburger Brauhaus AG. Schnell kamen weitere Stiftungen, wie die „Pohl-Ströher-Mineralienstiftung“ (2004), die „Dr. Erich Krüger-Stiftung“ (2006) oder der „Dr. Frank-Michael und Marianne Engel-Stiftungsfonds“ (2009) hinzu.

ACAMONTA: Wie ist es zur Gründung der „Stiftung Technische Universität Bergakademie Freiberg“ im Jahr 2002 gekommen?

PROF. GEORG UNLAND: Anregungen für das Stiftungswesen habe ich in den USA während meiner beruflichen Phase in der Industrie erhalten. Mein damaliger Arbeitgeber, die Krupp Polysius AG, ermöglichte es mir, amerikanische Spitzenunis kennenzulernen, deren Finanzierung sich maßgeblich auf privates Vermögen stützt. In Deutschland reifte

die Idee, auch hier verstärkt auf privates Engagement zurückzugreifen und beispielsweise beruflich erfolgreiche Alumni oder Freunde der Bergakademie zur großzügigen Unterstützung ihrer Alma mater zu animieren. Dies ist mit der „Stiftung Technische Universität Bergakademie Freiberg“ auch gelungen. Weitere Stiftungen sind hier zusammengefasst, wie beispielsweise der Stiftungsfonds Ursula und Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider, der Christa und Dr.-Ing. Peter Letz Stiftungsfonds für das Gießereiwesen, der Hermann Spamer-Stiftungsfonds von Frau Kellner oder der Kuno Stöckli-Stiftungsfonds. Dabei haben viele Kollegen der Bergakademie mitgeholfen, so etwa Prof. Ulrich Groß, Prof. Helmuth Albrecht, Prof. Gotthard Wolf, Prof. Horst Brezinski und Andreas Massanek.



Foto: Hartmut Meyer, Lollar

Abb. 3: Strontianit auf Calcit, Grube Mark II, Beckum, Münsterland, Nordrhein-Westfalen; Bildbreite 7 cm



Foto: Hartmut Meyer, Lollar

Abb. 4: Baryt mit Chalkopyrit, Dreislar, Sauerland, Nordrhein-Westfalen; 13,5 x 12 cm

ACAMONTA: Was können wir für das Stiftungswesen an der TU Bergakademie Freiberg in den kommenden Jahren erwarten?

PROF. GEORG UNLAND: Wir sind in Kontakt mit einer ganzen Reihe potenzieller Stifter, die der Bergakademie wohlgesonnen sind. Ich bin hoffnungsfroh und optimistisch, dass die eine oder andere größere Stiftung ihren Weg nach Freiberg finden wird. Gleichzeitig möchte ich anregen, sich als Stifter oder Spender beziehungsweise Vermittler einzubringen und damit etwas an die eigene Ausbildungs- oder Arbeitsstätte zurückzugeben. Jeder Betrag hilft, uneigennützig Projekte oder (bedürftige) Studentinnen und Studenten zu unterstützen!

ACAMONTA: Vielen Dank für das Gespräch und Ihr Engagement!

Zum 100. Geburtstag von Dr. Peter Krüger

Am 14. Februar 1924 wurde Dipl.-Ing. Dr. Peter Krüger in Freiberg geboren. Karriere machte der erfolgreiche Geschäftsmann in Essen und München, seiner Heimatstadt blieb er aber verbunden. Er hat der TU Bergakademie Freiberg im Jahr 2006 die damals höchste Stiftungssumme vermacht, die eine staatliche Universität in Deutschland von einer Privatperson je erhalten hat. Benannt hat er die Stiftung nach seinem Vater, Dr. Erich Krüger. Kurze Zeit später, am 12. Juli 2007, verstarb der Geschäftsmann. Seither führt seine Ehefrau Dr. Erika Krüger die Stiftung und damit ein Erbe, das weit über das Leben des Stifters Peter Krüger hinausreicht.

Wer heute die Stadt Freiberg besucht, kommt an dem Namen Krüger kaum vorbei: An prominenter Stelle, direkt am Schloss Freudenstein, steht das Krügerhaus, ein gelber Bau aus dem 16. Jahrhundert, einst Amtshaus, zu DDR-Zeiten Wohnhaus, dann leerstehend – und inzwischen das Zuhause einer der sehenswertesten Minerali-

ensammlungen Deutschlands. Dezent schimmernde Bernsteine, strahlender Quarz, aber auch Kuriositäten wie ein Halit mit einer weißen Frisur aus Haarsalz finden sich in den Vitrinen. Ein von Dr. Erika Krüger, der Witwe von Peter Krüger, restauriertes Schmuckkästchen mit Schätzen, die die international ausgerichtete Ausstellung des benachbarten Museums terra mineralia mit Mineralen aus ganz Deutschland ergänzt. Im Krü-



gerhaus befindet sich auch der Sitz der Dr. Erich Krüger Stiftung.

Nicht nur Minerale im Blick, Stiftung fördert Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs

Aus den Erträgen des Stiftungsvermögens werden Forschungsprojekte an der TU Bergakademie Freiberg gefördert. Stiftungszweck ist primär die Förderung der praxis- und anwendungsbezogenen Wissenschaften und Forschung. Die Ergebnisse sollen bevorzugt in der Region umgesetzt werden. Mit Stiftungsgeldern konnte die Universität auch gezielt in ihre Forschungsinfrastruktur investieren, u. a. in ein Schockwellenlabor sowie in diverse Forschungsgroßgeräte. Die Dr. Erich Krüger Stiftung engagiert sich aber auch für den wissenschaftlichen Nachwuchs, u. a. durch die Finanzierung von Deutschlandstipendien und zahlreichen Dissertationen.

Dass sich der Wahlmünchner Peter Krüger für seine Heimatstadt und die TU Bergakademie Freiberg engagiert hat, kann durchaus überraschen, machten ihm die DDR-Regularien in der Nachkriegszeit ein Studium an der TU Freiberg doch unmöglich. Der junge Mann, Sohn eines Dozenten der TU Freiberg, wurde nach einem Semester als Bergbaustudent von der Hochschule ausgeschlossen, weil er – so erklärte man es ihm damals – „kein Arbeiter- und Bauernkind“ war. Er studierte in Karlsruhe Elektrotechnik und ging dann nach Kanada, wo er nach einem Intermezzo als Fernsehantennenmonteur und Cockpitinstallateur Karriere als Elektroingenieur machte. Bald kehrte er nach Deutschland zurück, übernahm ein kleines Unternehmen, das er nicht nur vor der Insolvenz rettete, sondern zu einem weltweit im Korrosionsschutz tätigen Unternehmen mit



Foto: Pressestelle

2.000 Mitarbeitern entwickelte. Mit Mitte 40 stieg er dann in eine für ihn neue Branche ein, den Lebensmittel Einzelhandel. Er und seine Ehefrau Dr. Erika Krüger gründeten die bekannte Kette „Schlemmermeyer“. Nach dem Verkauf des Geschäfts und nach der Wiedervereinigung investierte das Unternehmer Ehepaar in großem Umfang in Einzelhandelsimmobilien, vor allem in den neuen Bundesländern.



Foto: Pressestelle

Erika Krügers Engagement

Nach dem Tode von Peter Krüger ist es seiner Frau Erika zu verdanken, dass die Idee einer mineralogischen Sammlung im heutigen Krüger-Haus Realität wurde. Erika Krüger engagiert sich bis heute als Vorsitzende für die Dr. Erich Krüger Stiftung und fühlt sich darüber hinaus der TU Bergakademie und der Stadt Freiberg auf vielfältige Weise eng verbunden.

Stiftung „Technische Universität Bergakademie Freiberg“

Marianna Klescinska

Das Stiftungswesen hat an der TU Bergakademie Freiberg (TU BAF) eine lange Tradition. Das 300-jährige Jubiläum der Stipendienkasse zur Förderung der Fachkräfteausbildung im sächsischen Berg- und Hüttenwesen wurde als Anlass für die Einrichtung der Stiftung „Technische Universität Bergakademie Freiberg“ (weiter als Stiftung) genommen. So kam es am 15.11.2002 zur feierlichen Errichtung der Stiftung als nicht rechtsfähiger Stiftung in der Verwaltung der TU BAF.

Der Kerngedanke der Stiftung liegt in der Förderung der Lehre und Forschung an der TU BAF, der Förderung der Bildung und Erziehung, sowie Volks- und Berufsbildung einschließlich der Studentenhilfe. Die Stiftung engagiert sich für das Gemeinwohl und erweitert die Förderungsmöglichkeiten an der TU BAF.

Diese Förderung umfasst verschiedene Bereiche. Laut Satzung wird der Stiftungszweck verwirklicht durch

- die Unterstützung bei der personellen Absicherung der Lehre, insbesondere durch die finanzielle Förderung bei der Errichtung und Unterhaltung von Professuren,
- die Unterstützung bei der Sicherung der für die Erfüllung der Aufgaben in Lehre und Forschung erforderlichen

chen materiellen Ausstattung und Räumlichkeiten sowie zur Unterhaltung eines Studienwohnheims.

Außerdem unterstützt die Stiftung den Denkmalschutz und die Denkmalpflege, insbesondere die Erhaltung der in Besitz der Stiftung stehenden Liegenschaften sowie anderer unter Denkmalschutz stehender Immobilien in Freiberg.

Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Stiftungsfonds unter dem Dach der Stiftung TU Bergakademie Freiberg gegründet, um den Stiftungszweck zu erweitern. Von 2005 bis zum Jahr 2021 wurden acht Dach-Fonds eingerichtet. So etwa unterstützt der Hermann-Spamer-Stiftungsfonds die Kinder- und Schüleruniversität, der SolarWorld-Stiftungsfonds die Fakultät für Chemie und Physik in Lehre und Forschung, der Stiftungsfonds Ursula und Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider die Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften, der FME-Stiftungsfonds die Lehre und Forschung auf dem Gebiet der Industriearchäologie und der Instituts-Stiftungsfonds Bergbau das Institut für Bergbau und Spezialtiefbau. Der im Jahr 2019 gegründete „Christian Grosse Stiftungsfonds für die Forschung“ sowie der „Christa und

Dr.- Ing. Peter Letz Stiftungsfonds für das Gießereiwesen“ tragen zum Erwerb von Lehr-, Labor- und Forschungsmaterial sowie Gerätschaften und Werkstoffen bei und stärken die Lehre und Forschung im Gießereiwesen. Der 2021 neu entstandene „Kuno Stöckli-Stiftungsfonds“ unterstützt ebenfalls die wissenschaftliche Lehre und Forschung an der TU Bergakademie Freiberg und soll zudem zur Bereicherung der Sammlungen an der Bergakademie beitragen.

Hinter der Stiftung TU Bergakademie Freiberg stehen viele engagierte Stifter und Spender, die eine großzügige Unterstützung der TU BAF ermöglichen, wofür wir sehr dankbar sind. Mit Stiftungsmitteln wurden in den letzten Jahren vielfältige Projekte und Studenteninitiativen gefördert, wie die jährlich vergebenen Deutschlandstipendien, das Racetech Racing Team, die AG Grubenwehr und das Scientific Diving Center (SDC). Ebenso hat die Stiftung bei der Vergabe von Preisen, wie dem Eckart-Flemming-Preis für besondere Leistungen in Studium oder Forschung, dem Ferdinand-Reich-Preis und dem Härtig-Preis, zur Finanzierung beigetragen.

Forschung



Glasschmelzen im Demonstrationslabor ZeHs

Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft am 25. Mai 2024



Live-Betankung nach Gewinnspiel zur Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft mit zertifiziertem syntetischem Kraftstoff der TUBAF & CAC Engineering GmbH

Klimawandel – natürlich und anthropogen

Jörg Matschullat, Michael Schlömann, Hermann Heilmeier

Prolog

Zunehmenden „Klimakatastrophen“ weltweit zum Trotz ist das Thema Klimawandel bei Vielen aus dem Fokus der öffentlichen Diskussion geraten. Doch nicht allein in fernen Ländern, sondern auch bei uns treten vermehrt Starkregenereignisse auf, die in immer kürzeren Abständen „Jahrhundertfluten“ nach sich ziehen, ebenso wie mehrwöchige Hitze- und Dürreperioden in aufeinanderfolgenden Jahren mit Ernteausfällen und Baumsterben. Noch befremdlicher ist, dass noch immer selbsterklärte „Klimaskeptiker“ auch in wissenschaftlich gebildeten Kreisen unhaltbare Thesen und Argumente gegen

um sich bei Interesse vertiefend mit dem Thema auseinandersetzen zu können.

Klimaschwankungen und deren Muster

Klima, das ist das Integral der Witterungsbedingungen an einem Ort über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren, also eine statistische Kenngröße. Entsprechend der großen Zahl von Orten auf der Erde gibt es viele Klimate von den Polarregionen bis in die zentralen Tropen um den Äquator. Jeder Ort hat andere Bedingungen, mit denen wir Menschen und alle übrigen Lebewesen zurechtkommen müssen. Dennoch gibt es auch ein globales Klima. Wir können es berechnen, auch

klimatische Veränderungen länger – und sind doch präzise messbar. Doch das gilt erst, seit wir entsprechende Messgeräte haben, also seit knapp 200 Jahren. Davor sind wir auf Klimaarchive angewiesen, in denen Zeugen klimatischer Veränderung verzeichnet sind. Das können Baumringe, Seesedimente, Eiskerne, Meeressedimente und Sedimentgesteine sein. Damit können wir bis zu vielen Jahrmillionen zurück in Klimaverhältnisse der Vergangenheit schauen. So gelang es Freiburger und Chemnitzer Paläontologen, für die fossile Lagerstätte des Versteinerten Waldes in Chemnitz die jährliche Niederschlagsmenge und die Saisonalität des

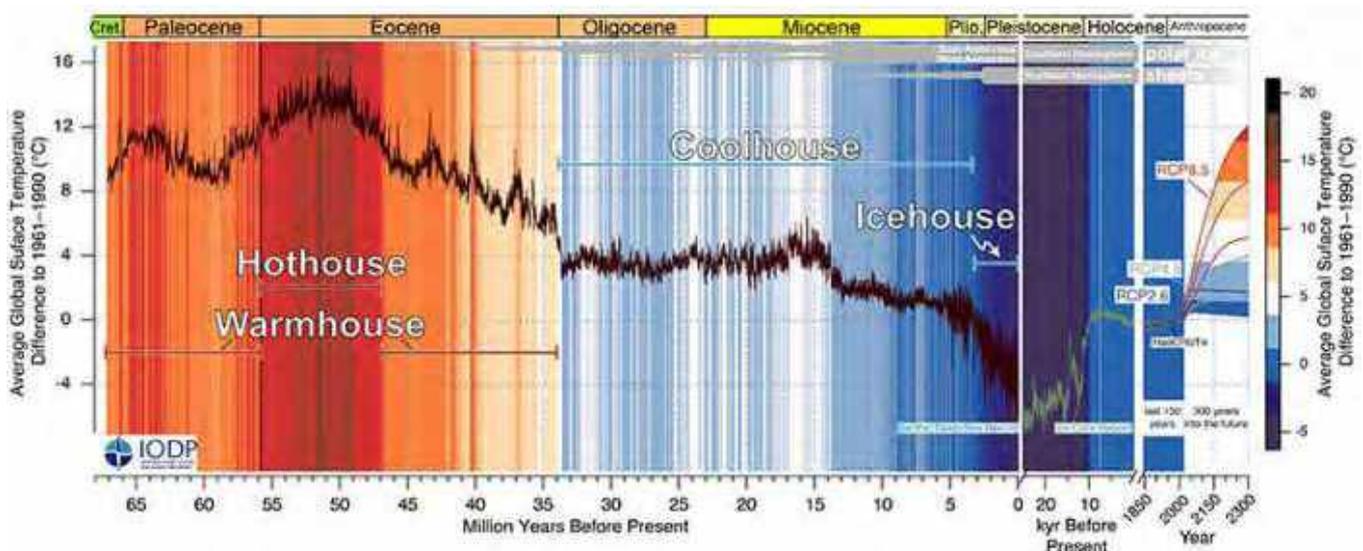


Abb. 1: Rekonstruktion der globalen Oberflächentemperaturen aus marinen Sedimenten (<https://news.ucsc.edu/2020/09/climate-variability.html>; nach Westerhold et al. 2020; letzter Zugriff 31.8.2024). Temperatur „Null“-Linie: Mittlere globale Temperatur während der Klimanormalen 1961 bis 1990.

die Wirklichkeit des anthropogen bedingten Klimawandels verbreiten; selbst an unserer Universität. Als ob Verdrängen und Leugnen es einfacher machte, gute Lösungen zu finden. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Modellergebnisse der vergangenen Jahrzehnte erklären die weltweit zu beobachtende Wirklichkeit erheblich besser als jede bislang zur Sprache gebrachte Alternative. Wir nehmen hier aus biologischer und physikalisch-klimatologischer Sicht „den Ball auf“ in der Hoffnung, unseren Lesern mehr Klarheit und Verständnis bieten zu können. Dabei bilden die Verfasser sich nicht ein, die komplexe Wirklichkeit hier auf wenigen Seiten grundsätzlich diskutieren zu können – Leser bekommen über die Quellenangaben Material an die Hand,

wenn niemand real unter diesen Bedingungen lebt. Diese globale Betrachtung hilft uns jedoch, wirkmächtige Prozesse besser zu verstehen – denn nur wenn sie global erkennbar sind, haben sie die Macht, uns alle zu beeinflussen; deshalb ‘Globaler Klimawandel’.

Klimatische Verhältnisse verändern sich auf allen Skalenebenen in Zeit und Raum (Abb. 1). Füllen wir einen großen Baum in unserem Garten, spüren wir unmittelbar, dass Strahlungshaushalt und Luftfeuchtigkeit im Nahbereich dieses ehemaligen Baumes sich spontan verändern und verändert bleiben. Dieser Wandel lässt sich mit einer guten Säge in wenigen Minuten erreichen. Auf größerer Raumebene – ein ganzes Land, ein Kontinent oder gar unser Planet – dauern

Klimas im frühen Perm (vor beinahe 300 Mio. Jahren) zu ermitteln (Luthardt et al. 2016). Zusätzlich unterstützen uns heute Computermodelle, um aus solchen Archiven gewonnene Hypothesen zu testen.

Rekonstruktionen früherer Klimate helfen uns zu verstehen, warum es natürliche Klimaschwankungen gibt, was sie auslöst und wie schnell Veränderungen erfolgen. Die wesentliche Kenngröße ist der Strahlungshaushalt unseres Planeten (s. u.; Abb. 2), also das Fließgleichgewicht von kurzwelliger solarer Energieeinstrahlung auf die Erde, folgender Energieverteilung in Atmosphäre, Biosphäre, Kryosphäre, Hydrosphäre, Podo- und Lithosphäre sowie langwelliger Rückstrahlung von der Erde in den Weltraum. Alles, was dieses Fließgleichgewicht be-

einflusst, führt zu Klimaschwankungen. Dazu gehören Veränderungen der solaren Einstrahlung durch Prozesse in der Sonne (z. B. Sonnenfleckenaktivität) ebenso wie sich langfristig verändernde Erdbahnparameter (Milanković-Zyklen) als externe Faktoren. Weitere Einflussgrößen sind vulkanische Aktivität und Veränderungen der irdischen Albedo (Anteil der Rückstrahlung einfallenden Lichtes) durch die Verteilung von Landmassen und Meeren, von Pflanzen, Oberflächenbeschaffenheiten sowie von Schnee und Eis auf Kontinenten und im Meer.

All diese Einflüsse lassen sich heute mit großer Genauigkeit messen und erfolgreich modellieren. Letzteres erlaubt uns, auch frühere Klimate und deren Randbedingungen hinreichend präzise in Modellen nachvollziehen zu können. So gelang es nachzuweisen, dass unsere Erdatmosphäre erst seit gut 400 Millionen Jahren eine Ozonschicht besitzt, die es dem bis dato ausschließlich marinen Leben erlaubte, nun auch das Land zu erobern. Zuvor tötete die starke kurzwellige Strahlung (UV-Licht) jede Zelle, die nicht wenigstens durch eine dünne Wasserschicht geschützt war. Die Ozonschicht konnte erst entstehen, nachdem Photosynthese-betreibende Cyanobakterien vor über 2,4 Milliarden Jahren die Fähigkeit entwickelt hatten, mit Hilfe der Lichtenergie Wasser zu spalten und so molekularen Sauerstoff (O_2) freizusetzen (oxygene Photosynthese; Sánchez-Baracaldo & Cardona 2020). Aus solchen Cyanobakterien entwickelten sich später die Chloroplasten der grünen Pflanzen. Über lange Zeit blieb der O_2 -Anteil der Atmosphäre sehr niedrig. Erst vor etwa 600 bis 800 Millionen Jahren begann er erheblich und mit

Schwankungen auf den heutigen Wert von ca. 21 Prozent zu steigen (Liu et al. 2019). Nicht minder interessant ist, dass menschenartige Primaten sich erst vor etwa 20 Millionen Jahren zu entwickeln begannen – nachdem die Kohlendioxidkonzentration (CO_2) der Atmosphäre erstmals auf etwa heutige Werte gesunken war (Rae et al. 2021).

Die Konzentration von O_2 und CO_2 in der Atmosphäre ist, neben der physikalischen Lösung beider Gase in Wasser (Meere, Flüsse, Seen) sowie neben

setzeraktivität von Pilzen und Bakterien (Destruenten) ausgeglichen. Deshalb bleibt die CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre über ökologische Zeiträume von mehreren Jahrtausenden einigermaßen stabil (Heilmeyer 2007). Über Zeiträume von mehreren zehntausend Jahren bestimmen die oben beschriebenen physikalischen Faktoren (insbesondere veränderte Erdbahnparameter) die mittlere globale Temperatur und damit die CO_2 -Löslichkeit in den Ozeanen (Henry-Gesetz). Sich wandelnde Vegetationsbe-

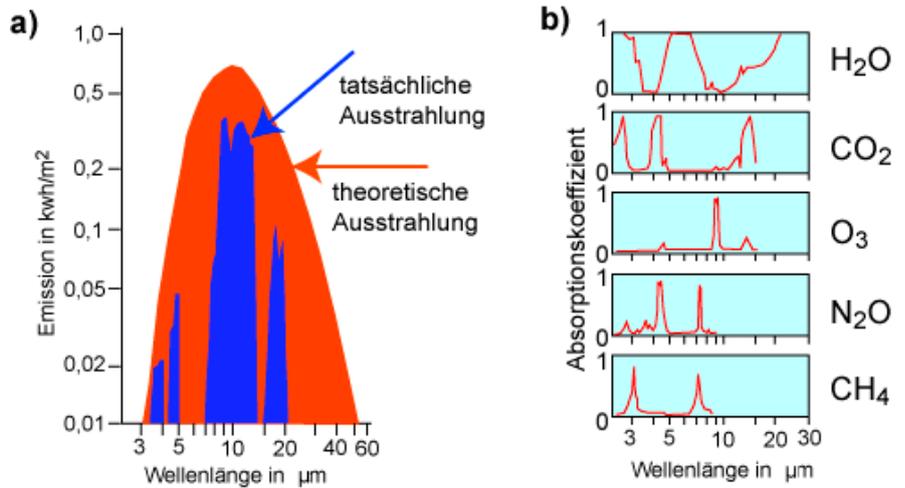


Abb. 3: a) Theoretische Ausstrahlung der Erdoberfläche ohne Treibhauswirkung (rote Kurve) und tatsächliche Ausstrahlung aufgrund der Wirkung der Treibhausgase (blaue Fläche). b) Wellenlängenbereiche, in denen die angegebenen Treibhausgase die Wärmestrahlung absorbieren. Absorptionskoeffizient: Intensität der Absorption. (<https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Absorption.gif>; letzter Zugriff 31.8.2024).

Verwitterungsprozessen und Vulkaneruptionen, überwiegend eine Folge biologischer Aktivitäten (Pflanzen, Tiere, Pilze und Mikroorganismen). Die durch pflanzliche Photosynthese und autotrophe Mikroorganismen gebundene Kohlenstoffmenge wird durch die Atmung von Pflanzen und Tieren sowie die Zer-

deckung, Auftau- bzw. Gefrierzyklen von Feuchtgebieten und daran gekoppelte veränderte mikrobielle Aktivitäten verändern zusätzlich die CO_2 -Konzentration der Atmosphäre. Dies spiegelt sich auch in den CO_2 -Gehalten der Erdatmosphäre, die aus polaren Eisbohrkernen rekonstruiert wurden, wider. Die in einschlägigen Publikationen gezeigten Zeitverläufe der atmosphärischen CO_2 -Konzentration und der globalen Temperatur, die eine hohe Sensitivität der CO_2 -Konzentration gegenüber dem Klima belegen, werden von vielen „Klimaskeptikern“, die den vom Menschen verursachten Klimawandel leugnen, in Verdrehung der Tatsachen als Argument gegen den anthropogen verursachten Klimawandel herangezogen. In der Tat wird über diesen Zeitraum die globale Temperatur durch die Veränderung orbitaler Parameter bestimmt, und die atmosphärische CO_2 -Konzentration reagiert darauf durch Verstärkung von Ungleichgewichten der CO_2 -Verteilung zwischen Ozeanen und Atmosphäre und nicht umgekehrt (Khatiwala et al. 2019). Dies läuft jedoch auf anderen zeitlichen

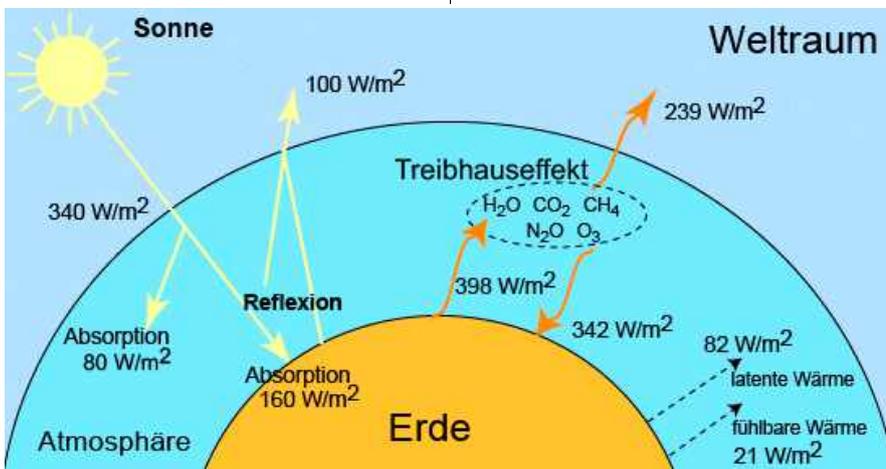


Abb. 2: Der natürliche Treibhauseffekt. (<https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Treibhauseffekt.gif>; nach Wild et al. 2017; letzter Zugriff 31.8.2024). Latente Wärme: Entzug von Wärmeenergie aus der Erdoberfläche für das Verdunsten von Wasser und das Schmelzen von Eis (etwa die Hälfte der von der Erdoberfläche absorbierten Energiemenge); Fühlbare Wärme: Wärmefluss von der Erdoberfläche an die Atmosphäre.

Skalen ab als der aktuelle Klimawandel. Die aktuelle Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist auf einen kurzfristigen Effekt, die Verbrennung fossiler Brennstoffe und teilweise eine erhebliche Zerstörung natürlicher Kohlenstoff-Vorräte in Vegetation und Böden zurückzuführen (s. u.).

Strahlungsbilanz – der natürliche Treibhauseffekt

Zentral für das globale Klima ist die Strahlungsbilanz der Erde (s. u.). Wesentliche Grundlagen des globalen Strahlungshaushalts und der Physikochemie der Treibhausgase wurden bereits im 19. Jahrhundert durch Wissenschaftler:innen wie Jean-Baptiste Fourier (1824), Eunice Newton Foote (1856) und John Tyndall (1865) gelegt.

ke 2002), wobei Wasserdampf 21 K und Kohlendioxid 7 K zu diesem natürlichen Treibhauseffekt beitragen (Nentwig et al. 2004). Leben, wie wir es kennen, wäre nicht möglich. Der natürliche Treibhauseffekt durch die genannten Gase ist also essenziell für das Leben auf der Erde.

Mit steigender Konzentration absorbieren die Treibhausgase mehr Strahlung und erzeugen so mehr Wärme. Bis zur Industrialisierung im 19. Jahrhundert dominiert dieser natürliche Treibhauseffekt bei einer CO₂-Konzentration von ca. 280 ppm_v, Methan-(CH₄)-Konzentrationen von ca. 700 ppb_v sowie einer Lachgas-(N₂O)-Konzentration von ca. 270 ppb_v (Tabelle 1). Wasser (H₂O), obwohl ein stark wirksames „Klimagas“, spielt eine Sonderrolle. Seine Konzentration in der Atmosphäre wird vom Menschen kaum beeinflusst. Wenn

v. Chr.) begannen Menschen, lokal und kleinregional einen größeren „Fußabdruck“ in unserer Umwelt zu hinterlassen. Weltweit zeugen Entwaldung, Weidewirtschaft, Bergbau und zunehmend größere Siedlungen davon. Doch erst mit der Nutzung fossiler Brennstoffe (Kohle, später Öl und Gas) wurden wir machtvoll genug, um tatsächlich das ganze Erdsystem zu beeinflussen (Abb. 4). Das ist ein zunächst langsamer Prozess. Svante Arrhenius (1896) berechnete erstmals die Erwärmung der Erdatmosphäre bei fortgesetzter Verbrennung fossiler Energieträger. Das ist also nicht neu. Relativ neu ist hingegen die Menge der anthropogenen Freisetzung von Treibhausgasen, vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg (Abb. 5 und 6). Seit Beginn umfangreicherer meteorologischer Wetteraufzeichnungen (um 1850 AD) stieg allein das CO₂ in der Troposphäre (untere Atmosphäre, in der wir leben) von 280 ppm_v auf aktuell (Juli 2024) 426 ppm_v (<https://www.co2.earth/LetzterZugriff31.August2024>). So hoch war es letztmals vor etwa 20 Millionen Jahren.

Von Klimaskeptikern wird häufig eine angeblich alleinige Fokussierung auf CO₂ als Ursache des Klimawandels kritisiert. In der öffentlichen Diskussion steht tatsächlich CO₂ im Vordergrund, weil wir Menschen die CO₂-Konzentration durch unser Verhalten beim Reisen, Heizen und Einkaufen leicht beeinflussen können. Der Wissenschaft ist jedoch seit langem klar, dass alle Treibhausgase den nun vom Menschen verursachten Klimawandel mit verursachen. Dazu gehören neben dem eine Hauptrolle spielenden CO₂ (Tabelle 1) insbesondere Lachgas (N₂O; Abb. 5) und Methan (CH₄; Abb. 6). Beide Gase sind pro Molekül sogar viel stärker wirksam als CO₂ (Tabelle 1). Auch Landnutzung und die Art von Land-, Forst- und Wasserwirtschaft wirken sich auf den Klimawandel positiv oder negativ aus.

Lachgas (N₂O) ist ein Zwischenprodukt der sogenannten Denitrifikation. Dies ist ein Stoffwechselweg, den Mikroorganismen begehen, wenn ihnen kein Sauerstoff zur Verfügung steht. Für die Energiebereitstellung nutzen die Mikroorganismen dann Nitrat (NO₃⁻) als „Elektronenakzeptor“ – so wie wir Menschen O₂ als Akzeptor für Elektronen, die aus der Nahrung kommen, benötigen. Die Mikroorganismen „atmen“ dann also NO₃⁻. Daraus wird in einer Serie von Reduktionsschritten zunächst Nitrit (NO₂⁻),

Tabelle 1: Wichtige anthropogene Treibhausgase (THG), deren Konzentrationen, atmosphärische Verweilzeit, Treibhauspotenzial und Strahlungsantrieb (W pro Quadratmeter)

THG	Vorindustrielle Konzentration	Konzentration	Verweilzeit in Atmosphäre	Treibhauspotenzial	Strahlungsantrieb
	ca. 1870	Juli 2024	Jahre	Faktor	W m ⁻²
CO ₂	ca. 280 ppm _v	426 ppm _v	5–200	1	+2,16
CH ₄	ca. 700 ppb _v	1931 ppb _v	12	28	+0,54
N ₂ O	ca. 270 ppb _v	338 ppb _v	114	298	+0,21

Daten: <https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/016.htm>; <https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase>; <https://www.co2.earth/>; https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/; https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_n2o/, jeweils letzter Zugriff 31.8.2024.

Neuere Messmethoden erlauben noch sehr viel genauere Analysen. Danach empfängt die Erde nicht allein kurzwellige Strahlung von der Sonne, sondern reflektiert auch einen erheblichen Teil zurück. Die Abstrahlung langwelliger Strahlung (Infrarot) in den Weltraum wird durch natürlich in der Atmosphäre vorkommende Gase wie Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) reduziert. Diese Gase absorbieren Strahlung bestimmter Wellenlängen und setzen die Strahlungsenergie dadurch in Wärme um (Abb. 3). Diese Wärme strahlen sie teilweise zurück zur Erdoberfläche (atmosphärische Rück- oder Gegenstrahlung). Insofern wirken diese Gase wie das Glasdach auf einem Treibhaus für Pflanzen (Abb. 2). Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt läge die durchschnittliche irdische Lufttemperatur bei ca. -18 °C (Bakan u. Rasch-

also Klimaskeptiker die Tatsache, dass Wasser ein Klimagas ist, nutzen, um die Bedeutung anderer Klimagase herunterzuspielen, so sollte man sich davon nicht irritieren lassen.

Von einigen Klimaskeptikern werden Thesen über durch die Photosynthese gebundene „potenzielle organische Energie“ verbreitet, die zur „Kühlung der Erde“ beitragen soll; Stoff- und Energiewandlungsprozesse in der Biosphäre sollen sogar die größte Klimawirksamkeit besitzen. Berücksichtigt man jedoch, dass in Ökosystemen meist deutlich weniger als 5 % der gesamten Energiebilanz in Biomasse gebunden wird, global sogar weniger als 1 % (Schultz 2000), wird die Unstimmigkeit dieser Argumentation klar.

Anthropogene Beiträge zu Klimaschwankungen

Bereits in der Bronzezeit (ab 2200

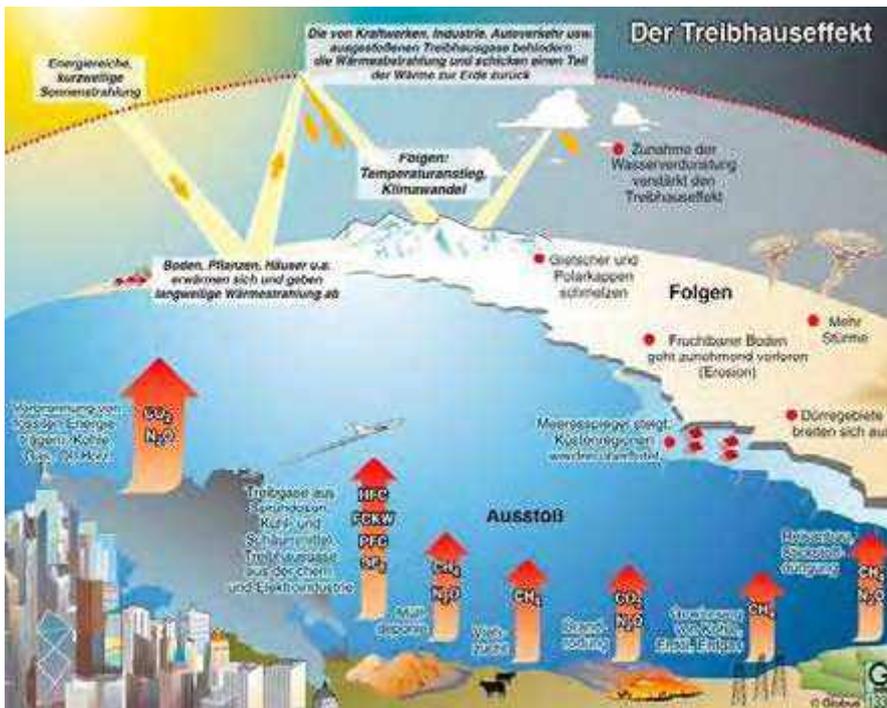


Abb. 4: Der anthropogene Treibhauseffekt (Matthes 2005).

dann Stickstoffmonoxid (NO), gefolgt von Lachgas (N₂O) und letztlich molekularer Stickstoff (N₂). Ein Teil des gebildeten N₂O entweicht in die Atmosphäre. Diese Denitrifikationsprozesse laufen u. a. in tieferen Bodenschichten ab, wenn in diese z. B. nach heftigem Regen zu wenig Sauerstoff eindringen kann. Das Nitrat wird zum Teil direkt als Dünger verwendet, zum Teil entsteht es aus Ammonium (NH₄⁺) in einem gegenläufigen Prozess, der Nitrifikation, bei der O₂-atmende Mikroorganismen NH₄⁺ als Elektronendonator verwenden, quasi anstelle von Nudeln oder Brot bei Menschen. Und das NH₄⁺ wiederum wird ebenfalls als synthetischer Dünger ausgebracht oder entsteht aus Gülle durch mikrobielle Abbauprozesse. Verantwortlich für den beobachteten N₂O-Anstieg (Abb. 5) ist also die intensive landwirtschaftliche Düngung.

Methan (CH₄) entsteht ebenfalls durch mikrobielle Prozesse in Abwesenheit von Sauerstoff, und zwar besonders, wenn außerdem weder NO₃⁻ noch andere Elektronenakzeptoren wie z. B. Sulfat (SO₄²⁻) oder dreiwertiges Eisen (Fe(III)) vorhanden sind. Dann werden organische Moleküle durch eine Reihe unterschiedlicher Organismen in ein reduzierteres und ein oxidiertes Molekül umgebaut. Am Beispiel von Zucker würde die Gesamt-Reaktionsgleichung lauten: C₆H₁₂O₆ → 3 CO₂ + 3 CH₄.

Methanbildung ist stets an O₂-freie, sogenannte anoxische Standorte gebunden. Das sind zum Beispiel Sümpfe und auch geflutete Reisfelder oder der Verdau-

ungstrakt von Wiederkäuern. Auch durch Kohlebergbau oder Erdöl- und Erdgas-Gewinnung wird immer wieder Methan aus dem tieferen Untergrund freigesetzt. In Biogas-Anlagen dient die obige Reaktion im Wesentlichen der Bereitstellung von CH₄ aus Biomasse (und Gülle), das in Blockheizkraftwerken zur Erzeugung von Strom und Wärme oder nach Abtrennung von CO₂ und anderen Gasen zur Einspeisung ins Erdgasnetz genutzt werden kann. Anthropogene Methanemissionen (insbesondere durch Verwendung fossiler Brennstoffe, Viehhaltung von Wiederkäuern, Nassreisbau und Abgasen aus Abfalldeponien) erklären den beob-

achteten Anstieg der CH₄-Konzentration (Abb. 6) und machen ca. drei Viertel der globalen CH₄-Emissionen aus; unter den restlichen, natürlichen Quellen sind Feuchtgebiete und Termiten am bedeutendsten (Nentwig et al. 2004). Im Hinblick auf den Klimawandel ist besonders problematisch, dass mikrobiell gebildetes Methan bei niedrigen Temperaturen und erhöhtem Druck auch als Methanhydrat vorkommt, etwa in der Tiefsee, an Kontinentalrändern, in Polargebieten oder in Permafrostgebieten der Tundra. Hieraus könnte bei steigenden Temperaturen gasförmiges Methan entweichen und eine positive Rückkopplung zur Temperaturerhöhung bewirken. Vor ca. 55 Mio. Jahren (Grenze zwischen Paläozän und Eozän; Abb. 1) kam es durch einen Erdbeben am Kontinentalschelf des Atlantiks zur Freisetzung von ca. 1000–2000 Gt (10¹² kg) Kohlenstoff in Form von CH₄ aus marinen Methanhydratspeichern. Dies führte zu einer temporären Erhöhung der mittleren Erdtemperatur um 5–7 K (Norris u. Röhl 1999; Abb. 1).

Wie modelliert man komplexe Wirklichkeit? Klimamodelle

Die Komplexität des Erd- und damit des globalen Klimasystems ist deutlich geworden. Dieses System im Kopf in allen Facetten zu erfassen und die Wirkung von Einfluss- und Störgrößen vorauszusagen, ist unmöglich. Also tut die Klimawissenschaft dasselbe wie Ingenieure, die beispielsweise eine Maschine modellieren, um maximale Leistung bei möglichst geringem Ressourcenverbrauch zu erreichen, Schwachstellen zu erkennen und

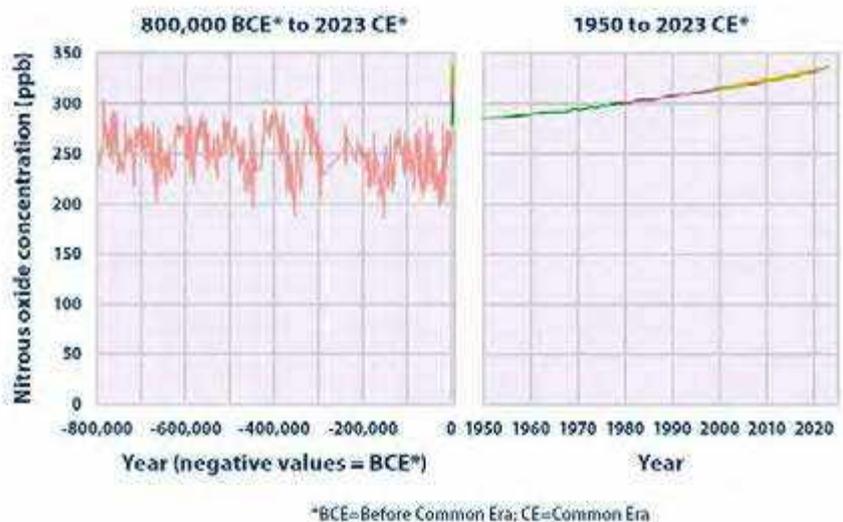


Abb. 5: Globale atmosphärische Konzentrationen von N₂O im Zeitverlauf. Links die letzten 800.000 Jahre, rechts die letzten 73 Jahre. (<https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-atmospheric-concentrations-greenhouse-gases>; letzter Zugriff: 31.8.2024).

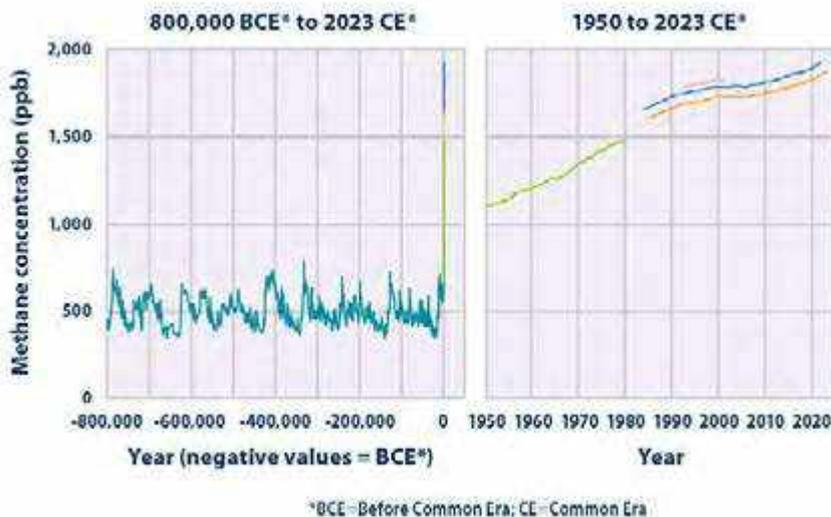


Abb. 6: Globale atmosphärische Methankonzentrationen im Zeitverlauf (aus 5 verschiedenen Datensätzen). Links die letzten 800.000 Jahre, rechts die letzten 73 Jahre. (<https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-atmospheric-concentrations-greenhouse-gases>; letzter Zugriff: 31.8.2024).

möglichst präzise Angaben zur Lebensdauer zu machen. Die ersten numerisch-dynamischen Klimamodelle entstanden in den 1960er Jahren; dies wurde erst durch die Entwicklung leistungsfähiger Computer möglich. Der japanisch-amerikanische Physiker, Meteorologe und Klimatologe Syukuro Manabe erhielt im Jahr

2021 für seine bahnbrechende Entwicklung eines ersten Klimamodells der Erde (Manabe et al. 1965) den Nobelpreis für Physik, zusammen mit dem deutschen Max-Planck-Direktor Klaus Hasselmann und dem italienischen theoretischen Physiker Giorgio Parisi. Obwohl anfangs noch sehr simpel im Vergleich zu den heutigen

Erdsystemmodellen (Abb. 7), spiegelte das Modell die Beobachtungen bereits gut wider.

Mit zunehmend höherer Rechenleistung der Computer konnten zahlreiche Parameter, die für die Klimatologie unseres Planeten von Bedeutung sind, integriert werden; auch weil wir zunehmend bessere und die Welt umspannende Daten zur Verfügung bekamen – nicht zuletzt durch die Satellitentechnik. Dazu gehören Spurengase, Niederschläge und Bewölkung sowie deren Verteilungen in der Atmosphäre, die Rückstreuung von Energie (Albedo) in Abhängigkeit dynamischer Oberflächenveränderungen sowie generell die Auswirkungen von Landnutzung (Agrar- versus Waldland, bebautes Land, Feuchtgebiete usw.) und Landnutzungsänderungen (z. B. Entwaldung, Trockenlegung von Sümpfen, Desertifikation infolge Überweidung). Moderne Modelle berücksichtigen also auch die Wechselwirkung zwischen Klima und Vegetation und damit auch die Wirkung von Klimawandel auf Ökosysteme und deren Rückwirkung auf das (regionale) Klima z. B. über die Verteilung von latenter zu fühlbarer Wärme (Abb. 2). Wenn also Klimaskeptiker behaupten, dass Klimamodelle nur physikalische Größen berücksichti-

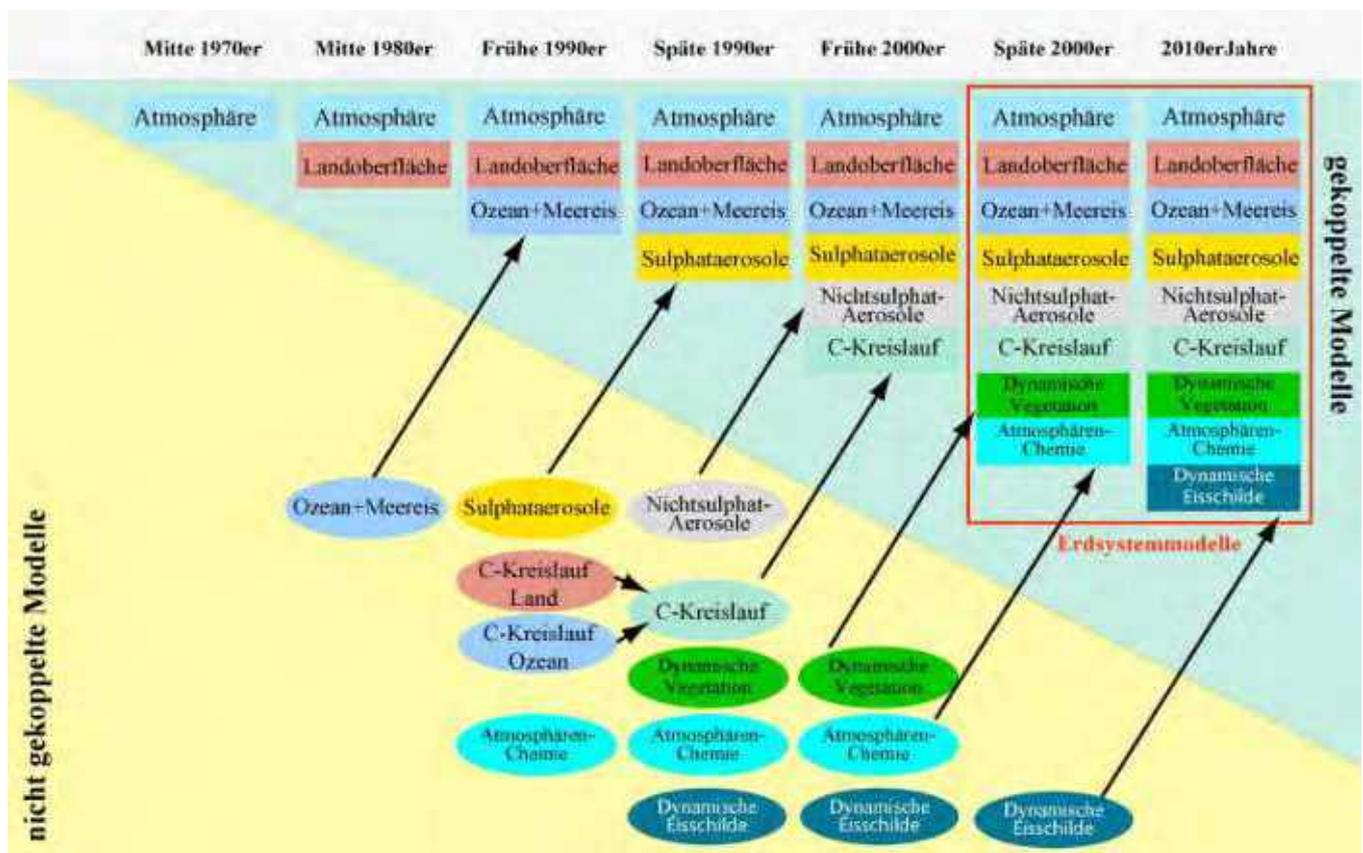


Abb. 7: Vereinfachte Entwicklung der Erdsystem- und Klimamodelle seit den 1960er Jahren (<https://bildungsserver.hamburg.de/themenschwerpunkte/klimawandel-und-klimafolgen/klimawandel/klimamodelle-entwicklung-746814>; letzter Zugriff 31.8.2024).

gen und die Biologie vernachlässigen, so ist das falsch.

Extremereignisse und Attributionsforschung

Lebt man wie wir in den gemäßigten Breiten, dann ist dies klimatologisch ein Segen. Weder ist es dauerhaft zu heiß noch zu kalt, es gibt weder sintflutartige Niederschläge noch müssen wir wüstenartige Trockenheit befürchten. Hat jemand gerade die Augenbrauen hochgezogen

seit Jahrzehnten weltweit erkennbare Tendenz zu mehr und zu stetig intensiveren Extremereignissen (Herrera-Lormendez et al. 2023; Munich Re 2024). Das ist einfach nachvollziehbar: Da wir mit der Freisetzung von Treibhausgasen die Wärmeenergie im Erdsystem steigern, erhöht sich die Reaktionsdynamik. Das kann sich in Gewittern und Wirbelstürmen, in Niederschlagsintensitäten und auch in verlängerten Trockenphasen äußern (Abb. 8).

lung aufgebaut (DWD 2024; Otto & von Brackel 2019).

Kippelemente und -punkte

Liegt auf einer Waagschale ein Gewicht, dann ist die Waage in einem stabilen Gleichgewicht; nichts bewegt sich. Fügen wir langsam Masse in die andere Waagschale, dann tut sich wenig, bis eine geringe zusätzliche Masse die Waage plötzlich entweder ins Gleichgewicht beider Schalen bringt oder aber das Gleichgewicht auf die andere Seite zu einem neuen stabilen Zustand verschiebt. Letzteres ist der Kippunkt im System, eine Schwelle, nach deren Überschreiten ein neuer Zustand entsteht. Diesen Zeitpunkt würden wir gerne kennen, um uns darauf einstellen zu können.

Das Identifizieren von Kippelementen und damit verbundenen Kippunkten ist nicht annähernd so einfach wie ein Berechnen des Auftretens von Extremwetter (Wang et al. 2023). Positive Rückkopplungen, d. h. sich selbst verstärkende Effekte, spielen dabei eine große Rolle. So führt eine Verringerung der Albedo durch Abschmelzen von Schnee- und Eisflächen (und damit einem höheren für die Erwärmung der Erdoberfläche zur Verfügung stehenden Anteil absorbiertes Energie) durch höhere Verdunstung zu mehr Wasserdampf in der Atmosphäre und damit weiterer Verstärkung des Treibhauseffekts. Das Auftauen von Permafrostböden setzt darüber hinaus klimawirksame Spurengase wie CH_4 und CO_2 frei.

Doch was kippt eigentlich? Dazu gibt es eine intensive Diskussion, ausgelöst durch eine prominente Publikation von Lenton et al. (2008). Dort werden Kippelemente als Teile des globalen Klimasystems identifiziert, die nach Auffassung der Autoren bei Erreichen eines Kippunktes in kurzer Zeit in einen anderen Systemzustand übergehen – und damit das globale Klimasystem wesentlich beeinflussen. Beispiele dafür sind die Nordatlantische Oszillation (NAO), der Amazonasregenwald oder der Westantarktische Eisschild (Abb. 9). Die NAO ist eine atmosphärische Zirkulation über dem Nordatlantik, welche die Luftdruckgegensätze zwischen dem Azoren-Hoch und dem Island-Tief bestimmt und so die starke Westwindströmung in Mittel- und Nordeuropa und damit milde Winter bedingt (<https://www.geomar.de/entdecken/artikel/die-nordatlantische-oszillation-und-ihr->

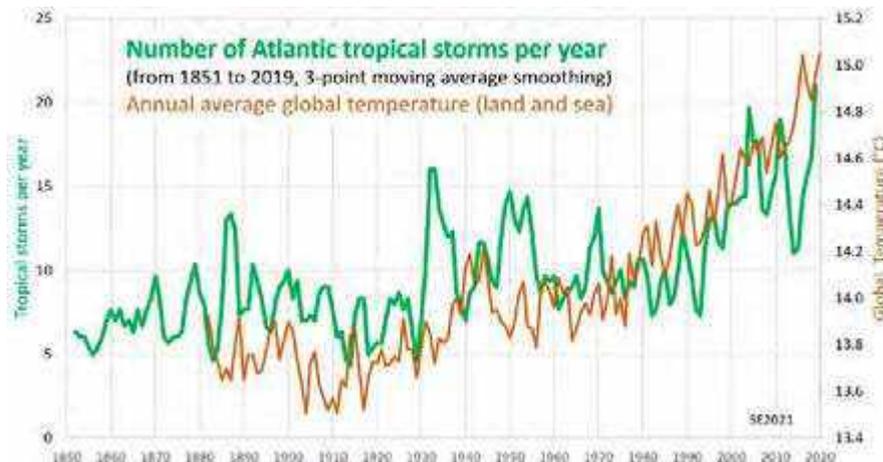


Abb. 8: Jährliche Anzahl tropischer Stürme im Atlantik (grün, 1850 bis 2020) im Vergleich zum globalen Temperaturanstieg (braun) (Earle 2020).

gen? Tatsächlich erleben wir auch bei uns zunehmend intensivere Wetterkapriolen, sogenannte Extremwetterereignisse. Das liegt nicht allein am Klimawandel, sondern auch an wenig klugen Veränderungen der Umwelt wie Entwaldung, Bodenversiegelung, Bauen in Auengebieten usw. Doch der beobachtete Klimawandel verstärkt und beschleunigt die nunmehr

Inzwischen lässt sich sogar berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Extremwetterereignis irgendwo auf dieser Welt durch den anthropogenen Klimawandel ausgelöst oder aber deutlich verstärkt wurde. Diese Attributions(Zuordnungs)forschung macht große Fortschritte; auch der Deutsche Wetterdienst hat dazu eine Abtei-



Abb. 9: Globale Kippelemente im Klimasystem und deren Auslöser (Farben: Temperaturfenster der Wahrscheinlichkeit des Eintretens) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tipping_points_2022_list.jpeg; nach Armstrong McKay et al. 2022; letzter Zugriff 31.8.2024).

einfluss-auf-das-klima-in-europa). Der Amazonasregenwald wird derzeit sowohl durch enorme Rodungsaktivitäten (knapp 20 % seiner Fläche sind seit 1970 verlorengegangen) als auch durch Klimawandel bedroht; Schätzungen für ein Umkippen dieses weltweit größten tropischen Wald-Ökosystems in ein savannenähnliches Stadium mit über das Amazonas-Becken hinausreichenden Auswirkungen auf das Regionalklima liegen bei einem Flächenverlust zwischen 20 und 40 % (Wong et al. 2024). Der Westantarktische Eisschild kollabierte mehrmals in Zwischeneiszeiten des Pleistozäns; einzelne Gletscher der Amundsen-See haben möglicherweise ihren Kippunkt schon überschritten, mit möglichen destabilisierenden Auswirkungen auf den Westantarktischen Eisschild und entsprechenden Erhöhungen des Meeresspiegels um 3 m in den kommenden Jahrhunderten (Armstrong McKay et al. 2022). Inzwischen differenziert man zwischen globalen und regionalen Kippelementen als solchen, die eben global

beziehungsweise „nur“ regional wirksam sind. Zu Letzteren gehört der Verlust der Gebirgsgletscher. Alle Kippelemente reagieren auf erhöhte durchschnittliche Lufttemperaturen. Wann sie reagieren, sich also das Fließgleichgewicht verändert, darüber gibt es sehr unterschiedliche Annahmen, selbst wenn wir bereits Veränderungen erkennen können, analog zur Gewichtsveränderung bei unserer Waage. Ganz pragmatisch betrachtet ist das „Umkippen“ eines Klimatelements stets eine weitere Destabilisierung des Klimasystems mit Folgen, die wir zwar nicht präzise benennen können, die jedoch unser Leben und Handeln erschweren, teilweise in einigen Bereichen und Gegenden der Erde nicht mehr ermöglichen.

Fazit

Es bleibt unbestritten, dass es klüger ist, wachsam um sich zu schauen statt den „Kopf in den Sand zu stecken“, wenn vermeintliche oder reale Gefahr droht. Noch bevor der Wasserspiegel bei einer Flut vor

unserem Haus steigt, sollten wir Gefährdete in Sicherheit bringen und Wertvolles schützen, statt darauf zu warten, wie hoch denn der Scheitel genau werden wird. Wenn selbst sehr kapitalmächtige, global arbeitende Rückversicherer wie die Munich Re sich genötigt sehen, Aufklärung zum anthropogenen Klimawandel und dessen Risiken zu machen, dann tun sie das nicht aus Altruismus, sondern weil die rasant steigenden Risiken die Kosten so hochtreiben, dass sie geschäftsschädigend sind. Wir alle sollten mindestens so klug sein, uns zu informieren und Risiken zu minimieren. Das ist möglich und Interessierte finden problemlos zuverlässigen Rat.

Kontakt:

Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum (IÖZ) der TU Bergakademie Freiberg, heilmei@ioez.tu-freiberg.de

Literaturverzeichnis:

Das Literaturverzeichnis ist abrufbar unter: <https://tu-freiberg.de/vff>.

Ein uraltes Argument oder „weil, so schließt er messerscharf, nicht sein kann, was nicht sein darf!“

Jörg Matschullat¹ unter ungefragter Mithilfe von Christian Morgenstern (6.5.1871–31.3.1914)

Teile der öffentlichen Diskussion zu Klimawandelfragen, selbst an unserer Universität, erscheinen äußerst merkwürdig. Dies umso mehr für mich, der sich seit den 1980er Jahren mit Atmosphärendynamik und seit Anfang dieses Jahrhunderts intensiv mit regionalem und globalem Klimawandel befasst, dazu unterrichtet und wissenschaftlich anerkannt arbeitet. Deshalb steht dieser Beitrag unter dem Zitat von Christian Morgensterns Gedicht „Die unmögliche Tatsache“: „... weil, so schließt er messerscharf, nicht sein kann, was nicht sein darf“, ein klassischer, so genannter moralistischer Fehlschluss (Abb. 1).

Manche Menschen, unabhängig von Herkunft und Bildung, fühlen sich bedroht von der vermeintlichen Unübersichtlichkeit und Vielfalt diverser empfundener Risiken – meist ohne sich dies bewusst machen zu können. Zur Abwehr ziehen einige alle Register, um solche Risiken als nicht existent oder von Fachleuten als fehlerhaft interpretiert zu diskreditieren. Das ist so faszinierend wie sinnlos und gleicht eher

dem Verhalten der Titanic rechtzeitig vor dem Zusammenstoß mit einem Eisberg.

Damit sind wir beim menschengemachten (anthropogenen) Klimawandel. Dessen physikalische Wirklichkeit lässt sich (leider) nicht wegdiskutieren – ebenso wenig damit verbundene Entwicklungen (z. B. weltweite schnelle Veränderung von Lebensräumen, Verlust von Biodiversität, deutliche Zunahme von Extremwetterereignissen). Doch beides lässt sich studieren und verstehen (Lektüretipps unten).

Eine Abbildung aus dem jüngsten Bericht des Weltklimarats IPCC (AR6 von 2021) zeigt sehr deutlich einen einfach messbaren Effekt des globalen Klimawandels (Abb. 2). Differenziert nach einzelnen Kontinenten (d–j), allen Kontinenten zusammen (Global Land; c), sowie

dem globalen Ozean (a) und der gesamten Erde (Land + Ozean; b), wird die jeweilige Änderung der Jahresdurchschnittstemperaturen gezeigt. Die realen Beobachtungen (dicke schwarze Linien) liegen nicht im Bereich der Modellsimulationen, die allein mit natür-



Abb. 1. Ein uraltes Argument (2. Auflage). 15. Jahrhundert: Wenn die Erde rund ist, dann erkläre mir dies!; 17. Jahrhundert: Wenn es wirklich Schwerkraft gibt, erkläre mir das!; 19. Jahrhundert: Wenn Evolution real ist, dann erkläre dies!; 21. Jahrhundert: Wenn globaler Klimawandel real ist, dann erkläre das!“ (<https://archive.attn.com/stories/2276/comic-shuts-down-deniers-global-warming>).

lichen Klimawandeltreibern (Sonnenaktivität, Albedo, Vulkanismus, etc.) erzeugt werden, sondern im Bereich der Modellläufe, die mit allen physikalischen Kräften (inklusive anthropogener Treiber) berechnet werden. Dies ist unabhängig von Regionen. Die Abb. 2 zeigt uns auch, dass die für sich genommen negative Luftverschmutzung (=Aerosole) uns aktuell dabei „hilft“, den Effekt der Treibhausgase noch „im Zaum zu halten“.

Im Jahr 2018 erhielt der Physiker Syukuro Manabe den Crawford-Preis in den Geowissenschaften; 2021 folgte der Nobelpreis in Physik – beide Auszeichnungen für seine bahnbrechenden Arbeiten in der Erdsystemmodellierung. Unsere heutigen, erheblich leistungsstärkeren physikalischen, numerisch-

dynamischen Computermodelle basieren nicht zuletzt auf Manabes Arbeiten. Ihm gelang es erstmals, die Wechselwirkung der planetaren Strahlungsbilanz der Erde mit dem vertikalen Luftmassentransport durch Konvektion im Modell nachzubilden – und dabei die Rolle klimawirksamer Spurengase wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas einzubinden. Das war in den 1960er Jahren. Parallel zu ihm entwickelte die Öl- und Gasindustrie der Vereinigten Staaten von Amerika ähnliche Modelle und kam zu denselben Ergebnissen. Statt diese jedoch zu veröffentlichen und verantwortliche Konsequenzen zu ziehen, beschloss diese Industrie, jährlich Millionen Dollar in dauerhafte Kampagnen zur Diskreditierung der Erkenntnisse zu stecken – bis heute

erfolgreich. Doch was nutzt das und wem?

Die kanadische Historikerin Naomi Oreskes publizierte im Jahr 2010 zusammen mit ihrem amerikanischen Kollegen Erik M. Conway das Buch „Die Machiavellis der Wissenschaft: Das Netzwerk des Leugnens“ (im Original: The merchants of doubt). Dort wird dieser Versuch des aggressiven Leugnens und bewussten Verdrängens präzise dargelegt. Beide Autoren zeigen auf, dass es stets dieselben „Strickmuster“ sind, mit denen für bestimmte Lobbyisten unangenehme Wahrheiten verdrängt und öffentlich unwirksam gemacht werden sollen. Es gibt also vermeintliche Nutznießer der Leugnung.

Fast zeitgleich erschien das ebenso

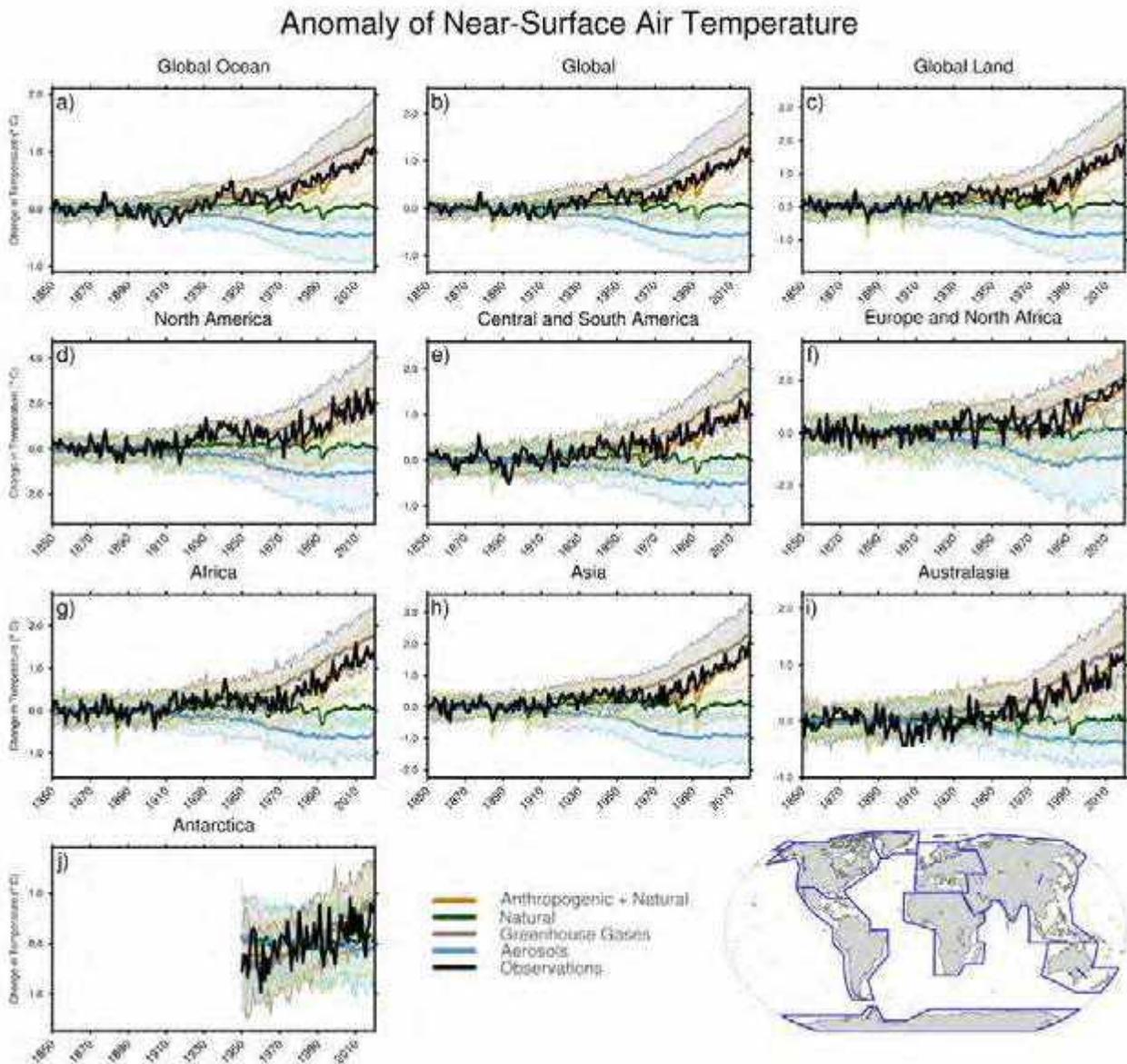


Abb. 2: Oberflächennahe Temperaturen (1850–2020): Reale Messwerte (Beobachtungen = schwarze Linien) gegenüber dem modellierten Verhalten aller Treiber (orangefarbene Linien), einzig natürlichen Einflüssen auf Klimawandel (grüne Linien) sowie dem Anteil von Treibhausgasen (graue Linien) und atmosphärischen Aerosolen (blaue Linien). Aus IPCC-Bericht AR6, AG 1, Kapitel 3 (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-3/>).

bahnbrechende Werk des britischen Klimawissenschaftlers Mike Hulme „Streitfall Klimawandel: Warum es für die größte Herausforderung keine einfachen Lösungen gibt“ (Why we disagree about climate change; 2009). Hier geht es weniger um die Physik des anthropogenen Klimawandels, sondern um die psychologischen, soziologischen, theologischen, ökonomischen und politikwissenschaftlichen Gründe, die unmittelbar damit zusammenhängen. Diese erschweren es, dass sich unsere menschlichen Gesellschaften schneller und konsequenter bemühen, die Treiber dieses Klimawandels maximal zu reduzieren.

Friederike Otto, Klimawissenschaftlerin am Imperial College in London (England), publizierte im Jahr 2019 das Buch „Wütendes Wetter“. Professorin Otto steht stellvertretend für die wachsende Zahl von Wissenschaftler:innen, die sich intensiv mit Attributionsforschung befassen. Dieser junge Zweig der Klimaforschung kann inzwischen nachweisen, wie statistisch wahrscheinlich ein bestimmtes Extremwetterereignis mit dem anthropogenen Klimawandel verbunden ist oder eben nicht. Das ist ein großer Durchbruch. Bis zuvor mussten wir stets bekunden, dass wir einzelne Wetterereignisse nicht in diesem Sinne auf ihre Ursache zurück-

führen können. Heute können wir es – und stellen uns dabei ständig der fachlichen Kritik – anders als die Zunft der Klimaleugner und der selbst ernannten Experten.

Wir können heute Antworten auf viele Fragen geben: Was können wir Menschen wie tun? Welche Auswirkungen hat das auf die verschiedenen Lebensbereiche? Wie können wir nachkommende Generationen schützen? Wie lässt sich die soziale Ungleichheit berücksichtigen? Unweigerlich denke ich bei der letzten Frage daran, dass viele Hunderte von Millionen Menschen weltweit unter der Armutsgrenze leben. Zugleich tragen nicht diese Unglücklichen die Verantwortung für den anthropogenen Klimawandel aber leiden bereits jetzt am stärksten darunter.

Wir als Menschen verstehen die Physik des Klimawandels, wir verstehen dessen Konsequenzen und können sie mit recht großer Genauigkeit bis zum Ende dieses Jahrhunderts berechnen – inzwischen auch mit relativ hoher Ortsauflösung. Dazu dient die Kombination von Erdbeobachtung und Computersimulation. Wir können nachträglich errechnen, ob ein Extremereignis Konsequenz von Klimawandel war. Wir verstehen, warum es politische und wirtschaftliche Interessen gibt, die das alles nicht wissen wollen

– und wer dahintersteckt. Wem dient denn eine Verleugnung der Wirklichkeit? Und welche Konsequenzen hat jegliches „Vogelstrauß“-Verhalten? Wir verstehen sogar, warum wir Menschen oft so resilient sind gegenüber unbequemen Wahrheiten und als sinnvoll erkannten Verhaltensänderungen. Doch wie wir aus diesem Teufelskreis herauskommen ist noch immer eine große Herausforderung. Ich rate vom Ende her zu denken: Was geschieht, wenn wir nichts tun? Wem nutzt das Nichtstun gegenüber der Antwort auf die Frage, was wir gewinnen, wenn wir uns auf die Wirklichkeit einlassen – und sie aktiv mitgestalten?

Danksagung

Ich bin sehr vielen Mitgliedern innerhalb und außerhalb unserer Universität zu Dank verpflichtet, die offensichtlich genau lesen und nachdenken – und die das Thema umtreibt. Nennen möchte ich Andrea Rachow, Gari Walkowitz, Martin Gräbner, Simon Glöser-Chahoud und Sophie von Fromm, die mit ihren konstruktiv kritischen Anmerkungen sehr zu diesem Text beigetragen haben.

1 Prof. Dr. Jörg Matschullat arbeitet aktuell im Rahmen eines Sabbaticals am Dartmouth College in Hanover, New Hampshire, USA.

Ethik in der verhaltenswissenschaftlichen Forschung und die verhaltenswissenschaftliche Erforschung der Ethik

Gari Walkowitz¹

Einleitung

Die Ethik ist ein Bereich der Philosophie, der die Begründung von moralischen Prinzipien, Werten und Verhaltensnormen zum Gegenstand hat. Ethiker² beschäftigen sich gewöhnlich mit Fragen darüber, was „gut“ oder „schlecht“, was „richtig“ oder „falsch“ ist, und, daraus abgeleitet, wie man moralisch handeln sollte. Damit stellt die Ethik einen fundamentalen Kern unseres Seins dar, weil sie uns dazu anhält, darüber nachzudenken, wie wir zusammen leben und auch arbeiten möchten. Das Wort „Ethik“, stammt vom altgriechischen Wort *ēthos* (ἦθος) ab, das „Charakter“, „Gewohnheit“ oder „Brauch“ bedeutet (Hübner, 2021). Diese drei Konnotationen des Ethikbegriffs – Charakter, Gewohnheit und Brauch – bilden, zusam-

men mit dem Ethikbegriff selbst, einen angemessenen Analyserahmen für die nun folgenden – notwendigerweise verkürzten – Reflektionen ethischer Aspekte in der verhaltenswissenschaftlichen Forschung. Diese hat, im modernen Sinne, ihren Ursprung in der Betriebswirtschaftslehre des beginnenden 20. Jahrhunderts und in der Erkenntnis, dass Probleme menschlichen Verhaltens in der betrieblichen Praxis systematisch anfallen und vorhergesagt werden können (Deters, 1992).

1. Charakter, Existenz und Ordnung

Ich möchte mit dem „Charakter“ beginnen. Mit einem besonderen Charakter, mit Alexander von Humboldt, dem großen naturwissenschaftlichen Forscher und

Entdecker, der hier an der Bergakademie von 1791-1792 das Bergfach studierte. Wie sah das Forschungsumfeld zu seiner Zeit, die als intellektuell „aufklärerisch“ beschrieben wird und in der es noch keine umfassende und strukturierte verhaltenswissenschaftliche Forschung gab, aus? Eine wichtige Grundlage für das empirische wissenschaftliche Arbeiten hatte Francis Bacon mit seiner 1627 veröffentlichten Schrift „Neu-Atlantis“ zur Rolle der Naturwissenschaften geliefert. Er schrieb den Naturwissenschaften darin eine aufklärerische Funktion zu. Auf induktiv-experimenteller Grundlage soll sie „zwischen Wundern, Werken der Natur, künstlichen Wirkungen und Vorspiegelungen der Dämonen sowie Täuschungen aller Art (...) unterscheiden“ (Saage,

1998, S. 66). Weder bei Platon noch bei Morus und Campanella wurde so klar die Grenze zwischen Wissenschaft und Mythos gezogen. Das empirisch ausgerichtete Experiment, in dem Naturerscheinungen reproduziert werden, ist von der Absicht geleitet, „die Welt zu entzaubern“, und zwar in dem wörtlichen Sinne, dass Magie, Aberglauben, Dämonen etc. in ihr keinen Platz mehr beanspruchen können.“ (Saage, 1998, S. 66). Die Arbeit von Forschern war im 18. Jahrhundert oft getrieben von einem individuellen Engagement für einen rationalen und empirischen Forschungsansatz und einem Bestreben nach Wissensaneignung, Wissensaustausch und Wissensverbreitung. Viele bedeutende Entdeckungen wurden von Einzelpersonen gemacht, die oftmals unabhängig voneinander an ihren Forschungen arbeiteten. Trotzdem gab es auch Zusammenarbeit und Austausch zwischen Forschern innerhalb von akademischen Gemeinschaften wie Universitäten, Akademien und wissenschaftlichen Gesellschaften. Genauso kommunizierten die Forschenden häufig miteinander über Briefe, in denen sie Ideen austauschten, Fragen diskutierten und ihre neuesten Entdeckungen mitteilten. Diese Briefwechsel trugen als wichtige Form des wissenschaftlichen Austauschs zur Verbreitung von Wissen und Ideen bei. Trotz Zusammenarbeit gab es aber auch damals schon einen gewissen Grad an Wettbewerb und Rivalität zwischen den Forschenden, insbesondere wenn es um die Priorität bei der Veröffentlichung von Entdeckungen oder die Finanzierung von Forschungsunternehmungen ging.

Ein zentrales Element der akademischen Arbeit war neben dem Experiment die systematische Ordnung der Welt, und – dieser vorgelagert – die Beobachtung und der Existenzbeweis. Dieser war – wenn wir hier wieder an Alexander von Humboldt denken – nicht einfach realisierbar, da das Überwinden von geografischen Distanzen nur unter Aufbringung substantieller Ressourcen möglich war und es gleichzeitig noch keine digitalen Dokumentations- und Kommunikationsinstrumente gab. Jedoch waren viele Ent-Zauberungen der Natur sinnlich erleb- und physisch nachvollziehbar, die interessierte Öffentlichkeit damit bezauberbar. Auf seinen beiden großen Forschungsreisen in die südamerikanischen Tropen und in die sibirische Tundra studierte Humboldt Fauna und Flora in ihren natürlichen Lebensräumen. Ihm

und seiner entdeckenden Arbeit zu Ehren wurden zum Beispiel der „Humboldtpinguin“ benannt. Zu seiner wohl berühmtesten Entdeckung in Freiberg zählt die unterirdische Pflanzenwelt, die er 1793 in seinem Band „*Florae Fribergensis*“ beschreibt.

Humboldt war in jeder Hinsicht eine Ausnahmeerscheinung. Sein universales Talent, wie auch seine universelle Wirkung konnten sich nur Kraft seines außergewöhnlichen Charakters entwickeln. Sein Leben und sein Werk sind von einem starken Sinn für Moral und humanistische Überzeugungen geprägt. Er war ein Verfechter der Ideale der Aufklärung, die die Würde und Freiheit des Einzelnen betonten. Humboldt setzte sich für soziale Gerechtigkeit und Bildung für breitere Bevölkerungsschichten ein und trieb den Erkenntnisgewinn zu grundlegenden Naturzusammenhängen voran. Er war ein entschiedener Gegner der Sklaverei. In seinem persönlichen Leben war Humboldt für seine Integrität, Bescheidenheit und Empathie bekannt. Er war ein aufmerksamer Zuhörer und interessierte sich aufrichtig für die Menschen, mit denen er interagierte. Seine Reisen und Forschungen wurden nicht nur von wissenschaftlichem Ehrgeiz angetrieben, sondern auch von einem tiefen Respekt vor der Vielfalt des Lebens und der Schönheit der Natur (Nolte, 2018; Falk, 2022).

2. Gewohnheit, Brauch und Schäume

Wenden wir uns nun der aktuellen Zeit, dem heutigen Forschungs-Soziotop zu. Im vorliegenden „Netzzeitalter“ (Ette, 2006) ist der Bezugsrahmen des Individuums die moderne Interaktionsgesellschaft. Im Gegensatz zur klassischen Standesgesellschaft ändert sich hier die sozioökonomische Grundstruktur permanent: Die Gesellschaft ist territorial und sozial durchlässig. Es gibt ein hohes Maß an Mobilität. Wir haben viele und stetig neue Interaktionspartner. Es herrschen vielerorts Ressourcenknappheit und Wettbewerbsbedingungen. Es gibt eine starke soziale Kontrolle und einen hohen Konformitätsdruck auf der einen Seite. Auf der anderen Seite ist moralisches Fehlverhalten oft schwerer zu erkennen und zu sanktionieren – denken wir dabei an digitalisierte und globalisierte Handlungsprozesse.

Der große Philosoph Peter Sloterdijk bietet in seinem monumentalen Werk „Sphären“ einen metaphorischen Rahmen für das Verständnis der Dynamik unse-

rer modernen Gesellschaften, in der auch Verhaltenswissenschaftler leben und arbeiten (Sloterdijk, 1998, 1999, 2004). Diese bewegen sich in hochvernetzten Blasen, in sich geschlossenen Einheiten oder Gemeinschaften innerhalb und zwischen Universitäten, losgelöst vom physischen Raum. Jede Forschungsgemeinschaft operiert demnach in ihrer eigenen „Blase“, mit ihren spezifischen Methoden, Theorien und eigenen akademischen Gewohnheiten und Bräuchen als strengen Konventionen (denken wir dabei nur an die sehr disziplinspezifischen Publikationskulturen). Durch die Hyperdiversifizierung der Forschungsfelder ist eine heterogene und fragmentierte Un-Ordnung entstanden, in der schwer ein Zentrum oder eine übergreifende Logik zu finden ist. Diese neue „Ordnung“ nennt Sloterdijk „Schäume“, bestehend aus vielen ko-isolierten „Blasen“, die sich dennoch dergestalt gegenseitig beeinflussen, dass unilaterales – rein individuelles – Forschen, wie wir es von Humboldt kennen, nicht mehr möglich erscheint und der Einfluss isolierter Forschungsergebnisse auf Null reduziert wird. Hinzu kommt, dass es schwer erscheint, neue, bahnbrechende Verhaltenstheorien, wie zum Beispiel die Prospekttheorie (Kahneman und Tversky, 2013), zu entwickeln oder über unorthodoxe oder gar disruptive Innovationen überhaupt in die Gesellschaft hinein Gehör zu finden (Park et al., 2023). Verhaltenswissenschaftlich nachgewiesene statistische Effekte sind in der Regel klein und Ihre Existenz hängt stark von der angewandten Messmethode, den Rahmenbedingungen der Messsituation und von der Spezifikation des verwendeten statistischen Modells ab. Die Sozialpsychologen Zanna und Fazio (1982) beschreiben dazu eine Regularität in der sozialpsychologischen Fachliteratur: Nach einer ersten Welle von Studien, die einen Effekt nachweisen, versucht eine zweite Welle, diesen zu replizieren. Die nachfolgenden Studien sind dann darauf ausgerichtet, die Grenzen und Randbedingungen des nachgewiesenen Effekts zu ermitteln. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Entdeckungen sind viele Existenzbeweise in den Verhaltenswissenschaften heute also komplexer und oft fragiler. Wir versuchen oft, eine Black Box psychologischer und physiologischer Prozesse zu entschlüsseln, können dabei beschriebene Verhalten nicht „anfassen“ und nur bedingt erlebbar machen. Die Glaubwürdigkeit unserer Forschungsergebnisse basiert daher ein Stückweit auf

Vertrauen – in unsere Messinstrumente, Institutionen und in die Integrität der Forschungsgemeinschaft.

Gleichzeitig hat auch in der Forschung eine Marktlogik und ein Vermessungsimpetus Einzug gehalten. Wissenschaftliches Arbeiten ist heute oft schon früh dem Primat des „Publish or Perish“, gut gefüllter Drittmittelkonten, numerischer Vergleichbarkeit, globaler Konkurrenz um wenige Festanstellungen und privatem ökonomischen Druck unterworfen. Das Verhältnis von verfügbaren Professuren und wissenschaftlichen Mitarbeiterinnenstellen geht dabei in Deutschland weiter auseinander (Centrum für Hochschulentwicklung, 2024).

Zusammengenommen beobachten wir ein hoch kompetitives Arbeitsumfeld, das Anreize für unethisches Handeln in Form von einem Zurückhalten von Nullergebnissen, dem gezielten Suchen nach signifikanten Ergebnissen oder dem ex post Aufbau von Narrativen, die zu den beobachteten Ergebnissen passen, bietet – zuletzt dokumentiert durch die Replikationskrise in der Sozialpsychologie (Page et al., 2021) und durch zahlreiche prominente Fälle wissenschaftlichen Fehlverhaltens (darauf komme ich gleich noch einmal zurück).

Aus naturalistischer Perspektive müssen forschende Akteure anspruchsvolle Kriterien erfüllen: Sie müssen potentielle ethische Dilemmata erkennen und verstehen, die Konsequenzen ihrer verfügbaren Handlungsoptionen rational abwägen und vernünftig und zielgerichtet entscheiden. Wenn Forscher dazu grundsätzlich in der Lage wären, bedeutete dies, dass sie, wenn sie ethische Grenzen überschreiten, dies absichtlich tun und dass kognitive Maßnahmen wie ethische Trainings eingesetzt werden können, um ethische Überschreitungen einzudämmen.

Was aber, wenn Forscher nicht durchgängig in der Lage sind, die hohen Standards zu erfüllen, die sich aus normativen Vorgaben ableiten und welche sie kognitiv verstehen? Was, wenn sie wie Menschen im Allgemeinen, und im Besonderen bei der Arbeit in Organisationen manchmal von situativen, ökonomischen oder sozialen Zwängen überfordert sind und nicht immer dem Charakter eines Alexander von Humboldt nacheifern können? Aus vielen empirischen Verhaltensstudien wissen wir, dass die Präferenzen von Menschen mit ihren institutionellen Rahmenbedingungen interagieren (De Cremer & Moore, 2020).

Alain Cohn hat mit seinen Kollegen dazu ein interessantes Verhaltensexperiment durchgeführt. Das Forschungspapier ist 2014 im Fachjournal „Nature“ erschienen (Cohn et al., 2014). Die Forscher haben in ihrer Studie die Angestellten einer international agierenden Schweizer Großbank zu einem Experiment eingeladen. Die Aufgabe der Banker war es, zehnmal unbeobachtet und anonym eine Münze zu werfen und anschließend anzugeben, wie oft „Kopf“ als Ergebnis des Münzwurfs erschienen ist. Für jede Angabe von „Kopf“ erhielten die Probanden 20 USD ausgezahlt. D. h., wenn ein Proband angab, fünfmal „Kopf“ erhalten zu haben, bekam er insgesamt 100 USD für das Experiment ausgezahlt. Nun war es so, dass die Probanden vor der Durchführung des Experiments in zwei Gruppen eingeteilt wurden: die erste Gruppe wurde im Experiment „neutral“, als Privatperson, angesprochen. Die zweite Gruppe wurde im Kontext ihrer Arbeit als Bankangestellte adressiert. Betrachten wir nun zunächst das Studienergebnis der ersten Gruppe, welche „neutral“ angesprochen wurde: Die Verteilung der durch die Probanden angegebenen „Köpfe“ entspricht hier ziemlich genau der erwarteten statistischen Verteilung von zehn fairen Münzwürfen. Wenn wir nun das Ergebnis der zweiten Gruppe, die im Kontext Ihrer Arbeit als Bankangestellte angesprochen worden war, anschauen, dann sehen wir, dass, wenn Ihre Identität als Bankangestellte hervorgehoben wird, ein erheblicher Anteil der Probanden unehrlich handelt: Die Verteilung der Münzwurfergebnisse weicht nach rechts von der erwarteten unverzerrten Verteilung „ehrlicher“ Münzwürfe ab.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass vorherrschende Organisationskulturen (oder: Gewohnheiten, Bräuche) die Ehrlichkeitsnorm signifikant schwächen und untergraben können. Das Experiment wurden mit Wissenschaftlern aus der ganzen Welt repliziert. Während bei europäischen und nordamerikanischen Wissenschaftlern die Zahl der angegebenen „Kopfergebnisse“ kleiner wurde, wenn ihre berufliche Identität hervorgehoben wurde, war das Gegenteil der Fall für südeuropäische und ostasiatische Teilnehmer. Dabei korrelierten die verzerrten Angaben negativ mit länderspezifischen Ehrlichkeitsnormen und mit Publikationsmetriken (Drupp et al., 2024).

3. Ethik – Freiheit, Institutionen und Evidenz

Was können wir also, was sollten wir tun? Wie gelangen wir zu einer Forschungsethik, zu einem tugendhaften Charakter, der sich durch unsere Handlungen auszudrücken vermag, zu „guten“ Bräuchen und Gewohnheiten? Zunächst ist es wichtig, die Wechselwirkung von persönlichen Dispositionen und situativen sowie organisationalen Faktoren besser zu verstehen. Und das natürlich über den betrachteten Arbeitshorizont von Verhaltenswissenschaftlern hinaus. Die gute Nachricht ist: Menschliche Akteure handeln „ethisch gebunden“ (in Anlehnung an den Begriff der „beschränkten Rationalität“ von Herbert Simon); ihr Verhalten ist systematisch und vorhersehbar ethisch eingeschränkt. Gleichzeitig verhalten sie sich oft unbewusst oder ungewollt unethisch (Chugh et al., 2005). Aus der Perspektive der verhaltensorientierten Wirtschaftsethik ist die Moral der Menschen daher kein starres Konstrukt, sondern vielmehr dynamisch und formbar. Durch eine Veränderung der Entscheidungsarchitektur sind wir in der Lage, für „gut“ befundenes Verhalten zu befördern.

Auch hierfür möchte ich ein prominentes Beispiel illustrieren. Im Forschungsaufsatz „Signing at the Beginning Makes Ethics Salient and Decreases Dishonest Self-reports in Comparison to Signing at the End“ von Francesca Gino und ihren Ko-Autoren (Shu et al., 2012) geht es darum, wie der Zeitpunkt des Unterschreibens von Selbstauskünften die Ehrlichkeit darin beeinflussen kann. In der genannten Feldstudie mussten Autobesitzer die Kilometerzahl auf dem Tachometer ihrer Autos zur eventuellen Anpassung ihrer Versicherungsverträge angeben. Die Autoren fanden heraus, dass die Autobesitzer signifikant ehrlichere Selbstauskünfte gaben, wenn sie das Selbstauskunftsdocument oben, am Anfang der Seite und vor der Angabe des Tachometerstandes, unterschrieben – im Vergleich dazu, dass sie es am Ende, nach der Selbstauskunft unterschrieben. Die Ergebnisse legen nahe, dass das Unterzeichnen am Anfang Menschen daran erinnert, ethisch zu handeln, und somit das Auftreten unehrlichen Verhaltens (eine falsche Angabe des Kilometerstands) verringert. Der Aufsatz wurde in einem der führenden fachübergreifenden Wissenschaftsjournale – den Proceedings of the National Academy of Science – veröffentlicht und bis heute

550-mal zitiert³. Das Beispiel zeigt, wie durch eine minimale Veränderung der Entscheidungsarchitektur das ethisch relevante Verhalten von Menschen geändert werden kann.

Es bleiben jedoch zwei wichtige Fragen offen: Erstens, wer legt – und auf welche Art und Weise – fest, was gesellschaftlich erwünscht ist (darauf komme ich noch kurz zurück)? Zweitens hat ein Kollektiv von Forschern anhand von datenforensischen Methoden herausgefunden, dass Teile der in dem beschriebenen Aufsatz dokumentierten Ergebnisse mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit von Gino (Studie 1) und Ariely (Studie 3) fabriziert worden sind. Die Autoren bestreiten das bis heute. Die ausführliche Dokumentation des Falls kann hier nachvollzogen werden: <https://datacolada.org/98>.

Die Studienleiter sind international anerkannte Wissenschaftler, die in der Harvard Business School und an der Duke University forschen und lehren, umfassend Drittmittel einwerben und durch den Verkauf populärwissenschaftlicher Bücher und durch Vorträge öffentlichkeitswirksamen Einfluss haben und substantielle monetäre Umsätze generieren. Das muss an dieser Stelle explizit gesagt werden: Zwei Ausnahmeforscher im Bereich der Verhaltensethik stehen unter begründetem Verdacht, unabhängig voneinander, zwei Studien desselben Forschungspapieres zu einem verhaltensethischen Thema manipuliert zu haben. Das Papier wurde im September 2021 von PNAS zurückgezogen (siehe <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.1209746109>).

Der beschriebene Fall zeigt erneut, wie formbar unsere Moral tatsächlich ist – wenn auch hier anders illustriert als durch den genannten Artikel suggeriert. Der Fall zeigt auch, dass weder ein „moralisches Bewusstsein“ – und es ist plausibel anzunehmen, dass zwei arrivierte Moralpsychologen nicht nur ein solches, sondern auch ein *verhaltensethisch* informiertes Ethikbewusstsein besitzen – noch bloße Selbstregulierung dafür ausreichen, um notwendige hohe wissenschaftliche Standards durchzusetzen. Wir kommen, ganz im Sinne von David Hume zu dem Schluss, dass rationale Einsichten allein nicht handlungsmotivierend sein können – die Vernunft kann zwar bejahende oder verneinende Urteile treffen, diese sind jedoch keine ausreichend bewegenden Kräfte für ethisch-relevante Handlungen (Hume, 2000). Denn natürlich ist es plausibel anzunehmen, dass die

genannten Forscher die Ehrenkodizes ihrer Universitäten kennen.

Nun zurück zur Frage: Was *sollten* und was *können* wir tun? Ich habe diesen Beitrag mit Alexander von Humboldt, dem wohl bedeutendsten Alumnus der Bergakademie, begonnen. Ich möchte nun, aus gebotenen Grunde, einen wichtigen Gedanken seines Bruders, Wilhelm von Humboldt, ebenfalls einem Universalgelehrten, aber auch Bildungsreformer, aufgreifen. In seinem 1809 vorgelegten „Litauischen Schulplan“ benennt er die Idealanlage der Hochschule, deren dringlichstes Ziel es sei, „die Einsicht in die reine Wissenschaft zu fördern, wozu die Freiheit des Denkens, Forschens und Lehrens notwendig sei, andererseits auch hilfreiche Einsamkeit, die deshalb von den Lehrenden und Studierenden angestrebt und aufzusuchen sei.“ (zitiert aus Overhoff, 2022).

Wir können nicht in jeden Winkel wissenschaftlichen Arbeitens hineinleuchten, das wollen wir auch nicht, weil gerade die Freiheit wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens eine Grundbedingung dafür ist, exzellente Forschungsergebnisse zu erzielen. Dies gilt umso mehr in einer hypervernetzten Forschungsgesellschaft. Was liegt also in unserer Hand? Wir können mit gemeinschaftlichem und auch unsere eigenen Entscheidungen reflektierendem Engagement darüber bestimmen, wie wir unsere Institutionen gestalten, um unsere als „gut“ erkannten Standards durchzusetzen. Dazu gehört, neben anderen notwendigen Maßnahmen, wie zum Beispiel der konsequenten Präregistrierung von empirischen Studienvorhaben oder die Zurverfügungstellung der Originaldaten mit der Studienveröffentlichung, die inhaltliche Schwerpunktsetzung in der Doktorandenausbildung und die Einrichtung einer Ethikkommission, so wie wir sie hier an der TU Freiberg – die Arbeit des im Frühjahr 2024 eröffneten Behavioral Research Labs begleitend – ins Leben gerufen haben. Diese ist nicht nur bei uns an der Universität, sondern auch in Sachsen mit ihrem verhaltenswissenschaftlichen Fokus einzigartig und setzt ein Signal sowohl nach innen wie auch nach außen über unsere Forschungskultur und unser Arbeitsverständnis. Gleichzeitig hilft sie den Forschern, ihre angedachten Projekte sowohl aus methodischer wie auch ethischer Perspektive vor ihrer Durchführung zu durchdenken, zu strukturieren und transparent zu kommunizieren. Damit erhöhen die For-

scher zudem ihre Publikationschancen in internationalen Top-Journalen.

Eine weitere Notwendigkeit besteht, wie eben oben schon hervorgehoben, in der breiten Akquise und Replikation empirischer verhaltenswissenschaftlicher Evidenz, um menschliches Verhalten in seinem Erscheinungskontext besser zu verstehen. Auch vor dem Hintergrund dieses Auftrags können wir uns glücklich schätzen, dass wir jetzt hier an diesem Ort ein Verhaltenslabor zu Verfügung haben, gefördert durch die Krügerstiftung und ins Leben gerufen durch die Kollegen Jutta Stumpf-Wollersheim und Alexander Leischnig, das wir zu diesem Zwecke mit einer trans-disziplinären Gruppe von Forschern mit Leben füllen können. Auch dies ist in dieser Form in Sachsen bislang einzigartig.

Zum Abschluss möchte ich kurz die Betrachtungsebene der ethischen Aspekte in der verhaltenswissenschaftlichen Forschung verlassen und diesen Beitrag damit komplettieren, dass ich kurz aufzeige, welche Relevanz unsere verhaltensethische Forschung für übergeordnete Forschungsfelder und aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen hat und haben muss. Hierzu zählen maschinenethische Überlegungen: In welchem Sinn können intelligente Maschinen moralisch handeln? Welcher Ethik sollten solche Maschinen folgen, oder in welchem Sinne können solche Maschinen unsere Präferenzen beeinflussen? Wie beeinflusst das die Akzeptanz von als nützlich erkannten Innovationen, wie autonom fahrenden Fahrzeugen oder Pflegerobotern? Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld betrifft den sogenannten „Libertären Paternalismus“, der darauf basiert, dass verhaltenswissenschaftliche Erkenntnisse über das menschliche Entscheidungsverhalten dafür genutzt werden können, dieses durch die strategische Gestaltung von Entscheidungsrahmen zu „verbessern“, z. B. bei unserer Ernährung, unserer Gesundheit, beim Umgang mit finanziellen Ressourcen, beim Energieverbrauch. Hier stellen sich wichtige ethische Fragen, wie zum Beispiel: Wer bestimmt und wer darf bestimmen, was für uns „gut“ ist? Reicht es aus, hier auf die „Freedom of choice“, auf die „Wahlfreiheit“ unserer Handlungen zu verweisen, oder wird dabei nicht vielmehr unsere „Freedom of Will“, unsere Willensfreiheit, systematisch eingeschränkt? Weitere wichtige Themen umfassen die Umsetzung der UN Guiding Principles on Business and Human Rights, das Sam-

meln, die Verwaltung und Analyse von großen personenbezogenen (z. B. biometrischen) Datensätzen; die Gestaltung von Anreizsystemen zur Transformation hin zu einer Kreislaufwirtschaft; die Lösung von zukünftigen Konflikten um die Verteilung lebensnotwendiger Ressourcen wie Wasser. All das sind Themengebiete, in denen auf der einen Seite ethische Fragen in der verhaltenswissenschaftlichen Forschung zum Tragen kommen und auf der anderen Seite verhaltenswissenschaftliche Aspekte in der angewandten Ethik von Bedeutung sein werden.

Anmerkung des Autors

Am 14. Mai dieses Jahres wurde das neue „Behavioral Research Lab“ der Technischen Universität Bergakademie Freiberg feierlich eröffnet (siehe Beitrag auf S. 61). Zu diesem Anlass wurde ich in meiner Funktion als Vorsitzender der Ethikkommission der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, an welche das Labor angegliedert ist, gebeten, einen Vortrag zum Thema „Ethische Aspekte der verhaltenswissenschaftlichen Forschung“ zu halten. Der vorliegende Beitrag stellt eine überarbeitete Version dieses Beitrags dar.

- 1 Technische Universität Bergakademie Freiberg. Professur für Verhaltens- und Wirtschaftsethik, Schlossplatz 1, 09599 Freiberg, Telefon: +49 3731 39-2750, E-Mail: gari.walkowitz@bwl.tu-freiberg.de
- 2 Aus Lesbarkeitsgründen wird in diesem Beitrag auf die verschiedenen Ansprechweisen, sei es divers, männlich oder weiblich verzichtet. Alle Formulierungen sprechen gleichermaßen alle Geschlechter an.
- 3 Stand 02.08.2024, Quelle: Google Scholar

Literaturverzeichnis:

Das Literaturverzeichnis ist abrufbar unter: <https://tu-freiberg.de/vff>.

Erneuerbarer synthetischer Ottokraftstoff – Von der Forschungsproduktion bis zur Anwendung

Verbundforschungsvorhaben an der Benzinsynthese-Großversuchsanlage des Instituts für
Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

Malena Peuker¹, Katina Krell¹, Peter Seifert¹, Martin Gräbner¹, Katrin Lotz², Matthias Hilpert², Mario Kuschel²

Zukunftsfähige Antriebstechnologien im Fokus

Das Erreichen der Klimaziele auf europäischer und nationaler Ebene stellt viele Wirtschaftssektoren wie die Industrie, den Handel sowie den Verkehr gegenwärtig und in Zukunft immer wieder vor neue Herausforderungen. Die Umstrukturierung des Personen- und Schwerlastverkehrs hin zu einer klimaneutralen Mobilität ist davon ein zentraler Baustein. Grundlegend hierbei ist, den Rückgriff auf fossile Ressourcen kontinuierlich zu verringern und den Fokus auf alternative, klimafreundliche Antriebstechnologien zu richten. Hierzu zählen neben der Elektro- und Wasserstoffmobilität auch synthetische Flüssigkraftstoffe, die in einer ganzheitlichen Betrachtung weniger CO₂ freisetzen als erdölbasierte Kraftstoffe und das Potenzial haben, eine nahezu CO₂-neutrale Mobilität zu ermöglichen. Ihnen kommt eine entscheidende Schlüsselrolle zu, da die KFZ-Bestandsflotte in den kommenden Jahren bis Jahrzehnten nicht vollständig zu elektrifizieren ist und auch die Wasserstoffmobilität noch am Anfang steht.

Für die Herstellung synthetischer Kraftstoffe können Biomasse bzw. biogene Reststoffe oder CO₂ und Wasser genutzt werden. Im ersten Fall sind z. B. Bioethanol, -methan, -diesel oder HVO (Hydrotreated Vegetable Oils) die Endprodukte, die in verschiedenen Prozessstu-

fen synthetisiert werden. Wird hingegen auf CO₂ und Wasser zurückgegriffen, sind daraus synthetischer Ottokraftstoff und/oder synthetisches Kerosin (begleitet von einer Dieselfraktion) gewinnbar. Neben Fischer-Tropsch-Produktionsverfahren bieten sich hierfür Verfahren an, bei denen Methanol als Zwischenprodukt erzeugt und weitergenutzt wird. Im ersten Schritt einer solchen Syntheseroute erfolgt die Herstellung des Methanols aus einem Synthesegas, für welches CO₂ und Wasserstoff als Ausgangsstoffe dienen. Das CO₂ wird dabei aus Direct Air Capture (DAC) oder aus einer industriellen bzw. biogenen Quelle bezogen. Der Wasserstoff wird mittels Wasserelektrolyse gewonnen. In einem zweiten Schritt findet die zeolith-katalysierte Umsetzung des Methanols zu einem Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe und Wasser als Nebenprodukt statt. Über diesen Weg der Kraftstoffherstellung wird ein strombasierter Kraftstoff erhalten, weshalb häufig von einem E-Fuel die Rede ist. Mit Hilfe des Katalysators und der Prozessbedingungen kann das Produktspektrum des beschriebenen Synthesewegs so angepasst werden, dass die Zusammensetzung des Kohlenwasserstoffgemischs jener von Ottokraftstoff entspricht. Der beschriebene Prozess wird daher als Methanol-to-Gasoline-Verfahren (MtG) bezeichnet. Die Nutzung von Methanol als Zwischenprodukt bringt den Vorteil

mit sich, dass es in Regionen mit hoher Verfügbarkeit an erneuerbaren Energien kostengünstiger hergestellt werden kann als bspw. in Deutschland, es als Flüssigkeit gleichzeitig sehr gut über größere Distanzen transportierbar ist, sich zudem problemlos speichern lässt und über eine hohe Energiedichte verfügt. Wie auch bei allen anderen Technologien kommt allerdings dem Einsatz von „grüner“ Energie für die Kraftstoff- und insbesondere für die Wasserstoffherstellung eine entscheidende Rolle zu, speziell im Hinblick auf die Treibhausgasbilanz und den Gestehungspreis des Kraftstoffs.

Synthetisches Benzin aus Freiberg

An der TU Bergakademie Freiberg wird seit vielen Jahren intensiv die Prozessroute um methanolbasierte Kraftstoffe erforscht. Nach der grundlegenden Erprobung der vom langjährigen Projektpartner CAC ENGINEERING GmbH (CAC) entwickelten MtG-Technologie am Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC) in den Jahren 2008 bis 2013 konnten im Verbundvorhaben „C3-Mobility“ (Closed Carbon Cycle Mobility), das von 2018 bis 2021 lief, in zwei mehrwöchigen Versuchskampagnen 46.000 Liter synthetisches Benzin an der Großversuchsanlage des Instituts hergestellt werden. Der Kraftstoff wurde im Anschluss bei den Projektpartnern Kraftstoffuntersuchungen und Motoren-



Abb. 1: Schematische Darstellung des Methanol-to-Gasoline-Prozesses an der Benzinsynthese-Großversuchsanlage der TUBAF

tests unterzogen sowie in PKWs erprobt.

Die Ergebnisse aus beiden Versuchskampagnen zeigten, dass ein durchgehender Betrieb der Anlage und damit die Herstellung größerer Mengen an Benzin möglich sind, allerdings bestand Optimierung- und Effizienzsteigerungspotential für die MtG-Technologie an sich sowie Forschungsbedarf bezüglich der Langzeitstabilisierung des Prozesses inkl. einer Produktqualitätsverbesserung, um auf Basis der Technologie einen Dauerbetrieb zu ermöglichen. Auf diesen Punkten liegt nun der Fokus im aktuell laufenden Forschungsvorhaben „DeCarTrans“ (Demonstrating a Circular Carbon Economy in Transport along the Value Chain). Gefördert wird dieses Projekt im Rahmen des Gesamtkonzepts „Erneuerbare Kraftstoffe“ durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr im Zeitraum 2023 bis 2026 mit insgesamt 14,93 Mio. Euro (Förderkennzeichen: 16RK14004).

Innerhalb des Projektzeitraums sollen mehrere hundert Kubikmeter synthetisches Benzin aus Methanol an der Großversuchsanlage des Instituts erzeugt und im Anschluss den Projektpartnern zur Verfügung gestellt werden. Durch den Einsatz von nachweislich biostämmigem, „grünem“ Methanol handelt es sich auch bei dem daraus erzeugten Benzin um einen „grünen“ und damit erneuerbaren Kraftstoff, was ihn gegenüber anderen hervorhebt. Mit der Dauerforschungspro-

duktion des synthetischen Kraftstoffs im semiindustriellen Maßstab kann die Reife der MtG-Technologie von aktuell TRL (technology readiness level) 6 bis 7 auf 7 bis 8 erhöht werden.

Für den Syntheseprozess (Abb 1) wird das Methanol zunächst verdampft, erhitzt und zusammen mit den gasförmigen Produktkomponenten der chemischen Re-



Abb. 2: Durol (1,2,4,5-Tetramethylbenzen) als Reinsubstanz in kristalliner Form

aktion, die als sog. Kreislaufgas geführt werden, am Katalysator bei definierter Temperatur und definiertem Druck zur Reaktion gebracht. Die Produktphasen Benzin, Gas und Wasser werden im weiteren Verlauf bei Umgebungstemperatur voneinander separiert und das Benzin

anschließend destillativ aufbereitet, um das Produktspektrum an die gewünschte Zusammensetzung anzugleichen. Die Tagesleistung der Großversuchsanlage beträgt ca. 1.400 Liter und macht sie damit mit großem Abstand zur momentan leistungsfähigsten Anlage für die Herstellung synthetischen Ottokraftstoffs in Europa.

Die derzeit laufenden Optimierungsschritte beinhalten einerseits verschiedene Abschnitte der Synthese, andererseits wurden an der Anlage selbst Umbauarbeiten vorgenommen. In diesem Rahmen wurde ein zweiter 30-m³-Methanolvorlagebehälter ergänzt, was einen flexibleren Versuchsbetrieb ermöglicht. Weiterhin wurde die alte Destillationskolonne durch eine neue mit höherer Trenneffizienz ersetzt, wodurch die Benzinqualität besser und gezielter eingestellt werden kann. Somit kann nun eine für das synthetische Benzin besonders kritische Komponente, das Durol (1,2,4,5-Tetramethylbenzen) (Abb. 2), nahezu vollständig eliminiert werden. Durol gilt als Rußvorläufer, weshalb dessen Konzentration im Endprodukt entscheidend für das Maß des Partikelaustrittes bei der Verbrennung des Kraftstoffs ist. Die Partikelbildung des zuvor erzeugten Kraftstoffs fiel zwar im Vergleich zu herkömmlichem Benzin bereits deutlich geringer aus, allerdings kann diese mit der nun verbesserten Abtrennung von Durol noch weiter reduziert werden, was den erneuerbaren Kraftstoff auszeichnet.

Vorbereitend zu den Versuchsfahrten an der Großversuchsanlage werden an der kleineren Laboranlage des Instituts verschiedene Versuche zu Katalysatorstandzeiten und regenerierungsstrategien sowie zum Einfluss der Prozessparameter auf die Benzinqualität und -ausbeute durchgeführt. Darauf aufbauend werden Herangehensweisen erarbeitet, wie trotz der zunehmenden Katalysatordeaktivierung über die Dauer eines Synthesesyklus (Betriebszeit zwischen zwei Regenerierungen) eine optimierte Fahrweise der Großversuchsanlage realisiert werden kann, ohne Einbußen in der Produktsammensetzung zu verzeichnen.

Einsatz des erneuerbaren Ottokraftstoffs

Im Mai 2023 wurden im „DeCarTrans“-Projekt die ersten 15.000 Liter MtG-Benzin produziert. Bis Juni 2024 folgte die ca. achtfache Menge mit 125.000 Litern, die den Projektpartnern zur weiteren

Verwendung bereitgestellt wurden. Final wird der regenerative Kraftstoff bspw. zu Super 95 E10 aufbereitet, d. h. dem MtG-Benzin werden 10 % Bioethanol beige-mischt. In Form dieses Blends erfüllt der Kraftstoff alle Anforderungen der Otto-kraftstoffnorm DIN EN 228, d. h. er ist sowohl hinsichtlich der chemischen Qualität als auch der verbrennungstechnischen Eigenschaften kompatibel mit erdölstäm-migen Kraftstoffen, wie sie gegenwärtig an Tankstellen bezogen werden können. Mit der problemlosen Austausch- und Misch-barkeit von synthetischem und konventio-nellem Benzin ist eine uneingeschränkte

Alltagstauglichkeit gegeben. Um dies auch der breiten Öffentlichkeit demonstrieren zu können, wurden zur Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft 2024 in Freiberg zehn Betankungen des synthetischen „DeCarTrans“-Ottokraftstoffs als Super-95-E10-Blend verlost. Dies fand durchweg positive Resonanz.

Ebenso ist eine Aufbereitung des MtG-Benzins zu Motorsportkraftstoffen mit Oktanzahlen über 100 möglich. Ein solcher Blend wird bspw. seit 2022 jedes Jahr beim 24-Stunden-Rennen am Nür-burgring erfolgreich getestet.

Die Breite der Anwendung vom Ein-

satz in „normalen“ PKWs bis hin zur Verwendung im Motorsport hebt die Ein-satzfähigkeit, Akzeptanz und die Vorteile des erneuerbaren synthetischen Benzins hervor. Die damit einhergehenden Be-triebserfahrungen und Testergebnisse sind essenziell für die Nutzung der MtG-Technologie im größeren Maßstab und tragen damit maßgeblich zur Defossilisie-rung des Mobilitätssektors bei.

Für die Förderung des DeCar-Trans-Forschungsvorhabens durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr wird herzlich gedankt. Link zur Webseite: www.decartrans.de



- 1 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Fuchsmühlenweg 9 D, 09599 Freiberg, Kontakt: Malena.Peuker@iec.tu-freiberg.de
- 2 CAC ENGINEERING GmbH, Augustusburger Str. 34, 09111 Chemnitz

Energiepark Bad Lauchstädt geht in die Umsetzung – Wasserstoff zwischen Theorie und Praxis

Denis Worch, Udo Lubenau, Jörg Nitzsche

Der Energiepark Bad Lauchstädt stellt ein großtechnisches Reallabor dar, welches die gesamte Wertschöpfungskette für Grünen Wasserstoff abdeckt – von der Erzeugung über den Transport bis zur Anwendung. Ziel ist es, die Technologie für Grünen Wasserstoff voranzutreiben und zur Marktreife zu bringen.

Die Konsortialpartner des Energieparks Bad Lauchstädt – von Terrawatt über Uniper, VNG Gasspeicher, ONTRAS

Gastransport GmbH, DBI-GTI bis hin zu VNG – haben mit der finalen Investitionsentscheidung den entscheidenden Startschuss für die Realisierung eines innovativen Wasserstoffvorhabens gesetzt. Mit diesem Schritt geht der Energiepark Bad Lauchstädt von der theoriebasierten Planungsphase in die bauliche Umsetzung über. Die über mehrere Jahre laufenden Baumaßnahmen wurden im Sommer 2023 mit dem ersten Spatenstich gestartet.

Das Vorhaben wurde mit Erhalt der Fördermittel in Höhe von 34 Millionen Euro im September 2021 auf den Weg gebracht und stand dann vor vielen erwarteten und unerwarteten Herausforderungen. Zu Beginn des Projekts wurde mit einem Investitionsvolumen von ca. 140 Mio. Euro über alle Wertschöpfungsstufen hinweg gerechnet. Mittlerweile beläuft sich das Volumen auf über 210 Mio. Euro. Die erheblichen Preissteigerungen stellten eine große Belastung für das Vorhaben dar. Die Bereitschaft der Konsortialpartner, auch die gestiegenen Kosten zu tragen, um den Energiepark zu realisieren, demonstriert ihr außerordentliches Engagement. Im Laufe der Zeit konnten zwei weitere Akteure für das Vorhaben gewonnen werden. Zum einen wird der Bau sowie der Betrieb des Elektrolyseurs nun gemeinsam von Uniper und VNG Handel & Vertrieb (Gründung Joint Venture Elektrolyse Mitteldeutschland GmbH (EMG)) verantwortet, zum anderen konnten die Konsortialpartner die TotalEnergies Raffinerie Mitteldeutschland als ersten Ankerkunden für den Grünen Wasserstoff an sich binden.

Der Bau des Windparks mit acht Windenergieanlagen und das dazugehörige Umspannwerk sowie die Arbeiten an der



Abb. 1: oben: Montage Rotorblatt an einem Windrad (links) und Blick auf Windpark (rechts) (Fa. Terrawatt), unten: Blick auf das gesamte Baufeld (Rohbau der Elektrolysehalle und Funktionsgebäude (Fa. Uniper/ EMG)), rechts im Bild zukünftiges Baufeld der H₂-Gasaufbereitungsanlage (links) und nahezu fertiggestellte Molchschleuse (Fa. ONTRAS) mit zugehöriger Straße (rechts).

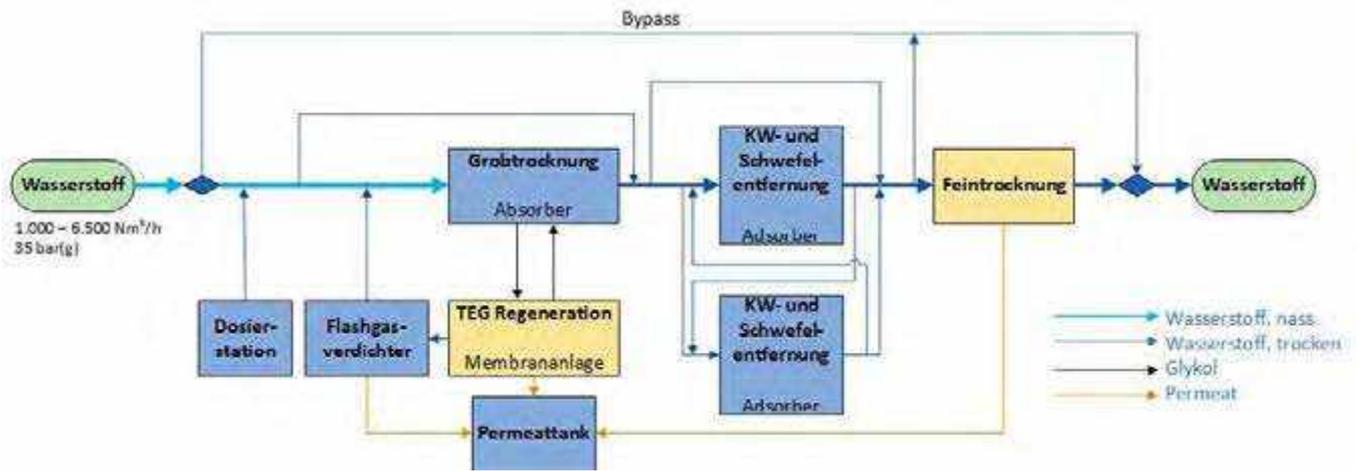


Abb. 2: oben: Blockfließbild der H₂-Gasaufbereitungsanlage, unten: Nord- und Südsicht der H₂-Gasaufbereitungsanlage nach Planungsstand zur Genehmigung beim LAGB (12.06.2024).

umzustellenden Gastransportleitung, darunter der Bau einer neuen Molchschleuse wurden bereits abgeschlossen. Erwartet wird, dass die Errichtung des 30-MW-Elektrolyseurs von Sunfire im Juli 2025 ihren Abschluss findet (Abbildung 1).

Die Erschließung der TotalEnergies Raffinerie in Leuna durch den Bau des ersten Netzanschlusses an das zukünftige Wasserstoffnetz von ONTRAS wird

2024 erfolgen. Der Probetrieb des Elektrolyseurs soll Anfang 2025 aufgenommen werden, und ab dem dritten Quartal desselben Jahres ist der planmäßige Transport Grünen Wasserstoffs aus dem Energiepark Bad Lauchstädt vorgesehen, der in der TotalEnergies Raffinerie Mitteldeutschland zum Einsatz kommt.

Begleitforschung

Im Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt wird die Erzeugung von Grünem Wasserstoff aus Windstrom, dessen Speicherung und Transport großtechnisch erprobt sowie Möglichkeiten der Vermarktung und Nutzung in Mitteldeutschland untersucht (Abbildung 3). Das DBI-GTI unterstützt die Projektpartner als wissenschaftlicher Partner entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Die von DBI-GTI bearbeiteten Kern-Forschungsfragen liegen dabei in der Gasaufbereitung von H₂ sowie in der Analytik von Spurenkomponenten im H₂ zum Nachweis einer Wasser-

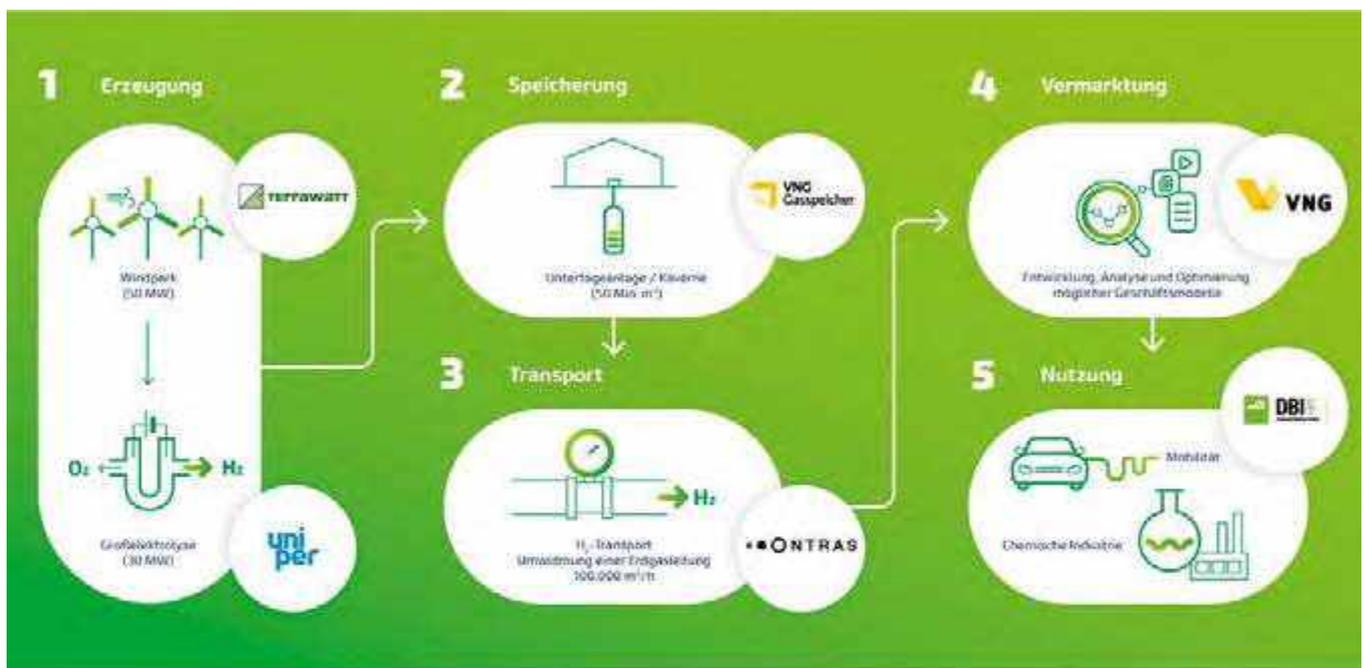


Abb. 3: Konzept des Reallabors „Energiepark Bad Lauchstädt“ in: <https://energiepark-bad-lauchstaedt.de/> (Stand 12.06.2024)

stoffqualität entsprechend DVGW Arbeitsblatt G260 Gruppe D ($H_2 \geq 99,97$ mol-%).

Zur Erfüllung der Forschungsaufgaben plant, errichtet und nimmt DBI-GTI eine H_2 -Gasaufbereitungsanlage in Betrieb. Die Genehmigung der Obertageanlage erfolgt über das Landesamt für Geologie und Bergbau (LAGB) des Landes Sachsen-Anhalt. Nach der Inbetriebnahme ist ein mindestens einjähriger Forschungsbetrieb geplant. Die H_2 -Gasaufbereitungsanlage besteht aus vier wesentlichen Baugruppen, zwei Anlagenhallen sowie zwei Containern für die Anlagensteuerung und die H_2 -Analytik (Abbildung 2).

Baugruppe 1 umfasst eine H_2 -Grob-trocknung-**Triethylenglykol(TEG)-Absorptionstrocknung**. Das hier angewendete Verfahren ist ein Standardverfahren in der Erdgasaufbereitung. Eine Innovation dieses Verfahrens wird die im Real-labor geplante **Membrananlage** (zweite Baugruppe) zur Aufbereitung des TEG sein, die im Kreislauf für die Absorptionstrocknung verwendet werden kann. Standardverfahren im Erdgasbereich ist eine energieintensive und emissionsbehaftete Destillation des TEG. Die dritte Baugruppe besteht aus zwei **Festbettadsorbentien**. Mit diesen können Kohlenwasserstoffe (z. B. Blanket einer Kaverne oder Verdichteröle) oder Schwefelverbindungen (z. B. H_2S , welches unter mikrobiologischer Aktivität in einer Kaverne aus Stoffwechselprozessen entstehen kann) entfernt werden. Dabei müssen das oder die verwendeten Adsorbentien an den jeweiligen Abtrennprozess angepasst werden. Damit die genannten Prozesse optimal ausgelegt und durchgeführt werden können, ist der Betrieb von zwei Laboranlagen für Voruntersuchungen bzw. zur Flankierung des Gesamtprozesses im Technikum des DBI-GTI für den Membranprozess und die Entfernung von Spurenelementen mittels Adsorption im Projekt vorgesehen (Abbildung 4). Die vierte Baugruppe ist die **Feintrocknung des H_2** mittels einer **Molsiebtrocknung**,



Abb. 4: Links: Membrananlage im Technikum des DBI-GTI für die TEG-Trocknung mittels Membranen, Rechts: Labor-Adsorptionsanlage zur Entfernung von Begleitstoffen aus H_2

um einen maximalen Wassergehalt im H_2 von 5 ppm zu erreichen.

Ein zweiter Schwerpunkt der Arbeit des DBI-GTI liegt in der Unterstützung der ONTRAS bei der Pipelineumstellung von Erdgas auf H_2 und der damit verbundenen Herausforderungen bei der Beseitigung von Verunreinigungen des transportierten Wasserstoffs durch Ablagerungen in der Pipeline sowie der anschließenden Gasreinigung des Wasserstoffs. Bei der Pipeline handelt es sich um eine Speicheranschlussleitung des UGS Bad Lauchstädt an den Chemiestandort Leuna und das weitere Fernleitungsnetz der ONTRAS. Der Bau erfolgte im Zeitraum 1973/76. Die Pipeline wurde zunächst zum Transport für Stadtgas genutzt und in den 1990er



Abb. 5: Reinigungsmolch mit Verunreinigungen (Fa. ONTRAS)

Jahren auf Erdgas umgestellt. Die Reinigungsmolchungen brachten aus der Pipeline ein eher trockenes Material, flüssiges Kondensat fiel nicht an (Abbildung 5).

In die Pipeline wird Wasserstoff der Qualität Gruppe D ($H_2 \geq 99,97$ mol-%) eingespeist und zu den im Chemiapark Leuna angesiedelten Wasserstoffverbrau-



chern transportiert. In der ersten Phase des Projekts können bis zu $6.500 \text{ m}^3/\text{h}$ Grüner Wasserstoff erzeugt und transportiert werden [U. Lubenau et al., gwf, 2023, S. 47-55, online: <https://gwf-gas.de/produkt/umstellung-von-erdgasleitungen-aufwasserstoff/>].

Die Untersuchung der Proben ergab Aufschluss über Komponenten, die nach der Umstellung der Pipeline aus Ablagerungen oder von Rohrwandungen in den Wasserstoff übergehen können. Die Konzentration dieser Komponenten wird neben Temperatur und Druck auch von der Menge der Ablagerungen, ihrem Dampfdruck und der Verweildauer des Wasserstoffs in der Pipeline beeinflusst.

Alle Proben wurden mit zwei unterschiedlichen Lösungsmitteln extrahiert und der flüssige Extrakt mittels GC-Fingerprint sowie GC/MS-Screening analysiert. Der auf diesem Weg von organischen Bestandteilen befreite Feststoff wurde anschließend mittels energiedispersiver Röntgenanalyse (EDX) auf seine Elementzusammensetzung und mittels Röntgenstrukturanalyse (XRD) auf seine strukturelle Zusammensetzung hin untersucht. Zusätzlich wurde der Gasraum über den Proben auf ausdampfende Schwefelverbindungen hin analysiert.

Die Analyse identifizierte Quarz (SiO_2), Carbonate, elementaren Schwefel und Eisenoxidverbindungen. Der Schwefelanteil in den Proben variierte zwischen 7 und 10 Masseprozent. Der Kohlenwasserstoffanteil wurde durch Kohlenwasserstoffe mit Kettenlängen von C15 bis C25 dominiert, welche Siedepunkte zwischen $270 \text{ }^\circ\text{C}$ und $400 \text{ }^\circ\text{C}$ aufweisen. Diese fallen unter die Kategorie „Kohlenwasserstoffe gesamt (THC) (außer Methan)“ gemäß DIN EN 17124. Glykol aus den Gastrocknungsanlagen konnte ebenfalls nachgewiesen werden, während höher siedende Kohlenwasserstoffe wie Verdichteröle nicht vorhanden waren.

Von besonderem Interesse war die Zusammensetzung der Kohlenwasserstofffraktion sowie die Art der Schwefelverbindungen. Schwefelverbindungen sind besonders kritisch, da der Grenzwert für diese Verbindungen im Wasserstoff für Brennstoffzellenanwendungen und Tankstellen bei extrem niedrigen 4 ppb liegt. Es wurde festgestellt, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Schwefelverbindungen vorhanden ist, die sich in ihrer Polarität und ihrem Dampfdruck signifikant unterscheiden und somit auch in ihrer Adsorptionsfähigkeit variieren. Mindestens

ten (Art. 1 Abs. 2 lit. c) CRMA).

Als Regelungsinstrument mit einem klar definierten Anwendungsbereich, klar definierten Zielen und Maßnahmen sowie Verpflichtungen der Mitgliedstaaten fügt er sich zunächst gut in das Regime der EU zur gesicherten Versorgung, die gleichzeitig nachhaltig und umweltgerecht sein soll, ein. Damit allerdings erschöpft sich seine Bedeutung nicht. Vielmehr kann er durch einzelne Regelungen Anstoß für weitere legislative Maßnahmen bilden, sei es in Brüssel, Berlin oder Dresden.

Anwendungsbereich über den eigenen Tellerrand hinaus

Das liegt zunächst daran, dass erstmals der Rohstoffbegriff legal definiert wird. Nach Art. 2 Nr. 1 CRMA bezeichnet „Rohstoff“ „einen verarbeiteten oder unverarbeiteten Stoff, der als Input für die Herstellung von Zwischen- oder Endprodukten verwendet wird, mit Ausnahme von Stoffen, die überwiegend als Lebens-, Futtermittel- oder Brennstoff verwendet werden.“

Eigentlich ist diese Legaldefinition für den Anwendungsbereich überflüssig. Denn die Rohstoffe, um die es geht, werden in zwei Anhängen zum CRMA ausdrücklich und abschließend aufgelistet. Der EU-Gesetzgeber hätte es sich einfach machen und in Art. 2 Nr. 1 CRMA schlicht festhalten können „Rohstoff ist jeder Stoff, der in Anhang I oder II aufgelistet ist.“ Mit der nunmehr bestehenden Definition kann die Kommission nun einfach weitere rohstoffspezifische Rechtsakte erlassen – ob dem so sein wird, lässt sich aus der Vorschrift jedoch nicht ableiten.

Strategische und kritische Rohstoffe

Einen weiteren Schritt zur Kategorisierung bildet die Unterteilung in strategische und kritische Rohstoffe, die in Art. 3 f. CRMA und den ersten beiden Anhängen getroffen wird. Zu den strategischen Rohstoffen gehören Kupfer, Kobalt, Germanium und Wolfram sowie unterschiedliche Rohstoffe in Batteriequalität (Lithium, Nickel). Kritische Rohstoffe sind Antimon, Bauxit, Feldspat und Flussspat, Siliziummetall und Tantal. Die beiden Listen werden durch die Kommission alle drei Jahre aktualisiert (Art. 3 Abs. 3; Art. 4 Abs. 3 CRMA). Dazu stellen die ersten beiden Anhänge zu der Verordnung Kriterien und Berechnungsmethoden zur Verfü-

gung⁷.

Eine Parallele zum deutschen Bergrecht verbietet sich. Das Bundesberggesetz (BBergG) unterscheidet zwischen bergfreien und grundeigenen Bodenschätzen⁸. Maßgebliches Unterscheidungskriterium ist die Eigentumsinhaberschaft. Nach § 3 Abs. 2 BBergG unterscheiden sich diese dadurch, dass grundeigene Bodenschätze im Eigentum des Grundeigentümers stehen, während bergfreie Bodenschätze diesem Eigentum gerade nicht unterliegen. Zwar sind die Kategorien in BBergG und CRMA schlussendlich Ergebnis eines bundes- bzw. unionspolitischen Prozesses und keine zwingende naturwissenschaftliche Klassifizierung, allerdings stimmen die jeweils erfassten Bodenschätze nicht überein, obgleich sie Überschneidungen aufweisen.

Vier-Pfeiler-Modell

Die Verordnung versucht, ihr Ziel durch vielfältige Mittel zu erreichen. Diese lassen sich in die neuen Verfahren (Kapitel 3), den Mechanismus für die koordinierte Überwachung und Minderung von Versorgungsrisiken (Kapitel 4), welcher durch den Europäischen Ausschuss für kritische Rohstoffe (Kapitel 6) ergänzt wird, die Nachhaltigkeit in Kapitel 5 sowie die strategischen Partnerschaften in Kapitel 6 einteilen. Es lässt sich damit von einem Vier-Pfeiler-Modell sprechen, auf dem das Rohstoffregime des CRMA beruht. Einige Punkte lassen es zu, auf mehr Rohstoffrecht zu hoffen.

Strategische Projekte

Der CRMA schafft mit „strategischen Projekten“ eine Kategorie von Rohstoffprojekten, die von herausragender Bedeutung für die europäische Rohstoffversorgung sein sollen. In den Worten des Art. 10 Abs. 1 CRMA zeichnen sich diese Projekte dadurch aus, dass sie einen „bedeutenden Beitrag zur Sicherung der Union mit strategischen Rohstoffen“ leisten würden.

Kern des Konzepts ist es, diesen Projekten ein besonderes Abwägungsgewicht beizumessen. Dies gilt vor allem im Rahmen der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie⁹, der Wasserrahmenrichtlinie¹⁰ und der Vogelschutzrichtlinie¹¹. Bei Kollisionen der dort verfolgten Ziele mit Rohstoffprojekten sieht der CRMA keinen automatischen Vorrang vor, legt aber fest, dass die Rohstoffprojekte

grundsätzlich geeignet sind, Vorrang zu haben.

Dies gilt nicht nur in materieller Hinsicht, auch in zeitlicher Hinsicht genießen entsprechende Projektanträge Vorrang und sollen möglichst schnell bearbeitet werden. Wenn das entsprechende nationale Recht die Möglichkeit kennt, sollen diese strategischen Projekte mit der höchstmöglichen nationalrechtlichen Bedeutung versehen werden (Art. 10 Abs. 4 CRMA) – in Deutschland existiert so etwas nicht. Es bleibt damit bei der Genehmigungsbedürftigkeit eines jeden Projekts nach nationalem Recht (Art. 6 Abs. 3 CRMA).

Des Weiteren verpflichtet die EU ihre Mitgliedstaaten, nationale Explorationsprogramme für kritische Rohstoffe aufzustellen. Dabei sollen bessere Informationen über Vorkommen gewonnen werden (Art. 19 Abs. 2 Satz 1 CRMA). Das ist neu, so etwas gibt es im deutschen Bergrecht nicht.

Risikoüberwachung, Risikominimierung und Governance (Kapitel 4, 7)

Neu ist auch eine Pflicht der Mitgliedstaaten, über ihre Vorräte an strategischen Rohstoffen berichten zu müssen (Art. 22 Abs. 1 CRMA). Die Berichtspflicht ist allerdings nicht an eine materielle Pflicht gekoppelt, solche Vorräte auch tatsächlich zu halten.

Darüber hinaus nimmt die Kommission nach Art. 20 Abs. 1 CRMA vor allem die Handelsströme, Angebot- und Nachfrageentwicklung, die Bündelung von Angeboten und die Kapazitäten innerhalb der Union in den Blick. Sie überwacht den Markt und schafft somit ein Monitoring-System.

Menschenrechtlich blind?

Die Achtung der Menschenrechte spielt bei der Anerkennung als strategisches Projekt (Art. 6 Abs. 1 lit. c) CRMA sowie Nr. 5 lit. g) Anhang III) und der Überwachung entlang der Wertschöpfungsketten für kritische Rohstoffe (Art. 37 Abs. 1 lit. a) nr. iii) CRMA) eine Rolle. Ansonsten schweigt sich der CRMA darüber aus. Das ist misslich, sieht man sich den Abbau von Rohstoffen auch in Konfliktregionen an. Außerdem setzt sich die EU mit Art. 21 Abs. 2 lit. b), f) des Vertrags über die Europäische Union das Ziel, die Wahrung der Menschenrechte mit dem nachhaltigen Abbau von Ressourcen zu einer kohärenten Außenpolitik zu verbinden.

Ergebnis

Auch wenn die tatsächlichen Erfolge des CRMA gering zu bleiben scheinen, sollte seine Wirkung nicht unterschätzt werden. Mit dem CRMA setzt die EU zumindest ein rechtspolitisches Signal, dass Europa die Versorgung mit bestimmten Rohstoffen wichtig ist. Es ist ein Schritt getan, die Versorgungsfacetten des Rohstoffrechts anzugehen. Was stiefmütterlich behandelt worden ist, ist die Frage des nachhaltigen und umweltgerechten Schutzes von Rohstoffen in situ. Fast vollständig fehlt die menschenrechtliche Dimension. Damit blendet die EU leider zwei wichtige Säulen der Politik eher aus.

Der Weisheit letzter Schluss ist der CRMA damit nicht. Allerdings: Über einen Anstoß für Berlin und Brüssel hinaus bildet der CRMA auch einen Anstoß für weitere rechtswissenschaftliche Forschung in Freiberg¹².

- 1 Terhechte, In der Falle? Es droht eine Abschotung des Rechts, FAZ 26.12.2012; Bungenberg/Hobe, Kampf um Ressourcen, FAZ 27.12.2012, S. 6; Löhr, Ein Gesetz für die Rohstoffsicherheit, FAZ 17.10.2022; BUND, Wir brauchen ein Ressourcenschutzgesetz!, <https://www.bund.net/ressourcen-technik/ressourcenschutzgesetz/>.
- 2 Art. 49 Abs. 1 VO (EU) 2024/1252.
- 3 Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen und zur Änderung der Verordnungen (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 und (EU) 2019/1020, COM(2023) 160 final vom 16.3.2023.
- 4 Stellungnahme des Europäischen Ausschusses der Regionen, ABl. C/2023/252, 26.10.2023.
- 5 Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses, ABl. C/2023/349, 29.9.2023, S. 142-154.
- 6 Report - A9-0260/2023.
- 7 Kritisch dazu Glöser-Chahoud, Expertenmeinung zum neuen EU-Gesetz zu kritischen Rohstoffen: „Gesetz ist notwendig, doch Zielvorgaben sind zu starr“, 19.3.2024, <https://nachrichten.idw-online.de/2024/03/19/expertenmeinung-zum-neuen-eu-gesetz-zu-kritischen-rohstoffen-gesetz-ist-notwendig-doch-zielvorgaben-sind-zu-starr/>; Glöser/Tercero Espinoza/Gandenberger/Faulstich, Raw material criticality in the context of classical risk assessment, in: Resources Policy 44 (2015), S. 35-46; Glöser/Tercero Espinoza/Walz/Faulstich, Taking the Step towards a More Dynamic View on Raw Material Criticality, in: Resources 5 (2016), S. 45.

- 8 Die Kategorie der Grundeigentümergebietsschätze, die nicht vom BBodMG, sondern gegebenenfalls vom Baurecht oder einigen Landesabtragungsgesetzen erfasst sind (Bayern, Brandenburg, NRW), soll hier außen vor bleiben.
- 9 Richtlinie 92/43/EWG.
- 10 Richtlinie 2000/60/EG.
- 11 Richtlinie 2009/147/EG.
- 12 Einen ersten Ansatz liefert Wormit, Ressourcenschutzrecht – Stand und Perspektiven, in: ACAMONTA 28 (2021), S. 53-55.

Kontakt:

Dr. Robert Frau ist Professor für Öffentliches Recht, insb. Energie- und Umweltrecht an der TU Bergakademie Freiberg, robert.frau@rewi.tu-freiberg.de. Schlossplatz 1, 09599 Freiberg.

Nicht nur effizient, sondern auch verantwortungsvoll – VECTOR-Projekt erforscht ganzheitliche Konzepte für die Rohstoffgewinnung in der EU

Tina Pereira¹

Bergbau ist kontrovers. Einerseits braucht unsere moderne Gesellschaft Rohstoffe wie Lithium für die Transformation hin zu klimafreundlichen Technologien. Andererseits werden Erkundung und Rohstoffabbau vor allem mit Umweltverschmutzung und Ausbeutung in Verbindung gebracht. In Europa ist diese Kontroverse aktueller denn je. Die EU möchte erreichen, dass Unternehmen wieder mehr Rohstoffe aus heimischen Lagerstätten gewinnen, um die Rohstoffabhängigkeit von Drittstaaten zu minimieren, so wie im Critical Raw Materials Act beschrieben (siehe auch Beitrag auf S. 34)². Gleichzeitig stehen Rohstoffprojekte vor komplexen technischen und sozialen Herausforderungen, wie z. B. dem Aufsuchen von Vorkommen in großen Tiefen oder gesellschaftlichen Vorbehalten gegenüber Erkundungsarbeiten.

Genau in diesem Spannungsfeld forscht seit zwei Jahren das HORIZON EUROPE-Projekt VECTOR. Spezialisten aus den Bereichen Geo-, Sozial- und den Datenwissenschaften erarbeiten gemeinsam neue, auf den Menschen ausgerichtete Lösungsansätze, die eine effiziente und sozialverträgliche Versorgung von insbesondere kritischen Rohstoffen in Europa ermöglichen sollen.

Dieser Aufgabe widmet sich das VECTOR-Projektteam³ unter anderem durch die Kombination neuartiger, minimal-invasiver Erkundungsmethoden mit Ansätzen des maschinellen Lernens. Das Ergebnis sind geologische 3D- und 4D-Modelle, die Aufschluss über das Rohstoffpotential im Untergrund geben. Validiert werden diese Methoden anhand von Daten von unterschiedlichen Mineralvorkommen in Europa. Bisher wurden dabei besonders die Zinkvorkommen der Irish Midlands und das deutsche Kupferschiefergebiet in der Lausitz unter die Lupe genommen. In den Irish Midlands gibt es mehre-

re Zinkvorkommen, die oft kritische Elemente wie Indium, Germanium und Gallium enthalten. Genau wie die Kupfermineralisierung der Lausitz, gestaltet sich die Erkundung der Zinkmineralisierung bisher als schwierig. Denn die Vorkommen befinden sich mehrere hundert Meter unter der Erdoberfläche.

Gleichzeitig untersuchen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen nach welchen Gesichtspunkten unterschiedliche Interessensgruppen die Beschaffung kritischer Rohstoffe im Rahmen des Green Deal⁴ abwägen. Dabei erforschen sie das Konzept des Shared Value. Gemeint ist damit, unter welchen Voraussetzungen Bergbauunternehmen, lokale Gemeinden sowie andere Interessensgruppen gleichzeitig von der Rohstoffgewinnung profitieren können. Damit ebnet das Projekt sowohl den Weg für einen wissenschaftlichen, öffentlichen Diskurs über die Versorgung kritischer Rohstoffe in Europa, als auch für neue Geschäftsmodelle und die Anwendung von Standards der Nachhaltigkeitsbericht-





Abb. 1: Sensoren für die Feldmessungen der passiven Seismik in der Lausitz. Das GFZ installierte 210 seismische Stationen im Gebiet von Welzow-Süd. (Quelle: GFZ)



Abb. 2: Bohrkernscanner für die hyperspektrale Bildgebung. (Quelle: HZDR/HIF)

suchen.

Zur Bestätigung und Verfeinerung der Ergebnisse werden Bohrkern, die Industriepartner zur Verfügung stellen, mit Hilfe der hyperspektralen Bildgebung (Hyperspectral Imaging, HSI, Abb. 2) untersucht. Die Bohrkern werden dabei mit einer elektromagnetischen Quelle abgescannt. Die Minerale im Gestein absorbieren oder reflektieren die Strahlung auf unterschiedliche Weise, sodass ein für die Minerale charakteristisches messbares

Signal entsteht. Diese Technologie ermöglicht eine detaillierte und zerstörungsfreie Analyse der mineralogischen Zusammensetzung der Bohrkern. Parallel dazu wird die Elementzusammensetzung der Minerale mit unterschiedlichen chemischen Verfahren wie z. B. der Röntgenfluoreszenzanalyse untersucht.

Durch die Kombination der unterschiedlichen Methoden geht das VECTOR-Projektteam der Forschungsfrage nach, wie die Elementzusammensetzung der Minerale rund um die Zink- oder Kupfermineralisierung variiert und ob es möglich ist, Entstehungsmuster zu erkennen, die teilweise auch hunderte Meter

von der Mineralisation noch detektierbar sind. Diese Muster sollen Unternehmen als Indikatoren (Vektoren) für neue Lagerstätten dienen.

Sozialwissenschaftliche Studien

Wie nimmt die Gesellschaft die Erkundung und den Abbau von kritischen Rohstoffen im Kontext des europäischen Green Deal wahr? Das ist die zentrale Frage der sozialwissenschaftlichen Forschung im Projekt. Unter anderem wird dazu ein neuerartiger Online-Simulator entwickelt, der dabei helfen soll zu verstehen, wie Menschen die ethischen, sozialen, wirtschaftlichen, politischen und ökologischen Konsequenzen der Beschaffung von kritischen Rohstoffen abwägen. Ziel ist es, zu erforschen, welche Werte diesen komplexen Entscheidungen zugrunde liegen. Weiterhin wird im Projekt untersucht, wie das Entwicklungspotential für neue auf den Menschen ausgerichtete Geschäftsmodelle zu bewerten ist. Damit liegt der Fokus verstärkt auf den Interessen von Gemeinden in Gegenden mit Explorationsprojekten. Um diese

erstattung in der Rohstoffindustrie.

Effiziente, kostengünstige und minimal-invasive Erkundung von Mineralvorkommen

Zu den neuartigen Explorationstechnologien, die das Konsortium einsetzt, gehören die passive Seismik (Abb. 1), die Magnetotellurik und die hyperspektrale Bildgebung. In der passiven Seismik erfassen empfindliche Sensoren Wellenbewegungen im Untergrund. Diese werden durch natürliche oder menschengemachte Geräuschquellen wie Stürme oder Verkehr ausgelöst. Die Signale geben Aufschluss über Gesteinsarten oder Verwerfungen und ermöglichen es, Metallvorkommen in Tiefen bis zu mehreren hundert Metern zu erkennen. Mit der Magnetotellurik können Veränderungen natürlicher magnetischer und elektrischer Felder im Untergrund genutzt werden, um die Verteilung leitfähiger Erze zu unter-



Abb. 3: Kommunikationstoolkit, das die allgemeine Öffentlichkeit über kritische Rohstoffe sowie den EU Green Deal informiert und gleichzeitig die Wahrnehmung der Bevölkerung zu diesen Themen erfasst. (Quelle: UCD/ iCrag)

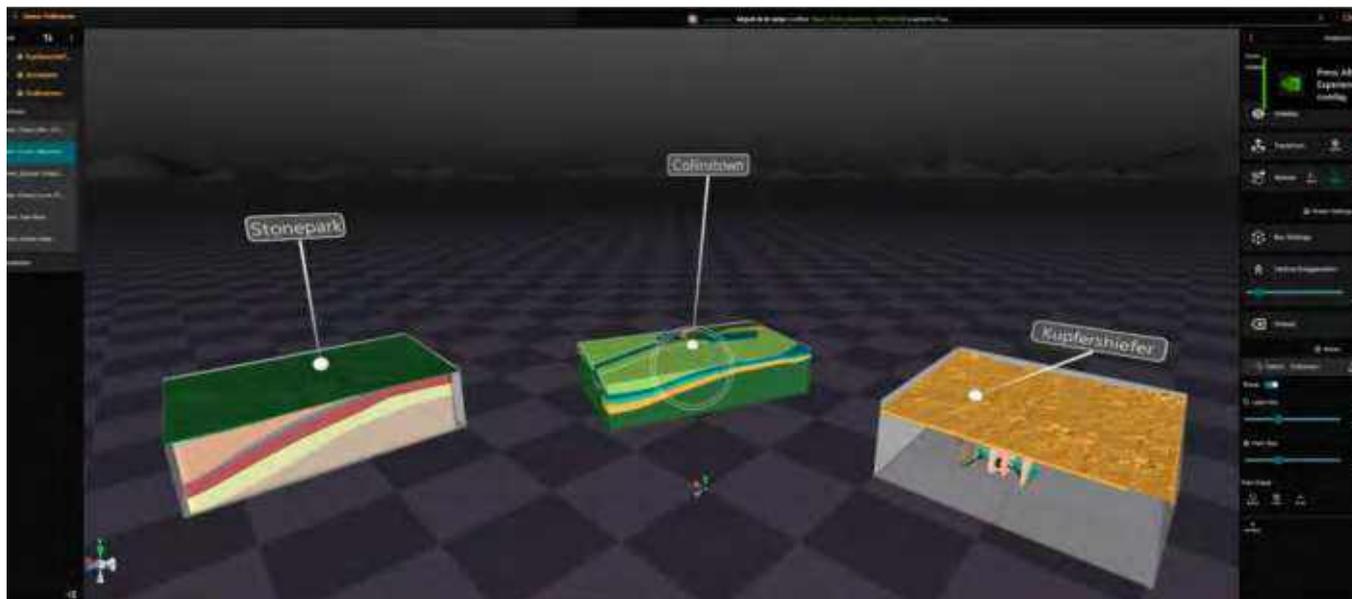


Abb. 4: Mit Hilfe der Software Liquid Earth werden 3D-Modellen der Lagerstätten für den visualisiert. (Quelle: Terranigma)

Bewertung leichter zu gestalten, entwickelt das Konsortium einen Shared-Value-Index, der das Potential für eine gemeinsame Wertschöpfung von Explorationsprojekten ermittelt. Mit der Entwicklung lehrplanbezogener Bildungsmaterialien für Lehrer, zwei separater Online-Weiterbildungspfade für Geowissenschaftler und Raumplaner soll der Dialog über die Rolle strategisch wichtiger Rohstoffe in der Öffentlichkeit angeregt werden. Erweitert wird dies durch neue Kommunikationsmaterialien für die Öffentlichkeitsarbeit, die auf Kunst- und Wissenschaftsfestivals oder in Wissenschaftsausstellungen zum Einsatz kommen (Abb. 3).

Ein besseres Verständnis durch Visualisierung

Um die große Anzahl komplexer Daten besser verarbeiten, modellieren und visualisieren zu können, kommen im Projekt Ansätze maschinellen Lernens zum Einsatz. Ziel ist es, quantitative 3D-Modelle des Untergrunds zu erstellen (siehe Abb. 4). Diese basieren auf den im Projekt erhobenen geowissenschaftlichen Daten.

Die geologischen 3D-Modelle unterstützen wiederum die Erstellung von 4D-Mineralssystemmodellen, die die thermische und mechanische Entwicklungsgeschichte des Untergrunds bzw. die Entstehung und Verteilung von Mineralvorkommen simulieren. Diese Systemmodelle werden für die lokale und regionale Ebene entwickelt, lassen sich jedoch auf an-

dere Gebiete übertragen.

Eine weitere Aufgabe der Datenwissenschaftler ist es, die wichtigsten „Vektoren“ und deren räumliche Verteilung zu ermitteln, die für das Shared Value-Konzept eine bedeutende Rolle spielen. Dazu werden frei zugängliche Geodaten, wie zum Beispiel Landnutzungs-, Demografie-, Umwelt-, Fernerkundungs- und Wirtschaftsdaten sowie Informationen zu Themen wie Soziodemografie, Governance-Mechanismen oder der Geschichte des Bergbaus in der Region auf Schlüsselparameter untersucht. Diese Methode unterstützt die Entwicklung des Shared-Value-Index.

Schlussendlich erarbeitet das VECTOR-Team eine Plattform, welche die geologischen und sozialen Vektoren zusammenfasst. Die Plattform dient als Entscheidungsfindungswerkzeug für alle Interessensgruppen, einschließlich Politik, Industrie, Forschung, Nichtregierungsorganisationen und Öffentlichkeit. Sie soll aufzeigen, an welchen Stellen neue Rohstoffquellen in Europa wahrscheinlich sind und Indikatoren dafür liefern, was in den jeweiligen Regionen beachtet werden muss, um alle Interessensgruppen in die Entwicklung von Rohstoffprojekten einzubinden. Eine mehr auf Belange der lokalen Bevölkerung ausgerichtete Beschaffung von Rohstoffen kann so entscheidend dazu beitragen, dass die EU eine sozialverträgliche Versorgung von Rohstoffen mit minimalem ökologischen Fußabdruck gewährleistet.

Aktuelle Arbeiten

Zwei Jahre nach dem Start hat das VECTOR-Projekt bereits viele Meilensteine erreicht. Wichtige Bestandsdaten aus den Testgebieten in Irland und Deutschland wurden zusammengetragen und mit Hilfe des neu entwickelten Tools „GemPy“ in geologische 3D-Modelle integriert.

Alle geo- und petrophysikalischen Messarbeiten wurden im Frühjahr 2024 abgeschlossen und Bohrkerne von mehr als 6 km Länge mit Hyperspektralkameras erfasst. Geo- und Datenwissenschaftler arbeiten nun mit verbesserten bzw. neu entwickelten Open-Source-Werkzeugen an der Datenverarbeitung sowie deren Integration und Visualisierung in 3D/4D-Modellen. Außerdem entwickelte das VECTOR-Team ein Tool für die Echtzeitverarbeitung großer Datenmengen aus der Hyperspektralmessung⁵ (siehe Abb. 5) sowie Deep-Learning-Modelle, die petrophysikalische Parameter aus hyperspektralen Datensätzen vorhersagen.

Das Projektteam hat zudem Interessensgruppen und deren Bedürfnisse rund um die Themen Exploration und Bergbau ermittelt und den Shared Value sowie dessen beeinflussende Faktoren für die EU definiert. Dabei untersuchen Sozialwissenschaftler auch Möglichkeiten, wie bestehende und geplante EU-Rechtsvorschriften die Einbindung eines Shared Value-Ansatzes im Bergbau fördern können. Der Online-Simulator, der veranschaulicht, wie Menschen die

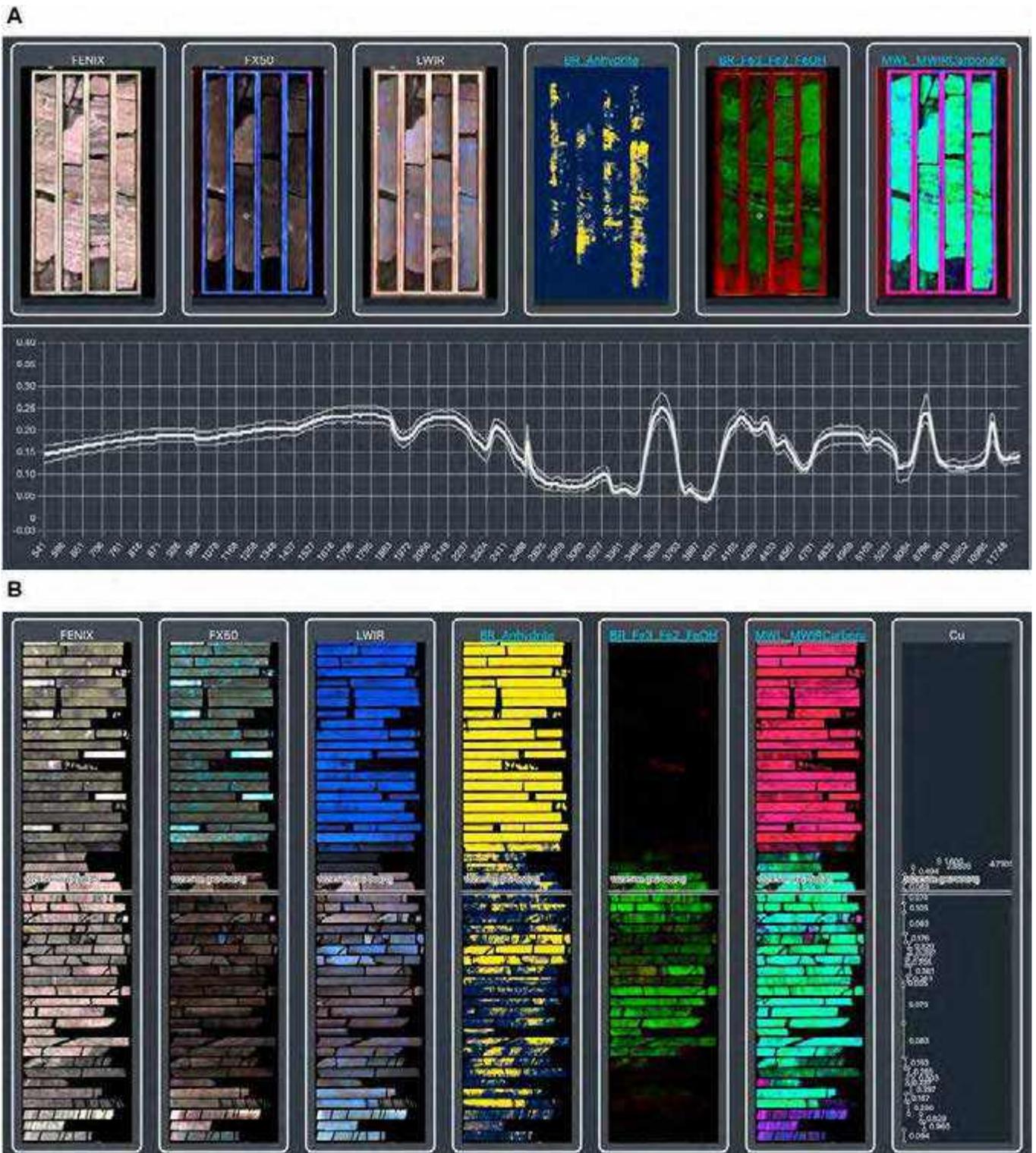


Abb. 5: Die in VECTOR erarbeitete hywiz-Visualisierungsplattform⁶ liefert Echtzeit-Verarbeitungsergebnisse (A). Sie enthalten Falschfarbenkomposite verschiedener Hyperspektralsensoren und qualitative Ergebnisse, die die Häufigkeit von Anhydriten, Spezies des Elements Eisen und die Mineralogie von Karbonaten hervorheben. (Quelle: Thiele et al., 2024)

ethischen, sozialen, wirtschaftlichen, politischen und ökologischen Folgen des Bergbaus abwägen, ist kurz vor der Fertigstellung. Mit der NEXTACT⁷-Initiative ist es außerdem gelungen, Wissenschaftler und Lehrer in Irland, Italien und Bulgarien in sogenannten „Communities of Practice“ zusammenzubringen. Die Communities of Practice erarbeiten, wie sich das Bil-

dungssystem sinnvoll mit dem Thema Nachhaltigkeit auseinandersetzen kann. Zu diesem Zweck werden aktuell in den drei Partnerländern neuartige Lehrmaterialien entwickelt, um das Wissen über Rohstoffe sowie deren Bedeutung für unsere Gesellschaft zu vertiefen, aber auch um allgemein kritisches Denken anzuregen. Erste Ansätze dafür zeigt die Abb. 6.

In den noch verbleibenden Monaten des Projekts konzentriert sich das Konsortium darauf, die Auswertung aller Daten abzuschließen und die Ergebnisse auf der gemeinsamen Plattform zu visualisieren.

Förderung und Partner

Das Projekt „VECTOR – Vectors to accessible critical raw material re-

sources in sedimentary basins“ ist auf 3 Jahre angesetzt und erhält Förderung vom Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont Europa der Europäischen Union (Förder-Nr. 101058483) sowie dem UK Research

and Innovation Programm.

Geleitet wird das Projekt vom Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf. Zu den Forschungspartnern gehören

das Deutsche Geoforschungszentrum Potsdam GFZ, das University College in Dublin gemeinsam mit dem Forschungszentrum für Angewandte Geowissenschaften iCrag, das Natural History Museum, das Foundation Institute for the Study of Change, EIT Raw Materials, Terranigma Solutions, Terranta, Satarla, Asistencias Tecnicas Clave, Sazani Associates, SRK Exploration Services, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas CSIC, Teck Ireland, Kupferschiefer Lausitz KSL, Group Eleven, Boliden und Rio Tinto Sava.



Abb. 6: Der interaktive Bildungspfad wurde entwickelt, um die Rolle von Bildung für die nachhaltige Rohstoffbeschaffung hervorzuheben und enthält verschiedene Leitfäden für Pädagogen. Der innere Ring veranschaulicht die Komplexität der Integration kritischer Nachhaltigkeitsthemen. Die interaktive Grafik ist auf der VECTOR-Webseite⁸ zu finden. (Quelle: UCD / iCrag)

- 1 VECTOR-Projektmanagerin, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, Chemnitz Str. 40, 09599 Freiberg
- 2 https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en
- 3 <https://vectorproject.eu/>
- 4 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de
- 5 VECTOR Publikation: Thiele et al. (2024) Maximizing the value of hyperspectral drill core scanning through real-time processing and analysis <https://doi.org/10.3389/feart.2024.1433662>
- 6 <https://vectorproject.eu/geoprospectivity-toolkit/>
- 7 <https://www.nextact.ie/>
- 8 <https://vectorproject.eu/global-education-pathway/>

Die Kritik am Lieferkettenschutzgesetz – Ein ökonomischer Diskussionsbeitrag

Johannes Stephan¹

Der Ministerrat der Europäischen Union hat sich am 24. Mai 2024 auf die Einführung des europäischen Lieferkettenschutzgesetzes (Corporate sustainability due diligence) geeinigt, die Richtlinie wird nun in den nächsten Jahren an nationales Recht angepasst und dann umgesetzt.

Inhaltlich geht es im Wesentlichen um den Schutz der Menschenrechte und den Umweltschutz, der in der gesamten Lieferkette gesichert werden soll und das in rechtlicher Verantwortung der europäischen Abneh-

mer. Anwendung findet es aber nur bei sehr großen Unternehmen.

Die Richtlinie geht im Bereich des Umweltschutzes über das deutsche Pendant des Lieferkettenschutzgesetzes hinaus. Indem sie nur für sehr große Unternehmen gilt, bleibt sie hinter dem deutschen Lieferkettenschutzgesetz zurück.

In den USA gibt es ähnliche Regelungen, die die Verantwortung für auswärtiges Verhalten in das Inland verlegt. So verlangt beispielsweise der Foreign Corrupt Practices Act

von heimischen Unternehmen, Sorgfaltspflichten bei der Durchführung von Geschäften im Ausland einzuhalten, um Bestechung und Korruption zu verhindern.

Eine solche Verlagerung der Verantwortung in das Inland ist umstritten. Ich möchte mich kurz mit einigen Hauptkritikpunkten aus volkswirtschaftlicher Sicht positionieren.

1. Die Verantwortung für unternehmerisches Verhalten im Ausland in das Inland zu verlagern sei falsch

Beim Ziel sind sich (fast) alle einig. Über die Wahl des Instruments, das unsere gewerblichen Abnehmer und Investoren in anderen Ländern zu Hause zur Verantwortung zieht, herrscht keineswegs Einigkeit. Das wäre auch erstaunlich, da es andere Instrumente gibt. Ich komme allerdings zum Schluss, dass das Instrument gut gewählt wurde.

Eine mögliche Alternative, die Verantwortung im Land des Zulieferers zu belassen, sieht zwar auf den ersten Blick konsequent aus. Allerdings sind die institutionellen Bedingungen in vielen der unterentwickelten Zuliefererländer bei weitem nicht ausreichend stark, um den Schutz der Menschenrechte und der Umwelt durchzusetzen. In der allerersten Konsequenz erhöhen diese die Kosten, daher der Widerstand. Die Vorteilhaftigkeit einer in entwickelten Ländern durchzusetzenden Lösung wird insbesondere dort deutlich, wo die Zulieferer Töchter hiesiger Investoren sind.

Auch interessant wäre ein Instrument, welches über die UN, WTO oder Washington Institutionen institutionalisiert wird. Doch solche supranationalen Instrumente können kaum effektiver sein: (i) Die Lösungen, auf die man sich auf einer so breiten Ebene einigen kann, sind typischerweise ein für das Ziel ungenügender Minimalkonsens. (ii) Diese nicht-staatlichen Institutionen haben selber eine begrenzte Durchsetzungsmacht, souverän sind letztlich die Staaten selbst. Immerhin bringt die Mitgliedschaft in solchen Institutionen den Vorteil, dass gemeinsame Regeln durchgesetzt werden.

Eine weitere Alternative besteht darin, eine Klage geschädigter Kommunen und Einzelpersonen gegen die Abnehmer der Unternehmen im Abnehmerland zuzulassen. Bei ausländischen Investitionen wurde diese Lösung bereits gewählt. So wurde beispielsweise Royal Dutch Shell im Januar 2021 durch ein Berufungsgericht in Den Haag eine „Sorgfaltspflicht“ gegenüber seinem nigerianischen Tochterunternehmen auferlegt. Dies hat bereits zu erfolgreichen Klagen geführt und kann als Präzedenzfall für weitere Fälle gelten. Fraglich bleibt, ob geschädigte Kommunen und Einzelpersonen im Ausland ausreichend große Durchsetzungschancen haben.

2. Das Gesetz wird ein Bürokratiemonster

Bei diesem Kriterium bin ich kein Experte, das müssen Juristen und Verwaltungsexperten lösen. Klar ist aber, dass alle Betroffenen vermutlich berechnete Sorgen vor einer weiteren Bürokratisierung haben: Wie soll ein Verbotssystem mit Strafen auch anders als mit umfangreichem Beweislastaufwand implementiert werden?

3. Das Gesetz erhöhe die Rechtsunsicherheit

Die Umsetzung des Gesetzes muss versuchen, die Rechtsunsicherheit möglichst gering zu halten, was angesichts der globalen Reichweite mit großer Heterogenität der Bedingungen wirtschaftlicher Aktivität im Ausland eine schwierige Forderung ist. Internationales Engagement in globalen Lieferketten wird durch das Gesetz notwendigerweise unsicherer werden: Die Unternehmen müssen das geforderte Verhalten in fremden Ländern bei fremder Rechtsunsicherheit und Kultur sicherstellen.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht hat das zusätzliche Risiko eine wichtige Implikation für die Internationalisierung: Die nunmehr notwendig werdende Kontrolle von Lieferkettenpartnern erhöht die Kosten der Nutzung des Marktes (sogenannte Transaktionskosten) gegenüber einer Integration innerhalb der vertikalen Wertschöpfungskette. Im Inland führt dies zwar auch tendenziell zu einer Internalisierung dieser Transaktionskosten, doch gegenüber einem Ausland, in dem die Kontrolle über den Markt noch viel schwieriger wird, wiegt der Internalisierungsdruck ungemein stärker. Es ist zu erwarten, dass bisher lose Netzwerke globaler Wertschöpfungsketten europäischer Hersteller sich zunehmend integrieren, in dem sie über Eigentumsanteile stärkere Kontrolle wirtschaftlichen Verhaltens gegenüber Menschenrechten und Umweltschutz suchen. Dies führt zu einer stärkeren Konzentration von Marktmacht größer werdender international agierender Unternehmen - oder positiv ausgedrückt zu höherer internationaler Wettbewerbsfähigkeit dieser europäischen Unternehmen.

Es wäre auch vorstellbar, dass sich Unternehmen dazu entscheiden, stärker national oder zumindest innerhalb der leichter zu kontrollierenden reichen Wirtschaften zu beschaffen, also Importe durch nähere Produktion zu erset-

zen. Eine solche Standortentscheidung ist angesichts der Profitancen einer globalen Vernetzung besonders großer und meist bereits stark internationalisierter Unternehmen kaum zu erwarten. Schließlich kommen vereinzelt Warnungen der Industrie, dass das Lieferkettenschutzgesetz zu einer Abwanderung von Produktion ins Ausland führen könnte. Diese Warnung wäre aber nur stichhaltig, wenn ausländische Importeure nicht dem Lieferkettenschutzgesetz und weiteren Regelungen unterlägen, die den Import und Verkauf von Produkten auswärtiger Firmen dann unterbinden, wenn ihre Produkte Menschenrechte verletzen oder die Umwelt schädigen. Die Umsetzung der EU-Richtlinie wird also die Regulierung von auswärtigen Wettbewerbern, auch diejenigen, die durch Standortverlagerung aus der EU entstünden, einbeziehen müssen.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass die Kritik aus der Industrie durchaus einige Berechtigung hat, insbesondere dort, wo gesteigerte Bürokratie Kosten erhöht. Allerdings gibt es für die Verlagerung von Verantwortung ins Heimatland gute Gründe und die Behauptung einer standortgefährdenden Wirkung der zunehmenden Rechtsunsicherheit ist keineswegs stichhaltig, zumindest nicht für die europäischen Ökonomien.

Wenn die Welt Menschenrechte und Umweltschutz durchsetzen will, dann muss sie die Industrie mit in die Pflicht nehmen - die Wahrnehmung von Pflichten wird immer Kosten verursachen. Gerechtere wäre es, wenn solche Gesetze für Unternehmen aller Länder gleich gelten würden. Internationale Wettbewerbsbedingungen werden aber nicht maßgeblich durch ein solches Lieferkettenschutzgesetz determiniert, wie das Beispiel des Foreign Corrupt Practices Act aus der USA, für das es kein europäisches Pendant gibt, zeigt. Auch kann die europäische Richtlinie und das zeitlich vorgelagerte deutsche Lieferkettenschutzgesetz durchaus Vorbildcharakter für andere Länder haben. Dies kann als Anregung für supranationale Institutionen verstanden werden.

1 TU Bergakademie Freiberg, Professor für Internationale Ressourcenpolitik und Entwicklungsökonomik, Johannes.Stephan@vwl.tu-freiberg.de

Der anthropogene Metabolismus – Analyse von Stoffströmen und Materialflüssen durch unser Wirtschaftssystem

Simon Glöser-Chahoud

Abstract

Voraussetzung für die Gestaltung einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft ist es, ein möglichst umfangreiches Verständnis der Stoff- und Materialströme innerhalb unseres Wirtschaftssystems zu erlangen. Erst durch die systematische Analyse anthropogener Stoffströme lassen sich Verluste und Ineffizienzen in der Verwertung aufdecken, sowie Potentiale der Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abfallströmen und anthropogenen Lagerstätten quantifizieren. Im folgenden Beitrag werden Ansätze zur statischen und dynamischen Modellierung von Kreislaufsystemen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Ebenen aufgezeigt und diskutiert. Die hier vorgestellten Modelle dienen in erster Linie der Schaffung von Transparenz hinsichtlich der Verwendungs- und Verwertungsstrukturen unterschiedlicher Produkt- und Materialgruppen innerhalb ihrer jeweiligen Kreislaufsysteme und sind als Unterstützung für Entscheidungsträger in Industrie und Politik zu verstehen, die mit der Aufgabe betraut sind, zur Schließung anthropogener Stoffkreisläufe beizutragen.

Einleitung

Der stetig steigende globale Ressourcenverbrauch und die damit verbundenen Umweltauswirkungen, aber auch die zunehmende Konkurrenz um den Rohstoffzugang, erfordern einen effizienten Umgang mit den industriell verarbeiteten Ressourcen sowie eine gezielte Kreislaufführung auf Produkt-, Komponenten- und Rohstoffebene. Grundvoraussetzung für die Gestaltung einer ressourcen-effizienten Kreislaufwirtschaft ist dabei zunächst die Schaffung von Transparenz hinsichtlich der Nutzung, Verarbeitung und Verwertung unterschiedlicher Materialien und Stoffgruppen innerhalb unseres Wirtschaftssystems. Für die Analyse von Material- und Stoffströmen in unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen wird häufig der „industrielle

Metabolismus“ als wichtiges Konzept des Forschungsbereichs „Industrial Ecology“ aufgeführt (Ayres und Simo-nis 1994; Baccini und Brunner 2012). In Analogie zu natürlichen Ökosystemen sollten Ressourcen in einer Kreislaufwirtschaft so wiederverwendet werden, dass Abfallströme als Ausgangsmaterialien weiterer Prozesse genutzt werden, wodurch dauerhafte Kreislaufsysteme etabliert und Materialverluste minimiert werden. Im deutschsprachigen Raum wird der Forschungsbereich „Industrial Ecology“ als Teildisziplin der Umweltwissenschaften auch häufig als Stoffstrommanagement bezeichnet (Gleich und Gößling-Reisemann 2008) oder auch allgemeiner als industrieller Stoffhaushalt (Baccini und Bader 1996).

Ein zentrales Werkzeug ist dabei die Stoffstromanalyse, die als Spezialisierung der breiter gefassten Materialflussanalyse angesehen werden kann. Während bei Materialflussanalysen meist alle im betrachteten System (z. B. ein Produktionsprozess, eine Region) ein- und austretenden bzw. verarbeiteten Materialströme quantifiziert und auch häufig grob zu Stoffgruppen aggregiert werden, konzentrieren sich Stoffstromanalysen auf eine bestimmte Substanz oder ein Element (z. B. ein Metall), die über verschiedene Wertschöpfungsstufen hinweg verfolgt werden (Brunner und Ma 2009). Dabei werden systematisch Verwendungsstrukturen, Verarbeitungseffizienzen, Wiederverwendungsquoten, Einträge in die Umwelt sowie die Akkumulation von Stoffmengen quantifiziert und bilanziert. Hauptergebnisse ganzheitlicher Stoffflussanalysen sind u. a. Bestandsmengen aktuell verwendeter Materials, Beschaffenheit weiterer anthropogener Lagerstätten in Form von Deponien oder Halden, jährliche Stoffströme wie z. B. Verwendungsmengen in verschiedenen Industriesektoren, aber auch Produktions- und obsoletere Produktströme sowie deren derzeitige Wiederverwendungsquoten (Chen und Graedel 2012).

Für die Bewertung möglicher

Maßnahmen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz und zur Analyse alternativer Bezugsquellen, z. B. durch effizientere Kreislaufführung und die bessere Nutzung von Recyclingpotentialen (Goldmann 2010), fehlen häufig ganzheitliche Betrachtungen, die den gesamten „Lebenszyklus“ eines Metalls oder anderer Materialgruppen abbilden (Weiser et al. 2015). Dabei ist die gezielte Kreislaufführung insbesondere bei Metallen sinnvoll, da diese zwar meist im Verbund mit anderen Materialien oder als Legierungen verarbeitet werden, im Vergleich zu organischen Materialien über ihren gesamten Lebenszyklus von der Rohstoffgewinnung (Reduktion der meist oxidischen oder sulfidischen Erz-Mineralen) über die Verarbeitung bis hin zum Einsatz in Produkten und der anschließenden Beseitigung bzw. Wiederverwertung im Allgemeinen in ihrer elementaren Form erhalten bleiben. Dies macht das Recycling auch aus Sicht der Energiebilanz sinnvoll, da der energieintensive Schritt der Reduktion von mineralischen Verbindungen zu elementarem Metall eingespart werden kann (Nuss und Eckelman 2014). Dieser Zusammenhang gilt zumindest für klassische Industriemetalle; Technologiemetalle werden auch in ionischer Form verarbeitet (Kationen) oder liegen in so geringen Mengen in den jeweiligen Stoffströmen vor, dass das Recycling ebenfalls erhebliche Energie- und Ressourcenverbräuche mit sich bringt (Loibl et al. 2020).

Eine klare Quantifizierung von Materialmengen in Abfallströmen ist Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung neuer Recyclingverfahren und dient der Identifikation und Bewertung alternativer Bezugsquellen. Dabei bilden die immer komplexeren Verbundmaterialien in Konsum- und Investitionsgütern mit hoher Diversität an verschiedenen Technologiemetallen neue Herausforderungen für die Recyclingindustrie, wobei die meisten Technologiemetalle (abgesehen von einigen Edelmetallen) aus wirtschaftlichen Gründen derzeit

nicht zurückgewonnen werden, sondern als Verunreinigungen in den Schrottfractionen klassischer Industriemetalle landen und bei der weiteren Verarbeitung in den Schlacken und Aschen verloren gehen (Hagelüken 2010).

In den folgenden Abschnitten werden Konzepte und Möglichkeiten der Umsetzung dynamischer Material- und Stoffflussmodelle mit Hilfe des System Dynamics-Ansatzes vorgestellt, die aufgrund ihrer flexiblen Anwendbarkeit auf verschiedene Weise ganzheitliche Betrachtungsformen von Rohstoff-Kreislaufsystemen ermöglichen (Glöser-Chahoud 2017).

Methodik der Stoffstrommodellierung und Materialflussanalyse

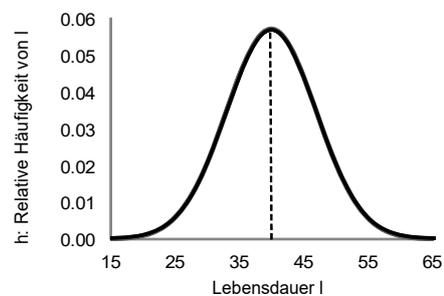
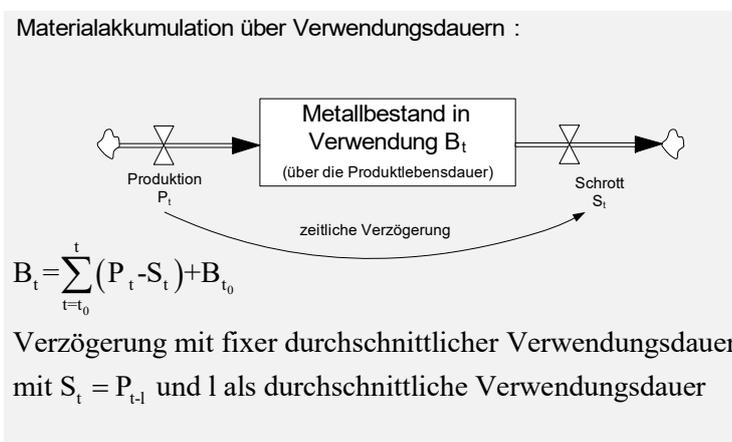
Grundsätzlich ist bei der Modellierung von Kreislaufsystemen zwischen dynamischen und statischen Modellen zu unterscheiden. Statische Modelle betrachten in der Regel die Stoffströme und Bestände eines Referenzjahrs, während sich dynamische Modelle auf eine in diskrete Zeitschritte unterteilte Zeitspanne beziehen. Gegenüber statischen Modellen weist der dynamische Ansatz eine Reihe von Vorteilen auf: Da sämtliche Jahre innerhalb des betrachteten Zeitraums herangezogen und verglichen werden können, sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass Einmal-effekte, die bei Berücksichtigung nur eines Referenzjahrs eventuell unentdeckt bleiben, die Modellergebnisse verfälschen. Weiterhin ermöglichen dynamische Modelle die detaillierte Simulation zeitabhängiger Entwicklungen, wie z. B. Materialakkumulationen in Verwendung, Produkt-Alterungsprozesse sowie die zeitliche

Entwicklung des Schrottaufkommens basierend auf vergangenen Produktions- und Verkaufszahlen. Vorteilhaft ist weiterhin, dass die Massenbilanzen auch über die Zeit geschlossen sein müssen, wodurch Inkonsistenzen von Inputdaten oder Modellparametern eher erkannt werden. Dadurch können Unsicherheiten verringert und die Modellqualität gesteigert werden.

Darüber hinaus wird methodisch zwischen Bottom-up-Aggregationen von Rohstoffgehalten über die Gesamtheit der hergestellten oder verkauften Produkte bzw. einer Top-down-Verteilung der insgesamt verfügbaren Rohstoffmenge (Rohstoffproduktion + Importe - Exporte) auf einzelne Verwendungsbereiche unterschieden. Tendenziell eignen sich für globale und geographisch weitläufigere Analysen (bis hin zur Länderebene) Top-down-Ansätze (Pauliuk et al. 2013), da meist Produktions- und Handelsdaten sowie Verwendungsstrukturen durch Behörden (z. B. Zollämter) und Industrieverbände festgehalten werden, während für kleinere räumliche Dimensionen (z. B. Städte, Landkreise, Bundesländer) aufgrund der schlechten Datenlage hauptsächlich auf Bottom-up-Ansätze zurückgegriffen wird (Bergbäck et al. 2001). Auch sind Bottom-up-Ansätze bei der Stoffstromanalyse von Technologiemetallen häufig notwendig, da die Datenlage zu Produktionsmengen und Verwendungsstrukturen oft unvollständig erscheint und der Stoffaustausch über die Systemgrenzen aufgrund von unzureichendem Detailgrad der Güterklassifikationen möglicherweise nicht eindeutig nachvollzogen werden kann. Zu beachten ist, dass durch die

pauschale Abschätzung von Materialgehalten pro Produkteinheit (z. B. kg Kupfer pro Laptop, Mobiltelefon, Pkw) bereits bei geringen Schätzfehlern durch die Aufsummierung großer Stückzahlen erhebliche Gesamtabweichungen entstehen können. Daher sind, wenn es die Datenlage ermöglicht, Top-down- und Bottom-up-Vergleiche zur Ergebnisvalidierung sehr sinnvoll (Hirato et al. 2009).

Im Folgenden wird beispielhaft die Implementierung von dynamischen Materialflussmodellen in „System Dynamics“ dargestellt. Während es grundsätzlich zahlreiche Möglichkeiten der Implementierung derartiger computergestützter Simulationsmodelle in unterschiedlichen Entwicklungsumgebungen gibt, eignet sich der System Dynamics-Ansatz vor allem aufgrund der grafischen Entwicklungsumgebung und der Möglichkeit der Ergänzung der rein physischen Stoffströme um z. B. Marktdynamiken zur Modellierung zukünftiger Entwicklungen an Rohstoffmärkten (Glöser-Chahoud et al. 2016). Der System Dynamics-Ansatz basiert, wie nachfolgend erläutert, auf dem Zusammenspiel von Bestands- und Flussvariablen und deren gegenseitigen Abhängigkeiten. Bestandsänderungen ergeben sich aus der Differenz der mit dem Bestand in Beziehung stehenden Flussvariablen und werden über jeden diskreten Zeitschritt aufsummiert, was mathematisch der Näherung eines Integrals entspricht. Da das Prinzip von System Dynamics der allgemeinen Regelungstechnik entspricht, ist die Darstellungsform ähnlich zu Prozessfließbildern: Flussvariablen werden durch das Symbol eines einfachen



Verzögerung mit Lebensdauererweiterungen:

$$S_t = \sum_{l=0}^n P_{t-l} \cdot h_l \quad \text{mit } h \text{ as relative Häufigkeit von } l$$

Abb. 1 Modellierung einfacher Materialakkumulation über Produktlebensdauererweiterungen in System Dynamics (SD). Die Bestandsvariablen (Rechtecke) können hier als Badewanne verstanden werden, in denen sich die Differenz aus Zu- und Abflüssen aggregiert.

Handventils dargestellt, Bestandsvariablen durch Kästchen (vgl. Abb. 1 und 2). Neben den typischen Fluss- und Bestandsvariablen enthalten System Dynamics-Modelle zahlreiche Hilfsvariablen, wie z. B. Wachstumsraten oder Verarbeitungseffizienzen.

Bei der Bewertung von Recyclingeffizienzen für z. B. Industriemetalle stellt sich regelmäßig das Problem, dass zwar recht gute Produktionssta-

nen Prinzip herangezogen werden. Die Abschätzung des Schrottaufkommens erfolgt dabei als Verzögerungsfunktion historischer Produktionszahlen.

Gelangen obsolete Produkte (alte Elektroware, Altautos etc.) in falsche Abfallkanäle (z. B. alte Mobiltelefone in den Hausmüll und dann in Müllverbrennungsanlagen) oder werden als Gebrauchtware deklariert und exportiert, um auf ineffiziente Weise unter

wenigen Jahren Marktführer waren. Dies fängt bei der Batterietechnologie an und geht über die Bildschirme (Displays), Gehäuse und Gläser bis hin zu den Mikrokondensatoren auf den Leiterplatten. In diesem Zusammenhang ist es für die Recyclingindustrie oft wichtig, eine genauere Vorstellung von der Zusammensetzung der Schrotte, deren Alter usw. zu bekommen. Hierzu kann die in Abb. 2 beschriebene

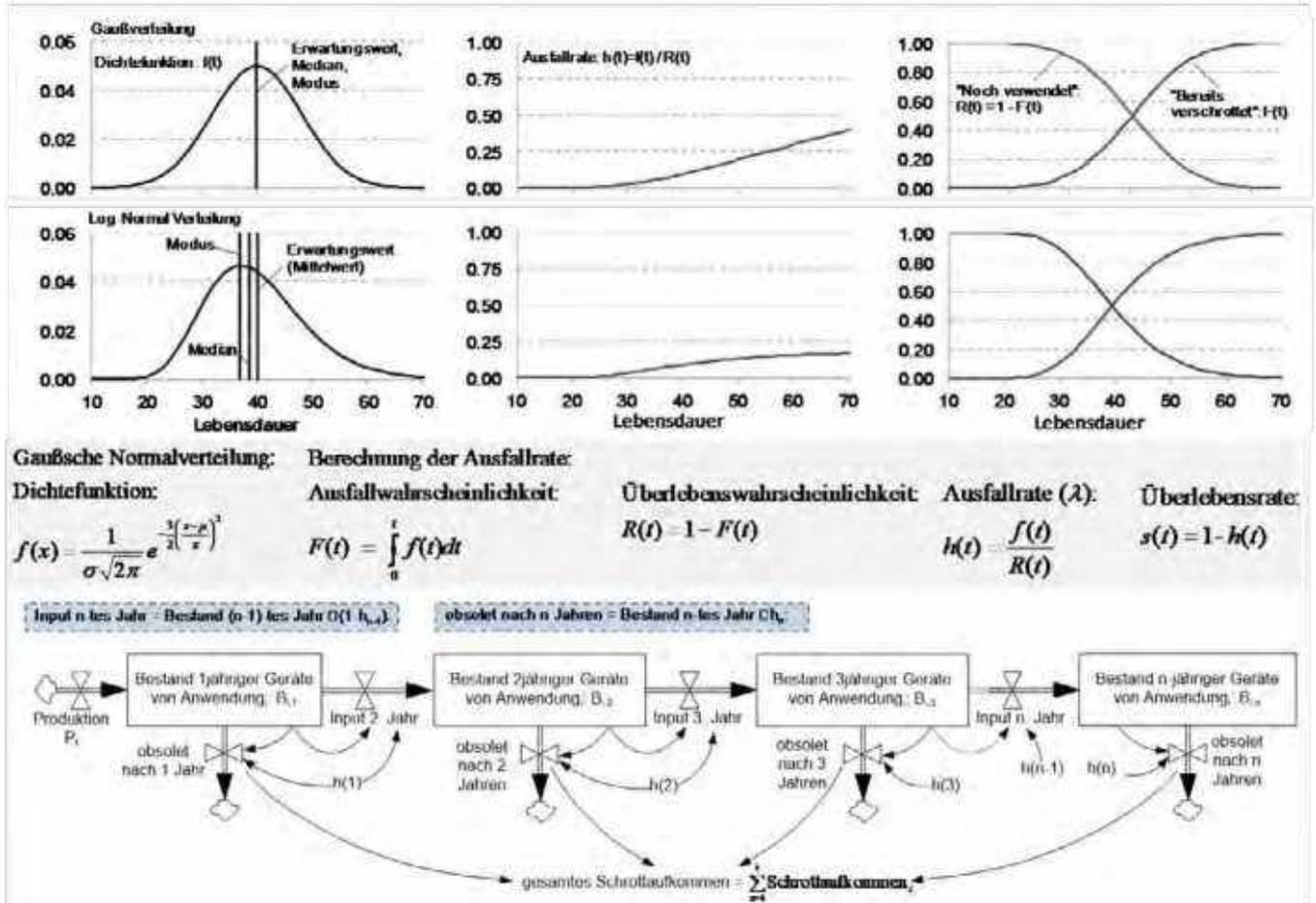


Abb. 2 Prinzip einer „Alterungskette“, oder „Aging Chain“. Die Alterung eines Produkts wird als Kaskadensystem modelliert, wobei die Übergangswahrscheinlichkeit in den Bestand nächst höheren Alters aus den zugrundeliegenden Verteilungsfunktionen errechnet wird.

tistiken vorhanden sind, das genaue Schrottaufkommen aber nur in sehr begrenztem Umfang erfasst wird. Die Gesamtproduktionsmengen ebenso wie die Produktion aus primären Quellen (Bergbau und Erzaufbereitung) werden meist dokumentiert. So kann die Recyclingmenge aus der Differenz aus Gesamt- und Primärproduktion errechnet werden. Aus diesem Zusammenhang lässt sich allerdings nicht bestimmen, wie viel von der theoretisch vorhandenen Schrottmenge tatsächlich recycelt wird, also wie hoch die Recyclingeffizienz der Altschrotte ist. Hierzu können Lebenszyklus-Modelle nach dem in Abb. 1 beschrieb-

hoher Umweltbelastung in Entwicklungsländern „recycelt“ zu werden, ist dies als Ressourcenverlust zu bewerten und ist weder aus ökologischer noch aus ökonomischer Sicht sinnvoll (Hagelüken 2010). Weiterhin wird das Recycling von Elektroschrotten wegen der immer kürzeren Produkt- und Innovationszyklen und der zahlreichen verschiedenen Materialien, die in den Produkten verarbeitet sind, auch technisch zu einer immer größeren Herausforderung (Reuter et al. 2013). So unterscheidet sich z. B. ein modernes Smartphone bezüglich der verwendeten Materialien massiv von konventionellen Mobiltelefonen, die noch vor

„Aging Chain“ herangezogen werden. Auf Basis historischer Produktions- und Verkaufszahlen werden die Materialien (bzw. Produktbestände) für jeden Zeitschritt simuliert, wobei am Ende des Zeitschritts die Materialien entweder der Verschrottung zugeführt werden oder in den Bestand nächst höheren Alters fließen. Die jeweiligen Ausfallraten lassen sich aus den angesetzten Verteilungsfunktionen nach dem in Abb. 2 dargestellten Prinzip berechnen. Während in Abb. 2 die Beispiele der Gaußschen Normalverteilung sowie einer rechtsschiefen Log-Normalverteilung aufgeführt sind, lassen sich weitere typische rechts- und links-

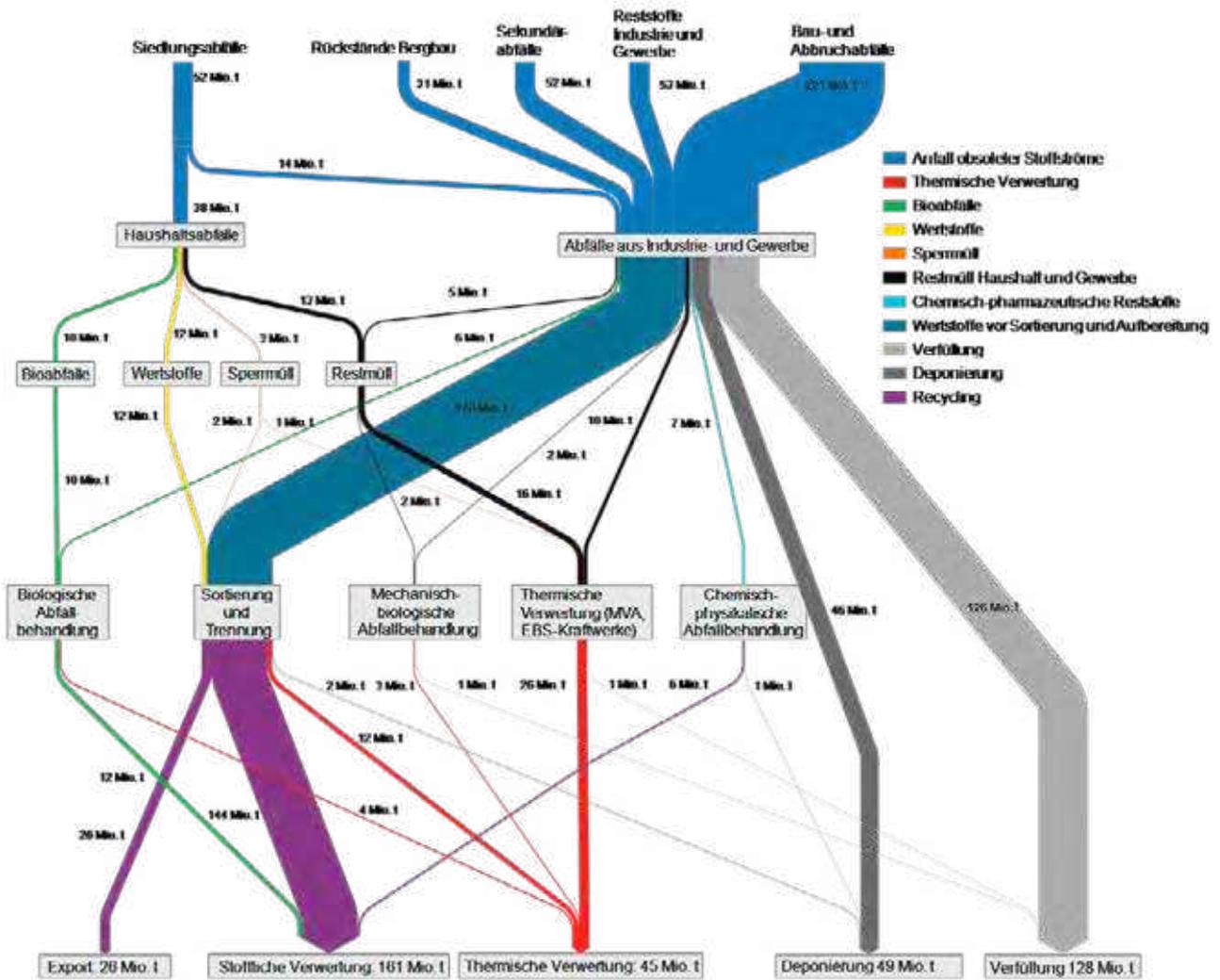


Abb. 3 Darstellung der in Deutschland jährlich anfallenden Abfallströme sowie deren grobe Verwertungswege. Daten basieren auf dem Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft des Bundesverbands Sekundärrohstoffe und Entsorgung (Birnstengel et al. 2020).

schiefe Verteilfunktionen, wie z. B. die Weibullverteilung beliebig in die Alterungsmodelle implementieren. Im Bereich der Bewertung der Sicherheit und Qualität technischer Anlagen ist das Prinzip der Ausfallwahrscheinlichkeiten seit langem verbreitet und in der Fachliteratur zugänglich (Kahle und Liebscher 2013). Mit Hilfe von System Dynamics-Software lassen sich nach diesem Ansatz mit relativ geringem Arbeitsaufwand verhältnismäßig genaue Stoffstrommodelle entwickeln. Auch lassen sich in der „Aging Chain“ einmalige, die Lebensdauer beeinflussende Effekte abbilden. So könnte z. B. eine politische Einflussnahme wie die Abwrackprämie bei Altfahrzeugen als Einmaleffekt in Form einer höheren Ausfallwahrscheinlichkeit in die Modellierung aufgenommen werden, wobei anschließend wieder auf die ur-

sprünglichen Ausfallwahrscheinlichkeiten zurückgegriffen wird.

Für die Sensitivität der Ergebnisse hinsichtlich der angesetzten Verteilfunktion ist in erster Linie der Erwartungswert der Verteilung (durchschnittliche Lebensdauer) und weniger die Form oder die Standardabweichung der Verteilfunktion relevant (Glöser et al. 2013a). Daher wird in den meisten Modellen, auch aufgrund mangelnder Informationen zum genauen Verlauf Lebensdauerverteilungen¹, mit Gaußschen Normalverteilungen oder Weibullverteilungen, die sehr gut einen leicht rechtsschiefen Verlauf abbilden können, gearbeitet.

Beispielhafte Ergebnisse der Materialfluss- und Stoffstromanalysen

Das Ziel dieses Beitrags liegt in erster Linie in der Veranschaulichung der

Methodik der Materialfluss- und Stoffstromanalyse. Daher werden an dieser Stelle nur beispielhafte Ergebnisse aufgezeigt.

Statische Materialflussanalysen dienen, wie zuvor erläutert, der Veranschaulichung von Stoffströmen in einem bestimmten Referenzjahr. Derartige Ansätze sind weniger hinsichtlich der verwendeten Methodik, als vielmehr bezüglich der Datengrundlage und -erhebung herausfordernd. Als Beispiel einer statischen Stoffstromanalyse mit breitem Fokus wird hier der Stand der Kreislaufwirtschaft in Deutschland auf Basis aggregierter Abfallarten dargestellt. Die Datengrundlage für die in Abb. 3 gezeigten Stoffströme basieren auf dem Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft des Bundesverbands Sekundärrohstoffe und Entsor-

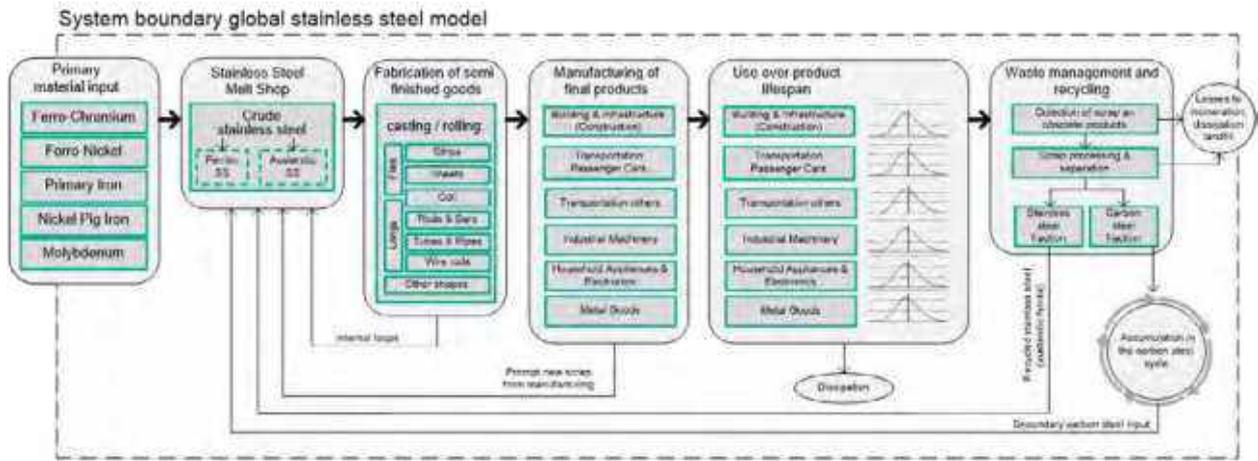


Abb. 4 Struktur des globalen Modells für den Edelstahlkreislauf. Basierend auf historischen Produktionsdaten (seit 1960) werden die Verwendungszyklen der einzelnen Anwendungsbereiche nach dem zuvor beschriebenen Prinzip simuliert, um eine Vorstellung über das derzeitige Aufkommen an Altprodukten und Schrotten zu bekommen.

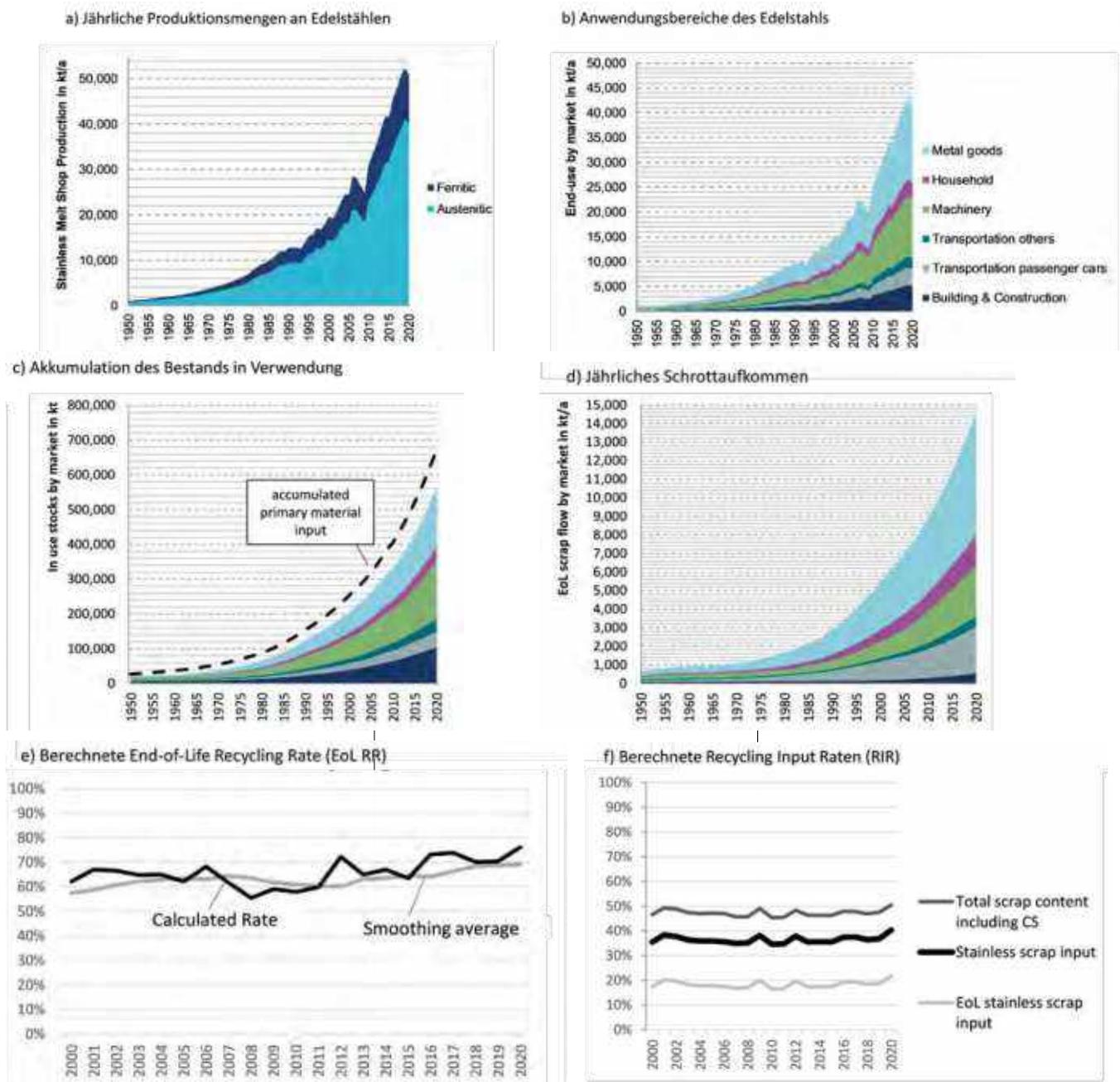


Abb. 5 Beispielhafte Ergebnisse aus der Simulation des globalen Edelstahlkreislaufs.

gung (BVSE). Dabei sind sogenannte „Sankey“-Diagramme, bei denen die Breite des jeweiligen Stoffstroms proportional zu dessen Massenfluss ist, sehr hilfreich zur Visualisierung des Gesamtsystems (Schmidt 2008). Den bezogen auf die Masse mit Abstand größten Anteil von über 50 % am Aufkommen obsoleter anthropogener Stoffströme nehmen in Deutschland derzeit Abbruchmaterial und Bodenaushub sowie weitere Baustellenabfälle aus dem Bausektor ein, gefolgt von Industrie- und Haushaltsabfällen (Birnstengel et al., 2020). Abb. 3 vermittelt einen Überblick über die jährlich in Deutschland anfallenden obsoleten Stoffströme, die der Verwertung zugeführt werden. Die Darstellung bietet einen stark aggregierten Gesamtüberblick der Verwertungswege der jährlich anfallenden Abfallmenge von leicht über 400 Mio. t in Deutschland und dient hier lediglich als Beispiel einer statischen Stoffstromanalyse. Detailbetrachtungen einzelner Abfallfraktionen unter Berücksichtigung des Energie- und Transportaufwands einschließlich der Substitutionseffekte auf stofflicher und energetischer Ebene wären für die Ableitung konkreter Verbesserungspotentiale notwendig, was allerdings nicht im Fokus dieses Beitrags liegt.

Zur Veranschaulichung eines dynamischen Materialflussmodells auf Basis des zuvor beschriebenen

System Dynamics-Ansatzes wird hier ein globales Kreislaufmodell für Edelstahl vorgestellt, welches in Zusammenarbeit mit dem internationalen Edelstahlverband (World Stainless²) entwickelt wurde. Dabei lag das Ziel in erster Linie darauf, globale Verwendungsstrukturen offenzulegen, Nutzungsmöglichkeiten anthropogener Lagerstätten abzuschätzen, sowie den Stand der derzeitigen Recyclingeffizienz, insbesondere mit Blick auf Verluste in Richtung einfacher Karbonstähle zu quantifizieren. Es ist zu berücksichtigen, dass vor allem ferritische Edelstahllegierungen aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaften sehr häufig nach der Magnetabscheidung in der Stahlfraktion landen, wo sie zwar verwertet werden, die Legierungselemente (vor allem Chrom und Nickel) aber keinen direkten Nutzen haben, also eher als Verunreinigungen in den Stahlkreislauf eingeführt werden. Diese Zusammenhänge wurden in dem nachfolgend dargestellten Modell simuliert. Die Massebilanz wurde auf Basis des Chromeinsatzes in unterschiedlichen Edelstahllegierungen geschlossen, da die Datengrundlage für die Verwendung von Chrom, das hauptsächlich im Bereich der Stahlliegierungen eingesetzt wird, besser ist als die für Eisen, das ein breites Anwendungsspektrum hat und nur zu einem sehr geringen Teil als Ferrochrom oder Eisenzusatz für die Herstellung

von Edelstählen verwendet wird.

Zur Darstellung des Kreislaufs von Edelstahl wurde auch aufgrund der teilweise sehr langen Nutzungsdauern auf Produktionsdaten seit 1950 zurückgegriffen. Weitere Daten zu Verwendungsstrukturen und Verarbeitungseffizienzen basieren auf Erhebungen des internationalen Edelstahlverbands. Abb. 4 zeigt die grundsätzliche Struktur des Modells, die verschiedenen Verarbeitungsstufen und die Anwendungsbereiche.

Beispielhafte Ergebnisse aus der Simulation sind in Abb. 5 zusammengefasst. Die dynamische Simulation ermöglicht eine fundierte Aussage über Materialmengen im anthropogenen Lager wie auch Schrottaufkommen und Zusammensetzung. Durch die geschlossene Massenbilanz auf Basis der Chromverwendung lassen sich weiterhin Aussagen zur Effizienz des Kreislaufsystems von Edelstählen tätigen. So zeigt Abb. 5 die Produktionsentwicklung von Edelstahl, unterschieden nach austenitischen und ferritischen Legierungen a), die Verwendungsmengen und -bereiche des Edelstahls b), die Akkumulation von Edelstahl in Verwendung c), das Schrottaufkommen nach Anwendungsbereich d), sowie die Effizienz der Rückgewinnung (End-of-Life Recycling Rate) e) und die berechneten Inputraten für verschiedene Schrottararten f). Die Schwankungen in der be-

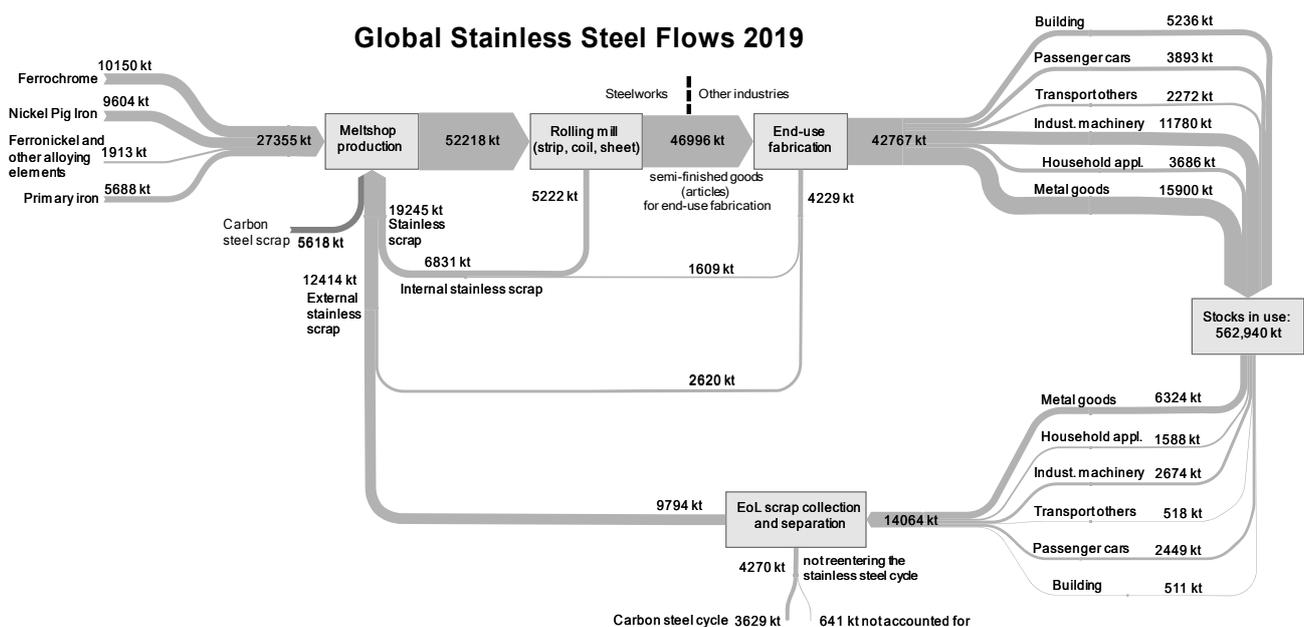


Abb. 6 Sankey-Diagramm des globalen Kreislaufsystems für Edelstähle im Jahr 2019. Wie zu erkennen, wird ca. 70 % des Edelstahls aus Altschrotten direkt als Edelstahlschrott wiederverwertet, während der Rest größtenteils in das Kreislaufsystem einfacher Karbonstähle fließt. Neben den Altschrotten kommen ca. 50 % des Recyclingmaterials aus Produktionsrückständen, die meist direkt wieder eingeschmolzen werden.

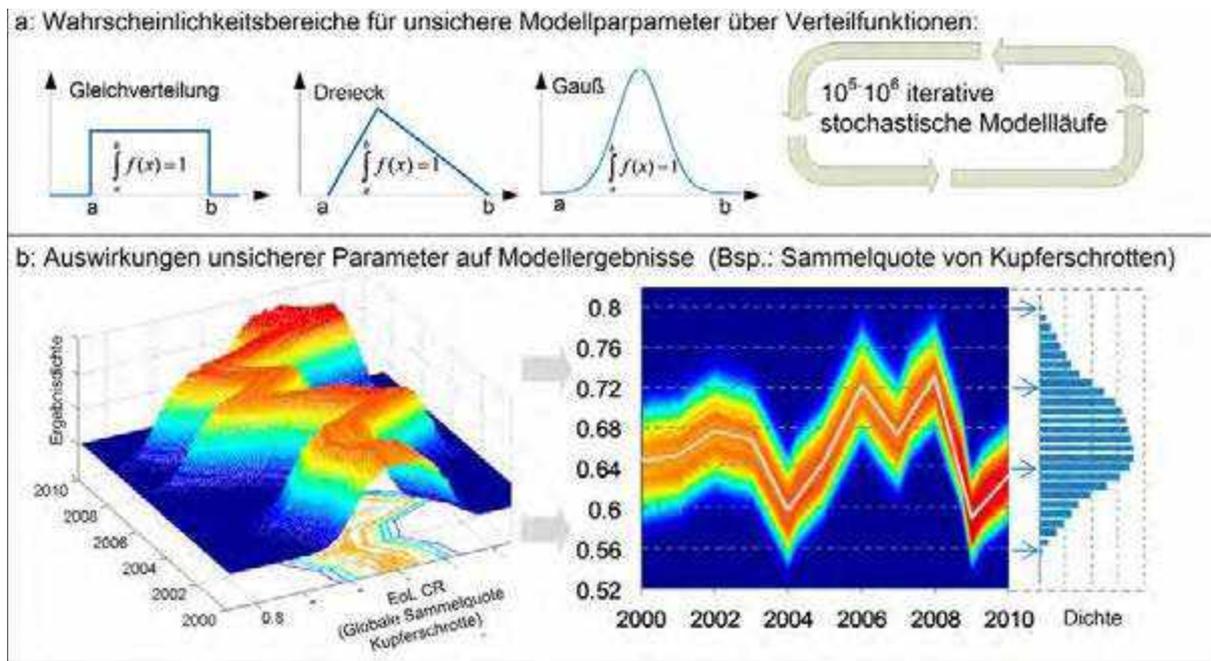


Abb. 7 Grundprinzip der stochastischen Sensitivitätsanalyse für die betrachteten Stoffkreisläufe. Neben der Untersuchung der Auswirkung einzelner Parameterschwankungen auf die berechneten Modellergebnisse (b) lassen sich auch Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Szenarien, z. B. hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Primärproduktion in die Simulationsmodelle implementieren.

rechneten Recyclingrate ergeben sich aus der Volatilität der Produktion und der geschlossenen Massenbilanz: Aus dem simulierten Schrottaufkommen (das durch die Nutzungsdauerverteilung geglättet ist) wird immer so viel entnommen, dass die jährlich verwendete Menge an Chrom (was durch die Legierungszusammensetzung relativ gut dokumentiert ist) abzüglich des Primärmaterials (Chromit aus dem Bergbau) erreicht wird.

Analog zu statischen Analysen ist es sinnvoll, auch aus dynamischen Modellen Momentaufnahmen zu entnehmen und darzustellen. Beispielhaft ist hierfür in Abb. 6 ein Sankey-Diagramm des globalen Edelstahlkreislaufs für das Jahr 2019 dargestellt.

Das hier beispielhaft gezeigte Modell wird derzeit in Kooperation mit verschiedenen Industrieverbänden weiterentwickelt und aktualisiert. Dabei liegt ein Fokus auf der Modellierung der Kreislaufsysteme auf regionaler Ebene, wodurch eine umfangreiche Analyse von Handelsdaten auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen notwendig wird.

Umgang mit Unsicherheiten in den Simulationsmodellen

Zur Analyse von Unsicherheiten in der Datengrundlage, die sich aufgrund der Vielzahl der Input-Parameter in komplexen Rohstoffkreisläufen kaum vermeiden lassen, aber

auch zur Darstellung potentieller zukünftiger Entwicklungen, die zwingend mit Unsicherheiten belegt sind, haben sich bei der System Dynamics-Modellierung stochastische Simulationen, angelehnt an das Monte-Carlo-Prinzip bewährt³.

Hierzu werden den mit Unsicherheit belegten Variablen keine festen Schätzwerte, sondern Wahrscheinlichkeitsbereiche zugeordnet. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung über den Unsicherheitsbereich kann dabei frei gewählt werden (d. h. Gleichverteilung, Dreiecksverteilung etc., vgl. Abb. 7a).

Durch iterative Simulation des Modells mit entsprechender Verarbeitung der Zufallswerte aus verschiedenen Variablen lässt sich auf einfache Weise die Auswirkung der verschiedenen Unsicherheitsfaktoren darstellen. Dieser pragmatische Ansatz liefert zusätzliche Informationen über die Verteilungswahrscheinlichkeit der Zielgröße innerhalb des Lösungsraums (vgl. Abb. 7b), was mit einfachen Minimal-Maximal-Szenarien nicht erreicht wird, sondern mit einer aufwendigen Fehlerapproximation kalkuliert werden müsste. Dennoch sollten die Ergebnisse derartiger Simulationen nicht als statistische Konfidenzintervalle, sondern vielmehr als das Produkt individueller Unsicherheitsbewertung gesehen werden.

Ähnliche Vorgehensweisen haben sich bei der Stoffstrommodellierung zur Analyse von Umwelteinträgen (*Gottschalk et al. 2010; Laner et al. 2015*), aber auch beim Umgang mit Unsicherheiten in allgemeinen System Dynamics-Modellen bewährt (*Auping et al. 2012*).

Zusammenfassung und Fazit

Im vorliegenden Beitrag wurde ein allgemeiner Überblick zum Forschungsbereich des „industriellen Metabolismus“ mit Unterstützung von systemdynamischen Simulationsmodellen gegeben. Grundsätzlich ist es für die Gestaltung einer effizienten Kreislaufwirtschaft von hoher Bedeutung, dass betroffene Entscheidungsträger in Industrie und Politik ein klares Verständnis für die relevanten anthropogenen Stoffkreisläufe haben. Dabei spielen nicht nur die Stoffströme, sondern auch die anthropogenen Lager in Form von Material, das sich derzeit in Verwendung befindet, sowie die Dynamik der jeweiligen Materialsysteme (z. B. Verwendungsdauern in unterschiedlichen Anwendungsbereichen) und sich verändernde Abfallströme eine zentrale Rolle. Auch zur Modellierung von Rohstoffmärkten ist ein klares Verständnis der Materialflüsse in unterschiedlichen Anwendungsbereichen und der potentielle Beitrag von Sekundärrohstoffen aus dem

Recycling zur Gesamtrohstoffversorgung von hoher Bedeutung. Hier können erweiterte Stoffstrommodelle, ergänzt um die Modellierung von dynamischem Marktverhalten, einen entscheidenden Beitrag leisten (Glöser-Chahoud et al. 2016). Dabei sind die hier vorgestellten Simulationsansätze sehr flexibel auslegbar und gestaltbar. So können sowohl Kreislaufsysteme spezifischer Metalle (wie z. B. Kupfer, siehe Glöser et al. 2013b), oder Metalllegierungen (hier am Beispiel von Edelstahl gezeigt) als auch Produktlebenszyklen (z. B. Mobiltelefone, siehe Glöser-Chahoud et al. 2019, oder Traktionsbatterien in Elektromobilen, siehe Glöser-Chahoud et al. 2021) und deren Materialzusammensetzung simuliert werden. Aufgrund der Komplexität der unterschiedlichen Kreislaufsysteme und durch die Vielzahl der industriell verarbeiteten Materialien

und Metalle, ist die Modellierung des anthropogenen Metabolismus mit unterschiedlichen Simulationsansätzen auch in Zukunft ein hoch relevanter Forschungsbereich, den es an der TU-BAF als die Ressourcenuniversität in der deutschen Forschungslandschaft langfristig zu etablieren und zu erweitern gilt.

1 In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass bei Gaußschen Normalverteilungen der Mittelwert (Durchschnitt), der Median (erste 50 % der gesamten Grundmenge) und der Modus (Peak der Verteilfunktion) denselben Wert haben. Bei Expertenbefragungen werden diese Werte häufig vermischt: Wird ein Schrotthändler nach dem durchschnittlichen Alter seiner Alautos gefragt, nennt er meist das Alter,

das unter den Schrottautos am häufigsten vorkommt, also den Modus der Verteilung. Durch die rechtsschiefe Verteilfunktion liegt der Durchschnitt aber ca. 2 Jahre rechts vom Modus. So kann es trotz Einbindens von Fachleuten zu Fehlinterpretationen kommen.

2 <https://www.worldstainless.org/>

3 Die Monte Carlo-Simulation ist ein Verfahren aus dem Bereich der Stochastik, dem eine sehr große Zahl gleichzeitig oder sequentiell ablaufender Zufallsexperimente zugrunde liegt. Über derartige Verfahren können mathematisch aufwendig zu lösende Probleme nach dem Gesetz der großen Zahlen approximiert werden (Brémaud 1999).

Kontakt:

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften (Fakultät 6), Professur für Allgemeine BWL, insbesondere Corporate Sustainability and Environmental Management, simon.gloeserchahoud@bwl.tu-freiberg.de

Literaturverzeichnis:

abrufbar unter: <https://tu-freiberg.de/vff>.

Verankerung von Inflationserwartungen

Robert L. Czudaj¹

Motivation und theoretische Grundlagen

Seit dem starken Anstieg der Inflation im Euroraum auf bis zu 10,6 % im Oktober 2022 (siehe die blaue Linie in Abb. 1 weiter unten)² aufgrund der Energiepreiskrise in Folge des Russischen Angriffskriegs auf die Ukraine, ist die Rolle der Inflationserwartungen sowie der Glaubwürdigkeit der Geldpolitik noch stärker in den Fokus gerückt. Vor diesem Hintergrund diskutiert dieser Artikel die Bedeutung von Inflationserwartungen für die Geldpolitik, beschreibt Ansätze zur Messung der Verankerung von Inflationserwartungen im Euroraum und verwendet diese um zu beurteilen, wie gut die Inflationserwartungen in den verschiedenen Phasen der Währungsunion verankert waren.

Viele Zentralbanken nutzen unterschiedliche Formen von *Inflation Targeting* als geldpolitische Strategie (Svensson, 2010). Bspw. besteht das Mandat der Europäischen Zentralbank (EZB) darin für Preisstabilität im Euroraum zu sorgen, und die EZB definiert dieses Ziel über eine jährliche Inflationsrate von 2 % (ECB, 2021). Dieses Inflationsziel wird

von der EZB ausgegeben und immer wieder betont, um die Inflationserwartungen der privaten Haushalte sowie der Unternehmen auf diesem Wert zu verankern. Dies hat den Hintergrund, dass die Preise für Güter und Dienstleistungen in einer Volkswirtschaft kurzfristig aufgrund diverser angebots- sowie nachfrageseitiger Schocks Schwankungen ausgesetzt sind. Wenn die Marktteilnehmer allerdings glauben, dass die Zentralbank mittelfristig in der Lage sein wird dafür zu sorgen, dass die Inflationsrate bei 2 % liegt, werden sie nicht aufgrund dieser kurzfristigen Preisschwankungen ihre mittelfristigen Inflationserwartungen ändern. Eine Erhöhung der Inflationserwartungen von Arbeitnehmern und Arbeitgebern würde nämlich im Rahmen der Lohnverhandlungen tendenziell zu Nominalloohnerhöhungen führen, die aus Unternehmenssicht einen Kostenfaktor steigern und Unternehmen damit zu einer tatsächlichen Preisanhebung zwingen können. Durch diesen Lohn- und Preissetzungsmechanismus besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der für die Zukunft erwarteten Inflation und der tatsächlich realisierten Inflation, der bei instabilen

Inflationserwartungen zu sich selbstverstärkender Inflation oder Deflation führen kann.

Um die sich daraus ergebenden sogenannten Zweitrundeneffekte auf die Inflation (Enders und Enders, 2017; Baba und Lee, 2022), die sich durch einen Schock auf das Preisniveau und einer dadurch bedingten Anpassung der Inflationserwartungen ergeben, zu vermeiden, versuchen Zentralbanken mithilfe der Veröffentlichung eines Inflationsziels und einer Kommunikationsstrategie die Inflationserwartungen der privaten Haushalte und der Unternehmen auf diesem Wert fest zu verankern. Dies bedeutet, dass die Inflationserwartungen für die mittlere Frist konstant dem Inflationsziel der Zentralbank (2 % im Falle der EZB) entsprechen und nicht auf kurzfristige Schocks bzw. Schwankungen der aktuellen Inflationsrate reagieren. Ob die Inflationserwartungen fest verankert sind, ist nicht nur ein Indikator für die Glaubwürdigkeit der Zentralbank, sondern auch entscheidend für die Wirksamkeit der Geldpolitik. Konventionelle geldpolitische Maßnahmen werden von Zentralbanken durch Änderungen ihrer Leitzinsen umgesetzt, um damit

die Konditionen, zu denen Geschäftsbanken ihren Kunden Kredite anbieten können, zu beeinflussen und eine Veränderung in der Investitionsnachfrage, die in einer inversen Beziehung zum Zins steht, herbeizuführen. Der für die Investitionsentscheidungen von Unternehmen und privaten Haushalten relevante Zinssatz ist allerdings der Realzins, der sich vereinfacht aus dem Nominalzins abzüglich der Inflationserwartungen ergibt. Die Zentralbank steuert mit ihren geldpolitischen Maßnahmen den Nominalzins. Solange die Inflationserwartungen konstant (also fest verankert) sind, kann die Zentralbank damit den Realzins ebenso gut steuern.

Passen jedoch die Wirtschaftssubjekte ihre Inflationserwartungen in Folge eines positiven Preisschocks (z. B. ein starker Anstieg der Energiepreise) nach oben an, wirkt sich dies dämpfend auf den Realzins aus und kann infolge einer höheren gesamtwirtschaftlichen Nachfrage einen expansiven Effekt auf die Wirtschaft auslösen, der die Inflation zusätzlich zu dem positiven Preisschock in die Höhe treiben kann. In einer derartigen Situation, in der sich die Inflationserwartungen entankern (also nicht mehr konstant sind), ist eine aggressivere Reaktion der Zentralbank notwendig. Um dem entgegen zu wirken und den Realzins zu steigern, müsste die Zentralbank den Nominalzins stärker erhöhen als die Inflationserwartungen gestiegen sind. Der umgekehrte Fall tritt in Folge eines negativen Preisschocks (z. B. ein starker Einbruch der Energiepreise) auf. Eine Entankerung der Inflationserwartung nach unten (unterhalb des Inflationsziels) führt zu einer Realzinserrhöhung, die die Investitionstätigkeit verlangsamen und die Wirtschaft dämpfen kann.³ Dieser Effekt könnte die Preisentwicklung zusätzlich zu dem Einbruch der Energiepreise senken und zu negativen Inflationsraten (also Deflation) führen. Um in diesem Falle eine sogenannte Deflationsspirale zu verhindern, müsste die Zentralbank die Zinsen stärker senken als die Inflationserwartungen gefallen sind. An dieser Stelle kann jedoch ein Problem auftreten, das den Handlungsspielraum der Zentralbank stark einschränkt. Sollten die Nominalzinsen (wie über den Zeitraum zwischen 2014 und 2022 zu beobachten war) bereits

sehr niedrig und an der sogenannten effektiven Zinsuntergrenze angelangt sein, könnte es passieren, dass die notwendigen Nominalzinssenkungen (mit konventionellen geldpolitischen Mitteln) nicht realisiert werden können, um eine weitere Verringerung der Inflationserwartungen aufzuhalten. Um dieses Problem nicht aufkommen zu lassen, ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Inflationserwartungen fest verankert sind. Des Weiteren führen stabile Inflationserwartungen dazu Risikoprämien, die Anleger für das Halten nominaler Vermögenswerte (wie Anleihen) verlangen, zu senken und damit die geldpolitische Transmission einer Leitzinsänderung zu verbessern.

Darüber hinaus spielen die Inflationserwartungen auch für den sogenannten Phillipskurven-Zusammenhang zwischen Inflation und Arbeitslosigkeit bzw. der Outputlücke eine wichtige Rolle (Blanchard, 2016; Ball und Mazumder, 2019; Czudaj, 2024) und beeinflussen damit, wie stark sich Produktionsausweitungen oder -senkungen auf das Preisniveau übertragen können. Dies ist maßgeblich für die Transmission von geldpolitischen Maßnahmen auf die eigentliche Endzielgröße – die Inflation.

Daher sind Inflationserwartungen für die Geldpolitik von entscheidender Bedeutung, die es für Zentralbanken notwendig macht ihre Entwicklung genau zu verfolgen. Wenn die Erwartungen nicht verankert sind, kann dies ein Zeichen dafür sein, dass aggressivere politische Maßnahmen erforderlich sind, um die Kontrolle zurückzugewinnen. Zentralbanken verwenden unterschiedliche Daten um Inflationserwartungen zu messen: Einerseits werden Umfragen unter Haushalten, Unternehmen sowie professionellen Prognostikern durchgeführt, um deren Erwartungen bzw. Prognosen bezüglich der künftigen Inflation zu erfahren. Des Weiteren kommen auch marktbasierter Daten zum Einsatz wie z. B. sogenannte Breakeven-Inflationsraten, die sich aus der Renditedifferenz zwischen nominalen Staatsanleihen und inflationsgeschützten Staatsanleihen errechnen lassen. Die Breakeven-Rate spiegelt die Markterwartung hinsichtlich der durchschnittlichen Inflation während der Laufzeit der Anleihen wider.

Um festzustellen, ob und wie stark

die Inflationserwartungen verankert sind, reicht es allerdings nicht aus, lediglich auf die Erwartungen bzw. die durchschnittlichen Prognosen der Marktteilnehmer selbst zu schauen (Bems et al., 2021; Czudaj, 2023). Die Abweichung der Erwartungen von dem Inflationsziel ist nicht die einzige Dimension, die eine Entankerung der Inflationserwartungen andeuten kann. Weitere Dimensionen wären z. B. die Uneinigkeit unter den Prognostikern oder die Unsicherheit der Prognostiker. Diese Aspekte sollen in den nachfolgenden Teilen des vorliegenden Beitrags näher diskutiert werden. Das nächste Kapitel fasst die Literatur zur Messung der Verankerung von Inflationserwartungen zusammen. Kapitel 3 diskutiert ein neues Maß, das die unterschiedlichen Dimensionen der Entankerung berücksichtigt, und liefert basierend darauf einige Ergebnisse für den Euroraum. Kapitel 4 schließt mit einem Fazit.

Stand der Literatur

Die Literatur zur Messung der Verankerung von Inflationserwartungen lässt sich grob in zwei Stränge unterteilen. In dem ersten Literaturstrang ist ein gängiges Maß für die Verankerung der Grad, in dem mittelfristige Inflationserwartungen auf kurzfristige Inflationserwartungen bzw. makroökonomische Schocks reagieren (siehe bspw. Gürkaynak et al., 2010; Jochmann et al., 2010; Beechey et al., 2011; Galati et al., 2011; Strohsal und Winkelmann, 2015; Lyziak und Palo-viita, 2017; Buono und Formai, 2018; Dovern und Kenny, 2020). Hierzu werden in der vorhandenen Literatur Inflationserwartungen aus Umfragen unter professionellen Prognostikern oder marktbasierter Daten für die größten Industrienationen (US, Großbritannien, Japan, dem Euroraum und/oder Schweden) herangezogen und unterschiedliche Regressionsansätze und/oder Strukturbruchtests verwendet. Ein Vorteil der Messung von Inflationserwartungen aus marktbasierter Daten wie Renditen für Staatsanleihen ist, dass sie auch zu einer täglichen Frequenz verfügbar sind, wohingegen Umfragen unter professionellen Prognostikern in der Regel quartalsweise durchgeführt werden. Ein Nachteil besteht allerdings darin, dass es schwierig ist die „reinen“ Erwartungen von

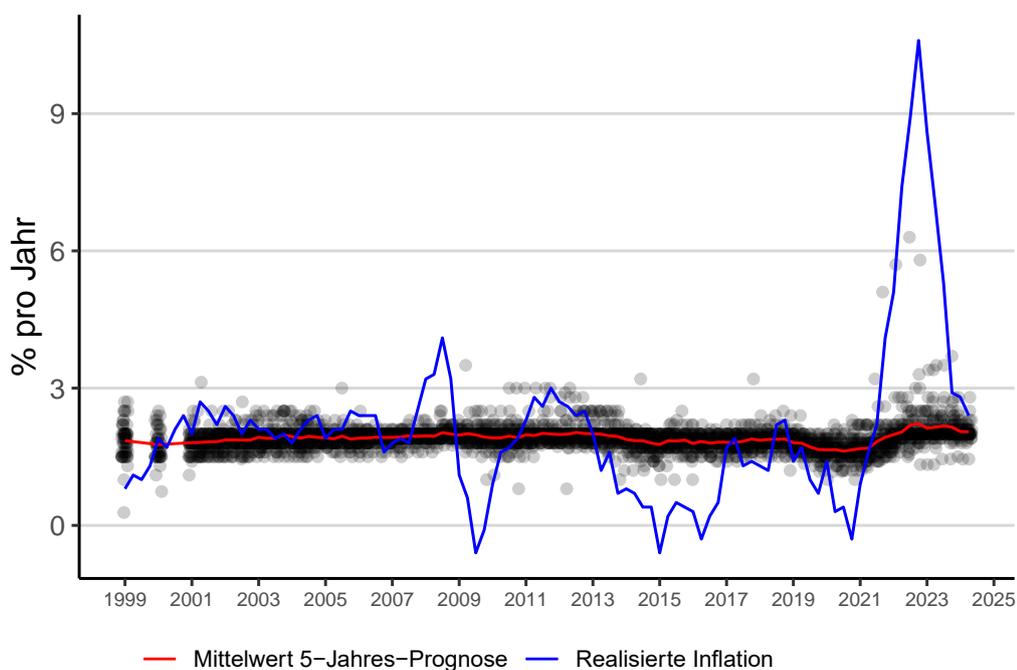


Abb. 1: Realisierte Inflation und Inflationserwartungen für den Euroraum
 Erklärung: Die Grafik zeigt die Entwicklung der Inflationsrate für den gesamten Euroraum (gemessen als prozentuale Veränderungsrate des harmonisierten Verbraucherpreisindex) als blaue Linie. Die grauschwarzen Punkte stehen für die 5-Jahres-Prognosen der Inflationsrate, die zum jeweiligen Zeitpunkt von einem professionellen Prognostiker gemacht worden sind, und die rote Linie gibt den Mittelwert über alle Prognostiker an. Die Prognosedaten entstammen dem *ECB Survey of Professional Forecasters* und die realisierte Inflation dem *ECB Data Portal*.

unterschiedlichen Risikoprämien zu trennen, die in solchen Renditen ebenfalls enthalten sind (Haubrich et al., 2012). Umfragen unter professionellen Prognostikern bieten außerdem den Vorteil, dass nicht nur Punktprognosen für die künftige Inflationsrate abgefragt werden, sondern auch Verteilungsprognosen, d. h. die Prognostiker geben an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die künftige Inflationsrate in ein bestimmtes Intervall fällt. Dies gibt zusätzlich Auskunft über die Unsicherheit bzgl. der Punktprognose.

In dem zweiten Strang der Literatur werden konkrete Verankerungsmaße vorgeschlagen. Basierend auf Daten aus Umfragen unter professionellen Prognostikern konstruieren Grishchenko et al. (2019) ein Maß für die Verankerung der Inflationserwartungen, das auf einem geschätzten dynamischen Faktormodell der Inflation mit zeitabhängiger Unsicherheit beruht. Bems et al. (2021) berechnen ein Ankermaß, das auf Umfragedaten von Consensus Economics für 45 Volkswirtschaften basiert. Binder et al. (2023) schlagen einen „*Bounds Anchoring*“-Indikator vor, der auf der Idee beruht, dass die langfristigen Inflationserwartungen nicht wesentlich vom Ziel von 2 % abweichen sollten. Dabei berücksichtigen

sie einzelne langfristige Inflationserwartungen aus dem *Federal Reserve Survey of Professional Forecasters* und beurteilen, ob die Abweichungen im quadratischen Mittel die Grenzen von 0,2 oder 0,5 überschreiten. Czudaj (2023) schlägt ein Maß für den Grad der Verankerung von Inflationserwartungen auf der Ebene einzelner Prognostiker vor und ermöglicht so auch den Erwartungsbildungsmechanismus von professionellen Prognostikern zu untersuchen. Dieses Maß, das die von Bems et al. (2021) vorgeschlagene Idee auf eine individuelle Ebene ausdehnt und um zusätzliche Dimensionen erweitert, wird im folgenden Kapitel näher erläutert und verwendet, um Aufschluss über die Verankerung von Inflationserwartungen im Euroraum während der gesamten Historie der Währungsunion zu erlangen.

Indikator zur Messung der Verankerung von Inflationserwartungen

Die Inflationserwartungsdaten zur Konstruktion des Verankerungsmaßes von Czudaj (2023) für den Zeitraum von 1999Q1 bis 2024Q2 stammen aus einer von der EZB regelmäßig im Vierteljahresturnus selbst durchgeführten Umfrage unter professionellen Prognostikern (d. h. größeren Banken

und Wirtschaftsforschungsinstituten aus dem Euroraum) – dem *ECB Survey of Professional Forecasters* (ECB-SPF). Die Umfrage liefert Inflationsprognosen als Punkt- sowie Verteilungsprognosen (in Form von Histogrammen durch Zuordnung von subjektiven Eintrittswahrscheinlichkeiten zu vorgegebenen Intervallen) für verschiedene Prognosehorizonte. Um ein Maß für den Grad der Verankerung zu erstellen, werden die Prognosen zu einem Prognosehorizont von fünf Jahren im Voraus (*5-years-ahead*) berücksichtigt, da die Verankerung der Inflationserwartungen

auf die mittlere Frist ausgerichtet ist. Die EZB bezieht sich in ihrer geldpolitischen Strategie auf diese mittelfristige Orientierung und versucht, die Marktteilnehmer davon zu überzeugen, dass die Inflation mittelfristig nahe dem Zielwert von 2 % liegen wird (siehe z. B. ECB, 2021). Daher sollten die mittelfristigen Erwartungen nahe am Zielwert liegen, stabil sein und mit geringer Unsicherheit und Uneinigkeit unter den Prognostikern verbunden sein.

Die Punktprognosen für den 5-Jahres-Horizont der Inflationsrate (jährliche prozentuale Veränderung des harmonisierten Verbraucherpreisindex) jedes Prognostikers werden durch die grauschwarzen Punkte in Abbildung 1 dargestellt. Durchschnittsprognosen aller Prognostiker werden durch die rote Linie und die tatsächlich realisierte Inflationsrate zu Beginn des Quartals, in dem die Prognosen erstellt wurden, durch die blaue Linie veranschaulicht. Das Diagramm zeigt, dass die mittelfristigen Inflationserwartungen im Durchschnitt bei etwa 2 % liegen und kaum bis gar nicht auf die aktuelle Entwicklung der Inflationsrate reagieren. Dies kann bereits als erster Hinweis für recht gut verankerte Inflationserwartungen im Euroraum ge-

sehen werden. Lediglich für den Zeitraum zwischen 2022 und 2023, in dem die tatsächliche Inflationsrate im Euroraum ein Rekordniveau erreicht hat, ist ein leichtes Abdriften nach oben zu erkennen. Betrachtet man die einzelnen Prognosen, ist allerdings auch eine gewisse Heterogenität, insbesondere während der globalen Finanzkrise (2007-2009), der europäischen Staatsschuldenkrise (2010-2012) und vor allem während der Hochinflationsphase (2022-2023), zu erkennen.

Um aus den Inflationsprognosen Czudaj (2023) folgend eine Maßzahl für die Verankerung von Inflationserwartungen zu konstruieren, werden sechs unterschiedliche Dimensionen einer Entankerung berücksichtigt. Die ersten drei folgen Bems et al. (2021), sind allerdings im Gegensatz zu Bems et al. (2021) für jeden Prognostiker disaggregiert. Die erste Maßzahl ist die absolute Abweichung der individuellen Inflationserwartungen vom Inflationsziel der EZB (2 %). Dieses Maß basiert auf dem Prinzip, dass fest verankerte Inflationserwartungen mit dem Inflationsziel übereinstimmen sollten, und steht im Einklang mit dem weiter oben erwähnten Ansatz von Binder et al. (2023). Darüber hinaus berücksichtigt dieses Maß auch die Symmetrie des Inflationsziels in der neuen Definition der EZB, die positive wie negative Abweichungen von ihrem Ziel als gleichermaßen unerwünscht ansieht (ECB, 2021). Die zweite Maßzahl ist die absolute Abweichung der Inflationserwartungen vom prognostikerspezifischen Zeitreihenmittelwert. Diese Maßzahl folgt der Idee, dass fest verankerte Inflationserwartungen stabil sein sollten und berücksichtigt auch die Möglichkeit, dass die alte Definition des Inflationsziels („unter, aber nahe 2 %“) von Prognostikern unterschiedlich interpretiert werden konnte. Der dritte Indikator misst die Uneinigkeit unter den Prognostikern als absolute Differenz der individuellen Inflationserwartungen zum Mittelwert aller Prognostiker. Dieses Maß basiert auf der Annahme, dass professionelle Prognostiker, deren Erwartungen gut verankert sind, keine starke Uneinigkeit hinsichtlich der zukünftigen Inflation aufweisen sollten. Als vierter, fünfter und sechster Indikator wird zusätzlich die Unsicherheit, die Sym-

metrie und die Kurtosis, die aus den Verteilungsprognosen berechnet wurden, berücksichtigt. Eine Zunahme der Unsicherheit der Prognostiker hinsichtlich der zukünftigen Inflation ist ein klares Zeichen für einen geringeren Grad der Verankerung. Eine größere Schiefe und Kurtosis ist ein Hinweis darauf, dass Prognostiker eine höhere Wahrscheinlichkeit für extremere Inflationsraten sehen, entweder durch eine asymmetrischere Verteilung oder durch eine höhere Wahrscheinlichkeit an den Enden der Verteilung. Beides kann als weiterer Hinweis für eine Entankerung der Inflationserwartungen angesehen werden. Abschließend werden diese sechs Indikatoren zu einem einzigen Maß zusammengefasst, da sie sich ergänzende Einblicke in den Grad der Verankerung bieten. Hierfür wird ein Mittelwert über die sechs einzelnen standardisierten Maßzahlen gebildet. Darüber hinaus wird das Vorzeichen jedes Indikators umgedreht, sodass eine Erhöhung (eine Verringerung) des jeweiligen Maßes einen größeren (einen geringeren) Grad der Verankerung anzeigt.

Abbildung 2 zeigt das für jeden Prognostiker erstellte individuelle Verankerungsmaß durch die grauschwarzen Punkte, während der Durchschnitt aller Prognostiker durch die rote Linie dargestellt wird. Wenn man zunächst auf das aggregierte Muster schaut,

wird deutlich, dass der Grad der Verankerung in den ersten beiden Jahren nach der Gründung der Währungsunion negativ war. Es scheint, dass die EZB einige Jahre brauchte, um bei professionellen Prognostikern genügend Glaubwürdigkeit zu erlangen. Ab diesem Punkt blieb der Grad der Verankerung für einen relativ langen Zeitraum stabil. Erst in der jüngsten Periode ist ein Absinken des Grads der Verankerung zu erkennen, der bereits 2019 begann und bis 2024 anhielt. In diesem Zeitraum, der die COVID-19-Pandemie und die russische Invasion auf die Ukraine beinhaltet, ist das deutlichste Anzeichen einer Entankerung in der Geschichte der EZB erkennbar.

Des Weiteren sieht man in Abb.2 auch eine deutliche Heterogenität hinsichtlich der Verankerung der Inflationserwartungen unter den Prognostikern. Insbesondere die turbulenten Zeiten rund um die globale Finanzkrise (2007-2009), die europäische Staatsschuldenkrise (2010-2013), die COVID-19-Pandemie (2020-2021) und die russische Invasion der Ukraine (2022-2024) haben zu einer stärkeren Uneinigkeit hinsichtlich des Verankerungsgrads der Inflationserwartungen unter professionellen Prognostikern geführt. Diese Ergebnisse für einzelne Prognostiker bestätigen und erweitern die Hinweise auf eine Entankerung, die in verschiedenen Zeiträumen in be-

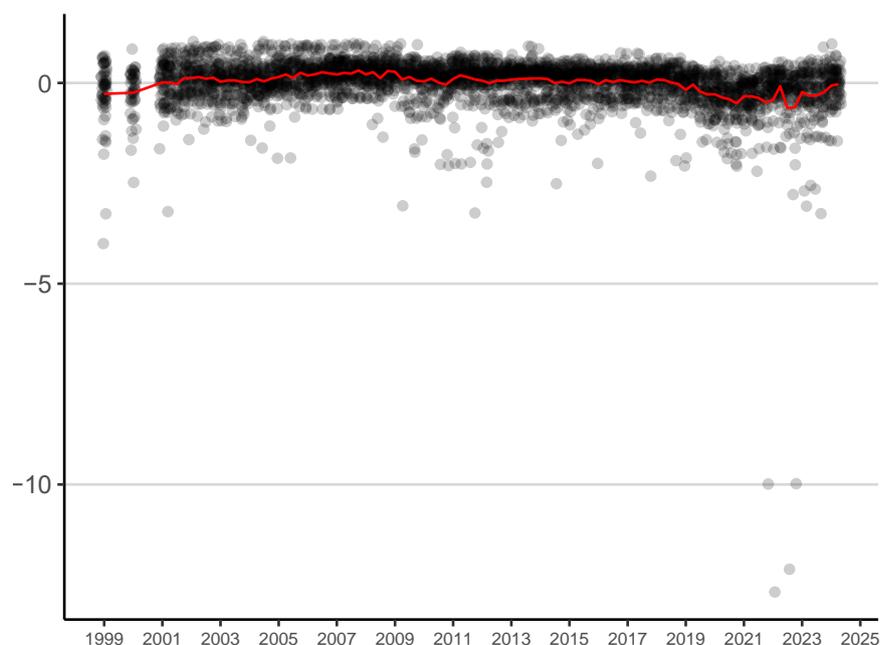


Abb. 2: Maßzahl der Verankerung von Inflationserwartungen

Erklärung: Die Grafik zeigt die Entwicklung des Verankerungsmaßes der Inflationserwartungen für den gesamten Euroraum gemäß Czudaj (2023). Die grauschwarzen Punkte sind individuelle Verankerungsmaße für einzelne Prognostiker und die rote Linie gibt den Mittelwert über alle Prognostiker an.

stehenden Studien für den Euroraum festgestellt wurde. So stellen bspw. Buono und Formai (2018) fest, dass die Verankerung im Euroraum kurz nach der globalen Finanzkrise und ab 2014 nachließ. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der einzelnen zuvor diskutierten Entankerungsindikatoren über die Zeit. Insbesondere die ersten drei Maßzahlen weisen einen ähnlichen Verlauf auf wie der Gesamtindex, der in Abbildung 2 dargestellt ist. Aber vor allem der vierte Indikator (Abb. 3 (d)) zeigt, dass aufgrund zunehmender Unsicherheit durch die unterschiedlichen Krisenphasen seit der globalen Finanzkrise eine Entankerungstendenz zu beobachten ist.

Czudaj (2023) untersucht zudem den Zusammenhang des Verankerungsindikators mit den Erwartungen hinsichtlich der Geldpolitik der EZB und verschiedener Kostendruckfaktoren wie dem Rohölpreis, dem Dollar-Euro-Wechselkurs und den Lohnstückkosten. Die Ergebnisse zeigen, dass Erwartungen hinsichtlich einer Straffung der Geldpolitik im Allgemeinen den Grad der Verankerung erhöhen, während ein erwarteter Anstieg der Lohnstückkosten den Grad der Verankerung zu verringern scheint. Ersteres deutet darauf hin, dass die EZB bisher mit ihrer Geldpolitik in der Lage war die Inflationserwartungen auf ihrem Zielwert zu verankern.

Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag thematisiert die Relevanz von Inflationserwartungen für die Geldpolitik und diskutiert ein neues Maß zur Messung des Grads der Verankerung von Inflationserwartungen basierend auf den Erwartungen einzelner Prognostiker für den Euroraum. Die Relevanz von fest verankerten In-

flationserwartungen für die Wirksamkeit der Geldpolitik wurde umfassend dargelegt. Der verwendete Indikator zeigt, dass die Inflationserwartungen im Durchschnitt über nahezu die gesamte Historie der Währungsunion fest verankert waren. Allerdings lassen sich sowohl für einzelne Prognostiker als auch für den Durchschnitt in der jüngsten Hochinflationphase Entankerungstendenzen erkennen. Das von Czudaj (2023) vorgeschlagene Ankermaß stellt ein weiteres nützliches Instrument für Zentralbanken dar, um den Grad der Verankerung zu überwachen und Faktoren, die für eine möglicherweise beobachtete Entankerung verantwortlich sind, besser zu identifizieren. Dies könnte Zentralbanken dabei helfen, über den zukünftigen Kurs der Geldpolitik zu entscheiden, was in der gegenwärtigen Zeit besonders herausfordernd ist. Grundsätzlich ist die Verankerung von Inflationserwartungen auch für den Phillipskurven-Zusammenhang (Czudaj, 2024) wie auch für die Übertragung von Unsicherheit auf das Preisniveau von Bedeutung (Beckmann und Czudaj, 2024). Ein vielver-

sprechender Ansatz für zukünftige Forschung wäre die Erweiterung des vorgeschlagenen Ankermaßes um eine Unterscheidung nach der Richtung der Entankerung.

- 1 TU Bergakademie Freiberg, Professur für Allgemeine Volkswirtschaftslehre, insb. (monetäre) Makroökonomik, Schlossplatz 1, 09599 Freiberg, robert-lukas.czudaj@vwl.tu-freiberg.de.
- 2 In Deutschland waren es im Oktober 2022 sogar 11,6 % gemessen am harmonisierten Verbraucherpreisindex.
- 3 Diese Situation ist im Euroraum bis 2021 befürchtet worden als die realisierte Inflation über einen längeren Zeitraum zumeist unterhalb des Inflationsziels von 2 % lag (siehe blaue Linie in Abb. 1).

Literaturverzeichnis:

abrufbar unter: <https://tu-freiberg.de/vff>.

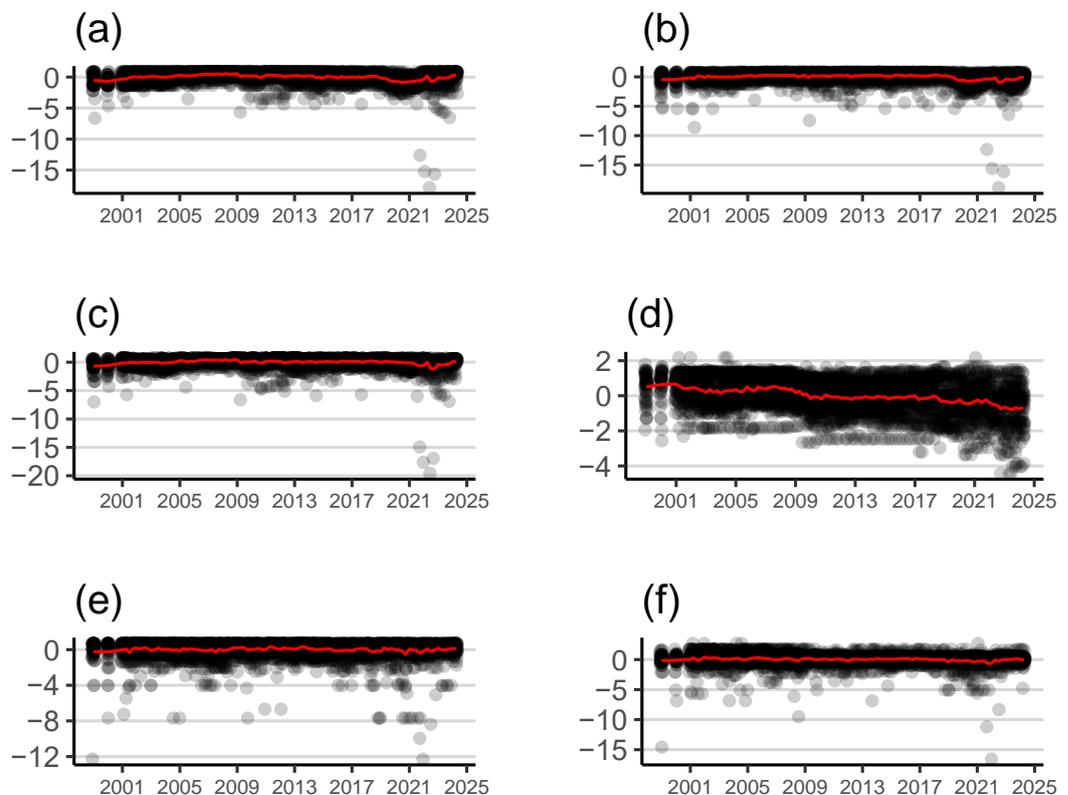


Abb. 3: Einzelne Indikatoren der Verankerung
 Erklärung: Die Grafiken zeigen die Entwicklung von sechs unterschiedlichen Kennzahlen zur Messung der Verankerung von Inflationserwartungen für den Euroraum. Diese basieren auf: (a) der absoluten Abweichung vom Inflationsziel der EZB, (b) der absoluten Abweichung vom prognostikerspezifischen Zeitreihenmittelwert, (c) der Uneinigkeit unter den Prognostikern, (d) der Unsicherheit der Prognostiker und (e) der Symmetrie sowohl (f) der Kurtosis der Verteilungsprognosen.

Biologische Bodenkrusten in der Bergbaufolgelandschaft

Karin Glaser

Freiberg kann auf eine lange Geschichte mit aktivem Bergbau zurückblicken. Die Böden der Bergbauhalden werden als „Technosole“ kategorisiert [1]. Diese Kategorie beschreibt Böden, deren Entwicklung und Eigenschaften direkt von technischer und menschlicher Aktivität geprägt sind. Dieser Bodentyp ist vor allem in Siedlungen, Städten und Deponien zu finden, aber auch in Bergbaufolgelandschaften. Kennzeichnend für diesen Bodentyp ist das Vorhandensein von technogenen Substraten oder Material, das normalerweise nicht an der Oberfläche vorkommt. Weiterhin sind diese Böden durch eine abrupte Stratifizierung charakterisiert, häufig verdichtet und zu einem größeren Anteil als andere Bodentypen kontaminiert.

Die Folgen der bergbaulichen Aktivität sind in der Landschaft in und um Freiberg vielerorts sichtbar. Spuren aus den frühen mittelalterlichen Aktivitäten sind durch viele kleinere Blockhalden erhalten. In der späteren Zeit kamen größere Bergehalden wie zum Beispiel die Halde der Alten Elisabeth und auch Spülhalden wie die Davidschachthalde dazu. Das vor allem sandige Material der Spülhalden enthält häufig noch messbare Mengen an Schadelementen wie Arsen oder Blei.

Wiederbegrünung von Bergbauhalden

Gerade die alten Bergehalden sind mittlerweile von einer dichten Vegetation bewachsen; auch größere Bäume können sich auf dem schwierigen Untergrund behaupten. Herausfordernd für die Vegetation sind hier vor allem das Fehlen von natürlich entwickelten Böden und die großen, kaum verwitterten Gesteinsbrocken. Handelt es sich um taubes Gestein, sind hier kaum Schadelemente zu finden. Bei Spülhalden sind die Herausforderungen für die Vegetation dagegen andere: Auch hier fehlen natürlich entwickelte Böden und damit Nährstoffe; auf der anderen Seite lässt das feine, sandige Material eine Durchwurzelung zu. Da es sich hier um Reste der Erzaufbereitung handelt, sind diese Halden häufig mit phytotoxischen Metallen kontaminiert. In Freiberg sind dies typischerweise Arsen, Blei und Cadmium. Trotz der widrigen Bedingungen kann sich auch auf Spülhalden eine geschlossene Vegetationsdecke ausbilden. Die Artenzusammensetzung unterscheidet sich von der natürlich vorkommenden Vegetation der Umgebung: Zum Beispiel findet man auf der Davidschachthalde Vorwälder mit Birken, Erlen oder Kiefern; für diese Lage typisch sind allerdings Buchenmischwälder. Die Vegetation auf den Halden erfüllt ver-

schiedene ökologische Funktionen: Zum einen bringt sie organisches Material in die obersten Bodenschichten, so dass langsam eine Bodenentwicklung starten kann. Zum anderen halten die Wurzeln den Untergrund an Ort und Stelle, so dass Erosion sowohl durch Wind als auch durch Wasser nach heftigen Regenfällen reduziert wird. Weiterhin nehmen die Pflanzen das Regenwasser auf und verbrauchen es entweder in der Photosynthese oder durch Transpiration: Auf diese Weise wird der Austritt von flüssigem Wasser aus einer Halde reduziert und damit auch der Austritt von wasserlöslicher Kontamination vermindert. Die positiven Effekte einer Vegetation auf Halden für die direkte Umgebung werden teilweise bei der Sanierung gezielt genutzt, indem die Halden zum Beispiel begrünt werden. Für eine rasche Begrünung sind Sanierungsschritte notwendig, häufig indem Erde aufgetragen wird, so dass junge Pflanzen zunächst nur mit dem kontaminationsfreien Boden in Kontakt kommen und so schnell eine Vegetationsdecke ausgebildet wird. Solche Sanierungseingriffe sind jedoch stets mit Kosten verbunden und nicht immer realisierbar, wenn zum Beispiel die Hänge zu steil sind. Andererseits siedelt sich die Vegetation auch selbst



Abb. 1. Links: Ein offener Bereich der Davidschachthalde ist mit Biokrusten bewachsen. Rechts oben: Moose und Becherflechten sind Teil der Biokrusten. Rechts unten: Photosynthetische Mikroorganismen in den Biokrusten, hier als schwarzer Überzug, stabilisieren die Biokruste; durch ungleichen Wuchs kann eine „Mikrolandschaft“ entstehen. (Fotos: R. Achtziger)



Abb. 2. Links: Sanddünen in einem ehemaligen Tagebaubereich in der Lausitz sind zu großen Teilen von Biokrusten bedeckt. Rechts oben: Biokruste an einer Abbruchkante: Gut zu erkennen ist, dass der Sand zusammengehalten wird und die obersten Millimeter durch die Anreicherung von Humusstoffen dunkel gefärbt sind. Rechts unten: Kranichspuren in den dunklen Biokrusten auf hellem Sand. (Fotos: K. Glaser)

an, nachdem Pflanzensamen über Wind oder durch Tiere (vor allem Vögel) auf der Halde verbreitet wurden und die Bedingungen vor Ort eine erfolgreiche Keimung zulassen. Der Vorteil hierbei ist, dass sich die passenden Arten für dieses Ökosystem durchsetzen; nachteilig ist, dass dieser Vorgang einige Jahre dauern kann und außerdem ungewünschte invasive Neophyten viel Raum bekommen. Einige Halden oder Teile von Halden bieten allerdings so herausfordernde Bedingungen, dass sich keine natürliche Vegetationsdecke bilden kann. Zum Beispiel bestehen die Abraumhalden des Kalibergbaus quasi ausschließlich aus Salz: Selbst salzliebende Pflanzen können so hohe Salzkonzentrationen nicht tolerieren. An solchen Extremstandorten wird die Entwicklung einer ungeplanten Vegetation ohne Sanierung auf lange Jahre nicht möglich sein [2].

Die Davidschacht-Spülhalde ist zum großen Teil von Vegetation bedeckt, die sich selbst angesiedelt hat. Eine gezielte Abdichtung der Halde gab es nicht, die Oberfläche wurde mit Bauschutt, Erdaushub und ähnlichem abgedeckt [3]. Wegen der speziellen Bedingungen, u. a. niedrigen pH-Werten und Belastung mit Schadelementen, hat sich eine einzigartige Vegetation ausgebildet. Dennoch ist ein Teil der Davidschacht-Spülhalde als offene Sandflächen nahezu vegetationslos geblieben [4]. Die lokalen Bedingungen an diesen offenen Stellen scheinen so extrem zu sein, dass sich keine stabile Pflanzengesellschaft ausbilden kann. Tatsächlich ist an dieser Stelle die Belas-

tung durch Cadmium und Arsen höher als in Bereichen mit einer geschlossenen Pflanzendecke [5].

Biologische Bodenkrusten zum Schutz vor Erosion

Dort, wo Gefäßpflanzen nicht gedeihen, können sich sogenannte biologische Bodenkrusten ausbilden. Diese Biokrusten sind Mikroökosysteme, die auf der Oberfläche des Bodens entstehen – wie eine Haut über der Erde [6]. Die Biokrusten sind ein Konsortium aus verschiedenen Mikroorganismen, wie Bakterien, Mikropilzen und Mikroalgen, und können auch aus Moosen und Flechten zusammengesetzt sein. Einige Organismen innerhalb der Biokruste sind in der Lage, extreme Bedingungen zu tolerieren, unter denen Gefäßpflanzen nicht mehr bestehen können. Daher finden sich Biokrusten mit großen Bedeckungsgraden in Wüsten (z. B. Utah, USA) oder in der Tundra (z. B. Spitzbergen, Norwegen), wo die geringe Wasserverfügbarkeit oder extreme Temperaturen die Entwicklung von Gefäßpflanzen limitieren [7,8].

Die phototrophen Organismen in der Biokruste, die Moose, Flechten, Mikroalgen und Cyanobakterien, haben dabei ähnliche ökologische Funktionen wie die Gefäßpflanzen: Sie sind die Primärproduzenten in dem System. Das heißt, sie stehen an der Basis des Nahrungsnetzwerks innerhalb der Biokruste. Die phototrophen Organismen fixieren Kohlendioxid aus der Atmosphäre, bilden energiereiche Kohlenhydrate und akkumulieren auf diese Weise organischen

Kohlenstoff in den obersten Millimetern des Bodens. Sie sind die grundlegenden Energielieferanten für das ganze Konsortium Biokruste. Außer Kohlenstoff werden auch andere Makronährstoffe wie Stickstoff und Phosphor durch die biologische Aktivität in der Biokruste und damit im obersten Teil des Bodens angereichert. Insgesamt verbessert sich damit die Bodenqualität insbesondere von sehr mageren Böden, da sich die Makronährstoffe in einer bioverfügbaren Form anreichern. Eine weitere wichtige ökologische Funktion der Biokruste ist der Schutz vor Erosion. Viele Biokrustenorganismen sind in der Lage, Polysaccharide auszuschcheiden, die sich wie eine schützende Schleimschicht um die Organismen legen. Diese Schleime schützen die Organismen zu einem gewissen Grad vor Wasserverlust; außerdem verkleben sie die Organismen und Bodenpartikel untereinander. Zusammen mit den langen Filamenten einiger Mikroalgen und Pilze bildet sich auf diese Weise eine stabile Schicht auf dem Boden, welche protektiv der Erosion entgegenwirkt – vergleichbar mit einer Haut, die sich über die Bodenoberfläche legt. Auf sandigen Böden können Biokrusten entscheidend dafür sein, ob bei starken Winden Staub und Sandkörner am Boden haften bleiben oder mit dem Wind abgetragen werden [7]. Neben dem Verlust des Bodens vor Ort ist die Winderosion auch eine potentielle Gefahr für den Menschen: Staub belastet die Atemwegsorgane und im Fall von kontaminierten Böden, z. B. mit Schadelementen wie Arsen oder Blei,

können sich toxische Stoffe unkontrolliert mit dem Wind verbreiten.

Lokales Anwendungspotential der Biokrusten

Aktuelle Forschung prüft das Restaurierungspotential von Biokrusten und wie man diese gezielt einsetzen kann, um offenen Boden zu stabilisieren. Diese Forschungsrichtung ist erst wenige Jahre alt und fokussiert sich vor allem auf aride und semi-aride Gebiete, z. B. bei der Renaturierung nach Waldbränden oder um fortschreitende Wüstenbildung zu stoppen [9]. Das Potential der Biokrusten zur Restaurierung in gemäßigten Breiten oder auf schwermetallbelasteten Halden ist bisher weitgehend unerforscht.

Diese Lücke soll die zukünftige Forschung an der TU Bergakademie Freiberg schließen. Die Biokrusten auf den bewuchssarmen Stellen an der Davidsschachthalde beweisen, dass das Konsortium Biokruste in der Lage ist, auf belasteten Böden zu wachsen – auch auf solchen Böden, auf denen höhere Pflanzen nicht bestehen können. Die offenen Fragen sind nun: Welche Mikroorganismen (Mikroalgen, Pilze und Bakterien) können diese extremen Bedingungen tolerieren? Können diese

gezielt vermehrt und auf offene Böden unterschiedlicher Substrate ausgebracht werden, um eine schnellere Besiedlung durch Biokrusten zu fördern? Welche ökologische Bedeutung, zum Beispiel im Hinblick auf Erosionsschutz, Wasserhaushalt und Stoffflüsse, haben Biokrusten auf Halden und anderen Extremstandorten? Das Konzept wird auch auf andere Bergbaufolgelandschaften und erosionsgefährdete Böden übertragbar sein: zum Beispiel auf die Flächen ehemaliger Braunkohletagebaue in der Lausitz. Die großen Bereiche mit brachliegendem, sandigem Material sind besonders erosionsgefährdet. Hier können Biokrusten eine erste Schutzschicht bilden und kurzfristig Staubbelastung und Erosion reduzieren.

Kontakt:

Institut für Biowissenschaften, AG Biologie/Ökologie, Karin.Glaser@ioez.tu-freiberg.de

Literatur:

[1] Chesworth W, Spaargaren O (2008) Technosols. In: Chesworth, W. (eds) Encyclopedia of Soil Science. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3995-9_586.

[2] Sommer V, Kockx M, Wölk, A & Glaser K (2019) Von Vogelkot zu grünen Teppichen. Biologie in Unserer Zeit, 49: 122-130. <https://doi.org/10.1002/biuz.201910671>.

[3] Fritz E & Jahns C (2017) Die Spülhalde Davidsschacht in Freiberg – Geschichte, Umweltproblematik und geplante Sanierung. Freiberg Ecology online (2): 4-17.

[4] Richert E, Bernstein C, Funke L & Schulze C (2017) Vegetation der Spülhalde Davidschacht in Freiberg – Offenlandgesellschaften und Transektanalysen. Freiberg Ecology online 2: 52-65.

[5] Midula P, Wiche O, Wiese P & Andráš P (2017) Concentration and bioavailability of toxic trace elements, germanium, and rare earth elements in contaminated areas of the Davidschacht dump-field in Freiberg (Saxony). Freiberg Ecology online (2): 101-112.

[6] Büdel B (2011) Biologische Krusten – die Haut der Erde. Natur, Forschung, Museum, 141 (9), 250-263.

[7] Belnap J, Büdel B & Lange O L (2003) Biological soil crusts: characteristics and distribution. In Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management (Bd. 150, Hrsg. J Belnap und O L Lange), S. 3-30. Springer, Berlin, Heidelberg.

[8] Kern R, Hotter V, Frossard A, Albrecht M, Baum C, Tytgat B, De Maeyer L, Velazquez D, Seppely C, Frey B, Plötze M, Verleyen E, Quesada A, Svenning M M, Glaser K & Karsten U (2019). Comparative vegetation survey with focus on cryptogamic covers in the high Arctic along two differing catenas. Polar Biol. 42, 2131-2145. <https://doi.org/10.1007/s00300-019-02588-z>.

[9] Antoninka A, Faist A, Rodriguez-Caballero E, Young K E, Chaudhary V B, Condon L A & Pyke D A (2020). Biological soil crusts in ecological restoration: emerging research and perspectives. Restor Ecol, 28: S3-S8. <https://doi.org/10.1111/rec.13201>.

Diamantenfieber im Erzgebirge

Guido Meinhold

Mit dem 1971 in den Kinos erschienenen James Bond-Film „Diamantenfieber“ (Originaltitel: „Diamonds Are Forever“) mit dem legendären Sean Connery in der Hauptrolle als Agent 007 wurde der Diamant sprichwörtlich über Nacht ein noch begehrenswerteres Objekt als zuvor. Fast 30 Jahre später begann auch im Erzgebirge die Jagd nach Diamanten. Die hier vorkommenden Diamanten sind jedoch extrem klein, man spricht daher auch von Mikrodiamanten. Eine Weiterverarbeitung in der Schmuckindustrie ist leider nicht möglich. Die Diamanten sind von rein wissenschaftlichem Interesse, da sie wichtige Hinweise über die Entstehungsgeschichte der hochgradig metamorphen Gesteine des Erzgebirges liefern.

Diamant kristallisiert im kubischen Kristallsystem und ist eine Hochdruckmodifikation des Elements Kohlenstoff. Mit der Härte 10 auf der Mohs'schen Härteskala ist Diamant das härteste natürliche Material [1]. Seine extreme Härte und Transparenz machen ihn zu einem wertvollen Edelstein. Synthetische und

natürliche Diamanten werden als Superschleifmittel verwendet. Natürlicher Diamant bildet sich im sogenannten Diamant-Stabilitätsfeld im lithosphärischen und sub-lithosphärischen Erdmantel in Tiefen von mehr als 130 Kilometern [2]. Er ist aufgrund seiner Bildungsbedingungen und Verwitterungsbeständigkeit ein aufschlussreicher Informant über die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie im Erdmantel [3]. Neben Kimberliten sind Krustengesteine, die Ultrahochdruck (auf Englisch: ultra-high pressure; gewöhnlich mit „UHP“ abgekürzt) erfahren haben, die häufigsten Gesteine, in denen Diamanten gefunden werden können [2,3]. Auch in Sachsen gibt es diamantenführende UHP-Gesteine. Diese wurden erst um die letzte Jahrhundertwende westlich von Forchheim im Umfeld der Talsperre Saldenbach im Mittleren Erzgebirge entdeckt [4,5] und sind in den vergangenen 25 Jahren intensiv wissenschaftlich untersucht worden.

Bei den Diamanten handelt es sich um Mikrodiamanten (meist kleiner als 30 Mikrometer), die als Mineraleinschlüsse in beispielsweise Granat, Kyanit und Zirkon vorkommen [5]. Neben Mikrodiamanten findet man oft auch Coesit – die Hochdruckmodifikation von Siliziumdioxid [6]. Diamant und Coesit in Krustengesteinen sind Schlüsselminerale für die Rekonstruktion von plattentektonischen Prozessen und liefern somit wichtige Einblicke in die geologische Vergangenheit einer Region.

Das Vorhandensein von Diamant zeigt an, dass einige der Krustengesteine des Erzgebirges während der variszischen Orogenese – das ist ein komplexer geologischer Prozess der Gebirgsbildung vor circa 340 Millionen Jahren – in Tiefen von über 130 Kilometern in den Erdmantel versenkt wurden und nachfolgend wieder an die Erdoberfläche gelangt sind. Der genaue geologische Ablauf ist immer noch Gegenstand wissenschaftlicher Diskus-

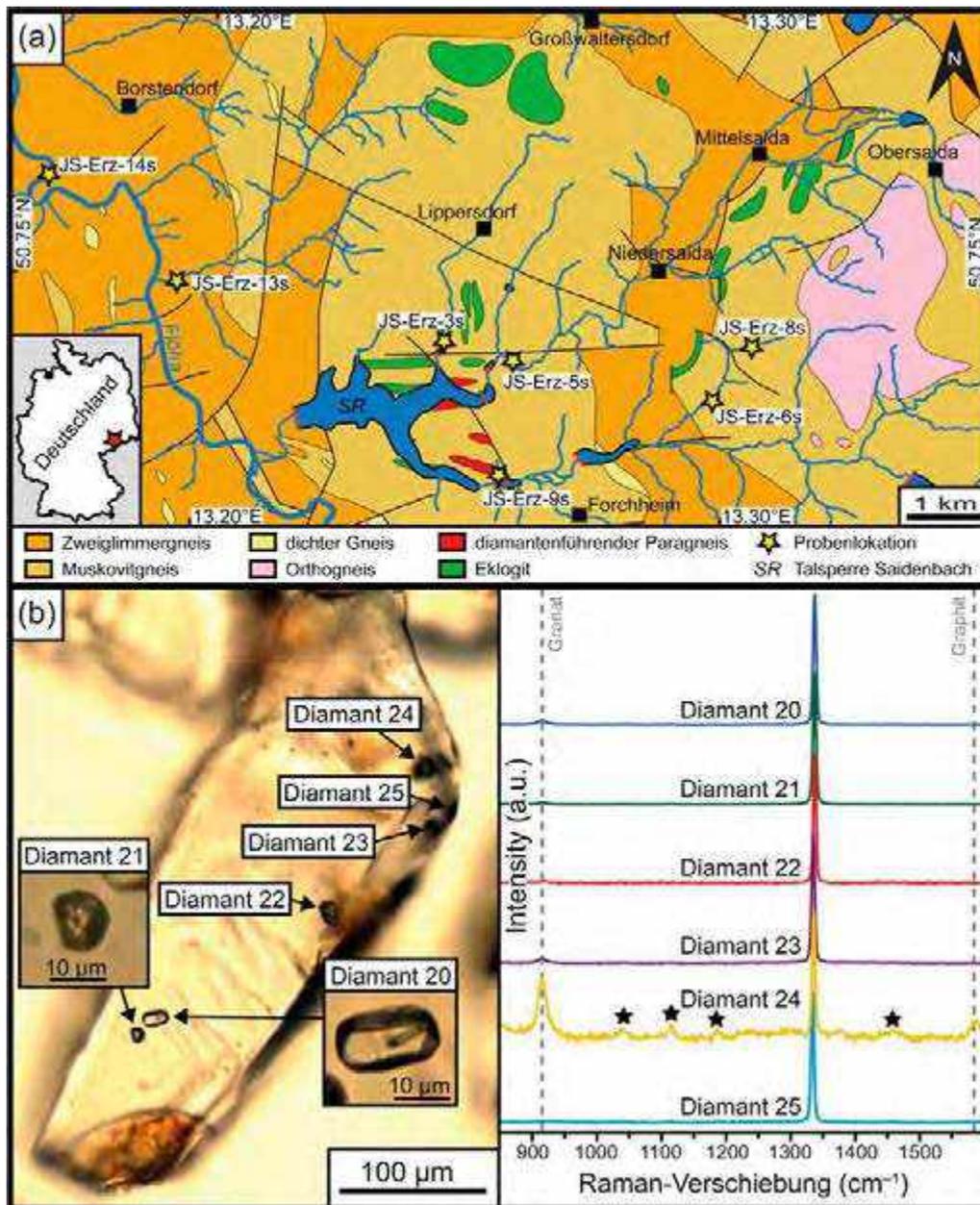


Abb. 1: Geologische Karte des Arbeitsgebiets im Mittleren Erzgebirge und Beispiel eines Granatkorns mit Mineraleinschlüssen aus einem Bachsediment. (a) Geologische Karte des Arbeitsgebiets mit Probenentnahmestellen (gelbe Sterne). Auf der Deutschlandkarte links unten ist die Lage des Arbeitsgebiets mit einem roten Stern markiert. (b) Mikroskopische Aufnahme eines Granats aus Probe JS-Erz-9s mit sechs Diamanteinschlüssen und entsprechenden Raman-Spektren. Diamant 20 zeigt eine außergewöhnliche Einschlussform mit gut entwickelten Kristallflächen. Er ist farblos und enthält Rutilnadeln. Im Gegensatz dazu zeigen Diamant 21-25 eine übliche unregelmäßige Einschlussform mit leicht gelber Farbe. Die Raman-Hauptbandenpositionen von Granat und Graphit (nur in Diamant 24 vorhanden) sind als gestrichelte Linien angegeben. Sterne markieren Bandenpositionen des Einbettungsmediums. a.u. – arbitrary units. (Quelle: Abbildungen verändert nach Schönig et al. [7])

sion. Um die flächenmäßige Verbreitung der UHP-Gesteine im Erzgebirge besser fassen zu können, wurde ein neuer Ansatz der Sedimentliefergebietsanalyse gewählt [7,8]. Im Rahmen einer Doktorarbeit wurden Sedimente (Bodensatz) aus Bächen und kleinen Flüssen im Mittleren Erzgebirge beprobt (Abb. 1a). Das Projekt wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – Sachmittelbeihilfe EY 23/27-1 – gefördert. Die genommenen Proben wurden in verschiedene Kornfraktionen nass gesiebt und anschließend getrocknet. Danach erfolgte die Abtren-

nung der Schwerminerale – das sind Minerale mit einer Dichte von mehr als 2,9 g/cm³ wie beispielsweise Granat – mit einer Schwereflüssigkeit. Von den Schwermineralfraktionen wurden Streupräparate hergestellt. Bei der Politur der Mineralpräparate kam Aluminiumoxid zur Anwendung, um jede Möglichkeit einer Verunreinigung durch Diamantschleifmittel auszuschließen. Die Bestimmung der Mineraleinschlüsse in den Granaten erfolgte mit der Raman-Spektroskopie. Neben Coesit wurde unter anderem auch Diamant gefunden (Abb. 1b). Die Ergebnisse

unterstreichen das Potenzial des neuen Ansatzes der Sedimentliefergebietsanalyse in der UHP-Forschung und die Notwendigkeit, Untersuchungen im Mikrometermaßstab durchzuführen, um Beweise in Form konservierter UHP-Minerale zu finden [9].

Kontakt:

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie, Bernhard-von-Cotta-Straße 2, 09599 Freiberg, guido.meinhold@geo.tu-freiberg.de

Literatur:

- Mohs, F., 1822. Grund-Riß der Mineralogie. Erster Theil. Terminologie, Systematik, Nomenclatur, Charakteristik. In der Arnoldschen Buchhandlung, Dresden, 604 S.
- Stachel, T., Brey, G.P., Harris, J.W., 2005. Inclusions in Sublithospheric Diamonds: Glimpses of Deep Earth. Elements 1, 73-78.
- Harlow, G.E., Davies, R.M., 2005. Diamonds. Elements 1, 67-70.
- Massonne, H.-J., 1999. A new occurrence of microdiamonds in quartzofeldspathic rocks of the Saxonian Erzgebirge, Germany, and their metamorphic Evolution. In: Gurney, J.J., Gurney, J.L., Pascoe, M.D., Richardson, S.H., Eds., Proceedings of the 7th International Kimberlite Conference, Cape Town, South Africa, 533-539.
- Nasdala, L., Massonne, H.-J., 2000. Microdiamonds from the Saxonian Erzgebirge, Germany: In situ micro-Raman characterisation. Eur. J. Mineral. 12, 495-498.
- Massonne, H.-J., 2001. First find of coesite in the ultrahigh-pressure metamorphic region of the Central Erzgebirge, Germany. Eur. J. Mineral. 13, 565-570.
- Schönig, J., von Eynatten, H., Meinhold, G., Lünsdorf, N.K., 2019. Diamond and coesite inclusions in detrital garnet of the Saxonian Erzgebirge, Germany. Geology 47, 715-718.
- Schönig, J., von Eynatten, H., Meinhold, G., Lünsdorf, N.K., Willner, A.P., Schulz, B., 2020. Deep subduction of felsic rocks hosting UHP lenses in the central Saxonian Erzgebirge: Implications for UHP terrane exhumation. Gond. Res. 87, 320-329.
- Schönig, J., von Eynatten, H., Meinhold, G., Lünsdorf, N.K., 2022. The sedimentary record of ultrahigh-pressure metamorphism: a perspective review. Earth-Sci. Rev. 227, article no. 103985.

Universität



Maskottchen TULino im Gewerbegebiet

Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft am 25. Mai 2024



Freiberger Schlossplatz



Freiberger Schlossplatz von oben



Statue des Freiberger Silberweges „Der Entdecker“ mit Illumination, Schlossplatzquartier

Serviceangebote für die Digitalisierung im Bereich Forschung und Transfer

Jens Grigoleit, Stefanie Nagel, Tobias Fieback

Was bedeutet Digitalisierung im Zusammenhang mit Forschung und Transfer?

Digitalisierung beschreibt die zunehmende Durchdringung aller Lebensbereiche durch datenbasierte und elektronische Systeme. Eine immer größer werdende Menge an Zuständen und Prozessen wird gemessen bzw. durch Daten beschrieben und dokumentiert. Daten und datenbasierte Modelle ermöglichen verbesserte Prognosen von Prozessen und Entwicklungen. Sie unterstützen damit die automatisierte Steuerung von Systemen und helfen bei Entscheidungen. Die Verfügbarkeit immer umfangreicherer und qualitativvollerer Datensätze sowie verbesserter Möglichkeiten der Datenanalyse erweitert in praktisch allen Fachrichtungen die Möglichkeiten der Forschung sowie des Gewinnens, Dokumentierens und Vermitteln wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Digitalisierung bietet damit enorme Potenziale für die wissenschaftliche Arbeit, den Erkenntnisgewinn sowie für methodische, technologische und gesellschaftliche Innovationen. Die TUBAF versteht es vor dem Hintergrund ihrer gesellschaftlichen Verantwortung außerdem als ihre Aufgabe, Wirtschaft und Gesellschaft im Prozess der digitalen Transformation zu begleiten und zu stärken. Sie sieht sich als Impulsgeber für mit der Digitalisierung verbundene Innovationen.

Gegenstand der Digitalisierung in Forschung und Transfer sind u. a.:

- Rechnergestützte Simulation bzw. Virtualisierung von Prozessen und Systemen
- Datenerfassung, -analyse, -nutzung und -sicherung im Forschungsprozess
- IT-gestützte Generierung, Verknüpfung und Analyse hochkomplexer Datensätze, z. B. mithilfe von Machine Learning bzw. Künstlicher Intelligenz
- Digitale Erfassung und Erschließung von Daten-, Literatur- und Sammlungsbeständen
- Digitales Publizieren und Archivieren von Forschungsdaten und -ergebnissen

nissen

- Digitale Tools zur Unterstützung der Forschungsarbeit, des Wissens- und Technologietransfers sowie der Wissenschaftskommunikation
- Forschung zur Digitalisierung bzw. zur digitalen Transformation von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft

Voraussetzung, um die Potenziale der Digitalisierung in der Forschung nutzen zu können, ist einerseits eine leistungsfähige IT-Infrastruktur und der Zugang zu geeigneten Datenquellen, andererseits aber auch Fähigkeiten und Möglichkeiten im Bereich des Informations- und Datenmanagements.

die TUBAF hier Unterstützung.

Durch das Universitätsrechenzentrum aber auch durch verschiedene Institute wurde eine leistungsfähige IT-Infrastruktur geschaffen, die adäquate Voraussetzungen für datenintensive Wissenschaft bietet. Diese umfasst u. a. die Server- und Netzwerkinfrastruktur, Datenspeicherkapazitäten¹, HPC-Kapazitäten² sowie Forschungsdaten- und Dokumenten-Repositoryn (OpARA³ und Qucosa⁴). Für digitale Medien sowie digitalisierte Sammlungsobjekte wurde eine teilweise öffentlich zugängliche Plattform TUBAFmedia eingerichtet. Ein zeitgemäßes Forschungsinformationssystem (FIS) befindet sich gegenwärtig



Abb. 1: Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie im Bereich Forschung und Transfer an der TUBAF (eigene Darstellung)

Abb. 1 zeigt die wichtigsten Handlungsfelder der Digitalisierungsstrategie für Forschung und Transfer der TUBAF.

Wie ist der Status der Digitalisierung der Forschung an der TUBAF?

Datengetriebene Forschung, digitale Publikation sowie der Einsatz digitaler Methoden und Tools sind an der TUBAF nicht neu und prägen die wissenschaftliche Arbeit an unserer Universität schon lange in vielfältiger Weise. Die Komplexität und Dynamik der Entwicklung sowie die steigenden Anforderungen an das Forschungsdatenmanagement sowie die Verknüpfbarkeit von Forschungsdatensätzen schaffen jedoch stetig neue Herausforderungen, denen sich die Universität und die Wissenschaftler stellen müssen. Mit zentralen Strukturen, Ressourcen und Serviceangeboten leistet

im Aufbau⁵. Die rasante Entwicklung der Bedarfe und Anforderungen an die IT-Infrastruktur schafft angesichts der gleichzeitig nur begrenzt verfügbaren personellen und finanziellen Ressourcen Herausforderungen. Diese können nur durch gemeinschaftlich hohe Anstrengungen sowohl seitens der zentralen Serviceeinrichtungen als auch seitens der wissenschaftlichen Institute und Arbeitsgruppen zufriedenstellend bewältigt werden.

Regional und national ist die TUBAF institutionell sowie durch ihre Mitglieder in den einrichtungsübergreifenden Netzwerken Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)⁶ und sächsische Landesinitiative Forschungsdatenmanagement (SaxFDM)⁷ eingebunden und beteiligt sich aktiv an entsprechenden

Entwicklungen.

Der verantwortungsvolle Umgang mit Forschungsdaten ist verbindlich für alle Mitglieder der TUBAF in einer Ordnung zur Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis⁸ sowie ergänzend durch eine Forschungsdaten-Policy⁹ geregelt. Dabei werden FAIR Datenprinzipien (Findability, Accessibility, Interoperability and Reuseability), die „Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten“¹⁰ der Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen sowie die „Leitlinie zum Umgang mit Forschungsdaten“¹¹ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) umfänglich aufgegriffen und umgesetzt.

Noch im Aufbau befindet sich die Schaffung und Umsetzung von Qualifizierungsangeboten für digitale Forschungsmethoden und -kompetenzen. Erste Kurse werden u. a. in Kooperation mit dem Netzwerk SaxFDM durchgeführt. Ebenso sollen der Zugang und die Anwenderfreundlichkeit verfügbarer Forschungsdatenrepositorien weiter verbessert werden, um deren noch umfassendere Nutzung zu fördern.

Mit der Unterzeichnung der sogenannten Berliner Erklärung („Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities“¹²) sowie der eigenen Open-Access-Policy¹³ bekennt sich die TUBAF zu Open Access und Open Science. Entsprechende Entwicklungen werden durch die Universitätsleitung mit Unterstützung der Universitätsbibliothek gefördert und begleitet. Gleichzeitig werden begründete Schutzinteressen, die einer Veröffentlichung von Forschungsdaten und -ergebnissen entgegenstehen, in jedem Fall respektiert.

An der Universitätsbibliothek wurde eine Abteilung für Open Science aufgebaut, die Beratungs- und Serviceangebote für die Wissenschaftler implementiert und koordiniert¹⁴. Zur Motivation und Unterstützung der Mitglieder der TUBAF informiert ein regelmäßig erscheinender Open-Science-Newsletter¹⁵ zu aktuellen Entwicklungen und best practice.

Die TUBAF verfügt über etablierte Strukturen und Verantwortlichkeiten für Informationssicherheit und Datenschutz. Diese wurden aufbauend auf den Erfahrungen mit einem 2023 erlittenen IT-Zwischenfall umfassend weiterentwickelt und bieten einen inzwischen hohen Sicherheitsstandard.

Besondere Potenziale leiten sich aus dem umfangreichen Datenschatz ab, der

als Resultat langjähriger experimenteller Forschungsarbeit sowie umfangreicher Sammlungsbestände vorliegt. Darüber hinaus verfügt die TUBAF über eine teils unikale Forschungsinfrastruktur und betreibt eine Vielzahl großskaliger und hochkomplexer Forschungs- und Pilotanlagen, deren Mess-, Sensor- und Steuersysteme fortlaufend sehr umfangreiche und verschiedenartige Datensätze generieren. Daneben erzeugen auch Prozesssimulationen enorme Datenmengen. Viele Institute der TUBAF verfügen deshalb über sehr wertvolle, teils weltweit einmalige Datenbestände, die eine hervorragende Grundlage für datenbasierte Forschungsvorhaben bilden.

Eine weitere Stärke der TUBAF besteht in der fachübergreifend engen Vernetzung entlang des wissenschaftlichen Profils der Ressourcenuniversität. Es bestehen hier sowohl interdisziplinäre Verbindungen, bspw. zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Mathematik, Informatik, Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaft, aber auch direkte Verknüpfungen zwischen eher grundlagenorientierter und anwendungsnaher Forschung. Auch dies schafft besondere Voraussetzungen für die Schöpfung einzigartiger Datensätze sowie die fachübergreifende Nutzung von Forschungsdaten.

Traditionell arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der TUBAF eng mit Partnern in Industrie und Wirtschaft zusammen und pflegen vielfältige, oft langjährige und vertrauensvolle Kooperationsbeziehungen. Im Zusammenhang mit der digitalen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft ergeben sich hieraus besondere Chancen. Dies betrifft einerseits die Umsetzung von datengetriebenen Innovationen sowie andererseits den Zugang zu Prozessdaten aus industriellen Anlagen.

Als vergleichsweise kleine Universität kann die TUBAF ihren Mitgliedern einen individuellen und flexiblen Service durch die zentralen Einrichtungen, bspw. das Universitätsrechenzentrum, bieten. Aufwendige Antragsverfahren, bspw. für den Zugang zu HPC-Ressourcen, entfallen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierende werden ermutigt sowie auch kollegial dabei unterstützt, die bestehenden Möglichkeiten für daten- und rechenintensive Forschung zu nutzen. Gleichzeitig bildet die Schaffung und Gewährleistung umfassender und professioneller Unter-

stützungsangebote speziell für kleine Hochschulen eine Herausforderung, da nicht alle Themen personell und materiell hinreichend abgedeckt sind.

Viele Entwicklungen im Zusammenhang mit der Digitalisierung verlaufen mit einer sehr hohen Dynamik und erfordern daher stetige Anpassungs- und Lernprozesse. Dies betrifft sowohl die Ausstattung als auch die Nutzung neuer Methoden und Tools. Längerfristige Planungen werden dadurch erschwert. Ebenso entstehen in einigen Bereichen Abhängigkeiten, bspw. hinsichtlich des Zugangs zu Softwareprodukten sowie deren Kompatibilität zur vorhandenen Ausstattung. Dies schafft Unsicherheiten und birgt auch die Gefahr von Fehlentwicklungen, die sich oft erst rückblickend als solche erkennen lassen.

Die zunehmende Vernetzung verschiedenster Hard- und Softwaresysteme sowie Datenbestände erhöht nicht nur die Komplexität, sondern auch die Risiken gegenüber Missbrauch, unlauteren bzw. nicht qualitätsgerechten Forschungspraktiken, Cyberangriffen sowie technisch bedingten Ausfällen und kann die Arbeitsfähigkeit der Universität massiv gefährden.

Generell stellen hohe Kostensteigerungen für Softwarelizenzen, den Zugang zu Datenquellen sowie den wachsenden Anforderungen anzupassende Hardwareausstattung eine Herausforderung dar, da die verfügbaren Budgets nicht gleichermaßen wachsen.

Eine Herausforderung bildet ebenfalls die Finanzierung der personellen und materiellen Ressourcen, die zur Bewältigung zusätzlich entstehender Aufgaben, bspw. zur professionellen Kuratierung umfangreicher Datenbestände, zur Pflege und Weiterentwicklung des Forschungsinformationssystems sowie zur Gewährleistung von Datenschutz und IT-Sicherheit, erforderlich sind. Die Finanzierung mit zeitlich begrenzt verfügbaren Projektmitteln erschwert zudem die Gewinnung und Bindung von Erfahrungs- und Kompetenzträgern, speziell vor dem Hintergrund eines generellen Fachkräftemangels, insb. bei IT-Fachkräften.

Schließlich ist festzustellen, dass die Umsetzung und Nutzung der Digitalisierung innerhalb der TUBAF bisher sehr differenziert erfolgen. Während einige Institute weit fortgeschritten sind und bereits erhebliche Kompetenz aufbauen konnten, ist die Digitalisierung in ande-

ren Bereichen noch unterentwickelt und nur begrenzt Teil der täglichen Praxis. Noch ausbaufähig ist unter anderem die breite Nutzung von Repositorien sowie eine nutzungsorientierte Dokumentation von Metadaten. Daneben ist die Integration der Vermittlung von IT- und Datenkompetenz als Grundlage für digitale Wissenschaft noch nicht flächendeckend in der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses verankert. Dies betrifft sowohl einen Teil der Studiengänge als auch das Angebot der Graduierten und Forschungsakademie (GraFA).

Aktuelle Vorhaben im Bereich der Digitalisierung von Forschung und Transfer an der TUBAF

Wichtige aktuelle Vorhaben im Bereich der Digitalisierung von Forschung und Transfer werden folgend kurz beschrieben.

Das bestehende HPC-Rechnercluster des Universitätsrechenzentrums soll durch ein leistungsfähigeres System ersetzt werden. Hierzu wurde im Juni 2024 ein Großgeräteantrag für ein Fördervolumen in Höhe von ca. 1,5 Mio. EUR bei der DFG eingereicht. Zusätzlich bemüht sich die TUBAF um weitere Förderungen, u. a. zur Erweiterung von Speicherkapazitäten sowie einer Verbesserung der Rechenleistung. Mit den Investitionen sollen insbesondere auch die Voraussetzungen für die Umsetzung rechenintensiver Anwendungen im Bereich Künstliche Intelligenz bzw. Machine Learning an der TUBAF verbessert werden. Wissenschaftler mehrerer Fakultäten befassen sich bereits aktiv mit der Entwicklung entsprechender Anwendungen, die sowohl für die Forschung als auch für die Lehre hohes Potenzial besitzen.

Als wichtige Maßnahme der Kommunikation und des Wissensmanagements wird gegenwärtig ein Forschungsinformationssystem aufgebaut, das Informationen zu allen Projekten, Publikationen, Einrichtungen, Forschungsthemen und Kompetenzträgern an der TUBAF bündelt und miteinander verknüpft. Damit werden Recherchen innerhalb der Universität wesentlich erleichtert und es wird einfacher, sich einen Überblick über Forschungsleistungen zu verschaffen oder direkt die richtigen Ansprechpartner zu bestimmten Themen zu finden. Eine erste öffentlich nutzbare Fassung des Forschungsinformationssystems soll Anfang 2025 in Betrieb gehen und zunächst auf Projekte und Publikationen fokussieren. Weitere Module werden danach fortlaufend ergänzt. Federführend wird das Vorhaben durch die Universitätsbibliothek umgesetzt.

Ein weiteres Thema mit wesentlicher Beteiligung der Universitätsbibliothek betrifft die Digitalisierung von historischen Dokumenten sowie von Beständen der bedeutenden wissenschaftlichen Sammlungen der TUBAF. Objekte sollen dabei auch mit dreidimensionalen Bild- und Herkunftsdaten erfasst und zugänglich gemacht werden. Dies erschließt wesentlich erweiterte Möglichkeiten der wissenschaftlichen Nutzung der Sammlungen.

Die Möglichkeiten, Dokumente und Forschungsdaten in professioneller Weise digital zu sichern und zu publizieren, werden stetig erweitert, um mit den wachsenden Anforderungen Schritt zu halten. Durch die Abteilung Open Science der Universitätsbibliothek aber auch seitens der Fakultäten und

einiger zentraler Einrichtungen werden Schulungen zu Themen des Forschungsdatenmanagements sowie weiteren Digitalisierungsthemen angeboten. Mittelfristig soll die Vermittlung von IT- und Datenkompetenz fester Bestandteil der Curricula aller Studiengänge an der TUBAF werden, damit künftige Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler befähigt sind, die Potenziale der Digitalisierung von Anfang an optimal zu nutzen.

Universitätsleitung, Universitätsbibliothek und Universitätsrechenzentrum fördern und begleiten diese Entwicklungen aktiv.

- 1 <https://tu-freiberg.de/universitaetsrechenzentrum/service-portfolio/server-speicher/netzwerkspeicher>
- 2 <https://tu-freiberg.de/urz/service-portfolio/hochleistungsrechnen-hpc>
- 3 <https://tu-freiberg.de/universitaetsrechenzentrum/service-portfolio/sicherheit/archivierung-opara>
- 4 <https://tubaf.qucosa.de/>
- 5 https://blogs.hrztu-freiberg.de/ub/events/fis_tubaf/
- 6 <https://www.nfdi.de/>
- 7 <https://saxfdm.de/>
- 8 https://tu-freiberg.de/sites/default/files/2024-01/2023_5_Ordnung_Sicherung_gute_wiss_Praxis.pdf
- 9 <https://tu-freiberg.de/sites/default/files/2024-01/fdm-policy.pdf>
- 10 https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/100624-allianz-forschungsdaten.pdf
- 11 <https://www.dfg.de/resource/blob/172112/4ea861510ea369157afb499e96fb359a/leitlinien-forschungsdaten-data.pdf>
- 12 <https://openaccess.mpg.de/Berlin-Declaration>
- 13 <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:105-qucosa2-861342>
- 14 <https://tu-freiberg.de/ub/open-science>
- 15 <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:105-qucosa2-858115>

Eröffnung des Behavioral Research Lab an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg

Alexander Leischnig, Jutta Stumpf-Wollersheim

Am 14. Mai 2024 wurde an der TU Bergakademie Freiberg das Behavioral Research Lab eröffnet. Das neue Labor ist eine Forschungsinfrastruktur zur Durchführung verhaltenswissenschaftlicher empirischer Untersuchungen. Es wurde von Prof. Dr. Alexander Leischnig und Prof. Dr. Jutta Stumpf-Wollersheim von der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften gegründet und von der

Dr. Erich-Krüger-Stiftung gefördert. Das Labor steht allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an der TU Bergakademie Freiberg für die Durchführung von Studien zur Verfügung.

Den Auftakt der Festveranstaltung bildeten Grußworte des Rektors der TU Bergakademie Freiberg, Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht, und des Dekans der Fakultät für Wirtschaftswissen-

schaften, Prof. Dr. Michael Höck. Beide Redner unterstrichen die Relevanz des Behavioral Research Lab und experimenteller Forschung. Im Anschluss daran stellten die beiden Gründer in ihrem Vortrag das Labor vor. Neben einer kurzen Einführung in das experimentelle Arbeiten, die Besonderheiten des Labors und seiner Anwendungsmöglichkeiten wurde auf Kooperationsmöglich-



Prof. Dr. Gari Walkowitz, Vorsitzender der Ethikkommission der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, erläuterte anschließend in seinem Vortrag ethische Aspekte verhaltenswissenschaftlicher

Empirischer Untersuchungen. Er fokussierte dabei auf drei große Themenkomplexe, nämlich erstens „Charakter, Existenz und Ordnung“, zweitens „Gewohnheit, Brauch und Schäume“ und drittens „Ethik - Freiheit, Institution und Evidenz“. Abschließend verwies er auf die neu eingerichtete Ethikkommission der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, welche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der TU Bergakademie Freiberg in ihrer Forschung berät und die Aufgabe hat, bei der Durchführung von Forschungsvorhaben Hilfestellung bei der Beurteilung ethischer Gesichtspunkte zu geben.

Die Festveranstaltung wurde vom Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, der Sparkassen-Stiftung TU Bergakademie Freiberg sowie der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften unterstützt. Hierfür danken wir sehr herzlich.

lichkeiten in Wissenschaft und Praxis sowie auf ethische Aspekte experimenteller Untersuchungen eingegangen.

Als Keynote Speaker konnte für die Eröffnungsveranstaltung Dr. Stephan Dickert von der School of Business and Management der Queen Mary University of London gewonnen werden. In seinem Vortrag erläuterte er Trends in der empirischen Verhaltensforschung und gab Einblicke in eigene experimentelle Untersuchungen zu unterschiedlichen Themenstellungen, wie zum Beispiel zur Markenwahrnehmung und zum Spendenverhalten. Insgesamt verdeutlichte der Vortrag die hohe Bedeutung experimenteller Forschung zur Untersuchung kausaler Zusammenhänge in den Verhaltenswissenschaften.

Im Anschluss an die Vorträge wurden die rund 60 Gäste zu einem Empfang geladen. Die Festveranstaltung



Kontakt:

Prof. Dr. Alexander Leischnig, Prof. Dr. Jutta Stumpf-Wollersheim, research-lab@bwl.tu-freiberg.de

recomine-Verbundprojekt Lern-Lehr-Vermittlungsort (LLV) Muldenhütten

Ein historisch-gesellschaftliches Vermittlungs- und Entwicklungsprojekt am Freiburger Welterbe-Standort Muldenhütten

Helmuth Albrecht

Die Geschichte des auf die Konzeption und erste prototypische Umsetzung eines Lern-, Lehr- und Vermittlungsortes am UNESCO-Welterbestandort Muldenhütten zielenden gesellschaftlichen Projekts reicht bis in die Endphase der Antragstellung für die Verleihung des Welterbe-Titels an die deutsch-tschechische Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří zurück. Im Rahmen des vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) geförderten Programms „WIR! - Wandel durch Innovation in der Region“ bewarben sich damals die TU Bergakademie Freiberg und das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) unter dem

Namen „recomine“ gemeinsam auf eines der WIR!-Projekte, um im Bündnis mit weiteren Partnern in wissenschaftlich-technischen Teilprojekten die Entwicklung neuer Umwelttechnologien und Verfahren zur Erschließung disperser Rohstoffquellen an Altbergbau-Standorten zu erforschen und daraus innovative Lösungen für die Praxis zu entwickeln.

Das BMBF forderte zu den wissenschaftlich-technischen Projekten ergänzend ein gesellschaftliches Begleit- und Vermittlungsprojekt, für das die Wahl des recomine-Bündnisses in Kooperation mit dem damals den Welterbe-Antrag bearbeitenden Institut für

Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte (IWTG) der TU Bergakademie Freiberg schließlich auf den historischen Hüttenstandort Muldenhütten bei Freiberg fiel. Der bereits damals als Teil des künftigen Welterbes



Die neue Ausstellung im Huthaus von Muldenhütten, eröffnet am 7. Juli 2024 (Quelle: IWTG)

vorgesehene, über 700 Jahre alte und seit 1991 brachliegende Hüttenstandort schien aufgrund seiner besonderen Geschichte für ein gesellschaftliches Begleitprojekt im Rahmen des recomine-Bündnisses besonders geeignet, um einer breiteren Öffentlichkeit die aktuelle Problematik montaner Altstandorte zu vermitteln und zugleich Wege zur Lösung dieser Problematik aufzuzeigen. So entstand die Idee, den historischen Hüttenstandort im Rahmen eines Pilotprojekts zu einem Lern-, Lehr- und Vermittlungsort für das seit Jahrhunderten bestehende Spannungsverhältnis zwischen Umweltbelastung und Umweltschutz im Montanwesen sowie die daraus entstandenen Innovationen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu entwickeln.



Schulprojektwoche zum Thema Muldenhütten mit Hortkindern der Freiburger Grundschule „Theodor Körner“ vom 15.-19. Juli 2024

Mit der Verleihung des Welterbe-Titels an die Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří im Juli 2019 nahm das Projekt konkrete Formen an, wenngleich der Weg zu seiner Realisierung lang und steinig war und erst Ende März 2023 das BMBF die notwendigen Finanzmittel bewilligte. Als Leadpartner des Verbundprojekts fungiert seitdem das IWTG der TU Bergakademie Freiberg, das für die Leitung und die Projektkoordination mit dem recomine-Bündnis, die geplanten Ausstellungen, Tage der offenen Tür, Lehrerfortbildungen, Stakeholderworkshops und die Öffentlichkeitsarbeit verantwortlich ist. Verbundpartner im Projekt ist der Förderverein Montanregion Erzgebirge e.V., der aufgrund seiner langjährigen Erfahrungen mit der Planung und Durchführung der vorgesehenen Schulprojektstage für Schüler/innen verschiedener Schul- und Altersstufen betraut ist. Weitere Kooperationspartner sind die SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH als Eigentümer des historischen Hüttenkomplexes, die Fachgruppe Hüttenge-

schichte der Historischen Freiburger Berg- und Hüttenknappschaft e.V., der Welterbe Montanregion Erzgebirge e.V., die Silberstadt Freiberg, der Fremdenverkehrsverein Freiberg e.V. und das Unternehmen Ecobat Resources im Industriegebiet Muldenhütten.

Die Leitfragen für das Projekt lassen sich wie folgt beschreiben:

- Wie geht man mit denkmalgeschützten, aber kontaminierten Gebäuden und Bergbauhalden um, deren Denkmalwert erklärungsbedürftig und nur eingeschränkt erlebbar ist?
- Wie entwickelt man einen Weltkulturerbe-Standort, in dessen unmittelbarem Umfeld weiterhin und auch in Zukunft produziert wird?
- Wie lassen sich aus einer über 700-jährigen Standortgeschichte innovative Lösungsansätze für heutige Fragestellungen und aktuelle Zukunftsperspektiven für einen Welterbe-Standort und für Fragestellungen der geomontanen und metallurgischen Kreislaufwirtschaft ableiten?
- Wie und mit welchen Formaten lässt sich die Bedeutung und der Identifikationswert des Areals generationenübergreifend attraktiv vermitteln?

Antworten auf diese Fragen sollen im Rahmen von drei Themenkomplexen erarbeitet und präsentiert werden, welche zugleich die Grundlage für die Konzeption und Durchführung der geplanten Ausstellungen, Tage der offenen Tür, Schulprojektstage, Lehrerfortbildungen und Stakeholder-Workshops bilden:

- Der historische Hüttenkomplex Muldenhütten im Kontext des Welterbes Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří,
- Muldenhütten als innovativer Hüttenstandort im 19. und 20. Jahrhundert,
- Muldenhütten als Beispiel für Fragestellungen der geomontanen und metallurgischen Kreislaufwirtschaft in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Im Juni und Juli 2024 fanden in Muldenhütten die ersten Schülerprojektstage, ein erster Tag der offenen Tür und die Eröffnung der ersten Ausstellung statt.

An den ersten Schulprojekttagen des Jahres 2024 nahmen insgesamt 200 Schüler/innen teil. An zwei Pro-

jekttagen (06.06./13.06.) besuchten 12 bzw. 20 Schüler/innen der 8. Klasse des Dresdener „Gymnasium Klotzsche“ Muldenhütten, am 12.06./13.06. sowie am 17.06./18.06. fanden jeweils zwei Projektstage für die beiden 5. Klassen der Freiburger Oberschule „Gottfried Pabst von Ohain“ statt, gefolgt von einer Projektwoche (15.07.-19.07.) der



Eine der Führungen durch das Welterbe Muldenhütten am Tag der offenen Tür am 7. Juli 2024



Besucher des Tages der offenen Tür im Welterbe Muldenhütten am 7. Juli 2024

Hortkinder aus der 1. bis 4. Klasse der Freiburger Grundschule „Theodor Körner“. Für die Schüler/innen der beiden Freiburger Schulen wurde unter dem Motto „Eine Reise in das Königreich der Metalle und die Suche nach dem Schatz des Königs Plumbum“ das Konzept einer altersgerechten Entdeckungstour durch den historischen Hüttenstandort entwickelt und erfolgreich umgesetzt. Auf verschiedenen Erlebnisstationen wurden den Schüler/innen auf spielerische Art und Weise grundlegende Kenntnisse zu Metallen, ihre Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung vermittelt. Zu den Höhepunkten der Reise gehörten u. a. das Schauschmelzen im Huthaus, die Vorführung des historischen Hüttengebläses, die Entdeckung der Schatzkiste von „König Plumbum“ und die Prägung von Münzen aus den im Schatz gefundenen „Silberrollingen“ mit einer Münzpresse auf dem Hüttengelände von Muldenhütten. Im Rahmen ihrer fünftägigen Projektwoche absolvierten die Hortkinder der Grundschule „Theodor Körner“ ferner einen Tag mit Einführungsvortrag und „Trainings-Parcours“ auf dem Schulhof



Schulprojekttag in Muldenhütten mit der 5. Klassen der Freiburger Oberschule „Gottfried Pabst von Ohain“ am 17. Juni 2024

zur Vorbereitung für ihren Besuchstag im „Reich der Metalle“ in Muldenhütten sowie weitere Projekttag mit Besuch des Freibergsdorfer Hammers, der Ausstellung „terra mineralia“ in Schloss Freudenstein sowie des „Geomobils“ in ihrer Schule. Am Abschlusstag gestalteten die Hortkinder Poster zu ihren Erlebnissen in und um Muldenhütten, von denen die drei Besten mit Preisen ausgezeichnet wurden.

Für die Gymnasiasten/innen des Dresdener Gymnasiums Klotzsche brachte ihr Besuch in Muldenhütten eine Einführung in die modernen Methoden der digitalen Dokumentation von historischen Industrieanlagen. Auf den theoretischen Teil folgte eine praktische Übung mit der Demonstration der Möglichkeiten einer fotografischen Dokumentation der Gebäude des histo-

rischen Hüttenkomplexes mittels einer Drohne sowie der Nutzung der Smartphones der Schüler/innen. Anschließend wurde den Schüler/innen die Verarbeitung der Drohnenaufnahmen und der Aufnahmen ihrer Smartphones am Computer mit Hilfe einer speziellen Software zu einer dreidimensionalen digitalen Ansicht des Hüttenkomplexes vorgeführt. Trotz einer nur sehr begrenzten Zahl von Fotoaufnahmen beeindruckte das Ergebnis alle Beteiligten.

Im Zusammenhang mit dem fünfjährigen Jubiläum der Aufnahme der Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří in die Liste des UNESCO-Weltkulturerbes (06.07.2019) fand am 7. Juli 2024 im historischen Hüttenkomplex der erste Tag der offenen Tür und die Eröffnung der ersten Ausstellung des Projekts im Huthaus von Muldenhütten statt. Im Verlauf des Tages kamen mehr als 250 Besucher/innen an den Standort und informierten sich in der kleinen Ausstellung mit dem Titel „MULDENHÜTTEN Industriekomplex, Welterbe und Lernort – Potentiale und Herausforderungen am historischen Hüttenstandort“ über das recomine-Projekt LLV Muldenhütten. Rege angenommen wurden durch die Besucher/innen aller Altersstufen auch die Führungen durch das Welt-

erbeareal sowie im benachbarten historischen Zylindergebläse. Bei bestem Sonntagswetter war die Ausstellung im Huthaus Muldenhütten zudem Ausgangspunkt der traditionellen Wanderung des Freiburger Fremdenverkehrsvereins e.V. zum Tag der Schauanlagen, die diesmal der Montanlandschaft um Muldenhütten gewidmet war.

Derzeit bereitet die Projektgruppe von recomine LLV Muldenhütten bereits die zweite Ausstellung und den zweiten Tag der offenen Tür für Ende November 2024 vor. Die Ausstellung wird im Ausstellungsraum des Sächsischen Staatsarchivs Bergarchiv Freiberg in Schloss Freudenstein zum Thema „Gut für Freiberg?! Muldenhütten auf dem Weg ins Industriezeitalter“ zu sehen sein. Bis Jahresende 2024 soll ferner noch eine erste Lehrerfortbildung sowie ein erster Stakeholder-Workshop durchgeführt werden. Für das Jahr 2025 sind neben weiteren Schulprojekttagen, Lehrerfortbildungen und Stakeholder-Workshops vor allem noch ein abschließender dritter Tag der offenen Tür sowie eine große Abschlussausstellung zum Thema geomontane und metallurgische Kreislaufprozesse in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft geplant.

Ohren auf und Augen groß in den neuen Lern- und Lehrräumen der Universitätsbibliothek Freiberg

Oliver Löwe, Stefanie Nagel

Als Helmut Schmidt Bibliotheken als „die geistigen Tankstellen der Nation“ bezeichnete, war es unumgänglich die Lesesäle aufzusuchen, um Wissensbedürfnisse jedweden Fachbereichs zu befriedigen. Darüber hinaus ist das Teilen von Wissen seit jeher die ureigenste Charakteristik von Bibliotheken – ein gesellschaftlich relevanter, weil zutiefst demokratischer Aspekt, der deren Existenz und Förderung rechtfertigen sollte. Arne Semsrott pries in seiner Keynote auf der BiblioCon 2024 die wichtige Rolle von Bibliotheken als Orte der Begegnung und des Austauschs. Spätestens mit der Verlagerung der Literaturrecherche und -beschaffung ins Internet stehen Bibliotheken jedoch vor der Herausforderung um diese Daseinsberechtigung zu kämpfen. Ausleih- und Nutzendenzahlen gehen allenthalben zurück. Die finanzi-

ellen Herausforderungen zur nachhaltigen Transformation bibliothekarischer Angebote und Dienstleistungen sind enorm. Aufgrund vielerorts nicht vorgenommener Anpassungen im Haushalt von Kommunen oder dem Staat können diese notwendigen Weiterentwicklungen nicht oder nur rudimentär stattfinden¹. Dabei wäre eine derartige Entwicklung besonders in Zeiten von Fake News und Populismus enorm wichtig. Vor diesem Hintergrund ist es umso positiver zu bewerten, dass die TU Bergakademie Freiberg beim Neubau des Kombibaus Universitätsbibliothek/Hörsaalzentrum sich dieser Problematik annahm und sich auf ein Experiment einließ: die Schaffung und Ausstattung eines Lern- und Lehrraumkomplexes für VR/AR/3D-Technologien² und eines Podcaststudios.

Mixed Reality in der Bibliothek?

Mixed Reality wurde bereits 2020 als relevanter Trend in der Hochschulbildung bewertet³. Schon deutlich früher ebnete die TU Bergakademie Freiberg mit dem Lehrstuhl für Virtuelle Realität den Weg für Forschung und Lehre auf diesem Gebiet⁴. Inzwischen arbeiten viele Bereiche dezentral am Campus mit dieser Technologie, was aufgrund des Fächerspektrums nahe liegt. Beschleunigt wurde die Fokussierung auf und Generierung von 3D-Modellen auch durch die Corona-Pandemie, die den Zugriff auf reale Exponate unmöglich und die Verwendung identischer Digitalisate notwendig machte. Nicht zuletzt führte das Großprojekt TUBAFdigital (früher VirtFa) mit seinen Teilprojekten zum Anstieg von 3D-Modellen und zum Auf- und Ausbau der notwendigen Infrastrukturen



Abb. 1: Globus im Original und als 3D-Modell im Smartphone

zur Nutzung der Technologie in der Lehre⁵.

Die Bibliothek beschäftigt sich seit 2017 mit den Möglichkeiten von AR und VR für ihre Bestände und machte mithilfe dieser Technologien ein seltenes Objekt für Wissenschaft und Öffentlichkeit wieder zugänglich: Der pneumatisch portative Globus von 1831⁶, der aufgrund seines Materials und gefalteten Lagerung poröse Stellen aufweist, die eine Präsentation unmöglich machen, wurde als 3D-Objekt produziert und ist nun in Form eines digitalen Zwillings wieder nutzbar (Abb. 1). Es folgten Projekte mit dem Institut für Informatik zur Digitalisierung eines wertvollen Bucheinbandes⁷ und der Holzschnitte von Kalfoten⁸.

Mixed-Reality-Space und ScienceLab

Resultierend aus den Erfahrungen dieser Zusammenarbeit und der Absicht, innovative Angebote in den 2019 noch in Planung befindlichen Neubau der Bibliothek zu integrieren, reifte der Plan, einen Mixed Reality Lern- und Lehrraumkomplex zu konzipieren. Er besteht aus zwei Räumen, die zur Auseinandersetzung mit der Technologie für die Lehre und das Studium, aber auch für das wissenschaftliche Arbeiten gedacht sind.

VR- und AR-Anwendungen stellen besondere Ansprüche an den Raum. Da Möbel v. a. bei der Nutzung von VR-Brillen gefährliche, weil nicht wahrnehmbare Hindernisse sein können, ist der **Mixed Reality Space** ein Freiraum im wahrsten Sinne des Wortes: Der Raum ist leer, beeindruckt aber mit seiner auffallenden Wandgestaltung (Abb. 2). Diese wiederum trägt den Anforderungen von AR-Anwendungen Rechnung. Die Geräte können Grenz-



Abb. 2: Nutzung von VR-Brillen im Mixed Reality Space

flächen wie Wände oder Fußböden besser und schneller detektieren, wenn sie Strukturelemente aufweisen. „Außerdem ist ein Raum mit hoher Aufenthaltsqualität ein Raum, in dem sich Menschen gern aufhalten und wiederkehren“, so die Meinung der Berliner Künstlerin Franziska Hauber, die im Auftrag der Bibliothek die Wände des Mixed Reality Spaces gestaltet hat⁹. Registrierte Bibliotheksbenutzer:innen können den Raum buchen und VR-Brillen über ihr Bibliothekskonto ausleihen. Zum Start des Angebots stehen insgesamt acht PICO4 Enterprise Brillen sowie zwei iPad Pro Tablets für AR-Anwendungen zur Verfügung. Ausgewählte VR-Apps sind bereits ins Portfolio aufgenommen und können genutzt werden, darunter die Entwicklungen aus den VirtFa-Teilprojekten aus dem Fachbereich Chemie und Paläontologie. Weitere Produkte können selbständig auf die Geräte geladen werden. Nach jeder Nutzung werden alle Geräte auf einen sauberen Ausgangszustand zurückgesetzt: sowohl nach inhaltlichen als auch hygienischen Aspekten. Zur Reinigung der Geräte wurde dafür ein UV-Desinfektionswagen beschafft (Modell: UVISAN VR 12).



Abb. 3: ScienceLab

Der zweite Raum, das sogenannte **ScienceLab** (Abb. 3), orientiert sich am Konzept des Makerspaces¹⁰. In diesem Werkstattraum befindet sich die Hardware, die das ganze Spektrum von der Erzeugung, Manipulation bis hin zum Ausdrucken von 3D-Modellen abdeckt. Am Anfang steht die Digitalisierung von Objekten, die über den 3D Scanner (Modell: EinScan Pro+) erfolgen kann. Über einen Drehteller können kleinere Vorlagen sehr zuverlässig und intuitiv digitalisiert und anschließend an den mächtigen Workstations bearbeitet werden. Auf diesen vier verfügbaren Computern sind diverse Spezialanwendungen installiert, die 3D-Modellierung und den Bau von VR-Szenarien in höchster grafischer Qualität problemlos ermöglichen. Die VR-Szenen können anschließend auf eine VR-Brille gespeichert und im Mixed Reality Space genutzt werden. Alternativ steht zum Ausdrucken der Modelle ein 3D-

Drucker (Modell: BambuLab X1 Carbon) zur Verfügung.

Bereichert wird das ScienceLab seit März 2024 zudem durch zwei hochmoderne Mikroskopie-Spezialscanner, die die (Massen-)Digitalisierung von geo-, material- und werkstoffwissenschaftlichen Präparaten im Durch- (Zeiss Axioscan 7) und Auflicht (Zeiss AxioImager Vario Z2) ermöglichen¹¹. An der TU Bergakademie Freiberg sind etwa 30.000 petrographische Dünnschliffe vorhanden. Der Bestand an Gesteinsproben und Bohrkernen wächst durch aktuelle Forschungsprojekte stetig. Die Anschliffe erreichen eine ähnliche Größenordnung und umfassen Erz- und Kohleanschlässe, metallographische Anschliffe, Anschliffe von Keramik, Feuerfest, Baustoffen und Bindemitteln sowie von Glas und Glaskeramik. Mithilfe der Mikroskopie-Spezialscanner ist nun die umfassende und systematische Digitalisierung, Erschließung und öffentliche Zugänglichmachung einer wichtigen Gruppe von universitätseigenen Forschungs- und Sammlungsobjekten von überregionaler Bedeutung geplant.

Insgesamt steht das ScienceLab, das am 10.07.2024 eröffnet wurde¹², interdisziplinär für die Lehre und das wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung. Die Ausstattung soll insbesondere Studierenden und Doktoranden einen niedrighwelligen Einstieg in die Welt der Digitalisierung sowie der VR-, AR- und 3D-Technologien ermöglichen. Im Rahmen von Lehrveranstaltungen und Qualifizierungsarbeiten können die Nachwuchswissenschaftler:innen selbstgesteuert lernen und forschen und somit ihre Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit diesen zukunftsweisenden Technologien vertiefen. Beide Räume können von registrierten Bibliotheksbenutzer:innen nach der erfolgreichen Teilnahme an einer Geräteschulung gebucht werden.

Ein erstes Zwischenfazit

Bereits vor dem Start des regulären Betriebs der VR-/AR-Räume wurden interessierte Personen aus den unterschiedlichsten Fachbereichen angefragt, ihre Ideen und Anforderungen sowie ihr Potential zur Teilhabe an den Lehr- und Lernräumen miteinander zu besprechen. Im Rahmen des sog. Mixed Reality Forums, das sich, organisiert von der Bibliothek, regelmäßig trifft, kommen Fachbereiche miteinander in Kontakt – ein Umstand, der die interdisziplinäre Arbeit enorm fördert.

Die „kurzen Wege“ werden auch auf dieser Arbeitsebene etabliert und hoffentlich verstetigt. Neben der Vernetzung ist die Kollaboration ein wichtiger Aspekt, gerade bei dieser, mit teurer Hardware arbeitenden Technologie. Das gemeinsame Nutzen von Hardware, das Zurverfügungstellen von Geräten aus Laboren im ScienceLab manifestieren den Gedanken des Miteinanders.

Und die Bibliothek? Die profitiert auf verschiedene Weise von der Erweiterung ihres Service-Portfolios im Bereich AR/VR und Digitalisierung. Zum einen kann sie eigene Themen auf den schon erwähnten kurzen Wegen in die Fachbereiche vermitteln. Themen wie Forschungsdatenmanagement oder Urheberrechtsexkurse können gezielter, verständnisvoller und im Idealfall nachhaltiger kommuniziert werden, wenn die Akteure selbst vor Ort sind. Zum anderen hat sich die Technologie zu einem Begleiter im Bibliotheksalltag entwickelt und wird mehr und mehr mitgedacht. VR-Apps mit wissenschaftlichem Anspruch können beim Bestandsaufbau berücksichtigt werden¹³. Auch die Frage der Verwendung digitaler Medien in den Räumen vor Ort wird vor dem Hintergrund der gegebenen Möglichkeiten neu diskutiert. Ein erster Versuch einer AR-Eigenentwicklung befindet sich gerade in der Testphase und wird voraussichtlich für die Darstellung von 3D-Molekülmodellen in Vorlesungsskripten der Chemie eingesetzt¹⁴.

Podcaststudio ON AIR

Vervollständigt wird der neue Lern- und Lehrraumkomplex der Universitätsbibliothek durch das Podcaststudio, das im Mai 2024 ON AIR ging (Abb. 4)¹⁵. Podcasts haben sich zu einem sehr beliebten Format entwickelt, Inhalte zu vermitteln. Diese populäre Methode der akustischen, dezen-

tralen Wissensvermittlung hat auch die Wissenschaft für sich entdeckt und versucht darüber prinzipiell herausfordernde Themen aus den Tiefen der einzelnen Fachbereiche in die Öffentlichkeit zu bringen. Podcasts sind themenzentrierte Episoden unterschiedlicher Länge und Gestaltung, jedoch vorrangig mit Wortinhalten und einem Sprecher bzw. einer Sprecherin sowie oft ein oder zwei Gesprächsgästen. Auch als Format von Prüfungsleistungen werden Podcasts inzwischen verwendet. Das an der TU Bergakademie Freiberg einge-



Abb. 5: Podcaststudio ON AIR

setzte Lernmanagementsystem OPAL bietet die Möglichkeit Audioobjekte hochzuladen und auf diesem Wege Podcasts auch in die Lehre einzubinden.

Auf dem Weg zur Smart Library

Mit diesen neuen Serviceangeboten entwickelt sich die UB Freiberg in Richtung einer sog. Smart Library, die sich „durch einen hohen Anwendungsgrad moderner (Informations-)Technologien auszeichnet. Sie ist offen für Kooperationen aller Art und unterstützt proaktiv eine Personalentwicklung im Sinne einer zukunftsfähigen Bibliothek. Eine wichtige Rolle nimmt dabei die Partizipation von Nutzerinnen und Nutzern ein, die durch die vorhandene Informationsinfrastruktur und entsprechender Möblierung von einem hohen Maß an Aufenthaltsqualität profitieren, wodurch

das individuelle oder gemeinsame Lernen unterstützt und die Bibliothek als Treffpunkt etabliert wird“¹⁶. Im Mikrokosmos der Universität entwickelt sich die Bibliothek zunehmend zu einem interessanten Sparringspartner, mit dessen Infrastruktur moderne Lehrformen wie Podcasts oder VR-Anwendungen umgesetzt werden können. Bibliotheksentwicklungen finden den Einzug in Vorlesungsskripte. Immersive Erfahrungen fördern im Idealfall den Lernerfolg. All diese Punkte unterstreichen, dass die Bibliothek die Bestrebungen der Universität zum Ausbau der digitalen Lehre in außerordentlichem Maße unterstützt.

- 1 <https://www.kulturmanagement.net/Themen/Bericht-zur-Lage-der-Bibliotheken-2022-2023-Die-Finanzierung-von-Bibliotheken-ist-eine-Investition-in-unsere-Zukunft,4497>
- 2 AR: Augmented Reality (erweiterte Realität); VR: Virtual Reality (virtuelle Realität)
- 3 <https://library.educause.edu/resources/2020/3/2020-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- 4 <https://tu-freiberg.de/vr>
- 5 <https://www.virtfa-tubaf.de/>
- 6 <https://tu-freiberg.de/ub/bestaende/wa/globus>
- 7 <https://xsite.tu-freiberg.de/eL/3d/bibo/einband.html>
- 8 https://xsite.tu-freiberg.de/eL/3d/bibo/kaltofen_01.html
- 9 <https://www.franziska-hauber.de/>
- 10 <https://de.wikipedia.org/wiki/Maker>
- 11 <https://tu-freiberg.de/news/mitteldeutschlands-einzige-petrographische-spezialscanner-nach-freiberg-geliefert>
- 12 <https://tu-freiberg.de/news/digital-lernen-innovativ-lehren-technologien-einfach-ausprobieren-neues-sciencelab-der>
- 13 <https://www.quantumfrontiers.de/de/sharing-science/quantumvr>
- 14 https://gitlab.hrz.tu-chemnitz.de/tb50rybo-tu-freiberg.de/ar_library
- 15 <https://tu-freiberg.de/ub/services/podcaststudio>
- 16 <https://weblab.zwoeinsnull.de/smart-libraries/>

Freiberg.Science.City. – Initiative für den Wissenschaftsstandort Freiberg

Jens Grigoleit, Tobias Fieback

Was ist und was will Freiberg.Science.City.?

Am Standort Freiberg ist die TUBAF mit zahlreichen Akteuren vernetzt, die ebenfalls wissenschaftlich tätig sind bzw. wertvolle Kompetenzen besitzen sowie Leistungen und Angebote beitragen, die den Wissenschaftsstandort und dessen Attraktivität prägen. So haben

in Freiberg neben der Universität mehrere außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (bspw. HZDR HIF, Fraunhofer THM, Fraunhofer IKTS), Industrieforschungseinrichtungen (bspw. FILK Freiberg Institute, DBI Gastechnologisches Institut), An-Institute sowie forschende Behörden und Unternehmen ihren Sitz. Wichtig für die Attraktivität

des Standorts sind daneben aber auch regionale Arbeitgeber, Dienstleister, Vereine und Initiativen sowie kommunale Akteure der Stadt Freiberg und des Landkreises Mittelsachsen. Bereits seit vielen Jahren gibt es hier vielfältige Kooperationen, aber auch das Vorhaben, diese noch besser zu koordinieren und aufeinander abzustimmen.

Die gemeinsam ins Leben gerufene Initiative Freiberg.Science.City. greift dieses Anliegen sowie das gemeinsame Ziel, den Wissenschaftsstandort positiv weiterzuentwickeln, auf. Nach einem ersten Impuls im Sommer 2021 begann im Herbst 2023 die konkrete Abstimmung und Planung. Seit Februar 2024 ist am Prorektorat Forschung, Internationales und Transfer auch eine Projektstelle besetzt. Schließlich konnte die Initiative zur Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft im Mai 2024 erstmals einem größeren Kreis und der breiten Öffentlichkeit präsentiert werden.

Ziele von Freiberg.Science.City. sind die Stärkung der Sichtbarkeit und der wahrgenommenen Attraktivität Freibergs als Wissenschaftsstandort, die Gewinnung von Studierenden und Wissenschaftlern aus dem In- und Ausland, die Integration und Bindung von Talenten und Hochqualifizierten vor Ort sowie die positive Weiterentwicklung der Standort- und Rahmenbedingungen für Wissenschaft und Wirtschaft in Freiberg und der Region.

Die vorgesehenen Angebote richten sich an verschiedene Zielgruppen. Neben den nicht aus der Region stammenden Studieninteressierten und Wissenschaftlern, die für ein Studium bzw. eine Tätigkeit in Freiberg gewonnen werden sollen, stehen auch die bereits hier tätigen Studierenden und Wissenschaftler im Fokus, die in Freiberg möglichst gute Bedingungen erhalten sollen und auch als Botschafter nach Außen eine wichtige Funktion übernehmen. Daneben bilden die regionale Öffentlichkeit sowie Akteure der Stadtgesellschaft eine wichtige Zielgruppe und bestimmen wesentlich die Attraktivität Freibergs als Lebens-, Lern- und Arbeitsort mit.

Welche Maßnahmen sind geplant und wie werden diese umgesetzt?

Die im Rahmen der Initiative vorgesehenen Maßnahmen sind verschiedenen Handlungsfeldern zugeordnet, die miteinander verknüpft sind und sich wechselseitig ergänzen:

Entwicklung einer Standortmarke und Umsetzung von Kommunikationsmaßnahmen zur Außerdarstellung Freibergs als Wissenschafts- und Innovationsstandort:

Vorgesehen sind die Schaffung einer Website sowie einer Broschüre, in der sich die beteiligten Institutionen und der Standort im Verbund präsentieren.

Hierzu soll eine Standortmarke generiert werden, mit der die Einrichtungen auch im Rahmen eigenständiger Kommunikationsmaßnahmen ihre Verbundenheit mit dem Standort zeigen. Um die gemeinsame Marke zu stärken, könnte unter dieser eine jährlich stattfindende gemeinsame wissenschaftliche Veranstaltung etabliert werden, die aktuelle, für alle beteiligten Einrichtungen relevante Themenschwerpunkte aufgreift.

Kommunikationsmaßnahmen Fachkräftewerbung:

Unter Verwendung der gemeinsamen Standortmarke soll die Region Freiberg als attraktiver Arbeits- und Wohnort präsentiert werden. Hierzu sollen, zugeschnitten auf die Bedürfnisse von Forschenden und Hochqualifizierten, Informationen zu Lebensbedingungen, Freizeit- und Kulturangeboten sowie weiteren relevanten Standortfaktoren zusammengestellt werden. Über die gemeinsame Website sowie eine Broschüre sollen potenzielle Bewerber angesprochen und informiert werden.

Kommunikationsmaßnahmen Studierendenwerbung:

Neben Fach- und Führungskräften sollen als wesentliches Ziel auch Studieninteressierte angesprochen werden. Dabei geht es sowohl darum, für die in Freiberg angebotenen Studienrichtungen zu werben als auch für Freiberg als Studienort. Aufgrund der gegenüber Fachkräften verschiedenen Anforderungen müssen eigene Informationsmittel und Anspracheformen entwickelt werden. Das Zusammenwirken zwischen der TU Bergakademie Freiberg mit weiteren Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen vor Ort und die sich daraus ableitenden erweiterten Möglichkeiten innerhalb und nach dem Studium sollen als positives Argument für ein Studium in Freiberg besonders hervorgehoben werden.

Welcome-Service für wissenschaftliches Personal und Hochqualifizierte:

Wissenschaftler und Hochqualifizierte, die eine Tätigkeit in Freiberg neu aufnehmen oder nach Freiberg ziehen, sollen in der Startphase bestmöglich unterstützt werden, um die Integration zu erleichtern und eine positive Bindung an den Standort aufzubauen. Zum Welcome-Service gehören Informationsangebote, die Orientierung schaffen, die Gewährleistung einer freundlichen und kompetenten Bedienung bei

Behörden und Serviceanbietern sowie Angebote, die eine soziale Integration und Vernetzung vor Ort unterstützen. Mehrfach jährlich sollen Welcome-Veranstaltungen durchgeführt werden, bei denen neu eingestellte Mitarbeiter begrüßt werden. Im Idealfall ist auch ein individuelles Mentoring Bestandteil des Welcome-Services. Die gemeinsame Initiative Freiberg.Science.City. soll hierbei bestehende Angebote der beteiligten Einrichtungen und Unternehmen ergänzen sowie durch Bündelung Synergien generieren.

Studentisches Leben in Freiberg:

Neben guter Lehre und guten Studienbedingungen bilden Freizeitangebote und das studentische Leben vor Ort einen wichtigen Faktor, der die wahrgenommene Attraktivität eines Studienorts prägt. Gleichzeitig kann studentisches Leben auch das kulturelle und soziale Leben in einer Stadt bereichern sowie die Unterstützung der Wissenschaftseinrichtungen durch die Stadtgesellschaft fördern. Die gemeinsame Standortinitiative möchte studentisches Leben durch die Schaffung günstiger Voraussetzungen unterstützen sowie umfangreicher und besser sichtbar und erlebbar machen. Stadtgesellschaft und Studierendenschaft sollen nicht nebeneinander existieren, sondern ineinander integrieren und zusammenwirken.

Arbeits- und Lebensbedingungen für wissenschaftliches Personal und Hochqualifizierte:

Wissenschaftler und Hochqualifizierte sollen in Freiberg günstige Rahmenbedingungen vorfinden. Dies betrifft Grundbedürfnisse, wie qualitativ hochwertige Angebote der Gesundheitsversorgung, Kinderbetreuung, Bildung und Mobilität sowie ansprechenden Wohnraum und ein angenehmes Wohnumfeld, aber auch kulturelle Angebote und Möglichkeiten der Freizeitgestaltung. Schließlich bildet auch ein weltoffenes und progressives gesellschaftliches Klima einen wichtigen Standortfaktor. Im Rahmen der gemeinsamen Standortinitiative sollen bestehende Angebote besser sichtbar gemacht und eine Erweiterung und Aufwertung des Angebotsportfolios angeregt werden.

Vernetzung von wissenschaftlichem Personal und Hochqualifizierten in Freiberg:

Die soziale Vernetzung von Forschenden, Hochqualifizierten und Unternehmen fördert die einrichtungs- und sektorübergreifende Zusammenarbeit

sowie die persönliche Bindung an den Standort. Sie kann darüber hinaus auch motivations- und karrierefördernd wirken. Geplant ist die Förderung der Vernetzung bspw. durch die Veranstaltung von attraktiver Netzwerkevents und Workshops.

Stärkung der einrichtungsübergreifenden Zusammenarbeit:

Die Kooperation und Vernetzung zwischen den verschiedenen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen in Freiberg wird als gut eingeschätzt. Um das bestehende Potenzial noch besser zu nutzen, soll eine einrichtungsübergreifende Kooperationsbörse sowie eine gemeinsame Infrastruktur- und Angebotsdatenbank eingerichtet werden. Zudem soll regelmäßig über neue Forschungsinfrastrukturen und deren Möglichkeiten informiert werden.

Präsenz und Öffentlichkeitswirkung innerhalb Freibergs und der Region:

Durch aktive Kommunikation sollen die wissenschaftlichen Einrichtungen und ihre Arbeit in Freiberg noch stärker bekannt gemacht werden. Neben eigenen Veranstaltungen sollen dazu auch bestehende publikumsstarke Anlässe in Stadt und Region genutzt werden. Denkbar ist hier eine stärker sichtbare Beteiligung bspw. im Rahmen des Bergstadtfestes oder des Freiburger Christmarktes.

Aktive Einbeziehung der Stadtgesellschaft:

Die Einbindung freiwilligen Engagements kann ein weiteres Mittel sein, die Verbindung von Stadtgesellschaft und Wissenschaftseinrichtungen zu stärken. Auf verschiedenen Ebenen bestehen Möglichkeiten, interessierte Bürger zu Mitwirkenden in Forschungsprojekten zu machen. Davon profitieren beide Seiten und es werden zusätzliche Kreativitätspotenziale und Kapazitäten erschlossen.

Schaffung touristischer Angebote zum Erleben Freibergs als Wissenschafts-, Innovations- und Technologiestandort:

Mit der Mineralienschau terra mineralia sowie dem Besucherbergwerk haben zwei touristische Attraktionen Freibergs bereits unmittelbaren Bezug zu Wissenschaft und Forschung in der Region. Ebenso ist die TU Bergakademie Freiberg Bestandteil der UNESCO-Weltkulturerberegion Erzgebirge/Krušnohoří. Die Thema-



Abb. 1: Präsentation von Freiberg.Science.City. im Rahmen der Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft 2024

titik Freibergs als Wissenschafts- und Innovationsstandort wird außerdem im Konzept zur Neugestaltung der Ausstellung des Stadt- und Bergbaumuseums aufgegriffen. Darüber hinaus bestehen weitere Potenziale, Wissenschaft, Technik und Innovation in Freiberg erlebbar zu machen und damit die Wirksamkeit und Sichtbarkeit des Standorts zu stärken.

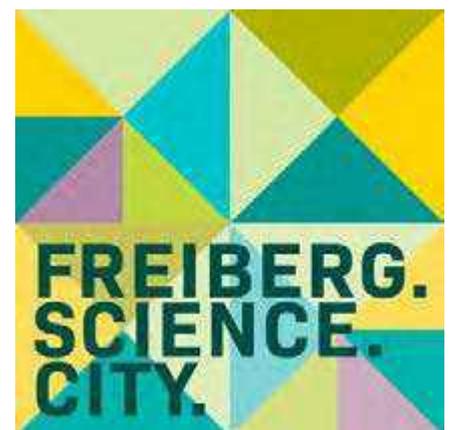
Stärkung Freibergs als Veranstaltungsort für Tagungen und Konferenzen:

Wissenschaftliche Veranstaltungen und Konferenzen tragen schon jetzt dazu bei, die überregionale Sichtbarkeit Freibergs zu erhöhen. Durch die Zusammenarbeit mit regionalen Partnern soll dieses Potenzial noch umfangreicher genutzt werden.

Wo findet man Informationen und wie kann man sich beteiligen?

Wer mitwirken bzw. sich aktiv einbringen möchte, ist herzlich dazu einge-

laden. Das Team nimmt jederzeit gern Ideen und Vorschläge entgegen. Inzwischen haben sich mehrere Arbeitsgruppen konstituiert, die die Aktivitäten in den verschiedenen Handlungsbereichen vorantreiben. Informationen zur Initiative Freiberg.Science.City. sowie zu den verschiedenen Angeboten finden sich unter <https://www.freiberg-science-city.de/>.



Zeigen, was sonst verborgen bliebe – Sammlungsobjekte der Kustodie der TU Bergakademie Freiberg als Leihgaben für museale Ausstellungen

Andreas Benz

Die Kustodie der TU Bergakademie Freiberg umfasst etwa ein Dutzend Einzelsammlungen, deren thematisches Spektrum ebenso vielfältig ist wie die Objektstruktur. So finden sich neben der berühmten Sammlung für Bergbaukunde etwa mathematische Modelle, physikalische Instrumente, aber auch ein Bestand an historischen Eisengussplatten oder Proben aus den Bereichen Metallurgie und organische Chemie¹. Seit dem Jahr 2014 sind die Sammlungen in einer spezifischen Ordnung rechtsverbindlich als Kulturgut definiert und stehen damit unter besonderem Schutz².

Den in der Kustodie untergebrachten Sammlungen ist gemein, dass sie nicht mehr für Lehrveranstaltungen in ihrer ursprünglichen Fachdisziplin genutzt werden. Sie werden jedoch als materielle und kulturelle Hinterlassenschaft didaktisch aufgegriffen und in kultur- und technikhistorische Lehrveranstaltungen integriert. Entsprechende Lehrangebote sind in den Lehrplänen der Studiengänge „Industriearchäologie“ (Bachelor) bzw. „Industriekultur“ (Master) verankert. Die Studierenden erhalten hier die Möglichkeit, sich intensiv vor Ort mit einer Sammlung auseinanderzusetzen. Darüber hinaus sind inzwischen Objekte aus einer Reihe von Sammlungen für digitale Lehrveranstaltungen verfügbar³.

Auch das zweite universitäre Hauptgebiet, die Forschung, bietet vielfältige Möglichkeiten, Wissen auf Grundlage von Sammlungsobjekten zu vertiefen. So wurde etwa der Modellbestand zum VEB Metalleichtbaukombinat (MLK) im Rahmen des interdisziplinären DFG-Schwerpunktprogramms 2255 „Kulturerbe Konstruktion“ bearbeitet⁴.

In Ergänzung zu Forschung und Lehre bieten sich verschiedene Formen öffentlicher Präsentation an, auch als „Third Mission“ universitärer Sammlungen bezeichnet. Eine wesentliche Säule sind dabei eigene und in Lehrveranstaltungen gemeinsam mit Studierenden konzipierte Ausstellungen⁵.

Darüber hinaus kommt dem Leihverkehr mit regionalen und überregionalen Museen zentrale Bedeutung zu.

Eine kurzfristige oder dauerhafte museale Präsentation ist für einen großen Teil der Objekte denkbar und findet bereits in vielfältiger Weise statt. Seit 2016 führte die Kustodie mehr als 50 Leihvorgänge mit insgesamt rund 350 Objekten durch. Alleine 40 gingen in diesem Herbst an das Staatliche Museum für Archäologie Chemnitz (smac) und sind nun in der Sonderausstellung „Silberglanz & Kumpeltod“ zu sehen.

In den meisten Fällen, in denen es sich um Leihgaben für Ausstellungen mit Bergbaubezug handelt, spielt die Historische Modellsammlung eine zentrale Rolle.



Abb. 1: Modell einer Bessemer-Birne in der Ausstellung „Gras drüber“ im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 2022/23



Abb. 2: Blick in die Ausstellung „Bergbautechnik en miniature“ im Schlossmuseum Schwarzenberg, 2020

Neben den Bergbaumuseen sind es häufig auch Kunstmuseen, für die sowohl der klassische Kunstbesitz als auch Kunstobjekte im übertragenen



Abb. 3: Portrait Friedrich Anton von Heynitz in der Sonderausstellung „Berührende Formen“ in der Alten Nationalgalerie Berlin, 2022/23



Abb. 4: Modell eines verzogenen Schachts und einer Wassersäulenmaschine auf der documenta 14 in Kassel, 2017



Abb. 5: Mathematische Modelle in der Ausstellung „Negativer Raum“ des Zentrums für Kunst und Medien (ZKM) in Karlsruhe, 2019

Sinne in Frage kommen.

Erfreulich ist zudem, dass für interdisziplinäre Ausstellungen auch Objekte aus eher unbekanntem Nischen wie der Sammlung Universitätsgeschichte oder den Gastgeschenken angefragt werden.

Idealerweise lassen sich die drei Hauptbereiche Lehre, Forschung und öffentliche Präsentation miteinander verknüpfen. So wurden etwa die MLK-



Abb. 6: Verschiedene Objekte in der Ausstellung „VEB Museum“ des Deutschen Hygiene-Museums Dresden, 2024



Abb. 7: Zeichengeräte in der Dauerausstellung der ZCOM Hoyerswerda, seit 2017

Modelle bereits im Vorfeld des DFG-Projekts in mehreren Lehrveranstaltungen berücksichtigt und dann später in verschiedenen Ausstellungen gezeigt. Als herausragendes Stück stellte sich ein dreiteiliges Konstruktionsmodell heraus, das den „Palast der Republik“ während der Bauphase darstellt⁶. Nachdem es durch eine Restauratorin umfassend bearbeitet wurde, ist es nun für ein großes Publikum im Berliner Humboldt Forum zu sehen.

Mit der Präsentation ausgewählter Sammlungsobjekte in mehreren Internetdatenbanken wird die öffentliche Wahrnehmung der Freiburger Sammlungen weiter zunehmen. Damit erhöhen sich auch die Chancen, für künftige Ausstellungsprojekte gefunden und angefragt zu werden. Indem das Kulturgut der TU Bergakademie einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird, unterstützt die Kustodie zugleich



Abb. 8: MLK-Modell in der Sonderausstellung „Der Palast der Republik ist Gegenwart“ des Humboldt Forums, 2024/25

das übergeordnete Ziel, den Bekanntheitsgrad der Universität nachhaltig zu steigern.

- 1 Benz, Andreas (Hrsg.): Die Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg. Ein Überblick, Freiberg 2019. (universitätsinterne Publikation)
- 2 Rektor der TU Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Ordnung für die Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg, Freiberg 2014. (universitätsinterne Publikation)
- 3 Benz, Andreas; u. a.: Mit ‚Digitalen Lehrsammlungen‘ die Lehre von heute und morgen stärken – Ein Projektbericht, in: *Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg* 29 (2022), S. 99–102.
- 4 Albrecht, Helmut; Benz, Andreas; Mende, Volker: Großes Bauen, ganz klein – Die Modelle des VEB Metallleichtbaukombinat und des DFG-SPP-Projekt ‚Stahl- und Metallleichtbau in der DDR‘, in: *Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg* 29 (2022), S. 143–145.
- 5 Exemplarisch: Benz, Andreas: Die AG Sammlungen an der TU Bergakademie Freiberg und das Ausstellungsprojekt „Edle Motive – Universitäts Sammlungen im Silberschein“, in: *Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg* 25 (2018), S. 132–133.
- 6 Benz, Andreas; Mende, Volker: Ein Skelett erzählt Stahlbaugeschichte – Das Konstruktionsmodell „Palast der Republik“ im Bestand der Kustodie der TU Bergakademie Freiberg, in: *Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg* 30 (2023), S. 88–89.

Wissenschaftliche Nachlässe in der Freiburger Universitätsbibliothek

Angela Kugler-Kiessling

„... So, wie es als Ehre verstanden wird, wissenschaftliche Nachlässe der Bibliothek der Bergakademie Freiberg zu übereignen, so betrachtet es die Bibliothek der Alma Mater Freibergensis als ehrenvolle Verpflichtung, Nachlässe zu bewahren, zu erschließen und als Zeugnisse des kulturellen Erbes der Forschung zugänglich zu machen...“ (Zitat Dr. Peter Schmidt, Kustos der UB)

Dieses Zitat stammt aus den 1970er Jahren und war die Maxime von Dr. Peter Schmidt (1939–1999), Kustos des Wissenschaftlichen Altbestandes. Er sammelte Nachlässe bedeutender Wissenschaftler der Bergakademie und setzte sich vehement für die Erhaltung dieser überaus wichtigen Ressource für die Wissenschafts- und Kulturgeschichte ein. Schon sehr zeitig verwies er auf die steigende Bedeutung privater Papiere gegenüber staatlichen Akten¹. Knapp die Hälfte aller historischen For-

schungsarbeiten basiert auf Nachlässen. Im Zeitalter der Digitalisierung nimmt die Relevanz solcher Dokumente weiter zu, da traditionelle biografische Quellen seltener werden.

Um diese Ressource sinnvoll nutzen zu können, sind klare, praktikable Regeln sowohl für deren Übernahme und Bereitstellung als auch für die Erschließung erforderlich. Es ist wichtig, dass bereits die Stifter solcher Nachlässe wissen, welche Dokumente relevant sind.

Zunächst unterscheidet man zwischen einem Vorlass und einem Nachlass. Ein Vorlass umfasst Materialien, die vom Stifter zu Lebzeiten angeboten werden, während ein Nachlass erst nach dessen Tod von Dritten übergeben wird. Diese können weiter in echte und angeereicherte Vor- bzw. Nachlässe unterteilt werden. Grundsätzlich sollten Nachlässe

nach dem Provenienzprinzip als geschlossene Bestände aufgestellt werden, um ihren wissenschaftlichen und ideellen Wert zu erhalten. Während es sich in der Vergangenheit im Wesentlichen um Manuskripte, Fotografien oder Korrespondenzen in Papierform handelte, können es heute und in naher Zukunft durchaus auch elektronische Speichermedien sein, die mit einem Vor- bzw. Nachlass übereignet werden.² NICHT dazu gehören Privatbibliotheken.

Die systematische Erschließung von Nachlässen wurde 1997 durch die Regeln zur Erschließung von Nachlässen und Autographen (RNA) standardisiert. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt dies durch das Kalliope-Projekt, ein zentrales System für die Recherche von Nachlässen in Deutschland. 2004 wurden an der UB ca. 170

Nachlässe online katalogisiert und erschlossen, darunter die Bestände von Abraham Gottlob Werner, Carl Hermann Müller und Erich Rammler.³ Inzwischen ist der Nachlass von Abraham Gottlob Werner komplett im Volltext verfügbar und der Nachlass von Carl Hermann Müller (Gangmüller) wird entsprechend vorbereitet.

Besonders Vorlässe unterliegen strengen Datenschutzrichtlinien. Damit diese gewahrt, die Bestände aber trotzdem zu Forschungszwecken genutzt werden können, schließt die UB mit den Über-eigner einen Vertrag, der die juristischen Bedingungen festlegt.

Heute verwaltet die UB etwa 180 Vor- bzw. Nachlasskonvolute aus vier Jahrhunderten, die entsprechend diesen Schenkungsverträgen regelmäßig benutzt werden.

Die Erschließung von Nachlässen bietet wertvolle Einblicke in wissenschaftshistorische und soziale Aspekte. So zeigen die Reiseberichte von Prof. Otto

Stutzer aus den 1930er Jahren neben geologischen Beobachtungen auch Eindrücke sozialer Normen und kultureller Besonderheiten. Von einer Reise durch die USA vermittelte er folgende Impressionen:

„... Am Sonnabend hatte ich nicht mehr offiziell aufzutreten. Es waren vormittags noch Sitzungen mit Vorträgen. Ich hörte mir einige an, auch eine Sitzung der paläontologischen Gesellschaft, in welcher auch Frauen vortrugen. Einen solchen Vortrag hörte ich an. Der Frauenkult kam auch hier zum Vorschein. Als der Frau etwas hinfiel, sprang der Präsident auf, um es aufzuheben. Die Dame sah ganz forsch aus, sie sprach in Hut und in Pelzboa. Der Hut war schief aufgesetzt und der Rock war kurz. Sie sprach über irgend welche versteinerten Tiere. Als sie geendet hatte, war der Beifall lebhafter als sonst...“

Im gleichen Bericht ist wenige Zeile weiter folgende Beschreibung zu finden

„... gibt es doch auch große Armut hier in New York. Selbst in den besseren Strassen sieht man furchtbare Gestalten. Die Frauen sind alle geschminkt und haben alle dunkelrot gefärbte

Nägel. Gerade dieses ist ein Zeichen geistiger Öde bei den Frauen, denn sonst würden sie es nicht tun. Gott sei Dank, dass die Frauen, die bei der Geologenversammlung waren, meist keine roten Nägel hatten. Es ist eine französische Sitte, die ja auch in Griechenland hauste. Es geht das soweit, dass sogar die Fußnägel rot gefärbt werden. Damit man dies sieht, haben Frauen jetzt besondere Ballschuhe, in denen die Nägel durch die dünnen Strümpfe dunkelrot hindurchleuchten. Herr Corning drückte seinen Abscheu über dieses Anstreichen aus. Aber diese wenigen kommen gegen diese französische Unsitte nicht auf. ...“

1 S. Schreyer, Hermann: Die Gliederung von Nachlässen. Ein Beitrag über Ordnungsarbeiten an Nachlaß-Schriftgut. - in: Archivmitteilungen (1962)1. - S. 14-20

2 <https://tu-freiberg.de/ub/bestaende/wa/nachlaesse>

3 <https://kalliope-verbund.info/>

Förderung des Miteinander – Erste „Get TUgether“-Feier für alle Uniangehörigen im Klubhaus Alte Mensa

Willem Zank, Sarah Gaidzik, Maxi Hentschel

Die TUBAF ist eine kleine familiäre Universität – dies gehört zu Ihren größten Stärken! Mit zunehmender Digitalisierung, den Auswirkungen der Corona-Pandemie und vielen Neueinstellungen ist ein wenig die kollegiale Nähe untereinander und zur Studierendenschaft verloren gegangen. Durch Gespräche im Kollegium, aber auch durch die Mitarbeiterbefragung aus dem Jahr 2022 wurde deutlich, dass man sich mehr bzw. ein verbessertes Miteinander wünscht. Gern würden die meisten Mitarbeitenden der TUBAF der Person, mit der im Berufsalltag viel telefoniert

und gemailt wird, auch ein freundliches Gesicht zuordnen können – zumal die räumliche Entfernung oftmals nicht groß ist und sich die Kommunikationsgrundlage zumeist ins Positive wandelt, wenn sich die Gesprächspartner persönlich kennen.

Diesem konkreten Bedarf nahmen sich TUBAFplus & TUBAFdigital an und schnell entstand gemeinsam die Idee einer „Get TUgether“-Feier für alle Uniangehörigen. Hinter TUBAFplus steht das Gesundheitsmanagement der Universität. Dessen Grundanliegen ist es, das Wohlbefinden von Mitarbeitenden und

Studierenden an der TUBAF zu steigern, indem die körperliche, psychische aber auch soziale Gesundheit gefördert wird. Insbesondere auf sozialer Ebene kann die Verbesserung des kollegialen Miteinanders positive Effekte auf das Wohl-



Foto: Maxi Hentschel

Abb. 1: Die Organisatoren der Veranstaltung beim Soundcheck, v.l.: Willem Zank, Sarah Gaidzik (TUBAFdigital) und Maxi Hentschel (TUBAFplus/universitäres Gesundheitsmanagement)



Foto: Maxi Hentschel

Abb. 2: Einige Abteilungen und Mitarbeitende gingen auf der Karaoke-Bühne mit hervorragendem Beispiel voran



Foto: Maxi Hentschel

Abb. 3: Auch internationale Studierende hatten sichtlich Spaß und bereicherten die Veranstaltung

befinden eines jeden Einzelnen haben. Unterstützt wurde TUBAFplus durch die KollegInnen von TUBAFdigital, die ähnliche Ziele verfolgen, da die Strategieberatung des Hochschulforums Digitalisierung empfahl, mehr partizipative Prozesse an der TUBAF einzuführen und die Mitwirkungsmöglichkeiten zu steigern. Dementsprechend wurde eine „PARTYzipative Dienstwegverkürzung“ in Form der „Get TUgether“-Feier geplant und zügig realisiert: Am 23. April 2024 fand sie im Klubhaus Alte Mensa statt.

Eingeladen waren explizit alle TUBAF-Angehörigen: Also Mitarbeitende – egal ob Lehrende oder aus der Administration – und natürlich unsere Studierenden. Ziel war es, die verschiedenen Gruppen auch untereinander in Kontakt und Austausch zu bringen und Ihnen einen Rahmen für ein paar gesellige Stunden zu bieten. Mit tatkräftiger Unterstützung der Mitglieder des Klubhaus e.V. wurde eine Karaokebühne eingerichtet. Der Start war pendlerfreundlich für 19 Uhr geplant. Von da an hieß es gespannt abzuwarten, ob und wie dieses neuartige Angebot angenommen werden würde!

Erfreulicherweise ließen die ersten Gäste nicht lange auf sich warten und der Andrang riss nicht ab. Aus vielen Bereichen der Universität kamen KollegInnen und auch die Studierenden waren zahlreich vertreten – insbesondere mit internationalem Hintergrund. Universitätsleitung, ProfessorInnen, Verwaltungsmitarbeitende und Ehemalige feierten gemeinsam mit den



Abb. 5: Die Songauswahl fiel bei über 58.000 zur Auswahl stehenden Songs nicht immer leicht

Studierenden bei super Stimmung. Das Karaokeangebot mit über 58.000 Songs aus aller Welt erfreute sich einer derart großen Nachfrage, dass bis tief in die Nacht gesungen wurde und das Publikum zu den Songs tanzte, welche von Studierenden und KollegInnen teilweise spektakulär performt wurden. Es gab einige Gesangsbeiträge, die noch lange in Erinnerung bleiben werden: Die gute Laune von internationalen Studierenden, die Hits aus Ihren Heimatländern abfeierten; Beiträge von Mitarbeitenden, deren Spaß und Leidenschaft ihr Gesangstalent übertraf und ganze Abteilungen, die quasi geschlossen echtes Hitpotential boten. Nebenher gab es genug Sitzgelegenheiten für Gespräche, um die neuen KollegInnen besser kennenzulernen und Gemeinsamkeiten zu entdecken.

Neben dem Spaß sollte die Veranstaltung spielerisch und nebenher auch die Kontaktaufnahme untereinander fördern und den BesucherInnen die Möglichkeit geben, Ideen und Bedarfe zu kommunizieren. Hierzu wurden mehrere Begleitaktivitäten geboten:



Abb. 4: Kontakte knüpfen, tanzen, singen oder das Spektakel als stiller Genießer mit Sicherheitsabstand beobachten: Jede/r kam auf seine Kosten

Der Check-In am Eingang ermöglichte allen Besuchern sich mit Namensschildern auszuweisen, damit ein jeder für Personen erkennbar ist, die sonst eher nur die E-Mail-Signatur als das Gesicht sehen. Zudem gab es am Eingang eine große Übersicht, welche aufzeigte, wer aus welcher Abteilung anwesend ist, um so gezielt die Chance zu bieten, mit KollegInnen ins Gespräch zu kommen. Eine Fotochallenge lud zusätzlich dazu ein, mit noch unbekanntem KollegInnen in Kontakt zu treten. Eine Ideen-Box mit diversen Anregungen forderte zudem zur Mitwirkung auf und ein Stimmungsbarometer gab Aufschluss darüber, dass die Motivation hoch war, gemeinsam einen schönen Abend zu erleben. Und genauso kam es – das Ende der ausgelassenen Party wurde erst vom Location-Team eingeleitet als der Barumsatz nachließ.



Abb. 6: Die Bar sowie mehrere Sitzgelegenheiten luden zum Austausch ein

Die Party wurde im Anschluss mit einem Feedbacktool ausgewertet und die am Abend entstandenen Fotos wurden zur Verfügung gestellt. Beides ließ nur einen Schluss zu: Die „Get TUgether“-Auftaktveranstaltung war ein voller Erfolg! Es gab eine Welle positiver Resonanz und Wünsche nach Wiederholung. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, wurde die Veranstaltung am 6. November 2024 im Klubhaus Alte Mensa wiederholt und soll auch zukünftig in regelmäßigen Abständen angeboten werden.

Abschließend richtet sich unser Dank an den Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V., der bereits die erste Durchführung unterstützte und anschließend auch die Neuauflage im November förderte. Zusätzlich danken wir dem Team des Klubhaus e.V. für die tatkräftige Unterstützung vor und während den Veranstaltungen.

Aktuelles aus dem ZeHS

Dirk C. Meyer¹, Theresa Lemser²

Das Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS) steht nach seiner offiziellen Inbetriebnahme im Jahr 2021 in vollständiger Nutzung. Bei einer durchschnittlichen Auslastung in allen Kategorien (Hallenflächen, Labore und Büros) von ca. 95 Prozent gibt es reges Leben und viele Gelegenheiten noch enger zusammenzuwachsen. Im Kernbereich der wissenschaftlichen Arbeit sind neben Vorstandssitzungen und Mitgliederversammlungen auch ZeHS-Kolloquien nunmehr fester Bestandteil im Turnus. Ein Blick in den Kalender verweist außerdem auf Ringvorlesungen, Veranstaltungen der ZeHS-Schüleruniversität und erfolgreiche Verteidigungen der im Hause entstandenen Graduiierungsarbeiten.



ZeHS im Sommer 2024. Es wurden Bäume gepflanzt. Der Wissenschaftskorridor befindet sich im Ausbau und soll bis Ende des Jahres fertiggestellt werden.

Zurückliegend wurde in vergangenen Ausgaben dieser Zeitschrift berichtet, dass sich neben wissenschaftlicher Kooperation auch im sozialen Bereich eine ZeHS-Gemeinschaft formt und das Leben inzwischen charakterisiert. Nachfolgend sollen einige Beispiele

und Impressionen vorgestellt werden.

Zunächst ein Blick aus dem Fenster hin zum wachsenden Wissenschaftskorridor: Anfang Juli wurden junge, doch schon recht stattliche Eichen angepflanzt. Bald können ein Spaziergang und persönliche Gespräche an dieser Stelle auch zu weiteren wissenschaftlichen Gedanken beflügeln.

Der in Arbeit befindliche ZeHS-Jahresbericht 2023/24 wird zum fachlichen Teil und damit zusammenhängenden Aspekten umfassend Auskunft geben (der Jahresbericht 2021/22 ist über die Homepage des ZeHS unter <https://tu-freiberg.de/zehs/media/erreichbar>). Die Mitglieder des ZeHS messen sich erfolgreich im internationalen wissenschaftlichen Wettbewerb, wovon Veröffentlichungen in hochrangigen internationalen Fachzeitschriften sowie die laufende Zuerkennung von Forschungsmitteln für die weitere Arbeit zeugen.

Das ZeHS ist inzwischen etablierter Gastgeber für internationale Tagungen und Workshops der Mitglieder. Diese Veranstaltungen wurden bis Mitte des Jahres 2024 tatkräftig von Annett Böhme unterstützt, indem sie sich etwa um die Pausengestaltung kümmerte.

Das ZeHS beteiligte sich bei der Langen Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft am 25. Mai 2024 mit verschiedenen Stationen. Besonderer Dank geht in diesem Zusammenhang an die Hausdirektorin des ZeHS, Dr. Barbara Abendroth. Sie sorgte sehr engagiert dafür, dass das Zentrum als Ort universitärer Ausstrahlung wahr-



Berechnung des ökologischen Fußabdrucks mit Schülerinnen und Schülern im Rahmen der Ausstellung ‚Vom Salz des Lebens‘.

genommen wurde.

Ein Anziehungspunkt an diesem Abend war das Maskottchen des Hauses, die Libelle Billie aus dem benachbarten Schlüsselteich, die das ZeHS erkundet. Sie trifft in einem Fortsetzungsheft (Text: Dr. Hartmut Stöcker, Dr. Theresa Wand; Cartoons: Franziska Thiele) im Pixie-Buch-Format auf den Marienkäfer Markus und kann diesen sogar aus einem 3D-Drucker retten. Während der Langen Nacht konnten Kinder die Libelle an fünf Stellen auf ihrem Rundgang im Hause finden und die Orte auf einer Schatzkarte vermerken.

Erfreulich sind rege Besuche durch Schulklassen, deren Betreuung in-



Zweiter Band zur Serie des ZeHS-Maskottchens Libelle Billie.



Maskottchen Libelle Billie als Handpuppe bereit zum Gespräch mit Besuchern.



Foto: Max Hörügel

Übergabe der Urkunden an die ZeHS-Stipendiaten durch das Direktorium (Prof. Edwin Kroke, Prof. Dirk C. Meyer, Prof. Martin Gräbner, Anna Weisbach, Pierre Zaspel, Amaya Compant, Lukas Braune, Axel Scheer, v. r. n. l.).

initiativ durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der jeweils beteiligten Arbeitsgruppen übernommen wird. Ein Highlight dabei ist der Besuch der Ausstellung ‚Vom Salz des Lebens‘ aus der Arbeitsgruppe von Prof. Carsten Drebenstedt. Inzwischen wird das Atrium des ZeHS in der Woche von Neugierigen bevölkert, die ihren eigenen ökologischen Fußabdruck messen möchten.

Für das Schüler-Demonstrationslabor engagiert sich Jun.-Prof. Sindy Fuhrmann mit Unterstützung des Direktoriums. Aktuell ist ein Arbeitsheft im Entstehen, in dem Libelle Billie den Kindern bei deren Eintragungen zu vorhandenen und absolvierten Experimenten hilft. Die Hefte von Billie können als Druckversion angefordert werden, sie finden sich aber auch als elektronische Variante auf der Homepage des ZeHS (<https://tu-freiberg.de/zehs/media>).

Weiterhin werden immer mehr Externe auf das ZeHS aufmerksam. Aus einem diesbezüglichen Kontakt entwickelte sich mit Unterstützung des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft ein interdisziplinäres Stipendiatenprogramm. So waren im gesamten Mitgliederkreis des ZeHS Studierende im Masterbereich aufgerufen, sich für ein Stipendium mit Beginn zum Sommersemester 2024 zu bewerben. Es lagen aussagekräftige Anträge vor, die sich auf die Forschungsprogrammatische des ZeHS bezogen, und das Direktorium konnte Bewerberinnen und Bewerber aus nahezu allen Fakultäten insgesamt sechs Stipendien zuer-

kennen. Am 29. April 2024 wurden die Urkunden übergeben.

Ein Kennzeichen der gemeinsam mit dem Stifterverband verfolgten Idee ist es, dass die Stipendiaten auch über einen eigenständigen Fonds verfügen. Er steht ihnen für Aufwendungen für gemeinsame Unternehmungen oder auch für die Einladung von Vortragenden zur Verfügung. Zu den Präsentationen sind auch Gäste von außerhalb willkommen. Die Referentin des ZeHS, Ass. iur. Theresa Lemser, unterstützt die Stipendiaten bei ihren Aktivitäten als Gruppe und sorgt mit ihnen dafür, Anknüpfungspunkte für die weitere berufliche Entwicklung zu finden.

Besondere Chancen und auch Herausforderungen für die Arbeit des

ZeHS bestanden in der Etablierung gemeinschaftlich genutzter Zentrallabore. Dies funktioniert – vielleicht überraschend – gut. Dafür haben die bereits erwähnten Mitarbeiterinnen einen ordnenden Blick. Und auch die Entsandten aus den inzwischen rund 40 beteiligten Professuren gehen sehr verantwortungsvoll und umsichtig zu Werke. Eine wichtige und zuverlässige Stütze bei allem ist der Hausmeister Sebastian Schrenk.

Die Architekten des Hauses vom Büro Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten mbB in Dresden, die sich auch gern zu besonderen Ereignissen an Aktivitäten des ZeHS beteiligen, sahen in ihren Entwürfen für die Kommunikation auf allen Etagen des Bürogebäudes Teeküchen vor. Die Räume sollen an die Schutzhütten für Bergleute unter Tage erinnern. Tatsächlich entstehen dort neue Gedanken. Ein Beispiel dafür ist die Idee, ein Kooperationslabor für Ultraschall Diagnostik zu schaffen, das durch die Arbeitsgruppen von Prof. Lutz Krüger und Jun.-Prof. Christian Kupsch getragen wird. Vor Ort wurde ein Impuls durch den Mitarbeiter von Prof. Krüger, Dr. Marcel Mandel, aufgegriffen. Dafür gab es umfassende Unterstützung des Vorstandes. Dr. Hartmut Stöcker wird als Strahlenschutzbeauftragter des ZeHS in ähnlicher Weise Kompetenzen im Bereich der Röntgenanalytik bündeln, wofür die Startvoraussetzungen vorliegen.

Es gäbe noch vieles mehr zu berichten. Zu den Betriebszeiten ist es für die



Foto: Patrick Morgenstern

Mitarbeiter im neu etablierten Kooperationslabor Ultraschall Diagnostik.

geneigte Leserschaft jederzeit möglich, das Leben vor Ort wahrzunehmen. Damit besteht auch Gelegenheit, die Ausstellung bildnerischer Kunst von Prof. Piet Joehnk zu erleben. Die Ausstellung erstreckt sich über zwei Etagen; im Parterre kann man eine reizvolle Korrespondenz der Installationen in industrieeskaligen Hallen des ZeHS durch große Schaufenster erleben. Ein weiterer bildender Künstler, Walter Pa-

dao, präsentiert nach einer Vernissage am 7. November 2024 seine Arbeiten im Atrium und tritt dabei in ein gestalterisches Gespräch mit der wunderbar lichten Architektur im zentralen Bereich des ZeHS.

Im Foyer finden die Besucherinnen und Besucher Flyer zu verschiedenen Themen, etwa zur Architektur des ZeHS, zu Kunst am Bau – die allein schon einen Besuch wert ist – zum wis-

senschaftlichen und sozialen Leben am ZeHS und natürlich zur Forschungsprogramm des Hauses.

1 Prof. Dr. Dirk C. Meyer, Wissenschaftlicher Sprecher des ZeHS, Winklerstraße 5, 09599 Freiberg, Direktor des Instituts für Experimentelle Physik, Leipziger Straße 23, 09599 Freiberg

2 Ass. iur. Theresa Lemser, Referentin des ZeHS, Winklerstraße 5, 09599 Freiberg

SMWA und TU Bergakademie Freiberg veranstalteten 1. Sächsische Rohstoffkonferenz

Ein zentraler Faktor für den Wohlstand unserer Gesellschaft ist die ausreichende Verfügbarkeit von Rohstoffen. Bei einer Vielzahl von Rohstoffen muss sich Deutschland wegen seiner Importabhängigkeit – etwa von China – mit der globalen Rohstoffsituation arrangieren. Das gilt insbesondere auch für mineralische Rohstoffe, zudem steigt die weltweite Nachfrage nach wichtigen Technologie-Rohstoffen stetig an.

Wirtschaftsminister Martin Dulig, auch zuständig für Bergbau im Freistaat: „Mit unserer neuen Rohstoffstrategie nahm Sachsen bereits Ende 2022 die großen Zukunftsthemen zur Rohstoffversorgung noch genauer in den Blick. Die Energie- und Verkehrswende, die Digitalisierung sämtlicher Wirtschafts- und Lebensbereiche lassen den Rohstoffbedarf künftig noch weiter steigen.“ Neben der Erschließung und Nutzung heimischer Rohstoffquellen durch bergbauliche Gewinnung, umfasst die Strategie auch das Rohstoffrecycling und – erstmalig – auch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Martin Dulig und Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht, Rektor der TU Bergakademie Freiberg, zogen gemeinsam während der 1. Sächsischen Rohstoffkonferenz am 11. Januar 2024 in Freiberg ein erstes Zwischenfazit zur neuen Strategie.

2022 wurde im sächsischen Kabinett auch die Gründung einer ressortübergreifenden Arbeitsgruppe, der AG Rohstoffstrategie, beschlossen. Eine wichtige, vielleicht sogar die wichtigste Aufgabe der AG ist die Erstellung eines Maßnahmenplans zur Umsetzung der Ziele in der Rohstoffstrategie. Allein bis Ende des vergangenen Jahres wurden Vorschläge für 98 Maßnahmen eingereicht. Im Ergebnis soll daraus für die

konkrete Umsetzung der Rohstoffstrategie eine konsolidierte Maßnahmenliste entstehen.

Mit den bisher gemeldeten Vorschlägen können alle fünf Ziele der Rohstoffstrategie unterstützt und Beiträge zu allen Leitlinien geleistet werden:

- sächsischer Beitrag zum Europäischen Green Deal,
- langfristige Sicherung der Rohstoffversorgung,
- bergbauliche Gewinnung von einheimischen Primärrohstoffen,
- Nutzung von Sekundärrohstoffen,
- Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Der Rektor der TU Bergakademie Freiberg Professor Klaus-Dieter Barbknecht erklärte anlässlich der Konferenz: „Forschung und Lehre unserer TU befassen sich mit den Zukunftsthemen der verantwortungsvollen Rohstoffbewirtschaftung, der nachhaltigen Verarbeitung in modernen Materialien und Werkstoffen als auch mit der Wiederverwertung. Die sächsische Rohstoffstrategie nimmt Umwelt, Klimaschutz und den ressourcenschonenden Umgang mit Rohstoffen in den Fokus. Deshalb war es uns wichtig, mit der Sächsischen Rohstoffkonferenz in Freiberg einen Rahmen für interdisziplinären Austausch zu schaffen.“

Umwelt- und Landwirtschaftsminister Wolfram Günther, der auf der Konferenz eine Keynote hielt, ergänzte: „Nachwachsende Rohstoffe sind zentral für eine fossilfreie, nachhaltige und damit zukunftsfähige Wirtschafts- und Lebensweise. Auf dem Weg zu einem Wirtschaftskreislauf ohne fossile Rohstoffe müssen wir die gesamte Wertschöpfungskette betrachten. Und hier wird das Thema Bioökonomie eine zentrale Stellung einnehmen, also die Nut-

zung von nachwachsenden Ressourcen, darunter Nutzpflanzen, Holz, aber auch Mikroorganismen. Die Land- und Forstwirtschaft wird als Rohstofflieferant ein wichtiger Teil dieser Bioökonomie sein. Im Energie- und Klimaprogramm von 2021 haben wir in Sachsen neue Rahmenbedingungen zum Ausbau einer auch auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Wirtschaft geschaffen. Für eine erfolgreiche Umsetzung der Rohstoffstrategie leisten Unternehmen und Forschung einen entscheidenden Beitrag. Zum einen entwickeln sie neue Technologien und Verfahren zur Herstellung von Produkten und Gütern aus nachwachsenden Rohstoffen. Zum anderen suchen sie Lösungen für einen intelligenten Umgang mit knappen Ressourcen. Wir setzen auf die enge Kooperation zwischen Forschung, gewerblicher Wirtschaft, Land- und Forstwirtschaft.“

Wirtschaftsminister Dulig fasste abschließend zusammen: „Die Dynamik in der gegenwärtigen Entwicklung, in der die Bedeutung von Rohstoffen stetig steigt, ist in unseren Augen eine Chance insbesondere für den Freistaat Sachsen und seine Rohstoffwirtschaft. Unsere nächsten Schritte können entscheidend sein. Alle vielversprechenden Entwicklungsbeiträge zur nachhaltigen Sicherung der Versorgung müssen mit dem Willen zur erfolgreichen Umsetzung so vorangetrieben werden, dass sie in praktikable und rentable Rohstoffgewinnungsprozesse führen. Eine Maßnahme wäre zum Beispiel die von mir im vergangenen Jahr vorgeschlagene Gründung einer Sächsischen Investitionsgesellschaft als strategisches Instrument zur Investition in heimische Rohstoffgewinnung und -verwertung.“

Gelebte Demokratie.

Eine Sonderausstellung des Historiums der TU Bergakademie Freiberg zum 75. Jahrestag des Inkrafttretens des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland

Norman Pohl

Verleihe ich mal ein Buch, so ist meine Freude groß, wenn ich es zurück erhalte und es genauso neuwertig erscheint wie zuvor. Anders im Fall der Ausstellung „Gelebte Demokratie“: Die ausgelegten, von der Sächsischen Landeszentrale für politische Bildung zur Verfügung gestellten Druckexemplare des Grundgesetzes haben sämtlich neue Eigentümerinnen gleich welchen Geschlechts gefunden, und die hilfswise ausgelegten Kopien des Verfassungstextes wiesen deutliche Gebrauchsspuren auf, wie sie üblicherweise nur oft ausgeliehenen Medien einer öffentlichen Bibliothek eigen sind. Wenigstens eine dreistellige Anzahl von Menschen hat also die Gelegenheit genutzt, sich intensiver mit dem Text des Grundgesetzes auseinanderzusetzen.

75 Jahre und so frisch wie eh und je – das Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland feiert Geburtstag und steht auf seine Weise für die dauerhafteste demokratische Ordnung in Deutschland seit Beginn der Geschichtsschreibung. Dies war aus den Zeitumständen heraus nicht absehbar, galt das Grundgesetz ungeachtet seines rechtswissenschaftlich wie staatspolitisch fundierten Gehalts Vielen 1949 doch nur als ein Provisorium bis zur Wiederherstellung der staatlichen Einheit Deutschlands.

Der Ausstellung voran ging eine Vorlesung zur Wissenschaftsgeschichte im Rahmen des Studium Generale im Wintersemester 2023/24, in der unter rechts-, wie auch technik-, kultur- und eben wissenschaftshistorischer Perspektive die Entstehung des Grundgesetzes erörtert wurde, auch auf die Verfassung der Frankfurter Paulskirche von 1849 und weitere verfassungshistorische Vorläufer wie die Erklärung der Menschenrechte durch die Französische Nationalversammlung oder die Verfassung der Vereinigten Staaten von Amerika Bezug nehmend. Frei nach Heinrich von Kleists Schrift „Über die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Reden“, entstand während eines Vortragsnachmittags die Idee, im Rahmen einer Ausstellung aufzuzeigen, wie die Freiberger

rinnen und Freiberger die Freiheiten des Grundgesetzes nutzten, nachdem es ab dem 3. Oktober 1990 formal Gültigkeit für sie erlangte. Durch „Bleiwüsten“ quält sich niemand gerne durch, aber Bilder zur Erinnerung an einprägsame Ereignisse, auch eigens angefertigte oder symbolische Aufnahmen, um auf die Verfassungswirklichkeit im Alltag hinzuweisen, dies schien ein Weg sein, die durch das Grundgesetz gebotenen

Revolution von 1848/49 einbrachte.

Den Ausstellungsraum für die Fotoausstellung stellte das Sächsische Staatsarchiv – Bergarchiv Freiberg in Schloss Freudenstein zur Verfügung, und dessen Leiter Dr. Peter Hoheisel nahm sich Zeit für wenige, aber tiefgreifende Gespräche. Die von Dezernentin Dr. Sabine Schellbach zugesagte Unterstützung durch das Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg verwirklichte Matthias Donath mit einer durchdachten Visualisierung von Texten und Bildern. Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva, Leiterin des Universitätsarchivs der TU Bergakademie Freiberg, stellte unkompliziert die Bände 1991 bis 2002 des Jahrbuchs für die Region Freiberg zur Verfügung, mit deren Hilfe pro Jahr ein weiteres Ereignis bildlich dokumentiert werden konnte – die Reihe ist jetzt im Freihandbereich der Universitätsbibliothek verfügbar. Die Freiberger Fotofreunde schließlich öffneten ihre Bilddatenbank, was Holger Börner und Hans-Jürgen Wendel arrangierten, und Eckardt Mildner befragte gesondert sein Archiv. Allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

In der Fotoausstellung vom 23. Mai bis zum 31. August waren schließlich 44 Bilder aus den letzten 34 Jahren Stadtgeschichte zu sehen, die exemplarisch zeigen sollten, wie Menschen in Freiberg im täglichen Leben mitredeten und mitbestimmten, sich beteiligten, einmischten, wie sie die Teilhabe und Teilnahme am politischen Leben einforderten und so das Grundgesetz mit Leben erfüllten. Natürlich stand nicht für jede einzelne Verfassungsnorm eine Abbildung zur Verfügung. Aber einige bedeutende Momente aus der jüngsten Stadtgeschichte konnten so in Erinnerung gerufen werden, und wie erwähnt, halfen die Jahrbücher für die Region Freiberg manche Lücke zu schließen, auch wenn Vollständigkeit nicht das Ziel der Ausstellung sein konnte. Und so manch in den Jahrbüchern erwähnte Ereignisse machen in der Rückschau sehr nachdenklich.

Die Veranstaltungsreihe „75 Jahre Grundgesetz“ eröffnete die Abendver-

23. Mai – 31. August
Bergarchiv im Schloss Freudenstein

**Fotos aus
35 Jahren**

Gelebte Demokratie

Foto-Ausstellung
Di – Fr: 10 – 17 Uhr
Sa, So, feiertags: 10 – 18

VERANSTALTUNGSREIHE
**75 Jahre
GRUNDGESETZ**

Eintritt frei
Ort: Bergarchiv im Schloss Freudenstein
Schlossplatz 4

TUBAF

Möglichkeiten darzustellen und zur Reflexion einzuladen.

In der Überlegung, ob eine solche Projektidee umgesetzt werden kann, ist nichts so hilfreich wie Menschen, die diese Idee unterstützen, bestärkend einwirken, mitdiskutieren und auch tatkräftig Unterstützung leisten. In Gesprächen mit dem Kulturamt der Stadt Freiberg, mit Claudia Gieseler, Peter Kubisch und Martin Ennulat, unterstützt durch Lyssann Heidrich vom Studium Generale der TU, entstand aus der Idee zu einer Ausstellung die Planung einer Veranstaltungsreihe „75 Jahre Grundgesetz“ der Stadt Freiberg, in die sich das Historicum der TU Bergakademie Freiberg ergänzend zur Fotoausstellung noch mit zwei Führungen im April auf den Spuren der

anstellung „Ich wandre durch Theresienstadt“ am 27. Januar 2024 zum Holocaust-Gedenktag. Der A-cappella Kammerchor Freiberg und die Mittelsächsische Philharmonie Freiberg gestalteten zusammen mit Stephanie Kaiser (Sopran), Annekathrin Laabs (Alt), Michael Schaffrath (Tenor) und Clemens Heidrich (Bass) in der Nikolaikirche einen Konzertabend mit Liedern von Ilse Weber (1903-1944), der Missa Misericordiae, einer lateinischen Messe für Soli, Chor und Streichorchester des 1969 geborenen Komponisten Thomas Stöß und der Komposition von Arvo Pärt (*1935) auf das lateinische Gebet um Frieden Da pacem Domine.

Art. 146 GG lautet: „Dieses Grundgesetz, das nach Vollendung der Einheit und Freiheit Deutschlands für das gesamte deutsche Volk gilt, verliert seine Gültigkeit an dem Tage, an dem eine Verfassung in Kraft tritt, die von dem deutschen Volke in freier Entscheidung beschlossen worden ist.“ In einem eindringlichen Vortrag „Deutschland in guter Verfassung? 75 Jahre Grundgesetz“ am 7. Mai im städtischen Festsaal zeichnete Markus Meckel, Bürgerrechtler und Außenminister in der einzigen frei

gewählten Regierung der DDR, die 1989, 1990 und in den folgenden Jahren geführten Verfassungsdiskussionen nach. Er warb dafür, Art. 146 GG durch einen verfassungsändernden Beschluss des Deutschen Bundestages zu streichen.

Am 23. Mai 2024 feierte die Stadt Freiberg auf dem Schlossplatz ein Fest der Demokratie, das in die Vernissage der Sonderausstellung „Gelebte Demokratie“ überging und mit einer gemeinsamen Veranstaltung des „sinnstiftenden Innehaltens“ von Stephan Krawczyk und Christoph Wunnicke in der Nikolaikirche endete. Vorläufig die Veranstaltungsreihe abschließend, leitete Katrin Pilz, Gleichstellungs- und Frauenbeauftragte der Stadt Freiberg, am 30. Mai im Kinopolis die von Sabine Michel erarbeitete Filmdokumentation „Frauen in Landschaften“ ein, über Anke Domscheit-Berg von Die Linke, Manuela Schwesig von der SPD, Yvonne Magwas von der CDU und Frauke Petry, ehemalige AfD-Abgeordnete. Indisponierte Referenten führten bedauerlicherweise zur äußerst kurzfristigen Absage des Workshops WIEDER-SPRECHEN FÜR DEMOKRATIE am 1. Juli.

An Diskussions- und Gesprächsan-

geboten bestand also kein Mangel. Wer sich aber doch lieber im Stillen mit dem Thema (weiterhin) auseinandersetzen möchte, sei neben der fünfbändigen Studienausgabe der Deutsche(n) Gesellschaftsgeschichte von Hans-Ulrich Wehler auf weitere fünf subjektiv ausgewählte Möglichkeiten verwiesen:

- Oswald, Georg M.; Baer, Susanne; Bahners, Patrick (Hg.): Das Grundgesetz. Ein literarischer Kommentar. München 2022.
- Sarkowicz, Hans (Hg.): Es lebe unsere Demokratie! Deutsche Reden 1945 bis heute. Wiesbaden 2019.
- Steinmeier, Frank-Walter (Hg.): Wegbereiter der deutschen Demokratie. 30 mutige Frauen und Männer 1789-1918. 2. Aufl., München 2022.
- Stiftung Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland; Zeitgeschichtliches Forum Leipzig (Hg.): DEMOKRATIE jetzt oder nie. 2. Aufl., Leipzig 2008.
- Wunnicke, Christoph: Kleine Geschichte der Demokratie in Sachsen. Vom Gottesgnadentum zum Grundgesetz. Sonderausgabe für die Sächsische Landeszentrale für politische Bildung. Bonn 2021.

Silberweg in der Altstadt von Freiberg

Wissenswertes über Hannß Carl von Carlowitz und Alexander von Humboldt spielerisch erfahren – ein Beitrag der TU Bergakademie Freiberg

Kathrin Häußler¹

Der Silberweg ist ein Baustein der Marketingkonzeption der Silberstadt Freiberg, in der u. a. die Erlebbarkeit des Themas „Silbers“ in der Freiburger Altstadt als ein Schwerpunkt festgeschrieben ist. Er ist Teil eines Projekts, in dessen Rahmen zwei neue



Foto: Andreas Hiekel

Torsten Mayer vom IUZ „Alexander von Humboldt“ spricht im Tonstudio der TU Bergakademie Freiberg den Text zu Hannß Carl von Carlowitz ein.

Stadterlebniswege entstehen bzw. schon entstanden: der Silberweg und die bereits 2023 fertig gestellte Freiburger Entdecker-Spur. In Kombination mit und als Ergänzung zu vorhandenen Rundgängen entsteht auf diese Weise eine vielfältige Touren-Landschaft in Freiberg. Die Gesamtkosten für beide Erlebniswege belaufen sich derzeit auf 912.500 Euro. Konzeption und Umsetzung der beiden Erlebniswege werden aus Steuergeldern auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushalts sowie aus Fördermitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz kofinanziert.

Für die Gestaltung des Silberwegs lobte die Stadt Freiberg Anfang April 2022 den Kunst-Wettbewerb „Skulpturenpfad Silberstadtweg Freiberg“

aus und forderte Künstlerinnen und Künstler bundesweit auf, ihre Entwürfe für Skulpturen einzureichen. Die darzustellenden Motive waren vorgegeben und umfassten unter anderem lokaltypische Berufe, historische Persönlichkeiten sowie einen Löwen für den Obermarkt. Ein Detail sollte sich



Foto: Patrick Morgenstern

Andreas Hiekel (Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg) ist die Stimme unseres Maskottchens TU-lino.



Foto: Andreas Hiekel

Thomas Schmalz (Studentenwerk) bei der Videoproduktion mit TU-lino.



Foto: Andreas Hiekel

bei allen Figuren als spielerisch verbindendes Element wiederfinden: eine kleine Maus.

49 Künstler aus Deutschland und Österreich beteiligten sich am Wettbewerb. Um für jeden Standort mindestens zwei Entwürfe zu erhalten, wurden davon 24 Künstler ausgewählt, ihre Figur als Modell zu gestalten. Im September 2022 kam die Jury mit Vertretern des Stadtrats, des Arbeitskreises Stadtentwicklung, des Freiburger Kunstvereins und der Verwaltungsspitze zusammen und wählte die Sieger aus.

Wer Freiberg kennenlernen möchte, kann dies nun – begleitet von Persönlichkeiten der Stadtgeschichte, die als Skulpturen den Rundgang säu-

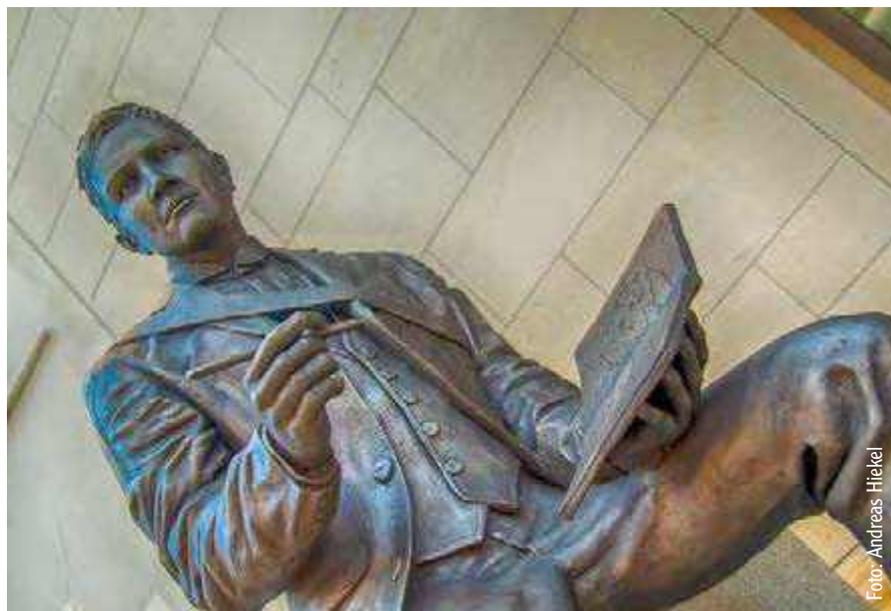


Foto: Andreas Hiekel

men – auf dem Silberweg tun, darunter auch die Figur des „Erfinders der Nachhaltigkeit“, Hannß Carl von Carlowitz, im Freiburger Albertpark und Alexander von Humboldt am Schlossplatzquartier der TUBAF.

Die Skulpturen sind über eine digitale Plattform (via App) zu erkunden, die ein anschauliches und unterhaltsames Informationsangebot bietet. Hier erfahren Neugierige etwas zum Leben und dem Wirken der dargestellten Persönlichkeiten in Freiberg. Kinder werden spielerisch zum Forschen und zum Erlangen eines naturwissenschaftlichen Verständnisses der Welt animiert. Die Ausgestaltung und Produktion der zusätzlichen digitalen Lehr- und Wissensangebote der TUBAF-Figur Alexander von Humboldt und zu Hannß Carl von Carlowitz erfolgte federführend durch Kathrin Häußler, Andreas Hiekel, Patrick Morgenstern sowie den Science Entertainer und Freund der TUBAF, Joachim Hecker.

In einer Audio- und einer Videoproduktion des Medienzentrums erfährt TU-lino, das Maskottchen der JuniorUni der TUBAF im „Gespräch“ mit diesen beiden Persönlichkeiten mehr über ihr Wirken in Freiberg und darüber hinaus.

1 Dezernat Universitätskommunikation, Netzwerk „Juniorforscher an der TU Bergakademie Freiberg“

Studium

Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft am 25. Mai 2024



Wissenschaftlicher Taucher des Scientific Diving Centers in Tauchglocke



Roboter Julius vom Institut für Informatik an der Hauptbühne



Vorführung Vermessungstechnik mit Prof. Benndorf

Weiterentwicklung des Studienangebots an der TU Bergakademie Freiberg

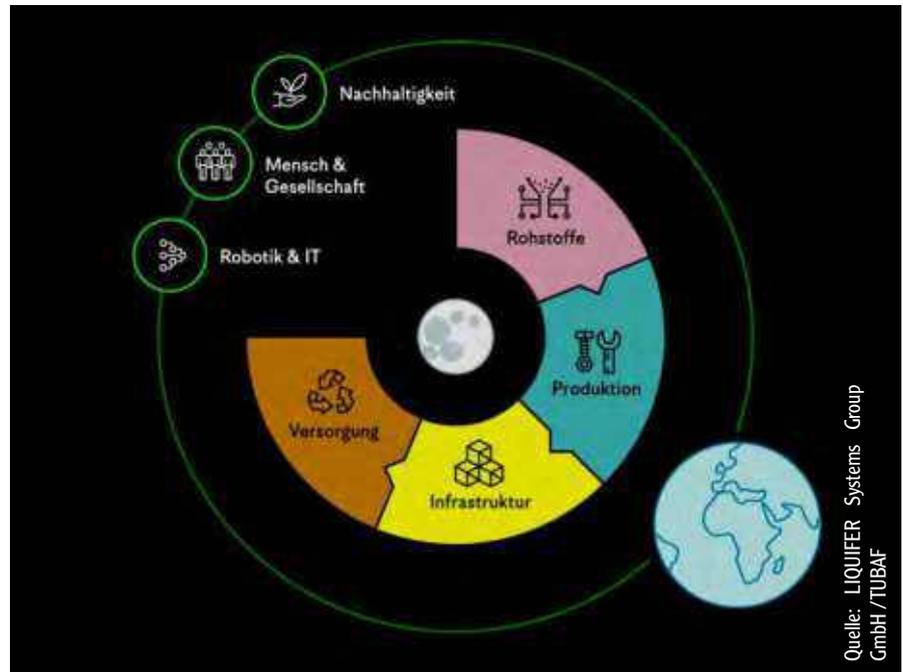
Swanhild Bernstein¹, Carsten Drebenstedt², Traugott Scheytt³, Andreas Bräuer⁴

Auch im Jahr 2024 ist besonders die Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau mit der Erarbeitung zwei neuer Studiengänge, nämlich dem Bachelorstudiengang „Space Resources – Weltraumtechnologien“ und dem Masterstudiengang „Geothermie“ hervorzuheben. Darüber hinaus wurde der englischsprachige Masterstudiengang „Geoscience“ überarbeitet. Die Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik führte den englischsprachigen Masterstudiengang „Chemical Engineering“ ein.

Space Resources – Weltraumtechnologien

Die Motivation für den Studiengang geht auf den Antrag für ein „European Institute for Space Resources (ERIS)“ im Rahmen des Ideenwettbewerbs „Wissen schafft Perspektiven für die Region“ zur Umsetzung des Strukturwandels in den sächsischen Braunkohlenregionen zurück. Mehr als 40 Hochschullehrer unserer Universität beteiligten sich mit ihrer Expertise an dem Antrag – im Wettbewerb mit fast 100 Konzepten. Zum Zuge kamen letztlich zwei andere Anträge zur Gründung von Großforschungszentren: „Center for the Transformation of Chemistry“ und „Deutsches Zentrum für Astrophysik“.

Der ERIS-Antrag war kein Griff nach den Sternen, sondern setzte auf die **Weiterentwicklung der Lausitz als Industrieregion**. Die umfangreichen Kompetenzen in Ressourcen-, Produktions-, Energie- und Umwelttechnologien, der regionalen Unternehmen und Strukturen bilden eine hervorragende Ausgangsbasis für Innovationen, die zu einer nachhaltigen Ressourcennutzung und sicheren Versorgung sowohl im Weltraum als auch



Quelle: LIQUIFER Systems Group GmbH/TUBAF

auf der Erde beitragen. Mit dem Ziel, für die autarke Versorgung von Raumstationen auf anderen Himmelskörpern neuartige Technologien zu entwickeln, sollten Impulse für **disruptive Innovationen auch für die Nachhaltigkeitswende** auf der Erde gegeben werden. Raumfahrtanwendungen haben immer wieder technische Grenzen verschoben. Die extremen Anforderungen hinsichtlich absoluter Ressourceneffizienz, Zuverlässigkeit und Automatisierung erfordern neuartige Lösungswege und fördern Lern- und Entwicklungsprozesse. Davon profitieren insbesondere Schlüsseltechnologien in den Bereichen Materialentwicklung, Energietechnik, Sensorik, Robotik und KI. So lag es auf der Hand, dieses Wissen und die Kompetenzen zu Weltraumtechnologien in einem Studienangebot zu spiegeln. Der siebensemestrige Bachelorstudiengang „Space Resources – Weltraumtechnologien“ umfasst vier Semester Grundstudium, zwei Semester Spezialisierung und ein Semester Fachpraktikum (14 ECTS) mit Bachelorarbeit (12 ECTS). Das Studium vermittelt ein breites Wissen vor allem der Ingenieur- und Naturwissenschaften verbunden mit spezifischen Fragestellungen der extraterrestrischen Versorgung, Infrastruktur, Produktion und Rohstoffgewinnung. Aber auch rechtliche, ethische und

wirtschaftliche Aspekte der Nutzung des Weltalls werden thematisiert.

Versorgung und Infrastruktur:

- Anforderungen für menschliche Präsenz auf anderen Himmelskörpern, Lebenserhaltungssysteme (Verfügbarkeit von Wasser, atembare Luft, Nahrung, Energie, medizinische Versorgung ...),
- Schutz vor lebensgefährlichen Einflüssen (Gravitation, Strahlung, Temperaturen, Druck, Mikrometeoritenhagel ...),
- Anforderungen und Konzepte für Unterkünfte/Arbeitsräume (Habitate), Herstellung von Baustoffen (Formsteine, Keramik, Glas ...), Metallen und Sauerstoff aus Regolith,
- Gewinnung von Wasser und anderen Fluiden aus Wassereis,
- Bautechnologien unter extremen Be-



Quelle: Universität Bremen / Space Is More Sp. z.o.o.



Quelle: LIQUIFER Systems Group GmbH/TUBAF

dingungen (additive Fertigung),

- out of earth Energieversorgungs- und Speichersysteme,
- Habitat-Kreislaufwirtschaft

Produktion und Rohstoffgewinnung:

- Fertigungs- und Produktionstechnologien,
- Konzepte und Anforderungen an den Maschineneinsatz unter extremen Bedingungen: Werkstoffe, Modularität, Sensorik, Robotik, Steuerung, Koordination; Anforderungen: leicht, energieeffizient, zuverlässig, „unkaputtbar“,
- Konzepte zur Erkundung und zum Abbau von mineralischen Rohstoffen auf dem Mond, Mars und anderen Himmelskörpern; Aufbereitung und metallurgische Prozesse unter extremen Umweltbedingungen.

Die Praxisnähe der Ausbildung kann durch unsere Industriepartner und Unterstützer, wie den Astronauten Dr. Thomas Reiter, hergestellt werden. Spezielle Labore, z. B. für die Simulation des Arbeitens von Maschinen unter Weltraumbedingungen und der Gesteinszerstörung unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit, sind bereits vorhanden. Darüber hinaus sieht der Studienplan zahlreiche Exkursionen vor, sowohl zu Weltraumausstellungen und Firmen in Sachsen als auch zu Fachtagungen, wie der Internationalen Luftfahrtausstellung, der jährlichen SpaceExpo in Bremen und der Space Resources Week in Luxemburg. Das Studium beinhaltet auch ein Fachpraktikum im Umfang von 14 Wochen, das z. B. an einem der ca. 40 Mitglieder des Vereins für Luft- und Raumfahrttechnik Sachsen/Thüringen erbracht werden kann.

Aufgrund der soliden Ingenieur-Grundausbildung eröffnen sich neben Einstiegsmöglichkeiten in „klassischen“ Unternehmen auch berufliche Tätigkeitsfelder bei den Raumfahrtagenturen, wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der ESA und der NASA. AIRBUS und OHB sind bedeutende Adressen für den Bau von Raumfahrt- und Weltraumtechnik in Deutschland mit zahlreichen Zulieferern im klein- und mittelständischen Bereich in ganz Europa, so auch in Sachsen. Großforschungseinrichtungen wie Fraunhofer befassen sich ebenfalls intensiv mit den Themen rund um Space Resources.

Als weiterführende Masterstudiengänge kommen sowohl traditionelle Studiengänge an der TUBAF in Frage, wie z. B. „Additive Fertigung“ oder „Robotik“, als auch Masterstudiengänge an Partnerhoch-

schulen in Space-Engineering, Weltraum-Informatik oder Weltraum-Management.

Geothermie

Sie liegt direkt unter unseren Füßen und wird noch viel zu wenig genutzt: Erdwärme. Dabei ist sie ein wichtiger Baustein der Energiewende, denn sie ist CO₂-arm, krisensicher und wetterunabhängig. Mit Wärme aus dem Untergrund können nicht nur einzelne Gebäude, sondern auch ganze Stadtviertel beheizt werden. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Fachgebiets soll die vorhandene Expertise an unserer Universität in einem Masterstudiengang gebündelt und dieser auch über die Fachkreise sichtbar gemacht werden.

Der Masterstudiengang richtet sich an Alumni von geowissenschaftlichen oder geotechnischen Bachelorstudiengängen. Das Studium besteht im ersten Semester aus einem ingenieurwissenschaftlichen und einem geowissenschaftlichen Block. Je nach grundständigem Bachelor muss nur einer der beiden Blöcke belegt werden. Daran knüpfen in den Semestern zwei und drei die Module (Lehreinheiten) für die Geothermie, die tiefe Geothermie, die Hydrogeochemie sowie BWL und Recht an.

Studierende dieses Studiengangs nähern sich der Thematik auf den unterschiedlichsten Ebenen. Neben den Grundlagen der flachen und tiefen Geothermie und der Hydrogeochemie stehen auch Betriebswirtschaft und Recht auf dem Stundenplan. Der Studiengang hat einen hohen Praxisanteil und bietet Zugang zu modernen Laboren und Testständen für Bohrungen, Grubenwassernutzung und Wasseranalysen. Aktuelle Software und umfangreiche Visualisierungsmöglichkeiten für die dreidimensionale Erfassung und Darstellung des Untergrunds in der virtuellen Realität ergänzen die Lehre und sorgen für eine praxisnahe Ausbildung. Denn praktisch wird es im Masterstudiengang Geothermie darum gehen, für die oberflächennahe Geothermie Erdwärmesonden zu planen und energetische Berechnungen durchzuführen. Für offene Anlagen der tiefen Geothermie und für geothermische Speicher werden die Reservoir erkundet und charakterisiert. Dazu gehört auch die Modellierung der thermischen Ausbreitung.

Ab dem Sommersemester 2025 werden die Studierenden in dem neuen Masterstudiengang gezielt auf eine berufliche Karriere in diesem Bereich vorbereitet.

Die Studierenden stellen sich je nach Interessen und Vorkenntnissen ein sehr individuelles Spezialisierungsprofil zusammen und können sich auf Technologien zur Nutzung der Wärme konzentrieren; erkunden, mit welchen Methoden die Wärme im Untergrund am besten erschlossen werden kann oder setzen sich mit dem Potenzial von Grubenwasser auseinander.

Applied Geoscience

Der internationale Masterstudiengang „Applied Geoscience“ löst den Studiengang „Geoscience“ ab und bietet den Studierenden eine solide Ausbildung in unterschiedlichen Fachrichtungen der Geologie, Umweltwissenschaften und Geophysik. Bei der Neukonzipierung des Studiengangs wurde sich am Konzept des Masterstudiengangs „Geowissenschaften“ orientiert. Das starre Konzept der von Studienbeginn an fest vordefinierten Vertiefungsrichtungen wurde aufgelöst und mehr geökologische Akzente gesetzt. Während des Studiums können folgende Schwerpunkte vertieft werden:

- Computational and Mathematical Geoscience
- Environmental Geoscience
- Groundwater Resources
- Tectonics and Geo-Thermochronology

Ziel ist es, Studierende für Karrieren in der Industrie, im akademischen Bereich und in der Verwaltung auszubilden. Die Studierenden setzen sich mit einer Vielzahl an praxisnahen Methoden aus Feld-, Labor- und numerischen Ansätzen auseinander.

Chemical Engineering

Das Chemieingenieurwesen (abgekürzt „ChemEng“) befasst sich mit allen Verfahren, bei denen Stoffe durch mechanische, thermische, chemische oder biologische Prozesse in ihrer Zusammensetzung, Art oder ihren Eigenschaften verändert werden. So werden bspw. Kunststoffe, Farben, Beschichtungen oder Düngemittel mithilfe von ChemEng aus chemischen Grundstoffen hergestellt. Nahrungs- und Genussmittel, die wir zu uns nehmen, sowie verschiedene Medikamente werden mithilfe von ChemEng aus Naturstoffen erzeugt. Die Bereitstellung von Wasserstoff als einen der Energieträger der Zukunft oder die Sequestrierung von Kohlenstoffdioxid und dessen Umwandlung in Chemikalien, Kraftstoffe und Produkte erfolgt ebenso durch ChemEng. Die Behandlung, Reinigung und Verwertung kommunaler und industriell-



ler Reststoffe, Abwässer und Abluftströme sind ebenfalls Beispiele für das vielfältige Anwendungsspektrum von ChemEng.

Die Basis des englischsprachigen Masterstudiengangs „Chemical Engineering“ bilden die Pflichtmodule, die die verfahrenstechnischen Grundlagen auf Master-niveau vermitteln. Abgerundet wird der Bereich der Pflichtmodule durch einen obligatorischen Deutschkurs. Der Fokus in diesem Studiengang liegt auf sekundären Rohstoffen und Recycling. Weitere Schwerpunkte sind die Vermittlung der neuesten Simulationswerkzeuge in der Verfahrenstechnik, methodischer Ansätze zur Lösung komplexer verfahrenstechnischer Aufgaben- und Problemstellungen sowie der Steuerung von Stoffwandlungsprozessen.

Diese neu konzipierten Studienangebote zeigen sehr gut, dass Nachhaltigkeit und Innovation an der Ressourcenuniversität TU Bergakademie Freiberg Hand in Hand gehen.

- 1 TU Bergakademie Freiberg, Prorektorin Bildung und Qualitätsmanagement in der Lehre
- 2 TU Bergakademie Freiberg, Professur Bergbau-Tagebau
- 3 TU Bergakademie Freiberg, Professur Hydrogeologie und Hydrochemie
- 4 TU Bergakademie Freiberg, Professur Thermische Verfahrenstechnik

Studiengänge an der TU Bergakademie Freiberg 2024/2025

Studiengbiet: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften

- Angewandte Informatik (Bachelor, Master)
- Angewandte Mathematik (Diplom)
- Angewandte Naturwissenschaft (Bachelor, Master DE/EN)
- Chemie (Bachelor, Master, Diplom)
- Mathematics for Data and Resource Sciences (Master EN)
- Mathematik in Wirtschaft, Engineering und Informatik (Bachelor)
- Robotik (Diplom)
- Sustainable and Innovative Natural Resource Management (Master EN)
- Wirtschaftsmathematik (Bachelor, Master)

Studiengbiet: Werkstoff- und Materialwissenschaften

- Advanced Material Analysis (Master EN)
- Gießereitechnik (Bachelor, Master)
- Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie (Bachelor, Master, Diplom)
- Metallic Materials Technology (Master EN)
- Nanotechnologie (Master, Diplom)

Studiengbiet: Wirtschaftswissenschaften & interdisziplinär

- Betriebswirtschaftslehre (Bachelor, Master)
- Business Analytics (Master)
- Business and Law (Bachelor)
- Energie- und Ressourcenwirtschaft (Master)
- Industriearchäologie (Bachelor)
- Industriekultur (Master)
- International Business and Resources an Emerging Markets (Master EN)
- Technikrecht (Master)
- Wirtschaftswissenschaften (Aufbaustudiengang)

Studiengbiet: Geowissenschaften und Geo-Ingenieurwesen

- Advanced Mineral Resources Development (Master EN)
- Applied Geoscience (Master EN)
- Geoinformatik (Master)
- Geoinformatik und Geophysik (Bachelor)
- Georingenieurwesen (Diplom)
- Geologie/Mineralogie (Bachelor)
- Geomatics for Mineral Resource Management (Master EN)
- Geoökologie (Master DE/EN)
- Geophysik (Master)
- Geothermie (Master)
- Geowissenschaften (Master)
- Groundwater Management (Master EN)
- Sustainable Mining and Remediation Management (Master EN)
- Umweltsystemwissenschaften - Geoökologie (Bachelor)

Studiengbiet: Ingenieurwissenschaften

- Additive Fertigung (Technologie, Material, Design) (Bachelor)
- Additive Fertigung (Master)
- Chemical Engineering (Master EN)
- Computational Materials Science (Master EN)
- Energietechnik (Bachelor, Master)
- Engineering (Bachelor)
- Keramik, Glas- und Baustofftechnik (Master, Diplom)
- Maschinenbau (Bachelor, Master, Diplom)
- Mechanical and Process Engineering (Master EN)
- Responsible Production and Consumption (Bachelor DE/EN)
- Space Resources - Weltraumtechnologien (Bachelor)
- Technologie und Anwendung nichtmetallischer Werkstoffe (Bachelor)
- Technology and Application of Inorganic Engineering Materials (Master EN)
- Umwelttechnik (Bachelor, Master)
- Umweltverfahrenstechnik (Aufbaustudiengang)
- Verfahrenstechnik & Chemieingenieurwesen (Bachelor, Master, Diplom)
- Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor, Master, Diplom)

Ein weiteres Buch zur Experimentalphysik? Es ist da.

Matthias Zschornak¹, Theresa Lemser, Dirk C. Meyer

Die Grundlagenausbildung in der Experimentalphysik stellt ein wesentliches Element zu Beginn des Studiums in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern dar. Dafür treffen – inzwischen im neuen Universitäts- und Hörsaalzentrum der TU Bergakademie Freiberg – Studierende zahlreicher Fachrichtungen zusammen. Sie bilden sogenannte heterogene Hörerkreise und somit besteht eine besondere Herausforderung im Meistern ganz un-

terschiedlicher Voraussetzungen und Erwartungshaltungen. Diese Situation bedingt eine Gestaltung des Curriculums zu den wesentlichen Grundlagen im Spannungsbogen zwischen Fördern und Fordern. Ferner besteht das Bestreben einer laufenden Weiterentwicklung. Der Reigen etablierter Fachbücher ist sehr umfassend, und doch hat der angesehene Wissenschaftsverlag De Gruyter zwei Vorlesende an der TU Bergakademie Freiberg eingeladen,

ein neues Format zu entwickeln. Die Autoren, Prof. Dr. Matthias Zschornak, inzwischen Professor für Technische Physik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, und Prof. Dr. Dirk C. Meyer, Direktor des Instituts für Experimentelle Physik und Wissenschaftlicher Sprecher des ZeHS, kamen mit einem Vorschlag, der auf der Frankfurter Buchmesse im Herbst 2023 vorgestellt wurde.

Eine Besonderheit bei der Erstellung



Abb. 1: Deckblatt des Lehrbuchs, das auch auf fortführende Themen und ihre Begleiter verweist.



Abb. 2: „Dynamik von Systemen von Punktmassen“: Die Wechselwirkungen in Ensembles sind spannend und es ist immer gut, die Grundlagen dazu zu kennen.



Abb. 3: „Arbeit, Energie und Leistung“: Viele physikalische Begriffe der Mechanik sind gegenständlich erlebbar und Teil täglicher Erfahrung.

den als E-Book erreichbar und wird, so studentische Auskunft, auch rege genutzt.

Um die Inhalte anschaulicher zu vermitteln, führt ein fleißiges Wesen, ein Eichhörnchen, durch die Gliederung und zum Teil durch die abgebildeten Experimente. Die Studierenden fanden, dass dies eine auflockernde Wirkung hat und auch der überblickenden Aufnahme des Stoffes zugutekommt. Für die graphische Umsetzung konnte eine Studentin der Hochschule Mittweida aus dem Studiengang Medieninformatik, Franziska Thiele, gewonnen werden. Das Lektorat übernahm eine Gruppe von drei Studierenden der TU Bergakademie Freiberg, Hörer der Vor-

der Publikation war die intensive Interaktion mit den Studierenden; so wurden wesentliche Aspekte der Gestaltung mit modernen Mitteln, die eine große Beteiligung (d. h. 80 % der Hörerschaft) ermöglichen, zur Abstimmung gestellt. Das Buch sollte geeignet sein, mit auf Reisen genommen zu werden. Inzwischen ist es auch für alle Nutzer der Freiburger Universitätsbibliothek und der HTW Dres-

Kapitelzusammenfassung

Bewegungsgleichung		
Grundgesetz der Mechanik	$\vec{F} = m\vec{a}$	$F_x = ma_x$
Impuls	$\vec{p} = m\vec{v}$	$p_x = mv_x$
Kraftstoß	$\Delta\vec{p} = \int \vec{F} dt$	$p_{x_2} - p_{x_1} = \int_{t_1}^{t_2} F_x dt$
Äußere Reibung		
Haftreibung	$F_{HR} \leq \mu_{HR} F_N$	
Gleitreibung	$F_{GR} = \mu_{GR} F_N$	
Rollreibung	$F_{RR} = \frac{\mu_{RR}}{r} F_N$	

Abb. 4: „Kapitelzusammenfassung“: Formeln muss man nicht auswendig lernen, jedoch sollten wesentliche Kernaussagen für die weitere Nutzung in spezifischen fachlichen Bereichen bekannt sein.

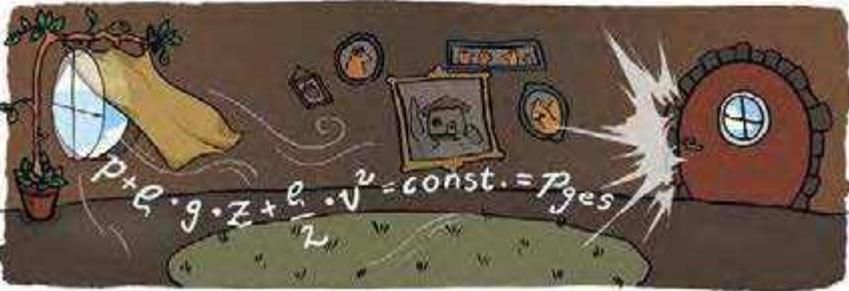


Abb. 5: „Strömung der idealen und realen Flüssigkeit“: Jeder kennt es: Eine geöffnete Tür schlägt in einem Luftzug zu und nicht auf. Dafür gibt es physikalische Erklärungen.

lesung Experimentalphysik I im Wintersemester 2022/2023; dazu und hinsichtlich weiterer Unterstützer gibt die Publikation (ISBN 978-3-11-102989-4) zum Abschluss Auskunft. Das Format findet eine Fortsetzung zur weiterführenden Materie der klassischen Elektrodynamik und phänomenologischen Thermodynamik. Dabei werden eine Maus und ein Maulwurf mit Bezug zu ihrer Lebenswelt durch die Themen geleitet.

Eine solche Arbeit wird durch ein inspirierendes und hilfreiches Umfeld gefördert. Die Autoren finden dieses u. a. am Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS).

1 TU Bergakademie Freiberg, HTW Dresden, Kontakt: Matthias.Zschornak@physik.tu-freiberg.de

20 Jahre Lehrveranstaltung Industrielle Photovoltaik

Armin Müller

Hochschulen sind ein Standortvorteil

Industrie und Wirtschaft brauchen Wissenschaft und Lehre. Zum einen, um die stetige Weiterentwicklung der Produkte und Fertigungsprozesse sicherzustellen und zum anderen, um ausreichend gut ausgebildete Fachkräfte zu erhalten. Befinden sich ein Unternehmen und die Hochschule auch noch am selben Standort, so sind ideale Voraussetzungen zum Aufbau einer intensiven Kooperation vorhanden. Mit der Ansiedlung der Bayer Solar GmbH in Freiberg im Jahre 1994 und der Etablierung der Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Photovoltaik an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg in den frühen neunziger Jahren waren diese Voraussetzungen für den Aufbau des Solarstandorts Freiberg in hervorragender Weise gegeben. Als besonders erfolgreiches Beispiel für die Kooperation zwischen der TU Bergakademie und der Bayer Solar möchte ich die Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Hans Joachim Möller, der 1994 einen Ruf auf den Lehrstuhl für Experimentelle Physik an die Bergakademie Freiberg erhielt, und seiner Arbeitsgruppe anführen. Es entstand in der Folgezeit eine intensive Kooperation zwischen beiden Partnern, die von der

Bundesregierung durch Bewilligung mehrerer Forschungsprojekte, wie z. B. dem GESSICA (German Solar Silicon Casting)-Projekt, gefördert wurde. Dieses Projekt fokussierte auf die Entwicklung und industrielle Implementierung eines Prototyps einer neuen Gießtechnologie für multikristallines Silicium. Diese neue Gießanlage wurde 1996 in Freiberg bei der Bayer Solar GmbH errichtet und im Rahmen des Forschungsprojekts in Betrieb genommen und weiterentwickelt. Sie war eines der wesentlichen Elemente der neuen Technologie zur Herstellung für multikristallines Blockgussilicium für die Photovoltaik in Deutschland. Ein Foto der Anlage befand sich u. a. auch auf der 1. Vorlesungsankündigung für die Vorlesungsreihe „Industrielle Photovoltaik“ im Jahre 2004.

Aber auch mit vielen weiteren Hochschullehrern an der TU Bergakademie wurde in den Anfangsjahren der Bayer Solar GmbH und darüber hinaus eng und erfolgreich zusammengearbeitet. Ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, möchte ich an dieser Stelle die Kollegen Prof. Niklas, Prof. Frey und Prof. Heitmann (alle Physik), Prof. Buhrig und Prof. Cröll (beide NE-Metalle), Prof. Ziegenbalg, Prof. Bertau, Prof.

Bohmhammel, Prof. Voigt, Prof. Roewer, Prof. Mertens und Prof. Kroke (alle Chemie), Prof. Rafaja (Materialwissenschaften), Prof. Kuna und Prof. Ams (beide Maschinenbau), Prof. Unland (Aufbereitung) und Prof. Aneziris (Keramik) nennen und ihnen ebenfalls sehr herzlich danken. Bis zum Jahr 2000 standen Fragestellungen zur Kristallisation von Halbleitersilicium und seine Bearbeitung im Mittelpunkt der Kooperation. Mit dem Erwerb der Bayer Solar GmbH durch die SolarWorld AG im Jahre 2000 und ihre Umbenennung in Deutsche Solar GmbH, wurde in der Deutschen Solar ein Bereich Forschung & Entwicklung für die gesamte photovoltaische Wertschöpfungskette vom Reinstsilicium bis zum Solarmodul für den Solarworld-Konzern aufgebaut. Dies führte zu einer noch intensiveren Zusammenarbeit zwischen der TU Bergakademie und der Deutschen Solar.

Die Vorgeschichte der Lehrveranstaltung „Industrielle Photovoltaik“

Aufgrund der intensiven Forschungskooperation von 1994 bis 2003 konnten sowohl in den Bereichen Produktion als auch Forschung & Entwicklung zahlreiche Absolventen der TU Bergakademie zunächst in der Bayer Solar GmbH und

später in den Tochterfirmen des Solarworld-Konzerns eingestellt werden. Jedoch bestand durch das stetige Wachstum der Solarworld weiterhin ein hoher Bedarf an zusätzlichen Fachkräften und an Möglichkeiten, Themen der industrienahen Forschung in Bachelor- und Diplomarbeiten zu bearbeiten. Dies führte bei der Solarworld zu dem Wunsch, die Bergakademie auch auf dem Gebiet der Lehre zu unterstützen.

Der Autor dieses Artikels, der ab 2001 als Bereichsleiter Forschung & Entwicklung der Deutschen Solar tätig war, unterbreitete deshalb in einem Schreiben an den damaligen Prorektor für Bildung der TU Bergakademie Prof. Dr. Wolfgang Voigt vom 3. November 2003 das Angebot

„mit Beginn des Frühjahrsemesters 2004 eine Vorlesungsreihe ‚Industrielle Photovoltaik‘ für naturwissenschaftliche und technische Studiengänge anzubieten. Hintergrund des Angebotes ist der Wunsch der Solarworld AG....bessere Möglichkeiten hinsichtlich der Auswahl von Praktikanten und Diplomanden, die industrienahen Arbeiten anfertigen möchten, zu erhalten.“/1/

Dieses Angebot wurde von der TU Bergakademie sehr gern angenommen und im Jahre 2004 durch den Rektor Prof. Unland dem Autor ein Lehrauftrag für das Sommersemester 2004 und Wintersemester 2004/2005 für eine Vorlesungsreihe „Industrielle Photovoltaik“ erteilt/2/. Die erste Vorlesungsreihe startete im Sommersemester 2004 wie aus der Vorlesungsankündigung in Abbildung 1 zu ersehen ist.

Die Lehrinhalte

Die Vorlesungsreihe war zunächst eine rein fakultative Lehrveranstaltung und wurde von Studenten verschiedener Fachrichtungen, wie etwa Chemie, angewandte Naturwissenschaften, Elektronik- und Sensormaterialien, Maschinenbau, Umwelttechnik, Werkstoffwissenschaften/Werkstofftechnologie oder Wirtschaftsingenieurwesen besucht.

Die Vorlesungsreihe bestand zu-

Vorlesungsankündigung
- Industrielle Photovoltaik -

Vorlesung 1	Warum Photovoltaik – Aufbau einer Industrie	23.04.04
Vorlesung 2	Technologien der Photovoltaik – Überblick	30.04.04
Vorlesung 3	Silicium – Grundlage der heutigen Photovoltaik	07.05.04
Vorlesung 4	Solar Grade Silicon – Rohstoff für die PV	14.05.04
Vorlesung 5	Kristallisation von Solarsilicium	21.05.04
Vorlesung 6	Siliciumwafer für die PV	28.05.04
Vorlesung 7	Herstellung von Solarzellen	04.06.04
Vorlesung 8	Herstellung von Solarmodulen	18.06.04
Vorlesung 9	Photovoltaik – Markt, Hersteller, Forschung	02.07.04
Testat		09.07.04
Exkursion zur Solarworld AG Freiberg		September 2004

Ort : TU Bergakademie Freiberg
Silbermannstraße 1
Seminarraum 1. Etage

Zeit: 13.30 - 15.00

Abb. 1: Ankündigung Sommersemester 2004 zur Vorlesungsreihe „Industrielle Photovoltaik“, links oben Bild der Gießanlage der Bayer Solar GmbH

nächst aus 9 Vorlesungen, Testat und Exkursion und behandelte alle Schwerpunkte der Wertschöpfungskette der Photovoltaik. Neben den chemischen und physikalischen Grundlagen der Herstellung der verschiedenen Halbleitersilicium, Siliciumkristall/-block, Siliciumwafer, Solarzelle und Solarmodul wurden auch die industrielle Durchführung der Prozesse und die notwendigen Maschinen und Anlagen bis hin zur Benennung von Anlagenherstellern diskutiert. Ein Überblick über die Notwendigkeit der Nutzung erneuerbarer Energien, der Geschichte der Photovoltaik und dem Status der Solarindustrie rundeten die Lehrveranstaltung ab.

Die Lehrinhalte wurden in den vergangenen 20 Jahren der jeweiligen aktuellen technologischen und industriellen Entwicklung der Photovoltaik angepasst, um die Studenten stets mit dem neuesten Kenntnisstand vertraut zu machen. Diese Aktualisierung

war aufgrund des Kostendrucks in der Photovoltaik und den hieraus resultierenden stetigen Verbesserungen der Technologie der Herstellungsprozesse nahezu im jährlichen Rhythmus erforderlich. Auch entwickelte sich der Photovoltaikmarkt selbst rasant weiter. War er 2004 beim Start der Vorlesungsreihe ausschließlich von Europa, insbesondere Deutschland, den USA und Japan geprägt, so kam 2007 China hinzu und dominiert seit 2013 bis heute das globale Marktgeschehen. Der Lehrstoff wurde in den Vorlesungen mittels zahlreicher Fotos, Diagramme und Schemata illustriert und durch den Einsatz von Videomaterial aus den Produktionsbereichen der Solarworld unteretzt.

Zum Abschluss des Moduls fand am Ende eines Semesters eine schriftliche Prüfung statt. Der jährliche Notendurchschnitt lag in den

20 Jahren im Bereich von 1,8 bis 2,5 mit einigen sehr guten und genügenden Ergebnissen. Nur sehr wenige Studenten haben die Prüfung nicht bestanden.

Wieviel Studenten besuchten die Lehrveranstaltung?

Die Vorlesungsankündigung für das Sommersemester 2004 erfolgte sehr kurzfristig, so dass nur sieben Studenten die Vorlesung besuchten. Im Wintersemester 2004/2005 verzeichnete sie bereits 31 Studierende als Hörer, die Zahl stieg in den darauffolgenden Wintersemestern weiter an. Im Wintersemester 2007/2008 konnte mit 71 Studenten die höchste Zahl an Hörern dieser fakultativen Lehrveranstaltung

Table 1: Anzahl der Studierenden der Lehrveranstaltung „Industrielle Photovoltaik“

Sommersemester 2004	7
Wintersemester 2004/2005	31
Wintersemester 2005/2006	63
Wintersemester 2006/2007	54
Wintersemester 2007/2008	71
Wintersemester 2008/2009	35
Wintersemester 2009/2010	44
Wintersemester 2010/2011	32
Wintersemester 2011/2012	29
Wintersemester 2012/2013 - 2023/2024	je ca. 25 - 30

verzeichnet werden (Tabelle 1).

2008 wurde der Autor durch den Rektor Prof. Unland zum Honorarprofessor für anorganische chemische Technologien bestellt (Abb. 2). Die fakultative Lehrveranstaltung wurde in diesem Zusammenhang ein eigenständiges Modul mit 3 Punkten und zum Wahlpflichtfach für verschiedene Studiengänge. Die Anzahl der Hörer pegelte sich daraufhin auf ein Niveau von etwa 30 Studierenden ein. Dabei nahmen neben deutschen Studenten auch fünf ausländische Studenten aus Asien, Lateinamerika oder arabischen Staaten teil. Auch nach dem Niedergang der Solarindustrie in Deutschland ab 2012 und einem damit verbundenen massiven Abbau von Arbeitsplätzen lag die Hörerzahl konstant bei etwa 25 bis 30 Studenten. Im Mai 2017 musste die Solarworld AG aufgrund des unlauteren Wettbewerbs durch chinesische Kon-



Abb. 2: Bestellung von Dr. Armin Müller zum Honorarprofessor durch den Rektor Prof. Unland am 15. Februar 2008

kurrenten in Form von Dumpingpreisen für Solarmodule Insolvenz anmelden. Das Modul „Industrielle Photovoltaik“ konnte dennoch weitergeführt und die Ausbildung der Studenten gesichert werden. Auch führte die Insolvenz der Solarworld AG zu keinem Abbruch der Studentenzahlen.

Exkursionen in die Solarindustrie

Die Exkursion in die Solarindustrie im Rahmen der Lehrveranstaltung fand ab 2004 jährlich, mit Ausnahme der Jahre 2019, bedingt durch die Insolvenz der Solarworld, und der Coronajahre 2021 und 2022, statt. In den ersten Jahren konnten die Studenten die Fertigung der Siliciumblöcke, -wafer, Solarzellen und -module bei der Solarworld in Freiberg im Gewerbegebiet Süd besichtigen. Es bestand die Möglichkeit, den Herstellprozess direkt an den Produktionslinien zu verfolgen und hautnah zu erleben wie Wafer gesägt, Solarzellen miteinander verlötet oder Solarmodule laminiert wurden. Ab 2010/2011 konnten auch die beiden neue errichteten Fertigungsstätten für Wafer im Freiburger Industriegebiet Ost und für Solarmodule im Freiburger Industriegebiet Saxonia besichtigt werden. Beide waren bei ihrer Errichtung die modernsten Fertigungen ihrer Art in Europa.

Nach der Zwangspause für die Exkursion ergab sich ab dem Wintersemester 2022/2023 wieder die Möglichkeit für die Besichtigung einer

Solarmodulfertigung. Die Firma Meyer Burger siedelte sich 2020 in Freiberg an und übernahm die Solarfertigung der Solarworld AG im Industriegebiet Saxonia. Nach ihrem Ausbau auf eine Fertigungskapazität von 1,4 GW konnte diese im Rahmen der Modulexkursion in den Wintersemestern 2022/2023 und 2023/2024 besichtigt werden.

Unterstützung durch Gastdozenten

Nach einer erfolgreichen 15jährigen Durchführung der Lehrveranstaltung bemühte sich der Autor ab 2019 Fachexperten für eine Unterstützung bzw. auch spätere Fortführung der Lehrveranstaltung zu gewinnen. So konnte der CEO der Firma Meyer Burger, Dr. Gunter Erfurt, als Vortragender gewonnen werden. Dr. Erfurt hielt im Wintersemester 2019/2020 vier Gastvorlesungen. Ab dem Wintersemester 2020/2021 unterstützte Dr. Matthias Reinecke, ebenfalls ein langjähriger Kollege aus der Solarindustrie mit großer Berufserfahrung, die Lehrveranstaltung mit bis zu vier Gastvorlesungen je Semester. Beiden Gastdozenten sei an dieser Stelle sehr herzlich für die Unterstützung gedankt.

Quellen:

/1/ Schreiben von Dr. Armin Müller, Deutsche Solar AG, an TU Bergakademie Freiberg vom 3.11.2003

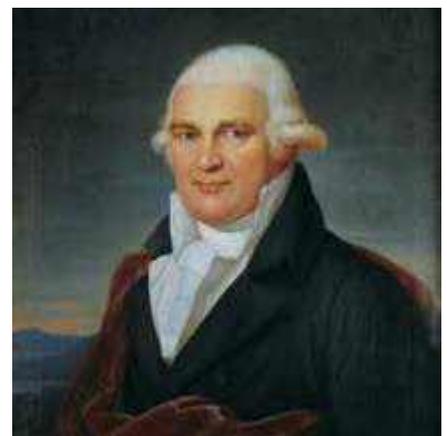
/2/ Schreiben der TU Bergakademie Freiberg an Dr. Armin Müller zur Erteilung des Lehrauftrags für die Lehrveranstaltung „Industrielle Photovoltaik“ vom 21.6.2004

Lektüreseminar Sommersemester 2024: 250 Jahre Kennzeichenlehre von Abraham Gottlob Werner

Norman Pohl, Gerhard Heide

„Bevor wir“, schreibt Gregor Markl 2015 in seinem Lehrbuch für Mineralogie¹ im ersten Kapitel auf Seite 3, „mit der Bestimmung von Gesteinen beginnen, müssen wir uns mit den Mineralen auseinandersetzen, die sie aufbauen. Im Folgenden werden wir uns daher mit den wichtigsten gesteinsbildenden Mineralen beschäftigen und versuchen, makroskopische, also mit bloßem Auge sichtbare Kennzeichen zu ihrer Bestimmung zusammenzutragen.“ Dieses Konzept findet sich bereits in Abraham Gottlob Werners² 1774 veröffentlichter Schrift „Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien“.³

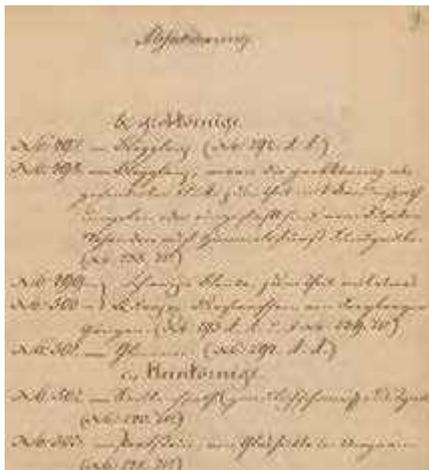
„§. 14. Aeußere Kennzeichen sind diejenigen, welche wir bloß durch unsere Sinne an der Zusammensetzung, oder dem Aggregat der Fossilien, welches man auch durch das Aeußere derselben nennt, aufsuchen: Sie werden sinnliche Kennzeichen genannt, weil wir zu ihrer Aufsuchung nur allein unsere Sinne nöthig haben.“ Sinngleich formuliert Markl 240 Jahre später: „Erfreulicherweise besitzt der Mensch etwas, das jeder Analytik überlegen ist und das gerade in den Geowissenschaften von besonderer Bedeutung ist: die Gabe, verschiedene Sinneseindrücke, die über lange Zeiträume



Abraham Gottlob Werner (©TUBAF)



Beispiel: „in Kömern“, vorgetragen von Bc. Sc. Candy López; Text im Buch: Tafel 3^a, Seite 206 und § 73,2 Seite 148



Text im Sammlungskatalog: „2. Zusammenhang der Theile: 2.1. Feste Fossilien: 2.1.7. Gestalt der abgesonderten Stücke: 2.1.7.1. Kömige abgesonderte Stücke: 2.1.7.1.A. Nach der Größe: 2.1.7.1.A.c. kleinkörnige [...] No. 503 Perlstein, von Glashütte in Ungarn“

angesammelt wurden, sinnvoll zu kombinieren und somit Erfahrung aufzubauen.“

In dieser Gesamtschau drängt sich die Frage auf, ob die von Werner beschriebenen Sinneseindrücke mit unseren heutigen Empfindungen in Einklang stehen. Lassen sich in Werners Darstellungen Beispiele finden, mit deren Hilfe besonders deutliche Antworten gegeben werden können. Oder: Wie hat Werner

gedacht? Aus wissenschaftshistorischem Interesse lautet die Antwort auf diese Frage: Systematisierend!

In acht Tafeln legte Werner „generische“ und „spezielle“ Kennzeichen

sowie deren „Abänderungen“ nieder. Die hier definierten Begriffe waren Grundlage eines Lektüreseminars des Studiums generale, um sich den wesentlichen Aussagen von Werner zu nähern. Das gemeinsame Lesen der Einleitung und des ersten Kapitels der Kennzeichenlehre flankierten wissenschaftshistorische Erläuterungen zur Einordnung des Wernerschen Werkes in dessen zeitgenössisches Umfeld. Die Vorstellung einzelner, von Werner definierter Kennzeichen erfolgte ebenfalls durch erläuterte Lektüre, aber auch mit Hilfe der Datenbank „AQUIlAgeo“. Dies erlaubte eine Annäherung an die Originalobjekte, ohne dass diese selbst in der Vorlesung präsentiert werden mussten.

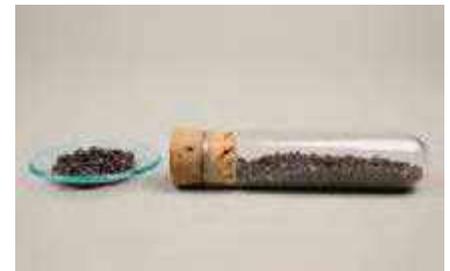
Die Digitalisierung der Objekte ermöglichte so einen einfachen Zugang zu Werners Sammlung, vor allem für Fachfremde. Die von Werner definierten äußerlichen Kennzeichen in seinem Sinne vollständig zu erfassen, ist allerdings nur mit dem Objekt selbst möglich. Aus 134 Kennzeichen wurde per Losverfahren jedem Teilnehmer die Möglichkeit gegeben, sich mit einem Kennzeichen detailliert auseinanderzusetzen und das Ergebnis im Seminar zu diskutieren. Im

Rahmen eines Semesters konnte so die mehr als 300 Seiten umfassende Schrift exemplarisch in ihrem Charakter erfasst werden.

Als nichtalltägliche Lehrform und zwei unterschiedliche Fachgebiete – die Wissenschaftsgeschichte und die Mineralogie – berührend, vermittelte dieses Lektüreseminar nicht zuletzt die Freude an unvoreingenommener, ergebnisoffener, wissenschaftlicher Arbeit.



Abbildung des Objekts (MiSa108546) aus der Wernerschen Kennzeichen-Sammlung



sowie eines anderen Beispiels: „Kleine, abgerundete Körner von dunkelrotem Pyrop“ (MiSa108153)

- 1 Markl, Gregor: Minerale und Gesteine: Mineralogie – Petrologie – Geochemie, Berlin, Heidelberg Springer Spektrum 2015.
- 2 geb. 25. September 1749, gest. 30. Juni 1817.
- 3 Werner, Abraham Gottlob: Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien. Leipzig Crusius 1774.
- 4 <https://www.digitale-sammlungen.de/view/bsb11434484?page=217>
- 5 <https://www.digitale-sammlungen.de/view/bsb11434484?page=158>

FUNKY FREIBERG REUNION – Ein neues Alumni-Format für die TU Bergakademie Freiberg

Malte Krüger¹

Kurz vor dem 100. Geburtstag von Lorient überfiel den Verfasser dieser Zeilen bei einem abendlichen Spaziergang im September 2023 durch die Freiburger Altstadtgassen der Eindruck: „Früher war mehr Lametta.“ Trotz besten Wetters waren die Bürgersteige sprichwörtlich hochgeklappt, keine vier Men-

schen waren binnen einer Stunde in der Öffentlichkeit anzutreffen.

Hatte der demographische Wandel und die Nachwirkungen der Pandemie einen solchen Rückzug ins Private bewirkt? Das facettenreiche Freiburger Nachtleben von vor 20 Jahren hatte ich in allerbesten Erinnerung. Zumal

gerade die fakultätsübergreifenden Aktivitäten ursächlich für lebenslange Freundschaften und wertvolle Kontakte sind.

Weil für die Alumni-Gruppe der 35- bis 49-Jährigen bzw. die TUBAF-Alumni der Abschluss-Jahrgänge 1995 bis 2010 bisher passende Veranstal-



Hardticket für die FUNKY FREIBERG REUNION

tungsformate fehlten, wurde gemeinsam mit Dr. Jens Grigoleit und Dr. Constance Bornkampf kurzentschlossen die Idee einer FUNKY FREIBERG REUNION entwickelt, um den besonderen Spirit wieder aufleben zu lassen. Mittels persönlicher und telefonischer „Aktivierung“ bestehender Kontakte wurde erstmal abgeklopft, inwieweit auswärtige Alumni, überhaupt ein Interesse hatten sich für ein „Bergakademie-Ehemaligen-Treffen“ auf den Weg



Verbindendes Element: Selbstvergewisserung an der Fotobox nachts um 2 Uhr.

nach Freiberg zu machen. Schon diese Gespräche und Telefonate ließen Erinnerungen an gemeinsame Freiberg-Erlebnisse und studentische Anekdoten nur so sprudeln, was für weitere Ermunterung in Sachen Umsetzung sorgte.

Nachdem geklärt war, dass das



Flashback – Glück auf! Beginn der Altstadt-Führung von Prof. Dr. Helmuth Albrecht am Obermarkt.

Alumni-Wochenende terminlich an die Nacht der Wissenschaft & Wirtschaft 2024 angeschlossen werden sollte, wurde – noch ohne vollständige Finanzierung – die Alte Mensa als traditioneller Feierort gebucht. Eine fast alternativlose Entscheidung: Im nicht mehr existenten Yacht-Club am Untermarkt wird inzwischen griechische Kulinarik serviert, der EAC zu klein, das Absolom vor Jahren in Flammen aufgegangen und das TIVOLI für unser Vorhaben (noch) zu groß.

Mittels diverser Mailinglisten, Internetseiten und sozialer Medien erging im Herbst 2023 folgender Aufruf: „AKA Fasching, BWL Entertainment, Roter Weg, Rue Erbische, EAC Dienspartys und Sonnenaufgänge nach der Alten Mensa sind für Dich keine böhmischen Dörfer? Du hast mit ICQ

die Leitungen im Wohnheim zum Glühen gebracht und STÖ mit Freiburger Eierschecke kombiniert, bevor Du in die Welt gezogen bist? Dann wäre es mal wieder Zeit für ein Wiedersehen! Mit Euch wollen wir die Alte Mensa, wie in alten Zeiten, zum Beben bringen. Extra für dieses Event bringen wir DJ X-Tone zurück an die Decks.“

Offensichtlich hatten wir damit einen Nerv getroffen, wie die stetig wachsenden Anmeldungen zeigten, trotzdem war zunächst nicht absehbar, dass so viele Ehemalige nicht nur aus ganz Deutschland, sondern sogar auch aus England, Griechenland und der Schweiz unserem REUNION-Aufruf nach Freiberg folgten. Im Organisations-Trio bestand schnell Einigkeit, dass wir Freiberg von seiner besten Seite zeigen wollten und



Glückliche Gesichter: Gruppenfoto am SIZ vor den samstäglichem Campus-Führungen.

dementsprechend besonderer Wert auf liebevolle Details der Veranstaltung gelegt werden sollte.

Am Freitag, den 24. Mai 2024, öffneten sich dann um 21 Uhr die Pforten zur Alten Mensa, vor der sich schon eine feierwillige Alumni-Crowd formiert hatte. Wie in alten Zeiten wurden noch Hardtickets ausgegeben (die früher jeden WG-Kühlschrank zierten) samt passend entworfener Kühlschrankmagnete; weiterhin war der Goodie-Bag prall gefüllt, u. a. mit einer TUBAF Bade-AbsolvENTE, Informationsmaterial zur Bergakademie, zum Welterbe Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří und mit der im April 2024 erschienenen Broschüre „Städtebauförderung in der Freiburger Altstadt Aufgaben - Ergebnisse - Möglichkeiten“. Jeder Gast erhielt ein Begrüßungsgetränk und natürlich durfte auch die legendäre Freiburger Eierschecke nicht fehlen, die für viele den Geschmack der Studienzeit zurückbrachte. Einen verbindenden Anziehungspunkt bildete die Fotobox, wodurch Souvenirs des Abends direkt selbst hergestellt werden konnten. Die von Wiedersehensfreude geprägte Stimmung war ausgelassen, überall sah man strahlende Gesichter und angeregte Gespräche. Auch beim mitternächtlichen Absingen des Steigerlieds waren die mehr als 230 Alumni durch die Bank textsicher und beseelt am Start. Je nach Anreisestrapazen und individueller Kondition wurde bis um 3.30 Uhr gefeiert. Im Nachgang freute sich das Team der Alten Mensa über einen Rekordumsatz der letzten Jahre...

Nachdem am Samstagvormittag die Lebensgeister wieder zurückgekehrt waren, u. a. im Rahmen eines Katerbrunchs, bildete das neue Hörsaalgebäude Prüferstraße um 13 Uhr den Ausgangspunkt für zwei Führungen entlang des Wissenschaftskorridors über den Campus. In lockerer Atmosphäre konnten die Alumni die zahlreichen baulichen Veränderungen und Entwicklungen ihrer alten

Universität bestaunen. Im Vergleich mit den vormaligen Studienbedingungen beeindruckte besonders die erst Ende September 2023 neu eröffnete Universitätsbibliothek. Nach einer Innenbesichtigung des städtebaulichen Schmuckstücks, das in seiner Formensprache an die Industriearchitektur eines Malakow-Turms erinnert, wurde von den Alumni einzig eine Roof-Top-Bar (mit Self-Service) vermisst, um den schönen Ausblick über die Freiburger Altstadt mit noch mehr Aufenthaltsqualität zu verbinden. Es bleibt also abzuwarten, ob eine „GEORG Bar“ vor dem Jahr 2044 nach einer Bedarfsbewertung Wirklichkeit wird. Andererseits hätte sich vor 20 Jahren bei einem winterlichen Circusbesuch mit kreisenden Kamelen in der dampfenden Manege auf dem verschneiten

Uhr für viele Interessierte den Samstag mit einem eindrucksvollen Leistungsspektrum der TU Bergakademie Freiberg perfekt ab.

Positiv bleibt festzuhalten, dass durch das zweitägige Event die Verbundenheit zur TU Bergakademie Freiberg und zur Stadt Freiberg bei den Alumni aus nah und fern gestärkt bzw. reaktiviert wurde. Mit Blick auf die Zukunft und aufgrund vielfacher Interessenbekundungen, Danksagungen und auch Spenden sollte ein solches Format für die „mittlere / mittelalte Alumni-Generation“ zumindest in zweijährigem Turnus (in den geraden Jahren) verstetigt und adäquat gefördert werden.

Dank zu sagen gilt es den „Möglichmachern“, den Unterstützerinnen und Unterstützern innerhalb der TU Bergakademie Freiberg, besonders dem Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. sowie dem Stadtmarketing, Frau Dr. Ines Lorenz (Stadtarchiv Freiberg), Philipp Preissler (Leiter Büro des Oberbürgermeisters Stadt Freiberg) und dem Team der Alten Mensa.

PS: Wer in Kontakt mit der TU Bergakademie Freiberg und auch über künftige Veranstaltungen informiert bleiben möchte, sollte sich umgehend im Freiburger Alumni Netzwerk registrieren:

<https://tu-freiberg.de/alumni>

Dr. Constance Bornkampf, Alumnibeauftragte der TU Bergakademie Freiberg, Akademiestraße 6, 09599 Freiberg Tel.: 03731 39 2675. Mail: alumni@zuv.tu-freiberg.de



„Disco is music for dancing, and people will always want to dance“ – Giorgio Moroder. Stimmt! Es wurde bis nach 3 Uhr in der Alten Mensa entschlossen gefeiert.

Messeplatz wahrscheinlich niemand einen so modernen Bibliotheksbau samt dem benachbarten Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS) für kumuliert mehr als 84 Millionen Euro vorstellen können.

Nach einem epischen Gewitter folgten am Nachmittag weitere Programmpunkte: Um 16 Uhr wurde eine Führung durch das unsanierte Gebäude an der Lessingstraße 45 angeboten, was besonders bei den anwesenden BWLern große Begeisterung auslöste, da in der alten ABF scheinbar die Zeit stehen geblieben ist. Ab 17 Uhr folgte vom Obermarkt ausgehend ein von Prof. Dr. Helmuth Albrecht geführter historischer Stadtrundgang durch die Freiburger Altstadt. Die Nacht der Wissenschaft & Wirtschaft rundete ab 18

1 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte (IWTG) der TU Bergakademie Freiberg

2 Im Jahr 1990 hatte Freiberg noch 50.567 Einwohner, für das Jahr 2021 gibt die Kommunale Statistikstelle 39.721 Einwohner an. https://www.freiberg.de/fileadmin/documents/Statistik/2023/Homepage_2021_1982_Amtliche_EW_31_12.pdf (abgerufen am 26.07.24)

Innovatives KI-Projekt zielt auf die Verbesserung der Sicherheit von Kernkraftwerken ab

Darío García del Real, Lázaro García del Real

Inspiriert von unserer Leidenschaft für die Kernenergie und dem Beitrag zu ihrer Sicherheit entwickelten wir – die Brüder Darío und Lázaro García del Real (Ingenieurstudenten an der TU Bergakademie Freiberg) – ein KI-Modell zur Erkennung von Kernkraftwerken anhand von Satellitenbildern. Unser innovatives Projekt, das Sentinel-2-Satellitendaten und KI-Techniken kombiniert, zielt darauf ab, die Überwachung von Kernkraftwerken weltweit zu verbessern. Diese innovative Arbeit erhielt internationale Anerkennung von der Internationalen Atomenergie-Organisation, was zu einer Präsentation auf der „International Conference on Nuclear Security 2024“ in Wien führte, in der die entscheidende Rolle neuer Technologien wie KI bei der Sicherung der nuklearen Infrastruktur unserer Welt hervorgehoben wurde.

Vorstellung der Innovatoren

Wir – die Brüder Darío und Lázaro García del Real – sind zwei spanische Studenten an der TU Bergakademie Freiberg, die derzeit im Rahmen des innovativen Bachelor-Ingenieurprogramms der Fakultät 4 einen Abschluss in Energietechnik

anstreben. Wir haben uns schon immer sehr für Kernenergie und ihr Potenzial zur Erzeugung sauberer Energie interessiert, wobei wir auch die damit verbundenen Sicherheitsbedenken berücksichtigen. Darío beendet derzeit sein erstes Jahr an der Universität, während Lázaro kurz davor steht, sein zweites Jahr abzuschließen. Unser Bildungsweg ist durch einen starken Fokus auf die Anwendung künstlicher Intelligenz und Programmierung gekennzeichnet, die in diesem Projekt eine entscheidende Rolle gespielt haben.

Die Idee für unser innovatives Projekt „Using Deep Learning and Sentinel-2-Satellite Images for the Detection of Nuclear Power Plants“ entstand aus unserem tiefen Interesse an Kernenergie und dem Wunsch, zur Sicherheit von Kernkraftwerken beizutragen. Nach Abschluss des Abiturs begann Darío zu erforschen, wie er seine Fähigkeiten in künstlicher Intelligenz und Fernerkundungstechnologien nutzen könnte, um die Überwachung von Kern-

kraftwerken zu verbessern. Mit Lázaros Unterstützung und unter der Aufsicht und Anleitung unseres Vaters Jose García del Real, ehemaliger Forscher und Alumnus der TUBAF, derzeit Akademiker an der UCAM-Universität in Spanien, machten wir uns daran, ein KI-Modell zu entwickeln, das in der Lage ist, Atomkraftwerke anhand von Satellitenbildern zu erkennen.

Projektübersicht und Methodik

Unser Ziel war es, ein robustes System zur weltweiten Überwachung von Atomanlagen zu schaffen. Auf dem Weg dorthin gab es eine Reihe von Herausforderungen, die zu meistern waren:

1) Satellitenbilder:

Zunächst verwendeten wir Bilder der Sentinel-2-Satelliten, die Teil der Copernicus-Mission sind. Diese Mission wurde von der Europäischen Kommission in Zusammenarbeit mit der Europäischen Weltraumorganisation zur Überwachung der Erde gestartet. Die Satelliten erfassen detaillierte Bilder der Erdoberfläche

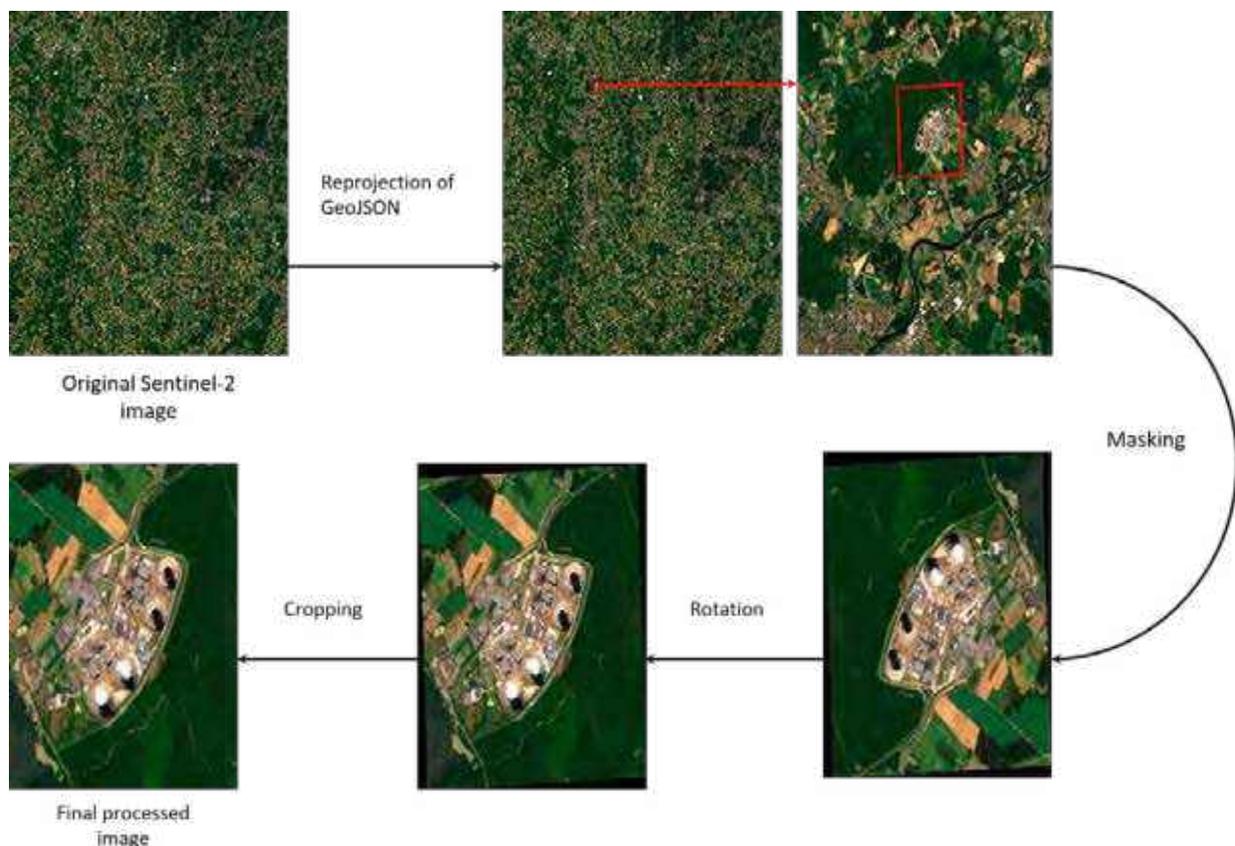


Abb. 1: Schema des verfolgten Prozesses für die Erstellung des Datensatzes

in verschiedenen Farbspektren, hier das RGB-Spektrum, aus dem das für uns Menschen sichtbare Licht besteht.

2) Datenaufbereitung:

Wir erstellten aus diesen Bildern einen speziellen Datensatz, der einzigartig ist, da es bis dahin keine Fernerkundungsdatensätze gab, die Bilder von Kernkraftwerken enthielten und tatsächlich für den Einsatz auf globaler Ebene geeignet waren. Wir wählten Bilder aus und beschrifteten sie, um anzuzeigen, ob sie ein Kernkraftwerk enthielten oder nicht. Kohle- und Gaskraftwerke wurden ebenfalls einbezogen, da sie aus der Luft ähnlich aussehen, wobei insbesondere Kohlekraftwerke ähnliche Kühltürme aufweisen. Wir erweiterten den Datensatz dahingehend, dass wir die Bilder drehten und Helligkeit, Sättigung und Kontrast änderten, um unterschiedliche Wetterbedingungen zu simulieren. Dies ist eine im Bereich der KI verwendete Technik namens Datenaugmentation, die die Datenvielfalt verbessert, sodass ein KI-Modell lernen kann, unterschiedliche Muster zu erkennen, was es zuverlässiger macht.

3) Erstellung der Modelle:

Auf diesem Datensatz mit rund 3.200 Bildern verwendeten wir eine Art KI namens Convolutional Neural Networks (CNNs), die besonders gut für die Analyse visueller Daten geeignet sind. Beim zunächst erfolgten Transfer-Learning wurde ein Basismodell anhand eines Basisdatensatzes und einer Basisaufgabe trainiert. Anschließend werden die erlernten Merkmale für einen anderen Zweck verwendet oder auf ein zweites Modell „übertragen“, das anhand eines anderen Zieldatensatzes und einer neuen Aufgabe trainiert wird. Dabei überspringen einige Schichten des Basismodells den Trainingsprozess (unter Ausnutzung der bereits erlernten Merkmale) und der Rest wird für die jeweilige Aufgabe trainiert. Dieser Ansatz führt normalerweise zu einer besseren Modellleistung bei geringerem Daten- und Trainingsbedarf. Durch Training anhand ihres beschrifteten Datensatzes brachten

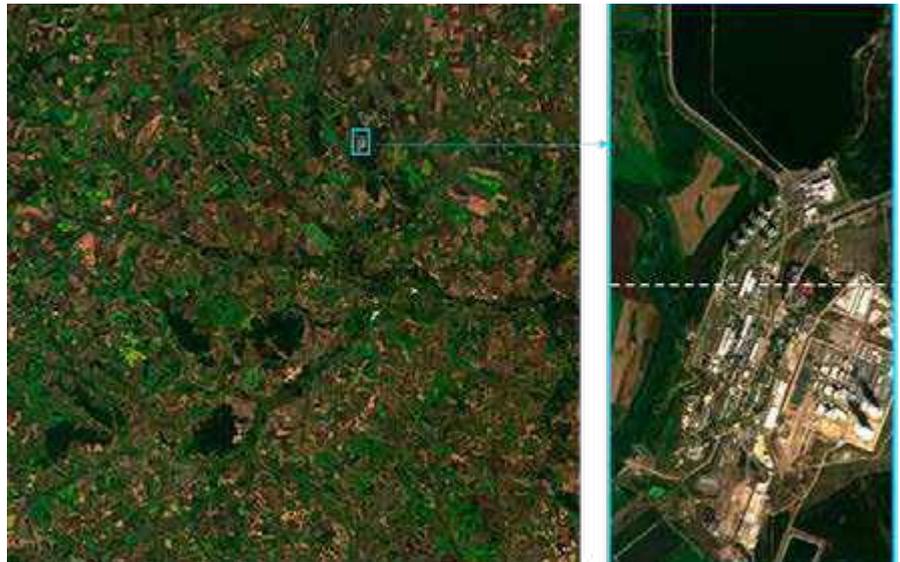


Abb. 2: Mithilfe von KI-Modellen automatisch gefundenes Kernkraftwerk in einem Gebiet einer Größe von ca. 15.000 km²

diese Netzwerke der KI bei, Merkmale zu erkennen, die auf die Anwesenheit eines Kernkraftwerks hinweisen.

4) Modellgenauigkeit:

Das resultierende KI-Modell war anhand eines Testdatensatzes mit 260 Bildern hochgenau und klassifizierte die Bilder in 94,3 % der Fälle korrekt als solche, die Kernkraftwerke enthielten oder nicht – selbst bei hellen Hintergründen oder Wolken, die die Kernkraftwerke teilweise bedeckten.

Diese Methode automatisiert nicht nur den Erkennungsprozess, sondern bietet auch eine zuverlässige Möglichkeit, Kernkraftwerke weltweit zu überwachen und trägt so zu den Bemühungen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) bei, die nukleare Sicherheit zu gewährleisten.

Zukünftige Entwicklungen und internationale Anerkennung

Wir planen nun, unser KI-Modell weiter zu verbessern, indem wir zusätzliche Arten von Satellitenbildern wie Radar- und Infrarotbilder integrieren, um die Erkennungsfähigkeiten unter verschiedenen Bedingungen zu verbessern. Wir wollen außerdem ein umfassendes „Mapping-tool“ entwickeln, das Standorte von Kernkraftwerken weltweit visualisieren kann, Echtzeit-Updates bietet und möglicherweise die Überwachung anderer kritischer Energieinfrastrukturen integriert, um ein breiteres Sicherheitsnetzwerk zu schaffen.

Unsere bahnbrechende Arbeit erregte die Aufmerksamkeit der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft und führte zur Einladung, unsere Ergebnisse auf der

Internationalen Konferenz für nukleare Sicherheit (ICONS 2024) in Wien zu präsentieren. Bei dieser alle vier Jahre von der IAEA organisierten Veranstaltung kommen weltweit führende Persönlichkeiten zusammen, um kritische Themen wie Cybersicherheit und Nuklearterrorismus zu diskutieren und die Bedeutung neuer Technologien für den Schutz von Kernkraftwerken hervorzuheben. Sie befasste sich auch mit der Sicherheit von Nuklearmaterialien im Allgemeinen, einschließlich solcher, die für Forschung und medizinische Anwendungen verwendet werden.

Über die ICONS 2024 hinaus präsentierten wir unsere Ergebnisse auch auf dem 75. BHT Freiburger Universitätsforum im Rahmen des „18th Freiberg Colloquium of Young Researchers“. Diese beiden Plattformen boten die Möglichkeit, die breiteren Anwendungen des KI-Modells zu diskutieren und wertvolle professionelle Ratschläge und Feedback zu erhalten.

Fazit

Unser Projekt ist ein gutes Beispiel für den Innovations- und Kooperationsgeist im Bereich der nuklearen Sicherheit. Es zeigt nicht nur das Potenzial der KI zur Verbesserung der globalen Sicherheit, sondern unterstreicht auch die Rolle, die junge Talente bei der Bewältigung der komplexen Herausforderungen der Zukunft spielen. Mit unserem Engagement und innovativen Ansatz konnten bedeutende Fortschritte bei der Gewährleistung der Sicherheit von Nuklearanlagen weltweit erzielt und so zu den globalen Bemühungen beigetragen werden, Kernenergie verantwortungsvoll und sicher zu nutzen.



Abb. 3: Lázaro und Darío auf der ICONS 2024

International

Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft am 25. Mai 2024



Abschlussprogramm internationaler Studierender



Testfahrten Steigt Um!

Gewinnung von internationalen Studierenden und Fachkräften

Veronika Neumann¹

Die Gewinnung internationaler Studierender ist ein wichtiger Aspekt nicht nur für die Hochschulen, sondern insgesamt für den Arbeitsmarkt in Sachsen. Im Jahr 2022 hat das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus (SMWK) einen Maßnahmenplan zur Gewinnung internationaler Fach- und Arbeitskräfte für Sachsen veröffentlicht. Eine der Maßnahmen ist die Einrichtung eines gemeinsamen Büros für internationales Marketing der sächsischen Hochschulen in den Zielländern².

Unter Federführung der TU Bergakademie Freiberg wurde im November 2023 das erste Regionalbüro der sächsischen Hochschulen für Zentralasien *Saxon Science Liaison Office Uzbekistan* in Usbekistan eröffnet. Das neue *Liaison Office* wird von Frau Dr. Zlikha Tileuova geleitet und dient vor allem als Anlauf- und Beratungsstelle für junge Menschen, die in Deutschland und speziell

im Freistaat Sachsen studieren möchten.

Das Büro befindet sich in den Räumlichkeiten der Universität für Geologische Wissenschaften in Taschkent. Es wirbt von dort aus in verschiedenen Regionen Usbekistans für das erstklassige und vielfältige akademische Ausbildungsangebot sächsischer Hochschulen und zeigt Perspektiven auf, nach dem Studium in den Wachstumsregionen des Freistaats zu arbeiten. Diese Werbung erfolgt in der Landessprache. Dadurch kann einerseits eine hohe Zahl von Interessenten erreicht und andererseits gezielt auf deren Vorstellungen und Neigungen eingegangen werden.

Weitere Aufgaben des Regionalbüros sind der Ausbau des Alumni-Netzwerks, die Schaffung sozialer Netzwerke, eine effektive Stipendienentwicklung und -finanzierung, Evaluation und Qualitätssicherung. So können über das neue *Saxon Science Liaison Office Uzbekistan* die

sächsischen Hochschulen bereits bestehende Kooperationen mit den Hochschulen in Usbekistan vertiefen beziehungsweise neue Verbindungen knüpfen.

Die Einrichtung bietet Einzel- und Gruppenberatungen für Studieninteressierte an, organisiert Informationsveranstaltungen an Schulen und Hochschulen, kooperiert mit deutschen Organisationen in Usbekistan und vertritt die sächsischen Hochschulen auf Bildungsmessen. Im Juli 2024 konnten die ersten zehn Studierenden an sächsische Hochschulen vermittelt werden, darunter drei Bewerber für das Studienkolleg mit anschließendem Bachelorstudium.

Am 2. Juli 2024 eröffnete die TU Bergakademie Freiberg das zweite Regionalbüro der Sächsischen Hochschulen für Zentralasien in der Mongolei, in Ulaanbaatar. Das *Saxon Science Liaison Office Mongolia* befindet sich in den Räumlichkeiten der Mongolischen Universität für Wissenschaft und Technologie. Der bereits vorhandene wissenschaftliche Austausch zwischen Institutionen und Hochschulen der Mongolei und Sachsen wird damit weiter gefördert und gefestigt.

Perspektivisch sollen eigene Studienkollegs in den Regionalbüros entstehen. Denn besonders der Abbau von Sprachbarrieren und die fachliche Vorbereitung der Studieninteressierten sind wichtige Grundlagen für einen weiteren Ausbau des Studierendenaustauschs. Direkt vor Ort haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Chance, sich intensiv auf die sprachlichen, fachlichen und methodischen Anforderungen eines Studiums vorzubereiten. Außerdem wird ihnen ein grundlegendes Verständnis für die gewählten Fachbereiche vermittelt. Die Kurse sind auf die Bedürfnisse der Studierenden abgestimmt und gewährleisten einen nahtlosen Übergang zum Studium in Sachsen.

Interessierte aus Zentralasien finden in Sachsen attraktive Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, eine exzellente Forschungsinfrastruktur sowie Chancen zur weiteren internationalen Vernetzung. Der Fachkräftemangel der Industrie in Sachsen bietet vor allem im technischen Bereich, aber auch bei der Energiewende und der Rohstoffsicherung gute Karrieremöglichkeiten³. Ob



Räumlichkeiten des zukünftigen Studienkollegs in Taschkent



Teilnahme an der Bildungsmesse in Taschkent



Frau Dr. Tileuova auf der Bildungsmesse in Urgentsch (Stadt in Usbekistan)



Besuch des Berlin Zentrums in Andischan



Infoveranstaltung in der Schule 9 in Samarkand



Präsentation in der Schule 112 in Taschkent



Beide Fotos: Eröffnungszereemonie des Regionalbüros, (v. links n. rechts) Prof. Barbknecht – Rektor TUBAF, Dr. Andreas Handschuh – Staatssekretär SMWK, Odbayar Erdenetsogt – Außenpolitischer Berater des mongolischen Präsidenten, Prof. Namnan Tumurpurev – Rektor der Mongolischen Universität für Wissenschaften und Technologie

aber in ihrem Heimatland oder in Sachsen: Für die jungen Menschen bieten sich in aller Welt exzellente berufliche Perspektiven.

- 1 Referentin Stabstelle Internationales Studierendenmarketing, International Office, Akademiestr. 6, Zi. 1.06 Tel. 03731 39 4844
- 2 <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/40612>
- 3 <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/fachkraeftesicherung.html>

Internationale Studierende und Promovierende im Gespräch mit Torsten Mayer (IUZ)

Torsten Mayer

Salma Mohamed Saad Abdelkader - Doktorandin aus Ägypten

Salma Mohamed Saad Abdelkader stammt aus Alexandria in Ägypten und studierte vom Wintersemester 2021/2022 bis Wintersemester 2023/2024 an der TU Bergakademie Freiberg im Masterstudiengang „International Business and Resources in Emerging Markets“. Das Besondere daran: Sie kam als alleinerziehende Mutter von zwei Jungen, damals 8 und 10 Jahre alt, die sie mit nach Freiberg brachte. Ihr Studium hat sie in fünf Semestern erfolgreich beendet. Seit dem Sommersemester 2024 promoviert und arbeitet sie an der Professur Business-to-Business Marketing an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.

War Deutschland ihr bevorzugtes Zielland für ihr Studium?

Ja, ich habe mich für Deutschland entschieden, weil sein Hochschul- und Bildungssystem einen guten Ruf besitzt. Bereits in der Bewerbungsphase habe ich angefangen, Deutsch zu lernen.

Wie haben Sie die TU Bergakademie Freiberg gefunden und warum haben Sie sich für ein Studium in Freiberg entschieden?

In Ägypten habe ich Betriebswirtschaftslehre studiert. Auf der Webseite des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) fand ich den MBA-Studiengang* „International Business and Resources in Emerging Markets“ („Internationale Geschäfte und Ressourcen in Schwellenlän-

dern“). Dessen Vertiefungsrichtung „Ressourcen und Umwelt“ hat mich besonders angesprochen. Einen solchen Studiengang habe ich nirgendwo anders gefunden. Ich bewarb mich auch bei anderen Universitäten. Aus Freiberg erhielt ich zuerst eine bedingte Zulassung zum Studium. Die noch verbliebenen Bewerbungsunterlagen konnte ich rechtzeitig vorlegen, alles verlief reibungslos. So habe ich mich für diese Universität entschieden.

Wurden Ihre Erwartungen an das Studium erfüllt?

Ja, zum großen Teil.

Und was fehlte zum Ganzen?

Ich hatte mir mehr praktischen Unterricht erhofft – etwas, das uns auf die Arbeit in der Wirtschaft vorbereitet und uns Einblicke in die Businesswelt gibt. Zum Beispiel Blockkurse in Zusammenarbeit mit Unternehmensvertretern. Das Curriculum erlaubt zwar ein Praktikum und vergibt dafür 10 Leistungspunkte, aber das kam für mich nicht in Frage, da es außerhalb Freibergs stattgefunden hätte. Schließlich muss ich jeden Tag meine beiden Jungs versorgen, die hier in die Schule gehen.

Würden Sie Anderen empfehlen, in Freiberg zu studieren?

Ja, wegen der guten Lebens- und Studienbedingungen hier. Sowohl die Universität, als auch das soziale Umfeld haben mich sehr unterstützt. Ohne diese Hilfe hätte ich den Ab-

schluss wahrscheinlich noch nicht geschafft. Wer immer in Freiberg studieren möchte, dem würde ich raten, dies auch wirklich zu wollen und sich darauf zu fokussieren. Dann ist Freiberg der ideale Studienort.

Welche Erlebnisse sind Ihnen in guter Erinnerung geblieben?

Die Hilfsbereitschaft schon vor meiner Ankunft. Eine Mitarbeiterin der TUBAF bot uns zur Überbrückung zwei Zimmer in ihrer eigenen Wohnung an und als wir mit schwerem Gepäck auf dem Bahnhof in Freiberg ankamen, wurden wir sogar privat mit dem Auto abgeholt. Das war unglaublich und eine echte Hilfe.

Sie sind mit Ihren beiden Kindern im schulpflichtigen Alter und mit Ersparnissen nach Freiberg gekommen und mussten von Anfang an neben dem Studium arbeiten, um das Leben zu finanzieren. Wie schwer war es für Sie, Studium, Arbeit und den bürokratischen Aufwand – Stichwort Antragstellung – zu bewältigen?

Hinter mir liegen zweieinhalb Jahre intensiver Arbeit. Mein Ziel war nicht allein der Abschluss, sondern der Abschluss mit einer guten Abschlussnote. Ganz gleich, welche Unterstützung jemand erhält, ohne eigene Anstrengung wird er nichts erreichen. Ich musste konstant dran bleiben und gut funktionieren. Aber ich bin sehr dankbar für die Unterstützung, die ich in Freiberg erfahren habe. Mit Frau Kneip, der Sozialberaterin im Studentenwerk, habe ich die Kindergeldanträge gestellt. Ich hatte Glück, Jobs

in der Universität zu bekommen, was das Geldverdienen einfacher macht. Ich habe zweimal das Deutschlandstipendium erhalten. Außerdem ist Freiberg eine sichere Umgebung für Kinder und sobald meine Jungs ihren Schulweg kannten, konnte ich sie allein dorthin schicken.

Um in die Familienversicherung einer gesetzlichen Krankenkasse zu kommen, mussten Sie eine sozialversicherungspflichtige Tätigkeit außerhalb der Universität finden. Wo haben Sie gearbeitet?

Ja, eine private Krankenversicherung übernimmt häufig nur einen Teil der Behandlungskosten und mit zwei Kindern ist man häufig beim Arzt. Ich habe beim Frauenhaus des Vereins Esther-von-Kirchbach gearbeitet. Das Haus nimmt Opfer von häuslicher Gewalt auf und befindet sich an einem geheim gehaltenen Ort in Freiberg. Die Frauen haben mir sehr Leid getan, aber gleichzeitig war ich froh, dass es einen Ort gibt, wo sie Hilfe bekommen. Während der Prüfungszeit waren die beiden Mitarbeiterinnen dort sehr verständnisvoll und gestatteten mir flexible Arbeitszeiten.

Wie wichtig ist Sport für Ihre Kinder?

Sehr wichtig. Der Freiburger Basketballverein Miners zum Beispiel unterstützt meinen Jüngsten. Er wurde freundlich aufgenommen und bekam mehrere kostenlose Probetrainings. Er hat sich zu einem richtig erfolgreichen kleinen Sportler entwickelt. Das gibt ihm Selbstvertrauen.

Haben Sie die letzten Jahre in Freiberg verändert?

Sicherlich! Ich habe zum Beispiel gelernt, unglaublich schnell Mahlzeiten zuzubereiten. Wenn meine Schwester uns besucht, staunt sie immer und fragt sich, wie das möglich ist. Auch Freunde haben das schon beobachtet. Hätten sie es nicht erwähnt, ich hätte es nicht bemerkt. Für mich ist das normal geworden.

Frau Abdelkader, vielen Dank für das Gespräch!

Idia Ahusime Monye – Masterstudentin aus Nigeria

Idia Ahusime Monye stammt aus Nigeria und studiert im Masterstudiengang „International Management of

Resources and Environment“ (Internationales Ressourcen- und Umweltmanagement) an der TUBAF. Sie lebt mit ihrem Mann Joseph Monye, der ebenfalls studiert, und ihren Kindern, einem Mädchen (5 Jahre) und einem Jungen (2 Jahre) in Freiberg.



Idia Ahusime Monye aus Nigeria (4te v. r. mit Mikrophon) während eines Auftritts mit Tanzgruppe beim Internationalen Gartenfest im Mehrgenerationenhaus „Bunten Haus“ in Freiberg am 8. Juni 2024.

Wie sind Sie auf Ihren Studiengang „International Management of Resources and Environment“ an der TU Bergakademie Freiberg aufmerksam geworden?

Zuvor habe ich in Nigeria bei einer Bank gearbeitet. Dort wurde mir die Aufgabe des „Sustainability Champion“ übertragen, also der Nachhaltigkeitsbeauftragten. Ich musste mich eingehender mit dem Thema Nachhaltigkeit im Unternehmen beschäftigen. Daraus ist der Wunsch entstanden, mich beruflich in diese Richtung weiterzubilden. Mein Verlobter und jetziger Ehemann Joseph machte mich dann auf den MBA-Studiengang in Freiberg aufmerksam, den er im Internet gefunden hatte, und ich bewarb mich darauf.

Hat der Studiengang Ihre Erwartungen erfüllt?

Ja, das hat er. Ich habe wertvolle Einblicke in das Ressourcen- und Umweltmanagement aus einer globalen und professionellen Perspektive erhalten. Ich denke, dass ich spezifische Fähigkeiten und Fertigkeiten hinzugewonnen habe, die mich zu einer nützlichen Expertin in diesem Bereich machen.

Sie studieren in Freiberg zusammen mit ihrem Mann und zwei kleinen Kindern. Was sind Ihre Erfahrungen vom Studium mit Kindern?

Es ist ziemlich anstrengend, besonders mit Kleinkindern. Die Kita hilft enorm. Sie verschafft uns Zeit zum Studieren und Geld verdienen. Wir haben Routinen entwickelt, um die Herausforderungen des Alltags zu be-

wältigen – langsam, aber stetig.

Von welchen Institutionen oder Menschen in Freiberg erhalten Sie Unterstützung?

Wir vermissen unser Zuhause und die dortigen familiären Unterstützungssysteme. Aber wir schätzen auch das Netz von Unterstützern hier in Freiberg: die afrikanische Community, befreundete Nachbarn, Eltern und Erzieherinnen der Kita „Campuszwerge“, des Studentenwerks und des Internationalen Universitätszentrums.

Gibt es in Nigeria auch Kindergärten und falls ja, unterscheiden sie sich von jenen in Deutschland?

Ja, es gibt sie und sie unterscheiden sich. Wir waren verunsichert, als wir erfuhren, dass die Kinder im deutschen Kindergarten noch keinen Unterricht erhalten. Wir fragten uns, wie unsere Tochter später mit der plötzlich veränderten Situation in der Schule zurechtkommen würde. In Nigeria lernen die Kinder bereits ab drei Jahren im Kindergarten das Alphabet. Wir äußerten diese Bedenken auch bei Elterngesprächen. Uns wurde empfohlen, vor Schulbeginn Grundschulen in Freiberg zu besuchen und Gespräche mit Lehrkräften zu führen.

Wie unterscheidet sich das vom Bildungssystem in Nigeria noch von dem in Deutschland?

Die Grundschule dauert sechs Jahre. Danach geht es für weitere sechs Jahre auf die Sekundarschule, die unterteilt ist in Junior Secondary School und Senior Secondary School. Anschließend versuchen die meisten Schüler zu studieren, während der Rest eine Berufsausbildung macht. Einrichtungen, die Berufe ausbilden, sind aber nur begrenzt vorhanden. Außerdem gibt es zu wenige Jobs. Daher studieren die meisten Nigerianer. In Deutschland haben die Schüler bei entsprechenden Leistungen die Wahl zwischen Realschule, Hauptschule und Gymnasium. Mein Mann Joseph und ich schätzen besonders die Berufsschulen, das duale Studium und die guten Berufsaussichten in Deutschland.

Welches der beiden Schulsysteme bevorzugen Sie?

Ich würde mich für eine Mischung entscheiden, am besten mit einigen Änderungen. Ich würde das nigeri-

nische Kindergartensystem beibehalten, um die Kinder langsam an das Stillsitzen, Zuhören und Mitarbeiten in der Schule zu gewöhnen. Nach der Primär- und Sekundarstufe sollte es auch in Nigeria eine staatlich gere-

gelte Berufsausbildung geben. Jeder Jugendliche sollte in Nigeria die Wahl zwischen einer Berufsausbildung und einer Hochschulausbildung haben, egal, wo er oder sie lebt. Es sollte Kooperationen zwischen Schulen und

Unternehmen für mehr praxisorientiertes Lernen geben, nach dem Vorbild des deutschen dualen Systems.

* MBA steht für „Master of Business Administration“, Anm. d. Red.

Olá Brasil – Freiburger Tiefbohrer auf großer Exkursion

Matthias Reich

Vier Studierende des Studiengangs Geotechnik, Bergbau und Geo-Energiesysteme (jetzt Geoingenieurwesen) sind im Herbst 2023 gemeinsam mit Tiefbohrtechnik-Professor Matthias Reich und Frau Dr.-Ing. Silke Röntzsch nach Brasilien geflogen. Dort konnten sie aktuelle Bohrtechnologie im Einsatz erleben und neue Geoenergie-Projekte sogar noch in der Planungsphase unter die Lupe nehmen. Die jährliche freiwillige Auslands-Exkursion der Professur findet mit wenigen Unterbrechungen inzwischen seit über 15 Jahren statt.

Schneidrad gerade einen Wartungsstillstand und deshalb konnten wir ihr ungewöhnlich nahekommen. In Taubaté waren die Studierenden bei der Montage von beeindruckend großen Anlagen für die Gas-Förderung am Meeresgrund dabei. Speziell besichtigten sie die Fertigung von Subsea-trees, die die Absperrventile der Tiefbohrungen am Meeresgrund darstellen. Und in Lorena schaute sich die Gruppe an, wie Casingrohre hergestellt und getestet werden. Die Rohre aus speziellen Stählen werden in die Tiefbohrungen eingebaut und ze-



In Brasilien gibt es noch riesige konventionelle Öl- und Gaslagerstätten, allerdings liegen sie in der Tiefsee und sind sehr schwer zu erreichen. Gleichzeitig entwickeln sich Brasiliens Mega-Cities rasant und es wird auch unter der Erde neue Infrastruktur gebaut. All das konnten die Studierenden bei der Exkursion hautnah miterleben.

So kletterte unsere Gruppe inmitten von São Paulo in eine U-Bahn-Baustelle. Dort hatte die riesige Tunnel-Bohrmaschine mit ihrem 10 Meter hohen

mentiert, um die Bohrungen gegenüber der Umwelt zuverlässig abzudichten.

Gemeinsam mit Studierenden der Universidade Federal de Itajubá, einer Partneruniversität der TU Bergakademie Freiberg, konnten wir auch Einblicke in die Lehre an brasilianischen Hochschulen gewinnen. Die internationale studentische Organisation der Society of Petroleum Engineers, das SPE Student Chapter, führte die Freiburger Studierenden über den Campus und diskutierte aktuelle Herausforderungen beim Studi-

um und dem Berufseinstieg im Bereich beim Geo-Energie-Systeme. Anschließend besichtigten wir alle zusammen noch eine Gasaufbereitungsanlage, die auf dem Campus der Universität zu Forschungszwecken betrieben wird.

In Rio de Janeiro besuchte unsere Gruppe einen Betreiber von Spezialschiffen, die für verschiedenste Sonderarbeiten in Offshore-Öl- und Gasfeldern eingesetzt werden. Neben den diversen Firmenbesuchen und den langen und insbesondere in den Megastädten sehr aufregenden Autofahrten zwischen den Stationen war für uns auch etwas Zeit, die wunderschöne Landschaft, weiße Sandstrände und die freundlichen Menschen in dem südamerikanischen Land zu erleben. Wir badeten am Pinheiros Beach, waren auf einer brasilianischen Ranch zum Barbecue eingeladen und haben in Rio de Janeiro die berühmte Jesus-Statue, die Altstadt und den Zuckerhut besucht. Dank des Sponsorings unserer Industriepartner aus Deutschland und eines Zuschusses des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg mussten die Studierenden nur einen Teilbetrag für Flug und

Unterbringung selbst aufbringen.

Am Sonntag, den 15. Oktober 2023 wurden wieder die Koffer gepackt. Danach war noch Zeit für ein letztes Bad im Ozean, bevor es zum Flugplatz ging. Wir waren durchaus stolz, dass wir die etwa 1.500 km lange Fahrtstrecke durch die chaotischen Riesenstädte und über unzählige steile Bergstrecken und enge Straßen mit den beiden Mietwagen ohne Kratzer und Unfälle und auch ohne uns jemals zu verlieren, überstanden hatten. Die Rückreise verlief aufgrund eines



ausgefallenen Fluges in Deutschland spektakulärer als erwartet, aber frühmorgens um halb Eins kamen alle Teilnehmer müde und zufrieden wieder zu Hause an. Unsere Koffer kamen zwar erst einen Tag später, dafür aber in gutem Zustand nach.

Wir danken allen Sponsoren und dem VFF nochmals ganz herzlich für ihre Zuschüsse, Bewirtungen und Führungen und die wunderbare Möglichkeit, so eine interessante Reise durchführen zu können. Wir hoffen, dass wir durch unsere Auslandsexkursionen noch mehr junge Menschen für unseren Studiengang begeistern können.

Leider wissen viel zu wenige Abiturienten, was an unserem Institut gelehrt wird. Im Gegensatz zum mineralischen Bergbau findet der „Fluidbergbau“ in bis zu zehnmals größeren Tiefen in der Erdkruste statt. Menschen können hier nicht arbeiten, aber durch Tiefbohrungen kön-



nen fließfähige Rohstoffe im Untergrund erschlossen werden. In der Vergangenheit waren das in erster Linie Erdöl und Erdgas. Heute aber zählen auch die Erdwärme- und Lithiumgewinnung aus Tiefenwässern dazu und gewinnen erheblich an Bedeutung. Zu den wichtigsten Aufgaben der Ingenieurinnen und Ingenieure, die in der Vertiefungsrichtung Geo-Energie-Systeme im Studiengang Geoingenieurwesen ausgebildet werden, gehört deshalb die sichere und umweltschonende Erschließung von Öl- und Gaslagerstätten, die Weiterentwicklung der Tiefengeothermie, die Errichtung großer unterirdischer Energiespeicher und die Entwicklung einer Wasserstoff-Infrastruktur. Durch die letztgenannten Projektziele soll eine Grundlastfähigkeit von Wind- und Solaranlagen ermöglicht werden. Die Tiefbohrtechnik ist somit ein unverzichtbarer Baustein im Rahmen der aktuellen Energiewende.

Das Know-How der Tiefbohrer ist außerdem immer dann gefragt, wenn beispielsweise Stromtrassen, Ver- und Entsorgungssysteme oder Pipelines unter der Erde verlegt werden.

Mehr Info zum Studiengang findet man hier: <https://tu-freiberg.de/diplom-geoingenieurwesen>

Start des Projekts „Nomadenkinder“ als Teilprojekt im ERASMUS+ „Mongolei“-Programm

Kathrin Häußler¹, Andreas Hiekel²

Motto des Projekts:

I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand. Confucius

Би сонссоноо мартдаг, хараад санадаг, харин хийж байж ойлгодог. Күнз

Die TU Bergakademie Freiberg intensiviert ihre internationale Zusammenarbeit im Bildungsbereich und bringt ihre Expertise nun auch verstärkt in der Mongolei ein. Im Rahmen des ERASMUS+-Programms „Mongolei“ (2024-2026) entwickelt ein Team der Universität gemeinsam mit Alumni der Mongolischen Universität für Naturwissenschaften und Technik (MUST) in Ulaanbaatar das Projekt „Nomadenkinder“. Ziel ist es, die MINT-Bildung und die Bildung für nachhaltige Entwick-



© Andreas Hiekel

lung an Aimag³-Internatsschulen in der Mongolei zu fördern.

Erfolgreiches Konzept als Basis: Junior Forscher an der TU Bergakademie Freiberg

Seit 2008 widmet sich das Netzwerk „Junior Forscher an der TU Bergakademie Freiberg“ der frühkindlichen Bildung und der Weiterbildung von pädagogischen Fachkräften und hat damit bisher über 90 Kindertagesstätten im Landkreis Mittelsachsen erreicht. Durch regelmäßig stattfindende Workshops zu Themen wie Luft, Sprudelgas, Licht und Farbe, Mathematik, Elektrizität, Magnete und Akustik u.v.m. werden Kinder schon frühzeitig für Naturwissenschaften und Technik begeistert. Eine Besonderheit bei den Weiterbildungsangeboten des Netzwerks ist die Nutzung lokaler und regionaler Lernorte als „Freiberger Entdeckungs-

reisen für große und kleine Forscher“. Einbezogen werden hier z. B. Museen, der Welterbe Montanregion Erzgebirge e. V., die Silbermann-Gesellschaft oder der NABU.

Internationale Expansion und Wissensaustausch

Mit großem Interesse haben die mongolischen Alumni der TUBAF diese Initiative im Rahmen eines ERASMUS+-Projekts 2020 kennengelernt und die Idee geäußert, ein ähnliches Programm in der Mongolei aufzubauen und zu entwickeln. Von Seiten der Mongolischen Universität für Naturwissenschaften und Technik in Ulaanbaatar besteht ebenfalls großes Interesse, diese Strategie für die Aimag-Internatsschulen (Projektidee „Nomadenkinder“) zu adaptieren und entsprechende Aus- und Weiterbildungen für Lehrkräfte anzubieten. Die TUBAF kann dabei mit großem Erfahrungsschatz und Materialien unterstützen.

Multimediale Dokumentation als Innovationsmotor

Ein zentraler Bestandteil des „Nomadenkinder“-Projekts ist neben



der Ausbildung von pädagogischen Fachkräften die umfassende Foto- und Videodokumentation, die von Andreas Hiekel (D5 Medienzentrum) professionell umgesetzt wird. Diese Dokumentation ist wegweisend für künftige Projekte der TU Bergakademie Freiberg. Sie zeigt Forschenden, Lehrenden und Universitätsangehörigen, wie der gezielte Einsatz von Foto- und Videomaterial die Kommunikation optimieren und die Außenwirkung der Universität in der Medienlandschaft erheblich verbessern kann.

Weitere Infos: <https://tu-freiberg.de/zuv/d5/uni-fuer-kinder/nomadenkinder>



- 1 Dezernat Universitätskommunikation, Netzwerk „Juniorforscher an der TU Bergakademie Freiberg“
- 2 Medienzentrum
- 3 Aimag ist die Bezeichnung für ein Bezirkszentrum.

English for You – Weiterbildungsangebote Englisch für Beschäftigte an der TUBAF

Katja Polanski, Darlene Ann Kilian

Die TUBAF ist eine in der Wissenschaft und Lehre international vernetzte Universität. Durch den hohen Anteil internationaler Studierender (ca. 51 % 2023/24) und die zunehmende Anzahl internationaler Beschäftigter ist nicht nur die Weltoffenheit, sondern auch die sprachliche Vielfalt an der TUBAF gelebter Alltag. Sie stellt uns jedoch in der Kommunikation zugleich auch vor Herausforderungen. So gibt es Situationen, wie z. B. bei der Beratung von Studierenden, der Betreuung von Laborpraktika oder Vertragsangelegenheiten, in denen deutsche Sprachkenntnisse unserer internationalen Studieren-

den und Beschäftigten entweder nicht ausreichen oder Englisch ohnehin die Sprache der Wahl ist (z. B. Lehre in englischsprachigen Studiengängen). Daher sind im universitären Alltag zunehmend auch Englischkenntnisse gefragt.

Um die englische Sprachkompetenz der Beschäftigten zu unterstützen bzw. zu entwickeln, bietet das IUZ schon viele Jahre Englischweiterbildung in Form von Kursen oder Workshops an, die sich entweder an bestimmte Beschäftigtengruppen richteten oder bestimmte Fertigkeiten (z. B. das Telefonieren) in den Fokus nahmen. Aufgrund der begrenzten personellen Kapazität war das An-

gebot jedoch weder ausreichend breit noch nachhaltig genug.

Die Mitgliedschaft der TUBAF im europäischen Hochschulnetzwerk EURECA-PRO - European University Alliance on Responsible Consumption and Production, hat den Bedarf an Englischkenntnissen noch einmal verstärkt. Das DAAD-geförderte nationale Begleitprogramm „Europäische Hochschulnetzwerke“ hat das Thema Mehrsprachigkeit an der Universität besonders in den Blick genommen. Die Entwicklung der Englischkenntnisse der Beschäftigten wird nun seit Herbst 2021 in Kooperation mit dem IUZ/Sprachen umgesetzt.

Basierend auf den Ergebnissen einer Beschäftigtenbefragung entstanden Weiterbildungsangebote für drei verschiedene Zielgruppen - Beschäftigte der Verwaltung, technische Mitarbeitende und Lehrende. Damit wurde sowohl unterschiedlichen sprachlichen Voraussetzungen als auch dem spezifischen Bedarf der entsprechenden Mitarbeitenden in der täglichen Sprachverwendung Rechnung getragen.

Die Englischweiterbildung für Beschäftigte der Verwaltung startete im April 2022. Bis Januar 2023 fanden drei aufeinander aufbauende, jeweils 8-wöchige Sprachkurse auf dem Sprachniveau A2/B1¹ mit jeweils einem Treffen pro Woche statt. Im Mittelpunkt dieser Kurse stand neben einer Wiederholung der englischen Grammatik insbesondere das freie Sprechen sowie die schriftliche Kommunikation in für die Teilnehmenden relevanten Situationen (z. B. Beantwortung von E-Mails).

Um interessierten Mitarbeitenden der Verwaltung auch nach Abschluss der Weiterbildungsreihe eine Möglichkeit zu geben, die vorhandenen Sprachkenntnisse über die konkreten Situationen am Arbeitsplatz hinaus zu nutzen, wurden 14-tägig in der Mittagspause stattfindende English Language Lunches eingerichtet.

Die Weiterbildung für die technischen Beschäftigten wurde im April 2023 aufgenommen. Die beiden Kurse fanden ebenfalls einmal wöchentlich über ca. 6 Monate auf A2-Niveau statt. Ein großer Teil der Teilnehmenden ist an verschiedenen Instituten in die Betreuung von Laborpraktika eingebunden, sodass neben der Grammatikwiederholung und der mündlichen Kommunikation besonders der Fachwortschatz (z. B. Handlungsanweisungen für Studierende, Laborausstattung, Arbeitssicherheit) im Vordergrund stand.

Das bei beiden Zielgruppen heterogene Sprachniveau der Teilnehmenden war durchaus eine Herausforderung, der die Lehrkraft mit viel Wiederholung, Partner- und Gruppenarbeit, mit der Vermittlung von Sprachlernetchniken, der Bereitstellung zusätzlichen Materials für das Selbststudium und nicht zuletzt auch mit den English Language Lunches zu begegnen versuchte.

Bei den Lehrenden der Fakultäten lag der Fokus der Weiterbildung auf der sprachlichen Gestaltung konkreter Situationen in Lehrveranstaltungen, z. B.

die (höfliche) Reaktion auf Fragen der Studierenden oder die Rückmeldung zu studentischen Leistungen. Für die Kursvorbereitung besuchte die Englischlehrkraft nicht nur Vorlesungen und Seminare an verschiedenen Fakultäten, sondern führte auch Gespräche mit den Lehrenden. An den beiden 8-wöchigen Kursen im Juli/August bzw. September/Oktober 2023 nahmen insgesamt 29 Lehrende teil.

Wie haben nun die Teilnehmenden die Weiterbildungsangebote bewertet? In den Kursevaluierungen wurden folgende Aspekte als positiv genannt: die Möglichkeit, viel zu sprechen, die Arbeit in Gruppen oder mit wechselnden Partnern, die angenehme Atmosphäre und der Erfahrungsaustausch mit Kolleginnen und Kollegen in den Kursen, eine Ausgewogenheit zwischen Theorie und Praxis sowie die Vermittlung interkultureller Aspekte. Darüber hinaus schätzten die Teilnehmenden, dass die Kurse am konkreten Bedarf der Teilnehmenden ausgerichtet waren und sie die Kursinhalte jederzeit mitbestimmen konnten. Optimierungsbedarf sah man bei der Kursorganisation und bei der Bewerbung der Kurse. Dem mehrfach geäußerten Wunsch nach einer Verstärkung der Weiterbildungsangebote können wir dank der Fortsetzung der Förderung durch den DAAD nun Rechnung tragen.

An dieser Stelle möchten wir Frauke Behling im Namen von EURECA PRO, dem IUZ/Sprachen und sicher auch im Namen der Kursteilnehmenden sehr herzlich danken. Sie hat das Weiterbildungsangebot nicht nur entwickelt, sondern auch selbst umgesetzt. Ihre Vorschläge für die Weiterentwicklung des Programms finden nun Eingang in die zweite Projektphase, die seit März 2024 durch Darlene Kilian fortgesetzt wird.

Die Zielgruppenspezifika der Englischweiterbildung für Beschäftigte hat sich aus Sicht der Teilnehmenden und der Lehrkraft in der ersten Projektphase bewährt und wird daher auch für die Folgeangebote beibehalten. Der Empfehlung, beim Sprachniveau stärker zu differenzieren und damit homogenere Lerngruppen zu schaffen, die den Lernerfolg besser unterstützen, sind wir ebenfalls gefolgt. So hatte das technische Personal von Mai bis Juli 2024 die Wahl zwischen Weiterbildungskursen für fortgeschrittene Anfänger (A2)

und für Fortgeschrittene (B1/B2). Dem Lehrpersonal stand erneut ein Kurs auf höherem Sprachniveau (GER B2/C1) zur Verfügung.

Für den Herbst 2024 waren neue Englischweiterbildungen geplant - für Beschäftigte der Verwaltung auf drei verschiedenen Sprachniveaus (A2 bis C1), für das technische Personal auf zwei Stufen (A2 bzw. B1/B2) und für die Lehrenden erneut ein Modul mit dem Schwerpunkt konkreter Sprachhandlungen in Lehrveranstaltungen. Während sich die Stufe A2 erneut auf die mündliche Kommunikation und den Aufbau des dafür notwendigen Vokabulars und der Satzstrukturen konzentriert, steht ab der Stufe B1 die Konversation im Vordergrund. Die Grammatikübungen ergeben sich aus den Fehlern, die in der mündlichen Kommunikation gemacht werden. Dieser Fokus auf das Sprechen zielt darauf ab, das Vertrauen in die eigene mündliche Sprachkompetenz im Englischen zu stärken.

Um die Entwicklung der individuellen Sprachkompetenz und zugleich die Vernetzung innerhalb der TUBAF und darüber hinaus zu unterstützen, werden die English Language Lunches zukünftig monatlich im Konferenzraum des Café SiZ stattfinden. Sie stehen allen Beschäftigten der TUBAF und auch Gästen offen, die ihre Englischkenntnisse in einer freundlichen und offenen Atmosphäre üben und anwenden möchten.

Die im Frühjahr dieses Jahres erstmals angebotenen Kleingruppen- und Einzelberatungstermine waren ab dem 7. Oktober 2024 wieder buchbar. Sie bieten Beschäftigten der TUBAF die Möglichkeit, mit Unterstützung von Frau Kilian an persönliche Herausforderungen in der englischen Sprache zu arbeiten und diese zu meistern.

Alle Weiterbildungsangebote Englisch für Beschäftigte sind mittlerweile auf der Lernplattform OPAL und auf der Website des IUZ/Sprachen verfügbar. Die Kursanmeldung erfolgt über OPAL. Wir freuen uns, wenn wir demnächst auch Sie in einem unserer Kurse begrüßen dürfen.

¹ Die Niveaustufenangaben beziehen sich auf den Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen Sprachen (www.europaer-referenzrahmen.de)

Abschied aus dem IUZ

Ingrid Lange

Beim Abschied aus dem Arbeitsleben – nach nunmehr fast 32 Jahren an der TUBAF – geht einem so vieles durch den Kopf. Womit die Erzählung anfangen? Mit den Empfindungen anlässlich der nun erreichten Frei-Zeit? Mit einer nüchternen Betrachtung und dem Hervorheben beruflicher Etappen? Mit Gedanken an die Entwicklung der internationalen Beziehungen der TUBAF? Mit einer Analyse von 31 Jahren (plus 7 Monate) Tätigkeit im Akademischen Auslandsamt/Internationalen Universitätszentrum, davon in Summe 11 Jahre in leitender Funktion?

Prägend sind vor allem Erinnerungen an Begegnungen und Bekanntschaften mit vielen liebenswerten und interessanten Menschen (und freilich auch die Erfahrungen mit so manchen Herausforderungen). Soweit – so allgemein, passend auf alle Menschen in der gleichen Lebenssituation. Daher sei mir an dieser Stelle eine (einigermaßen) chronologische, sehr persönliche, jedoch nicht allumfassende Betrachtung vergangener Etappen gestattet.

Nach dem Studium der Betriebswirtschaft an der Bergakademie und anschließender beruflicher Tätigkeit im Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle sowie später, im Zuge der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungen der Wendezeit, sogar kurze Zeit als Buchhändlerin bewarb ich mich im Herbst 1992 erfolgreich um die ausgeschriebene Stelle einer „Sachbearbeiterin für das Auslandsstudium“ im gerade neu gegründeten Akademischen Auslandsamt (AAA) der Bergakademie und bezog mein Büro im Erdgeschoss der Akademiestr. 6 (nun Besprechungsraum des Rektorats). Vom ersten Tag an – dies war der 23.11.1992 – war klar, dass es sich um eine interessante und erfüllende Tätigkeit in einem wunderbaren Team unter Leitung von Dr. Reinhard Zimmermann handeln würde. Über die nun folgenden Monate und Jahre galt es viel zu lernen, handelte es sich doch bei den anstehenden Aufgaben und zu erkennenden, nunmehr globalen (Förder-)Möglichkeiten der Internationalisierung des Studiums für alle ostdeutschen Hochschulen um Neuland. So gab es zahlreiche

Workshops und Seminare u. a. beim DAAD (dem Deutschen Akademischen Austauschdienst in Bonn), dem British Council oder der Fulbright-Kommission. Letztere ermöglichte mir durch ein Stipendium das Kennenlernen der US-amerikanischen Hochschullandschaft.

Stolz darf ich darauf sein, unzähligen Studierenden Anregung, Motivation und administrative Unterstützung für die Realisierung eines studienbezogenen Auslandsaufenthalts gegeben zu haben. Und wunderbar war es, diese Aufbruchstimmung live miterleben zu dürfen: Die ersten DAAD- und Fulbright-Stipendiaten, die Gründung des IAESTE-Lokalkomitees, die Initiierung eines studentischen Mentorenprogramms (heute Buddy-Programm) zur Betreuung neu anreisender ausländischer Studierender, die Interaktion mit dem Studentenwerk Freiberg u. a. für die Kooperation mit der Universität Trento (Italien) oder der Aufnahme von Stipendiaten der Robert-Bosch-Stiftung – dies und vieles mehr waren wichtige Meilensteine in diesen ersten Jahren.

Im Jahr 1996 ging Dr. R. Zimmermann an das SMWK nach Dresden. Dr. Holger Finken und später Birgit Seidel übernahmen die Leitungsposition des AAA. Im Jahr 2000 gab es die erste größere strukturelle Veränderung: Das AAA wurde mit dem Studienkolleg und später auch dem Sprachenzentrum zum Internationalen Universitätszentrum (IUZ) unter Leitung von Dr. Holger Finken zusammengelegt. Im Zuge der Umbaumaßnahmen in der Akademiestr. 6 bezog das IUZ ein Interimsquartier in der Lessingstrasse 45. Nachdem Dr. Finken 2002 zum DAAD wechselte wurde Katja Polanski die Direktorin des IUZ (siehe auch Acamonta 2020; S. 105). An meinem Aufgabengebiet änderte sich jeweils inhaltlich nicht viel, außer des enormen Wachstums der Aufgaben, vor allem durch das steigende zu verantwortende Finanzbudget für das Erasmus-Programm und die Funktion als Erasmus-Hochschulkoordinatorin.

In Bezug auf unsere Austauschvereinbarungen ist durchaus weiteres Entwicklungspotential festzustellen, denn die Zahl derjenigen Studierenden, die einen organisierten und in ihr Studium

integrierten Auslandsaufenthalt absolvieren, könnte, gemessen an der großen Zahl von internationalen Kooperationspartnern, deutlich höher liegen.

Im Rahmen der vielen neu etablierten Kooperationen kamen auch immer mehr Gaststudierende für ein bis zwei Semester an die TUBAF. Da die Stelle der „Sachbearbeiterin für das Auslandsstudium“ (Frau Heim) mit den hoheitlichen Aufgaben (Zulassung zum Studium) nach der IUZ-Gründung in der Dezernatsstruktur verblieb, musste der Bereich „Betreuung“ für die stetig wachsende Zahl der ausländischen Studierenden neu entstehen. So kamen zum ursprünglichen Team des AAA Manuela Junghans (zunächst als wissenschaftliche Hilfskraft) und später Torsten Mayer hinzu.

In den Jahren 2005/2006, 2009 sowie 2015-2018 wurde mir während der Elternzeit bzw. Abordnung von Frau Polanski an die neu gegründete Deutsch-Mongolische Hochschule nach Ulan Bator jeweils vertretungsweise die Leitung des IUZ übertragen. Ab September 2018 kam es zu einer weiteren strukturellen Veränderung: Das IUZ wurde geteilt in die Bereiche „Sprachen“ (Direktorin Katja Polanski) und „International Office“ (Direktorin nun offiziell Ingrid Lange).

Meine ursprüngliche Tätigkeit als „Sachbearbeiterin Auslandsstudium“ wurde nun von Michaela Luft ausgeübt. Die Stelle der „Sachbearbeiterin für Internationale Beziehungen“ entfiel mit dem Renteneintritt meiner Kollegin Christine Fischer; die Aufgaben übernahm ich mit.

Im Jahr 2015 erfolgte der Umzug des IUZ von der Lessingstrasse in das neu entstandene Schlossplatzquartier, Gebäude Prüferstr. 2 sowie im Jahr 2018 dann in die Akademiestr. 6. (Damit endete im Juni 2024 meine berufliche Ära an der TUBAF ziemlich genau dort, wo sie einst begann.)

Als zu Beginn der 90er Jahre an unserer Universität die ersten Erasmus-Kooperationen mit Hochschulen in Italien (Pavia, Trento), Frankreich (Metz, Orleans) oder Norwegen (Trondheim) entstanden, war noch nicht abzusehen, welches große Potential und



welche künftigen Aufgaben mit dem Programm Erasmus verbunden sein würden. Neben der Förderung strategischer Partnerschaften und der Öffnung von Erasmus für weltweite Kooperationen, profitiert die TUBAF z. B. auch vom Projekt „Europäischer Hochschulallianzen“, in dem es darum geht, die internationale Wettbewerbsfähigkeit weiter zu entwickeln und die Attraktivität der europäischen Hochschullandschaft zu steigern. (Die TUBAF ist Mitglied in der Hochschulallianz Eureka Pro).

In den neuen Programmgenerationen von Erasmus wurden vor allem die in allen Bereichen anstehenden Digitalisierungsaufgaben zu einer großen Herausforderung für unser IUZ, z. B. durch die damit verbundene Umstellung von Abläufen in den Austauschprogrammen, den Aufbau von Datenbanken zur Verwaltung der Kooperationen und Finanzen sowie die erforderliche datentechnische Vernetzung mit dem DAAD, EU-Kommission, den Partneruniversitäten sowie dem Studierendenbüro und unseren Fakultäten.

Mit der Corona-Pandemie, dem völkerrechtswidrigen Überfall Russlands auf die Ukraine und einem Cyberangriff auf die IT-Infrastruktur der TUBAF ergaben sich noch einmal besondere Herausforderungen. Einerseits galt es, den Informationsfluss und den Kontakt zu den mehr als 1.000 internationalen Studierenden sowie auch zu den potentiellen Bewerbern aufrecht zu erhalten und beispielsweise individuell auf die jeweilige Situation zugeschnit-

tene Gesprächs- und Betreuungsformate anzubieten – dies insbesondere auch für die vom Krieg in der Ukraine betroffenen Studierenden und Wissenschaftler. Andererseits erforderten die Kooperationen zu den internationalen Partnern eine intensivere Kontaktpflege, um dem sich einschleichenden Stillstand durch die Corona-Pandemie und den Hacker-Angriff entgegenzuwirken. Der politisch erforderliche Abbruch der laufenden Kooperation zu unseren russischen Partneruniversitäten, insbesondere der Staatlichen Bergbauuniversität St. Petersburg, war ein schmerzlicher Einschnitt, mit welchem wohl nie jemand gerechnet hatte. Aus- und Aufbau von Kooperationen mit Universitäten in Lateinamerika, Afrika und Zentralasien rückten nun in den Fokus; dies nicht zuletzt auch wegen des Erfordernisses der Gewinnung von mehr Studierenden und künftigen Fachkräften.

Hinsichtlich der erforderlichen Kapazitäten und Aktivitäten bei der Betreuung der überdurchschnittlich großen Anzahl internationaler Studierender gab bzw. gibt es durchaus kontroverse Auffassungen an unserer Hochschule. Es kursiert verbreitet die Meinung, dass wir am IUZ so etwas wie Babysitting betreiben, wir würden die ausländischen Studierenden „pampern“. Das wurde nicht nur von mir als ungerechtfertigt empfunden. Nach wie vor vertrete ich die Auffassung, dass die Gäste, die wir zu uns einladen (und als Botschafter wieder in alle Welt entlassen oder gar als Arbeitskräfte im Land

behalten möchten) eine gute und intensive Betreuung erwarten dürfen. Zumal der größte Teil noch nicht einmal der deutschen Sprache mächtig und nicht mit den Gepflogenheiten des Gastlandes vertraut ist. Ich bin fest davon überzeugt, dass sich Gastfreundlichkeit und umfassende Betreuung, die nun mal einer gewissen Organisation bedarf, auszahlen und dem internationalen Renommee unserer kleinen Universität ganz sicher zugutekommen. Und gerade in diesen jetzigen Zeiten sollten wir mit einer breit aufgestellten Kommunikations- und Willkommenskultur auch ein gesellschaftliches Zeichen setzen.

Meine letzten Arbeitsjahre waren denn auch zunehmend von diesen Herausforderungen geprägt; auch empfand ich eine zunehmende Intransparenz im so wichtigen Zusammenwirken mit der Hochschulleitung.

Meine Nachfolgerin wird neue Wege und Methoden der Arbeitsorganisation finden und einige Dinge sicher anders angehen. Frau Dr. Julia Sishchuk einzuarbeiten, dafür blieben mir nur wenige Stunden. Aber ich bin sicher – sie ist eine gute Wahl und wird mit dem hervorragenden Team des IUZ-International Office und gemeinsam mit der 2021 gegründeten Rektoratskommission Internationalisierung die internationalen Angelegenheiten der TUBAF weiter voranbringen.

Insgesamt bin ich ungeheuer dankbar für diese erfüllende Phase meines Lebens, die ich mit einem wunderbaren Team verbringen durfte. Der letzte Arbeitstag am 26. Juni 2024 wurde zu einem überwältigenden Erlebnis. Ich hatte Gelegenheit, mich von mehr als einhundert Kolleginnen und Kollegen zu verabschieden. Die mir durch den Rektor an diesem Tag verliehene Goldene Ehrennadel der TUBAF war eine riesige Überraschung und natürlich eine ungeheure Ehre!

Ganz sicher werde ich der TUBAF und dem Verein der Freunde und Förderer sehr verbunden bleiben, die weitere Entwicklung unserer Universität aufmerksam verfolgen und hoffen und wünschen, dass das enorme Potential dieser exzellenten Bildungs- und Forschungseinrichtung weiterhin klug eingesetzt, weiterentwickelt und (international) geschätzt wird, um damit auch Studierende und Wissenschaftler aus der ganzen Welt anzuziehen.

Aus dem Vereinsleben

Neue Figuren im Freiburger Gelehrtenzug



Neue Freiburger Gelehrte

Hans-Jürgen Kretzschmar

Unser Vereinsmitglied und Holzfignenkünstler Siegfried Werner aus Seiffen hat fünf weitere historische Freiburger Gelehrte geschaffen, die den 16-köpfigen Freiburger Gelehrtenzug vergrößern. Die 8 cm großen Figuren repräsentieren einerseits die fast 260-jährige Geschichte der TU Bergakademie Freiberg, bilden andererseits ein werthaltiges Dank- oder Ehren-Präsent bei aktuellen Freiburger Tagungen oder anderen Veranstaltungen. Auf dem Foto Seite 103 sind von links nach rechts folgende Gelehrte dargestellt:

1. Friedrich August Breithaupt (1791-1873)

Als Schüler von Abraham Gottlob Werner studierte Breithaupt an der Bergakademie und wurde einer der erfolgreichsten Mineralogen. Er entdeckte etwa 50 Minerale, weshalb er einen Kristallrhombus in den Händen hält. Als von seinen Studenten hochverehrter Professor für Mineralogie diente er 53 Jahre lang der Bergakademie. Kürzlich erwarb die Heinisch-Stiftung seinen Original-Mineralienschränk für das Mineralogische Institut.

2. Carl Bernhard von Cotta (1808-1879)

Cotta studierte ab 1827 an der Bergakademie und wurde 1842 nach einem Berufsabschnitt an der Forstakademie Tharandt zum Professor für Geologie in Freiberg berufen. Er zählte zu den bekanntesten Geologen seiner Zeit. In seiner Dissertation widmete er sich der Gliederung von ver-

steinerten Permokarbon-Hölzern und schuf damit ein noch heute gültiges Standardwerk. In Anknüpfung an diesen thematischen Schwerpunkt stützt seine Figur sich auf ein echtes verkie-seltes Holzstück. In seinem vielseitigen Schaffen tritt er auch als Begründer der Erzlagerstättenlehre hervor. Sein Grab auf dem Donatsfriedhof wird vom VFF gepflegt.

3. Johann Carl Freiesleben (1774-1848)

Freiesleben studierte 1790-1792 an der Bergakademie. Zu seinen Kommilitonen zählte Alexander von Humboldt, mit dem er gemeinsam auf Exkursionen ging und weit über das Studium hinaus Freundschaft pflegte. Er war zunächst als Bergamts-assessor, Bergmeister und Bergkom-missionsrat tätig. 1838 wurde er zum Nachfolger des Oberberghauptmanns Siegmund August Wolfgang Freiherr von Herder an das Oberbergamt berufen und war damit auch für die Bergakademie verantwortlich. Als Leiter der Mineraliensammlung schuf er sein Hauptwerk über die Minerale Sachsens, weshalb die Figur dieses Buch in der Hand trägt. Der VFF ehrte ihn mit einer Gedenktafel an seinem Wohnhaus gegenüber vom Institut für Mineralogie ganz in der Nähe des Familienschachts, den er gemeinsam mit Humboldt befuhr.

4. Friedrich Constantin Freiherr von Beust (1806-1891)

Beust studierte 1822-1825 an der Bergakademie. 1843 wurde er zum Berghauptmann und 1851 zum

Oberberghauptmann berufen, womit er auch die Verantwortung für die Bergakademie übernahm. Er verlieh vielfältige Impulse bei der Entwicklung neuer Technologien im erzebirgischen, später österreichischem Berg- und Hüttenwesen. Am 3. Januar 1869 kam es mit der Einführung der zweistufigen Bergverwaltung am Bergamt Freiberg zur Auflösung des Oberbergamts in Sachsen, wie am Figurensockel dargestellt. Damit endete auch die OBA-Oberaufsicht über die Bergakademie.

5. Gustav Anton Zeuner (1828-1907)

Zeuner studierte an der Bergakademie und war 1871-1875 ihr erster „neuer“ Direktor, nachdem er nach den Wirren der bürgerlichen Revolution 1848/49 zur Reorganisation des Polytechnikums Zürich (1865-1867) als dessen Direktor beigetragen hatte. Als Professor für Mechanik und Maschinenlehre in Zürich (hier Lehrer von Linde und Röntgen), in Freiberg und danach in Dresden begründete er die wissenschaftliche Schule für Technische Thermodynamik, weshalb seine Figur mit entsprechenden Attributen versehen ist: p, v-Diagramm (mit der Zeuner-Formel) und Zahnrad. Er gilt als bedeutender Ingenieur und Wissenschaftsmanager.

Alle Figuren sind in der Holzmanufaktur Siegfried Werner, Seiffen erwerbbar.

Aus dem Protokoll der VFF-Vorstandssitzung 2024

Hans-Jürgen Kretzschmar

Mitgliederstand

Im April 2024 zählte der VFF insgesamt 1.431 Mitglieder, davon 1.350 persönliche und 81 juristische. Der Geschäftsführer informierte, dass nach dreijähriger Probemitgliedschaft im Jahr 2024 nur noch ca. 30 % der Absolventen dem Verein die Treue gehalten

hatten, während es 2023 ca. 40 % und 2022 ca. 50 % waren. Der Vorstand beschließt daher, die Probemitgliedschaft abzuschaffen und die Absolventen als Beitragszahler einzubeziehen. Der VFF-Vorstand bittet alle Vereinsfreunde, neue Mitglieder zu werben; die persönliche Ansprache ist doch immer noch die

effektivste!

Finanzbericht 2023/2024

Die Einnahmen des Vereins für 2023 beliefen sich auf 104 T€. Die Mehreinnahmen gegenüber den geplanten 75 T€ entstanden vor allem durch ein hohes Spendenaufkommen. Durch gute Diver-

sifizierung der Anlagen waren die Wertpapiere trotz volatiler Börsen nur wenig von negativen Kursentwicklungen betroffen. Bei den Mitgliedsbeiträgen war ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Die Einnahmen im Geschäftsjahr 2024 beliefen sich in den ersten vier Monaten auf ca. 35 T€ (geplant für 2024 sind 75 T€). Die Ausgaben für 2023 lagen mit 90 T€ höher als die geplanten 75 T€. Zusätzliche Mittel wurden insbesondere für die Finanzierung von zwei Ausgaben der ACAMONTA benötigt. Die Mittel zur Studienförderung sind um ca. 5 % höher als geplant abgerufen worden. Insgesamt wurde also ein Überschuss beim Verein in einer Größenordnung von 15 T€ erwirtschaftet, der zukünftig schrittweise abgebaut werden soll, u. a. durch Ausgaben für eine stärkere Studienförderung. Gemeinsam mit den Ausgaben in Höhe von 138 T€ für Zweckprojekte ergeben sich für 2023 Gesamtausgaben in Höhe von 227 T€. Die aktuellen Ausgaben im Jahr 2024 beliefen sich bis Ende April auf 17 T€.

Der Plan für 2024 liegt mit Ausgaben von 97 T€ deutlich über den Einnahmen. Die zusätzlichen Mittel sollen für eine Verstärkung der Studienförderung eingesetzt werden.

Das Nettovermögen des Vereins ist im zurückliegenden Jahr um ca. 30 T€ gewachsen.

Der Vorstand nahm die Jahresrechnung 2023 und den aktuellen Etatstand 2024 zur Kenntnis. Der Etatentwurf 2025 (Einnahmen 75 T€, Ausgaben 95 T€) wurde bestätigt und der Mitgliederversammlung vorgelegt.

Information zur Heinisch-Stiftung

In seinem Kurzbericht zur Heinisch-Stiftung berichtete Prof. Brezinski, dass die Stiftung derzeit über ein finanzielles Vermögen von 1,75 Mio. € sowie Sachvermögen in Höhe von ca. 200 T€ verfügt. Der jährliche Ertrag lag zuletzt bei etwa 36 T€. Durch fest verzinsliche Anlagen werden künftig etwas höhere Erträge erwartet. Für den Ankauf von Stufen wurden 25 T€ ausgegeben. In diesem Jahr wird der Ankauf von Stufen dank einer günstigen Gelegenheit auf 27,5 T€ ansteigen. Auf Forschungsprojekte entfielen 2023 5 T€.

Der Zweck der Stiftung ist erweitert worden. Einem Antrag zur Einrichtung einer Zustiftung durch Prof. Heilmeyer zur Förderung der Biowissenschaften – die Humboldt-Bonpland-Stiftung – wur-

de stattgegeben. Bereits zum 01.01.2024 wurde sie mit einem finanziellen Vermögen von etwas mehr als 100 T€ eingerichtet und wird in diesem Jahr voraussichtlich ca. 3 T€ zur Finanzierung der Durchführung von zwei Studierendenprojekten ausschütten.

Der Vorsitzende dankte dem Vorstand der Heinisch-Stiftung und würdigte die gute Verwaltung des Anlagekapitals.

Bericht des Rektors zur Entwicklung der TU Bergakademie Freiberg

Im Universitätsgeschehen hat sich wenig geändert. Aktuelle Punkte sind:

- Transferstrategie mit regionalen Unternehmen hauptsächlich für Auslandsprojekte zwecks Fachkräfte- und Studierenden-Gewinnung
- Abnehmende MINT-Studienanfängerzahlen auch in vergleichbaren Industrieländern (z. B. USA, Kanada); zwei Drittel der Ukraine-Studierenden sind an der TU Bergakademie verblieben, aber es sind keine weiteren Ukraine-Studenten im Sommersemester neu immatrikuliert worden
- Hochschulentwicklungsplan mit Ministerium abschließend verhandelt, Zuschussvereinbarung – 8 Jahre Verbindlichkeit zwecks Planungssicherheit; Zielvereinbarung TU Bergakademie – Ministerium folgt nun
- Rektorvertretung ab Juli 2024 wird von Prof. Fieback bis August 2024 wahrgenommen.

Preise / Auszeichnungen

Der VFF konnte im Jahr 2023 seine ausgelobten Preise wie gewohnt vergeben.

Georgius-Agricola-Preise:

Die Träger der Agricola-Medaillen – die Jahresbesten 2023 der sechs Fakultäten – wurden vom VFF mit je 500 € bedacht:

- Fakultät 1: Rigo Hager
- Fakultät 2: Claudia Malena Peuker
- Fakultät 3: Laura Mundel
- Fakultät 4: Undine Fleischmann
- Fakultät 5: Lukas Neubert
- Fakultät 6: Selina Gruhne

Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preise:

Der Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preis 2023 für herausragende sozio-kulturelle Aktivitäten mit einem Preisgeld von je 250 € ging aufgeteilt an Frau Pat-

ricia Kaiser und Herrn Johannes Neidel.



Agricola-Preise: v. l. n. r. Prof. Bernstein, Selina Gruhne, Lukas Neubert, Undine Fleischmann, Rigo Hager, Prof. Kretzschmar

Julius-Weisbach-Preise:

Für hervorragende Leistungen in der Lehre wurden ausgezeichnet (Preisgeld je 1 T€)

- Juniorprof. Dr. Conrad Jackisch (Fakultät 3)
- Dr.-Ing. Mykhaylo Motylenko (Fakultät 5)



Weisbach-Preis-Verleihung: v. l. n. r. Prof. Bernstein, Dr. Motylenko, J.-Prof. Jackisch, Prof. Kretzschmar

ACAMONTA 2023

Der Vorstand spricht dem Redaktionsteam und der Chefredakteurin Frau Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva seine Anerkennung und seinen hohen Dank für die wiederum gelungene Ausgabe 2023 der Zeitschrift ACAMONTA aus. In der Herausgeberschaft von VFF, Universität und Frau Dr. Krüger weist der Jahrgang 2023 mit seinen 174 Seiten wiederum einen guten Überblick zum Vereins- und Universitätsjahr aus. Das Redaktionskollegium hat die ACAMONTA zu einer beliebten und stark beachteten Publikationsform entwickelt.

Weitere wesentliche Aktivitäten

Zweckprojekte von Universitätsangehörigen oder Instituten werden im Umfang von etwa 40 Vorhaben im Jahr betreut. Jeder neuberufene Professor wird in einem VFF-Vorstellungsgespräch auf die Projekt-Finanzierungsmöglichkeit hingewiesen und natürlich für eine VFF-Mitgliedschaft geworben.

Der VFF betreut 10 Förder- und Fachkreise aus den Fakultäten der Universität mit einem Finanzvolumen von 191 T€. Die Leiter dieser Förderkreise werden jährlich entlastet.

In Vorbereitung befindet sich ein Förderprojekt zur Wasserstoffforschung durch Studierende aus Chile mit der VNG AG, die einen fünfstelligen Finanz-

betrag bereitstellt.

Es finden halbjährliche Treffen der VFF-Geschäftsführung mit dem Studierendenrat (StuRa) und den Fachschaftsräten (FSR) der Fakultäten zwecks engerer Kooperation mit den Studierenden statt. Der Vorsitzende des StuRa nimmt als Gast an den VFF-Vorstandssitzungen teil.

Die Pflege historischer Grabmale Freiburger Professoren auf dem Donatsfriedhof ist eine immer wiederkehrende, aber nicht zu unterschätzende Aufgabe. Besonders ist hier Herrn Andreas Gerber (vormals Dezernat Bau- und Gebäudemanagement) zu danken, der mit seiner Frau die Grundpflege von etwa 45 Gräbern jährlich durchführt.

Auslandssemester an der Kumamoto University in Japan

Pascal Döring

Im Rahmen meines Studiums „Fahrzeugbau: Werkstoffe und Komponenten“ habe ich mein Praxissemester mit einem Auslandssemester in Kumamoto, Japan verbunden. Kumamoto liegt im Zentrum der Hauptinsel Kyūshū und ist damit eine der südlich gelegenen Großstädte Japans. Meine Tätigkeit erfolgt in Zusammenarbeit mit dem MRC (Magnesium Research Center) der KU (Kumamoto University), das sich auf Magnesium- und Titanlegierungen spezialisiert hat. Thema meiner Arbeit sind metastabile beta-Titanlegierungen mit dem Hauptaugenmerk auf Kaltverfestigungsmechanismen in Frühstadien

mechanischer Belastung. Ebenfalls Bestandteil dieser Untersuchung ist der Aufbau eines kleinen experimentellen Prüfstandes – ähnlich zu der an der TU Bergakademie Freiberg vorhandenen Hardware. Meine Forschungsarbeit erfolgt in direktem Austausch und in Zusammenarbeit mit den japanischen Studenten. Das ermöglicht mir eine genaue Verfolgung einzelner Prozessschritte – von der Materialerzeugung bis zur Auswertung von Prüfergebnissen. Neben neuen wissenschaftlichen Erfahrungen bietet mir mein Auslandsaufenthalt auch neue kulturelle Eindrücke. Abseits der universitären Arbeit

zeigen mir meine japanischen Kommilitonen die Kulinarik Japans sowie die Natur Kyūshūs oder anderes Sehenswertes. Bis zu meiner Heimkehr nach Deutschland werde ich meine Zeit weiterhin nutzen, um möglichst viele neue Eindrücke zu gewinnen.

Ich danke dem VFF der TU Bergakademie Freiberg für die finanzielle Unterstützung meines Auslandssemesters.

Kontakt:
pdoering57@gmail.com

Besuch der Tagung „Metal Hydrides 2024“ in St. Malo (Frankreich) 26.-31. Mai 2024

Franziska Habermann, Konrad Burkmann

In der letzten Maiwoche beteiligten sich Prof. Dr. Florian Mertens, Dr. Franziska Habermann und Konrad Burkmann (alle drei vom Institut für Physikalische Chemie) zusammen mit 462 weiteren Teilnehmern an der internationalen Konferenz MH2024, die sich mit dem Potenzial der Wasserstoffspei-

cherung beschäftigte. Vom Tagungszentrum im nordfranzösischen Urlaubsort St. Malo aus bot sich ein traumhafter Ausblick auf die Altstadt und den Hafen von St. Malo (Abb. 1).

Frau Dr. Habermann präsentierte ein Poster zum Thema „Determination and

Estimation of Thermodynamic Data of Complex Aluminum Hydrides“ (siehe Abb. 2). In diesem waren wesentliche Ergebnisse ihrer Doktorarbeit mit dem Fokus auf Methoden zur Abschätzung thermodynamischer Daten zusammengefasst. Herr Burkmann präsentierte ein Poster zum Thema „Investigation of the Potential for Hydrogen Storage in a Portfolio of Selected Boranates by Calorimetry“ (siehe Abb. 3). Darin erläuterte er das Potenzial der in Freiberg seit Jahrzehnten intensiv genutzten Methode der Kalorimetrie zur Untersuchung von Wasserstoffspeichermaterialien.

Abgerundet wurde der Beitrag der Freiburger Forscher durch einen Vortrag von Prof. Dr. Florian Mertens mit dem Titel „On the Influence of the By-products of the Mechanochemical Synthesis on the Dehydrogenation of $\text{Sr}(\text{AlH}_4)_2$ “, der wesentliche Forschungsaktivitäten der AG Mertens auf dem Gebiet der Wasserstoffspeicherung zu-



Abb. 1: Blick auf den Hafen und die Altstadt von St. Malo.

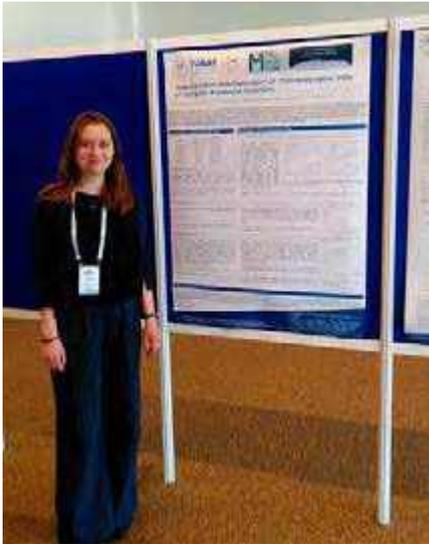


Abb. 2: Dr. Franziska Habermann vor ihrem Poster zum Thema „Determination and Estimation of Thermodynamic Data of Complex Aluminum Hydrides“.

sammenfasste.

Weitere Impulse für die eigene Forschung lieferten Vorträge über die Hochdruckwasserstoffspeicherung in Magnesiumborid sowie die Nutzung von Aminoalanen (Aluminiumhydrid mit organischen Resten) als Raketentreibstoff.

Wie so oft gab es im Konferenzprogramm auch vielfältige Gelegenheiten, Kontakte zu anderen Forschungsgruppen zu knüpfen und zukünftige Kooperationen zu planen. Die beiden durch den VFF mittels einer Tagungsbeihilfe geförderten Chemiker Dr. F. Habermann und K. Burkman konnten potenzielle PostDoc-Stellen finden und danken dem VFF sowie dessen Mitgliedern sehr für die freundliche Unterstützung der Tagungsteilnahme.

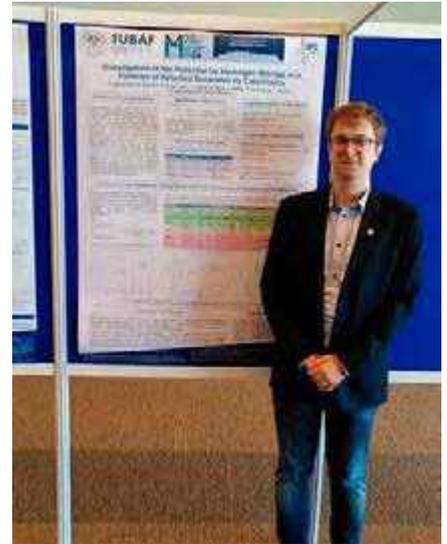


Abb. 3: Konrad Burkman vor seinem Poster zum Thema „Investigation of the Potential for Hydrogen Storage in a Portfolio of Selected Boranates by Calorimetry“.

Jahresexkursion des Vereins der Metallurgiestudenten zu Freiberg e. V.

Anika Rothe

Im Rahmen der jährlichen Exkursion unseres Vereins begaben wir uns dieses Jahr auf eine Reise in unser schönes Nachbarland Österreich.

Am frühen Morgen des 19. Juni 2024 starteten 16 Studierende und Mitglieder des Vereins ihre Reise am Institut für Eisen- und Stahltechnologie in Freiberg. Der erste Stopp erfolgte in Ranshofen, wo wir die Austria Metall AG (AMAG) besuchten. Nach einem sehr freundlichen Empfang und einer Einführung in das Unternehmen besichtigten wir die Gießerei, das Warmwalzwerk, das Lager und die Labore des Qualitätsmanagements. Neben einer ausgezeichneten Verpflegung hatten wir reichlich Gelegenheit, uns auszutauschen und Fragen zu stellen. Der Tag fand seinen Ausklang in einem gemütlichen Bier-

garten, in den uns die AMAG eingeladen hatte.

Am nächsten Tag starteten wir von unserer Unterkunft aus zum Besuch der voestalpine AG in Linz. Nachdem wir am Vortag die Aluminiumverarbeitung kennengelernt hatten, bot sich uns bei voestalpine die Gelegenheit, die Stahlherstellung und -verarbeitung zu erleben. Auch hier wurden wir herzlich empfangen und erhielten eine Führung durch das firmeneigene Museum „Stahlwelt voestalpine“. Verschiedene Bereichsleiter zeigten uns anschließend ihre Arbeitsbereiche und gaben uns einen umfassenden Einblick in die Arbeit im Stahlwerk.

Am Abend des 20. Juni folgten wir der Einladung der ASMET (Austrian Society for Metallurgy and Materials) sowie der Studierenden der Montanuniversität Leoben nach Vordernberg in der Steiermark. Dort feierten wir gemeinsam mit anderen Metallurgiestudenten das Sommerfest ihrer Fakultät. Die Veranstaltung fand im Radwerk IV statt, einem Museum mit einem alten Holzkohle-Hochofen. Dieser Veranstaltungsort hatte

einen sehr passenden Bezug zu unserer Exkursion und wurde durch eine interessante Führung zur Geschichte des Gebäudes und der historischen Arbeit der Hüttenleute ergänzt.



Zum Abschluss unserer Exkursion besuchten wir am letzten Tag das Stahlwerk voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG in Kapfenberg. Neben den ESU-Anlagen und dem Walzwerk konnten wir hier auch die Schmiedeanlagen und DESU-Anlagen besichtigen. Am Abend des 21. Juni kehrten wir wohlbehalten und reich an neuen Eindrücken nach Freiberg zurück.

Wir bedanken uns bei allen Sponsoren und Förderern, die diese Exkursion ermöglicht haben. Besonders danken möchten wir dem Verein der Freunde und Förderer für die finanzielle Unterstützung dieser Reise.



Praxisnah in Freiberg studieren – Wissenschaftliche Tauchexkursion im Studium nach Kroatien

Lea-Marie Pollok, Sebastian Pose, Thomas Pohl, Tobias Fieback

Fünf junge Forschende auf dem Weg in die Tiefe

Das Verständnis limnischer und maritimer Ökosysteme lässt sich durch die beim wissenschaftlichen Tauchen erlangten Erkenntnisse auf eine besondere Art verbessern. Durch ihre erlernten Fähigkeiten können entsprechend ausgebildete Tauchende präzise Messungen und Erfassungen direkt unter Wasser vornehmen. Im Gegensatz zu anderen Untersuchungsmethoden, wie Messungen von Booten, mit Multiparameter-Sonden oder Echoloten, erfolgen Messungen durch wissenschaftlich Tauchende zielgerichteter, so dass sich diese in den Kontext der Umwelt einordnen lassen. Um wissenschaftliche Arbeit tauchend betreiben zu können, ist eine Ausbildung zum Scientific Diver oder vergleichbar nötig. In dem an der TU Bergakademie Freiberg angebotenen Modul „Wissenschaftliches Tauchen I“ erlangen die Studierenden theoretische und praktische Kenntnisse zu maritimen und limnischen Ökosystemen, sowie Erfahrungen in praktischen Mess- und Untersuchungsmethoden. Im September 2023 stellten fünf Studierende des Moduls „Wissenschaftliches



Abb. 1: Gruppenbild der Teilnehmer der Exkursion 2023 in Sveta Marijana, bestehend aus Studierenden, Ausbildern/Betreuern und Unterstützern des Scientific Diving Center

Tauchen II“ (Abb. 1) ihr Können zum Abschluss der Ausbildung zum Wissenschaftlichen Taucher unter Beweis.

Bei der zweiwöchigen Exkursion auf die Halbinsel Istrien (Kroatien) in dem Ort Sveta Marina (Abb. 2) bearbeiteten sie individuelle Forschungsfragestellungen als Teil eines interdisziplinären Teams, das auf fachlichen Kompeten-



Abb. 2: Kartografische Darstellung des Tauchstandorts.

zen aus den Fachbereichen Geoökologie, Markscheidewesen, Chemie, Physik und Maschinenbau aufbauen konnte. Die Schwerpunkte lagen auf der 3D-Photogrammetrie unterwasser, der messtechnischen Erfassung von Umgebungsparametern und der Untersuchung der Vorkommen von Knollen-Kalkrotalgen, Makroalgen und Gorgonien sowie der Konkurrenz unter beiden Letzteren.

Aufgrund der besonderen Bedingungen unter Wasser ist die wissenschaftliche Arbeit von verschiedenen Herausforderungen geprägt. Zunächst ist eine intensive Tauchgangsvorbereitung und -planung notwendig, da nur begrenzt Luft und damit Arbeitszeit zur Verfügung steht. Ausgeglichen wird der hohe Vorbereitungsaufwand jedoch durch die Vorteile, der direkten in situ Untersuchung und Dokumentation.

Auf der Exkursion wurden verschiedene Standorte untersucht, wobei jeder eigene Besonderheiten aufwies. Der

Tauchspot Babino (vgl. Abb. 2) befindet sich in einer kleinen Bucht vor der Küste der Halbinsel Istrien. An diesem Standort ist ein ausgedehntes Knollen-Kalkrotalgenfeld auf 10-14 m Tiefe vorzufinden. Dieses mündet in eine Steilwand, welche durch kleine und große Klüfte gekennzeichnet ist, sowie durch unterschiedliche Strömungsverhältnisse als Habitat für verschiedenste Arten interessant ist. Zur Küste hin steigt das Plateau an und der Untergrund aus Harts substrat wird von hauptsächlich Grün- und Braunalgen dominiert (Abb. 3). Die Sedimentflächen sind mit einer 5-13 cm dicken Schicht aus Knollen-Kalkrotalgen bedeckt.



Abb. 3: Plateauübergang Knollen-Kalkrotalgen-Feld in bewachsenes Harts substrat in Blickrichtung der Steilwand. (Pollok, 2023)

Rotweiße Kugeln oder doch nur ein verkrustetes Stück Harts substrat?

Diese Algen gehören zu den Rhodophyta (Rotalgen) und sind besondere Kalkrotalgen. Hierbei unterscheidet man verschiedene Spezies. Die Knollen-Kalkrotalgen sind bodenbewohnende, freiliegende Rotalgen, welche einen knollenförmigen kalkartigen Thallus (Pflanzenkörper) ausbilden (Abb. 4).

Im Untersuchungsgebiet kann ihre Morphologie sowohl kugelförmig als auch zufällig oder verzweigt sein. Diese lässt sich auf die Ausscheidung von CaCO_3 zurückführen. Im Mittelmeerraum sind zwei Arten häufig vertreten, nämlich die *Lithothamnium fruculosum* und die



Abb. 4: Knollen-Kalkrotalgen (Bussmann, 2023)



Abb. 5: Psysonnelia sp. Schuppenblatt (Pollok, 2023)

Lithophyllum racemus, welche aber nur durch Spezialisten bestimmt werden können. Daher wird im Weiteren von der Artgruppe Knollen-Kalkrotalgen gesprochen. Ihre Vorkommen werden weltweit seit Jahrzehnten erforscht, da sie als Indikatoren für Umweltparameter verwendet werden können. Sie bilden Wachstums- bzw. Aktivitätsringe aus - ähnlich Bäumen in terrestrischen Lebensräumen. Ihr Wachstum wird durch jahreszeitliche Schwankungen und verschiedene Umweltfaktoren beeinflusst, wie Licht und das Vorhandensein von Kohlenstoff. Zudem ist die Umgebungstemperatur entscheidend, hier wurden signifikante Korrelationen mit Wachstumsringmustern festgestellt (Bonitz, 2023).

Krustenartige Kalkrotalgen, welche im Gegensatz zur Knollen-Kalkrotalge auf Hartsubstrat (Gestein, Muscheln, anthropogene Strukturen) vorkommen bzw. festsitzen, gelten als sessile Lebewesen. Sie bilden Substrate für andere Algenarten. Im Untersuchungsgebiet kommen hauptsächlich Psysonnelia sp. (Abb. 5) und Mesophyllum sp. (Abb. 6) vor.

Was für ein Knollen-Feld?

Das Knollen-Kalkrotalgen-Feld auf dem Plateau am Tauchspot Babino breitet sich über eine Fläche von mehreren Quadratmetern in einer Wassertiefe von ca. 10-14 m aus. Die Knollen-Kalkrotalgen liegen lose auf einem sandigen Untergrund auf. Die Strömung läuft aus Nordwesten auf das Plateau Richtung Küste auf. Am Rand des Feldes am Übergang zum Hartsubstrat sind geringe Dicken der aufeinanderliegenden Knollen feststellbar, während in der Mitte des Feldes eine Mächtigkeit von bis zu 13 cm vorhanden ist. Die Verteilung lässt vermuten, dass sich die Knollen auf dem sandigen Untergrund bilden und die Strömung sie dann Richtung Küste weiter auf das Plateau trägt. Die Kalkrotalgen wiesen

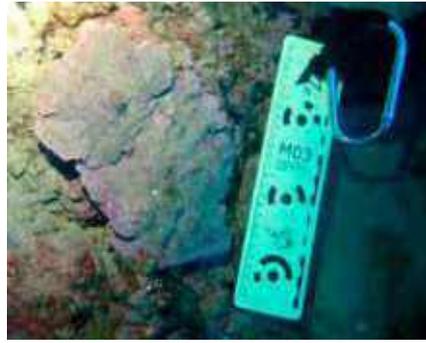


Abb. 6: Mesophyllum sp., Steinblatt (Pollok, 2023)

durchschnittlich einen Durchmesser von 2 bis 5 cm auf. Auffallend war, dass viele Exemplare teilweise oder ganz inaktiv



Abb. 7: Aktive (rötliche) und inaktive Knollen-Kalkrotalgen in Babino

waren. Das zeigt sich durch eine weißliche Färbung; die aktive Rotalgenschicht ist verschwunden. Die Unterschiede sind in den Abb. 7 und 8 vom Knollen-Kalkrotalgen-Feld deutlich zu erkennen.

An der Steilwand ließ sich beobachten, dass die Aktivität der Knollen in größerer Tiefe zunahm. Inwieweit andere Faktoren für eine Aktivität/Inaktivität ausschlaggebend sind, muss noch nachgewiesen werden. Es wird vermutet, dass es auch einen Zusammenhang mit Veränderungen der Wassertemperatur, des Strömungsregimes oder den verfügbaren Nährstoffen gibt. Derartig viele inaktive Knollen konnten an anderen Tauchstandorten in der unmittelbaren Nähe nicht beobachtet werden, wobei dort die Vorkommen wesentlich geringer waren.

Was lebt denn da?

Knollen-Kalkrotalgen bilden für viele Lebewesen ein Mikro-Habitat. Unter Wasser wurden verschiedene Proben genommen, welche anschließend an Land mithilfe eines Lichtmikroskops untersucht wurden. Zusätzlich zu Lebewesen siedeln auch unterschiedliche Algenarten auf ihnen. Die Knollen bieten Schutz vor Feinden, z. B. dem Seeigel und dienen Jungtieren als Unterschlupf (Abb. 9). Stark besiedelte Proben beherbergten 5 bis 10 verschiedene Arten, darunter karbonathaltige Muscheln wie die Serpulidea. Die Knollen-Kalkrotalgen aus Babino waren meist von Algen besiedelt.



Abb. 8: Nahaufnahme der aktiven und inaktiven Oberfläche einer Knollen-Kalkrotalge (Bussmann, 2023)



Abb. 9: Nahaufnahme einer Knollen-Kalkrotalge, besiedelt mit zweierlei Krustentieren, Grünalgen, einer Muschel und Schuppenblättern (Bussmann, 2023)

Die Unterschiede zwischen Knollen und Krusten

Die während der Exkursion gesammelten Knollen-Kalkrotalgen und Krustenproben wurden auf ihre Zusammensetzung und Struktur mit chemischen Analysemethoden, Rasterelektronenmikroskopie und Pulver-Röntgendiffraktometrie untersucht. Bei der REM-EDX-Analyse zeigten sich Unterschiede in der Oberflächenstruktur der Knollen und Krusten (Abb. 10). Während die Porenverteilung bei Krusten eher zufällig und die Porengröße wesentlich variabler ist, weisen Knollen eine symmetrische Porenverteilung auf. Zudem zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der Anordnung der Poren bei älteren Schichten zu sich neu bildenden Schichten. Aufgrund der geringen Probenzahl sind diese Er-

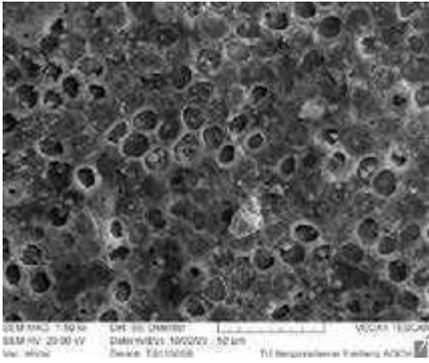
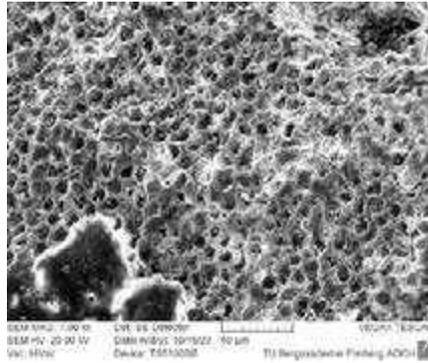


Abb. 10: REM-Aufnahme der Oberfläche einer Knollen-Kalkrotalge (Bonitz, 2023)



kenntnisse jedoch nicht verallgemeinerbar.

Wie waren die Umgebungsparameter?

Die Ergebnisse der Unterwasser-Untersuchungen sind abhängig von den herrschenden Umgebungsbedingungen, weshalb diese messtechnisch erfasst werden müssen.

Dabei werden verschiedene Umweltparameter, u. a. die Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und das Redoxpotential aufgenommen. Zudem wurden Messungen im Sediment sowie an Krusten und Knollen-Kalkrotalgen vorgenommen.

Am Standort Babino wurden besonders der Einfluss der Knollen-Kalkrotalgen in Bezug auf den pH-Wert und das Redoxpotential ihrer Umgebung untersucht, weshalb verschiedene Messungen (Abb. 11) durchgeführt wurden.

Es wurde festgestellt, dass die Temperatur auf dem Knollen-Kalkrotalgen-Feld ca. 23 °C bis 24 °C beträgt. An der angrenzenden Steilwand wurde ebenfalls diese Temperatur festgestellt bis in eine Tiefe von 27,8 m, wo die Temperatur bei 19,1 °C lag. Hier ist also eine Thermokline vorhanden. Die elektrische Leitfähigkeit lässt keine Unterschiede erkennen und beträgt im Mittel 52 mS/cm.

Der pH-Wert erscheint wesentlich

variabler im Knollen-Kalkrotalgen-Feld. Im Sediment ist der pH-Wert tendenziell geringer, mit Werten um die 7,9, als im Freiwasser mit durchschnittlichem pH-Wert von 8,1. Eine ähnliche Tendenz ist beim Redoxpotential zu erkennen. Im Sediment und zwischen den Knollen-Kalkrotalgen sind negative Potenziale vorzufinden, somit herrschen dort anoxische Bedingungen. Das Sediment wies an diesen Messpunkten eine grülich bis schwarze Färbung auf, die auf eine bakterielle Reduktion hinweisen könnte. Im Freiwasser ist das Redox-Potenzial wesentlich höher bei durchschnittlich über 100 mV, somit herrschen hier oxidische Bedingungen. Dies entspricht den zu erwartenden Redoxpotentialen in der Adria. Es hat sich gezeigt, dass Knollen-Kalkrotalgen ihre Umgebung aktiv chemisch beeinflussen. Dies wurde auch schon von Schubert et al., 2021, nachgewiesen. Die Algen nutzen das im umgebenden Wasser gelöste Kohlendioxid oder Hydrogenkarbonat für die Photosynthese und den Stoffwechsel und scheiden Kalziumkarbonat aus. Das bedeutet, dass kalkbildende Rotalgen eine wichtige Rolle bei der Aufnahme von CO₂ in den Weltmeeren und deren Bindung spielen.

Was ist Photogrammetrie?

Die Georeferenzierung von 3D-Unterwasserstrukturen mittels Photogrammetrie stellte ein weiteres Untersuchungsfeld dar. Ziel war es, ein valides Konzept für die Georeferenzierung von Unterwasserstrukturen zu entwickeln und zu testen. Mit der Hilfe von Markern und verschiedenen Methoden der Orientierung sollte die Genauigkeit des lokalen Koordinatensystems verbessert werden. Wichtig für die weitere Verwendung der Bilder ist ihre Qualität, wobei eine ausreichende Ausleuchtung und Auflösung entscheidend sind.

Im Projekt wurde daher folgende Arbeitsweise zur Erfassung von Objekten unter Wasser erarbeitet: Zu Beginn wurden die Marker um das Objekt herum ausgelegt und deren Position sowie Lage dokumentiert. Anschließend erfolgte die Vermessung der Abstände und Richtungen zwischen den Markern. Nachfolgend wurden überlappende, orthogonale Fotos des Objekts aufgenommen. Diese wurden durch eine dreidimensionale geometrische Rekonstruktion mittels Agisoft 2024 basierend auf „Structur for Motion“ ausgewertet. Im Projekt wurden mehrere Unterwasserstrukturen/-objekte aufgenommen, so auch das Knollen-Kalkrotalgen-Feld in Babino (Abb. 12). Dabei ergaben sich Vermessungsgenauigkeiten von 1 bis 3 cm im Modell.

Was gab es noch zu erforschen?

Auffallend ist, dass über die Hälfte der Gorgonien gleichzeitig von unterschiedlichen Makroalgen an der Steilwand überwuchert werden. Durch das Überwachsen werden sie in ihrer Nährstoffaufnahme gehemmt und sterben anschließend ab. Grund hierfür ist häufig ein erhöhtes Nährstoffangebot. Die Gorgonien haben angesichts sich ändernder Umweltbedingungen Schwierigkeiten in ihrem Lebensraum konkurrenzstark



Abb. 11: Schematische Darstellung der Vorgehensweise bei Messungen am Standort Babino (Voigt, 2023)



Abb. 12: Orthofoto und digitales Höhenmodell des Knollen-Kalkrotalgen-Feldes in Babino erzeugt mittels Photogrammetrie

zu bleiben. Wahrscheinlich verschieben sich die kalten Wasserschichten in tiefere Bereiche, so dass den Gorgonien sauerstoffreiches Wasser fehlt. An allen Standorten lässt sich beobachten, dass Rotalgen die Gorgonien am häufigsten überwuchern, was auf ihre bessere Angepasstheit an den Lebensraum in größeren Wassertiefen zurückgeführt werden kann. Am Referenzstandort Babino ist auffällig, dass viele Gorgonien von Schuppenblatt überwachsen werden (Abb. 13). Ausnahmen für eine Überwucherung der Gorgonien bilden Standorte mit häufiger Strömung. Im Vergleich zum letzten Jahr ließ sich auf Grundlage von Baganz, 2022 feststellen, dass die Überwucherung der Gorgonien mit Makroalgen zugenommen hat. Die Dominanz des Schuppenblatts ist erhalten geblieben.

Große rötliche Plättchen?

Am Standort Babino und einem Vergleichsstandort wurden verschiedene Steinblätter (Rotalgen) mittels Photogrammetrie vermessen. Damit konnte gezeigt werden, dass dies eine geeignete Methode für ein umfangreiches Moni-



Abb. 13: Überwachsene Gorgonie mit Schuppenblatt am Referenzstandort Babino

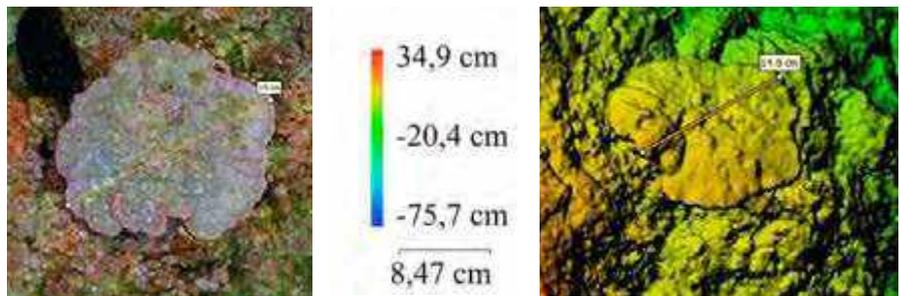


Abb. 14: Orthofoto und digitales Höhenmodell eines untersuchten Steinblatts

toring und Langzeituntersuchung ist. Zwar gab es noch Herausforderungen bei der Vergleichbarkeit der Auswertung, jedoch weist das Modell mit einer Genauigkeit von bis zu 1 mm hohes Potenzial auf (Abb. 14). Bei künftigen Exkursionen sind daher deutlich mehr Individuen zu untersuchen.

Anhand der Stichproben und Babino ist sichtbar, dass die größten Steinblätter in größeren Tiefen aufzufinden sind und in 20 m Wassertiefe diese wesentlich kleiner sind. In den tieferen Zonen haben sie bessere Umgebungsbedingungen zum Wachstum (Pollok, 2023).

Wie geht's nun weiter?

Die Durchführung von Tauchexkursionen ist auch weiterhin jährlich geplant. Begonnene Untersuchungen werden fortgeführt und die motivierten Tauchenden haben die Chance in die spannende Welt Unterwasser einzutauchen und in situ zu forschen.

Weitergehende Informationen und Aktuelles: <https://tu-freiberg.de/sdc> – Scientific Diving Center der TU Bergakademie Freiberg

Referenzliste und weiterführende Literatur:

- Agisoft (2024): Agisoft Metashape: Agisoft Metashape. <https://www.agisoft.com/> (Zugriff 08.08.2024).
- Baganz, D. (2022): Abschlussbericht. Exkursionsbericht Sveta Marina 2022. TU Bergakademie Freiberg.
- Bonitz, L. (2023): Abschlussbericht. Charakterisierung des Lebensraumes von Kalkrotalgen und Vergleich des Vorkommens von Knollen- und Krusten-Kalkrotalgen. TU Bergakademie Freiberg.
- Bussmann, L. (2023): Abschlussbericht. Sveta Marina, Croatia Field Trip Report. TU Bergakademie Freiberg.
- Jany, C. (2023): Studienarbeit. Geo-/Referenzierung von 3D-Unterwasserstrukturen mittels Photogrammetrie. TU Bergakademie Freiberg.
- Pollok, L.-M. (2023): Abschlussbericht. Exkursionsbericht Sveta Marina 2023. TU Bergakademie Freiberg.
- Schubert, N. et al (2021): Calcification in free-living coralline algae is strongly influenced by morphology: Implications for susceptibility to ocean acidification. *Scientific Reports*. 11 DOI: 10.1038/s41598-021-90632-6.
- Voigt, J. A. (2023): Abschlussbericht. Exkursionsbericht Sveta Marina Sommersemester 2023. TU Bergakademie Freiberg.

Kontakt:

Scientific Diving Center, TU Bergakademie Freiberg, Kontakt: Sebastian.Pose@sdc.tu-freiberg.de

EXPLO THAILAND 2024

Liviu Valenas¹

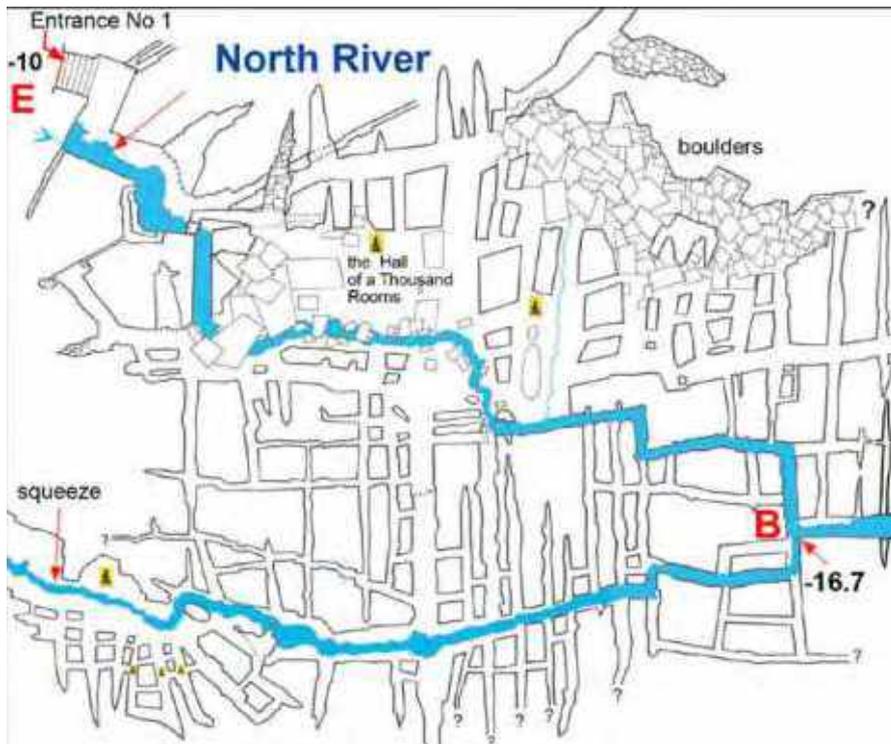
Die internationale Höhlenforschungs-Expedition EXPLO THAILAND 2024 fand in der ersten Phase zwischen dem 14. und 30. Januar und in der zweiten Phase in den Monaten März bis April statt. Sie wurde vom Höhlenforscherclub „Z“ aus Nürnberg organisiert und stand unter der Leitung von Liviu Valenas von der TU Bergakademie Freiberg, Professur für Hydrogeologie und Hydrochemie.

An der Expedition im Januar 2024 nahmen zehn Höhlenforscher aus Deutschland, den USA, Belgien, Sin-

gapur, Kroatien und Thailand teil: Liviu Valenas und Maliwan Valenas (Deutschland), Timothy Callison Charlton, Yee-Bien Chuah, Andrew David Filer, Mindy Johnson Filer, Hannah Ann Filer (alle USA), Dieuwert Grootaerd (Belgien), Lim Yen Chen (Singapur), Ana Baricevici (Kroatien) und Rattathanmanung Pukatham (Thailand). Von März bis April 2024 beteiligten sich neben den beiden Forschern aus Deutschland dann die thailändischen Höhlenforscher Suphakit Khamloy, Somlak Bunker, Thanaphon Phonsa-

mak, Teerapat Malee und Thapanon Namprasop.

Wie bereits in den Vorjahren zielten die beiden Expeditionen ausschließlich auf die Erforschung einiger wichtiger Höhlen in den Sandsteinen Nordostthailands, dem sogenannten Isan, ab. Erstmals wurden der Karst und die Höhlen auf den Quarzitsandsteinen Nordostthailands im Rahmen einer groß angelegten internationalen Höhlenforschungs-Expedition dank guter technischer Ausrüstung wissenschaftlich intensiv erforscht. Die Expedition



Tham Din Pieng-Höhle, Zentralsektor (Kartographie: Liviu Valenas).

zeigt das wachsende Interesse von Höhlenforschern auf der ganzen Welt an Höhlen und Karst in Sandsteinen, einschließlich Quarzitsandsteinen, die bisher zu Unrecht oder als völlig uninteressant oder von begrenztem Interesse angesehen wurden.

Bereits die Ergebnisse der Expedition 2023 waren sensationell. Die Erkundung der Sandstein-Höhle des Seri-Thai-Systems (mit einer Länge von 857 Metern) führte zur Entdeckung von etwa weiteren 240 m neuen Stollen sowie weiteren sechs neuen Eingängen. Damit erreichte die erkundete Länge dieses Systems 1.100 Meter. Doch dieser neue Rekord in Quarzitsandsteinen hielt nur wenige Tage. Bei der Erkundung und Vermessung der Tham Din Pieng-Höhle kamen die Forscher auf eine Gesamtlänge von 2.510 Metern – dem neuen thailändischen Rekord für eine Sandsteinhöhle.



Foto: Timothy Charlton

Zugleich ist Tham Din Pieng auch eine der größten Sandsteinhöhlen der Welt. Die Luftlänge der Höhle wurde durch die Entdeckung zweier letzter Hallen, von denen eine extrem groß war, um 257 m vergrößert. Tham Din Pieng ist ein anspruchsvolles Labyrinth mit vielen extrem engen Stollen. Die Höhle verfügt über zwei permanente Wasserläufe, die sich im Mittelsektor vereinen. Die Darstellung der Topographie war aufgrund des extremen Labyrinths äußerst schwierig. Erst mit den aktuellen Untersuchungen konnte eine

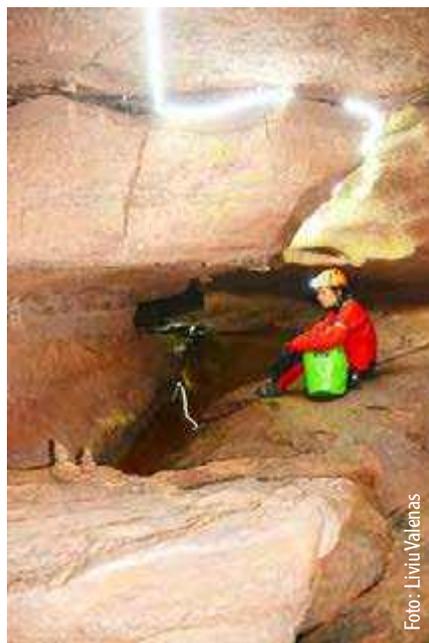


Foto: Liviu Valenas

Karte von diesem Areal im Maßstab 1:100 veröffentlicht werden. Die neue Karte wurde erstmals auf der Tagung des Deutschen Höhlenforscherverbands im Mai 2024 in Dietfurt vorgestellt.

In diesem Jahr wurde außerdem die Erkundung der großen Tham Patihan-Höhle wieder aufgenommen. Dabei konzentrierten wir unsere Exploration auf die untere Etage. Der unterirdische Stollen ist nun auf eine Länge von 155 m erforscht. In Tham Phanom Di Nr. 10 (Great Pit) rückten wir fast 50 m vor, was uns zur Kreuzung mit Tham Phanom Di Nr. 9 (Devil's Pit) brachte und eine neue Gesamtlänge von 200 m ergab.

Neben diesen großen wurden 20 weitere kleine oder mittlere Höhlen von uns erkundet und vermessen. Gesamtlänge der im Rahmen der Expedition EXPLO THAILAND 2024 in den Sandsteinen Nordostthailands erkundeten Stollen betrug 3.381,4 Meter. Dabei konnte die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit der TU Freiberg durch die Expedition zu den Quarzitsandsteinen Nordostthailands fortgesetzt werden. Es wurden Wasserproben aus Höhlen, Karstquellen und Mini-„Cenoten“ gesammelt sowie Gesteinsproben entnommen, die in den Laboren der TU Freiberg analysiert wurden.

Die Expedition 2024 wurde durch Bereitstellung von Ausrüstung durch AV Aventure Verticale, Frankreich, unterstützt und wissenschaftlich von der Technischen Universität Freiberg begleitet. Eine finanzielle Unterstützung erfolgte durch den Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V.

Alle diese wichtigen Ergebnisse wären ohne den Enthusiasmus und die Professionalität der Expeditionsteilnehmer nicht möglich gewesen. Ihr Dank gilt nicht zuletzt der Unterstützung durch die lokale Bevölkerung von Isan.

Derzeit wird bereits am neuen Programm für die nächste Expedition EXPLO THAILAND 2025 gearbeitet. Sie soll wieder in den Höhlen und Karstgebieten der Sandsteine Nordostthailands (Isan) stattfinden und am 17. Januar 2025 beginnen.

1 TU Bergakademie Freiberg, Professur für Hydrogeologie und Hydrochemie, Gustav-Zeuner-Str. 12, 09599 Freiberg, liviu.valenas@gmail.com

Mein Auslandssemester an der Akita University in Japan

Philipp Schöne

Mein Name ist Philipp Schöne und ich studiere Engineering mit der Vertiefungsrichtung Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen an der TU Bergakademie Freiberg. Zum Ende meines Studiums habe ich mich entschlossen, für ein Semester an die Partneruniversität in Akita (Japan) zu gehen.

Die Stadt Akita befindet sich im Norden der Hauptinsel Honshū und besitzt etwas mehr als 300.000 Einwohner. Die dazugehörige Akita University ging 1949 aus einer Bergfachschule hervor, die nach dem Modell der Bergakademie Freiberg gegründet wurde. Akita besitzt außerdem ein Bergbaumuseum, das stark an die terra mineralia erinnert, und auch einige Ausstellungsstücke aus Freiberg besitzt. Seit Ende der 90er Jahre gibt es an der Universität eine Fakultät für Ingenieur- und Ressourcenwissenschaften, der ich während meines Auslandssemesters angehörte. Leider sind viele der Module hier komplett auf Japanisch, so dass ich eher eine begrenzte Kursauswahl hatte. Ich belegte Ingenieursmodule wie „Theory of Computation“ oder „Heat Engine Engineering“ und hatte zusätzlich noch Kurse wie Japanisch I oder auch Judo, das tatsächlich gelehrt wird. Mir war es bei den Modulen sehr wichtig, mich zu integrieren und auch etwas vom Land zu erfahren. Daher war ich sehr froh, die japanische Kampfkunst Judo als Kurs zu belegen oder mit Japanisch eine neue Sprache zu erlernen, die mich im Alltag voranbrachte. In den meisten Modulen



Abb. 2: Blick in das „Akita-Freiberg Overseas Research Hub“.

hatte ich eine generelle Anwesenheitspflicht von 70 %. Die Modulnoten setzen sich zudem aus vielen Teilleistungen zusammen; so hatte ich wöchentlich Hausaufgaben einzureichen, Präsentationen zu halten oder auch in gewissen Abständen Zwischentestate zu schreiben.

Nach einigen Startschwierigkeiten fühlte ich mich sehr wohl. Ähnlich wie in Freiberg gibt es für internationale Studierende auch die Möglichkeit, einen Buddy zu erhalten, der bei Alltagsproblemen oder dem Behördengang unterstützt. Als deutscher Austauschstudent fiel ich schon ziemlich auf, da es außer mir und einigen ukrainischen Studenten keine weiteren Europäer an der Universität gab. Zu Beginn meines Aufenthalts hier habe ich freiwillig an einem Info-

abend für potentielle Wege ins Ausland teilgenommen und meine Heimatuniversität vor japanischen Studenten repräsentiert. Das Interesse an einem Austauschsemester in Freiberg war sehr groß, so dass ich viele Fragen beantworten durfte.

In meiner Freizeit war ich viel unterwegs und versuchte das Land und die Kultur näher kennenzulernen. Ich bin gern in den Bergen gewandert, besuchte aber auch andere Städte wie Tokio, Osaka oder Kyoto.

Ganz besonders freute ich mich über die Möglichkeit, mein eigenes Büro nutzen zu können, das sich im Gebäude der Fakultät für Ingenieur- und Ressourcenwissenschaften befand. Es handelt sich dabei um das „Akita-Freiberg Overseas Research Hub“, welches im September 2023 von den Rektoren der beiden Universitäten, Prof. Dr. Barbknecht und Prof. Dr. Yamamoto, eröffnet wurde. In diesem „Overseas Research Hub“ verbrachte ich tatsächlich sehr viel Zeit, zum Beispiel wenn ich meine Hausaufgaben abarbeitete, Online-Meetings führte oder für Prüfungen lernte.

Alles in allem war ich sehr dankbar über die Möglichkeit, in Japan studieren zu können.

Ich bedanke mich recht herzlich bei der TU Bergakademie Freiberg und bei dem Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V. für das Ermöglichen dieses Auslandsaufenthalts.



Abb. 1: Zu Besuch bei der Statue Daikannon in Sendai.



Abb. 3: Ein Erinnerungsfoto mit dem Akita Inu, dem Maskottchen der Stadt, darf natürlich nicht fehlen.

Exkursion zu tertiären hydrothermalen Lagerstätten in Nordost-Griechenland – 2023

Marie Guilcher, Dino Leopardi



Abb. 1: Exkursionsgruppe.

Das Student Chapter Freiberg (SEG) organisierte 2023 eine Exkursion zu den hydrothermalen Lagerstätten in Nordost-Griechenland, die von Prof. Panagiotis Voudouris (Universität Athen, Griechenland) geleitet wurde. Die Exkursion und die Teilnahme der Studierenden wurde von der Gesellschaft für Wirtschaftsgeologen (SEG) und den Freunden und Förderern (FuF) der TU Bergakademie Freiberg finanziell unterstützt. Vom 9. bis 16. Oktober 2023 nahmen sechs Studierende und zwei Teilnehmer aus der Industrie an der Exkursion teil (Abb. 1).

Die Geologie von Nordost-Griechenland besteht aus einer Reihe von metamorphen Kernkomplexen, die das Grundgebirge der östlichen Region Mazedonien und Thrakien bilden, mehreren Sedimentbecken aus dem Maastricht-Miozän und einigen magmatischen Episoden vom Paläozän bis zum Eozän und vom späten Eozän bis zum Oligozän. Die magmatisch-hydrothermale Mineralisation ist mit den verschiedenen magmatischen Episoden verbunden und in Nordost-Griechenland weit verbreitet. Sie reicht von Porphyr- und Skarn-Lagerstätten bis hin zu Au-Ag-Te-Lagerstätten (z. B. Melfos et al. 2002; Siron et al. 2016; Melfos und Voudouris 2017).

Nach der Ankunft in Thessaloniki begann am zweiten Tag die Feldexkursion mit einem Besuch der Stratonii-Verwerfung (Gebiet Stavros, z. B. Madem Lakkos-Lagerstätte). Die duktil-spröde Verwerfung enthält eine Reihe von Karbonatlinsen, die durch Ag-Pb-Zn-Sulfide ersetzt wurden, die nun mit ei-

ner entlang der Verwerfung sichtbaren Gossan-Oxidation verbunden sind. Nur ein Teil der ursprünglichen Karbonat- und Pb-Sn-Mineralisation ist erhalten geblieben. Das nahe gelegene Aspra Chromata-Vorkommen besteht aus einem Quarz-Pyrit-Lager in der „Stratonii“ Granodiorit mit geringen Anzeichen einer Cu-Mineralisation.

Am dritten Tag besuchten die Teilnehmer das epithermale System auf dem Grundstück Konos Hill nahe der Stadt Sapes. Von der Spitze bis zum Fuß des Hügels ist das ursprüngliche Vulkangestein vollständig zu feinkörnigem Alunit umgewandelt. Dann ist der Übergang von einem HS-System epithermaler Mineralisation zu einer porphyrtypigen Mineralisation zu sehen, die durch Quarz-Pyrit-Gänge vom Typ B in einer Quarz-Serizit-Veränderung gekennzeichnet ist (Abb. 2). Das nahe gelegene Viper-Prospekt zeigt ein ähnliches Epithermalsystem, jedoch mit einer Quarz-Diasporen-Alterationsassoziation. Am Fuß des Hügels wird das System von einer späteren epithermalen Mineralisierung mit überlagert. Die Lagerstätte besteht aus einem gangartigen, Au-haltigen Chalcedon. Das nahe gelegene Santa-Barbara-Vorkommen ist im Gegensatz zu den vorherigen Lokalitäten eine epithermale Mineralisation, die in Baryt-Alunit-Gängen in einer argillischen Alteration vorkommt.

Den Aufschluss des Explorationsprojekts Perama Hill (Eldorado Gold) besuchten die Studierenden und Branchenvertreter am vierten Tag. Die epi-



Abb. 2: Porphyry Quarz-Stockwerk, das von pyrithaltigen B-Gängen in der serizitisch umgewandelten Hornblende-Biotit-Intrusion am Konos Hill durchzogen ist.

thermale Au-Lagerstätte befindet sich in oxidiertem und verkieiseltem Sandstein und Andesit und enthält nachgewiesene Reserven von ~1 Moz Au. Vor Ort werden die freiliegenden verkieiselten Sandsteine von einer Reihe von Quarz-Baryt-Au-haltigen Gängen mit siedenden Texturen durchzogen. Das Projekt Perama South enthält im Gegensatz zum Projekt Perama Hill eine Reihe von Karbonat-Erzkörpern. Die nahegelegene epithermale Lagerstätte Mavrokoryfi weist eine massive Mineralisation mit reichlich Ag-Au-Te-Sulfosalzen auf. Stratigraphisch oberhalb der Mineralisation ist das Wirtsgestein opalisiert, was auf die Interaktion von magmatisch entstandenen Dämpfen mit Grundwasser hindeutet. Das nahegelegene Galaxy-Zielgebiet ist ein Ereignis mit Resten von schwammigem Quarz und überlagert von Au-haltigem Amethyst.

Der nächste Tag führte an die Küste, um das Maronia-Gebiet zu besichtigen. Das Porphyrsystem ist durch den Maronia-Pluton, den Monzogabbro und eine spätere mikrogranitische Quarz-Feldspat-Intrusion gekennzeichnet. Auf dem Monzogabbro ist die Mineralisation in Form von Einsprengeln in magmatischen Gesteinsgängen, magmatisch-hydrothermalen Hohlräumen und kleineren Quarzgängen sowie einer weit verbreiteten kalihaltigen Alteration zu finden. Der Kontakt zwischen beiden Intrusionen steht in Zusammenhang mit einer Scherungszone, die entlang der Küste sichtbar ist. Die mikrogranitische Intrusion ist von einem Quarz-Pyrit-Molybdänit-Stockwerk durchzogen. Zwischen dem Monzogabbro und dem Marmor-Wirtsgestein ist der Skarn-Kontakt auf der Seite der Intrusion durch alkalische Minerale wie Albit, Arfvedsonit und Schorlomit (Ti-reicher Granat) gekennzeichnet.

Ein Besuch des Pagoni Rachi-Porphyrsystems stand am sechsten Tag im Mittelpunkt. Der untere Teil des Systems ist durch natronische (kalkhaltige) Alteration und Magnetitgänge (M-Typ) gekennzeichnet. Das extrem dichte Quarz-Pyrit-Stockwerk ist mit Sericit

verbunden. Die späte Überprägung des Systems mit pyritischen Gängen (Typ D) geht mit einer Serizit-Pyrit-Alteration einher. Die Gänge des Typs D werden von späten Ag-Zn-Pb-Karbonat-Gängen entlang einer NNW-SSE verlaufenden Struktur durchschnitten. Die nahe gelegene stillgelegte Mine St. Philippos ist ein Tagebau mit einer verwerfungsge-



Abb. 3: Teilnehmende der Exkursion an der St. Philippos Mine.

steuerten epithermalen Mineralisation (Cu-Au-Ag-Sn-Te-Bi-Sulfosalze und Sulfide), die von einer späten Mineralisation überlagert wird und aus Cu-Pb-Zn-Gängen und Brekzien besteht (Abb. 3).

Am letzten Tag der Exkursion besuchten wir die Umgebung des Gebiets von Kallintiri. Geologisch gesehen liegt dieses Gebiet am Rande des Nordrhodopen-Kernkomplexes und ist strukturell durch eine Reihe von Ablösungsstörungen gekennzeichnet, die mit der Exhumierung des metamorphen Kernkomplexes zusammenhängen. Die Ablöseverwerfungen beherbergen eine Pb-Zn-Mineralisation in Gängen entlang der Ablösung. Im oberen Teil des Hügels ist der Übergang zu einer Sb-As-Mineralisation zu erkennen und es sind subvertikale Stibnit-Realgar-Barit-Calcit-Gänge in alten Minen zu sehen.

Für uns Studierende war diese Exkursion ein Erlebnis und ein großer Erfolg. Sie ermöglichte uns, sowohl Kenntnisse über genetische Modelle als

auch über das Auffinden und die Erkundung magmatischer hydrothermaler Lagerstätten zu erlangen. Ein großes Dankeschön gilt unserem Exkursionsleiter Prof. Dr. Panagiotis Voudouris. Wir möchten auch dem Team von Eldorado Gold für den Zugang zu ihren Einrichtungen und die Einführung in ihr Perama Hill-Projekt danken.

Referenzen

Melfos, V., Vavelidis, M., Christofides, G., Seidel, E., 2002. Origin and evolution of the Tertiary Maronia porphyry copper-molybdenum deposit, Thrace, Greece. *Mineralium Deposita*, v. 37, p. 648-668.

Melfos, V., Voudouris, P., 2017. Cenozoic metallogeny of Greece and potential for precious, critical and rare metals exploration. *Ore Geology Reviews*, v. 89, p. 1030-1057.

Siron, C.R., Thompson, J.F.H., Baker, T., Friedman, R., Tsitsanis, P., Russell, S.V., Randall, S.B., and Mortensen, J.K., 2016. Magmatic and metallogenic framework of Au-Cu porphyry and polymetallic carbonate-hosted replacement deposits of the Cassandra mining district, Northern Greece. *Society of Economic Geologists, Special Publication*, v. 19, p. 29-55.

Portugal Exkursion 2023

Johanna Kubasch

Vom 22. bis zum 29. September 2023 organisierte die Geologische Gemeinschaft zu Freiberg e.V. eine Auslandsexkursion nach Portugal, an der ich teilnehmen konnte. Der Schwerpunkt lag dabei auf Themen der Mineralogie und der Lagerstättenlehre.

Nachdem alle Teilnehmer in der Stadt Porto angekommen waren, gab es am Abend der Anreise noch einen Rundgang durch die historische Altstadt der alten Hafenmetropole am Douro. Nach der ersten Nacht in Porto fuhren wir am 23.09. in die Kleinstadt Godim, nahe der ebenfalls am Douro gelegenen Stadt Peso da Régua, von wo aus wir die antiken, von den Römern errichteten

Goldminen in Tresminas erkundeten. Diese stellten nach der Eroberung der Provinz Lusitania eine der wichtigsten Goldquellen für das Römische Reich dar und wurden etwa 250 Jahre lang, hauptsächlich zwischen dem ersten und dritten Jahrhundert nach Christus, abgebaut. Während der Bergbau hier zur Anfangsperiode vorwiegend über den Vortrieb von Stollen entlang der Gänge bewerkstelligt wurde, ging man in späterer Zeit zum Tagebaubetrieb über, von dem aus weitere Galerien in den Berg getrieben wurden. Da nach dem dritten Jahrhundert kein wesentlicher bergbaulicher Eingriff mehr geschehen

ist, lassen sich die römischen Tagebaue und die historischen Stollen in dem etwa 2 km² großen Gebiet heute noch im Originalzustand besichtigen. Am gleichen wie auch am folgenden Tag besuchten wir noch einige kleinere Aufschlüsse im Vale das Gatas-Gebiet sowie rund um Peso da Régua, wo vor allem pegmatiti-

sche Bildungen und Wolfram-Zinn-Mineralisationen auftreten. Die Fundstelle Vale das Gatas liegt dabei im Kontaktbereich herzynischer Granite mit kambrischen Schiefern. Die unzähligen mineralisierten Greisengänge wurden bereits zu Zeiten der Römer für die Zinnengewinnung abgebaut. Später wurde hier vorwiegend Wolfram gefördert, bis die Bergbautätigkeit 1986 eingestellt wurde. Mineralogisch besonders interessant macht das Gebiet die Vergesellschaftung von wolfram- und zinnreichen Greisengängen mit einer silber- und wismuthaltigen Sulfidparagenese, in der auch das in Freiberg entdeckte Silber-Germanium-Mineral Argyrodit sowie der seltene Matildit vorkommen.

Nach dem zweitägigen Aufenthalt in Godim fuhren wir weiter in das kleine Dorf Ribamondego, wo unsere dritte Unterkunft lag. Von dort aus stand die Fahrt zu einem der Highlights der Exkursion an. Hier hatten wir die Möglichkeit, eines der größten Wolframbergwerke der Welt zu besichtigen: die Minas da Panasqueira! Nach einer ausführlichen geologischen und bergbautechnischen Einführung durch den zuständigen Geologen vor Ort fuhren



Unsere Exkursionsgruppe

wir in die Mine ein und konnten im aktiven Abbaubereich die Genese und die Erzförderung nachvollziehen. Bei dieser Lagerstätte handelt es sich um mehrere sehr flach einfallende Greisengänge von bis zu 2 Meter Mächtigkeit, die im Room- and Pillarverfahren abgebaut werden. Aufgrund der Komplexität der Lagerstättenverhältnisse wird aktuell auf mehreren Sohlen sowie an verschiedenen Abbaustößen gefördert. Dadurch wird in der Grube mehrmals täglich geschossen, während parallel dazu die restlichen Bereiche ausgeerzt werden. Das geförderte Material wird mithilfe von Radladern und später dann mit Grubenlocks zum untertägigen zentralen Brecher gefahren, von wo aus das gebrochene Erz mittels eines Förderbandes zur oberirdischen Aufbereitungsanlage gelangt. Aufgrund der teilweise sehr drusenreichen Ausbildung der Erzgänge sind die auskristallisierten Mineralstufen weltweit bekannt. Hier war es uns erlaubt, einige Belegstücke mit nach Hause zu nehmen. Anschließend bekamen wir spontan noch eine Führung durch die Aufbereitungsanlage des Unternehmens, bei der wir die Weiterverarbeitung des Erzes Schritt für Schritt beobachten konnten. Das Unternehmen produziert in erster Linie ein Wolframkonzentrat, das vorwiegend auf dem innereuropäischen Markt angeboten und von anderen Firmen verhüttet wird. Als Beiprodukt fallen aus der Paragenese noch ein Kassiteritkonzentrat (Zinn) sowie ein durch Flotation gewonnenes Chalcopyritkonzentrat (Kupfer) an, die ebenfalls an verschiedene Verhüttungsbetriebe

verkauft werden. Der nicht erzhaltige Gesteinsbruch aus der Grube wird als Schottermaterial an lokale Baufirmen veräußert. Die Flotationsrückstände



Untertage in den Minas da Panasqueira

und das schwermetallbelastete Restmaterial werden aufgrund des durch den Arsenopyrit verursachten hohen Arsengehalts in einem speziell gesicherten Prozess aufgehaldet, beziehungsweise in Tailings überführt. In Abstimmung mit den lokalen Behörden findet ein regelmäßiges Monitoring zum Schutz der Landschaft und des Grundwassers statt, sodass im modernen Abbauprozess keine signifikanten Einwirkungen auf die Umwelt zu befürchten sind.

Am folgenden Tag besuchten wir diverse Steinbrüche im Gebiet um Alvarrões. Von den dort auftretenden Pegmatiten werden verschiedene Lithiumminerale gefördert. Neben Spodu-

men ist das dortige Hauptabbauprodukt der Lithium-Glimmer Lepidolith, der jedoch nicht für eine Metallgewinnung, sondern für die Keramikproduktion verwendet wird. In bestimmten Bereichen werden aus besonders „reinen“ Pegmatiten auch hochreine Quarze sowie Feldspat für die Keramikindustrie gewonnen.

Am 28.09. konnten wir dann auch noch die zugehörige Aufbereitungsanlage der Mota Ceramics Solutions bei Mangualde besichtigen, in der das Material aus verschiedenen Steinbrüchen aus ganz Nordportugal über einen teils vollautomatisierten Aufbereitungs- und Sortierprozess weiter verarbeitet wird. Die diversen Produkte werden dann in verschiedenen Körnungen – je nach Anwendungsbereich – an die Keramikindustrie abgegeben. Dabei spielen vor allem die lithiumreichen Lepidolithe in der Herstellung spezieller Feuerfest-Keramik eine entscheidende Rolle. Danach fuhren wir zurück nach Porto. Da angesichts der umfassenden und interessanten Geologie mehr Probenmaterial zusammengekommen war als im Fluggepäck erlaubt ist, mussten wir vor einem weiteren Stadtrundgang am letzten Abend noch die überschüssigen Proben verpacken und mittels Speditionsfahrt nach Deutschland verschicken.

Mein besonderer Dank gilt dem Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg, dessen Förderung mir die Teilnahme an dieser geologisch höchst interessanten Exkursion ermöglicht hat.

Ein Forschungsaufenthalt in Japan

Florian Glauche

Mein Name ist Florian Glauche und seit September 2023 bin ich Promovend des Instituts für Nanoskalige und Biobasierte Materialien (INBM) der TU Bergakademie Freiberg. In Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme (ENAS) in Chemnitz sowie dem Institut für Mikrostrukturtechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) widme ich mich unter der Betreuung von Prof. Dr. Yvonne Joseph der Erzeugung flexibler, adhäsiver und funktionaler Mikro- und Nanostrukturen mittels Thermoformung.

Dank der großzügigen Unterstützung des Vereins Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. sowie des Förderprogramms des Europäischen Sozialfonds (ESF) der Europäischen Union konnte ich vom 8. April bis 30. Juli 2024 einen Forschungsaufenthalt am Micro System Integration Center (µSIC) der Tohoku Universität in Sendai, Japan, realisieren. Dieser Aufenthalt, verbunden mit dem dort verankerten Advanced Institute for Materials Research (AIMR) der World Premier International Research Center Initiative (WPI), brachte einen erhebli-

chen wissenschaftlichen Mehrwert für meine Promotion und eröffnete neue Perspektiven und Methoden in meinem Forschungsgebiet.

Unter der fachkundigen Leitung von Prof. Kentaro Totsu und mit tatkräftiger Unterstützung von Assoc. Prof. Jörg Frömel, durch dessen Engagement dieser Aufenthalt überhaupt erst möglich gemacht wurde, konnte ich tief in die Welt der Mikro- und Nanostrukturierung eintauchen. Besonders beeindruckend war das Treffen mit dem Pionier der MEMS-Technologie, Prof. Esashi, dem



Prof. Masayoshi Esashi, Assoc. Prof. Jörg Frömel, ich und Prof. Kentaro Totsu (von links nach rechts) vor dem Eingang des Micro System Integration Center (μ SIC) der Tohoku Universität.

ehemaligen Leiter des Instituts. Prof. Esashi betreut nun das im selben Gebäude befindliche Jun-ichi Nishizawa Memorial Research Center als Kurator und führte mich durch die beeindruckende Ausstellung, die die Historie der MEMS-Technologie und zahlreiche technologische Meilensteine anschaulich darstellt. Es war mir eine große Ehre, gemeinsam mit Prof. Esashi, Prof. Totsu und Assoc. Prof. Dr. Frömel ein Foto zu machen zu können - ein Moment, der mir sicherlich lange in Erinnerung bleiben wird.

Während meines Aufenthalts in Sendai führte ich selbstständig Forschungsarbeiten im Bereich der Prägeformherstellung für Thermoformungsprozesse und Mikrostrukturierung durch. Ich erhielt eine umfassende Einführung in verschiedenste Halbleiterprozesse, wie das Aufbringen von Fotolacken auf Wafer, Graustufenlithografie zur Herstellung dreidimensionaler Strukturen, diverse Trockenätzprozesse sowie verschiedene Charakterisierungsmethoden. Dabei konnte ich den riesigen Reinraum des μ SIC, der mehr als 1.800 m² umfasst, frei nutzen und alle Prozesse eigenhändig durchführen. Diese praktische Erfahrung war äußerst wertvoll und hat mein Wissen und meine Fähigkeiten erheblich erweitert.

Neben der akademischen Bereicherung war dieser Forschungsaufenthalt auch eine wertvolle persönliche Erfahrung. Ich hatte das große Glück, zur Zeit

der Kirschblüte in Japan zu sein und dieses einmalige Naturschauspiel in vollen Zügen zu genießen. Die Schönheit der Blüten und die traditionelle Hanami-Kultur, bei der man die Blütenpracht gemeinsam feiert, haben einen bleibenden Eindruck hinterlassen. Auch der Sommer in Japan hat mit seinen zahlreichen Festen und Paraden viel zu bieten und ich konnte die reiche, alte Kultur des Landes hautnah erleben.

Die Möglichkeit, für einen For-

schungsaufenthalt nach Japan zu gehen, stellt für mich eine enorme persönliche Bereicherung dar. Die herzliche Gastfreundschaft und die faszinierende Kultur haben mich tief beeindruckt und ich bin dankbar, diese Erfahrungen gemacht zu haben. Dieser Aufenthalt hat nicht nur meine eigenen Forschungsarbeiten bereichert, sondern auch die Kooperation zwischen der Tohoku Universität und unserer TU Bergakademie Freiberg gestärkt. Bereits während meines Aufenthalts wurden Möglichkeiten weiterer gemeinsamer Projekte besprochen. Die Tohoku Universität hat signalisiert, dass sie gerne weitere Studierende oder Doktoranden für Forschungsarbeiten aufnehmen würde. Daher plane ich, meine Position als inoffizieller Botschafter zu nutzen, um für diese Möglichkeit an unserer Universität zu werben und hoffentlich weitere Interessierte für einen Forschungsaufenthalt in diesem schönen Land zu begeistern. Außerdem habe ich fest vor, in der Zukunft an dieses Institut zurückzukehren, um weitere Forschung durchzuführen und die bereits geknüpften wissenschaftlichen Verbindungen zu vertiefen.

Abschließend möchte ich mich herzlich beim VFF bedanken. Ohne seine freundliche Spende wäre diese Reise nicht möglich gewesen. Die Unterstützung hat mir nicht nur geholfen, meine wissenschaftlichen Ziele zu erreichen, sondern mir auch eine unvergessliche persönliche Erfahrung ermöglicht. Vielen Dank!



Die Kirschblüte in voller Pracht auf dem Campus der Tohoku Universität.

Southern African Rare Earths 2nd International Conference 2024 in Swakopmund

Louis Schaarschmidt

Die durch die Energiewende und Digitalisierung getriebene Nachfrage nach Seltenen Erden ist weltweit hoch. Um die Unabhängigkeit von chinesischen Exporten zu erhöhen wird intensiv nach neuen Lagerstätten gesucht. Von Smartphone bis zum E-Auto sind große Mengen von Alltagsgegenständen und deren Herstellung abhängig von einer sicheren Versorgung mit den dafür so dringend benötigten Rohstoffen.

Die TU Bergakademie Freiberg ist als älteste noch existierende Montanuniversität der Welt seit vielen Jahren in verschiedenste Projekte im Bereich des Bergbaus involviert. Dabei hat insbesondere die Professur für Rohstoffabbau und Spezialverfahren unter zahlreiche Planungsprojekte sowie Tage in Lehre und Forschung gemeinsam mit namibischen Stakeholdern durchgeführt.

Das Land hat ein starkes Rohstoffpotential, was sich darin widerspiegelt, dass die Bergbauindustrie der stärkste Wirtschaftszweig des Landes ist. Zu den Hauptexportgütern zählen Uran und Diamanten, aber insbesondere in den letzten Jahren wurden zahlreiche Explorations- oder Junior-Mining-Projekte im Bereich der Seltenen Erden unternommen.

Da die meisten Unternehmen oberflächlich - in Tagebauen - die Rohstoffe gewinnen, ist das spezielle Fachwissen zum untertägigen Bergbau, insbesondere auf Seltene Erden, beschränkt. Ziel der Professur für Rohstoffabbau und Spezialverfahren unter Tage war es daher, durch eine Präsentation und Veröffentlichung auf der Konferenz den verschiedenen Teilnehmern im Publikum einen initialen Eindruck darüber zu verschaffen, welche Fallstricke und Besonderheiten dabei zu beachten sind.

Die 2. Internationale Südafrikanische Konferenz zum Seltene-Erden-Bergbau



Abb. 1: Herr Schaarschmidt beim Vortrag



Abb. 2: Auf dem Weg von Windhoek nach Swakopmund

fand vom 18. bis 20. Juni 2024 in der Küstenstadt Swakopmund statt und zählte knapp 120 Teilnehmer aus aller Welt, jedoch insbesondere afrikanische Teilnehmer.

Der Vortrag von Herrn Schaarschmidt, Prof. Dr.-Ing. Mischo und Dr. Ellmies (Gecko Exploration Pty. Ltd) fand am 1. Konferenztag als einer der ersten nach der Keynote statt und wurde mit großem Interesse aufgenommen, was sich in den zahlreichen anschließenden Fragen zeigte. Da einige aktive Betriebe in naher Zukunft planen, entweder ihren Abbau nach unter Tage zu verlegen oder neue Lagerstätten direkt untertägig zu erschließen, zielten viele Fragen insbesondere auf wirtschaftliche Entscheidungen und Faktoren ab.

Die Konferenz wurde von einem Rahmenprogramm begleitet, zu dem auch ein entsprechendes Dinner stattfand. Dieses wurde für einen fachlichen wie auch interkulturellen Austausch zwischen den zahlreichen Teilnehmern genutzt und es ergaben sich neben interessanten Gesprächsthemen auch wertvolle Kontakte.

Dank der Platzierung des Vortrags und seines spannenden Themas konnte sich die TU Bergakademie Freiberg gegenüber dem Publikum näher vorstellen. Insbesondere das eigene Forschungs- und Lehrbergwerk „Reiche Zeche“ sowie die beachtliche Historie und die Forschungsprojekte der TUBAF stießen auf reges Interesse.

Neben der technischen Konferenz boten die Stadt Swakopmund und das Land Namibia selbst natürlich eine beeindruckende Architektur, Historie und Natur. Da aus Deutschland nur der Flughafen



Abb. 3: Das „Alte Amtsgericht“ in Swakopmund

in der Hauptstadt Windhoek angefliegen wird, hat man bis Swakopmund noch eine ca. 4-stündige Autofahrt vor sich. Nutzt man den Anfahrtsweg zudem, um einen Einblick in die atemberaubende Natur zu erhalten, kann sich dieser schnell verlängern. Namibia bietet eine Vielzahl von Nationalparks und Naturdenkmälern und alleine auf der Route nach Swakopmund bietet sich bspw. ein Abstecher in den Erongo oder zur Spitzkoppe an. Beide Gebiete haben eine lange Kleinbergbauhistorie. Solche sog. Small-Scale-Miner-Betriebe stellen für die lokale Bevölkerung einen wichtigen Wirtschaftszweig dar.

Die Stadt Swakopmund erinnert auf Grund der Einflüsse aus Kolonialzeiten an eine deutsche Altstadt. So finden sich bis heute Überbleibsel historischer Architektur, wie z. B. das „Alte Amtsgericht“, „Hotel Hansa“ oder das „Brauhaus“. Auf Grund der umliegenden großen Uranbergbaubetriebe ist hier das sog. Uranium Institute angesiedelt, das als Vermittler zwischen Bevölkerung, Unternehmen und der Regierung wirkt. Dort können Unternehmen bspw. ihre Mitarbeiter schulen und so mit den Besonderheiten des Uranbergbaus vertraut machen. Dieses Institut wurde im Anschluss an die Konferenz noch besucht.

Nach der Konferenz und den spannenden Tagen vor Ort in Swakopmund wurde die Rückreise nach Windhoek und Deutschland angetreten. Dort erhielt die Professur ein besonderes Dankeschreiben der Konferenzorganisatoren für den interessanten Vortrag - ein toller Abschluss für die Reise!

Historie

100 Jahre Karl-Kegel-Bau



Karl-Kegel-Bau in den 1950er Jahren



Luftbild aus den 1920er Jahren

Der 'Winkler-Stuhl' – ein historischer Arbeitsstuhl kommt als neuer Erinnerungs-Schatz zurück an die TUBAF

Edwin Kroke¹

Am 20. Dezember 2023 fand in der Aula der Bergakademie die Übergabe eines renovierten Bürostuhls aus dem 19. Jahrhundert statt, den Clemens Alexander Winkler während seiner Tätigkeit an der TUBAF nutzte (Abb. 1). Der Stuhl wurde 1970 von Frau Dr. Brigitte Borrmann und ihrem Mann vor der Entsorgung gerettet, sorgsam verwahrt und nun freundlicherweise wieder der TU Bergakademie übereignet.

Clemens Alexander Winkler, der Entdecker des Elements Germanium, führte bahnbrechende Arbeiten auf unterschiedlichen Gebieten der Anorganischen, der Analytischen und der Technischen Chemie durch. Er ist ohne Zweifel der bekannteste und bedeutendste Chemiker Freibergs. Sein Leben und Wirken sind auf das Engste mit Sachsen, der Stadt Freiberg und der Bergakademie verbunden. Er wurde am 26. Dezember 1838 im heute noch existierenden Gebäude in der Kirchgasse 8 als Sohn des Metallurgen Kurt Alexander Winkler und seiner Frau Elmonde Winkler (geb. Schramm) geboren. Die Familie zog 1840 nach Zschopenthal und 1848 nach Pfannentstiel, wo Clemens Winkler zunächst durch mehrere Hauslehrer ausgebildet wurde. 1851 schickte ihn sein Vater nach Freiberg zum Besuch des Gymnasiums; vermutlich standen aber die dort schwerpunktmäßig gelehrteten alten Sprachen seinem Interesse für die Naturwissenschaften entgegen. So besuchte er 1852-54 eine Realschule in Dresden, und 1855-56 die königliche Gewerbeschule Chemnitz, wo er bereits eine sehr chemisch ausgerichtete Grundausbildung genoss. Ab 1857 studierte Winkler an der Bergakademie zu Freiberg die Fächer Mineralogie, Physik, Theoretische Chemie, Analytische Chemie und Allge-

meine Hüttenkunde. Ein handschriftlich ausgestellttes Abschlusszeugnis ist von seinen Lehrern unterzeichnet, darunter August Breithaupt, Ferdinand Reich und

gesamte Chemieausbildung verantwortlich war. Damit wurde das heute noch von der TUBAF genutzte Gebäude in der Brennhausgasse 5 zum Mittelpunkt des privaten und beruflichen Lebens von Winkler bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1902. Heute befindet sich im Erdgeschoß die Winkler-Gedenkstätte; die restlichen Räumlichkeiten werden vom Institut für Mineralogie genutzt. [1]

In den beiden Praktikumssälen in der Brennhausgasse 5 war zunächst Platz für 34 Studenten. Offensichtlich reichte diese Anzahl aber bei weitem nicht aus und auch für die Forschung bestand Bedarf für zusätzliche separate Räume, u. a. für die Maß- und Gasanalyse. Da Mittel für einen Neubau nicht zur Verfügung standen wurde das Gebäude in der Brennhausgasse 1880 erweitert, um Platz für eine aus heutiger Sicht bemerkenswerte Anzahl von 73 Chemie-Studierende zu schaffen. [1]

Möglicherweise wurden im Rahmen dieser Erweiterung der Räumlichkeiten in



Abb. 1: Prof. Dr. Michael Meyer (FILK; Freiberg), Kanzler Jens Then und Lars Pickart (Lederzentrum GmbH, Rosdorf) bei der Übergabe des restaurierten Winkler-Stuhls der TUBAF.

Theodor Richter, letztere bekannt durch die Entdeckung des Elements Indium. [1,2]

Nach zwei Jahren beendete Winkler das Studium in Freiberg. Auf Anraten des Vaters, der selbst bei dem höchst bedeutenden schwedischen Chemiker Berzelius gelernt hatte, entschied sich Clemens Winkler nicht für eine Fortsetzung der chemischen Ausbildung in Heidelberg oder Leipzig, sondern für eine Tätigkeit im sächsischen Blaufarbenwesen. Im Februar 1864 erfolgte die Promotion zum Doktor der Philosophie mit der Arbeit „Über Siliciumlegirungen und Siliciumarsenmetalle“. [1,2]

1873 wurde Winkler als Professor an die Bergakademie berufen, wo er ohne vorangegangene Lehrerfahrung für die

der Brennhausgasse neue Möbel, auch für die Büroausstattung, angeschafft. Darunter könnte sich auch ein sehr hochwertiger Büro-Stuhl befunden haben, auf den sich der vorliegende Artikel bezieht.

Bei diesem Bürostuhl handelt es sich um ein Möbelstück, das nach Expertenaussagen eindeutig aus der Zeit zwischen 1880 bis 1900 stammt, d. h. aus der Gründerzeit (Historismus). [3] Der Stuhl wurde in einer Werkstatt in Nord- oder Mitteldeutschland gefertigt. Er zeichnet sich durch eine doppelte Polsterung der Sitzfläche aus. Diese war unten mit einem Korbgeflecht ausgestattet und oben zusätzlich mit einer Rosshaar-Polsterung (siehe Abb. 2). Die Rückenlehne und der Sitz waren mit einem dem genannten Stil entsprechenden



Abb. 2: Der 'Winkler-Stuhl' befindet sich nach erfolgreicher Restauration im Büro des Kanzlers. U. a. wurde der Stuhl mit einer neuen Korbflecht-Unterpolsterung versehen (Fotos: Tobias Hundeshagen).

ornamentierten Lederbezug versehen. Im runden Zentralbereich an der Rückenlehne befand sich eine goldfarbene Ornamentierung, die nicht rekonstruiert werden konnte. Vermutlich hat Clemens Winkler diesen edlen Bürostuhl über viele Jahre ausgiebig in der Brennhausgasse benutzt.

Hans-Joachim Winkler – Urenkel von Clemens Winkler und Verwalter des Familiennachlasses – liegt eine Aufstellung über die Verteilung der Gegenstände vor, die sich im Haushalt von Clemens Winkler bei seinem Tod befunden haben. In dieser ist vermerkt, dass der Schreibtisch mit Stuhl aus dem Studierzimmer an seinen Sohn Erich geht. Er, wie auch sein Sohn Wilhelm, haben Zeit ihres Lebens in Neuenhaus/Kreis Bentheim (Niedersachsen) gewohnt. Ob es jemals irgendwelche Kontakte zwischen der Bergakademie und einem der beiden gegeben hat, ist leider nicht bekannt. [4] Es ist jedoch auch denkbar, dass entgegen dieser Aufstellung Winkler's Schüler, Schwiegersohn und Nachfolger, Otto Brunck, als Lehrstuhlinhaber für Anorganische und Analytische Chemie 1902 den Bürostuhl übernommen und weiterhin genutzt hat. [4] Bekannt ist lediglich, dass die Räumlichkeiten in der Brennhausgasse bis 1953 weitgehend unverändert erhalten blieben, die Nutzung aber während und nach der Kriegszeit bis 1945 unterbrochen wurde. [1] Otto Brunck verstarb am 31.01.1946, seine Frau Fanny nur wenige Tage später. Zur Haushaltsauflösung liegt der Familie Winkler noch Schriftverkehr vor. [4] Aus diesem ist zu entnehmen, dass sie die Ehefrau ihres Bruders Otto, Grete

Winkler, mit dieser Aufgabe beauftragt hat. Den Briefen von Otto Winkler an seine Schwägerin, die Großmutter Hans-Joachim Winkler's, ist zu entnehmen, dass die Auflösung in Form möglicher zügiger Verkäufe vor sich gehen musste, da auf Grund der seinerzeit bestehenden Wohnungsknappheit die Gefahr der Beschlagnahme der Wohnung drohte. Es wurde ein Freiburger Rechtsanwalt und Testamentsvollstrecker beauftragt und eine gerichtliche Taxatur vorgenommen. [4] Nach den Briefen sollte eine Aufstellung der zu veräußernden Gegenstände gefertigt werden. Diese Liste, auf der sich der 'Winkler-Stuhl' möglicherweise befunden hat, ist nicht vorhanden. Ob es sie jemals gegeben hat, ist nicht bekannt. [4] Sollte sich der Stuhl im Haushalt der Familie Brunck befunden haben, könnte er bei der Haushaltsauflösung im Jahre 1946 auch an eine Person in Freiberg gegangen sein. [4]

Prof. Dr. techn. habil. Anton Lissner übernahm am 1. Oktober 1945 den verwaisten Lehrstuhl für Anorganische Chemie und die chemische Abteilung des Braunkohlenforschungsinstituts. Professor Lissner wurde 1885 bei Zittau in Böhmen geboren, studierte an der TU Prag, war anschließend Assistent an der TH Brünn, promovierte 1910, habilitierte sich bereits 1913 und wurde nach zwei von ihm abgelehnten Berufungen an die Montanistische Hochschule Leoben 1920 Inhaber des Lehrstuhls für Chemische Technologie anorganischer Stoffe der TH Brünn (1928/29 Rektor). [5] 1942 wurde er an die TH Prag auf den Lehrstuhl für chemische Technologie berufen. Er wurde zu Kriegsende zusammen mit seiner

Familie, darunter seine Enkelin Frau Dr. Borrmann, nach Dresden deportiert, und hatte in direktem Anschluss die Aufgabe, die gesamte Chemie an der Bergakademie in Freiberg wieder mit Leben zu erfüllen und neu aufzubauen. Dies erfolgte zunächst in den Räumlichkeiten in der Brennhausgasse.

Völlig neu geplant und modern ausgestattet wurde in dieser Zeit der Clemens-Winkler-Bau in der Leipziger Straße 29, welcher als Vorlage für weitere chemische Institute an anderen Orten in der DDR dienen sollte. Das beeindruckende Labor-, Lehr- und Hörsaalgebäude mit vorgelagertem Foyer und Eingangsportal wurde in den Jahren 1951-54 geplant, gebaut und in unterschiedlichen Bauabschnitten fertiggestellt. Somit konnte der Umzug der chemischen Institute von der Brennhausgasse in die neuen Räumlichkeiten erfolgen.

Prof. Lissner wurde 1952 mit dem Nationalpreis der DDR ausgezeichnet. Anlässlich seines 70. Geburtstages im Jahre 1955 wurde ihm der Ehrentitel „Hervorragender Wissenschaftler des Volkes“ verliehen. [6] Auch nach der Emeritierung im gleichen Jahr war Lissner in Forschung und Lehre sehr aktiv. Er wurde täglich mit einem Chauffeur zum Winkler-Bau gebracht und hielt weiterhin auch Vorlesungen. [7] Zu seinem 75. Geburtstag im Jahre 1960 ernannte die Brennstofftechnische Gesellschaft der DDR ihn zum Ehrenmitglied und der Senat der Bergakademie verlieh ihm auf Vorschlag der Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen die hohe Würde eines Ehrensensors. [8] Ebenfalls zu diesem Anlass wurde ihm der 'Winkler-Stuhl' als weitere Auszeichnung überreicht, nachdem der Stuhl von einem privaten Besitzer erworben wurde. [7] Wer dieser Besitzer war, konnte trotz umfangreicher Recherchen nicht in Erfahrung gebracht werden.

Den 'Winkler-Stuhl' nutzte Prof. Lissner in den Folgejahren im sog. Emeritus-Zimmer im Clemens-Winkler-Bau bis zu seinem Tode im Jahre 1970. Wie zu dieser Zeit üblich und in der DDR weit verbreitet, sollten aus bürgerlichen Epochen stammende Dinge ausgesondert und entsorgt werden. So wurde auch das besagte Emeritus-Zimmer im Winkler-Bau ausgeräumt. Über den Verbleib eines großen alten Schreibtischs, dazu passender Schränke und des sonstigen Inhalts dieses Zimmers ist leider nichts bekannt. [7] Der Enkelin von Prof. Liss-

ner, Frau Dr. Brigitte Borrmann, und ihrem Ehemann ist es zu verdanken, dass der 'Winkler-Stuhl' nicht entsorgt wurde. Stattdessen kam er in private Verwahrung. Darüber hinaus waren 61 Bände (1871-1896) der chemischen Fachzeitschrift „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft“, die sich ebenfalls im Emeritus-Zimmer befanden und von Clemens Winkler z. T. handsigniert und z. T. mit seinem persönlichen Namensstempel versehen sind, schon in den Heizungskeller des Gebäudes verbracht worden, um dort verbrannt zu werden. Auch diese historischen Bücher und Erinnerungsschätze rettete das Ehepaar Borrmann und brachte diese mit ihrem Privat-Pkw nach Hause. [7]

In den folgenden ca. 50 Jahren befanden sich der 'Winkler-Stuhl' sowie die genannten gebundenen Zeitschriften im Privatbesitz der Familie Borrmann. Freundlicherweise entschied man sich im Jahre 2022 zur Übereignung und Rückgabe an die TUBAF. Diese fand am 18. November 2022 im Rahmen einer kleinen Feierstunde im Büro des Vorsitzenden des Vereins der Freunde und Förderer der TUBAF statt. Zunächst nahm der Autor dieses Beitrags und der Kanzler der TUBAF den historischen Büro-Stuhl in Obhut. Er soll nach der aktuell beginnenden und in ca. vier Jahren abgeschlossenen Renovierung des Clemens-Winkler-Baus in einem Ausstellungsraum zusammen mit der einzigartigen Sammlung anorganisch-chemischer Präparate - der Clemens-Winkler-Sammlung - Studierenden, Mitarbeitern und Gästen der TUBAF präsentiert werden. Aktuell wird diese aus ca. 1.400 Objekten bestehende Sammlung im Rahmen zweier Projekte einerseits für die Forschung [9] und andererseits für die Lehre [10] digitalisiert. Es handelt sich um hochinteressante und bestens präparierte und konservierte chemische Präparate. Ein Teil der Digitalisate ist bereits jetzt im Internet online weltweit und für Jedermann verfügbar. [11]

Da der Stuhl durch seine weit über 120-jährige Benutzung deutliche Gebrauchsspuren und insbesondere Risse im Lederüberzug aufwies, sollte eine Restaurierung erfolgen. Durch eine Vermittlung von Prof. Dr. Michael Meyer vom Forschungsinstitut für Leder- und Kunststoffbahnen (FILK) stellten sich dieser Aufgabe Lars Pickardt und Tobias Hundeshagen vom Lederzentrum GmbH

mit Sitz in Rosdorf. [12] In ehrenamtlicher Anstrengung wurde das Möbelstück zunächst einer sorgfältigen Inspektion unterzogen. Dabei stellte sich u. a. heraus, dass am Sitzmöbel vermutlich aufgrund starker Beschädigung des Korbpolstergeflechts das darüber gespannte Jutematerial und das ursprünglich ohne Zweifel vorhandene Rosshaarpolster irgendwann durch einfache Baumarktmaterialien ausgetauscht worden waren. Daher war ein originalgetreuer Neuaufbau der gesamten Polsterung kombiniert mit einer auf Patinaerhalt bedachten Restaurierung erforderlich. [12]

Im hessischen Bad Soden Allendorf wurde durch den Korbmacher Michael Bähr die im 19. Jh. besonders bei hochwertigen Sitzmöbeln übliche Geflechtunterpolsterung rekonstruiert. Bei der Demontage konnte ein sog. Wiener Geflecht identifiziert werden, das entsprechend aus Weidenzweigen neu hergestellt wurde. Die Erneuerung der Oberpolsterung wurde von Sattlermeister Manfred Fischer übernommen, der den Stuhl mit den im 19. Jh. üblichen Jutestoffen und original antikem Rosshaar ausstattete und die Oberspannpolsterung vernagelte. Das mit Eichenzweigen verzierte Leder wurde rückseitig in den Bereichen der Risse von Tobias Hundeshagen mit einer hochstabilen dünnen Spezialstoff hinterklebt. Wiederholt erfolgte eine Tiefenrückfettung mit Anteilen von Altdersoftenern sowohl für den Sitzüberzug als auch die Rückenlehne, die Reste feiner Goldverzierungen an den Eichenblättern zeigte. Die Holzoberflächen wurden lediglich gereinigt und mild mit einem Spezialwachs poliert. [12]

Nach abgeschlossener Restaurierung fand am 20. Dezember 2023 in Anwesenheit von Pressevertretern eine erneute Übergabe des 'Winkler-Stuhls' an die TUBAF statt (Abb. 1). Die Anwesenden bestaunten das beeindruckende Möbelstück, das sich nun wieder in einem dem ursprünglichen Neuzustand sehr ähnlichen Verfassung befindet, also durchaus als Bürostuhl nutzbar ist. Dennoch traute sich natürlich keine der anwesenden Personen, den Stuhl tatsächlich zu testen, zu groß war die Ehrfurcht vor dem Objekt.

Danksagung:

An allererster Stelle ist die gesamte TUBAF, deren Leitung und alle Mitglieder, der Familie Borrmann und insbesondere Frau Dr. Brigitte Borrmann für

die Rettung des 'Winkler-Stuhles' und der Bände der „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft“ im Jahre 1970, die sorgfältige Verwahrung der Gegenstände über 52 Jahre und die Rückgabe an die TUBAF zu allergrößtem Dank verpflichtet. Weiterhin wird dem Kanzler Jens Then, Prof. Michael Meyer (Freiberg), Tobias Hundeshagen (Göttingen), Lars Pickardt (Bad Segeberg), Michael Bähr (Bad Soden Allendorf) und Manfred Fischer (Moringen) für die Organisation und Durchführung der Restauration gedankt. Der Autor dankt darüber hinaus Frau Angela Kugler-Kießling, Frau Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva, Frau Petra Meister und insbesondere Herrn Hans-Joachim Winkler für die umfangreiche Hilfe bei den Rechercharbeiten.

1 Institut für Anorganische Chemie & Zentrum für effiziente Hochtemperaturstoffwandlung (ZeHS)

Quellen:

[1] Mike Hausteil, Clemens Winkler - Chemie war sein Leben, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt a.M., 2004.

[2] „Historische Stätten der Chemie - Clemens Alexander Winkler“, Broschüre der GDCh zum Festakt anlässlich des 100. Todestages, Freiberg, den 20. Okt. 2004, Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt, 2004, zehn Seiten.

[3] Tobias Hundeshagen (Göttingen), persönliche Auskunft, August 2024.

[4] Hans-Joachim Winkler (Meiningen), persönliche Auskunft, August 2024.

[5] Hans-Georg Schäfer, „Lissner, Anton“ in: Neue Deutsche Biographie 14 (1985), S. 691-692 [Online-Version]; URL: <https://www.deutsche-biographie.de/pnd136767877.html#ndbcontent>.

[6] Alfred Dierichs, „Personelles - Zum 70. Geburtstag von Herrn Prof. Dr. Anton Lissner“, Bergakademie, 8/1955, Seite 384-388.

[7] Frau Dr. Brigitte Borrmann (Freiberg), persönliche Auskunft, August 2024.

[8] „Personelles - Nationalpreisträger Prof. Dr. techn. Habil. Anton Lissner Ehrensator der Bergakademie Freiberg“, Bergakademie 11/1960, Seite 654.

[9] DFG-Projekt im Normalverfahren, Titel: „Erschließung, Digitalisierung und Visualisierung der Clemens-Winkler-Sammlung anorganisch-chemischer Präparate an der TU Bergakademie Freiberg“, Projekt-Nr. KR1739/40-1; Laufzeit 36 Monate (01.09.2021-31.08.2024).

[10] Teilprojekt innerhalb des Projektes VirtFA im Rahmen der Förderbekanntmachung 2020 „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“, Arbeitsgruppe „VirtFA II“, Teilprojektnummer: 021001070, Laufzeit inklusive des zweiten Projektteil: 40 Monate (10.2021-12.2025).

[11] siehe: <https://winklersammlung.webvirt.hrz.tu-freiberg.de/>

[12] Tobias Hundeshagen (Göttingen), Broschüre „Restauration eines 200 Jahre alten Arbeitsstuhls“, 2023, 6 Seiten.

Carl Gottlieb Gottschalk – ein Pionier der Betriebswirtschaftslehre in Freiberg

Andreas Horsch¹, Silvia Rogler²

1. Ausgangspunkt³

Wenn es um die Entfaltung der deutschsprachigen Betriebswirtschaftslehre im Allgemeinen und des Rechnungswesens im Besonderen geht, stehen üblicherweise andere Personen und Institutionen im Vordergrund als *Carl Gottlieb Gottschalk*, der im 19. Jahrhundert in Freiberg studiert, nach einer Zeit als Bergmann in der Bergwerksadministration gearbeitet und schließlich als Hochschullehrer an der Bergakademie gewirkt hat. Häufiger fallen Namen wie die von *Eugen Schmalenbach*, *Wilhelm Rieger*, *Heinrich Nicklisch* oder *Fritz Schmidt*. Ohne deren Leistungen zu bestreiten, wird es *Gottschalk* nicht gerecht, dass sein Name in der Literatur zum Rechnungswesen derart selten genannt wird. Denn *Gottschalk* war ein Pionier, was auch die ebenso pointierte wie positive Würdigung belegt, die er im Geschichtsband von *Dieter Schneiders* vierteiligem Opus Magnum zur Betriebswirtschaftslehre erhalten hat: *Schneider* stellt *Gottschalk* in eine Reihe mit anderen einschlägigen Experten der kameralwissenschaftlich basierten Privatwirtschaftslehre – wie insbesondere *Emminghaus*, deren Industriebetriebslehre bekannteren spä-



Abb. 1: *Carl Gottlieb Gottschalk* (undatierte Aufnahme)
(Quelle: TU Bergakademie Freiberg)



Abb. 2: Titelblatt von *Gottschalks* Hauptwerk (Quelle: *Gottschalk* (1865))

teren Beiträgen „in der Sorgfalt der Gedankenführung überlegen“⁵ gewesen sei – und bewertet *Gottschalks* Œuvre damit als wesentliche Grundlage für die Entwicklung des Rechnungswesens im 20. Jahrhundert. In diesem Jahr jährt sich *Gottschalks* Geburtstag zum 200. Mal, was uns Anlass ist, dem Werdegang dieses wichtigen Pioniers nachzugehen und sein wissenschaftliches Wirken zu würdigen.

2. Das Leben von *Carl Gottlieb Gottschalk*

Carl (auch *Karl*) *Gottlieb Gottschalk* wurde am 8. Juli 1824 in Pobershau/Sachsen als Sohn eines Obersteigers geboren⁶. In der Folge kam er über die Bergschule in Marienberg und die Hauptbergschule in Freiberg an die Bergakademie, wo er zunächst von 1842 bis 1845 studierte (Matr.-Nr. 1524). Nach dem Studium arbeitete er als Ganghauer, zu-

nächst in Kleinvoigtsberg (Alte Hoffnung Gottes Erbstollen) und anschließend in Gersdorf (Grube Gottes Segen Erbstollen). Nach einem Unfall musste er diese Tätigkeit aufgeben und kam nach zweijähriger Krankheit 1848 als Kopist zum Oberzehntenamt. In dieser Funktion begleitete er die Silberwagen von Freiberg zur Münze in Dresden. 1850 wurde er Vizezehntenschreiber, 1853 Zehntenschreiber und 1857 Hüttenraiter bei der Generalschmelzadministration sowie 1860 zusätzlich Kassierer bei der Hüttenknappschaftskasse. 1869 wurde er zum Oberhüttenraiter ernannt und ins Königliche Oberhüttenamt berufen. 1882 folgte die Ernennung zum Bergrat(h).

Gottschalks beruflicher Aufstieg vollzog sich parallel zu einer stetig intensivierten Tätigkeit an der Freiburger Bergakademie, wo er bereits ab 1859 Buchführung unterrichtete. Verzahnt mit seiner beruflichen Tätigkeit einerseits und seiner Lehrtätigkeit andererseits entstanden verschiedene Publikationen, vor allem sein 1865 erschienenes Hauptwerk zum Rechnungswesen industrieller Betriebe, insbesondere solcher des Montanwesens⁷. Ab 1873 gab er – auf Anordnung des Finanzministeriums – das Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen heraus, für das er schon zuvor als Autor fungiert hatte. Bereits die Übertragung der Herausgeberschaft für das renommierte, bis dahin anders betitelte Jahrbuch spricht für die *Gottschalk* entgegengebrachte Wertschätzung. 1877 wurde dieser dann zum Professor für Berg- und hüttenmännische Rechnungswissenschaft und Bergwerkstatistik an der Bergakademie Freiberg ernannt. Zehn Jahre später trat er unter Verleihung des Ritterkreuzes I. Klasse des Sächsischen Zivilverdienstordens am 1. Mai 1887 in den Ruhestand. Diesen zu genießen, war ihm nur für äußerst kurze Zeit vergönnt: *Gottschalk* verstarb nur wenige Wochen später, am 26. Mai 1887, im Alter von 62 Jahren in Freiberg und wurde am 29. Mai unter bergmännischem und studentischem Ehrengeläut auf dem Freiburger Donatsfriedhof beigesetzt.

3. Das betriebswirtschaftliche Werk von *Carl Gottlieb Gottschalk*

a. Die Monographie

Das zentrale wissenschaftliche Werk von *Carl Gottlieb Gottschalk* ist seine bereits oben genannte Monographie über „Die Grundlagen des Rechnungswesens und ihre Anwendung auf industrielle An-

stalten, insbesondere auf Bergbau, Hütten- und Fabrik-Betrieb. Mit besonderer Rücksicht auf die verschiedenen Methoden und Systeme der Buchführung – für Unternehmer, angehende Betriebs- und Rechnungs-Beamte, sowie insbesondere für Studierende der Bergwissenschaften“⁸, die 1865 erstveröffentlicht wurde.

Dieses über 400 Seiten umfassende Buch war nicht nur infolge von *Gottschalks* Werdegang durchaus praxisorientiert angelegt: Seine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Rechnungswesen vollzieht sich in der Zeit des Übergangs vom Direktionsprinzip des traditionellen Bergrechts zum Inspektionsprinzip des modernen Bergrechts⁹, in dessen Folge die unternehmerischen Freiheiten, aber auch Verantwortungen der Entscheidungsträger in den Bergbaubetrieben extrem erweitert wurden – womit auch der Rechenschafts- bzw. Rechnungslegung eine neue Bedeutung zukam. Zu den bemerkenswerten Ansätzen *Gottschalks*, die von der Betriebswirtschaftslehre später aufgegriffen und systematisch ausgearbeitet wurden, gehören laut *Schneider* insbesondere¹⁰:

- Grundzüge einer Planungs- bzw. Vorschaurechnung („Die Veranschlagung“, S. 73-130) basierend auf einem „Plane [...] durch welchen die beabsichtigten Ausführungen oder Betriebe wenigstens in allgemeinen Umrissen vorgezeichnet werden“. Hierbei verknüpft *Gottschalk* das Planerische explizit mit der (Be-)Gründung und Erhaltung von Institutionen unter Unsicherheit, also genau den Prozessen, die Gegenstand der grundlegenden *Schneider'schen* (Lehre von den) Unternehmerfunktionen¹¹ sind: „Und nicht bloss die Etablierung und Begründung eines Geschäfts setzt einen bestimmten Plan voraus, auch die Fortführung des Betriebs in bereits bestehenden Etablissements wird wegen der häufigen Veränderung der einschlagenden Verhältnisse durch die Fortschritte der Neuzeit eine Aenderung der früheren Intentionen und damit Entwerfung neuer Pläne erforderlich machen, wenn man sich nicht der Gefahr aussetzen will, von der Richtung des vorgesteckten Ziels abgelenkt zu werden“ (Zitate S. 75).
- Kapitalbedarfsrechnungen („Höhe der erforderlichen Capitalien“, S. 75) als besonderer Teil der vorgenannten Planungsrechnungen. In deren Rahmen entwickelt *Gottschalk* den Kapi-

talbedarf im Sinne zu beschaffender Mittel in enger Anlehnung an ihre Verwendung für das „Anlagscapital“ und das „Betriebscapital“. Während die Begriffe und insbesondere ihr Verständnis der heutigen Unterscheidung von Anlage- und Umlaufvermögen bereits sehr nahekommen, gerät die anschließende Differenzierung der Mittelherkunft in „actives Capital“ und „passives Capital“ (anstelle von Eigen- und Fremdkapital) begrifflich eher verwirrend, inhaltlich aber klar (S. 87). Schließlich ermöglicht die tabellarisch ausgearbeitete „Veranschlagung des erforderlichen Capitals“ (S. 110) eine zumindest rudimentäre Bestimmung des Kapitalbedarfs in Ableitung von den (geplanten) Aktivitäten der Unternehmung.

- Das Grundgerüst einer Bewegungsbilanz („Vermögens-Bestandsverglei- chung“, S. 71). *Gottschalk* ermittelt auf Basis der Veränderungen der einzelnen Vermögenspositionen („Cas- senvermögen, Naturalvermögen, Betriebs- Utensilien, Anlagen“) und der „Grubenschulden“ die Veränderung des „Werksvermögens“. Zusammen mit der „Ueberschussvertheilung an die Unternehmer“, im Beispiel „neue Capitaleinlagen der Unternehmer“, ergibt sich, in seiner Terminologie, der „Ertrag auf das Folgejahr“. Unabhängig davon, dass er damit einen anderen Zweck in den Vordergrund stellt als heutzutage mit der Bewegungsbilanz bzw. in der Weiterentwicklung der Kapitalflussrechnung verfolgt wird, ermöglicht auch seine rudimentäre Rechnung erste Analysen.

Darüber hinaus liefert *Gottschalk* Überlegungen zur „Verwerthung der producirten Handelsartikel“ (S. 354f.), die sich als erste Ansätze zur Festlegung von Verrechnungspreisen deuten lassen, womit *Gottschalk* Grundlegendes zu einem Gebiet beiträgt, das erst eingangs des 20. Jahrhunderts von keinem Geringeren als *Eugen Schmalenbach* – nach herrschender Meinung beginnend mit seiner Habilitationsschrift über „Die Verrechnungspreise in großindustriellen Betrieben“¹² – umfassend wissenschaftlich aufgearbeitet wurde.

Die zuweilen komplizierten Ausführungen des § 42 über die „Schätzung des Capitals aus dem veranschlagten oder dem ausgefallenen Ertrage“ wiederum behandeln nicht nur Aktiv- und Passivseite im o. g. Sinne, sondern auch

Grundlagen der Investitionstheorie: Bei genauerem Hinsehen findet sich das zentrale Opportunitätskonzept der dynamischen Investitionsrechnung (S. 106f.) sowie eine Unterscheidung verschiedener Einflussfaktoren auf Börsenpreise, „namentlich die Speculationen und die daraus sich bildenden Neigungen, sich von dem Unternehmen wieder zurückzuziehen, oder sich bei demselben zu betheiligen“, weswegen „Actien [...] daher auch in dem Werthe, den sie nach dem Stande der betreffenden Unternehmungen augenblicklich repräsentiren, durch das Verhältniss von Angebot und Nachfrage, von Capitalisten eben so gedrückt oder gehoben werden, wie dies bei den in den

allgemeinen Verkehr übergehenden Handelsprodukten und Fabrikaten von Produzenten und Consumenten geschieht“ (S. 108, Hervorhebungen von d. Verf.).

Diese Ansätze von durchaus grundlegender Bedeutung bettet *Gottschalk* in ausführliche Überlegungen zu den (Rechnungswesen-)Spezifika von Bergbauunternehmen ein. So thematisiert er in § 18 zur „Inventur der Betriebs-Anlagen und Utensilien oder Inventarien“ die für ihr Anlagevermögen typischen Ansatz- und Bewertungsprobleme (S. 47-54). Eine „montanistische Buchführung“ (S. 181) führt *Gottschalk* zwar als Begriff ein, um jedoch gleich darauf deutlich zu machen, dass nicht die Branche der rech-

nungslegenden Institution, sondern das Anwenden der einfachen oder (von ihm bevorzugten, S. 213f.) doppelten Variante entscheidend für die Ausprägung der Buchführung einer Unternehmung ist.

Besonders hervorzuheben ist seine umfassende Betrachtung des Rechnungswesens, die in dieser Stringenz bahnbrechend war und trotzdem in den späteren Jahren (zu) wenig Beachtung gefunden hat. *Gottschalk* erkennt bereits die verschiedenen Zwecke des Rechnungswesens: „Während sich die [...] Bücher des Listensystems dadurch charakterisieren, dass sie namentlich die Aufgabe verfolgen, für den Geschäftsabschluss die verschiedenen Vermögensbestände zu ermitteln, welche, zusammengenommen zur Zeit des Abschlusses die neue Inventur repräsentiren, und daher auch in ihrer Gesamtheit als Bücher der Vermögensverwaltung bezeichnet werden können, steht diesen die Buchführung über den technischen Betrieb, das Betriebsbuch, als das wichtigste Geschäftsbuch der Betriebsverwaltung, direct gegenüber“ (S. 346f.). Damit legt er den Grundstein für die heutige Differenzierung in das externe (Buchführung und Bilanzierung) sowie interne Rechnungswesen (Kosten- und Leistungsrechnung sowie Controlling).

Gottschalk erkennt dabei, dass für die beiden Zwecke unterschiedliche Rechnungen (in seiner Terminologie „Bücher“) erforderlich sind, die unterschiedliche Charakteristika aufweisen. „Von den Büchern der Vermögensverwaltung ist das Betriebsbuch besonders dadurch verschieden, dass es lediglich auf Gewinn oder Verlust abschliesst und streng genommen beim Geschäftsabschluss mit Vermögensbeständen gar nichts zu thun hat, weil in ihm nicht über die Verwaltung von Vermögen, sondern über die Consumption von Vermögensobjecten und über das Erzeugen anderer Buch zu führen ist“ (S. 348).

Insbesondere seine über die reine Rechenschaft(slegung) hinausgehenden Überlegungen zeugen von einem tiefen Verständnis betriebswirtschaftlicher Zusammenhänge. Beispielsweise erkennt *Gottschalk* bereits die Notwendigkeit, nicht nur für das Gesamtunternehmen Rechenschaft abzulegen, sondern auch den Erfolg einzelner Teilbereiche zu untersuchen, und entwickelt damit erste Ansätze für eine Abteilungsergebnisrechnung. „Als Grundsatz gilt: so weit man den Betrieb in seinen einzelnen Zweigen

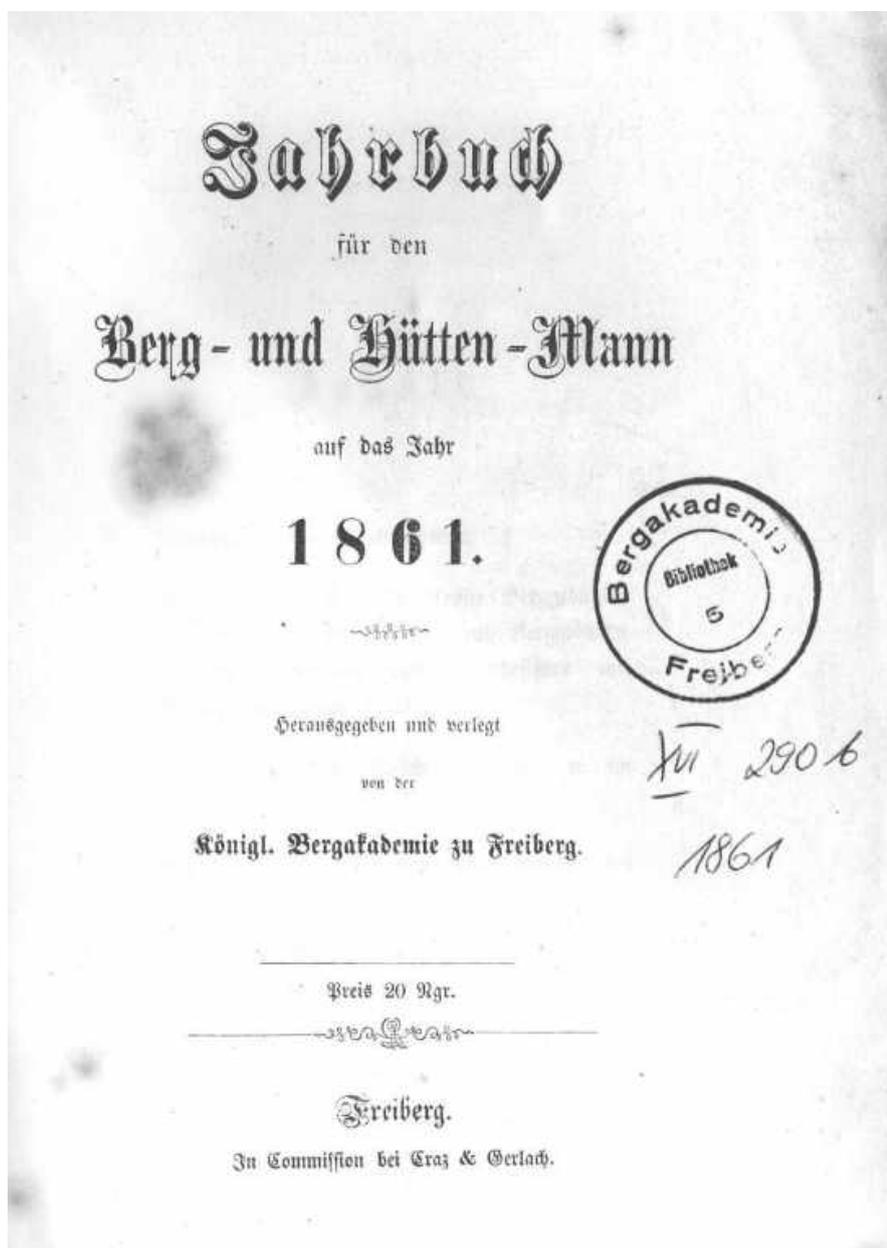


Abb. 3: Titelblatt des Jahrbuches mit dem frühesten *Gottschalk*-Aufsatz (Quelle: https://sachsen.digital/werkansicht/419680/1?tx_dlf_navigation%5Bcontroller%5D=Navigation&tx_dlf_tableofcontents%5Baction%5D=main&tx_dlf_tableofcontents%5Bcontroller%5D=TableOfContents&cHash=de7ffc979155963cd9cffad05b9c88; Abruf 24.05.2024)

in Bezug auf Kosten, Leistung und Gewinn oder Verlust beobachten will, und soweit sich Consumption und Produktion nach den einzelnen Zweigen des Betriebes trennen lässt, soweit müssen spezielle Betriebsconten errichtet werden“ (S. 349). Diese einzelnen Betriebs„conten“ fasst er anschließend zu einem „Generalconto des Betriebes“ (S. 353) zusammen, wobei er die bei der Addition entstehenden Doppelerfassungen eliminiert. Im „Generalconto“ wird somit nur die „Mehrverarbeitung unter der Consumption, resp. das Mehrausbringen unter der Produktion in Rechnung“ (S. 353) gebracht. Diese Herangehensweise findet heutzutage im Rahmen der Konsolidierung bei der Aufstellung des Konzernabschlusses Anwendung. Ein weiteres „Buch“, das *Gottschalk* beschreibt, ist das „Calculaturbuch“. Darin sollen „Berechnungen über die Gesteigungskosten eingekaufter Waaren oder selbst gefertigter Artikel und Berechnungen über die Verkaufspreise derselben“ (S. 319) gesammelt werden. Dies kann als erster Ansatz einer (kostenorientierten) Preiskalkulation interpretiert werden.

Den Anwendungsbezug von *Gottschalks* Buch zeigen schließlich die erschöpfenden „Formulare“, die faktisch umfassende Fallbeispiele enthalten und daher seinen Studierenden wie seinen Lesern aus der Unternehmenspraxis eine wertvolle Unterstützung gewesen sein dürften (insbes. S. 62ff., 109ff., 215ff.; vollständiges Formularverzeichnis S. 467f.).

b. Aufsätze

Vor und nach der Veröffentlichung seines Hauptwerks hat *Gottschalk* im Jahrbuch für den Berg- und Hütten-Mann, das mit der Übernahme seiner Herausgeberschaft ab 1873 als Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen erschien, seit den frühen 1860er Jahren verschiedene – in der Gesamtsicht vorwiegend praxisorientierte – Beiträge veröffentlicht, die im Zeitverlauf zunehmend akademischer gehalten sind:

- Im „Beitrag zur Statistik des Knappschafswesens“ (1861) zieht *Gottschalk* die Freiburger Hüttenknappschafskasse als Fallbeispiel heran und zeigt, mit Hilfe grundlegender versicherungsmathematischer Überlegungen, dass sie sich als Blaupause für vergleichbare Organisationen eignet¹³.
- Die „Vergleichung der bei der Generalschmelzadministration seit dem Jahre 1764 in Kraft gewesenen Erzta-

xen“ (1864), also den staatlicherseits gezahlten Preis(aufschläg)en bei der Abnahme von Erzen, führt *Gottschalk* nach detaillierter Darstellung des dahingehenden institutionellen Wandels zu der Erkenntnis, dass die Produktionssteigerungen „des Freiburger Bergbaues, weder dem glücklichen Zufall reicher Anbrüche noch Abbauverhältnissen zuzuschreiben ist, die im Allgemeinen den früheren gleichgeachtet werden könnten, sie ist vielmehr vorzugsweise durch den gesteigerten Abbau ärmerer Erzmittel ermöglicht worden, die in Folge der allgemeinen Erhöhung der Erztaxe im Werthe, und dadurch im Grade der Bauwürdigkeit, wesentlich gehoben worden sind, theilweise sogar lediglich in Folge jener bedeutenden Taxerhöhung erst die Bauwürdigkeit erreicht haben“. Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive zeigt *Gottschalk* damit die Nicht-Entscheidungsneutralität staatlicher Subventions-/Steuerpolitik auf und folgert aus dieser Politik, dass „der Freiburger Bergbau, in seiner Gesamtheit aufgefaßt, jetzt die Fähigkeit in sich trägt, selbst bei weniger reichen Erzanbrüchen und unter den mannigfachen ungünstigeren Constellationen der neuern Zeit, sich als ein Gewerbe von großer finanzieller und nationalöconomischer Bedeutung zu behaupten“¹⁴.

- Ein Rückblick auf das „Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen in den 10 Jahren von 1861 bis 1870“ (1872), in dem er u. a. die Entwicklung von Arbeitsproduktivität und Entlohnung analysiert und darüber „ein nicht uninteressantes Verhältniß der durchschnittlichen Leistung eines Mannes zum durchschnittlichen Lohnverdienst desselben“ in der Zeit konstatiert¹⁵. Er stellt dabei auf die (positive) Korrelation von Lohn und Leistung ab, ohne eine Kausalität zu behaupten.
- Als neuer Herausgeber des zu diesem Jahr umbenannten Jahrbuchs liefert *Gottschalk* 1873 eine Nachzeichnung der „Lohnverhältnisse bei den fiscalischen Hüttenwerken bei Freiberg“ (1873) für den Zeitraum 1765 bis 1870, also beginnend mit dem Gründungsjahr der Bergakademie, aus deren Detailreichtum u. a. der Umfang der Kranken(lohn)versorgung sowie die Veränderung der Bemessungs-

grundlagen der Entlohnungen herausstechen, obgleich sich *Gottschalk* eine Analyse oder Bewertung der beschriebenen Verhältnisse versagt¹⁶.

- Seine kurze Abhandlung über den „Einfluß des neuen Münzsystems auf den Freiburger Silberbergbau“ (1874) ist beeinflusst von der Einführung des Goldstandards im Kaiserreich und den resultierenden Veränderungen von Angebot und Nachfrage auf dem Silbermarkt sowie dem Goldmarkt und den entsprechenden Rückkopplungen auf den Silber(erb)bergbau. In dem vergleichsweise kurzen Beitrag präsentiert *Gottschalk* zahlreiche betriebswirtschaftliche Probleme, die auf den Freiburger Silberbergbau wirken, darunter
 - » (infolge aufgehobener staatlicher Preisfixierungen) schlagend gewordene sowie (infolge unsicherer internationaler Produktionsmengen) akute Marktpreisrisiken;
 - » den positiven Einfluss einer (wenn auch schwachen) Diversifikation, da der sinkende Silberpreis zunächst durch steigende Preise anderer Metalle kompensiert wird;
 - » einen erheblichen Fachkräftemangel, der sich dämpfend auf die Ausbringungsmenge und gleichzeitig kostentreibend auf die Entlohnung auswirkt.

In der Gesamtsicht konstatiert er für den Freiburger Bergbau eine „ganz unerwartete[...] und außerordentliche[...] Belastung, welcher derselbe zur Zeit ausgesetzt ist“¹⁷.

- Sein Beitrag über „Die Verhältnisse des Freiburger Berg- und Hüttenwesens“ (1877) ist eine ausführliche, meist deskriptive Aufarbeitung der wandlungsintensiven Zeit zwischen 1845 und 1875. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist insbesondere Kapitel/Tafel VI über „Rentabilitäts-Verhältnisse“ von Interesse. In deren Rahmen arbeitet *Gottschalk* die überragende Bedeutung der internen gegenüber der externen Finanzierung für den „Privatbergbau“ heraus, da die „in den Bergwerksanlagen vorhandenen Capitale zum bei Weitem grössten Theile erst von den eigenen Erträgen des Bergbaus herrühren und [...] im Vergleich zu den von den Besitzern gemachten Einzahlungen, diese letzteren nur als sehr untergeordnete Größen erscheinen lassen“¹⁸. Mangels einer geeigneten (Kapital-)

Bezugsgröße verlagert er die vermeintlichen Rentabilitäts- hiernach auf Überschussbetrachtungen.

- Noch praxisorientierter gestaltet sich seine Anmerkung zur „Reduction der englischen Coursnotiz für Barrensilber auf das Pfund Feinsilber in deutscher Währung“ aus dem gleichen Jahr: *Gottschalk* liefert hier primär eine Handreichung für die Umrechnung anders als nach Freiburger Standards dimensionierter Silberpreise und -mengen¹⁹.
- Über „Die Hüttenknappschaft zu Freiberg“ verfasst *Gottschalk* nach dem o. g. Auftakt von 1861 eine ganze Reihe von eher kurzen, durch umfassende Anhänge in Form von Tabellen oder Regelsystemen ergänzten Beiträgen²⁰. 1880 folgt eine umfassende Aufarbeitung und Aktualisierung seiner vorherigen Arbeiten zur Knappschaft, um „die bei diesem Institute inzwischen vorgenommenen Aenderungen in der Verfassung, sowie die bei demselben gemachten Erfahrungen oder erzielten Resultate mitzuthemen“²¹. Zu den interessantesten Beobachtungen gehören eine von den Versicherten selbst initiierte Erhöhung der Arbeitnehmerbeiträge (zugunsten höherer Pensionen), die von der Erhöhung der Arbeitgeberbeiträge noch übertroffen wurde²².
- Beim Aufsatz „Über die durchschnittliche Ergiebigkeit der Freiburger Erzgänge“ (1883) firmiert *Gottschalk* nicht als Hüttenraiter, sondern als (Bergrath und) Professor. Im Einklang damit liefert der Beitrag eine aufwendige Analyse von Einflussfaktoren der Mengen, Preise und Wert(h)e der Ausbringungen des Freiburger Blei-, Erz- und Silberbergbaus. Die ausführliche verbale Darstellung unterlegt er durch Tabellen und Diagramme²³. Das „an sich interessante Ergebnis“ seiner detaillierten Zeit(reihen)analyse „führt aber auch zugleich hinsichtlich des summarischen Verhaltens der Freiburger Erzgänge in den letzten 31 Jahren zu einem sehr erfreulichen Schlusse“, dass nämlich „die steigende Ergiebigkeit des [...] Freiburger Bergbaus [...] sonach hauptsächlich seinem weiteren Fortschreiten nach der Teufe zuzuschreiben“²⁴ sei, womit von einer weiterhin (zunehmend) ergiebigen Förderung ausgegangen werden könne.

Aberundet wird das Bild durch

Publikationen, die weniger Forschung oder Lehre, sondern der Universitätsverwaltung bzw. -statistik zuzurechnen sind, wie insbesondere sein Beitrag zur Festschrift zum einhundertjährigen Bestehen der Bergakademie von 1866: Das „Verzeichniss Derer, welche seit Eröffnung der Bergakademie und bis Schluss des ersten Säculum's auf ihr studirt haben“²⁵ ist der Versuch einer Vollerhebung der Immatrikulierten der Jahre 1765 bis 1865. Aus heutiger Sicht beeindruckt – neben dem Abdruck der namhaften späteren Affiliationen der ehemaligen Studierenden – vor allem die Entwicklung des Anteils internationaler Studierender: Just 1865, dem letzten Jahr der Erhebung, immatrikulierten sich an der Bergakademie erstmals mehr Studierende aus dem europäischen und außereuropäischen Ausland als solche aus Sachsen und dem Rest Deutschlands (in den seinerzeitigen Abgrenzungen)²⁶.

4. Fazit

Carl Gottlieb Gottschalk hat an der Bergakademie Buchführung gelehrt und wurde später zum Professor für Berg- und hüttenmännische Rechnungswissenschaft und Bergwerksstatistik ernannt. Seine Schriften, insbesondere sein Hauptwerk, beinhalten eine umfassende und hochmoderne Betrachtung des betrieblichen Rechnungswesens, die nicht nur aus wissenschaftlicher Sicht bemerkenswert ist, sondern gleichzeitig wertvolle Hinweise für die Praxis liefert. Damit kann er als ein Pionier der Betriebswirtschaftslehre angesehen werden. Oder, um es abschließend erneut mit den Worten von *Dieter Schneider*²⁷ zu formulieren, *Gottschalk* hätte mit weiteren Lehrenden seiner Zeit „eine wissenschaftliche Gemeinschaft, wie die praktisch-gestaltende Betriebswirtschaftslehre heutiger Prägung, begründen können“. Was letztlich jedoch erst rund ein halbes Jahrhundert später erfolgen konnte, da zur Zeit *Gottschalks* „universitär nur gesamtwirtschaftliches Denken, nicht einzelwirtschaftliches Denken gefragt“ war. Das erklärt, warum *Gottschalk* und sein Beitrag zur Entwicklung der Betriebswirtschaftslehre bislang wenig beachtet worden sind. Es würde uns sehr freuen, wenn wir mit diesem Beitrag einen bescheidenen Beitrag zur Korrektur dieses Zustands leisten könnten.

- 1 Univ.-Prof. Dr. Andreas Horsch, Professur für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Investition und Finanzierung, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, TU Bergakademie Freiberg, andreas.horsch@bwl.tu-freiberg.de.
- 2 Univ.-Prof. Dr. Silvia Rogler, Professur für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Rechnungswesen und Controlling, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, TU Bergakademie Freiberg, silvia.rogler@bwl.tu-freiberg.de.
- 3 Wir danken unserer Fakultätskollegin, Frau Univ.-Prof. Dr. Eva-Maria Roelevink, Professur für Wirtschaftsgeschichte und Industriearchäologie, sehr herzlich für eine ausgesprochen sorgfältige und konstruktive Durchsicht sowie ihre wertvollen Hinweise. Alle verbliebenen Unzulänglichkeiten gehen zu unseren Lasten.
- 4 Vgl. exemplarisch Schweitzer/Wagener (1999), bes. S. 55-60.
- 5 Schneider (2001), S. 188.
- 6 Zum Lebenslauf *Gottschalks* vgl. Schiffner (1935), S. 154f.; Schleiff (2015), S. 79 (m.w.N.).
- 7 Vgl. *Gottschalk* (1865), sowie den nachfolgenden Abschnitt.
- 8 So der vollständige Titel von *Gottschalk* (1865); vgl. auch das in Abb. 2 wiedergegebene, der digitalisierten Fassung entnommene Titelblatt.
- 9 Vgl. zu diesem fundamentalen institutionellen Wandel ausführlich Kühne (2016); aus Freiburger Sicht auch Schmidt (1994), S. 226; sowie aktuell Cramer (2023), S. 90f.
- 10 Vgl. Schneider (2001), S. 188. Seitenangaben im Fließtext beziehen sich fortan auf *Gottschalk* (1865).
- 11 Vgl. grundlegend Schneider (1995), bes. S. 30-41; zuletzt Schneider (2011), S. 59-82. Für eine kritische Rezeption vgl. Schmiel (2018), bes. S. 184f.
- 12 Schmalenbach (1903), unter diesem Titel zitiert u. a. von Riebel/Paudtke/Zscherlich (1973), S. 32f.; obgleich *Schneider* zufolge die Arbeit nicht nur unveröffentlicht, sondern auch unauffindbar und vermutlich anders betitelt gewesen ist, vgl. Schneider (2001), S. 195. Unstrittig einschlägig in Titel wie Inhalt vgl. demgegenüber Schmalenbach (1909), später auch Schmalenbach (1947, 1948). Bei *Schmalenbachs* Beitrag von 1909 handelt es sich um eine gestraffte Fassung seiner Habilitationsschrift, vgl. Schneider (1999), S. 16.
- 13 Vgl. *Gottschalk* (1861), insbes. S. 158-160 zur Motivation des Beitrags, sowie den Satz zur Problematik von Minderungen des Kasernenvermögens durch Missbrauch, S. 175f.
- 14 Beide Zitate dieses Absatzes entstammen *Gottschalk* (1864), S. 201f.
- 15 Vgl. *Gottschalk* (1872), S. 176-179, Zitat S. 178.
- 16 Vgl. *Gottschalk* (1873), bes. S. 88-92.
- 17 *Gottschalk* (1874a), S. 258.
- 18 *Gottschalk* (1877a), S. 25. Anmerkung der Verf.: Der Aufbau des Jahrbuchs ändert sich ab 1875 mehr als einmal, wonach die Seitenzählung für den Aufsatz- und den Statistikeil jeweils bei Seite 1 beginnt. *Gottschalks* Beiträge, auf die sich unsere Verweise beziehen, sind unter den „Abhandlungen“ zu finden.

- 19 Gottschalk (1877b).
 20 Vgl. stellvertretend Gottschalk (1874b) i.V.m dem direkt anschließenden „Knapp-schaftsregulativ bei den fiscalischen Hüttenwerken zu Freiberg“.
 21 Gottschalk (1880), S. 71.
 22 Vgl. Gottschalk (1880), S. 83f.
 23 Vgl. Gottschalk (1883), bes. S. 86-91 i.V.m. Tafeln V, VI. Ungeachtet der Kurvenzeichnungen praktiziert Gottschalk auch hier keine Grenzwertbetrachtungen im Sinne der inzwischen vollzogenen „marginalistischen Revolution“, vgl. dazu abwägend Söllner (2021), S. 95-101.
 24 Gottschalk (1883), S. 85.
 25 Gottschalk (1866). Vgl. für eine ausführlichere Analyse des Verzeichnisses auch Schleiff (2018), S. 262-265.
 26 Laut Gottschalk (1866), S. 295, entfielen 11 Immatrikulationen auf Sachsen, 6 auf das restliche Deutschland, 7 auf das europäische und mehr als die Hälfte aller Einschreibungen, nämlich 27, auf das außereuropäische Ausland, insbesondere Nordamerika, vgl. ebenda, S. 291f.
 27 Folgende Zitate entnommen aus Schneider (2001), S. 188.

Literaturverzeichnis

Cramer, Bernhard: Bergbau in Sachsen, in: Ragnitz, Joachim (Hrsg.): Wirtschaft in Sachsen - Trends und Analysen, Leipzig (überland) 2023, S. 88-105.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1861): Beitrag zur Statistik des Knappschaftswesens, in: Königl. Bergakademie zu Freiberg (Hrsg.): Jahrbuch für den Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1861, Freiberg (Königl. Bergakademie zu Freiberg In Commission bei Craz & Gerlach), S. 158-205.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1864): Vergleichung der bei der Generalschmelzadministration seit dem Jahre 1764 in Kraft gewesenen Erztaxen, in: Königl. Bergakademie zu Freiberg (Hrsg.): Jahrbuch für den Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr 1864, Freiberg (Königl. Bergakademie zu Freiberg In Commission bei Craz & Gerlach), S. 163-220.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1865): Die Grundlagen des Rechnungswesens und ihre Anwendung auf industrielle Anstalten, insbesondere auf Bergbau, Hütten- und Fabrikbetrieb. Mit besonderer Rücksicht auf die verschiedenen Methoden und Systeme der Buchführung - für Unternehmer, angehende Betriebs- und Rechnungs-Beamte, sowie insbesondere für Studierende der Bergwissenschaften, Leipzig (Verlag von Arthur Felix). Digitale Fassung unter <https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10708660?page=1>.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1866): Verzeichniss Derer, welche seit Eröffnung der Bergakademie und bis Schluss des ersten Säculum's auf ihr studirt haben, in: Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Königl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg am 30. Juli 1866, Dresden (K. Hofbuchdruckerei von C.C. Meinhold & Söhne), S. 221-295.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1872): Das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen, in den 10 Jahren von 1861 bis 1870, in: Königl. Bergakademie zu Freiberg (Hrsg.): Jahrbuch für den Berg- und Hütten-Mann auf das Jahr

1872, Freiberg (Königl. Bergakademie zu Freiberg In Commission bei Craz & Gerlach), S. 175-183.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1873): Lohnsverhältnisse bei den fiscalischen Hüttenwerken bei Freiberg, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1873 - Als Fortsetzung des zeitherigen Jahrbuches für den Berg- und Hüttenmann, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium In Commission bei Craz & Gerlach), S. 87-97.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1874a): Der Einfluß des neuen Münzsystems auf den Freiburger Silberbergbau, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1874, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium In Commission bei Craz & Gerlach), S. 255-261.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1874b): Knappschafts-Verfassung bei den Freiburger Hüttenwerken, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1874, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium In Commission bei Craz & Gerlach), S. 267-270.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1877a): Die Verhältnisse des Freiburger Berg- und Hüttenwesens, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1877, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium in Commission bei Craz & Gerlach), S. 3-35 und Tafeln I-VI im Anhang.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1877b): Reduction der englischen Coursnotiz für Barrensilber auf das Pfund Feinsilber in deutscher Währung, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1877, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium in Commission bei Craz & Gerlach), S. 72-76.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1880): Die Hüttenknappschaft zu Freiberg, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1880, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium In Commission bei Craz & Gerlach), S. 71-112 und Tafeln VIII & IX im Anhang.
 Gottschalk, Carl Gottlieb (1883): Über die durchschnittliche Ergiebigkeit der Freiburger Erzgänge, in: Ders. (Hrsg.): Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen auf das Jahr 1883, Freiberg (Königl. Finanz-Ministerium in Commission bei Craz & Gerlach, Ed. Stettner), S. 83-95 und Tabellen V & VI im Anhang.
 Kühne, Gunther (2016): Das deutsche Bergrecht von 1865 bis zur Gegenwart, in: Tenfelde, Klaus/Pierenkemper, Toni (Hrsg.): Geschichte des deutschen Bergbaus, 4 Bde., Bd. 3: Motor der Industrialisierung, Münster (Aschendorff) 2016, S. 495-532.
 Riebel, Paul/Paudtke, Helmut/Zscherlich, Wolfgang (1973): Verrechnungspreise für Zwischenprodukte: Ihre Brauchbarkeit für Programmanalyse, Programmwahl und Gewinnplanung unter besonderer Berücksichtigung der Kuppelproduktion, Opladen (Westdeutscher Verlag).
 Schiffner, Carl (1935): Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten, 3 Bde., Bd. 1, Freiberg (Verlagsanstalt Ernst Mauckisch).
 Schleiff, Hartmut (2015): Prof. Carl Gottlieb Gottschalk, in: Kaden, Herbert E. (Hrsg.): Cata-

logus Professorum Fribergensis, Freiberg (Verlag TU Bergakademie Freiberg), S. 79.
 Schleiff, Hartmut (2018): Lehrer, Professoren und Studenten in der 250-jährigen Geschichte der TU Bergakademie Freiberg, in: Blaschke, Karlheinz/Bünz, Enno/Müller, Winfried/Schattkowsky, Martina/Schirmer, Uwe (Hrsg.): Neues Archiv für sächsische Geschichte, 88. Band, 2017, Neustadt a. d. Aisch (Ph. C. W. Schmidt), S. 261-282.
 Schmalenbach, Eugen (1903): Die Verrechnungspreise in großindustriellen Betrieben (strittig), unveröffentlichte Habilitationsschrift, Köln.
 Schmalenbach, Eugen (1909): Über Verrechnungspreise, in: Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, 3. Jg., Nr. 9, S. 165-185.
 Schmalenbach, Eugen (1947/1948): Pretiale Wirtschaftslenkung, 2 Bde., Bd. 1: Die optimale Geltungszahl, Bd. 2: Die pretiale Lenkung des Betriebes, Bremen (Dorn).
 Schmiel, Ute (2018): Unternehmenstheorien in der Betriebswirtschaftlichen Steuerlehre und unternehmenstheoretische Ansätze von Dieter Schneider, in: Matiaske, Wenzel/Weber, Wolfgang (Hrsg.): Ideengeschichte der BWL - ABWL, Organisation, Personal, Rechnungswesen und Steuern, Wiesbaden (Springer Gabler), S. 171-190.
 Schmidt, Reinhard: Die ältere Geschichte des Oberbergamtes Freiberg, in: Naumann, Friedrich (Hrsg.): Georgius Agricola - 500 Jahre, Tagungsband zur wissenschaftlichen Konferenz vom 25.-27. März 1994 in Chemnitz, Freistaat Sachsen, Basel et al. (Birkhäuser) 1994, S. 220-227.
 Schneider Dieter (1995): Betriebswirtschaftslehre, 4 Bde., Bd. 1: Grundlagen, 2. Aufl., München/Wien (Oldenbourg).
 Schneider, Dieter (1999): Geschichte der Betriebswirtschaftslehre, in: Lingenfelder, Michael (Hrsg.): 100 Jahre Betriebswirtschaftslehre in Deutschland - 1898-1998, München (Vahlen), S. 1-29.
 Schneider, Dieter (2001): Betriebswirtschaftslehre, 4 Bde., Bd. 4: Geschichte und Methoden der Wirtschaftswissenschaft, München/Wien (Oldenbourg).
 Schneider, Dieter (2011): Betriebswirtschaftslehre als Einzelwirtschaftstheorie der Institutionen, Wiesbaden (Gabler).
 Schweitzer, Marcell/Wagener, Katja (1999): Geschichte des Rechnungswesens, in: Lingenfelder, Michael (Hrsg.): 100 Jahre Betriebswirtschaftslehre in Deutschland - 1898-1998, München (Vahlen), S. 49-71.
 Söllner, Fritz (2021): Die Geschichte des ökonomischen Denkens - Eine kritische Darstellung, 5. Aufl., Wiesbaden (Springer Gabler).

201 Jahre Darstellung elementaren Siliziums, 170 Jahre erste Reindarstellung und die Freiburger Silizium-Tage 2024

Norman Pohl, Edwin Kroke

„Ce silicium est en lames métalliques brillantes, entièrement semblable á la maille de platine, et, sous cette forme, il differe essentiellement du silicium de Berzelius.“¹ Die 1855 veröffentlichte „Erinnerung“ an den Vortrag von Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881)² vom 14. August 1854 vor der Französischen Akademie der Wissenschaften beschreibt das Resultat der ersten gelungenen Reindarstellung von Silizium. 30 Jahre vor Devilles Vortrag publizierte Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) die Ergebnisse seiner „Untersuchungen über die Flussspathsäure und deren merkwürdigsten Verbindungen“ in deutscher Sprache, und nach der ausführlichen Schilderung seiner Experimente wird die von Deville getroffene Aussage über das „silicium de Berzelius“ deutlich: „In diesem Zustand ist das Silizium dunkel-noisettebraun, ohne den mindesten Metallglanz.“³

Berzelius griff bei seinen Versuchen auf Vorarbeiten und Hypothesen unter anderem von Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) und Louis Jacques Thenard (1777-1857), die 1811 unreines Silizium erhielten, sowie Humphry Davy (1778-1829) zurück.

Lavoisiers Prognose - „Il seriot possible à la rigueur que toutes les substances auxquelles nous donnons le nom de terres, ne fussent que de oxides métalliques, irréductibles par les moyens que nous

employons.“⁴ -, alle heute Erden genannten Stoffe seien Oxide von Metallen, verwies auch auf zu erwartende, typische Eigenschaften, vor allem den metallischen Glanz der Oberfläche der elementaren Substanz. Diesen Erwartungen entsprach die von Gay-Lussac und Thenard 1811 erhaltene Substanz nicht, weshalb Thomas Thomson (1773-1852) 1817 anregte, den Namensvorschlag „silicium“ von Humphry Davy abzuändern: „About the end of 1813, Sir H. Davy succeeded in obtaining the basis of silica in a separate state, although he was not able to collect it and examine its properties in detail. The base of silica has been usually considered as a metal, and called *silicium*. But as there is not the smallest evidence for its metallic nature, and as it bears a close resemblance to boron and carbon, it is better to class it along with these bodies, and to give it the name of *silicon*.“⁵ Diese, im englisch-amerikanischen Sprachgebrauch seither verwendete Bezeichnung wurde in die deutsche Sprache manchmal missverständlich mit „Silikon“ übersetzt, was aber für „silicone“ steht.⁶ Das Problem der Namensgebung eines chemischen Elements und seine Benennung in verschiedenen Sprachen führen einige weitere bekannte Beispiele vor Augen: Kalium - potassium, Natrium - sodium, Wolfram - Tungsten. So konnten die zum Zeitpunkt der Benennung noch nicht vollständig erfassten Eigenschaften eines Elements, wie im Fall des Siliziums, auch noch zu Änderungen führen, die an das Sprachverständnis unserer heutigen Zeit erhöhte Anforderungen stellen, vorzugsweise jenseits chemischer Sachkenntnis.⁷

Bis zur Darstellung des amorphen Siliziums durch Berzelius waren knapp drei Dutzend Elemente vermutet beziehungsweise schon bestätigt. Tatsächlich konnten zwischen der Vermutung, in einer chemischen Verbindung oder auch in einem alltäglichen Material wie einem Kieselstein sei ein bis dato unbekanntes Element enthalten, und der Reindarstellung eben dieses Elements manchmal mehrere Jahrzehnte vergehen. Das Beispiel des von Clemens Winkler (1838-1904) im chemischen Labor der Bergakademie Freiberg 1886 identifizierten Elements Germanium

entspricht viel mehr landläufigen Vorstellungen über analytisches und präparatives chemisches Arbeiten, verbunden mit der Formulierung von Arbeitshypothesen und der chemischen Theoriebildung. Zwischen dem Auffinden des neuen Minerals Argyrodit in der Grube Himmelsfürst in Brand-Erbisdorf, südlich von Freiberg gelegen, im September 1885 und der Publikation der kombinierten Ergebnisse der Lötrohranalyse und den Resultaten der naßchemischen Analyse lagen etwa sechs Monate intensiver, kontinuierlicher Arbeit. Das neue Element sollte den Platz des „Eka-Siliziums“, „das auf das Silicium folgende Element“, im von Dmitrij Mendeleeff (1834-1907)⁸ und Lothar Meyer (1830-1895) postulierten Periodensystem der Elemente einnehmen.

Neben ausgezeichnetem chemisch-analytischem Arbeiten ist aber auch die nachhaltige, also dauerhafte Dokumentation der Ergebnisse notwendig, so etwa in der Form der Aufbewahrung von Proben, wie sie die Clemens-Winkler-Sammlung der TU Bergakademie Freiberg als Sammlung anorganisch-chemischer Präparate darstellt. Die Abbildung zeigt „silicium de Berzelius“, wie es Deville erwähnte und eben Berzelius beschrieb. Durch das DFG-Projekt im Normalverfahren, Titel: „Erschließung, Digitalisierung und Visualisierung der Clemens-Winkler-Sammlung anorganisch-chemischer Präparate an der TU Bergakademie Freiberg“⁹ und das inzwischen verlängerte Teilprojekt innerhalb des Projekts VirtFA im Rahmen der Förderbekanntmachung 2020 „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“, Arbeitsgruppe „VirtFA II“¹⁰ ist es auch jenseits der Acamonta möglich, dieses und weitere Präparate zu betrachten, wobei, allen Kunstwerken ähnlich, die Inaugenscheinnahme des Originals allen Abbildungen und technischen Darstellungen überlegen ist.

Doch nicht nur in der Chemie, auch in der Chemiegeschichte ist Sorgfalt unabdingbar.¹¹ Denn einer Anmerkung auf der ersten Seite des ersten Teils der Abhandlung von Berzelius ist zu entnehmen, dass sein Originalbeitrag bereits ein Jahr zuvor in Schweden erschien: „Aus den Vetenskaps Academiens Handlingar för år 1823,



Abb. 1: „silicium de Berzelius“ (Siliciumamorph, Clemens-Winkler-Sammlung, Institut für anorganische Chemie, TUBAF)

von S. 284, die zum Behuf der Annalen von dem Verfasser vor ihrer öffentlichen Erscheinung mitgeteilt waren.“ Und weiter heißt es in der Anmerkung von „P.“: „Auf die höchst interessanten Resultate, welche der weitere Verfolg dieser Untersuchung herbei führte, die Leser jetzt schon aufmerksam zu machen, möchte wohl nicht zu voreilig seyn.“

Wissenschaftshistorisch interessant ist daran auch, dass die Publikation von Berzelius in eine Phase des Umbruchs in der Herausgabe der Annalen der Physik fiel: „Nach L. W. Gilberts Tode fortgesetzt und herausgegeben zu Berlin von J. C. Poggendorff.“ Ludwig Wilhelm Gilbert, 34 Tage vor Alexander von Humboldt in Berlin am 12. August 1769 geboren, verstarb am 7. März 1824. Nach Studium und Promotion an der Universität Halle dort zunächst ab 1795 Dozent und nachfolgend außerordentlicher Professor für Mathematik und Physik, folgte er 1811 einem Ruf an die Universität Leipzig.¹² Gilbert führte das von Friedrich Albert Karl Gren (1760-1798) begründete Journal der Physik unter dem Titel „Annalen der Physik“ fort.¹³ Gren wiederum heiratete die Schwester von Dietrich Ludwig Gustav Karsten (1760-1810), war Nachfolger von Karstens Vater auf der Professur für Mathematik und Physik der Universität Halle und gab zwischen 1787 und 1794 ein „Handbuch der gesammten Chemie“ heraus.¹⁴ Johann Christian Poggendorff (1796-1877) verbirgt sich zweifelsohne hinter „P.“, ist sein Wirken in der „ADB“ doch wie folgt beschrieben: „Poggendorff's wissenschaftliche Thätigkeit ist eine so erstaunliche gewesen, daß nur wenige Gelehrte namhaft gemacht werden möchten, welche es ihm gleichgethan haben. Schon die Herausgabe der Annalen, 160 Bände und 11 Ergänzungsbände, stellt eine außerordentliche Arbeitsfähigkeit dar, wenn man bedenkt, daß es sich dabei nicht um mechanische Aneinanderreihung eingelieferter Manuscripte handelte, sondern vielfach um kritische Uebertragung von Abhandlungen aus fremden Sprachen und überhaupt um eine sorgfältige Auswahl für die Aufnahme der Arbeiten in den Annalen. Für diese Sorgfalt zeugen die berühmt gewordenen - und gefürchteten kurzen Bemerkungen, welche in eckiger Klammer und mit P. bezeichnet, oft den Abhandlungen als treffende Kritik beigefügt sind.“¹⁵ Da stilistisch im Druckbild noch auf die erwähnte eckige Klammer verzichtet wurde, dürfte es sich um eine der ersten Poggendorff'schen Anmerkungen han-

deln, wobei Berzelius Ausarbeitung wohl noch Gilbert vorgelegen haben dürfte.

So ergibt sich aus Poggendorffs Anmerkung, dass Berzelius bereits 1823 amorphes Silizium erhielt. Im 201. Jahr seit dieser präparativen Höchstleistung im Rahmen der Freiburger Silizium-Tage des 75. Berg- und Hüttenmännischen Tages¹⁶ 200 Jahre Silizium als Element zu würdigen, erklärt sich mit einem Augenzwinkern daraus, dass im zweijährigen Rhythmus der Silizium-Tage eben im Jahr zuvor sich keine passende Gelegenheit bot. Gemäß des auch im naturwissenschaftshistorischen Proseminar an der Universität Hamburg 1988 ausgegebenen, auf Leopold von Ranke zurückgeführten „Schlachtrufs der Historiker“ - „ad fontes! Zu den Quellen!“ - wären die hier gewählten 201 Jahre wohl auch für den Vortrag die präzisere Titelangabe gewesen. Andererseits liegen mit der verspäteten Publikation von Jubiläumsbänden bereits Erfahrungen vor.¹⁷ Und tatsächlich ist in der einschlägigen Literatur ohne den Zugriff auf die Originalarbeit von Berzelius häufig auf das Jahr der Publikation in deutscher Sprache Bezug genommen worden.¹⁸ Dies betrifft sogar die Dissertationsschrift von Clemens Winkler von 1864, die mit dem Satz beginnt (!): „Das Silicium wurde bekanntlich zuerst von Berzelius 1824 im amorphen Zustande dargestellt.“¹⁹ Unter Verkennung der vollständigen Vorgeschichte der Entdeckung des Siliziums gibt die 15. Auflage des Großen Brockhaus von 1934 das Jahr 1810 an („frei dargestellt“).²⁰ Während der Eintrag bei Wikipedia zum Stand 3. September 2024, 23:51 Uhr, ebenfalls 1824 nennt, ergibt sich der Wert einer Lexika-Redaktion durch die Angabe „1823“ sowohl in Meyers Enzyklopädischem Lexikon wie auch in der letzten gedruckten Ausgabe der Brockhaus Enzyklopädie.²¹

Wer keine Zukunft hat, der lebt in der Vergangenheit. Silizium hat, nicht nur „oberflächlich“ betrachtet, als Element eine geradezu glänzende Zukunft und ist für das Leben im 21. Jahrhundert unserer Zeitrechnung unverzichtbar.²² Das „Silicon Valley“ charakterisiert der Brockhaus wie folgt: „Ansiedlung von mehr als 1000 Unternehmen der Halbleiter- und Computertechnik in Kalifornien, USA, südlich der San Francisco Bay am O-Fuß der Santa Cruz Mountains. Auf ehem. Obstbaugelände entstanden hier in den 1940er Jahren zunächst Rüstungsfabriken, später ein Forschungszentrum der NASA, dann rasch die Firmen der jun-

gen Elektronikbranche. Charakteristisch für das S. V. ist eine enge Zusammenarbeit zw. Industrie und Univ. (bes. mit der nahen Stanford University in Palo Alto). Seit den 1970er Jahren wurden Produktion und Montage an andere Standorte (z.B. Südostasien) verlegt; Forschung und Entwicklung sind weiterhin im S. V. konzentriert.“²³ Das auch mit Bezug auf Freiberg postulierte „Silicon Saxony“ ist in der sächsischen Landespolitik in Anlehnung an das „Silicon Valley“ wohl eher auf die Region Dresden bezogen, wengleich Freiberg in der Vergangenheit maßgebliche Beiträge nicht nur zur Forschung, sondern auch zur Produktion von Silizium als Elektronikwerkstoff geleistet hat.²⁴ Erwähnenswert ist, dass das nach Sauerstoff zweithäufigste Element der Erdkruste im 1957 gegründeten VEB Spurenmetalle Freiberg in Form von Silizium-Einkristallen ab 1963 hergestellt wurde. Sauerstoff, Silizium, Aluminium, Eisen, Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium und Wasserstoff bilden zu knapp 99 % die Erdkruste, alle übrigen Elemente zu etwa 1,2 %. Bei einem angenommenen Körpergewicht von 70 kg eines Menschen sind im Körper 1,4 g Silizium enthalten. Silizium, ein Spurenmetall? Siltronic, heute ein Weltmarktführer in der Wafer-Produktion, aus der 1968 gegründeten Wacker-Chemitronic Gesellschaft für Elektronik-Grundstoffe mbH in Burghausen hervorgegangen, führt seit 1995 die Freiburger Unternehmensgeschichte des VEB Spurenmetalle Freiberg fort.²⁵ Dass die Parallelität von Silicon Valley und Silicon Saxony im Freistaat die Bereitschaft zur und das Werben um die Ansiedlung von Rüstungsunternehmen als Abnehmer der aus den Elektronikwerkstoffen hergestellten Produkten impliziert und so auch eine enge Kooperation der im Umfeld liegenden Technischen Universitäten eben mit der Rüstungsindustrie erfordert, sei am Rande herausgestellt. Dass in der Wirtschaftsförderung die ökonomischen Potentiale der „Silizium-Industrie“ bei weitem nicht ausgeschöpft werden, zeigt nicht nur die Schließung des Meyer Burger-Werks in Freiberg in der jüngsten Zeit und das mögliche Scheitern der „Landwerke-Initiative“ des zurückgetretenen Landrats Neubauer.²⁶

Dass die Fragestellungen und teilweise die Ergebnisse aktueller Forschungsvorhaben zur Silizium-basierten Halbleitertechnik auch für einen Dilettanten, im ursprünglichen, positiven Wortsinn als „Liebhaber einer Kunst oder Wissen-

schaft, der sich ohne schulmäßige Ausbildung, nicht berufsmäßig damit beschäftigt“,²⁷ verständlich dargestellt werden, ist bei deren Komplexität keine Selbstverständlichkeit. Hier wäre zu wünschen, dass die ausgezeichneten Beiträge der diesjährigen Freiburger Silizium-Tage nicht erst bei Abschluss der jeweiligen Arbeit publiziert werden, sondern baldmöglichst zur Verfügung stünden.

Die intensivere technikk- und wissenschaftshistorische Beschäftigung hat jedenfalls dazu geführt, dass im laufenden Wintersemester 2024/25 mit der kulturhistorischen Vorlesung „Silizium!“ viele Aspekte der Geschichte dieser für die Entwicklung des 21. Jahrhunderts bedeutenden Substanz aufgegriffen werden.

- 1 Deville, Henri Sainte-Claire: Recherches sur les Metaux, et en particulier sur l'Aluminium et sur une nouvelle Forme du Silicium. Mémoire présentée a l'Académie des Sciences, le 14 août 1854, in: Annales de Chimie et de Physique, Troisième Série. - Tome XLIII, S. 5-32, hier S. 32.
- 2 Oesper, Ralph E.; Lemay, Pierre: Henri Sainte-Claire Deville, 1818-1881, in: Chymia 3 (1950), S. 205-221, zur Entdeckung des Siliziums S. 213.
- 3 Die Publikation umfasste zwei Teile. Berzelius, Jöns Jacob: Untersuchungen über die Flussspathsäure und deren merkwürdigsten Verbindungen, in: Annalen der Physik Bd. 77 (1824), Teil I: 5. Stück, S. 1-48, Teil II: 6. Stück, S. 169-230, hier S. 210.
- 4 Lavoisier, Antoine Laurent de: Traité élémentaire de Chimie. Erster Band. Paris 1789, S. 174.
- 5 Thomson, Thomas: Handbook of Chemistry, in four volumes. Vol. 1, 5th ed., London 1817, S. 252. „H.“ steht für Humphry.
- 6 Zur Geschichte des Siliziums und seiner Verbindungen, insbesondere eben der Silikone, vgl. Rochow, Eugene: Silicium und Silicone. Über steinzeitliche Werkzeuge, antike Töpfereien, moderne Keramik, Computer, Werkstoffe für die Raumfahrt, und wie es dazu kam. Berlin, Heidelberg, New York u. a. (Springer) 1991.
- 7 Vgl. zur weiteren Entwicklung und Lösung des Problems Herbig, Marcus; Franze, Georg; Kroke, Edwin; Pohl, Norman: Patriotische Elemente in der Clemens-Winkler-Sammlung, in: Nachrichten aus der Chemie, 72 (2024), Nr. 10, S. 12-18.
- 8 Vgl. zur Schreibweise Haustein, Mike: Wie schreibt man eigentlich „Mendeleeff“?, in: Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg 12 (2005), S. 47. Um die Frage zu beantworten: Gemäß der Konvention, wie es in Гиляревский Р. С., Старостин Б. А. Иностранные имена и названия в русском тексте: Справочник. М.: Международные отношения, 1969. Стр. 113–123 geregelt und seit 1969 immer wieder angepasst wurde (sofern man wikipedia glauben darf). https://de.wikipedia.org/wiki/Deutsch-russische_Transkription, letzter Zu-

- griff 5. September 2024, 17:19 Uhr. Mendeleeff ist demzufolge ungeachtet seiner so lautenden, eigenhändigen Unterschrift, besser unter „Mendelejew“ oder „Mendeleev“ zu recherchieren.
- 9 Projekt-Nr. KR1739/40-1; Laufzeit 36 Monate (01.09.2021-31.08.2024).
- 10 Teilprojektnummer: 021001070, Laufzeit: 40 Monate (10.2021-12.2024).
- 11 Weyer, Jost: Prinzipien und Methoden des Chemiehistorikers, in: Chemie in unserer Zeit 6 (1972), Heft 6, S. 185-190 (= <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ciuz.19720060604>, letzter Zugriff 5. September 2024, 18:00 Uhr); Meinel, Christoph: Vom Handwerk des Chemiehistorikers, in: Chemie in unserer Zeit 18 (1984), S. 62-68; Meinel, Christoph: Vom Handwerk des Chemiehistorikers II. Die Entwicklung der Chemie als Hochschulfach, in: Chemie in unserer Zeit 18 (1984), S. 138-142. Meinel, Christoph: Chemie + Geschichte = Chemiegeschichte?, in: Schürmann, Astrid; Weiss, Burghard (Hrsg.): Chemie - Kultur - Geschichte. Festschrift für Hans-Werner Schütt. Berlin 2002, S. 281-291.
- 12 Lommel: Gilbert: Ludwig Wilhelm G., in: Allgemeine Deutsche Biographie (ADB), 9. Band Geringswald-Gruber, Neudruck der 1. Aufl. von 1879, Berlin 1968, S. 168.
- 13 Carus: Gren: Friedrich Alb. Karl G., in: Allgemeine Deutsche Biographie (ADB), 9. Band Geringswald-Gruber, Neudruck der 1. Aufl. von 1879, Berlin 1968, S. 638.
- 14 Zu Karsten vgl. Hoppe, Günter: Dietrich Ludwig Gustav Karsten (1768-1810). Mineraloge und Bergbeamter in Preußen, in: Prescher, Hans (Hg.): Leben und Wirken deutscher Geologen im 18. und 19. Jahrhundert. Leipzig 1985, S. 71-92. Als Absolvent der Bergakademie Freiberg und nachfolgend preußischer Bergbeamter beeinflusste er die wissenschaftlichen Debatten der Mineralogie und Geologie seiner Zeit.
- 15 Anonymus: Poggendorff: Johann Christian P., in: Allgemeine Deutsche Biographie (ADB), 26. Band Philipp (III.) von Hessen-Purker, Leipzig 1888, S. 364-366, Zitat S. 365.
- 16 Dies impliziert die „offizielle“ Zählung ab 1949, als der Berg- und Hüttenmännische Tag durch die Bergakademie veranstaltet wurde und lässt die erste, auf studentische Initiative durchgeführte Veranstaltung 1947 außer Acht. Vgl. zur Geschichte des „BHT“ Arnold, Werner; Morgenstern, Rolf: 50 Jahre Berg- und Hüttenmännischer Tag, in: Albrecht, Helmut; Fuchsloch, Norman (Hg.): Otto Meißer (1899-1966). Vorträge anlässlich des 50. Berg- und Hüttenmännischen Tages 1999 und ergänzende Beiträge zur Geschichte der TU Bergakademie Freiberg. Freiberg 2002 (Freiberger Forschungshefte D 210), S. 107-121.
- 17 Vgl. Maier, Helmut: Elektrizitätswirtschaft zwischen Umwelt, Technik und Politik. Aspekte aus 100 Jahren RWE-Geschichte 1898 - 1998. Freiberg 1999 (FFH D 204). Der Band erschien tatsächlich zum 101. Jahr des Bestehens der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke.
- 18 Vgl. nur Engels, Siegfried; Nowak, Alois: Auf der Spur der Elemente. 3. Aufl., Leipzig 1983, S. 148-150, Kapitel: Der Sand verwandelt sich: Silicium, Bor; Titanium, Zirconium und Hafnium. Unterkapitel: Von „Fluorkieselgas“ und dem Element „Kiesel“: Silicium, hier S. 149.

- Ebenfalls Engels, Siegfried (SE): Silicium, in: ders.; Stolz, Rüdiger (Hg.): ABC Geschichte der Chemie. Leipzig 1989, S. 356. Ebenso gibt Spomer, Natalie: Synthese, Charakterisierung und Reaktivität von amorphem, schwarzem Silicium. Diss. Uni Frankfurt am Main 2007, S. 10-16, in ihrem verdienstvollen historischen Überblick das Jahr 1824 an (S. 11) [= <https://publikationen.uni-frankfurt.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/581/file/SpomerNatalie.pdf>, letzter Zugriff 28. August 2024].
- 19 Winkler, Clemens: Ueber Siliciumlegirungen und Siliciumarsenmetalle, in: Journal für praktische Chemie Bd. 91 (1864), S. 193-208, S. 193 (= <https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10072514?page=212,213>, letzter Zugriff 05. September 2024, 17:53 Uhr). Bemerkenswerterweise folgen unmittelbar anschließend zwei weitere Beiträge Winklers im gleichen Heft!
- 20 Lemma „Silizium“, in: Der Große Brockhaus. Handbuch des Wissens in zwanzig Bänden. Siebzehnter Band Schra-Spu. 15. Aufl., Leipzig 1934, S. 412.
- 21 <https://de.wikipedia.org/wiki/Silicium>, letzter Zugriff 3. September 2024, 23:51 Uhr. Lemma „Silicium“, in: Meyers Enzyklopädisches Lexikon in 25 Bänden. Band 21: Sche-Sm. Mannheim, Wien, Zürich 1977, korrigierter Nachdruck 1981, S. 729. Lemma „Silicium“, in: Brockhaus Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden. Zwanzigster Band Sci-Sq. 19. Aufl., Mannheim 1993, S. 280-281, hier S. 281.
- 22 Vgl. Neumann, Wolfgang; Benz, Klaus-Werner: Kristalle verändern unsere Welt. Struktur - Eigenschaften - Anwendungen. Berlin, Boston 2018. Als Element von Baumaterialien seit der „neolithischen Revolution“ und vor allem seit den „frühen Hochkulturen“ war es das eigentlich schon immer in der menschlichen Geschichte.
- 23 Lemma „Silicon Valley“, in: Brockhaus Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden. Zwanzigster Band Sci-Sq. 19. Aufl., Mannheim 1993, S. 282.
- 24 Nicht zuletzt verdeutlichen Firmen- und Werbeschriften, auch der TU Bergakademie Freiberg selbst, die wissenschaftliche und technische Entwicklung. Vgl. nur Prüger, Ulrich (Texte); Stadt Freiberg; Siltronic AG; DeutscheSolar AG; FCM GmbH; FNE GmbH; TU Bergakademie Freiberg; Wirtschaftsförderung Sachsen (Hrsg.): Vom Silber zum Silizium. 50 Jahre Elektronikwerkstoffe aus Freiberg. From Silver to Silicon. 50 Years of Materials for Electronics in Freiberg. Dresden 2007. Die in jüngster Zeit durch den Freiburger Altertumsverein initiierten Vorträge werden hoffentlich auch zeitnah veröffentlicht.
- 25 Siltronic AG (Hrsg.): 50 Jahre Siltronic, 1968-2018. Burghausen 2018.
- 26 Zur historischen Dimension vgl. Naumann, Michael: Die Freiburger Halbleiter-Industrie - Entstehung und Entwicklung. Dipl.-Arbeit TU Bergakademie Freiberg, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik der TU Bergakademie Freiberg. Freiberg 2004 (Freiberger Forschungshefte D 217 Wirtschaftswissenschaften).
- 27 Lemma „Dilettant“, in: Brockhaus Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden. Fünfter Band Cot-Dr. 19. Aufl., Mannheim 1988, S. 506. Eine gewisse grundständige universitäre Bildung war andererseits nicht von Nachteil.

30 Jahre Solarstandort Freiberg – Ein Rückblick

Armin Müller

Der Solarstandort Freiberg wurde aufgrund seiner dynamischen Entwicklung bereits 2006 in der Zeitschrift ACAMONTA mit dem Titel „Sonnenenergieumwandlung mit Technik aus Freiberg“ /1/ vorgestellt und die mögliche weitere Entwicklung der Photovoltaik und des Standorts Freiberg aus damaliger Sicht prognostiziert. Im Jahr 2024 und somit 18 Jahre später bzw. 30 Jahre nach der Gründung der Bayer Solar GmbH 1994, dem Startpunkt für den Solarstandort Freiberg, lohnt es sich deshalb, noch einmal zurückzuschauen und die bisherige Entwicklung zu bewerten. Die Photovoltaik ist heute weltweit etabliert und trägt mittlerweile stabil zur Stromversorgung sowohl in Deutschland als auch global bei. Viele Prognosen zur Entwicklung der Photovoltaik aus den Anfangsjahren wurden bestätigt bzw. weit übertroffen. In Deutschland stieg z. B. 2023 der Anteil des Solarstroms am Gesamtstrom auf 12,2 % /2/ gegenüber 0,1 % 1994. Die Stromgestehungskosten liegen je nach Standort, d. h. je nach unterschiedlicher Sonneneinstrahlungsdauer, für 2.000 Sonnenstunden/Jahr auf der arabischen Halbinsel bei 1 Cent/kWh und für 950 Sonnenstunden/Jahr in Deutschland bei 3-6 Cent/kWh /3/. Die Produktion von Solarmodulen erfolgt heute zu 95 % in Asien bzw. zu mehr als 90 % in China und ist von 69 MW im Jahr 1994 auf 341.000 MW im Jahr 2023, d. h. um das ca. 5.000fache, angewachsen. Die Kosten für Solarstrom sind von 1 DM/kWh im Jahr 2000 auf wenige Cent 2023 gefallen. Leider hat sich dies nicht in einem nachhaltigen Aufbau einer Solarindustrie in Deutschland widergespiegelt. Nach einem sehr positiven Start der Solarindustrie hier zwischen 1990 und 2010 und damit verbunden mit einer weltweit einmaligen Pionierarbeit hat eine falsche Industriepolitik in den Jahren 2010 bis 2017 dazu geführt, die international führende Solarindustrieproduktion Deutschlands nahezu vollständig abzuwickeln.

Die Vorgeschichte bis 1994

In den 1980er Jahren entwickelten verschiedene Firmen in Deutschland Verfahren zur Herstellung von Solarmo-

dulen und seinen Halbzeugen Reinstsilicium, Kristall/Block, Siliziumscheibe, auch Wafer genannt, und Solarzelle.

So arbeitete die Wacker Chemie GmbH seit den 1980er Jahren an einem Gießverfahren für multikristallines Silicium für die Solarindustrie und entwickelte hierfür verschiedene Typen von Anlagen. Anfang der 1990er Jahre entschloss sich Wacker jedoch, die Entwicklung zu beenden und die Ergebnisse und die Anlagen zum Verkauf zu stellen.



Abb. 1: Firmenlogo der Bayer Solar GmbH
Quelle: Bayer AG, Bayer Archive Leverkusen

Die Bayer AG forschte in den 1980er Jahren auf dem Gebiet der Herstellung von Solarsilicium, um ein preiswertes metallurgisches Herstellungsverfahren zu entwickeln, wechselte jedoch nach einigen Jahren das Entwicklungsziel und fokussierte sich ebenfalls auf Verfahren zur Herstellung von multikristallinen Siliciumblöcken für die Photovoltaik und daraus zu fertigenden Siliziumscheiben. Diese Entwicklung führte zu einem sehr erfolgreichen Verfahren zur Kristallisation von multikristallinen Siliciumblöcken, dem sogenannten SOLTIP-Verfahren (solidification by planar interface). Die aus diesem neuen Material hergestellten Siliciumwafer wurden unter dem Produktnamen BAYSIX vermarktet. 1994 wurde BAYSIX in die Hitliste der besten Produkte der Bayer AG, in dem u. a. Produkte wie Aspirin oder Polyurethan gelistet waren, aufgenommen.

Auch der ehemalige VEB Spurenmetalle Freiberg, der nach der Deutschen Einheit in die Freiburger Elektronikwerkstoffe GmbH (FEW) umgewandelt wurde, kaufte anfangs der 1990er Jahre Equipment zur Fertigung von Siliciumwafern für die Photovoltaik. Drei Drahtsägen der Firma Meyer & Burger

wurden erworben und die Herstellung von Siliciumwafern aus Siliciumeinkristallen begonnen. Diese Aktivität war neben der Herstellung von Siliciumwafern für die Mikroelektronik und der Herstellung von Galliumarsenid der dritte Geschäftsbereich der FEW. Im Rahmen der Privatisierung der Freiburger Elektronikwerkstoffe durch die Treuhand und dem Verkauf ihrer verschiedenen Geschäftsaktivitäten im Jahr 1994 wurde von der Bayer AG das solare Geschäftsfeld erworben und in die Bayer Solar GmbH integriert. 1995 kaufte Wacker die Siliciumwaferherstellung für die Mikroelektronik; im selben Jahr wurde von einem Konsortium um Siemens und der Federmann-Gruppe aus Israel die Galliumarsenidaktivität der Freiburger Elektronikwerkstoffe erworben und in die Firma Freiburger Compound Materials GmbH eingebracht. Damit war die Firma Freiburger Elektronikwerkstoffe vollständig privatisiert.

Die Bayer Solar GmbH 1994-2000

Die Bayer Solar GmbH wurde am 1. August 1994 in Freiberg gegründet. In die Bayer Solar GmbH wurden alle deutschen Aktivitäten für die solare Siliciumwaferherstellung, d. h. die Aktivitäten der Wacker Chemie GmbH in Burghausen, die Aktivitäten der Bayer AG in Krefeld und die der Freiburger Elektronikwerkstoffe aufgenommen und als 100%ige Tochter der Bayer AG fortgeführt.

Eigentlich sollte die industrielle Umsetzung der Forschungsergebnisse der Bayer AG auf dem Gebiet des SolarSiliziums im Werk Uerdingen erfolgen. Doch nach der Deutschen Einheit 1990 beschloss die Bayer AG, auch die Möglichkeit neuer Investitionen in den Neuen Bundesländern zu prüfen. So kam es u. a. zur Gründung der Bayer Bitterfeld GmbH, der AGFA Gera GmbH – die Fa. AGFA gehörte in den neunziger Jahren zum Bayer-Konzern – und auch der Bayer Solar GmbH in Freiberg.

Als wesentliche Argumente für eine Ansiedlung der Bayer Solar GmbH in Freiberg wurden angeführt, dass

- mit der FEW spezialisiertes Fachpersonal für Silicium in Freiberg zu

Verfügung stand,

- die Ansiedlung zwar nahezu auf der grünen Wiese, aber in einem bestehenden Industrie- und Gewerbegebiet, dem GG Süd, und somit in Nachbarschaft zu einem Fachbetrieb, der FEW, möglich war,
- die Versorgung mit Grundstücken und die Förderung von Neuansiedlungen mit Investitionsbeihilfen durch den Freistaat Sachsen unterstützt wurde und
- Freiberg über eine sehr bekannte technische Universität mit hohem Niveau verfügte.

Mit der Bayer Solar GmbH (Firmenlogo Abb. 1) entstand in den neunziger Jahren Europas größter Silicium-Produzent. Als Geschäftsführer der



Abb. 2: Bayer Solar GmbH, neues Produktionsgebäude; Quelle: Bayer AG, Bayer Archive Leverkusen

neu gegründeten Firma wurden Prof. Dr. Peter Woditsch, seit 2010 Ehrenbürger der Stadt Freiberg, und Dr. Ingo Schwirtlich bestellt. Insbesondere nach dem Bau des ersten eigenen Fertigungsgebäudes in Freiberg im Gewerbegebiet Süd (Abb. 2 und 3) war der Grundstein für eine erfolgreiche industrielle Entwicklung der nächsten 20 Jahre gelegt. Insbesondere in der Luftaufnahme ist zu erkennen, dass von Anbeginn noch ausreichend Fläche für Betriebserweiterungen vorgesehen wurde. Die Einweihung der neuen Produktionsstätte am 2. Juni 1997 erfolgte gemeinsam durch den Ministerpräsidenten des Freistaats Sachsen, Prof. Dr. Kurt Biedenkopf, und den Vorstandsvorsitzenden der Bayer AG, Dr. Manfred Schneider, sowie weiteren Persönlichkeiten mit einem symbolischen Knopfdruck, der die neue Produktionslinie in Betrieb setzte (Abb. 4). Die Bayer AG investierte für die Ansiedlung der Bayer Solar in Freiberg 48 Mio. DM. Das Produktionsziel für die erste Ausbaustufe lag bei 6 Mio. dm² Siliciumwafer. Die Produktionslinie selbst

bestand aus einer neu entwickelten Gießanlage zur Herstellung von multikristallinen Siliciumblöcken nach dem SOPLIN-Verfahren (Abb. 5), einer sich daran anschließenden Fertigungsstraße für Siliziumsäulen aus Siliciumblöcken und der darauffolgenden Siliciumwaferfertigung mit Drahtsägen, Reinigungsanlage und Endkontrolle.

Der ersten Ausbaustufe schloss sich 1998 die zweite Ausbaustufe mit einem Ausbau auf 16 Mio. dm² Siliciumwafer an. Dies entsprach etwa 20 % des damaligen Weltmarkts. Ebenfalls 1998 wurde in der Bayer Solar GmbH ein erstes chemisch-mechanisches Recycling von Siliciumblockabschnitten im Gewerbegebiet Süd nach einer von der Bayer Solar GmbH selbst entwickelten Technologie aufgebaut.

Das Führungsteam der ersten Jahre der Bayer Solar GmbH bestand neben den Geschäftsführern, Prof. Dr. Peter Woditsch und Dr. Ingo Schwirtlich, aus Thomas May (Administration), Klaus Weber (Produktion Wafer), Hans-Werner Weigand (Marketing) und Dr. Armin Müller (Produktion Block und Säule, Technischer Service). Im Jahr 1998 schied Dr. Ingo Schwirtlich aus der Geschäftsführung der Bayer Solar GmbH aus. Neuer Sprecher der Geschäftsführung wurde Dr. Heinz Heumüller. Neben dem neuen multikristallinen Siliciumwafer als Hauptprodukt wurden auch monokristalline Siliciumeinkristalle zu Solarwafern umgearbeitet, u. a. für den extraterrestrischen Einsatz. Dem neuen multikristallinen Siliciumwafer galt jedoch als Hauptprodukt die volle Aufmerksamkeit, waren mit ihm die geplanten Einsparungen der Herstellkosten in der Photovoltaik besser

zu realisieren als mit deutlich teureren einkristallinen Siliciumwafern.

Die Solarworld AG am Standort Freiberg 2000-2018

Aufgrund des ab dem Jahr 2000 durchgeführten Umbaus der Bayer AG und einer einhergehenden teilweisen Aufspaltung in verschiedene neue Chemiefirmen – so entstanden z. B. die Lanxess AG und die Covestro AG – stand auch die Bayer Solar GmbH zum Verkauf. Für potentielle Käufer der Bayer Solar GmbH war der Zeitpunkt sehr günstig, wurde doch im April 2000 das Erneuerbare-Energien-Gesetz aus dem Jahre 1990 von der Bundesregierung novelliert und so gestaltet, dass es eine weitestgehende kostendeckende Förderung für Solarstrom enthielt. Dies führte zu einer starken Nachfrage nach Solartechnik und löste in den Folgejahren einen großen Investitionsschub aus. Dennoch stand die Frage, wer diese Wette auf die Zukunft annahm und die Bayer Solar GmbH erwarb. Es gab verschiedene Interessenten. Neben Sharp aus Japan hatte auch die Firma RWE Interesse gezeigt. Den Zuschlag bekam jedoch die noch sehr junge Solarworld AG aus Bonn.

Mit der Übernahme der Bayer Solar GmbH durch die Solarworld AG, ihrer Umbenennung in Deutsche Solar GmbH und später in Deutsche Solar AG begann eine außerordentlich positive Entwicklung des Solarstandorts Freiberg. Ohne große Verzögerung wurde im Jahre 2001 die erste Modulfabrik der Solarworld AG, die Solarfactory GmbH, im Freiburger Gewerbegebiet Süd eröffnet. In den ehemaligen Hallen der Fa. Wiesner Metallbau wurde eine



Abb. 3: Bayer Solar GmbH, neues Produktionsgebäude Luftaufnahme; Quelle: Bayer AG, Bayer Archive Leverkusen



Abb. 4: Einweihung des neuen Produktionsgebäudes der Bayer Solar GmbH am 2. Juni 1997 v.r.n.l. Bürgermeister Arnd Böttger, Landrat Eberhard Löffler, Technologie Thomas Trommer, Ministerpräsident Prof. Dr. Kurt Biedenkopf, Vorstandsvorsitzender der Bayer AG Dr. Manfred Schneider, Geschäftsführer der Bayer Solar GmbH Prof. Dr. Peter Woditsch, Moderator Heiner Springer, ÖA Bayer AG; Quelle: Bayer AG, Bayer Archive Leverkusen

neu entwickelte, stark automatisierte Fertigungsstraße für Solarmodule aufgebaut. Die Einweihung der neuen Fertigung erfolgte durch Bundesumweltminister Jürgen Trittin.

Bereits ein Jahr später wurde das neue Produktionsgebäude der Deutschen Cell GmbH, einer neu gegründeten Freiburger Tochter der Solarworld AG, mit zwei Produktionsetagen und einem Klimageschoss für die Raumtechnik in Anwesenheit des ehemaligen Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg, Dr. Lothar Späth, in seiner Funktion als CEO von Jenoptik, Mutterkonzern von M&W Zander, dem Generalunternehmer des Bauprojekts, eingeweiht (Abb. 6).

Mit der Solarfactory GmbH und der Deutschen Cell GmbH war erstmals die solare Wertschöpfungskette in Freiberg fast vollständig geschlossen.



Abb. 5: Prototyp-Gießanlage der Bayer Solar GmbH 1996-2012; Quelle: Bayer AG; Bayer Archive Leverkusen

D. h. in Freiberg war eine vollständige Fertigung von Siliciumblöcken/Siliciumwafern/Solarzellen/Solarmodulen möglich. Ebenso erfolgte bereits das Recycling von Blockabschnitten zu Solarsilicium, das später in den Geschäftsbereich Solar Materials der Deutschen Solar AG überführt und durch ein Recycling von Solarmodulen ergänzt wurde. Es fehlte in der solaren Wertschöpfungskette der Solarworld AG nur noch die eigene Fertigung von Reinstsilicium. Dieses fehlende Glied wurde 2002 mit der Gründung eines Joint Ventures zwischen der Solarworld AG und der Degussa AG, später Evonik, mit dem Namen Joint Solar Silicon GmbH & Co KG, später JSSi GmbH, mit Sitz in Freiberg geschaffen. In dem Joint Venture wurde ein neues Verfahren zur Herstellung von Reinstsilicium aus Monosilan entwickelt und bis zur industriellen Reife in Form einer 800 t/a Produktionsanlage in Rheinfelden an der Schweizer Grenze umgesetzt. Der Produktion der neuen Reinstsiliciumfabrik der JSSi GmbH startete in Rheinfelden am 8. August 2008.

In den Jahren bis 2012 erfolgte ein sehr dynamischer Ausbau aller Geschäftsaktivitäten der Solarworld AG am Standort Freiberg. Die vom Vorstand um CEO Dr. Frank Asbeck und CTO Boris Klebensberger sowie den Freiburger Führungskräften entwickelte Strategie für einen integrierten Solarkonzern

wurde zielstrebig in allen Bereichen des Unternehmens umgesetzt. So wurde der Standort Freiberg weiter massiv ausgebaut und beschäftigte 2011 in der Spitze ca. 1.800 Mitarbeiter. Die Gewinne der sehr erfolgreichen Geschäftstätigkeit wurden in den ersten Jahren in Freiberg versteuert und sorgten für eine außerordentlich gute Haushaltslage der Stadt. Investitionen konnten hierdurch schneller durchgeführt werden. Dr. Frank Asbeck engagierte sich jedoch auch privat in der Stadt Freiberg und rettete z. B. das Konzert- und Ballhaus Tivoli 2003 vor der Schließung.

Die Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg in Forschung und Lehre wurde weiter verstärkt, mehrere Lehrveranstaltungen, wie z. B. das Modul „Industrielle Photovoltaik“, eingerichtet und ein Masterstudiengang Photovoltaik gestaltet (siehe Beitrag auf S. 85). Der Bereich Forschung & Entwicklung der Deutschen Solar AG, der für die gesamte solare Wertschöpfungskette verantwortlich war, führte zahlreiche Forschungsprojekte mit der TU Bergakademie durch. Deren Ergebnisse flossen direkt in die Fertigung der Freiburger Solarfirmen ein. 2007



Abb. 6: Neues Produktionsgebäude der Deutschen Cell GmbH, 2002, Quelle: Solarworld AG

wurde der Forschungsbereich der Deutschen Solar AG in die Firma Solarworld Innovations GmbH als solarworldeigene Forschungsfirma überführt und gleichzeitig die Sunicon AG, die für die Rohstoffprojekte des Solarworld-Konzerns verantwortlich war, gegründet. Beide Firmen vertieften die Kooperation mit der TU Bergakademie in den weiteren Jahren. Gemeinsam mit der Universität, der Wacker Siltronic GmbH und der Freiburger Compound Materials GmbH gelang es 2003/2004, eine neue Forschungseinrichtung der Fraunhofer Gesellschaft in Freiberg anzusiedeln. Am Technologiezentrum Halbleitermaterialien (THM), einer Außenstelle der

Fraunhofer Institute FhG ISE in Freiburg und FhG IISB in Erlangen, das in den Räumlichkeiten des GIZEF in Freiberg eingerichtet wurde, erfolgte themenbezogene Halbleiterforschung für die Firmen am Standort Freiberg.

Die Bedeutung der Entwicklung des Solarstandorts in Freiberg lässt sich auch daran erkennen, dass die neuen Gebäude und Erweiterungen der So-



Abb. 7: Solarworldstandort Gewerbegebiet Süd in Freiberg 2008; Quelle: Solarworld AG

larfirmen stets mit prominenten Persönlichkeiten wie z. B. BM Gabriel, BM Röttgen bzw. BM Schavan eingeweiht wurden.

Abb. 7 zeigt den Freiburger Solarworld-Standort im Gewerbegebiet Süd im Jahr 2008 mit den Produktionshallen der Kristallisation und der Waferfertigung. Das Gebäude der Solarworld Innovations GmbH ist noch im Bau und eingerüstet. In Abb. 8 ist das F&E-Gebäude der Solarworld Innovations GmbH nach seiner Fertigstellung zu sehen.

Da das Gewerbegebiet Süd in Freiberg vollständig ausgelastet war, wurde 2010 eine neue Kristallisation- und Siliciumwaferfertigung im Industriegebiet Ost auf der Flur von Freiberg und Bobritzsch an der Bundesstraße B173 errichtet (Abb. 9). Der Aufbau einer wei-

teren Fertigungsstätte für Solarmodule erfolgte im Jahr 2011 im Industriegebiet Saxonia als letzte Großinvestition der Solarworld in Freiberg. Mit diesen beiden letzten Investitionen hatte die Solarworld AG entlang der Wertschöpfungskette der Solarindustrie (Abb. 10) ausreichende Kapazitäten auf jeder Fertigungsstufe. Die Gesamtkapazität stieg von 100 MW Siliciumwafer, 60 MW Solarzelle und 30 MW Solarmodul im Jahre 2003 auf 700 MW Siliciumwafer, 350 MW Solarzelle und 650 MW Solarmodul im Jahre 2015.

Im Jahre 2010 beendete Prof. Dr. Peter Woditsch seine langjährige Tätigkeit als CEO der Deutschen Solar AG und auch die der Freiburger Standortleitung. Er übergab den Staffelstab an Herrn Mario Behrendt, der bis 2017 beide Positionen innehatte. Die Geschäftsführer und Vorstände der Tochterfirmen des Solarworld-Konzerns in Freiberg waren in diesen Jahren (in alphabetischer Reihenfolge):

- Eckard von Dewitz, Deutsche Solar GmbH
- Dr. Gunter Erfurt, Solarworld Innovations GmbH
- Clemens Hofbauer, Solarfactory GmbH
- Holger Kirchner, JSSi GmbH
- Boris Klebensberger, Deutsche Cell GmbH, Deutsche Solar GmbH
- Klaus Kubitz, Deutsche Cell GmbH
- Prof. Dr. Ralf Lüdemann, Deutsche Cell GmbH, Solarworld Innovations GmbH
- Volker Mehlig, Deutsche Solar GmbH, Solarworld Industries Sachsen GmbH
- Prof. Dr. Armin Müller, Sunicon AG, JSSi GmbH, Solarworld Solicium

GmbH/Deutsche Lithium GmbH

- Dr. Holger Neuhaus, Deutsche Cell GmbH, Solarworld Innovations GmbH
- Ralf Petzold, Deutsche Solar GmbH
- Holger Reetz, Solarfactory GmbH, Solarworld Industries Sachsen GmbH
- Dr. Ray Sonnenschein, JSSi GmbH
- Dr. Karsten Wambach, Sunicon AG

Als ein global agierender Konzern war die Solarworld AG auch außerhalb Freibergs aktiv. Produktionsstandorte für Solarmodule in Südkorea und China, für Einkristalle, Wafer, Solarzellen und Solarmodule in den USA, für Reinstsilicium in Qatar, sowie Vertriebsbüros in Frankreich, Spanien, Südafrika, USA und anderen Ländern gehörten ebenso zum Konzern. Des Weiteren kamen Fir-



Abb. 9: Solarworldstandort Freiberg im Industriegebiet Ost, Kristallisation von Solarsiliciumblöcken und Siliciumwaferfertigung, 2010; Quelle: Solarworld AG

menübernahmen, wie z. B. die der Shell Solar GmbH in München und Gelsenkirchen und der Bosch Solar GmbH in Arnstadt hinzu.

Ab 2010 nahm der globale Wettbewerb in der Solarindustrie stetig zu und insbesondere in China wurden sehr große Fertigungskapazitäten für Solarmodule aufgebaut. Der Kosten- und Preisdruck stieg entsprechend an.



Abb. 8: Neues Forschungsgebäude der Solarworld Innovations GmbH 2009; Quelle: Solarworld AG



Abb. 10: Solarworld Wertschöpfungskette der Photovoltaik; Quelle: Solarworld AG

Die Solarworld AG versuchte diesem Druck mit weiteren Kostensenkungsmaßnahmen und verstärkten Entwicklungsaktivitäten zu begegnen. So etwa wurden verschiedene Firmen am Standort Freiberg zur Solarworld Industries Sachsen GmbH zusammengeführt, Arbeitsplätze abgebaut und weniger profitable Bereiche geschlossen. Gleichzeitig wurde an Projekten zur weiteren Steigerung des Wirkungsgrads der Solarmodule, der gezielten Einsparung von Materialien, der Entwicklung von noch effizienteren Fertigungstechnologien und der Einführung von neuen Produkten, wie z. B. Glas-Glas-Solarmodulen gearbeitet. Es gelang, die Herstellkosten stetig weiter zu senken. Im Jahre 2016 lagen die Fertigungskosten der Solarworld AG für 1 Wp Solarmoduleleistung bei ca. 45 Cent, aber auch in China betrug mittlerweile die Herstellkosten nur noch 45 Cent/Wp. Die chinesischen Solarmodule wurden jedoch auf dem europäischen Markt für nur 35 Cent/Wp verkauft. Diese Dumpingpreise konnte ein marktwirtschaftliches Unternehmen wie die Solarworld AG nur eine begrenzte Zeit durchhalten. Spätestens bei einer zu geringen Liquidität ist in einem solchen Umfeld der Gang zum Insolvenz-

richter erforderlich. Diese Situation trat für Solarworld im Mai 2017 ein. Nach drei Monaten in Eigenverantwortung der Solarworld AG übernahm ab dem 1. August 2017, also auf den Tag genau 23 Jahre nach Gründung der Bayer Solar GmbH, der Insolvenzverwalter Horst Piepenburg die Verwaltung der Solarworld AG. Alle Solarworld-Firmen am Standort Freiberg waren von der Insolvenz betroffen. Eine Ausnahme bildete die Firma Solarworld Solicium GmbH, die bereits im Februar 2017 in Deutsche Lithium GmbH umbenannt wurde. Sie führte die Erkundung der Lithiumlagerstätte im Osterzgebirge durch und wurde seit Februar 2017 von einem kanadischen Investor finanziert.

In der zweiten Hälfte des Jahres 2017 gelang Dr. Asbeck, unterstützt von Investoren aus Qatar, die Gründung der Solarworld Industries GmbH. Diese erwarb verschiedene Teile der Solarworld AG i.L. und versuchte einen Neustart für den Solarstandort Freiberg. Leider war dieser nicht nachhaltig und die neugegründete Firma musste im März 2018 erneut Insolvenz anmelden. Der für die Insolvenz bestellte Verwalter war Herr Christoph Niering. Dieser verwertete die Liegenschaften sowie Equipment der Solarworld Industries GmbH in Frei-

berg durch den Verkauf an verschiedene Interessenten, wie etwa aus der Halbleiterindustrie (z. B. Freiburger Compound Materials GmbH und Luxchemtech GmbH), der Batteriespeicherindustrie (z. B. JT Elektronik) und der Chemieindustrie (z. B. Bellchem GmbH). Die Firma Meyer Burger erwarb 2020 die Solarmodulefertigung der Solarworld in Freiberg.

Meyer Burger in Freiberg 2021-2024

Die Meyer Burger Technology AG war bis in die 1990er Jahre ein Schweizer Anlagenhersteller für Trennanlagen von spröden Werkstoffen, wie etwa Saphir, der z. B. in der Uhrenindustrie zum Einsatz kommt. Bei der Bearbeitung dieser Materialien fallen abrasive Suspensionen aus feinsten festen Partikeln und einer Kühlflüssigkeit, in der Regel Wasser, an. Mit dem Aufbau der Photovoltaikindustrie in Europa und der erforderlichen mechanischen Bearbeitung des Sprödwerkstoffs Silicium nutzte Meyer Burger sein Know-how und übertrug es auf Anlagen zur Bearbeitung von Silicium. Neue Anlagen wurden entwickelt und kamen als Drahtsagen, Außentrennsagen und Bandsagen in der Solar- und Halbleiterindustrie zum Einsatz. Auch die Bayer

Solar GmbH pflegte eine intensive Kooperation mit Meyer Burger, arbeitete an der Entwicklung der Drahtsägen und Bandsägen mit und setzte ihre Maschinen und Anlagen ein. Mit dem steigenden Bedarf der stark wachsenden Solarindustrie in den Jahren 2000 bis 2010 entwickelte sich Meyer Burger erfolgreich zu einem Systemlieferanten entlang der Wertschöpfungskette der Photovoltaik vom Silicium bis zum Solarmodul. Durch die Abwanderung der Solarindustrie nach China wurde



Abb. 11: Solarmodulfertigung von Meyer Burger im Industriegebiet Saxonia in Freiberg, 2023; Quelle: Meyer Burger

auch für Maschinen- und Anlagelieferanten der Markt in den Jahren 2010 bis 2020 deutlich schwieriger, da der chinesische Wettbewerb nicht nur Solarmodule herstellte, sondern auch dazu überging, erforderliche Maschinen- und Anlagentechnik selbst herzustellen. In dieser Situation entschied sich Meyer Burger, die eigenen noch vorhandenen Anlagen für eine Solarzellen- und Solarmodulproduktion zu nutzen und sich vom Anlagenhersteller zum Solarmodulhersteller zu wandeln. Dies war für Freiberg eine glückliche Fügung, wurde doch nach dem Erwerb durch Meyer Burger 2020 die jüngste Solarmodulfabrik der Solarworld AG im Freiburger Saxonia Industriegebiet mit neuem Equipment von 2021 bis 2023 schrittweise auf eine Kapazität von 1,4 GW nominal ausgebaut. Die hierfür erforderliche Solarzellenproduktion errichtete Meyer Burger in Bitterfeld-Wolfen und nutzte die ehemalige Produktionsinfrastruktur der Firma Q-Cells.

Die Produktion von Solarmodulen durch Meyer Burger fand in Freiberg bis ins Frühjahr 2024 statt und musste danach aus wirtschaftlichen Gründen beendet werden. Aufgrund der besseren wirtschaftlichen Rahmenbedingungen durch den Inflation Reduction Act in den USA wurde sie anschließend nach Goodyear, Arizona, verlagert.

Geschichte wiederholt sich zwar nicht, doch sind die Ursachen für das Ende der Solarproduktion in Freiberg 2024 bei Meyer Burger fast identisch mit den Ursachen für die Insolvenz der Solarworld AG im Jahre 2017. Aufgrund von massiven Überkapazitäten aus China kam es seit 2022 zu einem ruinösen Preiskampf zwischen den nach Europa importierten chinesischen Mo-

dulen und den in Europa produzierten Solarmodulen. Aufgrund ausbleibender politischer Unterstützung durch die Bundesregierung und die EU konnten die wenigen noch vorhandenen europäischen Solarmodulhersteller nur noch mit einer starken Reduzierung bzw. vollständigen Stilllegung ihrer Produktionskapazitäten in Deutschland reagieren. So beendete neben Meyer Burger auch der alteingesessene Solarmodulhersteller Solarwatt GmbH in Dresden seine Produktion im Jahre 2024. Die Heckert Solar GmbH in Chemnitz reduzierte ihre Kapazitäten ebenfalls und baute Arbeitsplätze ab.

Was bleibt?

In den seit der Gründung der Bayer Solar GmbH vergangenen 30 Jahren hat sich die Solarindustrie weltweit hervorragend entwickelt. Solartechnik, in den neunziger Jahren noch ein Nischenprodukt, ist zur kostengünstigsten Energietechnologie mit globaler Anwendung und jährlichen mittleren zweistelligen Wachstumsraten, die auch für die nächsten Jahre prognostiziert werden, aufgestiegen. Die Solarindustrie in Deutschland und insbesondere der Solarstandort Freiberg haben hierzu einen herausragenden Beitrag geleistet. Die multikristalline Siliciumtechnologie, mit der 1994 in Freiberg alles begann und mit der eine sehr starke Senkung der Herstellkosten verbunden war, ist jedoch durch die sich ab 2020 durchsetzende einkristalline Siliciumtechnologie als führende Technologie in der Solarindustrie abgelöst worden. Ausschlaggebend hierfür waren eine sehr starke Kostensenkung bei der Herstellung von Siliciumeinkristallen, der Einsatz der Diamantdrahtsägetechnologie

für die Waferherstellung und ein deutlich höherer Wirkungsgrad von etwa 24 % aufgrund der neuen TOPCON-Zelltechnologie.

Mit der Schließung der Freiburger Solarmodulproduktion von Meyer Burger 2024 wird voraussichtlich das Kapitel der Herstellung von Solarmodulen in Freiberg abgeschlossen sein.

Für eine wirtschaftlich erfolgreiche Neuansiedlung dieser Industrie müssten aufgrund des globalen starken Wachstums Fertigungseinheiten mit größer 10 GW errichtet werden. Hierfür hat Freiberg – zumindest gegenwärtig – weder geeignete Industrieflächen noch die verkehrs- bzw. versorgungstechnische Infrastruktur. Wenngleich neue Ansiedlungen von großen Solarunternehmen somit eher unwahrscheinlich sind, sollte die von weiteren mittelständischen Unternehmen der Solarindustrie, wie sie gegenwärtig in Form der Firma Freiburger Instruments GmbH, einem Start-up der TU Bergakademie Freiberg, oder der LuxChemTech GmbH vorhanden sind, künftig verstärkt angestrebt werden.

30 Jahre Firmen- und Industriegeschichte sind ein sehr langer Zeitraum und es ist nahezu unmöglich alle Ereignisse dieses Zeitraums zu erwähnen bzw. zu würdigen. Sollte der Autor in seiner Auswahl aus Sicht des Lesers wesentliche Ereignisse nicht berücksichtigt haben, so bittet er um einen Hinweis und um Nachsicht.

Literatur

- 1 A. Müller, Sonnenenergieumwandlung mit Technik aus Freiberg, Acamonta 13. Jahrgang, 2006, Seiten 44-48
- 2 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250915/umfrage/anteil-der-photovoltaik-an-der-stromerzeugung-in-deutschland/>, Abruf 3.7.2024 16.03
- 3 <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestellungskosten-erneuerbare-energien.html>, Abruf 3.7.2024 16.06

100 Jahre Karl-Kegel-Bau: Gründungsbau des Braunkohlenforschungsinstituts (Braufi) – Beginn einer erfolgreichen Entwicklung in Freiberg

Steffen Krzack, Bernd Meyer

Wie ein markantes Wahrzeichen des Uni-Campus grüßt das Halbrundgebäude an der Leipziger Straße mit dem weithin sichtbaren Namenszug „Karl-Kegel-Bau“. Als Braunkohlenforschungsinstitut vor 100 Jahren erbaut, beheimatet es heute vor allem Universitätsinstitute der Verfahrenstechnik und des Maschinenbaus.



Grundstein „Karl-Kegel-Bau“

Wie kam ein Forschungsinstitut, das sich mit Braunkohle beschäftigt, in die Erzbergbau-Region nach Freiberg? In der damaligen Zeit erlangte die chemische Industrie und mit ihr die Kraftstoffherstellung zunehmende Bedeutung. Im erdölarmer Deutschland bot sich die einheimische Braunkohle insbesondere in Mitteldeutschland dafür als vielseitiger Energie- und Chemierohstoff an. Das veranlasste die deutsche Chemie- und Braunkohlenindustrie, unterstützt von der sächsischen Staatsregierung, schon während des 1. Weltkriegs, die Ausbildung und Forschung auf dem Gebiet der Braunkoh-

lengewinnung, -verarbeitung und -verwertung zu fördern und initiierte 1917 eine Braunkohlenstiftung, die den Aufbau eines Braunkohlenforschungsinstituts realisieren sollte. Ein Jahr später wurde die Stiftung an die Königliche Bergakademie Freiberg übergeben, weil ihr montanistisches Profil in Bergbau, Aufbereitung und Hüttenwesen die beste wissenschaftliche Anbindung bot.

Die feierliche Grundsteinlegung für das Gebäude des Braunkohlenforschungsinstituts (im Volksmund Braufi genannt) am 2. Juli 1921 und dessen Einweihung nur drei Jahre später leitete eine neue Phase der baulichen Erweiterung der Bergakademie hin zu einer modernen Hochschule mit eigenem Campus ein.



Hörsaal im „Karl-Kegel-Bau“

Wie kam es zum baulichen Aufbruch vor die Tore der Stadt Freiberg, der kurz nach dem 2. Weltkrieg mit einem in seinem Umfang einzigartigen Beprogramm für den heutigen Uni-versitätscampus Nord bzw. Süd seine



Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen TU Bergakademie, Reiche Zeche

Fortsetzung fand? Von Beginn an war vorgesehen, dass am Braunkohlenforschungsinstitut angewandte Forschung bis in den technischen Maßstab hinein betrieben werden sollte. Das erforderte Platz für größere technische Versuchseinrichtungen und Lagerfläche für größere Mengen an Kohle und Produkten. Letztendlich wurde der Stiftung von der Stadt Freiberg der Bauplatz an der Leipziger Straße/Lößnitzer Straße zur Errichtung des Staatlichen Braunkohlenforschungsinstituts an der Bergakademie Freiberg geschenkt. Bereits die ersten Planungen für das Braufi sahen ein „Generatorgebäude“ für die wärmewirtschaftliche Abteilung vor. Wegen der durch den Versuchsbetrieb zur thermischen Kohleveredlung zu befürchtenden Gas- und Geruchsbelästigungen wurde dann jedoch dafür sogar vom Standort an der Leipziger Straße Abstand genommen und die Halde des damals stillgelegten Bergwerks „Reiche Zeche“ gewählt. In den Jahren



Campus TU Bergakademie Freiberg



Bronzetafel von Gottfried Kohl auf dem Uni-Campus

1921/22 wurde hier ein Generator- und Betriebsgebäude errichtet und damit der Standort für das heutige Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC) mit seinen unika- len Großversuchsanlagen erschlossen.

Prof. Karl Kegel (1876-1959), der Vater der Braunkohlenaufbereitung und -brikettierung, und in der Nach- folge Prof. Erich Rammler (1901-1986) brachten die Braunkohlenforschung an

der Bergakademie und in Freiberg zu weltweiter Geltung. Aus den Wurzeln des Braufis heraus erfolgte 1956 mit dem Deutschen Brennstoffinstitut auf der Halsbrücker Straße eine ähnliche Instituts-Neugründung der Industrie, jedoch weit größer in ihrer Dimension. Nach der Wende entstanden daraus zahlreiche Firmen, die weltweit im Be- reich Energie agierten bzw. agieren.

Eine Frage drängt sich auf: Ist das heute beschlossene „Aus“ für die Koh- le auch das „Aus“ für die erfolgreiche Entwicklung, die mit dem Braufi vor 100 Jahren in Freiberg in Gang gesetzt wurde? Im Gegenteil! Kohlenstoff ist für unser tägliches Leben unverzichtbar. Statt der fossilen müssen neue Kohlen- stoffquellen gefunden werden. Das sind u. a. Biomassen, aber auch Abfälle und Reststoffe als Basis für das chemische Recycling und chemische Synthesen.



Gedenktafel am Wohnhaus von Karl Kegel

Das über Jahrzehnte in Freiberg entwi- ckelte Erfahrungspotential für die da- für notwendigen Konversionsprozesse ist dafür die beste Grundlage. Hier ist die TU Bergakademie Freiberg als Re- sourcenuniversität mit ihrem Institut IEC auf der Reichen Zeche international in Lehre und Forschung ganz weit vorn.

Abriss der Geschichte des Deutschen Brennstoffinstituts (DBI)

Arnd Böttcher

Vorbemerkungen

Das Deutsche Brennstoffinstitut (DBI) gehörte neben dem Forschungs- institut für Aufbereitung, dem Leder- institut und dem Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle zu den außer- universitären wissenschaftlichen Ein- richtungen, die zusammen mit der Bergakademie (BAF) eine einzigartige Forschungslandschaft in Freiberg bil- deten. Im Folgenden soll die Entste- hungsgeschichte dieses Instituts von der Gründung bis zur vollständigen Be- triebaufnahme betrachtet werden.

Entstehung

Schon wenige Jahre nach der Grün- dung der DDR erkannten die Verant- wortlichen der Brennstoffwirtschaft, dass es sinnvoll und sogar notwendig wäre, die vorhandenen Forschungskapazitäten in ihrem Zweig zu bündeln und auszubauen, wofür ein spezielles Institut besonders geeignet erschien. Nach mehreren Konsultationen ver- schiedener betroffener Ministerien und der BAF, bei denen detailliert das Sta- tut, die Rolle und Stellung des Instituts sowie die Tätigkeit von Außenstellen besprochen worden waren, erließ der Minister für Kohle und Energie Go- schütz am 1. November 1956 die „An- ordnung über die Errichtung des Deut-

schen Brennstoffinstituts“ mit Sitz in Freiberg. Als Gründungsdatum wurde der 1. Oktober 1956 festgelegt. Das DBI sollte als juristische Person dem Mini- ster für Kohle und Energie unterstehen. Als Haushaltsorganisation waren seine Mittel beim Ministerium für Kohle und Energie zu veranschlagen. Das Staatliche Torfinstitut Rostock, die Versuchs- brikettfabrik Bitterfeld und die Ver- suchskokerei Siegmars-Schönau wurden dem DBI als Außenstellen angegliedert. Im Statut war vorgesehen, dass der Di- rektor des DBI zugleich Professor mit Lehrstuhl an der Bergakademie sein sollte, um die gewollt enge Bindung zur Hochschule zu gewährleisten. Um sicherzustellen, dass die Forschungs- aufgaben tatsächlich dem jeweils aktu- ellen Bedarf der Brennstoffwirtschaft entsprächen, sah das Statut die Bildung eines hochkarätig besetzten Kurato- riums für das DBI vor. Ihm gehörten der Minister für Kohle und Energie, der Rektor der Bergakademie, ihr Pro- rektor für Forschungsangelegenheiten, ein ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften, der Di- rektor des Instituts für Aufbereitung, ein Vertreter des Zentralamts für For- schung und Technik der Staatlichen Plankommission (SPK) sowie sechs wissenschaftlich-kohlenwirtschaftlich

hervorragende Vertreter der volkseige- nen Brennstoffindustrie an. Auf seiner Gründungssitzung am 11. Dezember 1956 berief das Kuratorium Prof. Dr. techn. A. Lissner zum ersten Direktor des DBI und Prof. Dr.-Ing. E. Rammler zu seinem Stellvertreter. Sie informier- ten im Nachrichtenblatt der Brennstoff- technischen Gesellschaft über die Grün- dung und verwiesen unter anderem auf das seit 1924 in Freiberg ansässige Braunkohlen-Forschungsinstitut, das von der Braunkohlenstiftung der Indus- trie in erheblichem Umfang finanziell gefördert worden war. An ihm hatten bedeutende Wissenschaftler wie Karl Kegel gewirkt, nach dem wegen seiner Verdienste im Besonderen bei der Bri- kettierung noch heute eine Straße in Freiberg und ein markantes Institutsge- bäude der Bergakademie benannt sind. Die Erfolge dieser umgangssprachlich „Braufi“ genannten Forschungsein- richtung waren sicher ein gewichtiger Faktor bei der Wahl des Standorts Frei- berg für das DBI. Nach Aussage der Direktoren Lissner und Rammler sollte Grundlagen- und Zweckforschung auf allen Gebieten der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe betrieben werden. In der Anlaufphase des DBI waren die angedachten Strukturein- heiten nicht vorhanden. Deshalb sollten

sich im Rahmen einer „eigenartigen Neuschöpfung“ (Lissner/Rammler) die einzelnen Abteilungen des DBI aus dem Strukturplan der Bergakademie ergeben, um die Forschungen auf den Gebieten der Brennstoffgeologie, des Kohlenbergbaus und Bergmaschinenwesens, der Brikettierung, der technischen Brennstoffverwertung, der Brennstoff- und Mineralölchemie, der chemischen Kohleveredlung sowie der Starkgaserzeugung und -verwendung entweder sofort zu beginnen oder mit erweiterter Zielstellung fortzusetzen. Mit der jeweiligen Fertigstellung neu errichteter Institutsgebäude für das DBI (siehe unten) war eine gleitende organisatorische Trennung von der Bergakademie beabsichtigt.

Baublauf

Die ersten Schritte für den Neubau erfolgten im Oktober 1957. Der zunächst geplante Standort zwischen der „Reichen Zeche“ und dem „Davidschacht“ am Fuchsmühlenweg wurde nach einer eingehenden Besichtigung durch die Institutsleitung und den Generalprojektanten PKB „Kohle“ als ungeeignet erkannt. Die Wahl fiel auf ein besser erschließbares Gelände in einer Größe von 20 ha an der Halsbrücker Straße, das am 18. Dezember 1957 käuflich erworben wurde. Entscheidende Weichen für den Neubau konnten dann 1959 mit der „Neuen Vorplanung“ des Generalprojektanten gestellt werden, die durch die zuständige SPK, Abteilung Kohle, genehmigt wurde. Sie sah eine Gesamtinvestitionssumme in Höhe von 35 Millionen DM vor, die sich ab 1959 auf insgesamt sieben Jahresscheiben verteilen sollte. Im Rahmen der Territorialplanung waren 6,6 Millionen DM für begleitende Maßnahmen (Wohnungsbau) vorgesehen. Anfang 1960 wurde mit dem VEB Kohleanlagen Leipzig ein Vertrag zur Bauausführung und Oberbauleitung abgeschlossen. Die SPK genehmigte 1960 auch das Teilprojekt „Hochbau“ und den Bau eines Wohnheims als Nachtrag. Die bereits 1959 begonnenen Erschließungsmaßnahmen (Anschlussgleis, Brückenbauwerk und Baustellenaufschluss) konnten bis auf geringfügige Restarbeiten abgeschlossen werden. Vor Jahresende 1960 genehmigte die SPK das Grundprojekt des Institutsneubaus. Ebenfalls 1959 begannen die Arbeiten am Hauptmagazin, dem Kesselhaus mit Kohlebunker und

der Trafostation. 1961 war Baubeginn für das Zentrallabor, das Gebäude für den technischen Dienst sowie einer Halle zur Probenaufbereitung. Erste Objekte konnten 1962 in Betrieb genommen werden. Im zweiten Quartal 1961 starteten auch die Hochbauarbeiten. Wegen einer beträchtlichen Kürzung der Investitionsmittel traten 1962 Verzögerungen im Baugeschehen auf. Nach einer Überprüfung durch die Investitionsbank wurde dann als neuer Abschlusstermin 1966 für den Institutsneubau festgelegt. Im Jahr 1963 wurde das Wohnheim mit 28 Ein- und vier Zweizimmerwohnungen fertiggestellt und die Teilobjekte Zentralwerkstatt, Verschleißtechnikum und Kesselhaus sowie das Gebäude TO6 zur Teilnutzung freigegeben. Ebenfalls 1963 entstand das Rechenzentrum des Instituts, das durch den VEB Carl Zeiss Jena mit einer Rechenanlage vom Typ ZRA1 ausgestattet wurde. Im Jahr 1964 zogen 140 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in die fertiggestellten Gebäude ein. Im feierlichen Rahmen fand die Grundsteinlegung für das Zentralgebäude statt, das die Architektur des gesamten Ensembles künftig prägen und Arbeitsstätte für die meisten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden sollte. Im Folgejahr wurde bereits der Rohbau des Zentralgebäudes abgeschlossen und weitere sieben Teilobjekte standen für die Nutzung zur Verfügung. Im Jahr 1967 wurden das Wirtschaftsgebäude mit der Küche, dem Speisesaal und dem Fuhrpark übergeben. Damit verbesserten sich die Arbeits- und Lebensbedingungen der Beschäftigten merklich. Das gesamte Bauvorhaben wurde 1968 mit der Übergabe des markanten Empfangsgebäudes und der Außenanlagen durch den VEB Kohleanlagen Leipzig abgeschlossen.

Entwicklung des Instituts

Die ersten Jahre nach der Gründung des DBI waren verständlicherweise stark durch die sowohl personell als auch räumlich bestehende direkte Abhängigkeit von der Bergakademie geprägt. So geben einschlägige Berichte Auskunft, dass im ersten Quartal 1957 die ersten zehn „hauptamtlichen“ Mitarbeiter eingestellt wurden. Am Jahresende waren es unter Berücksichtigung der erwähnten Außenstellen insgesamt 158 Arbeitskräfte, die disziplinarisch zum größten Teil weiterhin der Bergakademie unterstellt waren, aber be-

reits durch das DBI finanziert wurden. Die im Strukturplan vorgesehenen Fachabteilungen für flüssige und gasförmige Brennstoffe konnten nicht in direkter Kooperation mit der Bergakademie gebildet werden, weil diese Themenkomplexe schon in anderen Forschungseinrichtungen des Landes bearbeitet wurden. Auf diesen Gebieten war es notwendig, Fachkräfte anzuwerben. Im Jahr 1958 wurden überwiegend Themen der thermischen Kohleveredlung und Brikettierung bearbeitet. Diese Arbeiten dienten u. a. der langfristigen Sicherung der Kohleversorgung der BHT-Kokereien Lauchhammer und Schwarze Pumpe. Angesichts der Vielzahl der dem Institut übertragenen Aufgaben wurde der SPK vorgeschlagen, die Personalkapazität des DBI auf 442 Arbeitskräfte zu erhöhen. Erwähnenswert für das Jahr 1958 ist außerdem, dass erstmals eine Arbeitsgruppe des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) im DBI tagte. Die offizielle Mitarbeiterzahl stieg auf 171. Im Jahr 1959 wurden die Ausrichtung und Organisation des jungen Instituts durch ein neues Statut, das der Ministerrat und das ZK der SED beschlossen hatten, bereits wieder deutlich geändert. Das DBI wurde als juristisch selbständige, haushaltfinanzierte Institution der SPK (Abteilung Kohle) direkt unterstellt. An die Stelle des Kuratoriums trat ein wissenschaftlich-technischer Rat, dem neben dem Direktor und seinem Stellvertreter leitende Mitarbeiter des DBI, führende Wissenschaftler und leitende Kader anderer Zweige der Brennstoffindustrie angehörten. Die Struktur des DBI sollte 12 Abteilungen und einen Verwaltungsbereich umfassen. Die im Statut vom 20. Dezember 1959 fixierten Aufgaben können hier nur stichpunktartig umrissen werden: Forschung und Entwicklung Kohlenindustrie, Einschätzung ihrer perspektivischen Entwicklung (Mitwirkung), Unterstützung der Kohlenindustrie bei der Umsetzung neuer F&E-Ergebnisse, Kennziffern für den Industriezweig (Mitwirkung), Standardisierungsaufgaben Kohlenindustrie (Festlegung und Kontrolle), Gutachtertätigkeit bei Schwerpunktaufgaben, Zusammenarbeit mit anderen F&E-Stellen der DDR, Mitarbeit in den Organen des RGW, Heranbildung wissenschaftlichen Nachwuchses und eigenständige Herausgabe wissenschaftlich-technischer Publikationen. Das Jahr 1959 war auch

durch die Neuaufnahme zahlreicher internationaler Arbeitskontakte des DBI gekennzeichnet, wobei u. a. die Verwertungsmöglichkeiten von Kohlen aus Jugoslawien, Indien, Polen, Korea, Ungarn und Rumänien untersucht wurden. Bemerkenswerterweise gab es auch Kooperationen mit Österreich und der Bundesrepublik Deutschland. Aus gesundheitlichen Gründen trat der erste Direktor des DBI Prof. Lissner von seinem Amt zurück. Als Nachfolger wurde sein Stellvertreter Prof. Rammler berufen. Im Jahr 1960 mussten die Vorgaben des Siebenjahresplans der Kohlenindustrie in entsprechende Ziele des DBI übernommen werden. Die dabei herausgearbeiteten Komplexe sind im Wesentlichen unter den ersten vier o. g. Aufgaben nach dem neuen Statut subsumiert. Zusätzlich sollte die Ökonomie des gesamten Industriezweigs gründlich analysiert werden. Außerdem war vorgegeben, alle Rekonstruktionspläne der Vereinigungen volkseigener Betriebe (VVB) der Kohlenindustrie prüfend zu bewerten. Die Anzahl der Mitarbeiter stieg in diesem Jahr auf 292, davon waren 64 Wissenschaftler. Allerdings konnten in diesem Jahr weder wissenschaftliche noch technische Mitarbeiter im vorgesehenen Umfang angeworben werden. Im Jahr 1961 nahm eine dreizehnte Abteilung „Bergbauliche Wasserwirtschaft und Bodenmechanik“ ihre Tätigkeit auf. Außerdem wurde eine Arbeitsgruppe „Internationale Zusammenarbeit“ gegründet, die u. a. Verbindungen mit dem Bergbauinstitut Katowice und dem Bergbauinstitut Budapest aufnahm. Die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erhöhte sich auf 323, davon waren 75 Hochschulabsolventen. Fast die Hälfte der Belegschaft (44 %) war in den Außenstellen tätig. Im Jahr 1962 wurde durch Partei und Staatsführung ein neues volkswirtschaftliches Ziel proklamiert. Die Arbeitsproduktivität sollte künftig rascher steigen als die Durchschnittslöhne. Die Führung des Instituts leitete daraus die Aufgabe ab, sich noch stärker als bisher auf die Lösung von vordringlichen Problemen des Industriezweigs zu konzentrieren. Weniger wichtige Forschungsthemen reduzierte man im Bearbeitungsumfang oder brach sie ganz ab. Die Forschungsschwerpunkte lagen 1962 weiterhin auf der Brikettierung, der Tagebautechnik und der thermischen Kohleveredlung.

Durch den RGW wurden auf einer außerordentlichen Ratstagung die „Grundprinzipien der sozialistischen internationalen Arbeitsteilung“ beschlossen, aus denen sich dann nach der Wissenschaftskonzeption der ständigen Kommission „Kohle“ des RGW elf neue Grundsatzthemen für das DBI ableiteten. Besonders bemerkenswert für das Jahr 1962 ist, dass es einem Institutskollektiv gelang, aus Rohstoffen der Volksrepublik Vietnam Koks herzustellen, der anschließend die Produktion des dortigen Kombinars Tai-Nguyen sicherte. Die beteiligten Forscher aus dem DBI erhielten hohe vietnamesische Auszeichnungen. Das Institutsprofil wurde um die Abteilungen Wärme und Ener-

man sie im DBI erstmals in zehn Komplexen zusammen. Der Hauptakzent lag dabei nach wie vor auf der Gewinnung, Weiterverarbeitung und im Besonderen Veredlung von Kohle. Insgesamt sind 98 Einzelthemen abgeschlossen worden. Völlig neu war ein Leistungsvergleich der Forschungs- und Entwicklungsstellen im gesamten Industriezweig. Im DBI wurde eine sogenannte Konfliktkommission eingeführt. Die Anzahl der Beschäftigten stieg im Laufe des Jahres auf 414. Am 1. Januar 1964 löste Dr.-Ing. K. Strzodka als hauptamtlicher Direktor des DBI den bisherigen nebenberuflichen Direktor Prof. Dr.-Ing. E. Rammler ab, der nun als Stellvertreter fungierte. Die in den Bezirken



Deutsches Brennstoffinstitut in Freiberg (Foto: Dieter Schmidt, 06/1981, Stadtarchiv Freiberg, Fotothek, Inv.-Nr. M1300)

gie sowie das Rechenzentrum erweitert. Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern konnten 84 Wohnungen zur Verfügung gestellt werden, an deren Baukosten sich das DBI mit 20T M/Wohnung beteiligte. Die Mitarbeitergesamtzahl erreichte am Jahresende 367. Mitte des Jahres 1963 beschlossen das Zentralkomitee (ZK) der SED und der Ministerrat ein „Neues ökonomisches System der Planung und Leitung der Volkswirtschaft“. Seine Wesensmerkmale waren eine höhere Eigenständigkeit der volkseigenen Wirtschaftseinheiten, Stärkung des Wettbewerbs – im Besonderen durch Prämienanreize, um die materielle Interessiertheit der Werktätigen zu fördern. Um die Bearbeitung der Forschungsthemen zu straffen, fasste

Cottbus, Halle und Leipzig bestehenden VVB Braunkohle erhielten sog. wissenschaftlich-technische Institute (WTI) zugeordnet, deren Aufgabe die Lösung aller operativen Probleme der Betriebe dieser Vereinigungen sein sollte. Dem DBI oblag es, die Arbeit der WTI zu koordinieren und den notwendigen wissenschaftlich-technischen Vorlauf zu schaffen. Ebenfalls 1964 wurde eine Gruppe Kohlestatistik in der Abteilung Ökonomie gebildet, die bereits am Jahresende ihren ersten Bericht an alle interessierten Stellen ausreichen konnte. Um die Effektivität der Gesamtforschung zu steigern, wurde anstelle der bisherigen Einzelbearbeitung von Themen nunmehr eine kollektive Herangehensweise vorgeschrieben. Tatsächlich

ließen sich für vergleichbare Aufgaben die Bearbeitungszeiten dadurch nachweislich beträchtlich senken. Das Institut wurde als korporatives Mitglied in die Kammer der Technik (KdT) aufgenommen und eine Betriebssektion gegründet. Die Gruppen Information und Dokumentation, Zentralbücherei und Archiv sowie Organisation und internationale Zusammenarbeit nahmen in der Abteilung Information ihre Tätigkeit auf. Das DBI rechnete letztmals als eigenständige Haushaltorganisation ab. Die Gesamtzahl der Beschäftigten erreichte am Jahresende 449. Der Fokus der Tätigkeit des DBI lag im Folgejahr 1965 auf der Grundlagenforschung, Standardisierung, Zweckforschung, Lösung übertragener Aufgaben und direkten Industrienaufträgen. Das DBI erhielt die Möglichkeit, eigene Unteraufträge zur Lösung von Detailaufgaben zu vergeben, was eine deutlich flexiblere Arbeit ermöglichte. Im Institut wurden vier Hauptabteilungen gebildet: HA Gewinnung, HA Veredlung, HA Bergbaumaschinen und HA Ökonomie. In ihnen fasste man jeweils eng miteinander kooperierende Abteilungen zusammen. Das Brennstoffinstitut arbeitete seit 1965 nach dem Prinzip der wirtschaftlichen Rechnungsführung. Für die Abrechnung mit den jeweiligen Auftraggebern galt nunmehr eine neu erlassene Verordnung über vertraglich vereinbarte Leistungen. Für Leistungen mit Querschnittscharakter erhielt das DBI eine sogenannte VVB-Umlage. Am Jahresende 1965 arbeiteten im Brennstoffinstitut 528 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das Jahr 1966 stand im Zeichen des zehnten Jahrestags der Gründung des Instituts. Dieser Anlass wurde durch eine Festveranstaltung, eine wissenschaftliche Tagung zum Thema „Probleme der Braunkohlegewinnung und -veredlung“ sowie eine Ausstellung unter dem Motto „Zwanzig Jahre volkseigene Kohlenindustrie in der DDR“ gewürdigt. Schirmherr der Feierlichkeiten war der Minister für Grundstoffindustrie K. Siebold, der auch einen Festvortrag über die Perspektiven der Energiewirtschaft in der DDR hielt. Im Zusammenhang mit den Feierlichkeiten wurde vom Verlag für Grundstoffindustrie eine Festschrift „Zwanzig Jahre volkseigener Braunkohlenbergbau“ herausgegeben. Anlässlich seines 65. Geburtstags erhielt Prof. Dr.-Ing. E. Rammeler die Auszeichnung „Hervorragender

Wissenschaftler des Volkes“. Am 1. Oktober 1966 übernahm Dr.-Ing. B. Kahn nach der Berufung von Dr.-Ing. K. Strzodka zum Professor an die Bergakademie die Institutsleitung. Dieser Übergang verdeutlicht die inzwischen erfolgte fast vollständige organisatorische Trennung von der Bergakademie, obgleich nach dem ersten Statut des DBI (siehe oben) vorgesehen war, dass der jeweilige Institutsdirektor stets auch ein Professorenamt an der Bergakademie bekleiden sollte. Zugleich wurde zwischen der BAF und dem DBI ein erster Rahmenvertrag über die künftige wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit abgeschlossen. Die Anzahl der Beschäftigten erreichte am Jahresende 563. Davon waren 237 Frauen. Einen Hoch- oder Fachschulabschluss hatten 200 der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Im Institut wurde eine sogenannte „Kampfgruppe der Arbeiterklasse“ gegründet. Im Jahr 1967 erhielt das DBI die Funktion des Leitinstituts der Erzeugnisgruppe „Feste Brennstoffe“ übertragen. Die Auswahl der Aufgabenkomplexe geschah in enger Abstimmung mit dem Ministerium für Grundstoffindustrie, der VVB Braunkohle und deren WTI. Dabei wurden Aufgaben mit Grundlagencharakter dem DBI, solche der Rationalisierung den WTI, die bzgl. Ausrüstung und Verfahren der Kohleveredlung dem Zentralen Projektierungs-, Konstruktions- und Montagebüro für Kohleveredlung Leipzig (PKM) und schließlich die der Erkundung dem VEB Braunkohlenbohrungen und Schachtbau Welzow (BuS) übertragen. Erstmals war generell vorgeschrieben, die volkswirtschaftliche Effektivität von Forschungsvorhaben auszuweisen. Nachdem die wirtschaftliche Rechnungsführung im Institut eingeführt worden war, konnten auf ökonomischem Gebiet erhebliche Fortschritte erzielt werden. Neu waren im Vergleich zur Abrechnung als Haushaltorganisation die Kontrolle sämtlicher Umlaufmittel, die strenge Erfassung aller Grundmittel und Kontrolle der inventarisierungspflichtigen Anschaffungen und das Aufschlüsseln des Gesamtplans auf die Fachabteilungen und die zugehörige Abrechnung nach Bereichen und Aufgaben. Besonders bedeutsam war die Stabilisierung des Druckgaswerks im Kombinat Schwarze Pumpe, bei der es darum ging, die Ursachen der Korrosion an den Innenmänn-

tern der Generatoren zu lokalisieren und zu beseitigen. Im Laufe des Jahres 1967 wurde im DBI ein Schutzrechtkollektiv gegründet, das sich speziell mit Lizenzen und Patentanmeldungen befasste. Die Anzahl der Beschäftigten blieb gegenüber 1966 praktisch unverändert (564). In Auswertung der vierten Staatsratstagung wurden zu Beginn des Jahres 1968 die Weichen für eine tiefgreifende Umprofilierung des DBI gestellt. Bereits im Februar fand ein Forum des Ministeriums für Grundstoffindustrie im Brennstoffinstitut statt, das sich generell der Konzentration und Effektivitätssteigerung der Forschung widmete. Ihm schloss sich ein Besuch des Ministers Siebold an. Anschließend wurden die Forschungsaktivitäten auf den Gebieten der Kohleveredlung, Tagebautechnik und Instandhaltung eingeschränkt und dafür F&E-Aufgaben auf den Gebieten der Gaserzeugung und -anwendung sowie Kerntechnik neu aufgenommen. Im Zusammenhang mit dieser weitgehenden Neuorientierung wurde die Versuchsbrikettfabrik in Bitterfeld stillgelegt, die Versuchskokerei Siegmars ausgegliedert und die Bildung eines Forschungskollektivs „Gas“ in Vorbereitung des künftigen Einsatzes von Erdgas in der DDR beschlossen. Am 11. November fand unter Leitung Minister Siebolds im DBI eine Beratung zur künftigen Wissenschaftspolitik des Brennstoffinstituts statt. Die dabei festgelegten Aufgabenbereiche waren:

- Entwicklung eines Strukturmodells der Gaswirtschaft unter Berücksichtigung der territorialen Aspekte der Umstellung,
- Vorgehen bei der Nutzung des eigenen Erdgases,
- Rekonstruktion und Umstellung von Ortsnetzen im Hinblick auf den Einsatz von Importerdgas,
- Untergrundspeicherung von Stadt- und Erdgas,
- Endlagerung radioaktiver Abfälle, Transportbehälter für radioaktive Abfälle, Kernbrennstoffzyklus und
- Übernahme von F&E-Aufgaben für das Gaskombinat Schwarze Pumpe.

Die vorgesehene Neuausrichtung auf den Forschungsschwerpunkt Gas anstatt Kohle brachte tiefgreifende Änderungen in allen Bereichen des Instituts mit sich, die nicht nur Auswirkungen auf dessen Struktur bedingten, sondern auch die Belegschaft betrafen. Wegen der Schließung von Außenstellen

fiel die Anzahl der Beschäftigten auf 505. Im Jahr 1969 wurde die formale Umstrukturierung abgeschlossen. Als zweite Leitungsebene wurden folgende Direktionsbereiche gebildet:

- Wissenschaftsentwicklung,
- Gas,
- Kernenergie,
- Technik,
- Ökonomie,
- Auslauf Kohleforschung.

Die Außenstelle Torfinstitut wurde der Universität Rostock zugeordnet. Im April des Jahres 1969 entstand der Fachbereich Leipzig des Brennstoffinstituts Freiberg aus zwei bisherigen Hauptabteilungen des Instituts für Energetik und des WTZ der VVB Energieversorgung, wodurch sich die Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Brennstoffinstituts um 170 erhöhte. Er war künftig für die Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Gasfortleitung, Gasverteilung, Gasspeicherung sowie der hierfür relevanten Automatisierungstechnik in der DDR verantwortlich. Wie es anlässlich des 20. Jahrestags des Bestehens der DDR erwartet worden war, konnten trotz der Schwierigkeiten der Umprofilierung pünktlich zum 7. Oktober 1969 erste Ergebnisse

der neuen Fachbereiche Gas und Kerntechnik vorgelegt werden. Die Zahl der Beschäftigten im Institut erhöhte sich bis zum Jahresende auf 638.

Resümee und Ausblick

In einem reichlichen Jahrzehnt gelang es, die Grundidee von einem für alle Fragen der Energiewirtschaft in der DDR zuständigen Forschungsinstitut zu verwirklichen. Angesichts der damaligen Verhältnisse, die noch stark durch die Folgen des Weltkriegs und zugleich durch die letztlich wirtschaftsferne Parteiideologie geprägt waren, stellte das einen bemerkenswerten Erfolg dar. Man muss dabei allerdings bedenken, dass im Rahmen der ersten staatlichen Wirtschaftspläne die volkseigene Energiewirtschaft überproportional mit Investitionsmitteln ausgestattet worden war, um Kriegszerstörungen und Reparationsverluste durch Demontagen ganzer Betriebseinheiten möglichst rasch auszugleichen. Die anerkannt hohe wissenschaftliche Reputation der ersten Direktoren des Brennstoffinstituts war sicher sehr von Nutzen beim Überwinden von Anlaufschwierigkeiten. Die am Anfang der 70er Jahre proklamierte weitgehende Abkehr von der

Braunkohlenforschung ist letztlich nicht wirklich zum Tragen gekommen. Die DDR setzte weiterhin auf die Förderung eigener Braunkohle, um nicht den starken Schwankungen der Ölpreise auf dem Weltmarkt ausgesetzt zu sein, die sich mit zeitlicher Verzögerung auch auf den Preis des aus der Sowjetunion importierten Erdgases auswirkten. Deswegen ungeachtet entstanden zugleich mit den am Ende der Aufbauphase des DBI neu gebildeten Bereichen Gas und Kernenergie zwei Forschungseinheiten, die die ihnen zugeordnete Funktion in der Energiewirtschaft der DDR nachweislich erfüllt haben.

Literatur

Autorenkollektiv: Neubert, S., Kroll, F., Bratke, M., Bartzsch R., Hartung, W.: Brennstoffinstitut Freiberg Chronik 1956-1969, Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden 1985

Brennstoffinstitut Freiberg, Leitstelle für Information und Dokumentation, Kuhr, M. (Redakteur): Wissenschaftlich-technisches Kolloquium „25 Jahre Brennstoffinstitut Freiberg“ am 2. Oktober 1981, Broschüre, Eigendruck

Brennstoffinstitut Freiberg, Informationszentrum, Kuhr, M. (Redakteur): Wissenschaftlich-technisches Kolloquium „30 Jahre Brennstoffinstitut Freiberg“ am 17. Oktober 1986, Broschüre, Eigendruck

Friedrich-Ebert-Stiftung: Die Energiepolitik der DDR, 1988, Verlag Neue Gesellschaft GmbH, Bonn

Julius Albin Weisbach – Professor für Mineralogie an der Bergakademie Freiberg am Ende des 19. Jahrhunderts

Götz P. Rosetz

Im 19. Jahrhundert war die Mineralogie eine Paradedisziplin an der Bergakademie in Freiberg. Begründet hatte diesen Ruf der wohl international berühmteste Freiburger Mineraloge Abraham Gottlob Werner Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Aus aller Welt schrieben sich Studenten an der Bergakademie ein, um bei Werner zu studieren. Werner starb 1817, seine Nachfolger wurden Friederich Mohs, von 1818 bis 1826, und schließlich ab 1826 August Breithaupt, der 40 Jahre lang die Mineralogie in Sachsen beherrschte. Als er wegen eines Augenleidens seine Professur an der Bergakademie aufgeben musste, schlug das Oberbergamt dem Finanzministerium in Dresden vor, einen drei Jahre zuvor als Physikprofessor berufenen 33 Jahre alten Freiburger, Julius Albin Weisbach, mit der Professur für Mineralogie zu betrauen. Das Ministerium hatte große Bedenken, denn der Kandidat war in der wissenschaftli-

chen Welt nicht genügend bekannt und man traute ihm nicht zu, zwei so wichtige Lehrfächer wie Physik und Mineralogie gleich vorzüglich zu lehren (1). Das waren sicher berechtigte Bedenken, aber da kein besserer Bewerber zur Verfügung stand und Breithaupt sich für Weisbach als Nachfolger einsetzte, wurde Albin Weisbach 1866 zum Professor für Mineralogie berufen.

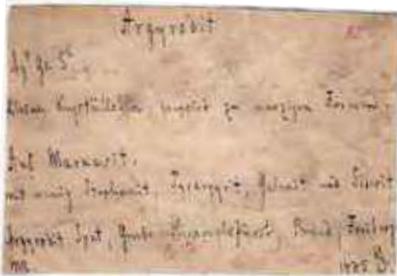
Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts, also über 30 Jahre lang, war Albin Weisbach ein allseits geschätzter Lehrer für Mineralogie und erhielt für seine erfolgreiche Tätigkeit zahlreiche Ehrungen: 1876 Bergrat, 1882 Ritterkreuz erster Klasse des Königlichen Verdienstordens, 1893 Oberbergrat und schließlich 1899 Geheimer Bergrat.

Dieser zu seiner Zeit sehr verehrte Mineralogieprofessor ist nach seinem Tode etwas in den Hintergrund gerückt. In Freiberg (Weisbach-Straße, Weisbach-Gym-



Albin Weisbach, Gemälde von P. Missbach (Foto: W. Rabich in Wissenschaft vor Ort, 2005)

nasium) und an der Bergakademie (Weisbach-Bau oder Weisbach-Preis) verbindet man mit dem Namen Weisbach immer seinen Vater Julius Weisbach, den international bekannten Professor für angewandte Mathematik, Mechanik und Markscheidkunde. Nur ausgewiesene Sammler sächsischer Minerale und natürlich die Mineralogische Sammlung der TU Bergakademie würdigen heute noch Albin Weisbach. So hat A. Massanek 2005 im Bildband: Wissenschaft vor Ort (2) eine Kurzbiographie



Argyrodit mit Originaletikett von A. Weisbach (Fotos: Mineralogische Sammlung der TUBAF).

von ihm veröffentlicht, und seit dem Jahre 2012 kann man im Krügerhaus in der Sammlung Deutschland in einer Vitrine Minerale mit Originaletiketten von Albin Weisbach sehen.

Über den Mineralogie-Professor gibt es nur wenige Veröffentlichungen. Die wohl mit Abstand umfangreichste ist ein Nachruf von dem bekannten Heidelberger Mineralogen und Kristallographen Victor M. Goldschmidt, der bei Weisbach in Freiberg studiert hatte, mit ihm befreundet war und ihn auch oft in Freiberg besuchte (3).

Das Leben und Wirken Julius Albin Weisbachs ist eng mit Freiberg verbunden. Hier ist er als Erstgeborener von Julius Weisbach und seiner Ehefrau Marie, geb. Winkler, am 6. Dezember 1833 zur Welt gekommen. Die Schwester seiner Mutter war übrigens die Frau von Prof. August Breihaupt, der also sein Onkel war. Und was noch interessant ist: Der berühmte Chemiker Prof. Clemens Winkler ist sein Vetter; zu ihm stand er in engem Kontakt. Albin wuchs mit zwei jüngeren Schwestern wohlbehütet im Professorenhaushalt

von Julius und Marie Weisbach auf. Frühzeitig machte sein Vater, der bei Mohs in Freiberg und Wien Mineralogie studiert hatte und mit Mohs befreundet war, ihn mit der Wunderwelt der Minerale vertraut und förderte seine Entwicklung. 1842 erfüllte Albin die Voraussetzungen für die Aufnahme ins Freiburger Gymnasium, das er bis 1850 besuchte (4). Sein Vater setzte sich dafür ein, dass er im Herbst mit dem Studium an der Königlichen Bergakademie beginnen konnte. Zu seinen Studienkollegen gehörten z. B. Gustav Plattner, der Sohn von Prof. Carl Friedrich Plattner, Gustav Zeuner, C. A. Schiffner – um nur die bekanntesten zu nennen. Im Jahresbericht 1851/52 an das Oberbergamt – in jedem Studienjahr mussten die Professoren eine ausführliche Beurteilung über die Studenten abgeben – lobte Prof. Breihaupt Albin Weisbach als ein mineralogisches Talent (5), und dieser erhielt eine Prämie.

Nachdem Albin bis 1853 in Freiberg „mit vorzüglichem Erfolg“ studiert hatte, schickte ihn sein Vater zum weiteren Studium der Naturwissenschaften, speziell Physik und Mineralogie, an die Universitäten nach Leipzig (Oktober 1853 – Mai 1854), Berlin (Oktober 1854 – Mai 1855), Göttingen (Oktober 1855 – August 1856) und Heidelberg (April 1857 – August 1857). Über die Studienzeit an den Universitäten liegt ein Briefwechsel zwischen Julius Weisbach und seinem Sohn vor, aus dem hervorgeht, wie ihn sein Vater gelenkt, aber auch ermahnt hat, fleißig zu studieren und sich von allen Verbindungen fern zu halten (6). In Freiberg hatte sich Albin ja der Verbindung Montania angeschlossen.

Aus Heidelberg kehrte Albin Weisbach als Dr. phil. im Sommer 1857 nach Freiberg zurück. An der Ruprecht-Karls-Universität wurde er mit einer Dissertation „Ueber die Monstrositäten tesseral krystallisierender Mineralien“ erfolgreich (summa cum laude) promoviert. Zurück in Freiberg nahm er eine Assistentenstelle bei Prof. Breihaupt an und erhielt am 17. Oktober 1857 eine vorläufige Unterrichtserteilung für Mineralogie an der Bergschule und für mineralogische Übungen an der Bergakademie. Diese neue Studienform hatte Breihaupt 1842 eingeführt. Ein Jahr später wurde Weisbach festangestellter Lehrer für Mineralogie an der Bergschule in Freiberg, musste aber im Auftrag von Breihaupt weiterhin die mineralogischen Übungen an der Bergakademie übernehmen. Ab 1858 las er zusätzlich Physik an der Bergakademie, habilitierte sich 1860, wurde Dozent und im Jahre 1863 Profes-

sor für Physik als Nachfolger von Prof. Ferdinand Reich, einem seiner Lehrer (7). Auch als Physikprofessor beschäftigte er sich intensiv mit Mineralen, und er führte die mineralogischen Übungen weiterhin durch. Um den Studenten den Zugang zur Mineralbestimmung zu erleichtern, schrieb er 1866 ein Bestimmungsbuch: „Tabellen zur Bestimmung der Mineralien nach äußeren Kennzeichen“ (8). Ganz in der Tradition Werners und seiner Nachfolger Mohs und Breihaupt liefert er mit diesen Tabellen einen Leitfaden zur Mineraldiagnostik nach äußerlich erkennbaren Merkmalen. Weisbachs Bestimmungsbuch wurde zu einem Bestseller, erschien in mehreren Sprachen; bis zu seinem Tode kamen fünf Auflagen heraus. Unter seinem Nachfolger Prof. Friedrich Kolbeck waren es nochmals acht Auflagen, jeweils auf den neusten Stand gebracht. Als Albin Weisbach 1866 zum Professor für Mineralogie berufen wurde, stellte man ihm zur Entlastung den jungen Diplomanden Alfred Wilhelm Stelzner, später Professor für Geologie an der Bergakademie, zur Seite. Bis 1870 übernahm Stelzner die Ausbildung der Mineralogie an der Bergschule, die mineralogischen Übungen an der Bergakademie und wirkte als Akademieinspektor. So konnte sich Weisbach voll auf die Vorlesungen Mineralogie, Kristallographie und Physik konzentrieren. Allerdings war die Belastung für ihn zu hoch, er bekam eine schwere Nervenerschütterung (3) und musste seine Lehrtätigkeit unterbrechen. Als er sie 1868 wieder aufnahm beschloss er, die Professur für Physik aufzugeben und sich voll und ganz auf die Mineralogie zu konzentrieren. Zu den Mineralen hatte er ein besonderes, ja sogar ein liebevolles Verhältnis. Sie waren für ihn Wunderwerke der Natur, mit denen man sorgsam umgehen musste. Das versuchte er auch seinen Studenten nahezubringen. So wurde die große akademische Mineralsammlung sein Allerheiligstes.

Zwischen Mitte April und September 1881 untersuchte er alle Mineralstufen in seinem Bereich und legte eine Liste (9) über 28 439 Stück an. Eine beeindruckende Leistung, bei der ihm seine vorzügliche Mineralkenntnis zugute kam. Bleibende wissenschaftliche Verdienste erwarb er durch seine elf Erstbeschreibungen von Mineralen. Dazu zählt der „Jahrhundertfund“ 1871 auf der Grube Weißer Hirsch in Schneeberg, wo Weisbach fünf Uransekundärminerale entdeckte (10) und benannte (Walpurgin, Trögerit, Uranospinit, Uranosphärit, Zeunerit). Auf ein Mineral muss

aber besonders hingewiesen werden: Es ist Argyrodit, ein Silbermineral von der bekannten Grube Himmelsfürst in Michaelis bei Freiberg. Dieses Mineral untersuchte Weisbach sehr gründlich und gab ihm wegen des hohen Silbergehalts den Namen (argyron = silberreich). Die chemische Analyse hatte Prof. Hieronymus Theodor Richter durchgeführt. Aufgrund Weisbachs Bedenken an deren Richtigkeit ließ er das Mineral von seinem Neffen Clemens Winkler nochmals gründlich analysieren (11). Das führte schließlich zur Entdeckung eines neuen Elements, das auf Weisbachs Vorschlag von Clemens Winkler den Namen Germanium erhielt. Winkler schrieb eine interessante Widmung auf ein Separatum seiner Veröffentlichung von 1886 für Prof. Dr. Kolbeck: „Ohne Argyrodit kein Germanium – erst Mineralogie, dann Chemie“ (12). So hatte also auch Albin Weisbach einen Anteil an der Entdeckung des Germaniums. Schwerpunkt seiner Tätigkeit als Professor für Mineralogie an der Königlichen Bergakademie war es, den angehenden Freiburger Berg- und Hütteningenieuren umfangreiche Mineralkenntnisse zu vermitteln. So verfasste er für die Mineralogie-Vorlesung zwei Veröffentlichungen: „Synopsis mineralogica“ 1875 (13) und „Characteres mineralogici“ 1880 (14). Seit 1872 war die Mineralogie Prüfungsfach bei der Diplomprüfung. Die Studenten für Minerale zu begeistern gelang Weisbach dank seines ausgeprägten pädagogischen Geschicks. Im Nachruf (3) schrieb V. M. Goldschmidt: „Der Inhalt seiner Belehrung war nicht kaltes Verstandswissen, sondern durchgeistigtes Gefühl für die Sache, die den Schüler erwärmte und an den Gegenstand wie an den Lehrer fesselte“. Diese ansteckende Begeisterung für die Sache machte Albin Weisbach zu einem so wirksamen und beliebten Lehrer.

Beliebt war er nicht nur bei Studenten, sondern auch im Freiburger bergmännisch-akademischen Kreis, dem die Professoren und auch die Bergräte mit ihren Familien angehörten. Sie besuchten sich gegenseitig, feierten gemeinsam, und so ist es nicht verwunderlich, dass verwandtschaftliche Beziehungen entstanden. Albin Weisbach heiratete im September 1860 eine Tochter des bekannten Bergrats Schwammkrug, Lea Schwammkrug. Er freute sich über die Geburt seiner Tochter Martha, die sich später mit dem Hüttenmeister Wohlfart verheiratete und ihm vier Enkel schenkte. Die Taufe der Enkelkinder war jeweils ein großes Fest, an dem viele bekannte Persönlichkeiten Freibergs teilnahmen. Die

Tagebuchnotizen von Albin Weisbach (15) geben Auskunft über seine vielfältigen gesellschaftlichen Aktivitäten (Skatabende, Kegelwettbewerbe, Theaterbesuche, Verbindungstreffen). 1887 konnte er sein neues Haus in der Annaberger Str. 5, heute Haus des DRK, beziehen. Es war groß genug, um auch Gästen Quartier zu bieten. Manch schöne Feste wurden hier gefeiert.

Im Jahre 1900 nahm er noch im Oktober die Diplomprüfungen ab, aber dann verschlechterte sich sein Gesundheitszustand rapide. Der letzte Eintrag in sein Tagebuch (15) stammt vom 20. Januar 1901: Besuch von Vetter Clemens Winkler sowie seinem Sohn, dem Mediziner. Weisbach wurde nach Naunhof in die Nervenheilanstalt gebracht, wo er am 26. Februar 1901 an einem Herzschlag in den Armen seiner Frau starb.

Die Bergakademie hatte bereits vorher reagiert und am 12. Februar als Vertreter für den erkrankten Weisbach den Prof. für Lötrohrprobiertechnik Dr. Friedrich Kolbeck eingesetzt (7). Er wurde dann zu seinem Nachfolger berufen. Unter großer Anteilnahme wurde Albin Weisbach auf dem Donatsfriedhof in Freiberg beigesetzt. Sein Grab an der Friedhofsmauer kann heute noch besucht werden.

Ein Jahr nach dem Tod ihres Mannes, am 10. Juli 1902, übergab Lea Weisbach dem damaligen Rektor der Königlichen Bergakademie Freiberg und kunstsinnigen Professor für Mathematik, Oberbergrat Papperitz, ein Bild ihres Mannes (7). Gemalt hatte es der damals im Freiburger Raum sehr geschätzte Kunstmaler Paul Missbach. Es wurde in Weisbachs Wirkungsstätte, der Mineralogischen Sammlung, aufgehängt. Mit dem Umzug der Sammlung 1914 in den Institutsneubau in



Grabmal auf dem Donatsfriedhof

der Brennhausgasse sorgte Prof. Kolbeck dafür, dass diese Arbeit ihren Ehrenplatz im Mineralogischen Sammlungssaal erhielt. Heute befindet sich das Gemälde im imposanten Neubau der Universitätsbibliothek – im stilvoll eingerichteten Sonderlesesaal des Wissenschaftlichen Altbestands. Albin Weisbach ist es wert, dass man sich auch heute noch an ihn erinnert; Prof. Carl Schiffner schreibt über ihn: „Mit ihm ist ein gutes Stück Altfreiberg dahingegangen.“ (16).

Für die Unterstützung bei der Recherche möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva, Leiterin des Universitätsarchivs, Frau Dr. Christin Kehler, Kustodin der Lagerstättenammlung, und Frau Angela Kugler-Kießling, Leiterin Wissenschaftlicher Altbestand der Universitätsbibliothek, TU Bergakademie Freiberg, bedanken.

Quellen:

- (1) Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg (UAF), Akte OBA 10653, Bd. 3
- (2) Wissenschaft vor Ort. Bilder zu Geschichte und Gegenwart der TU Bergakademie Freiberg. TU Bergakademie Freiberg 2005
- (3) Viktor M. Goldschmidt: Albin Weisbach. In: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1902, S. 417-425
- (4) UAF, Zc 46 (Belegarbeit von Andrea Docekal über Albin Weisbach, Juli 1988)
- (5) UAF, Akte OBAJ 11258, Bd. 134
- (6) Geowissenschaftliche Sammlungen der TU Bergakademie: Akte Albin Weisbach, Briefwechsel zwischen Julius und Albin Weisbach zwischen 1853 und 1857
- (7) UAF, Akte OBA 10653, Bd. 4
- (8) Albin Weisbach: Tabellen zur Bestimmung der Mineralien nach äußeren Kennzeichen. Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1866
- (9) Universitätsbibliothek der TU BAF, Wiss. Altbestand: Mineralogische Sammlung, Auflistung von Albin Weisbach 1882
- (10) Albin Weisbach: Neue Uranerze von Neustädtel bei Schneeberg. In: Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1873, S. 119-121
- (11) Albin Weisbach: Argyrodit, ein neues Silbererz. In: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie 1886, Bd. 2, S. 67-71
- (12) Peter Schmidt: Erinnerung an den 50. Todestag des Mineralogen Friedrich Ludwig Wilhelm Kolbeck (1860-1943) In: Nachrichtenblatt zur Geschichte der Geowissenschaften 3 (1993), S. 116-119
- (13) Albin Weisbach: Synopsis mineralogica. J.G. Engelhardt'sche Buchhandlung, Freiberg 1875
- (14) Albin Weisbach: Characteres mineralogici. J.G. Engelhardt'sche Buchhandlung, Freiberg 1880
- (15) Geowissenschaftliche Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg: Akte Albin Weisbach, Tagebuchnotizen Albin Weisbach von 1887-1901, Abschrift seines Enkels
- (16) Carl Schiffner: Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten, Bd. 1, S. 38-39. Mauckisch, Freiberg 1935

Von Soldaten zu Studenten – Aspekte aus der 150-jährigen Geschichte des Gebäudes Lessingstraße 45

Peter Hauschild

Eines der großen und markanten Gebäude außerhalb des Freiburger Altstadttrings ist jenes an der Lessingstraße 45. Der ehemalige Kasernenkomplex steht heute unter Denkmalschutz. Aufgrund seiner vielfältigen und langen Nutzung ist er bau-, militär-, orts- sowie stadtentwicklungsgeschichtlich von großer Bedeutung – und ebenso für die jüngere Geschichte der Freiburger Bergakademie.



Abb. 1: Das historische Gebäude Lessingstraße auf einer zeitgenössischen Postkarte – damals noch als Kaserne der „12er-Jäger“ mit Wachhäuschen.

1872 begann der Bau einer Kaserne für das sächsische Militär. Deren Aussehen wurde dabei durch das große als Mannschaftshaus genutzte Hauptgebäude geprägt, das durch seine horizontale Ausdehnung beeindruckte. Die Gestaltung erfolgte für die Zeit der Entstehung im Historismus typisch in einer Form der damals vorherrschenden Neostile, in diesem Fall den der Neorenaissance. Das Eingangsportale wurde mit einem markanten Löwenkopf als Schlussstein geschmückt, der das Wappentier Sachsens aufnimmt. Im Inneren setzte sich der zeittypische Geschmack fort. Im Treppenhaus fanden sich hervorragend postierte Laternen als Beleuchtung und Eisengeländer. Im Juni 1874 konnte die Anlage vom geplanten ersten Nutzer bezogen werden – dem seit 1867 in Freiberg stationierten 1. Königlich Sächsischen Jäger-Bataillon Nr. 12. Für dessen Soldaten diente die große Kaserne als neuer Wohnraum und Übungsort. Im Volksmund war diese Einheit verkürzt als die „12er-Jäger“ bekannt. Das Gebäude blieb für die nächsten Jahrzehnte in militärischer

Nutzung. Mit Ausbruch des Ersten Weltkriegs zog der Großteil der Soldaten aus der Kaserne zum Kämpfen an die Fronten. Nach Kriegsende wurde das 1. Königlich Sächsische Jäger-Bataillon Nr. 12 im Jahr 1919 demobilisiert. Die in der Kasernenanlage befindliche Garnisonsverwaltung stellte aber noch im gleichen Jahr Räume für die Einlagerung von Waffen des Freiburger Zeitfreiwilligen-Bataillons zur Verfügung, in dem auch viele Freiburger Studenten und Lehrkräfte vertreten waren.

Intensiv genutzt wurde das Gebäude wieder nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs, wo verschiedenste Nutzer das verfügbare Raumangebot der ehemaligen Kasernenanlage für sich in Anspruch nahmen. Von 1949 bis 1952 hatte die SAG Wismut hier für Ausbildungszwecke Räume. 1953 zog die 1949 gegründete Arbeiter- und Bauern-Fakultät (ABF) der Bergakademie Freiberg in das Gebäude ein, die den Ehrennamen des ersten und einzigen Präsidenten der DDR – Wilhelm Pieck – erhielt. Die Freiburger ABF war neben der in Halle a. d. S. die einzige dieser Einrichtungen, die nach der Schließungswelle 1963 weiterhin bestand. Zu den vielen Absolventen, die diese Bildungseinrichtung erfolgreich absolvierten, gehörte zum Beispiel auch der spätere Rektor der Bergakademie Freiberg Dietrich Rotter. Erst nach der deutschen Wiedervereinigung 1990 endete der Betrieb der ABF. Aus dem Ansatz, möglichst vielen Menschen einen höheren Bildungsabschluss und damit ein Studium und eine berufliche Weiterqualifikation zu ermöglichen, ging aus der ehemaligen ABF 1991 das Freiberg-Kolleg hervor. Ein Jahr später wechselte



Abb. 2: Die heutige Gebäudeansicht mit der historischen Fassadenfront mit markantem Mittelrisalit und dem durch Säulen begrenzten Portal, das von einem Löwenkopf geschmückt wird.

die Einrichtung in die Verantwortung des Sächsischen Kultusministeriums über. 1997 verließ das Freiberg-Kolleg das Gebäude Lessingstraße 45 und zog schließlich in das Schulgebäude in der Bergstiftungsgasse 1 um.



Abb. 3: Das aufwendig gestaltete historische Treppenhaus, in dem die historisierenden Gestaltungsmerkmale dominieren: Laternen auf Postamenten und Eisengeländer.

Als ein anderer großer Nutzer von Räumen sollte sich das Institut für Elektrotechnik erweisen. Dabei stach neben dem Hörsaal besonders das von 1953 bis 1954 eingerichtete Hochspannungslaboratorium des Instituts hervor. Dieses diente im Rahmen von Vorlesungen dazu, Probleme der Energieversorgung und Hochspannungstechnik zu veranschaulichen und damit das „unsichtbare Phänomen“ der Elektrizität mit eindrucklichen Experimenten begreifbar zu machen. Bei der Einrichtung des Versuchslabors sowie einer späteren Modernisierung im Jahr 1964 war Professor Joachim Wrana, zu dieser Zeit Institutsdirektor und Professor für Elektrotechnik, federführend. Nach seinen Plänen waren Teile der Ausstattung, wie etwa eine Hochspannungs-Stoßanlage und zwei Funkenstrecken, von der institutseigenen Werkstatt gebaut worden. Das erhaltene Versuchslabor ist in seiner Originalität und Authentizität ein wichtiges Zeugnis für den Stand der Elektrotechnik in den 1950er und 1960er Jahren. Es stand dabei unter dem Motto „Theoria cum Praxi“ für die Art der Lehre an der Bergakademie, theoretisches Wissen praktisch zu vermitteln. Noch heute lassen sich in sicherem Ab-

stand aber doch nah am Zuschauer viele hochspannungstechnische Experimente von großem Dokumentations- und Erlebniswert vorführen. Daher wurde das Versuchslaboratorium in der jüngeren Vergangenheit für publikumswirksame Vorführungen genutzt, wie gelegentlich zu Alumnitreffen mit Absolventen und ehemaligen Mitarbeitern. Da das Hochspannungs-Laboratorium so einmalig ist und damit eine besondere technikgeschichtliche und wissenschaftshistorische Bedeutung hat, steht es wie das Gebäude Lessingstraße 45 selbst unter Denkmalschutz.

Nach der Gründung der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften (Fakultät 6) im Jahr 1993 wurde die Lessingstraße 45 mit ihren Räumlichkeiten für viele Jahre der zentrale Punkt für die Professoren, Mitarbeiter und Studenten der Fakultät in den im Gebäude verfügbaren Hörsälen und Seminarräumen. Ebenso wurden Sprachlabore des Internationalen Universitätszentrums (IUZ) für die Fremdsprachenausbildung der Studenten eingerichtet. Mit dem Umzug der Fakultät 6 und des IUZ im Jahr 2015 in den umgebauten und renovierten Gebäudekomplex am Schlossplatz (das sogenannte Schlossplatzquartier) endete diese Episode in der Nutzung des Gebäudes.

Dennoch übernimmt bis heute das Gebäude Lessingstraße 45 wichtige Aufgaben für die Universität. Die dem Institut für Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte (IWTG) zugeordnete Kustodie, die den Großteil der universitätseigenen Sammlungen betreut, hat hier Büroräume und Lagerflächen zur Unterbringung von Teilen der Sammlungen. Andere Bereiche sind als Werkstatt für die Kollegen der Restaurierung ausgebaut. So finden sich Stücke aus dem Bestand der historischen Modellsammlung von Professor Emil Treptow und auch modernere Exemplare von Modellen, die auf Grund ihrer Größe entsprechend Lagerplatz benötigen. Diese werden immer noch in die aktuelle Forschung und Lehre des IWTG eingebunden – so zum Beispiel bei einem DFG-Projekt zur Rekonstruktion und Analyse der baukonstruktionsgeschichtlichen Entwicklung des Stahl- und Metalleichtbaus in der DDR. Für diese Untersuchung spielten Modelle des VEB Metalleichtbaukombinats Leipzig aus dem Sammlungsbestand der Kustodie eine wichtige Rolle. Neben



Abb. 4: Ein kleines Stück eingefrorene Zeit – aber wie lange noch? Blick in die Aula (Raum 1001) des Gebäudes Lessingstraße 45.

den veröffentlichten Forschungsergebnissen konnte 2024 aus dem Bestand in der Lessingstraße ein einmaliges Modell des nicht mehr vorhandenen Palasts der Republik für die Sonderausstellung „Hin und weg – Der Palast der Republik ist Gegenwart“ im Humboldt Forum in Berlin verliehen werden.

Ebenso ergab sich die Möglichkeit einer weiteren Raumnutzung durch das Universitätssportzentrum, das größere Räume als Sporthallen für verschiedene Kurse aus seinem Angebot, wie Tanzkurse oder Yoga, benötigt.

Das Gebäude erfährt mittlerweile nicht mehr nur eine universitäre Nutzung. So beherbergt der Nordflügel zugleich eine Polizeidienststelle, in der der Kriminaldienst des Polizeireviers Freiberg untergebracht worden ist.

Für die weitere Verwendung in den kommenden Jahrzehnten für das dem Freistaat Sachsen gehörende Gebäudeareal gibt es bereits Pläne. Dieses soll ertüchtigt und umgebaut werden, um ein großes Behördenzentrum, unter anderem mit einem zentralen mittelsächsischen Finanzamt, unterzubringen. Auch die Schaffung von Räumlichkeiten für das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie ist angedacht. Wann dies alles tatsächlich umgesetzt werden kann, bleibt abzuwarten, da aktuell die TU Bergakademie Freiberg die verfügbaren Räumlichkeiten in der Lessingstraße 45 als Ausweichräume für die Mitarbeiter der Fakultät für Chemie, Physik

und Biowissenschaften (Fakultät 2) während der Sanierungsarbeiten am denkmalgeschützten Clemens-Winkler-Bau nutzt.

Wenngleich die zukünftige Entwicklung dazu führen wird, dass das Gebäude Lessingstraße 45 für die TU Bergakademie Freiberg vermutlich keine Rolle mehr für die eigene Nutzung spielt, so bleibt doch dieses große Haus durch seine historische Bedeutung immer eng mit der Geschichte der Bergakademie verbunden.

- 1 Vgl. Engewald, Gisela-Ruth: Die bauliche Entwicklung Freibergs von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis 1914. In: Hoffmann, Yves; Richter, Uwe (Hrsg.): Denkmale in Sachsen. Stadt Freiberg. Beiträge. Band I. Freiberg 2002, S. 144-145 und Richter, Uwe: Gebäude Lessingstraße. In: Rektor der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Wissenschaft vor Ort. Bilder zu Geschichte und Gegenwart der TU Bergakademie Freiberg. Freiberg 2005, S. 200.
- 2 Die eigentümliche Angabe mit einer doppelten Zählung rührt aus der Tatsache, dass das Königreich Sachsen im Deutschen Kaiserreich nach 1871 ein Kontingent für das Militär des Reiches unter preußischer Dominanz stellen musste. In der Zählung des Sächsischen Heeres war es das 1. Jäger-Bataillon aber in der Gesamtzählung des „Deutschen Heeres“ die Nr. 12. Das 2. Jäger-Bataillon des Königreichs Sachsen war in der logischen Folge dann dort als Nr. 13 geführt.
- 3 Vgl. Pohl, Norman: „Sie sehen, ich sehe die Dinge durchaus politisch...“. Die Bergakademie auf dem Weg zur sozialistischen Hochschule. In: Rektor der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Wissenschaft vor Ort. Bilder zu Geschichte und Gegenwart der TU Bergakademie Freiberg. Freiberg 2005, S. 167 u. 171.
- 4 Vgl. Miethke, Ingrid: Die Arbeiter- und Bauern-Fakultäten (ABF) als Forschungsgegenstand der Bildungs- und Hochschulgeschichte der DDR. Eine Bestandsaufnahme. In: Die Hochschule, 1/2006, S. 170.
- 5 Vgl. Schlieff, Hartmut; Volkmer, Roland; Kaden, Herbert: Catalogus Professorum Fribergensis. Freiberg 2015, S. 265.
- 6 Vgl. Wrana, Joachim: Institut für Elektrotechnik. In: Rektor und Senat der Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Bergakademie Freiberg. Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. Nov. 1965. Band 2. Leipzig 1965, S. 242.
- 7 Vgl. Preißler, Stefanie; Bornkamp, Constance: FAN(-Mitglied) werden! In: ACAMONTA, Zeitschrift für Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg 22 (2015), S. 124-125.
- 8 Vgl. [o. A.]: Erster Bauabschnitt des Schlossplatzquartiers feierlich übergeben. In: ACAMONTA, Zeitschrift für Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg 22 (2015), S. 126.
- 9 Vgl. Heinrich, Annkathrin; Mende, Volker: Modell und Original – Stahleleichtbau in der DDR. In: Industriekultur 1/2024, S. 13-15.

Stadtarchiv Freiberg am neuen Standort im Herderhaus wiedereröffnet

Ines Lorenz

Wer zahlte unter den an der Bergakademie Beschäftigten 1831/32 für seinen Weinkonsum die höchsten Steuern? Welche Professoren waren Mitglieder der Freimaurerloge „Zu den drei Bergen“? Welche Vorbereitungen traf der Freiburger Rat für den Aufenthalt des Kurfürstlichen Administrators Xaver im November 1765 in Freiberg, der bekanntlich maßgeblich zur Gründung der Bergakademie beitrug?

Diesen und anderen spannenden Fragen kann jeder Geschichtsinteressierte nun im hochmodernen Lesesaal des Freiburger Stadtarchivs in der Herderstraße 2 nachgehen. Zehn Nutzerplätze sowie ein separater Arbeitsplatz für großformatiges Archivgut laden dazu ein, sich mit der Geschichte unserer Stadt zu beschäftigen. Die Nutzerplätze können auf Schulklassenstärke aufgestockt werden, damit das Stadtarchiv als außerschulischer Lernort wirken kann. Die Beleuchtung im Gebäude ist UV-frei, um das unikale Archivgut zu schützen. Ein



Neuer Standort des Stadtarchivs Freiberg im Herderhaus



Moderner Ergänzungsbau mit Archivmagazinen, Depot des Stadt- und Bergbaumuseums sowie einer Tiefgarage

leistungsstarkes Besucher-WLAN macht digitales Arbeiten leicht. Erstmals bietet das Stadtarchiv im Lesesaal an zwei PCs eine Gastrecherche in der Fachdatenbank AUGIAS an. Nahezu 100.000 Datensätze sind nun frei recherchierbar, darunter



Hofansicht des Stadtarchivs mit neogotischer Freitreppe sowie gläsernem Verbindungsbau zwischen Herderhaus und Ergänzungsbau

die Ratsakten aus dem Zeitraum 1500-1885, die Bildpostkartensammlung zu Freiberg und Umgebung mit Digitalisaten der Vorder- und Rückseiten von etwa 5.000 historischen Ansichtskarten, die Handschriftensammlung des Freiburger Altertumsvereins und Teile der Kartensammlung mit teilweiser Anbindung von Digitalisaten. Das Archivgut des Historischen Ratsarchivs, das bisher nur über Karteikarten recherchierbar war, ist nun auch in der Fachdatenbank erfasst. Zudem sind besonders bedeutende Quellen wie das Freiburger Stadtrecht, die Bürgermatrikel, die Register der Ratsitzungsprotokolle von 1568-1807, das Freiburger Bergrecht und die Bergurteile des Freiburger Bergschöppenstuhls als Digitalisate im Lesesaal einsehbar. Eine umfangreiche Handbibliothek zur Lokal- und Regionalgeschichte sowie Historischen Hilfswissenschaften ergänzt das Angebot. Im separaten Mikrofilmlesesaal stehen zwei Arbeitskabinen für die Einsichtnahme in verfilmtes Archivgut (wie beispielsweise die Lokalzeitungen ab 1800) zur Verfügung.

Das Stadtarchiv hatte über Jahrzehnte gravierende Platzprobleme; neben dem Hauptsitz im Freiburger Rathaus waren fünf zusätzliche Archivdepots im Stadtgebiet entstanden. Diese wurden nun systematisch geräumt und alle Bestände in einem dreimonatigen Umzug 2024 im Herderhaus zusammengeführt. Die einzige Ausnahme bildet das Historische Ratsarchiv mit der mittelalterlichen Überlieferung der Stadt Freiberg, dieses verbleibt im Freiburger Rathaus. In die Zuständigkeit des Stadtarchivs gelangten nun auch die Fotothek sowie die



Der Besuchereingang in der Herderstr. 2 mit Rustikaportal und Bergmannshermen



Besucherfoyer mit originalen Bergmannshermen der Hausportale



Anmeldetresen für Archivbesucher

Historische Bibliothek des Freiburger Altertumsvereins; beide Bestände wurden aus dem Stadt- und Bergbaumuseum ins Herderhaus verlagert und sind künftig im Lesesaal nutzbar. Dass der Sanierung des Herderhauses die fast zeitgleiche Errichtung eines Ergänzungsbaus folgen konnte, erweist sich im Hinblick auf die Lagerungskapazitäten für städtisches Kulturgut als besonderer Vorteil. Während im sanierten Herderhaus das Stadtarchiv mit sämtlichem dauernd aufzubewahrenden Archivgut (ca. 2.500 lfm und



Blick in den Lesesaal

20.000 Karten) und 800 lfm historische, wissenschaftliche Buchbestände untergebracht sind, finden im Neubau das Verwaltungsarchiv sowie ein Depot für das Stadt- und Bergbaumuseum Platz. Die Stadt Freiberg als Archivträger gewährleistet mit dem neuen Standort des Stadtarchivs, dass die historische städtische Überlieferung sicher und unter optimalen Lagerungsbedingungen für nachfolgende Generationen bewahrt und zudem ein hoher Nutzungsstandard erreicht wird. Darüber hinaus bietet das Gebäude Funktionsräume für die Bearbeitung von Archivgut und zeitgemäße, dem Arbeits- und Gesundheitsschutz angepasste Büroarbeitsplätze und Sozialräume.

Für die Raumgestaltung wurden archaische Attribute genutzt. Ein Band historischer Schriftzüge des Ortsnamens Freiberg fasst die Stirnseiten des Lesesaals ein; nahezu alle stammen aus



Belegtes Archivmagazin

historischen Dokumenten des Stadtarchivs und sind durch Kommentare ergänzt. Historische Stadtwappen zieren die gläsernen Windfänge und sind Blickfang im Tresenbereich. Den Mikrofilmlesesaal dekorieren frühere Ansichten des Herderhauses.

In dem stadt- und baugeschichtlich bedeutsamen Gebäude lebte von 1818 bis 1847 die Familie des Oberberghauptmanns Siegmund August Wolfgang Freiherr von Herder (1776-1838), der auch als Kurator der Bergakademie fungierte. Nun kehren mit den Beständen des Stadtarchivs auch Informationen über die Beziehungen zwischen der Stadt Freiberg und dem Oberberghauptmann sowie der Bergakademie Freiberg an den einstigen Wohnort von Herder zurück. Das Archivgut des Freiburger Rates und der Stadtverordneten sowie ihrer Rechtsnachfolger spiegeln auch die Beziehungen zwischen der städtischen Verwal-

tung und der Bergakademie wider. Ein nahezu unerschöpflicher Fundus an historischen Quellen in großer Vielfalt eröffnet Recherchemöglichkeiten auch für Fragestellungen zur Geschichte der Bergakademie; er kann ergänzend zur Überlieferung im Universitätsarchiv und Bergarchiv Freiberg ausgewertet werden. Zwischen Universitätsarchiv, Bergarchiv und Stadtarchiv bestehen enge kollegiale und archivfachliche Kontakte, die auch für die vernetzte Bearbeitung von Anfragen genutzt werden.

Das Stadtarchiv nahm seinen neuen Sitz im Herbst 2024 in Betrieb. 10.000 Regalmeter für historische Unterlagen sowie Regale für 50.000 Karten und Pläne stehen zur Belegung zur Verfügung und versetzen das Stadtarchiv nach Jahrzehnten akuten Platzmangels wieder in die Lage, auch stadtgeschichtlich interessante Quellen aus Privathand, von Sammlern, Vereinen, Verbänden und anderer Herkunft zur dauernden Aufbewahrung im Stadtarchiv einzuwerben und damit für nachfolgende Generationen zu bewahren. Dazu möchte die Autorin ausdrücklich ermuntern.

Kontaktdaten:

Universitätsstadt Freiberg, Stadtarchiv, Herderstr. 2, Postfach: Obermarkt 24, 09583 Freiberg, E-Mail: stadtarchiv@freiberg.de, Tel.: +49 3731 273-800, Website: www.freiberg.de/archiv

Der Brand in der „Alten Mensa“ vor 30 Jahren

Thomas Schmalz

Der 2. August 1994 war ein heißer Sommertag. Ich hatte mich mit einem Architekten der Firma Zwickau-Projekt in einer Freiburger Gaststätte getroffen, um über das weitere Vorgehen bei der Sanierung der „Alten Mensa“ zu beraten. Der erste Bauabschnitt, der hauptsächlich die Sicherung des Hauses und die Umstellung von Kohle- auf Gasheizung beinhaltete, war fast abgeschlossen. Der zweite Bauabschnitt sollte die Sanierung sämtlicher Bereiche - außer dem Saal - beinhalten. Die Finanzierung dafür war gesichert, die Bauarbeiten sollten demnächst beginnen. Es war an der Zeit, sich Gedanken um die zukünftige Nutzung des Saals zu machen, um daraus abzuleiten, wie er im dritten Bauabschnitt umgestaltet werden soll. Der Weg bis dahin war nicht einfach gewesen. Für das Haus, eines der ältesten Hotel- und

Gaststättenunternehmen der Stadt, das seit den 1950er Jahren als Klubhaus der Bergakademie genutzt wurde, stand nach der Wende die Frage nach dem Betreiber im Raum.

Die Bergakademie konnte dies nicht weiterhin sein, so etwas sah das Gefüge der westdeutschen Hochschulgesetzgebung einfach nicht vor. Es war der Weitsicht und dem Einfühlungsvermögen des Referatsleiters Harald Noeske im Wissenschaftsministerium in die gewachsenen Oststrukturen zu verdanken, dass das Haus nicht an private Inter-

essenten verkauft wurde, die es damals durchaus gab. Er wollte diese Stätte zur kulturellen Betätigung für die Freiburger Studenten erhalten; fraglich war nur, auf welcher gesetzlichen Grundlage. Letztlich bekam das Studentenwerk Frei-



Broschüre 1933 (Studentenwerk Freiberg)



Mensa innen in den 1950er Jahren (FotoarchivTUBAF)

berg die Genehmigung, das Haus weiter zu betreiben. Voraussetzung dafür war, dass das Gebäude saniert wird. Auch hier half Herr Noeske, der die notwendigen Fördermittel beschaffte.

Während meines Gesprächs mit dem Architekten hörte ich am Nachbartisch eine Unterhaltung von zwei Damen, die sich auf einen Kaffee getroffen hatten. Ich schnappte den Satz auf: „Hast Du schon gehört? In der Alten Mensa brennt es.“, was mich kurzzeitig erstarren und dann in dieses Gespräch einsteigen ließ. „Entschuldigung, sagten Sie gerade, dass es in der Alten Mensa brennt?“ „Ja.“ „Das kann gar nicht sein, ich bin erst vor einer Stunde aus dem Gebäude gegangen.“ „Das weiß ich nicht, aber auf der August-Bebel-Straße stehen Feuerwehren.“

Ich bat meinen Gesprächskollegen, die Rechnung zu übernehmen, falls ich nicht innerhalb einer halben Stunde zurück sei und lief sofort los. Ich hoffte inständig, dass es sich um eine Verwechslung handeln möge, als ich jedoch auf den Obermarkt einbog, sah ich bereits eine Feuerwehr vor dem Café Hartmann auf der Petersstraße stehen und ich schämte mich nicht zuzugeben, dass ich in diesem Moment dachte: „Lieber Gott, lass es woanders in dieser Straße brennen.“ Allein, er hörte mich nicht und je näher ich der Straße kam, desto mehr manifestierte sich die Gewissheit in mir, dass die Aussage der Dame am Nebentisch stimmte.

Mehrere Feuerwehren standen auf der Straße und wie ich später erfuhr auch auf der Rinnengasse, wo sich der Hintereingang des Hauses befindet. Feuerwehrleute liefen in voller Montur in das Gebäude, Schläu-

che waren ausgelegt. Ich versuchte herauszufinden, was passiert ist und sprach einen der Feuerwehrleute an. Nachdem ich glaubhaft versichert hatte, dass ich der Hausdirektor bin, wurde ich auch zumindest ein Stück in das Haus eingelassen. Es dauerte nicht lang, bis sich ein

Polizist an mich wandte und fragte ob ich für das Haus zuständig sei. Als ich dies bestätigte, sagte er mir, dass der Brand in Bühnennähe ausgebrochen sei, man davon ausgehe, dass es sich um einen Schaden an der Elektroleitung handele und ich ihn deshalb begleiten solle zur Befragung. Ich war in diesem Moment sehr glücklich, dass ich ihm antworten konnte, dass ein Kabelbrand oder ähnliches auf keinen Fall der Auslöser sein kann, da ich den Saal ein Vierteljahr vorher hatte physisch vom Strom abkoppeln lassen. Ich muss wohl sehr überzeugend gewesen sein, denn der Polizist lies von seinem Vorhaben ab, mich zu einer Befragung mitzunehmen.

In der Tat konnte elektrischer Strom nicht der Auslöser sein. Die Probleme beim Betrieb des Saals waren in den letzten drei Jahren immer schlimmer geworden: Die Tragfähigkeit der Balken unter der Tanzfläche war bedenklich (hier hatten wir bereits ein Podest eingebaut, welches die Belastung in der Mitte der Fläche nach außen leiten sollte) und an immer mehr Stellen drang Wasser in den Gebäudeteil ein. Ich hatte mich deshalb nach dem Januarfasching entschlossen, den Saal bis nach der Sanierung



Saal in den 1990er Jahren (Studentenwerk Freiberg)

nicht mehr zu betreiben und ihn von der Stromversorgung trennen lassen.

Der heutige Vorstandsvorsitzende des Kreisfeuerwehrverbands Mittelsachsen, Michael Tatz, war damals im Einsatz und erinnert sich: „Ich war schon mit im Einsatz, als wir an diesem Tag in das Gebäude des Landratsamts an der Leipziger Straße gerufen wurden. Im Gebäudekomplex befand sich zu diesem Zeitpunkt nicht nur das Sozialamt, sondern auch die Rettungsleitstelle des Landkreises Freiberg, die unter anderem auch für die Alarmierung der Feuerwehren zuständig war. Zu diesem Zeitpunkt glaubten wir, dass es sich um eine Übung handelte. Vor Ort erkannten wir jedoch, dass dies ein realer Einsatz war. Als immer mehr Brände in Freiberg gemeldet wurden, kam schnell der Verdacht auf, dass es sich um Brandstiftung handelt.“

Kaum hatten wir unsere Ausrüstung wieder vervollständigt, wurden wir in die Petersstraße zur Alten Mensa gerufen. Der Brand war keiner, wie man sich ihn vorstellt - mit hochlodernen Flammen. Uns erwartete ein völlig verrauchter Saal, in dem die Sicht fast auf Null eingeschränkt war, und in dem eine unglaubliche Hitze herrschte. Truppweise versuchten wir uns voranzutasten und die Brandherde auffindig zu machen. Da dieses Gebäude ein paar Jahre zuvor ein Interim für das Theater war und wir vor den jeweiligen Aufführungen Einweisungen in das Haus bekommen hatten, kannten wir uns glücklicherweise recht gut aus und fanden uns auch unter diesen schwierigen Bedingungen zurecht.

Das Wichtigste war, dass das Feuer nicht auf die anderen Häuser übergriff; sowohl zum Kaufhaus als auch zur Fleischerei Gelbrich gab es damals keine Brandmauern, wie es heute üblich ist. Deshalb war die Devise: Kühlung der

Dachhaut von außen und Bekämpfung des Feuers innen. Wegen des dichten Rauches und der Hitze konnten wir jedoch nur mit voller Montur und Atemgerät im Saal agieren, was unsere Aufenthaltszeit sehr einschränkte. Wegen der starken Hitze kamen bei der Brandbekämpfung sogenannte Hitzeschutzanzüge zum Einsatz. Das Arbeiten in diesen silberglänzenden Anzügen war und ist allerdings nicht wirklich angenehm.



Saalbrand (Archiv Studentenwerk)

Letztlich hatten wir Glück im Unglück: Der Brand blieb auf den Saal beschränkt, unsere Taktik war erfolgreich. Nur an einer relativ kleinen Stelle im Dach hatte es das Feuer geschafft durchzubringen; dessen weitere Ausbreitung konnte jedoch erfolgreich unterdrückt werden.

13 Wehren mit 150 Kameraden und etwa 25 Löschfahrzeugen aus dem ge-

samten Gebiet des Altkreises Freiberg waren an diesem Tag von 14 Uhr bis 22 Uhr im Einsatz. Der Studentenklub versorgte die Einsatzkräfte mit Getränken und die Fleischerei Gelbrich stellte einen kleinen Imbiss bereit. Die Unterstützung und Hilfsbereitschaft war in diesen Stunden groß.“

Die beiden Klubetagen waren nicht in Mitleidenschaft gezogen worden, ebenso

wenig die Büros im Vorderhaus. Es roch nur überall recht heftig nach Verbranntem. Am nächsten Morgen sah ich dann aber das ganze Ausmaß. Ich hätte mir so etwas nie vorstellen können: Der gesamte Saal war komplett schwarz; was verbrannt war und was verrotzt, war nicht auszumachen. Der Kronleuchter war nur noch eine Karikatur seiner selbst. Auf der Tanzfläche befand sich eine große Wasserlache, in der sich der Sonnenschein spiegelte, der durch das Brandloch in der Decke eindrang.

Ich verlor bezüglich aller unserer Pläne jeglichen Mut. Einen solchen Saal konnte das Studentenwerk nie und nimmer wieder aufbauen und dass wegen dieses Brandes die Zusage des Freistaats bestehen blieb, den zweiten Bauabschnitt der Sanierung – und damit auch des Studentenclubs – durchzuführen, davon war ich kein bisschen überzeugt.

Wenig später führte man die verhaftete und mittlerweile geständige Pyromanin herein, die beim Anblick des Saals sagte, dass sie dies nicht gewollt hätte und dass sie beim Aufräumen behilflich sein möchte. Mit jedem Wort von ihr wuchs meine Wut und am liebsten hätte ich mich auf sie gestürzt. Da spürte ich eine Hand an meiner Schulter, die



Saalbrand neben der Bühne (Archiv Studentenwerk)



Saalbrand rechte Galerie (Archiv Studentenwerk)



Saalbrand Bühne (Archiv Studentenwerk)



Barbarafeier 2007 (Archiv Studentenwerk)

mich festhielt. Eine Stimme sagte: „Tu es nicht, das ist es nicht wert.“ Ich drehte mich um und sah einen der Kriminalpolizisten, der bemerkt hatte, was in mir vorging und der mich vor einer unbedachten Tat bewahren wollte.

Ein vom Wissenschaftsministerium einberufenes Treffen mit Bergakademie, Studentenwerk, Studentenclub, Stadt und Landkreis kurze Zeit später im Studentenkeller, bei dem über die Zukunft des Hauses gesprochen werden sollte, brachte schnell Ernüchterung: Zwar hoben Stadt und Landkreis die Bedeutung des Hauses hervor, für eine Mitfinanzierung beim Wiederaufbau des Saals sahen sie jedoch keinerlei Möglichkeiten.

Und wieder war es der findige Refratsleiter, der letztlich eine mögliche Lösung vorschlug: Könnte nicht das Studentenwerk das Vorderhaus mit Büros und Studentenclub bewirtschaften und die

Uni einen durchaus benötigten Festsaal erhalten? Es brauchte sechs Jahre und viel Einsatzbereitschaft, besonders von einzelnen Verantwortungsträgern der Bergakademie, aber der Plan wurde umgesetzt. Seit 2001 kann der Saal wieder genutzt werden.

PS: Ich bin nicht abergläubisch, aber ... wir hatten bei der Sanierung der Fenster im Vorderhaus unter einer der Fensterbänke alte Münzen gefunden, die wohl als Glücksbringer für das Haus dienen sollten. Diese Münzen hatte ich einsammelt, um sie zusammen mit ein paar neueren Geld-



Barbarafeier 2015 (Archiv Studentenwerk)

stücken wieder an ihren Platz zu legen, sobald die neuen Fensterbänke geliefert und eingebaut werden. Eine Woche lagen diese Münzen nicht an ihrem Platz. In dieser Woche brannte der Saal ... Die Münzen sind wieder an ihrem angestammten Platz.



Löschfahrzeuge der Feuerwehr gestern nachmittag vor der Alten Mensa in der Freiburger Petersstraße; gegen 17 Uhr war für hier der Feueralarm ausgelöst worden. Foto: Rudolph

„Feuerteufel“ in der Stadt

Brandstiftung vermutet

FREIBERG (SK/JAN). Der „Feuerteufel“ ging gestern nachmittag im Zentrum der Bergstadt Freiberg um. Zwischen 14 und 18.30 Uhr wurde die Feuerwehr viermal an Brandorte gerufen.

Begonnen hatte die Brandserie am frühen Nachmittag im Gebäude des Gesundheitsamtes, Leipziger Straße. Wenig später wurde ein Feuer aus dem Rathaus am Obermarkt gemeldet. Gegen 17 Uhr stieg über dem Dach der Alten Mensa dicker Rauch auf, und gegen 18.30 Uhr schließlich drang Qualm aus dem Haus Obermarkt 15.

Die Kripo nahm wegen des Verdachtes auf Brandstiftung die Ermittlungen auf. Drei der vier Brände waren in öffentlichen Gebäuden ausgebrochen.

Lokalteil

Beitrag in der Freien Presse am 3. August 1994

Hans Michael Renovantz – ein Absolvent der Bergakademie als Entwicklungshelfer im russischen Montanwesen

Friedrich Naumann

In der letzten ACAMONTA (30/2023)¹ fand der aus Sachsen nach Russland zugewanderte Hans Michael Renovantz (1744-1798)² Erwähnung. Da er sich nicht nur beim organisatorischen Aufbau der ersten montanistischen Lehranstalt Russlands, sondern auch als kluger Organisator mannigfaltiger Prozesse im russischen Berg- und Hüttenwesen verdient gemacht hat, soll sein außergewöhnlicher Lebensweg im Nachfolgenden etwas eingehender beschrieben werden,

Hans Michael Renovantz wurde am 21. Juli 1744 in Dresden in der Familie eines sächsischen Kaufmanns geboren. Am Anfang seiner beeindruckenden Karriere stand ein Studium an der 1765 gegründeten „Kurfürstlich Sächsischen Bergakademie“ in Freiberg, die im „Avertissement“ vom 27. April 1767 folgende Fächer im Ausbildungsprogramm anbot:

- Reine Mathematik (Arithmetik, Algebra, Geometrie, Trigonometrie)
- Mechanik, Aerometrie, Hydrostatik, Hydraulik
- Reißzeichnen, geologisches Zeichnen, Maschinenzeichnen
- Oryktognosie (Mineralogie), Geognosie (Geologie)
- Mineralogische Chemie und Hüttenkunde
- Markscheidkunde
- Bergbaukunde, einschließlich Lagerstätten-, Maschinen- und Aufbereitungskunde
- Probierekunde
- Anfertigung von Markscheidinstrumenten, Probiiergeäten und Modellen.

Mit diesem Profil war erstmals ein neuer Hochschultyp entstanden, der naturwissenschaftlich-technische Lehre und Forschung mit praktischen Er-



Abb. 1: Portrait von Renovantz

fordernissen verband und der Bergakademie zu weltweiter Anerkennung verhalf. Immerhin konnte Freiberg bereits auf eine mit großen Namen verbundene Lehrtradition, insbesondere aber auf sechs Jahrhunderte aktiven Bergbau verweisen. Für Renovantz war das Studium insofern prägend, als die hier erworbenen Kenntnisse ein solides Fundament für sein späteres Wirken in russischen Diensten bildeten.

Zuständigkeitshalber ersuchte er zunächst mit Schreiben vom 13. März 1769 das Freiburger Oberbergamt, „die,

von der Churfüstl. Sächs. allergnädigsten Hohen Landes Herrschaft allergnädigst bewilligten, freyen Collegia, der Mathematik und Bergbaukunst bey der Churfüstl. Berg Academie zu Freyberg zu genießen“ und erlaubte sich, „bey Vertheilung der allergnädigst bestimmten Stipendien Gelder einen unterthänig demüthigen Zuruf zu wagen“, versprach schließlich nicht nur „unterthänigen Dank“, sondern „bey allen möglichen Fleiß [...], dem Vaterland ein nützlich Mitglied zu werden“.³

Das Gesuch wurde offensichtlich genehmigt, und so begann er 1769 als 43. Student seine Ausbildung an der Bergakademie. Er war damit Kommilitone von Abraham Gottlob Werner (1749-1817), dessen Studium zur gleichen Zeit begann. Die noch junge Bildungseinrichtung hatte bereits bedeutende Gelehrte gewinnen können: Johann Friedrich Wilhelm Charpentier (1738-1805) für die mathematischen Disziplinen, den aus Russland zurückgekehrten Fachmann für metallurgische Fächer und Probierekunde Christlieb Ehregott Gellert (1713-1795) und Christian Hieronymus Lommer (um

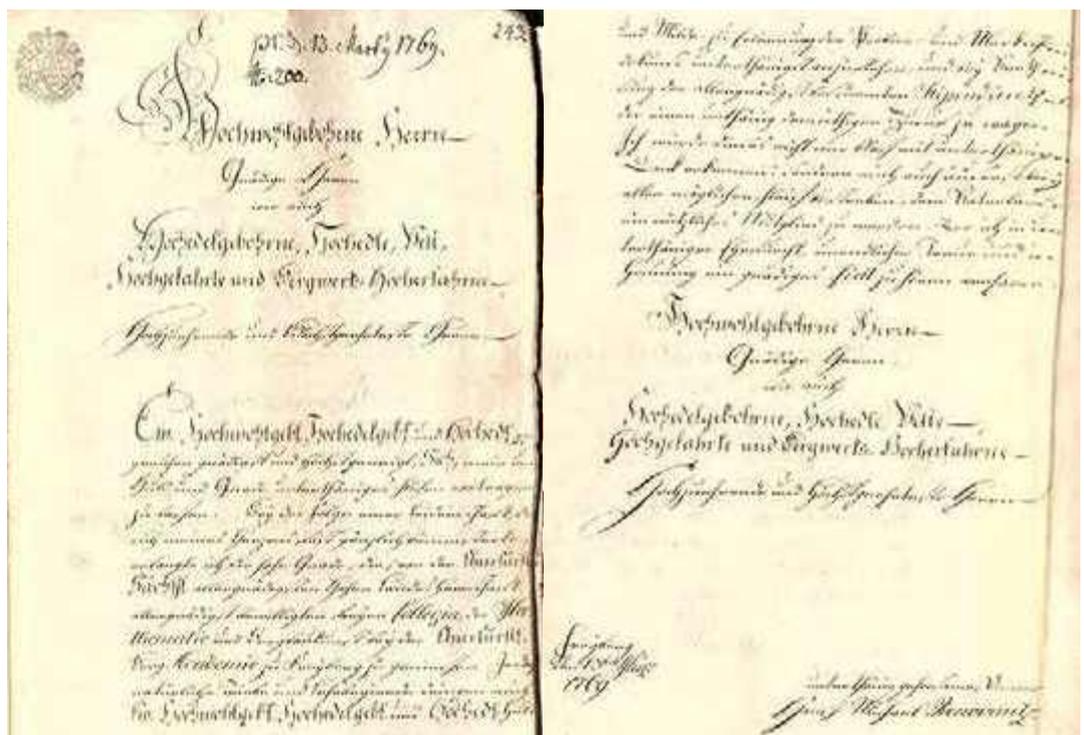


Abb. 2: Brief von Renovantz vom 13. März 1769 mit der Bitte um Stipendium und Besuch von Collegia (UAF, OBA 236)

1740-1787) als Lehrer für Mineralogie und Bergbaukunde. Ergänzt wurde die Ausbildung durch das Kompendium *Anleitung zur Markscheidkunst* (Dresden 1749) des kursächsischen Berghauptmanns Friedrich Wilhelm von Oppel (1720-1769) sowie die von der Bergakademie herausgegebene Schrift *Bericht vom Bergbau* (Freiberg 1769), die als erstes Lehrbuch der Bergbaukunde angesehen werden kann. Werner schrieb später über die Funktion dieses Buches:

„Als ich 1769 auf hiesiger Bergakademie studierte, wurde dieses Bergbaukollegium Sonnabends Vormittags (also wöchentlich 1 Stunde) über dem damals im Druck herausgekommenen Bericht vom Bergbau, welcher in diesem Kollegium von § zu § erklärt [...] wurde, gelesen und jährlich geendet.“

Diesen bescheidenen Einblick in den wohl sicher noch weitestgehend schulförmigen Unterricht ergänzte Werner durch eine Schilderung der praktischen Tätigkeit, nämlich

„alle sächsischen Bergwerke bereist, besonders die wichtigeren Freiburger Grubengebäude fleissig befahren, bei den Arbeiten des Bergmanns selbst mit Hand angelegt, und endlich durch den beherrschenden Umgang mit den dasigen oberen und unteren Bergbeamten sich vollends auszubilden gesucht.“⁵

Renovantz dürfte das Ausbildungsprogramm in gleicher Weise in Anspruch genommen haben. Als Stipendiat zählte er zu den *„mit Staatshilfe Studierenden“*, war also von den Kolleggeldern befreit. Inwieweit er der damit verbundenen Verpflichtung zum Dienst im sächsischen Berg- und Hüttenwesen nachzukommen hatte oder nach Abschluss die Stipendien zurückzahlen musste, bleibt offen. Auch über den speziellen Ausbildungsinhalt ist weiter nichts bekannt; es findet sich lediglich ein Schreiben über die Zulassung von *„Hanns Michael Renovantz“* zum *„freyen Unterricht im Markscheiden“* an der Bergakademie für ein Jahr, datiert auf den 17. Juni 1769. Im August 1770 wurde dann der Stipendiat *„Johann Michael Renovantz“* mit der Anfertigung eines Situationsrisses und einer Kopie des Grubenrisses der Grube Morgenstern beauftragt – gegen Bezahlung von 30 Talern aus der Grubenkasse. Die Akte, deren Laufzeit 1776 endet, nennt allerdings noch kein Folgestipendium für Renovantz – we-

der für die Bergakademie, noch für Leipzig.⁶

Im Gegensatz dazu beklagt er in einem Schreiben vom 12. März 1770 an das *„Hochlöbl. Oberbergamt“*, dass *„die gesamte Bergbaukunst von viel zu weiten Umfange ist, als daß ich sie in bemeldeter Zeit völlig und ohne Lücken erlernen können“* und bittet darum, sich *„noch ein Jahr hier aufhalten zu können, um in der Zimmerung, Kunst, Wasch- und Hüttenwesen mich nutzbar zu gründen, und die erlernte Theorie in der Mathematik, Bergbaukunst und Mineralogie nochmahls zu wiederholen“*. Gnädige Hilfe erhofft er sich, mit Verweis auf die bereits verausgabten *„über 500 Thaler“*, erneut auch bei der *„Vertheilung der Stipendien Gelder“*. Und gelobt deshalb als *„unterthänig gehorsamer Diener“*: *„Solche Hohe Gnade wird mich noch mehr verpflichten in künftigen Jahr mich allezeit fleißig werden zu laßen, und mich zu künftigen Diensten meines Vaterlandes geschickt zu machen.“* Im Mai 1771 folgt schließlich ein weiteres Gesuch mit der Absicht, als Stipendiat auf die Universität nach Leipzig zu gehen, *„um sich zu Diensten von Vaterland und den lieben Bergbau geschickt zu machen“*. Er äußerte deshalb sein *„unterthäniges und gehorsamstes Bitten Hochdieselben wollen mich theils gnädig nach Leipzig beurlauben, theils aber auch, mir, zu gegenwärtigen Unternehmen welches sich noch blos auf Hochderoselben Gnade und Milde gründet ein Stipendium zum glücklichern Erfolg in hoher Gnade angedeyhen zu laßen“⁷*. Inwieweit das Oberbergamt diesem Anliegen entsprach und sich Werner und Renovantz gemeinsam auf den Weg nach Leipzig begaben, bleibt leider offen, da die Matrikel der Leipziger Universität lediglich die Immatrikulation von Werner für den 5. Juni 1771 verzeichnet.⁸ Aber möglicherweise nahm Renovantz sogenannte Privatissima in Anspruch, für die das erbetene Stipendium gleichermaßen hilfreich gewesen sein könnte.

Während Werner seine Perspektive im sächsischen Berg- und Hüttenwesen fand, machte sich Renovantz 1772 auf den Weg nach St. Petersburg, wo er angesichts der bevorstehenden Gründung einer montanistischen Lehranstalt (1773) willkommen geheißen sein dürfte. Denn als Katharina II. im Jahre 1762 die Regierungsgeschäfte übernahm, verabschiedete sie umgehend ein Ma-

nifest über die Berufung ausländischer Kräfte für Landwirtschaft und Manufakturwesen, Handwerk und Handel. In einem weiteren Manifest vom 22. Juli 1763 wurden Immigranten deutlich besser gestellt; denn jedem wurde das Recht zuerkannt, sich in einem beliebigen Teil des Russischen Reiches niederzulassen, sich in die städtischen Gilden und die Kaufmannschaft einzuschreiben oder aber auf Ländereien der Krone oder des Staates anzusiedeln. Für Fabriken oder Werke gab es staatliche Zuwendungen, auch war die ungehinderte Ausübung der (christlichen) Religion garantiert. Aus wirtschaftlicher Sicht garantierte das Manifest für die ersten dreißig Jahre der Ansiedlung Steuer- und Abgabefreiheit sowie das Recht der autonomen Selbstverwaltung. Schließlich befreite man die Einwanderer vom Militär- und Zivildienst. Das Manifest wurde auch in zahlreichen deutschen Ländern veröffentlicht, was den Zustrom von Ausländern deutlich verstärkte, in Deutschland jedoch nicht immer willkommen geheißen wurde, denn hochspezialisierte Fachleute waren in vielen Branchen gleichermaßen Mangelware.

Offensichtlich brachte man Renovantz – in Russland nannte man ihn Ivan Michajlovič (Иван Михайлович Ренованц) – von Anbeginn eine hohe Wertschätzung entgegen; denn nachdem man ihn 1773 umgehend zum Ober-Bergprobierer am Berg-Kollegium ernannt hatte (das entsprach dem XIII. Rang der verliehenen Dienstgrade), übernahm er an der St. Petersburger Bergbau-Lehranstalt im Rang eines Ober-Hüttenverwalters (VIII. Rang) die Ausbildung in den Fächern Oryktognosie, Physik, Bergbau- und Markscheidkunde. Außerdem ernannte man den erst 29-Jährigen zum Mitglied der Pädagogischen Versammlung, zu deren Aufgaben auch die allgemeine Leitung der Ausbildung gehörte.

Kurz nach der Gründung der Bergbau-Lehranstalt im Jahre 1773 beschloss ihr erster Direktor, Michail F. Sojmonov (1730-1804), einen etwa 65 × 70 Meter großen Damberg zu bauen und darin ein Modellbergwerk zu errichten. St. Petersburg, auf mächtigen sedimentären Schichten gegründet, verfügte leider über keinerlei Voraussetzungen, Bergbau originalgetreu in kristalliner Matrix – wie z. B. im erzgebirgischen Gneis – zu demonst-

rieren; so entschloss man sich also zu dieser Lösung. Außerdem wäre es teurer gewesen, die Studenten zu Übungszwecken in die weit entfernten Bergbauregionen zu bringen. So blieb also lediglich die Alternative eines künstlichen Bergwerks, um die an der Schule gelehrt Bergbau- und Vermessungskünste im Rahmen einer nachgebildeten Untertagesituation vermitteln zu können. Renovantz, der in seiner Freiburger Studienzeit bei Untertagepraktika ausreichend Kenntnisse erlangt haben dürfte, wurden deshalb Planung und Leitung des Vorhabens übertragen. Um die geologische Vielfalt zu demonstrieren, setzte man in die mit hölzernen Ausbauten versehenen Wände und Grubenbaue die unterschiedlichsten Gesteine ein. Unter den Gesteins- und Erzarten befand sich z. B. auch eine große Stufe von Granit mit eingelagerten Zinnsteingängen (Greisen) aus Altenberg im Osterzgebirge, das Renovantz wohl gekannt haben muss. Insgesamt gab es sieben Erzgänge, wobei neben Erzen auch Kohleflöze und sogar goldhaltige sedimentäre Abfolgen zu sehen waren. Auf kaiserlichen Erlass wurden Proben von nutzbaren Gesteinsserien aus dem ganzen Land eigens für dieses Bergwerk und das mineralogische Kabinett, das sich zwei Stockwerke darüber befand, nach St. Petersburg gebracht. In den Stollen befanden sich auch Bergmaschinen, um technische Prozesse des Abbaus und der Förderung demonstrieren zu können. Gute Voraussetzungen bot das Bergwerk auch für die Ausbildung der Markscheider. Und lange Zeit diente es nicht nur seinem unmittelbaren Ausbildungszweck, sondern wurde auch zu einer der Sehenswürdigkeiten der Hauptstadt, die von hohen in- und ausländischen Würdenträgern besucht wurde. Denn wo schon war es einem „Normalbürger“ vergönnt, in ein Bergwerk einzufahren und sich eine Vorstellung von den Besonderheiten der Gewinnung mineralischer Rohstoffe machen zu können.

Renovantz war der erste Deutsche an der Einrichtung und hinterließ als solcher deutliche Spuren, da er das gesamte Lehrprogramm entsprechend seiner in Freiberg genossenen Ausbildung mitgestaltete. Das im sächsischen Bergbau erreichte Ausbildungsniveau wurde somit zum „Startkapital“ der St. Petersburger Einrichtung. Für sein

außergewöhnliches Engagement ehrte man ihn später mit zahlreichen Titeln, die er im Vorwort seines Buches mit berechtigtem Stolz nennt: *Russisch Kayserlicher Oberbergmeister vom kolywanischen Staat, Inspector und Lehrer der Bergwerkswissenschaften bey der Kayserlichen Bergschule zu St. Petersburg, Ordentliches Mitglied der Societät der Bergkunde, ingleichen der Russisch Kayserlichen freyen oeconomischen Gesellschaft, der Kayserlichen Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg Correspondent*.⁹ Zu seinen Meriten zählt auch der 1789 verliehene Kaiserliche Orden des Heiligen und Apostelgleichen Großfürsten Wladimir 4. Grades. Und im selben Jahr ernannte ihn die Royal Society of London sogar zu ihrem Mitglied.

Eingedenk seines außergewöhnlichen Engagements und seiner fundierten Kenntnisse wurde er 1778 auf Geheiß des Kabinetts zur Inspektion in den Altai entsandt, um die dortigen Erzvorräte und den Zustand des Zmeinogorsker (Schlangenberger) Erzvorkommens zu bewerten. Hier nahm er vor allem Einfluss auf die Effizienz der technologischen Abläufe, präzisierete die Vorratsberechnung und konnte so das Ausbringen der mineralischen Rohstoffe erhöhen. Nach seiner Rückkehr nach St. Petersburg legte Renovantz dem Kabinett einen umfangreichen Bericht vor, in dem er besonders auf die Situation im Bergwerk Zmeinogorsk und in der Münzstätte Susun einging. Nachdem das Kabinett seinen Bericht studiert hatte, bot es ihm an, als ständiger Mitarbeiter in den Kolyvan-Voskresensky-Werken erneut nach dem Altai zu gehen. Mit seiner Delegation schied er aus dem Berg-Kollegium aus und wurde am 8. Juli 1779 in den Stab der Angestellten der Kolyvan-Voskresensky-Bergwerke im Rang eines Oberhüttenverwalters aufgenommen. Diese Lagerstätte war die reichste im Altai und in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts eine der wichtigsten Silber- und Goldvorkommen für das russische Reich. Sie wurde erst Ende des 20. Jahrhunderts geschlossen, nachdem man in den Jahren ihres Bestehens 54.000 Pud Silber (= 884,52 Tonnen) gewonnen hatte.¹⁰

1779 initiierte Renovantz die Eröffnung einer höheren Bergbauschule in Barnaul, also fernab der Hauptstadt; denn die Analyse durch das Kabinett

hatte ergeben, dass dringend „geschickte Steiger“ und andere Spezialisten mit durchschnittlicher Qualifikation benötigt werden und dass die Kinder von Bergwerksoffizieren und anderen Fabrikarbeitern „ohne die notwendige Bildung herumlaufen“. Beim Aufbau orientierte er sich offensichtlich am Freiburger Vorbild; das äußerte sich sowohl am ersten Stellenplan wie auch an den Lehrplänen. Beschäftigt wurden auch der Pfarrer Gabriel und der Berggeschworene Schneider; beide hatten sich ebenfalls nach Russland begeben, um hier ihr Glück zu finden. Renovantz unterrichtete schließlich auch selbst, wobei die Vermittlung deutscher Sprachkenntnisse insofern unabdingbar war, als diese das Studium der deutschen Originalliteratur wie auch der zahlreichen aus dem Deutschen übernommenen Fachtermini ermöglichten. Mit der Übereignung eines Großteils seiner 2.300 Stufen umfassenden Mineraliensammlung gewährleistete er zudem den Erwerb praktischer Kenntnisse in der Mineralidentifikation. Die Schule spielte somit eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der allgemeinen und spezialisierten montanistischen Ausbildung im Altai.

Barnaul wurde eine Zeitlang auch Sitz der Familie des 35-Jährigen: Seine Frau Maria Estafievna, zwölf Jahre jünger als er, war die Tochter des Direktors der Bergwerke in Olonec. Zur Familie zählten zudem die Tochter Anna und Sohn Fjodor, später wurden noch die Töchter Elizabeth und Daria geboren. Der Haushalt soll eher bescheiden gewesen sein und zwei Kühe und drei

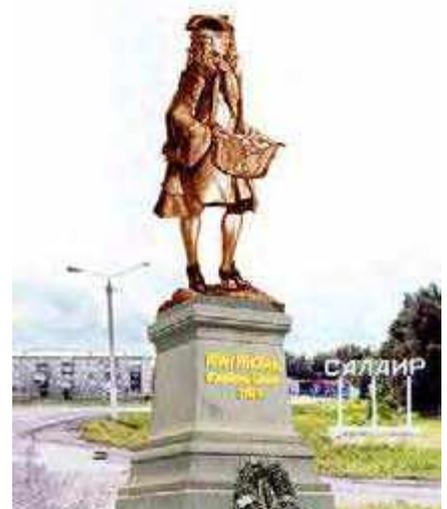


Abb. 3: Denkmal für Renovantz in der Stadt Salair (Quelle: <https://matveychev-oleg.livejournal.com/11492638.html>)

Pferde umfasst haben. Während in den Häusern der Bergoffiziere A. Gan und I. G. Martin, Landsleute von Renovantz, die gesamte Hausarbeit von Hofleuten erledigt wurde (Martin hatte 14 Personen), führten Renovantz und seine Frau den Haushalt selbst und unterhielten nur zwei Bedienstete. Aber die Familie war dennoch nicht arm, verfügte sie doch über zusätzliche Einnahmen aus dem Verkauf des mineralogischen Kabinetts; außerdem waren die Lebenshaltungskosten wesentlich niedriger als in der Hauptstadt.

1781 bis 1783 führten seine Erkundungsarbeiten in der Gegend von Kusnezsk zur Entdeckung von elf neuen Lagerstätten und zahlreichen Mineralien, die man bis dahin in Russland noch nicht kannte. Darunter befand sich auch eine Silber-Blei-Lagerstätte am Nordhang des in Westsibirien lie-

Stadt Salair (Oblast Kemerowo).

Der Reiseaufwand für die im Laufe von acht Jahren betriebenen Inspektionen durch verschiedene Landesteile – die Literatur nennt zudem zahlreiche Gegenden Sibiriens, vor allem das Gebiet zwischen dem Onegasee und dem Weißen Meer sowie die Insel Medvezhy – war offensichtlich erheblich: In der Vorrede zu genanntem Werk erwähnt er eine Strecke von insgesamt 64.000 Werst (ca. 68.000 km), die er per Kutsche, Schiff oder Schlitten zurückgelegt haben muss.

Im Jahr 1785 veränderte sich sein Leben insofern, als er nach St. Petersburg zurückbeordert und ihm die Stelle des ersten Inspektors der Bergbauschule angeboten wurde. In dieser Funktion war er vor allem für die Organisation der Ausbildung und für disziplinarische Fragen verantwortlich.

ordnen und den systematischen Katalog zu vervollkommen. Das Ergebnis erschien 1745 unter dem Titel *Musaei Imperialis Petropolitani Vol. I. Pars tertia qua continentur res naturales ex regno minerali*.

Renovantz hatte auch die ständige Erweiterung und Ergänzung der Bestände zu verantworten, z. B. durch die Übernahme der privaten Sammlungen von I. Leibe, K. G. Laxman wie auch seiner eigenen. Denn auf seinen Reisen erwarb er eine ansehnliche Kollektion, die er für die praktische Ausbildung an der St. Petersburger Schule zur Verfügung stellte. Sie umfasste 1.216 Stufen mit einem Gesamtgewicht von 40 Pud (= 655,2 kg), wobei die Schule lediglich für Kosten der Überstellung in Höhe von 272 Rubel aufkommen musste. Renovantz hatte die Sammlung 1785 – als Leiter der Silberkarawane im Umfang von fünf Pferden und drei Wagen – selbst bis nach St. Petersburg begleitet.

Renovantz' umfangreiche Erfahrungen mündeten in zahlreiche wissenschaftliche Artikel und Berichte, vor allem in sein bedeutendes Hauptwerk mit dem Titel *Mineralogisch-geographische und andere vermischte Nachrichten von den Altäischen Gebürgen Russisch Kayserlichen Antheils*. Das Buch wurde 1788 in Reval (heute Tallinn, Estland) veröffentlicht. Die St. Petersburgische Zeitung vom 30.6.1788 (Nr. 52) offerierte das Buch mit der Nachricht:

„An der Monka, im Buchladen Nr. 283, neben Demuths Gasthofe, ist zu haben: *Mineralogisch-geographische und andere vermischte Nachrichten von den Altäischen Gebürgen Ruß. Kayserl. Antheils, von H. M. Renowantz mit illuminirten Kupfern, 2 R, 25 C. gebunden.*“

Bereits 1792 erschien in St. Petersburg eine von dem Mineralogen und Chemiker Vasilij Michailovič Severgin (1765-1826) besorgte russische Übersetzung (И. М. Ренованц: *Минералогические, географические и другие смешанные известия о Алтайских горах, принадлежащих к Российскому владению / пер. с нем. В. М. Севергина. – СПб. 1792*). Dieses Buch war die erste Monographie, die eine systematische Beschreibung einer großen geologischen Einheit – nicht nur bezogen auf Russland, sondern auch weltweit – enthielt. Darin beschrieb der Wissenschaftler alle bekannten Altai-Lagerstätten und gab die Lage,



Abb. 4: Mineralogisch-geographische und andere vermischte Nachrichten von den Altäischen Gebürgen Russisch Kayserlichen Antheils. Deutsche Ausgabe Reval 1788, russische Ausgabe St. Petersburg 1792.

genden Salairgebirges, die ein örtlicher Erzsucher entdeckt hatte und zu dessen Begutachtung Renovantz hinzugezogen wurde. Nach der Inspektion bestätigte der Wissenschaftler das hohe Potential der Lagerstätte und initiierte die Errichtung der ersten Bergbausiedlung im Kuzbass. Im Jahr 1782 wurde die erste Grube namens Charitonovskaja angelegt, wenig später folgten die Gruben Borisoglebskaja und Dukhovskaja. So wurde Renovantz im Alter von 38 Jahren zum Gründer der künftigen

Außerdem wurde er zusammen mit dem Chemiker Johann Georg Georgi (1729-1802) beauftragt, die Sammlung russischer und ausländischer Mineralien und Gesteine der Kunstkammer neu zu ordnen. Grundlage dafür bildete die Klassifikation des schwedischen Chemikers und Mineralogen Johan Gottschalk Wallerius (1709-1785). An die Sammlung hatte bereits Michail V. Lomonosov Hand angelegt; denn nach seiner Rückkehr aus Marburg bestand seine erste Aufgabe darin, diese neu zu

die Geschichte der Entdeckung und des Bergbaus, die geologische Struktur des Gebiets und die Zusammensetzung der Erze an.

Leider erbrachte das Buch statt der erwarteten Einnahmen nur Verluste, da es Renovantz aus eigenen Mitteln veröffentlicht hatte, die zum Teil noch geliehen waren. Die Witwe Renovantz wandte sich deshalb 1804 an den Staat mit der Bitte, die verbliebenen 223 Exemplare des Buches in die Staatskasse aufzunehmen und 1.000 Rubel zur Begleichung der Schulden ihres Mannes zu bewilligen. Nachdem die Witwe ihren am 28. August (8. September) 1798 verstorbenen Mann beerdigt hatte, bat sie das Kabinett, ihr und ihren Töchtern eine Rente zu gewähren. Das Kabinett ordnete daraufhin an, ihr aus den Fabrikgeldern der Kolyvano-Voskresensky-Werke eine Pauschalentschä-

digung in Höhe des Jahresgehalts eines Ober-Hüttenverwalters (600 Rubel) zu gewähren und ihr eine Rente zuzuweisen.¹¹

In Anbetracht dieser bemerkenswerten Lebensleistung gebührt Hans Michael Renovantz ein ehrenwerter Platz unter den Absolventen der Freiburger Bergakademie und sollte Anlass und Verpflichtung sein, das Vermächtnis dieser hervorragenden Persönlichkeit verantwortungsvoll zu bewahren.

- 1 Annett Wulkow Moreira da Silva, Friedrich Naumann: Bergakademie-Gründungen in den letzten Dekaden des 18. Jahrhunderts. In: ACAMONTA 30(2023), S. 129-133.
- 2 In zahlreichen Quellen findet man auch den falsch geschriebenen Namen „Renovantz“.
- 3 Aufnahmege such 243 /13. Marty 1769/No. 200 (Universitätsarchiv Freiberg (UAF), OBA 236).
- 4 TU Bergakademie Freiberg, Universitätsbib-

liothek, Handschriftlicher Nachlaß, Briefe an A. G. Werner, Bd. 41, Bl. 254.

- 5 Zit. in: Martin Guntau: Abraham Gottlob Werner. Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner. Leipzig 1984, S. 14.
- 6 Bergarchiv Freiberg, 40010, Nr. 1777, Bl. 36 und Nr. 1697, Bl. 27-28.
- 7 UAF, OBA 237.
- 8 Georg Erler: Die jüngere Matrikel der Universität Leipzig, 3. Band 1709-1809. Leipzig 1909.
- 9 Michael Renovantz: Mineralogisch-geographische und andere vermischte Nachrichten von den Altaischen Gebürgen Russisch Kayserlichen Antheils. Reval 1788, Titelblatt.
- 10 Siehe auch: Friedrich Naumann: Sächsische Bergbaukunst im 18. Jahrhundert auf dem Weg nach Russland / Путь Саксонского горного дела в Россию - XVIII век. Niederfrohna 2022.
- 11 Виталий Валерьевич Ведерников: Горные инженеры Кольвано-Воскресенского (Алтайского) горного округа в 1747 - 1896, С. 46-48: Т. А. Бояркина. - Минералог И. М. Ренованц на алтайских заводах.

Das Institut für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg zwischen der 200-Jahrfeier 1965 und dem Ende des Diplomstudiengangs Mineralogie 2005 - Teil 3

Dieter Wolf, Bernd Volland, Wolfgang Kramer, Werner Pälchen¹

Von der Neugründung des Instituts 1990 bis zum Ende des Studiengangs Mineralogie 2005

Nach den inzwischen weitgehend in Vergessenheit geratenen Versuchen einer demokratischen Reform der Hochschule von innen heraus im Jahre 1989/90 begann noch vor dem offiziellen Beitritt der DDR zur Bundesrepublik die schrittweise Anpassung an deren Hochschulsystem und -gesetzgebung. Die Bergakademie gab sich eine vorläufige Grundordnung; die Sektionen wurden aufgelöst bzw. zunächst als Fachbereiche weitergeführt. Restriktive Vorschriften und Bestimmungen wurden aufgehoben, mit der Überarbeitung der Studienpläne und -ordnungen begonnen, Vorstände und Gremien gewählt. Am 1. Dezember 1990 vereinigten sich die bisherigen WB Mineralogie/Geochemie und Lagerstättenlehre/Ökonomische Geologie zum Institut für Mineralogie, Geochemie und Lagerstättenlehre. Gemäß Sächsischem Hochschulerneuerungsgesetz vom Juli 1991 erfolgte eine fachliche Evaluierung und politische Überprüfung

aller Mitarbeiter durch die dafür geschaffenen Personalkommissionen. Alle Arbeitsrechtsverhältnisse des wissenschaftlichen Personals waren neu zu begründen und alle Professuren neu auszuschreiben. Noch im Jahr 1991 wurden in beschleunigten Verfahren sog. Eckprofessuren besetzt, alle weiteren Berufungsverfahren fanden 1992/93 statt. Anfang 1993 schlossen die Personalkommissionen ihre Tätigkeit ab. Im Februar 1994 erfolgte die Umstrukturierung der 1993 zur Technischen Universität erhobenen Bergakademie in Fakultäten: Das Institut war nun Bestandteil der neugegründeten Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau (Fakultät 3). Im selben Jahr vereinfachte es seinen Namen zu „Institut für Mineralogie“.

Struktur, Personalbestand, Leitung, Lehrkörper

Die Institutsstruktur ergab sich nun aus den wieder zusammengeführten WB Geochemie/Mineralogie und Lagerstättenlehre/Ökonomische Geologie sowie den Laboratorien für

Mineralogie, Geochemie und Isotopengeochemie. Die Labors wurden zunächst als organisatorisch selbstständig behandelt, ihre wissenschaftliche Betreuung allerdings an die entsprechenden Professuren gebunden. Die geowissenschaftlichen Sammlungen blieben bis 2005 administrativ außerhalb der Institutsstruktur und direkt dem Dekan unterstellt, fachlich jedoch auch den zuständigen Professuren zugeordnet. Ebenso wurden die vor der Hochschulreform zum Institut gehörenden Stellen der Werkstatt, der Schleiferei, der Zeichnerei und der Bibliothek nicht wieder zurückgeführt. Die Leitung des Instituts oblag dem Institutsvorstand, dem außer den berufenen Professoren gewählte Vertreter der wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiterschaft sowie der Studenten des Studiengangs Mineralogie angehörten. Der Vorstand wählte aus der Gruppe der Professoren einen Institutsdirektor. Die Aufgaben und Befugnisse des Vorstands beschränkten sich fortan auf die Organisation des Lehrbetriebs, die Verwendung bzw. Verteilung der mit den

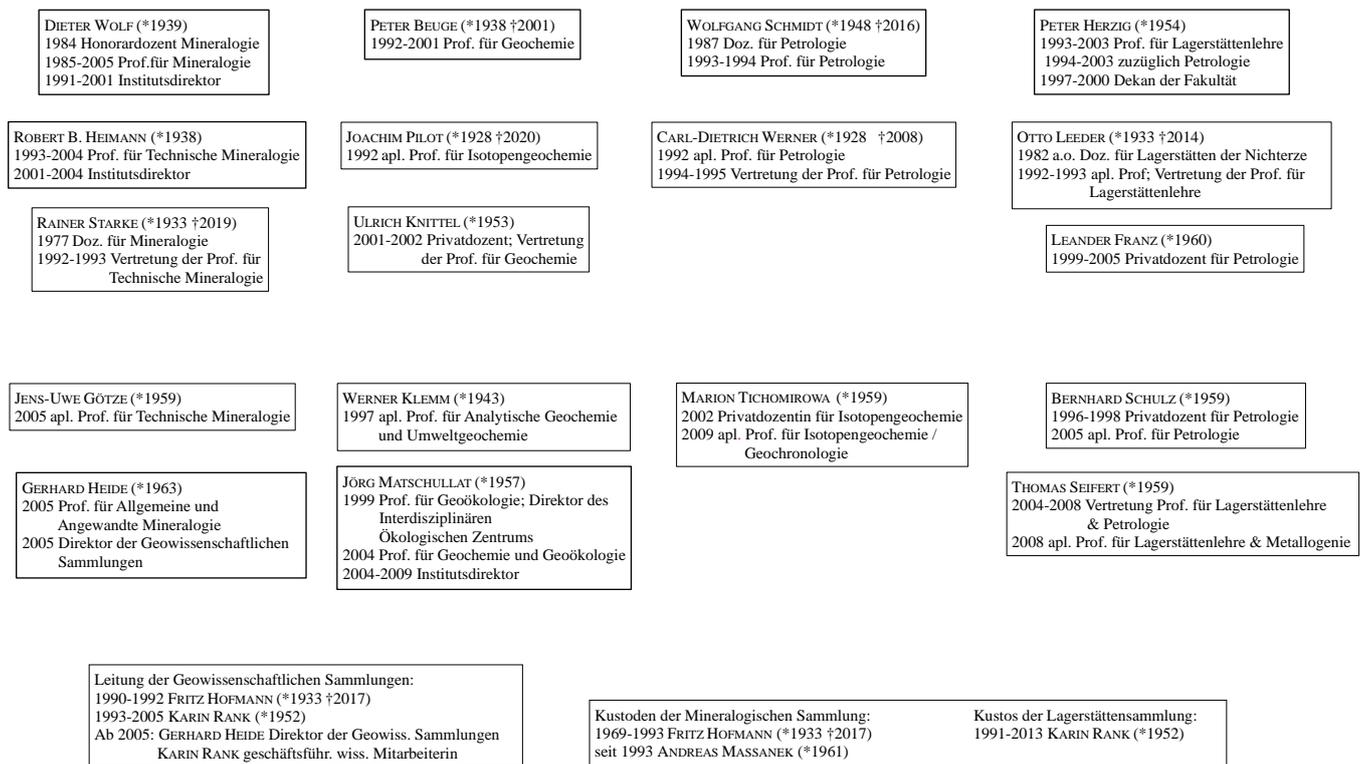


Abb. 1: Die im Zeitraum von 1993 bis 2005 am Institut tätigen Hochschullehrer (Professorenstellen in stärkerem Rahmen; außerplanmäßige Professoren, Professorenvertretungen, Privatdozenten, Dozenten), geordnet nach Mineralogie/Technische Mineralogie, Geochemie/Geoökologie, Petrologie, Lagerstättenlehre (von links nach rechts). Im mittleren Block der Hochschullehrerstaff Anfang 2006; unten Leitung und Kustoden der Sammlungen.

Jahren immer spärlicher werdenden Haushaltsmittel und die administrative Information.

Der Staff umfasste 1991 zunächst 25 Wissenschaftler (davon 13 Hochschullehrer und Habilitierte, 7 unbefristete wissenschaftliche Assistenten und Mitarbeiter sowie 5 befristete Assistenten), ferner 22 technische Mitarbeiter in den Laboratorien und Sekretariaten. Dazu kamen 23 Doktorandenstellen (v. a. planmäßige Aspiranturen und Forschungsstudenten) sowie 4 Habilitanden.

1993 bestand der Lehrkörper aus den neu berufenen 5 Professuren (4 C4, 1 C3) und 5 habilitierten Wissenschaftlern (Abb. 1). An der Lehre wirkten außerdem 7 fest angestellte, überwiegend habilitierte wissenschaftliche Mitarbeiter mit.

1995 waren nach dem überwiegend altersbedingten Ausscheiden von sieben Hochschullehrern und habilitierten Wissenschaftlern deren Stellen nicht wiederbesetzt wurden, am Institut neben vier C4- und einem C3-Professor 11 wissenschaftliche Mitarbeiter (davon 1 habilitierter und 4 promovierte) unbefristet angestellt. Damit waren die unbefristeten Wissenschaftlerstellen im Laufe weniger

Jahre von 20 auf 15 geschrumpft. Die Zahl der technischen Mitarbeiter blieb mit 22 bis 19 wenig verändert, allerdings durch Teilzeitverträge auf insgesamt 16 bis 12 VBE/VZÄ (Vollzeitstellen/Vollzeitäquivalente) reduziert. In dieser Bilanz sind die Mitarbeiter der Sammlungen, die erst 2005 nach entsprechenden Statusänderungen wieder in das Institut integriert wurden, nicht enthalten.

Es ist bemerkenswert, dass es gelang, zu einer Zeit, in der sich die offizielle Wirtschafts- und Wissenschaftspolitik der Bundesrepublik stärker auf die Londoner Metallbörse als auf die eigene Rohstoffforschung verlassen wollte und die Lehrstühle der Lagerstättenlehre an zahlreichen Universitäten und Hochschulen in Deutschland nicht wiederbesetzt wurden, den Freiburger Lehrstuhl zu erhalten.

Die Professur für Petrologie wurde nach dem Ausscheiden von W. SCHMIDT 1994 gestrichen, das Lehrgebiet zunächst von C.-D. WERNER (1994/95) vertreten und schließlich dem Lehrstuhl für Lagerstättenlehre (PETER HERZIG) zugeordnet. In diesem Rahmen waren von 1996 bis 1998 BERNHARD SCHULZ, von 1999

bis 2005 LEANDER FRANZ und seit 2005 - nun als außerplanmäßiger Professor - wieder B. SCHULZ für die petrologische Lehre und Forschung verantwortlich.

Für die Professur für Geochemie wurde nach dem frühen Tod von P. BEUGE im Jahr 2001 mit der Professorenvertretung durch ULRICH KNITTEL zunächst eine einjährige Übergangslösung gefunden. Die Tatsache, dass bereits seit Ende 1999 mit JÖRG MATSCHULLAT als Direktor des Interdisziplinären Ökologischen Zentrums (IÖZ) ein habilitierter, international profilierter Umweltgeochemiker seinen Sitz im Werner-Bau hatte, führte schließlich drei Jahre nach P. BEUGES Tod zur Zusammenlegung der Professuren für Geochemie und Geoökologie. Erfreulicherweise erwies sich diese Symbiose als erfolgreich, zumal mit W. KLEMM und M. TICHOMIROWA erfahrene, seit ihrer Habilitation 1988 bzw. 2002 auch formell lehrberechtigte Mitarbeiter bereitstanden, die umfangreiche Teilgebiete der Geochemie in Lehre und Forschung verantwortlich übernehmen und weiterführen konnten.

Dasselbe gilt für JENS GÖTZE, der die Nachfolge der 2004 weggefallenen

Professur für Technische Mineralogie antrat sowie für THOMAS SEIFERT als Professorenvertreter für P. HERZIG, der 2003 einem Ruf an das GEOMAR in Kiel gefolgt war.

Man könnte meinen, dass mit diesen Lösungen Erhalt und Weiterentwicklung der betroffenen und für die moderne Mineralogie wichtigen Teildisziplinen optimal gesichert worden seien, zumal sich die wissenschaftliche und organisatorische Kompetenz der Genannten als ebenbürtig zu der „normal bestallter“ Professoren erwies. Bedenkt man jedoch die per Hochschulgesetz definierten Unterschiede zwischen berufenen und außerplanmäßigen Professoren bzw. habilitierten Lehrbefugten oder -beauftragten hinsichtlich ihrer akademischen und mitgliedschaftlichen Rechte, so wird, noch dazu unter Berücksichtigung der starken hierarchischen Prägung des deutschen Hochschulwesens, deutlich, dass die Reduzierung der Professorenstellen von 5 (1993) auf 3 (2008) einen schmerzlichen Eingriff in Struktur und Rolle der Freiburger Mineralogie bedeutete.

Die Laboratorien

In den 1990er Jahren führten die Geräteanschaffungen durch DFG- oder BMBF-finanzierte Drittmittel-Großprojekte, Zuwendungen aus dem Hochschulerneuerungsprogramm, aus Stiftungen sowie durch Berufungszusagen nur an die aus den alten Bundesländern berufenen Professoren zu einer nahezu atemberaubenden Modernisierung und Erweiterung der Geräteausstattung des Instituts. Jahrelange Rückstände wurden auf diese Weise schnell aufgeholt, und so manches vergleichbare Institut in den alten Bundesländern wird diesen starken Entwicklungsimpuls wohl ein wenig neidvoll betrachtet haben. Auch nach dem Jahr 2000 entwickelte sich die Gerätebasis der Laboratorien weiter, wozu auch die Zusammenlegung der Professuren für Geochemie und Geoökologie (JÖRG MATSCHULLAT) sowie die Neubesetzung der Professur für Allgemeine und Angewandte Mineralogie (GERHARD HEIDE) und - bereits außerhalb des hier betrachteten Zeitfensters - der Professur für Lagerstättenlehre und Petrologie (JENS GUTZMER) mit ihren Beru-

fungszusagen sorgten. Weitere Modernisierungsbeiträge wurden aus Mitteln der Hochschulförderungsprogramme und aus eingeworbenen Drittmitteln finanziert. Die folgende Liste gibt einen Überblick über die im Werner-Bau seit 1990 modernisierten oder neu verfügbar gewordenen analytisch-experimentellen Ausrüstungen und Methoden:

- Instrumentelle Hauptelementanalytik mittels RFA
- Gasmassenspektrometrie mit Elementaranalyse
- Spurenelementanalytik mittels ICP-OES und ICP-MS
- Ionenchromatografie
- CNS-, TOC- und AOX-Analysatoren, Karl-Fischer-Apparatur
- UV/VIS-Fotometrie
- Umbau der Reinräume für Arbeiten im ng und sub-ng Bereich
- Thermionen-Massenspektrometer MAT 262 und Massenspektrometer Delta plus
- Modernisierung der Röntgendiffraktometrie und Weiterentwicklung des Rietveld-Verfahrens
- Thermal Analyser Setaram TGA 92
- Modernisierung der Mikroskopie-Labore (Durchlicht, Auflicht, fluid inclusions)
- Analytische Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Elektronenstrahlmikrosonde JEOL JXA 8900
- Kathodolumineszenzmikroskopie und REM-basierte Kathodolumineszenzbildgebung und -spektroskopie
- IR-Mikroskopspektrometrie und Raman-spektroskopie
- Kristallzüchtung mit dem Czochralski-Verfahren
- Oberflächenbehandlung durch Plasmaspritzen
- Einrichtung eines Geometallurgie-Labors mit zwei Rasterelektronenmikroskopen mit EDX für Mineral Liberation Analysis (MLA).

Die dem ursprünglich selbstständigen Status der Labors zugrunde liegende Absicht, den Zugriff auf sie und ihre Leistungen allen Wissenschaftlern des Instituts in gleicher Weise zu gewährleisten, stieß allerdings schnell an Grenzen: Die schrittweisen Stelleneinsparungen und das Schrumpfen der Haushaltsmittel betrafen die Laboratorien am härtesten. Für Anschaffung, Erweiterung und Erhalt von Geräten,

Verbrauchsmaterialien und z. T. auch für erforderliche Laborkräfte waren sie bald ausschließlich auf eingeworbene Drittmittel angewiesen. So ergaben sich de facto bald eine stärkere Anbindung und finanzielle Abhängigkeiten von den Lehrstühlen und drittmittelstarken Auftraggebern auch außerhalb des Instituts. Die Laborleiter (Geochemische Analytik: bis 2008 W. KLEMM, dann A. PLEBOW; Isotopenlabor: bis 1993 J. PILOT, dann M. TICHOMIROWA; Röntgenlabor: R. KLEEBERG) standen vor der schwierigen Aufgabe, die Unwägbarkeiten der Drittmittelinwerbung bzw. sich schnell verlagernde Schwerpunkte der Forschung mit den Erfordernissen methodischer Weiterentwicklung in einer auch für die Lehre tragfähigen Kontinuität und Breite miteinander zu vereinbaren.

Lehre und Lehrmittel

Auch in Lehre und Ausbildung begann mit den Jahren 1990/91 ein deutlicher Paradigmenwechsel: Bisher war die Zahl der Studienplätze für den Studiengang Mineralogie vom Ministerium für Geologie nach dem wie auch immer ermittelten Bedarf der ihm unterstellten Betriebe und Einrichtungen sowie dem gemeldeten Bedarf fachlich benachbarter Institutionen vorgegeben worden. Sie lag im Durchschnitt der 1980er Jahre bei 13, und die Zahl der Abbrecher war nur selten größer als 2. Galt bis dahin die Zahl der Absolventen, die das Mineralogiestudium termingerecht nach 10 Semestern abschlossen, als wichtiges Kriterium, so waren es von nun an die Immatrikulationszahlen, die für den Fortbestand des Studiengangs und die Verteilung der personellen und materiellen Ressourcen innerhalb der Hochschule und der Fakultät in zunehmendem Maße entscheidend wurden.

Zunächst führte das „Hoch“ von 18 Neuimmatrikulierten im Jahr 1990 zu einer der in jener Zeit im großen wie im kleinen Maßstab häufigen Fehleinschätzungen: Obwohl klar war, dass diese Zahl vor allem dem Ende des bisherigen faktischen numerus clausus zuzuschreiben war, entstand in der Hoffnung auf ihre Fortschreibung 1991 eine neue Studienordnung, deren wesentlichster Unterschied zu allen vorangegangenen in der Auftei-

lung des Hauptstudiums in die drei Kernfächer „Geochemie“, „Petrologie/Lagerstättenlehre“ und „Technische Mineralogie“ bestand. Der Hochschulrahmengesetzgebung folgend, durfte die Gesamtzahl der SWS im Grundstudium (1. bis 4. Semester) fortan nicht mehr größer als 100 sein, was durch den Wegfall von Gesellschaftswissenschaften, Sprache und Sport keine wesentliche Einschränkung bedeutete. Dennoch ist anzumerken, dass diese Regelung seit 1991 in jeder Studienordnung unterlaufen wurde, indem obligatorische Bestandteile des Regelstudienplans (Kurse, Praktika, Exkursionen) als Tagesveranstaltungen aus der SWS-Stundenbilanz „ausgegliedert“ wurden (1991 und 1994 handelte es sich um 25 Tage, 1999 und 2005 um mehr als das Doppelte!).

Ab 1991 galten im Grundstudium den mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen 41 % des SWS-Volumens, den geologisch-geophysikalischen Grundlagen 9 %, Mineralogie, Geochemie, Lagerstättenlehre, Petrologie 21 % und den i. w. S. mineralogisch-geochemischen Methoden 29 % (Tab. 4.1, alle Tabellen abrufbar im Tabellenanhang unter <https://tu-freiberg.de/vff>). Das Hauptstudium (5.-8. Semester) war in einen für alle 3 Kernfächer gemeinsamen Anteil von 30 SWS (Tab. 4.2), den Kernfachanteil von ebenfalls 30 SWS sowie 20 SWS für Wahlpflichtfächer gegliedert. Den jeweiligen Fächerkanon der Kernfächer zeigen die Tab. 4.3.1. bis 4.3.3. Mit dem insgesamt hohen Anteil methodisch orientierter Lehrveranstaltungen kehrte der Studienplan zum Credo von F. LEUTWEIN als dem Gründungsvater des Freiburger Studiengangs Mineralogie zurück, dank dessen den Absolventen mit ihren umfangreichen methodisch-analytischen Kenntnissen und Fertigkeiten jahrzehntelang ein außerordentlich breit gefächertes Arbeitsfeld offen gestanden hatte.

Bis 1994 war die Anpassung an die Formalien der Hochschulrahmengesetzgebung weitgehend abgeschlossen, und so war von jetzt an den Studienordnungen jeweils eine umfangreiche Diplomprüfungsordnung vorangestellt. Inhaltlich und strukturell unterschied sich der Regelstudienplan von 1994 sowohl im Grundwie auch im Hauptstudium allerdings

wenig von seinem Vorgänger aus dem Jahr 1991, wenn man von einigen Verschiebungen zwischen dem gemeinsamen Hauptstudium und den Kernfächern absieht (Tab. 5.2. bis 5.3.3.) Bemerkenswert ist jedoch die mit der Berufung von ROBERT B. HEIMANN im Jahr 1993 verbundene Verstärkung thermodynamischer und kristallographischer Lehrinhalte im Hauptstudium der Technischen Mineralogie: Damit wurde zumindest in dieser Vertiefungsrichtung einem traditionellen Schwachpunkt der Freiburger Mineralogenausbildung zu Leibe gerückt.

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre sanken die Immatrikulationszahlen für den Studiengang Mineralogie auf deutlich <10. Da sich diese Tendenz auch für den Studiengang Geophysik zeigte und bildungsökonomische Kriterien zunehmend an Bedeutung gewannen, wurde mit der Studienordnung von 1999 das bis auf wenige Lehrveranstaltungen einheitliche geowissenschaftliche Grundstudium für die Studiengänge Geologie, Geophysik und Mineralogie eingeführt (Tab. 6.1.). Die neue, 8 SWS im 1. Semester umfassende Lehrveranstaltung „Grundlagen der Geowissenschaften“ schloss auch die Studiengänge Geoökologie und Angewandte Naturwissenschaften ein. Sie sollte außerdem und schon zu Beginn des Studiums die gesamtheitliche Sicht aller Studierenden auf das System Erde fördern und ihre Denkweise auf Kooperationen im bevorstehenden Berufsleben vorbereiten. Durch das weitgehend gemeinsame Grundstudium erhöhte sich der SWS-Anteil der geologisch-geophysikalischen Fächer in den ersten vier Semestern des Studiengangs Mineralogie auf 26 %, während der für die mineralogisch-geochemische Methodik auf 6 % sank. Für den Komplex Mineralogie-Geochemie-Lagerstättenlehre-Petrologie blieb er mit 26 % gegenüber 1994 praktisch unverändert. Die Tabellen 6.2. bis 6.3.3. zeigen die Details. Nachdenklich stimmt der Umfang der im Regelstudienplan vorgesehenen Tageslehrveranstaltungen (für die Grundlagen der Geologie beträgt er 51, für Mineralogie/Geochemie 9 Tage), denn er sprengte wohl alle gesetzlichen Auflagen, die zur Limitierung der SWS im Interesse der Studierenden erlassen worden waren.

In den Jahren 2000 und 2001, als

die Diskussion um das Bologna-Modell begann (Ersatz des Diplomstudiums durch Bachelor- und Masterstudium), war mit jeweils nur 4 Neuimmatrikulierten ein Tiefpunkt erreicht, der den Fortbestand des eigenständigen Studiengangs Mineralogie akut in Frage stellte. Die Gesamtzahl der eingeschriebenen Mineralogiestudenten sank vom Wintersemester 2000 bis zum Sommersemester 2003 von 58 auf 29. Logischerweise können auch die Absolventenzahlen kein günstigeres Bild liefern: War der Jahresdurchschnitt der Absolventenanzahl von 1985-1990 noch >10, so erreichte er zwischen 1991 und 2005 nicht einmal mehr die Zahl 8 (WAGENBRETH & POHL, KADEN, VOLKMER 2012).

In Anbetracht der starken Alleinstellungsmerkmale der Mineralogie als Wissenschaftsdisziplin wie auch als Studiengang verteidigte der Institutsvorstand trotzdem die Möglichkeit, nach der inzwischen akzeptierten gemeinsamen geowissenschaftlichen Grundausbildung das Hauptstudium als Diplom-Mineraloge abzuschließen. Diese Variante konnte sich trotz der seinerzeit in vielen Gremien geführten kontroversen Diskussionen über das Bologna-Modell bis in das Jahr 2004 auch noch auf die Zustimmung des Fakultätsrates stützen. Daher war die auf der Fakultätsratssitzung im Juni 2004 unter TOP 5 ohne nochmalige Debatte von Dekan BRODER MERKEL gegebene Mitteilung überraschend, dass „zu Beginn des Wintersemesters 2005/06 die Bachelor-/Masterausbildung eingeführt werden (soll)“. Es bleibt unklar, wie und warum eine Reihe von Studiengängen der TU Bergakademie, die keine nennenswert höheren Studenten- und Absolventenzahlen zu verzeichnen hatten, dennoch bis heute ihre Diplomabschlüsse beibehalten konnten.

So endete mit dem Inkrafttreten der Prüfungs- und Studienordnung für den Bachelor-Studiengang Geologie/Mineralogie im September 2005 nach reichlich 50 Jahren der Diplom-Studiengang Mineralogie, der an den meisten deutschen Universitäten zum Teil schon Jahre zuvor eingestellt worden war.

Forschung

Bekanntermaßen garantiert Artikel 5 (3) des Grundgesetzes die Freiheit der Wissenschaft, Forschung und Lehre. Zwar wird auch dieses Grundrecht nicht ohne Einschränkungen gewährt, ist aber dennoch und besonders für die universitäre Forschung von großer praktischer Bedeutung. Während sich Eingriffe in die Freiheit der Lehre z. B. durch die Hochschulrahmengesetzgebung ergeben, sind der individuellen Forschungsfreiheit Grenzen vor allem durch die verfügbaren finanziellen und personellen Ressourcen gesetzt. Es versteht sich von selbst, dass die neuen rechtlichen und materiellen Rahmenbedingungen zusammen mit der Neubesetzung von Professuren bereits in der ersten Hälfte der 1990er Jahre zu einem teilweise tiefgreifenden Wandel in Profil und Thematik der Forschung am Institut führten. Einen oft entscheidenden Einfluss auf diese Entwicklung hatten die Bedingungen der Drittmittelwerbung.

So fanden die bereits vor 1990 von B. VOLAND und Mitarbeitern intensiv betriebenen Forschungen zur Umweltgeochemie fast nahtlos ihre Fortsetzung in großen Drittmittelprojekten unter Leitung von P. BEUGE und W. KLEMM. Die besondere Förderungswürdigkeit dieser Projekte ergab sich aus dem immensen Bedarf an Daten für die Erfassung der Umweltbelastungen in den sächsischen Bergbau- und Hüttenrevieren sowie deren Auswirkungen auf den geochemischen Belastungsstatus des Muldesystems. Schwerpunkte der Untersuchungen waren die Möglichkeiten der Unterscheidung zwischen geogenen und anthropogenen geochemischen Anomalien, die Bilanzierung und das Verhalten der Schwermetalle und des Arsens in den genannten Flusssystemen, die Aufklärung natürlicher Mobilisierungs- und Demobilisierungsprozesse (Speziation) umweltrelevanter Elemente in Präzipitaten, Auenböden und Flusssedimenten als Grundlage für die Bewertung und Entwicklung geochemischer Barrieren. Dafür mussten die im Institut etablierten analytisch-experimentellen Methoden, die zu analysierenden Elementgruppen und die Nachweisbereiche durch die Beschaffung moderner Gerätetechnik wie ICP-Emissionspektrometrie, ICP-

Massenspektrometrie, AAS-Graphitrohrtechnik, Ionenchromatografie u. a. deutlich erweitert werden.

Als erstes Fallbeispiel dieser Forschungsetappe ist das gemeinsam mit Wissenschaftlern der Universität Hamburg (U. FÖRSTNER, A. KNÖCHEL und Mitarbeiter) von 1991 bis 1994 durchgeführte, vom BMBF finanzierte Projekt „Die Schwermetallsituation im Muldesystem“ zu nennen. Diese Arbeiten wurden in den Gewässersystemen der Elbe und der Oder in Kooperation mit weiteren deutschen oder polnischen Partnern fortgesetzt. Die Ergebnisse erwiesen sich als Basis für die Bewertung der Herkunft und der Belastung der Fließgewässersysteme von Mulde und Elbe durch die Extremhochwässer 2002 und 2013 als besonders wertvoll. In Anbetracht des gigantischen Umfangs der bei diesem Projekt anfallenden Daten wurden in dessen Verlauf von ANDREAS KLUGE die hard- und softwareseitigen Voraussetzungen für die computergestützte Datenerfassung und -auswertung geschaffen. Seine Arbeiten beförderten weit über den Rahmen des Projektes hinaus schnelle Fortschritte in der Computer- und IT-Ausstattung des Instituts.

Dem kausalen Zusammenhang mit den Fließgewässern folgend wurden seit den 1990er Jahren intensive Untersuchungen der hydrogeochemischen Regime in gefluteten Grubenrevieren und Halden (Freiberg-Halsbrücke, Ehrenfriedersdorf, Wismut) durchgeführt (z. B. BAACKE 2000, HAUBRICH 2000, KLEMM & GREIF 2006). Dabei rückten Fragen der zeitlichen Entwicklung der Konzentrationen umweltschädlicher Elemente wie As, Cd, U, Pb, Zn für die Abschätzung der Belastungszeiträume für die Fließgewässer und der Möglichkeiten ihrer Fixierung bereits im Gruben- und Haldenbereich zunehmend in den Mittelpunkt der Untersuchungen.

Nach dem Tod von P. BEUGE im Jahr 2001 wurden die umweltgeochemischen Forschungen in den sächsischen Lagerstättenrevieren unter der Regie von W. KLEMM fortgesetzt. Bereits in den 1990er Jahren hatte er sich – ausgelöst durch den mit dem Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche zusammenhängenden mineralogisch-geochemischen Forschungsbedarf – neben den Gruben- und Haldensi-

ckerwässern auch der Untersuchung von bauschädlichen geochemischen Prozessen an historischen Bauwerken zugewandt.

Die Arbeiten der jungen Gruppe um J. MATSCHULLAT, der 1999 auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Geoökologie und zum Leiter des Interdisziplinären Ökologischen Zentrums der Universität berufen worden war, schlossen bereits vor der offiziellen Vereinigung mit dem Institut im Jahr 2004 nahtlos an die umweltgeochemische Tradition des Hauses an (MATSCHULLAT 1999/2000, MATSCHULLAT ET AL. 2000). Die Zusammensetzung von Wasser und Sedimenten, Böden und auch der Atmosphäre standen dabei im Zentrum der prozessorientierten Forschungen. Dazu kamen methodische Arbeiten (MATSCHULLAT ET AL. 2000, TAUSON ET AL. 2001) sowie eine zunehmende thematische Erweiterung des Profils in Richtung Atmosphären- und Klimaforschung (MATSCHULLAT ET AL. 2000, PLANER-FRIEDRICH ET AL. 2002, ZIMMERMANN ET AL. 2003, HÄNSEL ET AL. 2005). Zugleich traten neben einem Fokus auf regionale Fragestellungen – vor allem des Erzgebirges – intensive Arbeiten in Antarktika (GASPARN & MATSCHULLAT 2006) und Brasilien (BORBA ET AL. 2003) in den Vordergrund.

Die bereits erwähnte Neuanschaffung zweier Massenspektrometer im Juni 1990 schuf die Voraussetzungen für die Fortsetzung der bisherigen isotopengeochemischen und geochronologischen Forschungen durch J. PILOT und Mitarbeiter. So konnten Rb-Sr-Datierungen, Sr- und Pb-Isotopenanalysen sowie U-Pb-Datierungen fortgeführt und für zahlreiche Untersuchungen an Magmatiten und Metamorphiten, vor allem der Grundgebirgseinheiten Sachsens und Thüringens, eingesetzt werden. Noch Ende der 1980er Jahre war die Pb-Pb-Datierung von Einzelzirkonen nach der Evaporationsmethode erfolgreich eingeführt worden, so dass sich Zirkon-Datierungen auch nach der Übernahme der Laborleitung durch M. TICHOMIROWA im Jahr 1993 mehr und mehr zu einem Schwerpunkt im Forschungsprofil des Labors entwickelten. Mitte der 1990er Jahre wurden dafür auch die konventionelle U-Pb-Datierung und im Rahmen in-

ternationaler Kooperation SHRIMP-Messungen verfügbar. Neben den geochronologischen Datierungen (Rb/Sr, Pb/Pb, high precision U/Pb zircon dating) wandte sich M. TICHOMIROWA gemeinsam mit ihren Koautoren verstärkt der Geochemie von Magmatiten, Metamorphiten sowie Karbonatiten und dem geotektonischen setting der jeweiligen Komplexe zu.

Aus den umweltgeochemisch orientierten Forschungen an sauren Grubenwässern und ihren Präzipitaten leiteten sich seit Ende der 1990er Jahre Untersuchungen stabiler Isotope ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, S, O, C) als Tracer der Oxidationsprozesse von Sulfiden in den Lagerstätten des Freiburger Reviers ab (HAUBRICH & TICHOMIROWA 2002/2003). Ihnen folgten Untersuchungen zur Schwefel- und Sauerstoff-isotopenvariation in der Atmosphäre im Raum Freiberg.

2002 habilitierte sich M. TICHOMIROWA mit der Arbeit „Genesis of Gneisses from the Erzgebirge and comparison to other Saxothuringian units“.

Für die Arbeitsgruppe am Lehrstuhl für Mineralogie blieben die bereits im Abschnitt „Die Laboratorien“ genannten Ziele, Methoden und Minerale im Mittelpunkt der Forschung. Sie konnten nun auf verschiedene Weise erweitert und vertieft werden: Zum einen verbesserten sich die experimentellen Möglichkeiten z. B. durch Zusammenarbeit mit anderen Instituten der eigenen und anderer Universitäten (z. B. L. NASDALA am Raman-Spektrometer des Instituts für Theoretische Physik; M. PLÖTZE und U. KEMPE an EPR-Spektrometern der Universitäten Marburg bzw. Leipzig). Zum anderen wurden durch die sich rasch entwickelnde Seltenerd-Analytik und lokal hochauflösende Abbildungs- und Analyseverfahren (Rasterelektronenmikroskopie mit EDX, später Elektronenmikrosonde; Kathodolumineszenzmikroskopie) neue Wege der Untersuchung von Mineralchemie, Mineralphysik und Mineralgenese gangbar. Daraus folgten Arbeiten zur Charakterisierung von lumineszenz- und farbaktiven sowie paramagnetisch aktiven Zentren in Scheeliten, Fluorit und Quarz in Abhängigkeit von der genetischen Stellung dieser Minerale und ihrer Spurenelementverteilungsmuster (U.

KEMPE, M. PLÖTZE, M. TRINKLER, TH. MONECKE). Ausgehend von morphologischen Untersuchungen akzessorischer Zirkone (WENZEL 1992) und dem Ziel, die an diesem Mineral gewonnenen geochronologischen Messungen besser zu interpretieren, wurden mittels Rasterelektronenmikroskopie, Kathodolumineszenz und Ramanspektroskopie die Internstrukturen und die Stabilitätsverhältnisse (Metamiktisierung) der Zirkone erforscht

(U. KEMPE, L. NASDALA). S. GOLDSTEIN und J. UHLIG untersuchten an der Gruppe der Li-Fe-Al-Glimmer die Auswirkungen der Mineralchemie auf deren IR-spektroskopische Parameter.

Auf dem Gebiet der Technischen Mineralogie führte nach dem Ausscheiden von H.-J. BLANKENBURG sein Mitarbeiter J. GÖTZE zunächst vor allem die Untersuchung von Quarzsanden weiter. Später konzentrierten sich seine Forschungen stärker auf die Quarz- und Achatgenese. Richtungweisend nicht nur für seine eigenen Arbeiten erweist sich bis heute die von GÖTZE über Jahre betriebene Einführung und Vervollkommnung der Kathodolumineszenzmikroskopie: Die Entwicklung dieser Technik von einem zunächst nur abbildenden zu einem spektralen Verfahren und ihre Kombination mit lokal auflösenden Analysemethoden ermöglichte inzwischen zahllose erfolgreiche Anwendungen in Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenforschung – die meisten davon in Zusammenarbeit mit Kollegen des Instituts und auswärtigen Autoren. Im Laufe der Jahre wurden dabei außer dem Quarz u. a. auch Feldspäte, Karbonate, Tonminerale, Alunite zum Untersuchungsobjekt immer komplexer werdender Fragestellungen.

Mit der Berufung von R. B. HEIMANN auf die neu geschaffene Professur für Technische Mineralogie im Jahr 1993 erhielt das Lehr- und Forschungsgebiet eine stärker materialwissenschaftlich-kristallographische Ausrichtung. Gerätetechnisch und thematisch wurden Kristallzüchtung und Oberflächenveredelung, insbesondere durch Plasmaspritzen, zu neuen Schwerpunkten des Bereichs. Nach R. B. HEIMANN's Emeritierung und Streichung der Professur im

Jahr 2003 führten J. GÖTZE und M. HENGST einige der Projekte zur Züchtung technischer Kristalle weiter.

R. KLEEBERG führte das Röntgenlabor durch die methodische Entwicklung und praktische Anwendungen des Rietveld-Verfahrens zu einem der weltweit führenden Labors auf dem Gebiet der qualitativen und quantitativen Röntgenphasenanalyse, insbesondere von Tonmineralen. Seine Arbeit wurde erstmals 2002 durch den 1. Platz im Reynolds Cup ausgezeichnet, an dem er seitdem entweder als Organisator oder als Gewinner von vorderen Plätzen führend beteiligt ist.

Auf dem Feld der Lagerstättenlehre war die Forschung zunächst weiterhin den bisher gesetzten Schwerpunkten gewidmet. Nach dem Ausscheiden von L. BAUMANN und O. LEEDER im Jahr 1993 sowie von M. WOLF bereits 1990 erfuhr der Lehrstuhl für Lagerstättenlehre mit der Berufung von P. HERZIG ab 1993 eine tiefgreifende, schnelle und sehr erfolgreiche Neuorientierung seiner Forschungsaktivitäten. Im Mittelpunkt standen nunmehr die marine Rohstoffforschung, insbesondere die Geologie, Mineralogie und Geochemie mariner Hydrothermalsysteme, die mit ihnen verbundenen submarinen Massivsulfidlagerstätten und die Vorkommen von Manganknollen. Auf den dafür im beschriebenen Zeitraum durchgeführten ca. zwei Dutzend Forschungsfahrten zu den Back-Arc- und Mittelozeanischen Riftsystemen und anderen signifikanten Zielobjekten in allen Weltmeeren waren neben PETER HERZIG auch die Mitarbeiter des Lehrstuhls KLAUS BECKER, SVEN PETERSEN, THOMAS SEIFERT, ULRICH SCHWARZ-SCHAMPERA, THOMAS KUHN, THOMAS MONECKE, AXEL RENNO, BERND BUSCHMANN u. a. häufig als Projekt- oder Fahrtenleiter im Einsatz.

Natürlich war das breite Forschungsfeld mit seinen außergewöhnlichen Bedingungen der „Feldarbeit“ auch sehr attraktiv für Doktoranden und Studierende weit über den Studiengang Mineralogie hinaus, und so formierte sich um P. HERZIG schnell eine große und leistungsstarke Arbeitsgruppe, deren Ergebnisse in Form von Fahrtberichten, Publikationen, Diplom- und Doktorarbeiten so umfangreich sind, dass hier lediglich auf das Publikationsverzeichnis ver-

wiesen wird.

Begünstigend für den Erfolg dieser Arbeitsrichtung war ihre starke Kongruenz mit den rohstoffpolitisch begründeten, durch internationale Vereinbarungen und hoheitlich durch das BMBF geförderten Forschungsschwerpunkten, die ihrerseits wiederum besonderes Gewicht bei der Forschungsförderung durch die DFG erhielten. Für das Institut ergaben sich daraus bemerkenswerte Vorteile: Zum einen waren mit dem starken und über Jahre anhaltenden Drittmittelzufluss beträchtliche Verbesserungen der laborativen und personellen Ausstattung des Instituts verbunden. Zum anderen behauptete sich das Institut für längere Zeit an der Spitze des inneruniversitären Rankings der Drittmittelwerbung, denn die millionenschweren Charterkosten für die überwiegend deutschen Forschungsschiffe (in der Mehrzahl FS „Sonne“) waren formal mit den anderen Drittmittelkategorien gleichgestellt. Und schließlich bewirkte die Freiburger Arbeitsgruppe durch ihre enge Verknüpfung mit der internationalen meeresgeologischen Forschung eine beachtliche Verstärkung der Internationalität auch der Lehre und der Weiterbildung, z. B. durch die 1996 gestartete und bis in die Gegenwart fortgeführte Reihe der „Freiberg Short Courses in Economic Geology“ und die Gründung eines Freiburger „Society of Economic Geology Student Chapter“ im Jahr 2000.

Für seine auch international führenden Forschungen wurde P. HERZIG im Jahre 2000 von der DFG mit dem Leibniz-Preis ausgezeichnet. Sein Lehrstuhl für Lagerstättenlehre firmierte bis zu seiner Berufung nach Kiel im Jahre 2003 mit dem Zusatz „Leibniz-Labor für Angewandte Meerforschung“.

Parallel zu der auf marine Rohstoffe fokussierten Forschung setzte TH. SEIFERT die metallogenetischen Arbeiten in der Region Erzgebirge-Vogtland fort, die sich zum Teil aus der noch in den 1980er Jahren begonnenen Altbergbauanalyse des Lagerstättendistrikts Marienberg und verschiedenen Projekten zu Seltenmetall-führenden Lagerstätten im Erzgebirge/Vogtland ableiteten. Eine wesentliche Grundlage dafür bildete bis 1991/1992 die enge Kooperation mit dem VEB Geologische Forschung und

Erkundung Freiberg (insbesondere mit dessen Abteilung „Erze und Spat“ unter Leitung von RALF KÜHNE) sowie mit ehemaligen Bergbaubetrieben des VEB Bergbau- und Hüttenkombinats „Albert Funk“ Freiberg. Auf der Basis geologisch-mineralogischer und (isotopen)geochemischer Untersuchungen sowie Altersdatierungen (Pb-Pb-, U-Pb, K-Ar, Ar-Ar) wurden insbesondere Sn-W-Mo-Bi- und polymetallische Ag- und In-führende Mineralisationen in verschiedenen Strukturtypen und deren Beziehung zum permokarbonischen Magmatismus erforscht. In diesem Zusammenhang befasste sich SEIFERT verstärkt mit der metallogenetischen Bedeutung von Lamprophyren in sächsischen Lagerstättenrevieren und weltweit, wozu er sich 2007 habilitierte. Außerdem war er in den 1990er Jahren führend an Untersuchungen der Belastung durch ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der DDR beteiligt (LEHMANN ET AL. 1998).

In der Petrologie wurden bis 1993/1994 die Eklogit-Forschungen fortgesetzt (W. SCHMIDT, E. SCHMÄDICKE), und es entstand eine enge Zusammenarbeit mit M. OKRUSCH (Würzburg). Parallel dazu war die Gruppe maßgeblich an einem durch die VW-Stiftung von 1990 bis 1994 geförderten multilateralen Projekt „Geochemische, mineralogische und tektono-genetische Untersuchungen der Sn-Nb-Ta-führenden Apogranite im ägyptischen Central Eastern Desert“ beteiligt. Zu dessen Bearbeitern gehörten außer dem Institut für Mineralogie (W. SCHMIDT, S. JAHN, A. RENNO) das Institut für Geologie der TU Bergakademie (K. STANEK, TH. POHL) sowie die TU Berlin (G. MATHEIS (ab 1992 als Projektleiter), ZIYING LI) und Wissenschaftler der Universität von Alexandria.

Nach der Abwicklung des Zentralen Geologischen Instituts Berlin setzte BIRGIT GRUNER von 1990 bis 1992 in Freiberg die in Berlin begonnene Bearbeitung der Ultramafitit-Lamprophyre des Karbonatit-Komplexes von Delitzsch fort. Das aus Berlin mitgebrachte Kernmaterial wurde durch F. MÖCKEL (ehem. SDAG Wismut) ergänzt und stand für weitere petrochemische und mineralchemische Untersuchungen durch A. RENNO zur Verfügung.

Ab 1996 wurde das petrologische Forschungsprofil bis 1998 zunächst durch B. SCHULZ, dann bis 2005 durch L. FRANZ bestimmt. Beiden gemeinsam war die Verknüpfung von Petrologie der Metamorphose und Kristallingeologie. Somit ähnelte sich auch der von beiden eingesetzte Methodenkomplex: Feldarbeiten, Mineral-Thermobarometrie und Mineralchemie, Flüssigkeitseinschlussuntersuchungen, Geochronologie. Regional konzentrierten sich die Arbeiten von B. SCHULZ auf europäische Kristallinkomplexe, vor allem der Alpen, aber auch der Bretagne und des Französischen Zentralmassivs, während sich L. FRANZ maßgeblich an Untersuchungen ultrahochdruckmetamorpher Areale des Zhangbaling-Belts beteiligte. Er war außerdem in die meeresgeologischen Projekte HYDROARC, CONDRILL und HYDROMAR eingebunden, in deren Rahmen er sowohl die Petrologie der aus aktiven Hydrothermalfeldern im Atlantik, Pazifik und im Südpolarmeer geborgenen Magmatite als auch Art und Ausprägung ihrer jeweiligen Alterationsprozesse zu untersuchen hatte.

Die Sammlungen

Wie bereits erwähnt, blieben die Geowissenschaftlichen Sammlungen nach der Vereinigung der WB zu den vormaligen Instituten organisatorisch zunächst ein Bereich außerhalb der Institutsstrukturen und direkt dem Dekan der Fakultät unterstellt. Nach dem Ausscheiden von W. WEBER übernahm F. HOFMANN 1991 die Leitung der Geowissenschaftlichen Sammlungen. 1992/93 wurde KARIN RANK zur Leiterin berufen. Sie war gleichzeitig die verantwortliche wissenschaftliche Mitarbeiterin der Lagerstättensammlung.

Verantwortlich für die Mineralogische Sammlung blieb bis zu seinem Eintritt in den Ruhestand 1996 F. HOFMANN, dem in dieser Funktion ANDREAS MASSANEK folgte, der bereits seit 1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Sammlung war.

Zu allen Zeiten waren die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Sammlungen in begrenztem Umfang (ca. 4 SWS pro Mitarbeiter) in den Lehrbetrieb des Instituts sowie in die Durchführung von Exkursionen, die Betreuung von Praktikanten und ähnliche

Aktivitäten einbezogen.

In den 1990er Jahren waren Leitung und Mitarbeiter der Sammlungen voll in eine Vielzahl von technisch-organisatorischen Maßnahmen eingebunden, die für ihre eigentlichen museologischen und wissenschaftlichen Aufgaben wenig Zeit ließen. Das Spektrum dieser Arbeiten reichte von Modernisierungen der Ausstellungssäle und -technik über die Räumung von seit Jahrzehnten bestehenden provisorischen Probenlagern bis zur Mitarbeit am Konzept und am Aufbau eines zentralen Belegmaterial-Archivs. Wegen der schärferen Bestimmungen des Strahlenschutzes wurde auch die sog. Wismut-Sammlung umgelagert, deren bisheriger Standort in der Domgasse – ganz im Stil der in Umbruchzeiten üblichen Hysterie – von der Freiburger Lokalpresse mit einer Atombombe verglichen worden war. Nach längeren Umwegen fand sie zusammen mit der 1994 von der Uranerz Bonn GmbH übernommenen Sammlung ihren dauerhaften Standort im ehemaligen Sprengmittellager auf der Reichen Zeche.

Die großen technischen und logistischen Herausforderungen dieser Maßnahmen, deren Ergebnis die heutige Zentrale Lithothek und das sog. Uranerzdepot auf dem Gelände der Lehrgrube sind, konnten nur dank der engen und konstruktiven Zusammenarbeit mit dem damaligen Direktor für Technik der Universität, HARALD KOHLSTOCK, bewältigt werden.

Trotz der außergewöhnlichen Belastungen dieser Jahre ist die Bilanz der eigentlichen Sammlungsarbeiten beachtlich und kann hier nur stark komprimiert geschildert werden. So wurden jährlich mehr als 6 mineralogische oder wissenschaftshistorische Ausstellungen in den eigenen Räumlichkeiten oder an fremden Standorten organisiert bzw. an deren Vorbereitung mitgearbeitet. Allein von 1993 bis 2005 verzeichneten die Sammlungen des Werner-Baus mehr als 8.000 Positionen an Neuzugängen (ca. 50 % davon für die Mineralogische Sammlung), finanziert sowohl aus den selbsterwirtschafteten Mitteln als auch aus beträchtlichen Zuwendungen des Sächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst sowie der eigenen Universitätsverwaltung. Die Zahl der Ausstellungsbesucher

lag im langjährigen Durchschnitt bei über 7.000, worin die Nutzung für die Aus- und Weiterbildung der Studenten und Mitarbeiter der Universität nicht enthalten ist. Um den bei dieser Besucherzahl erforderlichen Bedarf an Führungen gerecht zu werden, wurden die Mitarbeiter der Sammlungen von wissenschaftlichen und studentischen Hilfskräften unterstützt.

Für den o. g. Zeitraum sind in den Unterlagen der Sammlungen Leih- und Nutzerverträge für wissenschaftliche Zwecke und Ausstellungen mit ca. 450 Institutionen und mehr als 6.000 Positionen dokumentiert. Diese Aktivitäten unterstreichen nachdrücklich die nationale und internationale Wertschätzung der Sammlungen des Werner-Baus als wissenschaftliches Archiv der Mineralogie und der Lagerstättenforschung.

Im Rahmen einer von der Universitätsverwaltung beschlossenen Änderung wurde im Jahr 2005, kurz nach seiner Berufung zum Professor für Allgemeine und Angewandte Mineralogie, GERHARD HEIDE auch zum Direktor der Geowissenschaftlichen Sammlungen berufen. Die organisatorischen Aufgaben verblieben beim Geschäftsführer der Geowissenschaftlichen Sammlungen.

Im Jahre 2002 begannen, vorangetrieben durch die Entschlossenheit des damaligen Rektors, GEORG UNLAND, die Bemühungen der Universität, die berühmte Privatsammlung von Frau E. POHL-STRÖHER nach Freiberg zu holen. Die dafür erforderlichen guten persönlichen Kontakte und juristischen Voraussetzungen konnten schrittweise geschaffen werden. Für die spezifischen räumlichen Bedingungen der Unterbringung einer derartigen Sammlung erwies sich schließlich das zu rekonstruierende Schloss Freudenstein als nahezu ideal. Dafür waren jedoch bauplanerische und finanzielle Entscheidungen und Maßnahmen zu treffen, die weit über die Kompetenzen der Stadt Freiberg, der Universität und erst recht des Instituts hinausgingen. Es ist wiederum G. UNLAND zu verdanken, dass die vielen Hürden überwunden wurden, 2003 der Umbau des Schlosses begann und 2004 mit der Gründung der Pohl-Ströher-Mineralienstiftung die Grundlagen für die schließlich 2008 eröffnete Terra Mineralia geschaffen

waren. Die nach mineralsystematischen bzw. lagerstätten-genetischen Kriterien geordneten wissenschaftlichen Sammlungen des Werner-Baus blieben hinsichtlich ihrer Bestände und Strukturen unangetastet, vor allem behielten sie ihre Bedeutung für die universitäre Lehre und Forschung wie auch ihren bildungspolitischen Auftrag als museale Einrichtung. Für ihre Kustoden und ihr technisches Personal ergaben sich jedoch nachhaltige Mehrbelastungen. In der Gründungsphase der Terra Mineralia gelegentlich laut gewordene Versuche, sie mit mineralogischen Sammlungen wie im Smithsonian National Museum of Natural History in Washington D.C. oder dem Natural History Museum in London zu vergleichen, erwiesen sich schon damals vor allem im Hinblick auf die um das Mehrfache größeren Staffs dieser Sammlungen und ihre umfangreiche laborativen Ausstattung als wenig sinnvoll. Als umso wichtiger erwies sich im Nachhinein, dass 1998 der Versuch der Fakultätsleitung, die Kustodenstelle der Mineralogischen Sammlung den Stellenstreichungen zu opfern, abgewehrt werden konnte: Nachdem alle Proteste aus dem Institut erfolglos geblieben waren, kippten auswärtige Einsprüche und insbesondere ein aus den alten Bundesländern kommender Verweis darauf, dass die Sammlung selbst zu DDR-Zeiten unantastbar geblieben war, die bereits getroffene Entscheidung.

Internationale Aktivitäten und Tagungen

Der große Gewinn an Internationalität der wissenschaftlichen Aktivitäten und Beziehungen war zusammen mit den nahezu (d. h. höchstens finanziell limitierten) unbegrenzten Zugriffsmöglichkeiten zu modernster analytisch-experimenteller und Kommunikationstechnik die für die Wissenschaftsentwicklung wohl wichtigste, kaum zu überschätzende positive Folge des Systemwechsels von 1990. Sie wird nicht erst in der Art und Wahl der Forschungsprojekte und deren meist international zusammengesetzte Forschergruppen sichtbar, sondern beginnt schon in der Ausbildung der Studenten durch die Möglichkeit von Auslandssemestern, durch das fast grenzenlose Angebot

von Exkursionen und Praktika sowie ihre selbstverständliche Einbeziehung in die weltweiten Forschungsvorhaben. Eine Aufzählung von Belegen würde den Rahmen dieser Betrachtung sprengen. Zahllose Beispiele sind in den seit 2007 erscheinenden Jahresberichten des Instituts zu finden.

In Anbetracht der mit nahezu allen Forschungsvorhaben verbundenen internationalen Aktivitäten, wie Arbeitstreffen und Tagungsbesuche, Austausch von Wissenschaftlern, Daten, Laborkapazitäten etc. hat nach 1990 die Organisation größerer und repräsentativer Tagungen im Institut als Gastgeber an Bedeutung verloren. Erwähnt sei jedoch die Ausrichtung der 72. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft im September 1994: Nach ihrer letzten gesamtdeutschen Tagung 1957 in Freiberg symbolisierte diese die Rückkehr des Instituts in das wissenschaftliche und organisatorische Leben der DMG.

Im politisch-historischen Kontext ist hervorzuheben, dass in den 1990er Jahren durch DAAD, DFG und EU-Institutionen Kooperations- und Forschungsprogramme mit Partnern in den ehemaligen Ostblockländern besondere Förderung erfuhren. Durch diesen Bonus für die „Brückenfunktion“ ist zumindest für das Institut festzustellen, dass Umfang und Tiefe der Zusammenarbeit mit Institutionen und einzelnen Wissenschaftlern dieser Länder ein Niveau erreichen konnten, an das zu Zeiten der oft beschworenen „brüderlichen Verbundenheit“ nicht zu denken war. Logischerweise spielten bei der Entwicklung dieser Beziehungen jene Wissenschaftler, die ihre akademische Ausbildung vormals in der UdSSR erhalten hatten, eine herausragende Rolle (J. HAMMER, U. KEMPE, M. TICHOMIROWA).

Bilanz und Ausblick

In Zeiten, da Universitäten immer öfter mit Wirtschaftsunternehmen verglichen oder sogar ihnen gleichgestellt werden und sich daraus Forderungen nach ihrer Effizienz ergeben, sind logischerweise zunächst Zahlen als deren Bewertungsparameter gefragt.

Insgesamt beendeten von 1965 bis 2007 in 30 Absolventenjahrgängen (die Jahresdifferenz erklärt sich aus

der durch die III. Hochschulreform verursachten Unterbrechung des Studiengangs) 223 Studenten ihr Studium als Diplom-Mineralogen. Das sind etwa 2/3 der seit Einführung des Mineralogen-Diploms im Jahre 1950 gezählten Absolventen (WAGENBRETH et al. 2012), woraus sich ein Mittelwert von reichlich 7 Diplomierten pro Absolventenjahrgang ergibt. Damit gehörte die Mineralogie zusammen mit den Diplomstudiengängen Markscheidewesen/Geodäsie sowie Angewandte Mathematik, die seit 1990 im Durchschnitt ebenfalls weniger als 10 Absolventen pro Jahr zum Abschluss brachten, zu den zahlenmäßig schwächsten Fachrichtungen der Universität. Im Hinblick auf den administrativen Druck des Bologna-Prozesses ist es verwunderlich, dass die letzten beiden als selbstständige Diplomstudiengänge überleben konnten und gegenwärtig die TU Bergakademie wieder etwa zehn Diplomstudiengänge anbietet.

Nicht nur im Vergleich zur Absolventenzahl sind die durch Hochschullehrer des Instituts bzw. der WB Mineralogie/Geochemie und Lagerstättenlehre/Ökonomische Geologie von 1965 bis 2005 betreuten oder erstbegutachteten mehr als 130 Promotionen zum Dr.rer.nat. (einschließlich Promotion A) beachtlich. Im gleichen Zeitraum habilitierten sich (einschließlich Promotionen B) 20 Wissenschaftler des Instituts bzw. der o. g. WB.

2005, am Ende des betrachteten Zeitraums, gehörten zum „permanent staff“ (Abb. 1) nur noch die zwei Professuren für Mineralogie (G. HEIDE) und Geoökologie/Geochemie (J. MATSCHULLAT). Die zu diesem Zeitpunkt noch vakante Lagerstätten-Professur wurde von 2004 bis 2008 von TH. SEIFERT vertreten und erst 2008 durch J. GUTZMER wiederbesetzt. Damit war 2008 die Zahl der Professorenstellen gegenüber 1993 bis 1995 auf 60 % geschrumpft (worden). Die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter scheint mit 15 (davon 3 mit außerplanmäßigen Professuren und 2 in den Sammlungen) weniger stark von Stellenkürzungen betroffen, und ähnliches gilt scheinbar für die 18 technischen Mitarbeiter (davon 3 in den Sammlungen). Jedoch geht in diesem Vergleich der Stelleninput durch die

Zusammenführung der Lehrstühle für Geoökologie und Geochemie sowie der Anteil der Teilzeitbeschäftigten unter. Späteren Jahresberichten folgend blieb die Zahl der am Institut fest angestellten Wissenschaftler aller akademischen Grade nahezu konstant 18, und auch die Anzahl der technischen Mitarbeiter änderte sich kaum.

Wichtiger als ein Zahlenspiegel sollte jedoch die Wertung einer Einzelwissenschaft im Gesamtgefüge eines Wissenschafts-, Bildungs- und Wirtschaftssystems sein. Gemäß dem Charakter der Mineralogie als einer Art „Mischkristall variabler Zusammensetzung“ aus Geologie, Chemie, Physik und Werkstoffwissenschaften war und ist sie als Wissenschaftsdisziplin in hohem Maße kooperationsfähig mit anderen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen. Ihr eigenständiger Diplom-Studiengang verlieh seinen Absolventen eine hohe Flexibilität, die sich insbesondere aus seiner Methodenorientierung ergab: In der Vielfalt des im Studium vermittelten analytisch-experimentellen Apparats von der chemischen Analytik (mit einer Vielzahl instrumenteller Verfahren für die Haupt- und Spurenelement-analytik bis hin zur hochauflösenden Lokalanalyse) über phasenanalytische Techniken (optische und Elektronenmikroskopien, Röntgenverfahren) bis zu festkörperspektroskopischen Methoden und zur Kristallzüchtung war er wohl mit keinem anderen Studiengang vergleichbar. Daraus resultierte über die Jahrzehnte ein extrem breites Spektrum der Berufsfelder: Rohstoffforschung und -wirtschaft mit ihren stark variierenden Schwerpunkten, Umweltforschung und -schutz, keramische und Zementindustrie, Züchtung technischer Kristalle, natürlich das weite Feld der grundlagen- und anwendungsbetonten Forschung in Geologie, Petrologie, Geochemie, und gelegentlich sogar Forensik und Medizin.

Ob und inwieweit sich nach der Ablösung des Diplom-Mineralogen durch das bimodale B.Sc./Master-Studium an diesen Inhalten und Aufgaben Änderungen ergeben, könnten die Autoren bestenfalls vermuten. Die bildungspolitischen und strukturellen Kriterien, seine Orientierungen und

Prüfungsabläufe unterscheiden das bimodale Studium aus dreijährigem Bachelor-Studiengang Geologie/Mineralogie (Tab. 7.) und anschließendem zweijährigen Master-Studiengang Geowissenschaften (Studienrichtung Mineralogie) so fundamental vom fünf Jahre dauernden Diplomstudium, dass selbst Vergleiche, die sich auf inhaltliche Aspekte beschränken, von vornherein fragwürdig sind. Die größten Hindernisse dafür sind der Wechsel von SWS zu Leistungspunkten (Credits) bei der Messung des zeitlichen Studienaufwands sowie der schwer überschaubare Studienaufbau aus einer großen Zahl verschieden bewerteter Module (z. B. fachspezifische oder fachübergreifende Pflicht- oder Wahlpflichtmodule). Rein qualitativ kann auf der Grundlage der Prüfungs- und Studienordnung für den Masterstudiengang Geowissenschaften (Studienrichtung Mineralogie) (Tab. 8.) und des zugehörigen Modulhandbuchs aus den Jahren 2007 bzw. 2008 sicher geschlussfolgert werden, dass der Master in Geowissenschaften generell über gleichwertige Kenntnisse und Fertigkeiten verfügt wie einst der Diplom-Mineraloge. Für manche Einsatzgebiete mag sich die weitergehende Spezialisierung durch zahlreiche Möglichkeiten der Kombination von Modulen als vorteilhaft erweisen.

Ob das Ziel des B.Sc.-Studiengangs, „für den Beruf des ... Mineralogen in anwendungs- und forschungsbezogenen Tätigkeitsfeldern“ zu qualifizieren und welche Rolle „firmeninterne(n)

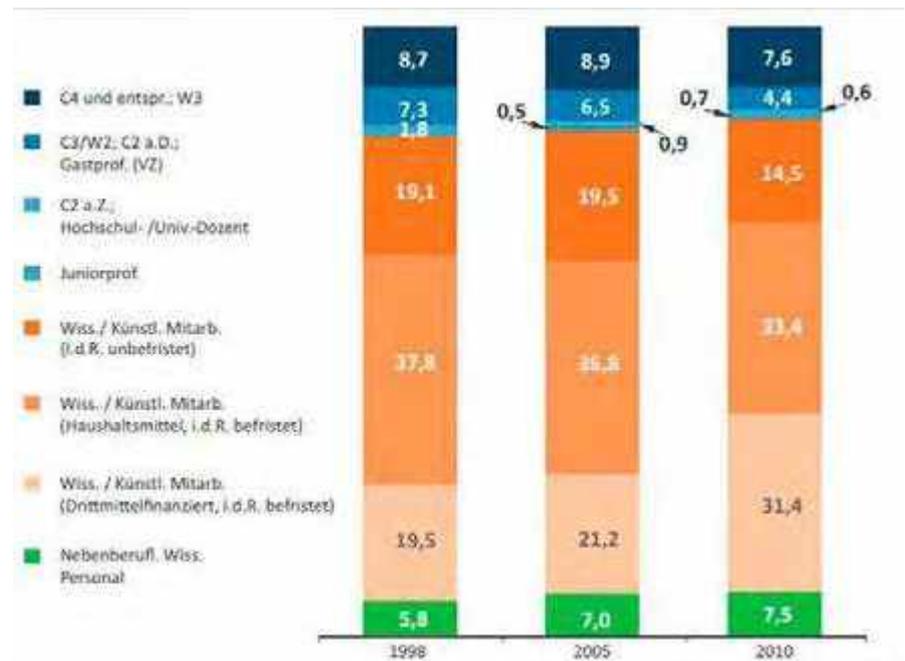


Abb. 2: Personalstruktur an deutschen Universitäten. Quelle: Krenkel & Zimmermann (2014).

Zusatzqualifikation(en)“ dabei zukommt, wäre nach inzwischen mehr als fünfzehn Jahren Erfahrung mit B.Sc.-Abschlüssen u. E. ein interessanter Untersuchungsgegenstand für bildungspolitisch engagierte Lehrende und Studierende sowie darüber hinaus ein nützlicher Beitrag zum nicht verstummenden Diskurs über Sinn und Erfolg des Bologna-Prozesses. Nach unserem Wissen gibt es nach wie vor weder fachspezifische noch allgemein anerkannte Antworten auf eine Reihe von Fragen, die schon zu Beginn des Bologna-Prozesses sehr kontrovers diskutiert wurden. Allerdings dürften die Aussagen je nach

subjektiver Betroffenheit (z. B. Hochschul- und Bildungspolitiker, Hochschullehrer, Studierende und Absolventen, Arbeitgeber der Absolventen) sehr unterschiedlich und oft gegensätzlich ausfallen:

- Hat sich die Bologna-Reform mit ihrem riesigen bürokratischen Aufwand „gelohnt“?
- Sind ihre bildungspolitischen und ökonomischen Ziele im konkreten Beispiel erreicht worden?
- Haben Lehrende und/oder Studierende von ihr profitiert und inwiefern?
- Hat sich die internationale Mobilität der Studierenden verbessert?
- Welches Ansehen genießt der Bachelor-Abschluss in der Wirtschaft?
- Wie sehen die Arbeitsmarktchancen der Bachelor mehr als 10 Jahre nach den ersten B.Sc.-Absolventen in der Realität aus?

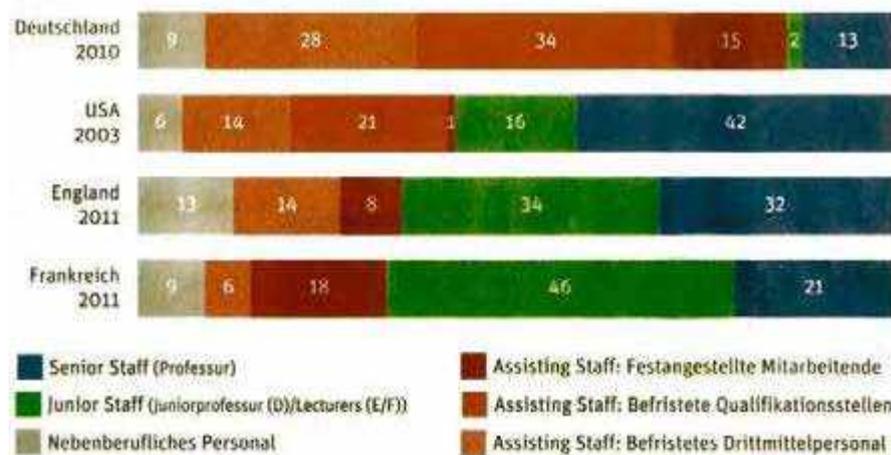
Schwerwiegender als die im Wesentlichen strukturellen Konsequenzen des Bologna-Prozesses erscheinen uns die Veränderungen, die in den letzten 20 oder 25 Jahren hinsichtlich der personellen Ressourcen zu beobachten sind. So hat sich im Institut das Verhältnis der Gesamtzahl unbefristet angestellter Wissenschaftler (Hochschullehrer, habilitierte, promovierte und diplomierte Mitarbeiter) zur Zahl der befristet beschäftigten Wissenschaftler (vor 1990 befristete Assistenten und Doktoranden; nach 1991



Abb. 3: Drittmittelanteil an FuE- Ausgaben der Hochschulen. Quelle: BMBF-Datenportal.



Abb. 4: Personalstruktur an deutschen Universitäten im internationalen Vergleich (in %). Quelle: Krenkel & Zimmermann (2014).



Quelle: Berechnungen Krenkel/Zimmermann (2014) auf Basis: Stat. Bundesamt (D), National Center for Education Statistics (USA), Higher Education Funding Council for England (E), Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Éducation Supérieure et de la Recherche (F).

Abb. 5: Arbeitsverhältnisse an deutschen Universitäten im internationalen Vergleich.

aus Drittmitteln oder mit Stipendien finanzierte Mitarbeiter, Doktoranden, Post-Docs und Gastwissenschaftler) drastisch verschoben: Während dieser Quotient seit den 1960er Jahren annähernd bei 1 verharrte, sank er Mitte der 1990er Jahre auf ungefähr 0,7 und, folgt man den entsprechenden Angaben in den Jahresberichten des Instituts ab 2010, weiter auf Werte zum Teil noch deutlich darunter.

Diese Entwicklung kann durchaus verschieden interpretiert werden: Einerseits ist sie Ausdruck des guten Rufs, den das Institut als Forschungs- und akademischer Weiterbildungsstandort bis heute im In- und Ausland hat. Andererseits bestätigt sie einen in Deutschland seit mehr als zwei Jahrzehnten sichtbaren Prozess der Prekarisierung des wissenschaftlichen Nachwuchses: Inzwischen

sind mehr als zwei Drittel des wissenschaftlichen Personals der deutschen Universitäten auf meist nur kurz befristeten Qualifikations- und Drittmittelstellen beschäftigt. Den in Abb. 2 als Bundesdurchschnitt gezeigten Verhältnissen zwischen Professorenstellen, unbefristet beschäftigten und drittmittelfinanzierten wissenschaftlichen Mitarbeitern sind die des Instituts sehr ähnlich. Die seit den 1990er Jahren zu beobachtenden Trends der Schrumpfung des Professoren- und Dozentenanteils einerseits und der rapiden Zunahme drittmittelfinanzierter Wissenschaftlerstellen andererseits treffen für das Institut ebenso zu.

Auch die statistischen Daten des BMBF zu den FuE-Ausgaben der Hochschulen (Abb. 3.) zeigen, dass innerhalb der seit 1995 auf mehr als

das Doppelte gestiegenen Gesamtausgaben der Drittmittelanteil von einst 28 % auf nun knapp 50 % angewachsen ist. Trotz aller Einschränkungen vor allem durch die unterschiedliche Kategorisierung des wissenschaftlichen Personals nährt auch der internationale Vergleich (Abb. 4 und 5) die Zweifel, ob sich Deutschland dem mit „Bologna“ angestrebten gesamteuropäischen und international konkurrenzfähigen Hochschulraum angenähert hat oder überhaupt annähern konnte.

In den skizzierten Trends der Personalentwicklung und der Finanzierungsquellen lassen sich unschwer die Konsequenzen erahnen, die sich für den (im Bundesdurchschnitt um fast 10 %) geschrumpften „permanent staff“ hinsichtlich des enormen Aufwands für die Betreuung, für die Beschaffung der notwendigen Drittmittel und dadurch auch indirekt für die Lehre ergeben. Es gibt offenkundig mehr zu bedauern als verschwundene Diplomstudiengänge. Die nächsten Generationen von Wissenschaftlern – sowohl die mehr oder weniger gut etablierten als auch die in der Lebensform der Befristung gehaltenen – sind ob der vor ihnen liegenden Herausforderungen nicht zu beneiden.

Teil 1 (Von 1965 bis zur III. Hochschulreform 1968) und Teil 2 (Von der III. Hochschulreform 1968 bis 1990) dieses Beitrags erschienen in den ACAMONTA-Ausgaben 2022 und 2023.

1 Anschrift der Autoren: Prof. Dr. Dieter Wolf; Haduweg 60, 13125 Berlin; d-wolf@posteo.de, Prof. Dr. Bernd Voland; Berthold-Delbrück-Str. 74, 07749 Jena; bernd@voland.de, Dr. Wolfgang Kramer; Wernerstr. 4, 14109 Berlin; Dr. Werner Pälchen; Ahornweg 13, 09633 Halsbrücke; wer.paelchen@t-online.de

Bierulk oder Professor H.s Entwurf zu einem geologischen Monument

Angela Kugler-Kießling

Das Jahr 1873 neigt sich langsam dem Ende zu. Dass im Januar schon die ersten Veilchen blühten, ließ der Einbruch der Finanzmärkte schnell vergessen. Noch im Mai hatte man in Wien die Weltausstellung eröffnet, auf der sich auch die Bergakademie Freiberg mit unterschiedlichen Berg- und Hüttenprodukten, Modellen und Zeichnungen vorgestellt hatte. Die Eisenbahnstrecke Freiberg-Nossen war in Betrieb genommen worden und das Freiburger Silber wurde den Preisschwankungen des Weltmarkts unterworfen.

Für die Bergakademie war es allerdings ein recht erfolgreiches Jahr. Die Reformen des Geheimen Bergrats Gustav Zeuner setzten sich durch und die Krise nach der sächsischen Niederlage von 1866 schien überwunden. Grund genug, das Jahr mit einem vorweihnachtlichen Umtrunk abzuschließen.

Am Sonnabend, dem 20. Dezember 1873, versammelten sich also die 15 Lehrkräfte der Bergakademie im „Bebusischen Local“. Miteingeladen waren auch die drei Emeriti des Jahres, Bergrat C. J. A. Th. Scheerer, Prof. für praktische und analytische Chemie, Bergrat Franz Wilhelm Fritzsche, Prof. für Probierkunst und Allgemeine Hüttenkun-



Beschreibung von Frieder Jentsch in Kunst im Hof der Bergakademie. Wissenschaft vor Ort, 2005, S. 105

de und Johann Eduard Heuchler, Prof. für Zeichen- und Zivilbaukunst. Es gab ein Soupé und offensichtlich sprach man im Laufe des Abends auch dem Alkohol gut zu. Die drei Emeriti hielten es für ihre Pflicht, sich entsprechend für die ergangene Einladung zu bedanken und während es die Herren Scheerer und Fritzsche in gesetzten Worten taten, griff Heuchler zu Papier und

Stift und meinte seinen Dank an die Herren des Kollegiums, insbesondere aber an den Senior der Runde, seinen Freund Bernhard von Cotta, am besten mit einer Zeichnung abtatten zu können. Prof. Cotta hatte einige Jahre davor, wahrscheinlich zwischen 1862 und 1864, im Innenhof der Bergakademie eine Steingruppe errichten lassen. An diese fossile Gruppe muss Heuchler sich erinnern haben, als er an diesem Dezemberabend ein anderes geologisches Monument entwarf, eins das die Theorien Darwins zur Entwicklungsgeschichte der Lebewesen würdigt. Es ist Prof. Scheerer zu verdanken, dass diese Geschichte, so wie sie Heuchler vorgetragen hat, erhalten geblieben ist. Er hat sie aufgeschrieben.

„Aus einem von vorweltlichen Reptilien bewohnten Sumpfmoor der Steinkohlenperiode erhebt sich zwischen Farrengestrüpp ein kräftiges Lepidodendron, welches sich gegen oben, dem Umwandlungsgesetze gehorsam, in eine Sigillaria verwandelt, deren Wurzelstock als Stigmaria einen zierlichen Knauf bildet, auf welchem sich ein Pterodactylus-Pärchen als gefallene Engel der Juraperiode ihr Nest gebaut zu haben scheinen.

Auf der Blätterkrone des Sigillarienstammes sehen wir eine muntere Affenfamilie in heiterster Stimmung die Engel der Juraperiode unter sich neckend, und im erhebenden Bewusstsein ihrer einstigen Bestimmung bereits Cigarren rauchend, die sie sich wohl aus den umgebenden Blättern bereitet haben mögen. Aus dem Schoose der schon sehr emancipirten Affenmutter, oder aus den Rippen des noch nicht ganz Mensch gewordenen Adams, steigt, wie Venus aus dem Schaume des Meeres, eine strahlende Eva hervor, mit der Rechten auf die zukünftige Engelperiode deutend, während die Linke noch mit dem Schwanze eines Stammvaters spielt.

Wie das ganze Denkmal weit auseinander liegende Zeiträume innig verknüpft, so lässt es uns gleichzeitig die noch dunkelen Lücken in der Entwicklungsreihe alles Organischen erkennen, die nur sehr theilweise durch Noah verschuldet sein mögen,



Nachlass Walter Schellhas

welcher bei seinem großen Rettungswerk zahlreiche Uebergangsformen des Thierreiches in seine Arche aufzunehmen vergessen hat, während er leider dafür eine Menge lästiges Ungeziefer vom Untergang durch die grosse Fluth rettete. Der Hahn am Fuße des Monumentes verkündet durch Krähen das Aufdämmern der einzelnen Schöpfungsperioden, während ihm gegenüber ein knurriger Kater, der in einem der grimmigen Saurier einen Stammvater seines Erbfeindes, des Hundes, erkannt hat, den allgemeinen Katzenjammer ausdrückt, welcher jeder geologischen Katastrophe folgt.“ [Zitat: Professor H.'s Entwurf zu einem geologischen Monument, Freiberg 1874]

Dieser unterhaltsame „Entwurf“ im Stil der Spätromantik zeigt in beeindruckender Weise die Vielseitigkeit Heuchlers. Auch wenn er als Schwiegersohn eines Braumeisters sicher trinkfest war, überzeugte seine Zeichenkunst und sein profundes Wissen, das er auch bei fortgeschrittenen akademischen Feerrunden aus dem Stegreif abrufen konnte, schon damals die Anwesenden. Heuchler colorierte die Zeichnung noch und die Druckerei Gerlach verlegte den Denkmal-Entwurf zur Belustigung des Freiburger Bildungsbürgertums. Heute wird die Originalzeichnung im Wissenschaftlichen Altbestand der UB aufbewahrt.

Chronik

1225 – 800 Jahre

- Erste urkundliche Nennung der fünf Pfarrkirchen in Freiberg

1500 – 525 Jahre

- Ulrich Rülein von Calw, Stadtarzt in Freiberg, veröffentlicht „Ein nützlich Bergbüchlein“, das erste montanistische Buch in deutscher Sprache

1700 – 325 Jahre

- Johann Christoph Goldberg druckt den „Hellpolierten Bergbauspiegel“, um 1650 verfasst vom Markscheider Balthasar Rößler

- Auf Anforderung von Zar Peter I. werden sächsische Bergleute nach Russland gesandt, um im Ural Bergbau zu betreiben – Beginn gegenseitiger Besuche russischer und sächsischer Bergbaufachleute

1725 – 300 Jahre

- (14.05.) Friedrich Anton von Heynitz geboren, sächsischer Generalbergkommissar, Mitbegründer der Bergakademie Freiberg

1750 – 275 Jahre

- (23.07.) Carl Friedrich Bückling geboren, Student um 1790, erbaute 1785 die erste deutsche Dampfmaschine Watt'scher Bauart
- (27.07.) Carl Immanuel Löscher geboren, Student 1775/80, Besitzer der Freiburger Ratsapotheke, Erfinder der Mammutpumpe (bevorzugt verwendet zur Hebung feststoffbeladener Flüssigkeiten)

1775 – 250 Jahre

- Gründung einer Berg- und Hüttenschule in Clausthal, 1864 Bergakademie
- Abraham Gottlob Werner wird Akademie-Inspektor und Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunst an der Bergakademie Freiberg
- (11.02.) Ferdinand Graf von Einsiedel geboren, Student 1789/92, 1802 preußischer Bergrat, 1819 Berghauptmann in Schlesien
- (02.03.) Johann Barthold Mühlenpfordt geboren, Student 1811/12, Kunstmeister und Maschinendirektor im Bergbau von Clausthal

1800 – 225 Jahre

- Studentenhaus Alte Mensa (Petersstraße 5) erbaut
- (02.01.) Carl Friedrich Plattner geboren, Student 1817/20, Oberhüttenamts-assessor, 1842/56 Professor für Hüttenkunde und Lötrohrprobierkunde, ab 1851 auch Eisenhüttenkunde
- (09.03.) Constantin August Naumann geboren, Student 1819, 1826/52 Lehrer für Analysis, 1827 zweiter, ab 1833 erster Professor für Mathematik, hält Vorlesungen über reine und höhere Mathematik
- (24.08.) Moritz Ferdinand Gätzschnann geboren, Student 1821/25, 1835/71 Lehrer, ab 1836 Professor für Bergbaukunde

1825 – 200 Jahre

- (unbekannt) Georg Adolf Freiherr von Gutschmid gestorben, Student 1779/80, 1806/21 Berghauptmann, 1819/21 Leiter des Oberbergamts Freiberg
- (03.10.) Hugo Volkmar Oppe geboren, Student 1842, Bergdirektor beim Erzgebirgischen Steinkohlen-Aktien-Verein (ESTAV) Zwickau

1850 – 175 Jahre

- Bau der Bergschmiede der Grube „Alte Elisabeth“
- (17.03.) Max Schmidt geboren, 1877/90 Professor für Geodäsie und Markscheidekunde, 1885/90 auch Vorlesungen über Baukunde, 1890/1925 Professor für Geodäsie und Topographie an der TH München, 1918 Ehren-doktor
- (10.11.) Carl Moritz Kersten gestorben, Student 1822/25, 1829/47 Lehrer, ab 1836 Professor für Analytische Chemie, 1842 auch „hüttenmännisch-praktische Chemie“

1875 – 150 Jahre

- Ledebur richtet im Haus Brennhausgasse 8 ein Eisenhüttenlaboratorium mit acht Arbeitsplätzen ein und beginnt mit dem Aufbau einer Sammlung der Eisenmetallurgie
- Akademischer Verein bzw. Burschenschaft „Glückauf“ gegründet
- (25.01.) Walter Barth geboren, Student 1900/05, Bergingenieur in Blei-, Silber- und Zinkgruben in Spanien, Kupfer- und Goldgruben in den Balkan-ländern und Gruben in Südwest-Afrika, Montangutachter
- (04.03.) Gustav Ferdinand Kneisel gestorben, Student 1842/46, Markscheider in Burgk bei Dresden und Zwickau, Bergdirektor des Steinkohlen-werks Gottes Segen bei Lugau
- (10.03.) Friedrich Möller geboren, 1929 Ehrensator, Hüttdirektor im Stahlwerk Riesa
- (19.07.) Theodor Scheerer gestorben, Student 1839/32, 1848/73 Professor für Chemie
- (01.11.) Eröffnung der Eisenbahnstrecke Freiberg-Mulda

1900 – 125 Jahre

- Gründung der Akademischen Vereine „Armenia“ (Armenien) sowie „Russland“
- (15.01.) Heinrich Lampert Wilhelm Hauchecorne gestorben, Student um 1854, Direktor der Bergakademie Berlin und erster Direktor der Preußischen Geologischen Landesanstalt
- (08.02.) Heinrich Hanel geboren, Student 1923/29, Direktor der Versuchsstrecke Freiberg, 1942/45 Lehrbeauftragter für „Grubenrettungswesen“ und „Unfallsichere Schießarbeit im Bergbau“
- (10.03.) Kurt Ebert geboren, 1953/66 Professor für Rechtswissenschaften und Institutsdirektor, 1954/62 kommissarischer Direktor des Instituts für Geschichte des Bergbaus und Hüttenwesens, 1965 Ehrensator der Bergakademie
- (15.04.) Carl Emil Weigel gestorben, Student 1857/63, Grubendirektor im Zwickau-Oelsnitzer Steinkohlenbergbau, zuletzt bei der Bürgergewerkschaft in Zwickau
- (14.06.) Karl Neubert geboren, Student 1920/24, 1949/67 Professor für Markscheidekunde und Institutsdirektor
- (22.09.) Zoltán Gyulay geboren, 1965 Ehrensator, Professor und Direktor des Instituts für Erdölproduktion, TU Miskolc, Ungarn
- (10.10.) Oskar Lehmann gestorben, Professor an der Forstakademie Tharandt, hält 1884/1900 an der Bergakademie Vorlesungen über Volks- und Staatswirtschaftslehre sowie Versicherungswesen

- (13.10.) Antal Tarczy-Hornoch geboren, 1957 Ehrendoktor, Professor für Geodäsie und Markscheidekunde, Sopron, Ungarn
- (12.11.) Alfred Jäppelt geboren, ab 1939 Dozent, 1944/45 a. o. Professor für Chemische Technologie, 1935/47 Leitung der „Technischen Versuchsanlage Reiche Zeche“, 1957/63 Lehrauftrag Schwelereitechnik
- (25.12.) Carl Heinrich Schumann gestorben, Student 1858/62, Bergdirektor im Lugau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier

1925 – 100 Jahre

- Beginn Aufbau der Versuchsstrecke auf der Reichen Zeche als Teil der Lehrgrube, um sicherheitstechnische Experimente zu ermöglichen (auf Anregung von Professor Karl Kegel)
- (15.01.) „Erich-Breithaupt-Stiftung“ errichtet, Unterstützung unbemittelter sächsischer Studierender
- (23.02.) Ferdinand Heberlein gestorben, Student 1882/83, 1922 Ehrensenator, Direktor der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft A. G., Frankfurt a. M.
- (15.05.) Fritz Reuter geboren, 1967/90 Professor für Ingenieurgeologie
- (05.06.) Alfred Wiede gestorben, Student 1882/85, 1921 Ehrendoktor, Berg- rat, 1916 Errichtung einer „Alfred-Wiede-Stiftung für Forschungszwecke“
- (30.07.) Paul Roch gestorben, Oberkunstmeister, 1890/1917 nebenamtlich Unterricht in Baukonstruktionslehre und Entwerfen von Berg- und Hütten- gebäuden, ab 1901 Professor für Baukunde, leitet 1906/17 auch die prakti- schen Übungen zur Maschinenlehre

1950 – 75 Jahre

- Aus dem Institut für Aufbereitung und Bergbaukunde werden die berg- baukundlichen Vorlesungen ausgegliedert und das Institut erhält den Na- men Institut für Aufbereitung mit der Abteilung Steine und Erden, Insti- tutsdirektor Professor Helmut Kirchberg
- eigenständige Fachrichtungen Silikathüttenkunde (Abschluss Dipl.-Ing.) und Mineralogie (Abschluss Diplom-Mineraloge)
- (07.01.) Gründung der Hochschulsportgemeinschaft
- (20.05.) Gerhard Grüß gestorben, 1935/50 Professor für Mathematik und Darstellende Geometrie, ab 1939 auch Professor für Technische Mechanik, 1946/47 Rektor der Bergakademie
- (15.06.) Georg Brion gestorben, 1911/38 Professor für Elektrotechnik, ab 1912 auch Professor für Physik (bis 1930), Direktor des Instituts für Physik und Elektrotechnik, ab 1930 Direktor des neugegründeten Elektrotechni- schen Instituts, vertritt 1947/50 nochmals die Elektrotechnik und ist kom- missarischer Institutsdirektor, 1924/26 Rektor der Bergakademie
- (01.11.) Felix Warlimont gestorben, 1942 Ehrensenator, Hüttdirektor in Hamburg

1975 – 50 Jahre

- (07.01.) Waldemar May gestorben, Student 1906/10, ab 1953 Lehrauftrag über Tiefbohrkunde, 1954/58 Honorarprofessor für Schachtabteufen und Tiefbohrkunde
- (22.05.) Wilfried Kopetschke gestorben, 1962 Ehrendoktor, Technischer Leiter der Abteilung Kohle des Volkswirtschaftsrats in Berlin
- (05.09.) Friedrich Schumacher gestorben, Student 1905/08, 1920/46 Pro- fessor für Geologie und Lagerstättenlehre, Institutsdirektor, 1933/35 Rek- tor der Bergakademie, 1940 Leitung der Forschungsstelle für kolonialen Bergbau

2000 – 25 Jahre

- Einführung der neuen Studiengänge Engineering und Computing (Ab- schluss Dipl.-Ing.) sowie Wirtschaftsmathematik (Abschluss Bachelor)
- (13.01.) Stiftung des Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preises durch den Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg
- (31.03.) Gerhard Roselt gestorben, 1960/81 Dozent, ab 1963 Professor für Kohlengologie und Paläobotanik, Institutsdirektor
- (11.04.) Werner Arnold gestorben, Student 1946/50, 1961/85 Professor für Bergbaukunde und Tiefbohrtechnik, ab 1969 Professor für Tiefbohrtech- nik, Erdgas- und Erdölgewinnung, 1992/94 Vertretung der Professur für Boden und Gewässerschutz, Teilgebiet Sicherheit im Bohr- und Förder- betrieb, 1985 Ehrensenator, 2003 Benennung eines Gebäudes nach ihm (Agricolastraße 22)
- (01.10.) Vergabe des Freiherr-von-Friesen-Stipendiums der Sparkassen- Stiftung
- (13.10.) Einweihung Technologiezentrum für Aufbereitungsmaschinen
- (01.11.) Internationales Universitätszentrum „Alexander von Humboldt“ gegründet

■ Roland Volkmer

Personalia

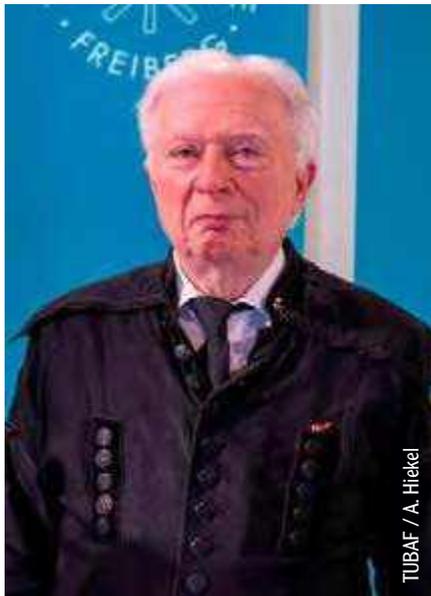


**Verleihung der Universitätsmedaille an
Dr. Regina Hüttl und Ehrennadel an Ingrid Lange**



Ende der Ära Schmidt im Hochschulrat der TUBAF

Nach fast drei Jahrzehnten beendete Prof. Dr. Reinhard Schmidt zum 1. Mai 2024 seine Tätigkeit als Vorsitzender des Hochschulrats der TU Bergakademie Freiberg. Für die Ausübung dieses Amtes und die damit geleisteten Verdienste um die Entwicklung der Universität wurde Prof. Schmidt durch den Rektor Prof. Dr. Barbknecht am 23. April 2024 im Rahmen einer feierlichen Festveranstaltung Dank und Anerkennung ausgesprochen.



Prof. Schmidt bei der Festveranstaltung am 23. April 2024

Der ehemalige sächsische Oberberghauptmann Prof. Dr. h.c. Reinhard Schmidt war seit 1994 Vorsitzender des Kuratoriums, später des Hochschulrats der Universität und bestimmte so maßgeblich die Profilbildung und Entwicklung der Hochschule mit. Prof. Schmidt ist Ehrendoktor der TU Bergakademie Freiberg.

Im Rahmen der Veranstaltung verabschiedete die Universität auch Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel, ehemaliger Präsident der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, aus dem Hochschulrat. Prof. Kümpel war zwischen 2010 und 2024 Mitglied des Freiburger Hochschulrats und zuletzt dessen stellvertretender Vorsitzender.

Zum 1. Mai 2024 begrüßte der Hochschulrat mit Juliane Schmidt und Prof. Dr. Volker Steinbach zwei neue Mitglieder. Beide wurden vom Sächsi-



Impressionen von der Festveranstaltung am 23. April 2024

schen Ministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus in dieses Ehrenamt berufen. Die erfahrene Wissenschaftsmanagerin Juliane Schmidt ist kaufmännische Direktorin des Dresdner Leibniz-Instituts für Festkörper und Werkstoffforschung. Prof. Dr. Volker Steinbach ist Abteilungsleiter für Rohstoffe an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und deren Vizepräsident. Er wurde 2023 zum Honorarprofessor an der TU Bergakademie Freiberg ernannt.

Mit der Sitzung am 23. April 2024 übernahm Prof. Dr. Bernhard Cramer den Vorsitz des Hochschulrats. Prof. Cramer leitet als Oberberghauptmann das Sächsische Oberbergamt in Freiberg.

11 Mitglieder des Hochschulrats der TU Bergakademie Freiberg

Über die Zusammensetzung des Gremiums entscheiden das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus und die TU Bergakademie Freiberg. Berufen werden Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Kultur, Wirtschaft oder beruflicher Praxis, die mit dem Hochschulwesen vertraut sind. Der Hochschulrat gibt unter anderem Empfehlungen zur Profilbildung und Verbesserung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der Universität, schlägt Kandidatinnen und Kandidaten für die Wahl des Rektors vor und formuliert Grundsätze für die Stellen-, Mittel-

und Rücklagenverwendung. An der TU Bergakademie Freiberg kommt der Hochschulrat zweimal pro Semester zusammen.

Der Hochschulrat der TU Bergakademie Freiberg besteht aus folgenden ehrenamtlichen Mitgliedern (Stand Mai 2024):

- Vorsitzender: Prof. Dr. Bernhard Cramer (Oberberghauptmann, Sächsisches Oberbergamt)
- Dr. Claudia Dommaschk (TU Bergakademie Freiberg)
- Prof. Dr. Hans-Michael Eßlinger (ehem. Geschäftsführer Brauhaus Freiberg)
- Wolf-Dieter Jacobi (ehem. Fernsehredirektor des MDR)
- Prof. Dr. Monika Mazik (TU Bergakademie Freiberg)
- Dr. Simone Raatz (Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie)
- Juliane Schmidt (Leibniz-Institut für Festkörper und Werkstoffforschung)
- Prof. Dr. Volker Steinbach (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
- Prof. Hans-Ferdinand Schramm (Sparkasse Mittelsachsen)
- Prof. Dr. Burkhard Schwenker (ehem. CEO Roland Berger Strategy Consulting)
- Prof. Dr. Andreas Tünnermann (Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik)

TUBAF verleiht vier Ehrennadeln und eine Universitätsmedaille

Sie haben in ihrem Berufsleben einen großen Beitrag zur Entwicklung der Universität geleistet und wurden dafür besonders geehrt: Die Universitätsmedaille erhielt im Juni Dr. Regina Hüttl; die goldenen Ehrennadeln wurden an Ingrid Lange, Prof. Dr. Helmuth Albrecht, Prof. Dr. Alfons Ams und Prof. Dr. Jörg Matschullat verliehen.

Universitätsmedaille für Chemikerin Dr. Regina Hüttl

Dr. Regina Hüttl wurde im Juni 2024 für ihr außerordentlich vielseitiges und nachhaltiges Engagement für die TU Bergakademie Freiberg mit der Universitätsmedaille ausgezeichnet. Seit 1989 Mitarbeiterin in Forschung und Lehre an der Universität, hat sie sich in zahlreichen Gremien überdurchschnittlich für die Belange der TU Bergakademie Freiberg eingesetzt, unter anderem als Mitglied des Senats von 2009 bis 2024 oder als Studienfachberaterin und Mitglied der Studienkommission für das Fach Chemie. In dieser Funktion beförderte Dr. Regina Hüttl die Wiedereinführung des Diplomstudiengangs Chemie. Sie engagierte sich außerdem in den Rektorskommissionen für Gleichstellung (2010 bis 2021) und für Wissenschaftsentwicklung und Bibliothekswesen (2000 bis 2021).

Internationalisierung gestalten

Eine der im Juni verliehenen goldenen Ehrennadeln der TU Bergakademie Freiberg ging an Ingrid Lange, die im Sommer in ihrer Funktion als Direktorin des International Office aus dem aktiven Dienst der Universität verabschiedet wurde. Seit 1992 gestaltete Ingrid Lange die Internationalisierungsstrategie der TUBAF mit. Mit viel persönlichem Einsatz intensivierte und unterstützte sie die internationalen Beziehungen und war innerhalb der Uni sehr gut vernetzt.

Die Leitung des Internationalen Universitätszentrums (IUZ) und Internatio-



Prof. Helmuth Albrecht und Prof. Alfons Ams bei der Übergabe der goldenen Ehrennadel

nal Office übernahm Dr. Julia Sishchuk. Sie setzt sich dafür ein, die erfolgreiche Internationalisierung der TU Bergakademie Freiberg sowie die Betreuung der internationalen Studierenden, Kooperationen und Projekte erfolgreich fortzusetzen und auszubauen. Besonders die erfreulich hohe Beliebtheit der TUBAF-Studienangebote im Ausland soll weiterhin gefördert werden. Dazu soll die wichtige Verpflichtung der Universität, das Hochschulsystem der Ukraine in Kriegszeiten bestmöglich zu unterstützen, fortgeführt und intensiviert werden.

Ehrennadeln für emeritierte Professoren aus drei Fakultäten

Die Professoren Prof. Dr. Helmuth Albrecht, Prof. Dr. Alfons Ams und Prof. Dr. Jörg Matschullat wurden für ihr vielseitiges Engagement für die Universität mit weiteren drei goldenen Ehrennadeln ausgezeichnet. Alle Emeriti prägten in ihrer akademischen Laufbahn ihre Professuren (Technikgeschichte und Industriearchäologie, Technische Mechanik - Dynamik beziehungsweise Geochemie und Geoökologie). Darüber hinaus engagierten sich alle drei Ausgezeichneten

in der akademischen Selbstverwaltung und trugen zur Weiterentwicklung des Profils der TU Bergakademie Freiberg bei.

So fungierte Prof. Dr. Helmuth Albrecht als Dekan der Fakultät 6 (2003 bis 2006) sowie als Studiendekan und engagierte sich im Fakultätsrat, Senat und Erweiterten Senat.

Prof. Dr. Alfons Ams war zwischen 2010 und 2016 Dekan der Fakultät 4 sowie Mitglied im Fakultätsrat und Erweiterten Senat.

Prof. Dr. Jörg Matschullat war zwischen 2009 und 2023 Dekan der Fakultät 3 sowie Prodekan und Studiendekan. Darüber hinaus engagierte er sich im Fakultätsrat, Senat, Erweiterten Senat und zuletzt als Prorektor Forschung (2020 bis 2023) für die Belange der Universität. Als Direktor des Interdisziplinären Ökologischen Zentrums sorgte er für fächerübergreifende Impulse für Nachhaltigkeit in Forschung und Lehre.

Alle fünf Geehrten befinden sich nunmehr im Ruhestand.

Im Amt bestätigt: Prof. Dr. Barbknecht ist Vorstandsvorsitzender der Landesrektorenkonferenz Sachsen

Die Mitglieder der Landesrektorenkonferenz Sachsen (LRK), die Rektorinnen und Rektoren der staatlichen

Hochschulen in Sachsen, trafen in ihrer Sitzung am 30. November 2023 wichtige personelle Entscheidungen. Prof.

Dr. Barbknecht, Rektor der TU Bergakademie Freiberg, wurde für eine dritte Amtszeit als Vorstandsvorsitzender

gewählt und kann somit seine erfolgreiche Arbeit fortsetzen.

Prof. Dr. Barbknecht, der seit seiner ersten Amtszeit im Jahr 2017 die Landesrektorenkonferenz Sachsen leitet, hat mit großem Engagement und politischem Feingefühl die LRK zu einer starken Stimme der Hochschulen in Sachsen ausgebaut. Die Wiederwahl spiegelt das Vertrauen der Mitgliedshochschulen in seine Fähigkeiten und seine erfolgreiche Amtsführung wider.

Zusätzlich zu dieser Bestätigung gab es auch Neuwahlen für die Positionen der Stellvertretenden Vorsitzenden. Prof. Dr. Alexander Kratzsch, Rektor der Hochschule Zittau/Görlitz, wurde zum Stellvertretenden Vorsitzenden aus der Gruppe der Hochschulen für angewandte Wissenschaften gewählt. Seine langjährige Erfahrung in der angewandten Forschung und sein Engagement für praxisorientierte Hochschulbildung machen ihn zu einer ausgezeichneten Wahl.

Ebenfalls wurde Frau Agnes Wegner, Rektorin der Hochschule für Grafik und Buchkunst Leipzig, zur Stellver-

tretenden Vorsitzenden aus der Gruppe der Kunsthochschulen ernannt. Ihre herausragenden Leistungen im Bereich der Kunst und ihre Ziele für die Förde-



Der neue Vorsitz: Prof. Dr. Alexander Kratzsch, Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht, Agnes Wagner.

derung kreativer Talente werden die Position der Kunsthochschulen innerhalb der Landesrektorenkonferenz weiter stärken.

„Zunächst danke ich ganz herzlich den ausscheidenden Vorstandsmitgliedern, Prof. Dr. Mark Mietzner, Rektor der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, und Herrn Axel Köhler, Rektor der Hochschule für Musik Dresden, für die vorbildliche Zusammenar-

beit in den letzten drei Jahren. Die LRK steht für die Hochschulautonomie und gemeinsame Weiterentwicklung des weltoffenen Wissenschaftsstandortes Sachsen in all seinen Facetten ein. Ich danke den Kolleginnen und Kollegen für das in den Vorstand gesetzte Vertrauen.“, sagte Klaus-Dieter Barbknecht nach seiner Wahl.

Die Amtszeit des neuen Vorstandes begann am 1. Dezember 2023.

Über die Landesrektorenkonferenz Sachsen

Die Landesrektorenkonferenz Sachsen ist die gesetzlich verankerte Interessenvertretung der sächsischen Hochschulen und setzt sich für die Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre im Freistaat ein. Als Plattform für den Austausch zwischen Hochschulleitungen und politischen Entscheidungsträgern arbeitet die Landesrektorenkonferenz an der Weiterentwicklung des sächsischen Hochschulsystems.

Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland für Knut Neumann

Am 25. Januar 2024 überreichte Ministerpräsident Michael Kretschmer Persönlichkeiten aus Sachsen den Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland – stellvertretend für den Bundespräsidenten. Mit dieser Auszeichnung werden Menschen geehrt, die sich in besonderer Weise um das Gemeinwohl verdient gemacht haben.

Bei einer Feierstunde in der Sächsischen Staatskanzlei würdigte Kretschmer das herausragende Engagement der Geehrten für den Freistaat Sachsen und die Bundesrepublik: »Sie alle haben viel getan für unser Land. Sie haben sich in bewundernswerter Weise für andere eingesetzt und wichtige Dinge auf den Weg gebracht und bewegt. Dafür möchte ich Ihnen ganz herz-

lich danken. Ihr Engagement ist beispielhaft und steht zugleich für die vielen, vielen Menschen bei uns im Freistaat, die sich ehrenamtlich einbringen, Verantwortung überneh-

men und für ein gutes Miteinander in unseren Kommunen sorgen.«

Unter den Ausgezeichneten befand sich Knut Neumann. Er ist einer der Wegbereiter für die Anerkennung der Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří als Welterbe durch das UNESCO-Welterbekomitee 2019. Auch die Bergparaden und Bergaufzüge fanden somit Eingang in die Liste des Immateriellen Kulturerbes und erfahren so weltweite Anerkennung. Knut Neumann war ein wichtiger Motor bei der Gründung des Historischen Freiburger Berg- und Hüttenknappschaft e. V. und legte mit seinem Engagement für die Brauchtumpflege die Grundlage für das Wiederaufleben der traditionellen Bergparade 1986 in Freiberg. Er engagiert sich außerdem als Vorstandsmitglied im Förderverein Himmelfahrt Fundgrube



Ministerpräsident Michael Kretschmer überreicht an Bürgerinnen und Bürger, die mit Sachsen eng verbunden sind, den Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland. (v.l.n.r.: Knut Neumann, Dr. Christoph Meißner, Heike Teubner, Christine Rink, Michael Kretschmer, Dr. h.c. Dieter Pfortner, Dr. Joachim Püls)

und als stellvertretender Vorsitzender der Saxonia-Freiberg-Stiftung. Sein umfangreiches Wissen gibt er in Publikationen und Vorträgen an künftige Generationen weiter. Mit seinem Engagement für den Erhalt des Brauchtums in der Silberstadt Freiberg und seinem Einsatz für die Traditionspflege in der gesamten Montanregion leistet er einen wichtigen kulturhistorischen Beitrag für unsere Gesellschaft.

Hintergrundinformation

Für den Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland kann jeder Bürger und jede Bürgerin unter Angabe der Gründe verdienstvolle Personen für eine Ehrung anregen. Im Anschluss wird ein Ordensprüfungsverfahren in der Sächsischen Staatskanzlei eingeleitet. Dabei soll die Ordenswürdigkeit der vorgeschlagenen Person festgestellt werden. Wird diese anerkannt, übt der

Ministerpräsident des Landes, in dem der Vorgeschlagene lebt, gegenüber dem Bundespräsidenten sein Vorschlagsrecht aus. Der Bundespräsident stützt seine Entscheidung auf die Prüfungsergebnisse der Bundesländer und nimmt Verleihungen nur im Konsens mit ihnen vor.

Neuberufene Professoren

Herr Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Björn Sprungk

zum Professor für Angewandte Mathematik an der Fakultät 1 zum 01.02.2024

Herr Prof. Dr. iur. habil. Ronny Hauck

zum Professor für Zivilrecht, insbesondere Innovations- und Technikrecht an der Fakultät 6 zum 01.04.2024

Herr Dr. rer. nat. habil. Johannes Carmesin

zum Professor für Diskrete Strukturen an der Fakultät 1 zum 01.04.2024

Frau Jun.-Prof. Dr. phil. habil. Eva-Maria Roelevink

zur Professorin für Wirtschaftsgeschichte und Industriearchäologie an der Fakultät 6 zum 01.08.2024

Frau Jun.-Prof. Dr. rer. nat. Sabrina Hedrich

zur Professorin für Mikrobiologie und Biohydrometallurgie an der Fakultät 2 zum 01.10.2024

Herr Dr. rer. nat. Thomas Günther

zum Professor für Angewandte Geophysik/Elektromagnetik und Potentialverfahren an der Fakultät 3 zum 01.10.2024

Herr Dr.-Ing. Ulrich Johannes Römer

zum Professor für Technische Mechanik - Dynamik an der Fakultät 4 zum 01.10.2024

Herr Prof. Dr. Tim Geerits

zum 01.04.2024 als Honorarprofessor für Bohrlochseismik und -akustik an der Fakultät 3 unbefristet verlängert.

Aus dem aktiven Dienst ausgeschieden

Herr Univ.-Prof. Dr. phil. Helmuth Albrecht

Professor für Technikgeschichte und Industriearchäologie an der Fakultät 6

Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alfons Ams

Professor für Technische Mechanik-Dynamik an der Fakultät 4

Herr Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Jörg Matschullat

Professor für Geochemie und Geoökologie an der Fakultät 3

Herr Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Michael Schlömann

Professor für Umweltmikrobiologie an der Fakultät 2

Herr Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Klaus Spitzer

Professor für Angewandte Geophysik (mit dem Schwerpunkt numerische Verfahren in der Elektromagnetik) an der Fakultät 3

Frau Prof. Dr. Kathrin Welker

Professorin für Mathematische Optimierung an der Fakultät 1 zum 31.07.2024 aus dem Dienst als Hochschullehrerin der TU Bergakademie Freiberg ausgeschieden

Wir trauern um unsere Vereinsmitglieder

† Prof. Dr.-Ing. Dieter Uhlig, Altenberg
13.11.1930 - 22.01.2024

† Dr.-Ing. Bodo Wolf, Mindelheim
04.05.1940 - 28.02.2024

† Dipl.-Ing. Josef Proksch, Leipzig
31.03.1939 - 09.04.2024

† Dipl.-Verw.wirt Karl Karner, Burglengenfeld
02.07.1939 - 24.08.2023

Geburtstage unserer Vereinsmitglieder

60. Geburtstag

Dipl.-Ing. Altmann, Ulf, Lalendorf
Dr. Bayer, Torsten, Machern
Prof. Dr. Beckmann, Michael, Dresden
Prof. Dr. Bernstein, Swanhild, Freiberg
Dr. Brendler, Erica, Freiberg
Prof. Dr. Buxmann, Peter, Darmstadt
Dr. Claubnitzer, Ute, Freiberg
Dipl.-Ing. Dräger, Elmar, Heilbad Heiligenstadt
Dipl.-Ing. Eckert, Peter, Rodenberg
Dipl.-Ing. Hahn, Thomas, Celle
Frau Hanstein, Andrea, Freiberg
Dipl.-Ing. Heinrich, Uwe, Jahna
Dipl.-Ing. Kleiner, Sigrid, Halle/Saale
Dipl.-Ing. Kühlhorn, Cornelia, Fuchshain
Dipl.-Geol. Lawrenz, Thomas, Markkleeberg
Prof. Dr. Leipnitz-Ponto, Yvonne, Ansbach
Dr. Martienßen, Thomas, Freiberg
Dr. Rose, Frederick, Freiberg
Dipl.-Ing. Schmalz, Thomas, Freiberg
Dipl.-Ing. Schmidt, Falko, Leipzig
Dipl.-Ing. Schneider, Jörg, Chemnitz
Herr Then, Jens, Rodewisch
Dipl.-Ing. Thonke, Dirk, Berlin
Herr Weidner, Olaf, Dortmund
Dr. Wesolowski, Saskia, Freiberg
Dr. Wopat, Kristina, Dorfhain
Dipl.-Chem. Zapf, Sylvio, Harztor

65. Geburtstag

Prof. Dr. Drebenstedt, Carsten, Weißwasser
Dr. Edel, Thomas, Peine
Dr. Feuring, Armin, Chemnitz
Dipl.-Ing. Gaßner, Wolfgang, Großschirma
Dipl.-Ing. Gerhardt, Hans-Peter, Haldensleben
Dr. Hanke, Michael, Gutenborn
Prof. Dr. Jasper, Heinrich, Dortmund
Dipl.-Ing. Kriebel, Peter, Halle
Prof. Dr. Krause, Hartmut, Freiberg
Prof. Dr. Kudla, Wolfram, Dresden
Dipl.-Ing. Ludwig, Andreas, Weißenborn
Dr. Mörters, Ulrike, Freiberg
Dr. Piefke, Klaus, Vienenburg
Prof. Dr. Rehkopf, Andreas, Freiberg
Prof. Dr. Reich, Matthias, Freiberg
Dr. Scharf, Andreas, Kirchhundem
Dr. Schellbach, Sabine, Freiberg
Dipl.-Ing. Schneider-Kühn, Uwe, Duisburg

Prof. Dr. Schulz, Bernhard, Neunkirchen am Brand
Dr. Schwandtke, Annette, Freiberg
Prof. Dr. Seifert, Thomas, Werdau
Prof. Dr. Tichomirowa, Marion, Freiberg
Dr. Vetter, Dirk, Ellrich
Dr. Winter, Ulrich, Matzen
Prof. Dr. Zeibig, Silvio, Baunatal

70. Geburtstag

Dipl.-Ing. Abel, Doris, Zülpich
Dipl.-Ing. Arnold, Ingolf, Cottbus
Dr. Binde, Gisela, Berlin
Herr Bode, Rainer, Salzhemmendorf
Dr. Braun, Roland, Schwielowsee
Dipl.-Ing. Burkhardt, Walther, Brieselang
Prof. Dr. Eiermann, Michael, Dresden
Prof. Dr. Hebisch, Udo, Niederbobritzsch
Dipl.-Ing. Hübner, Sonja Anna, Gablenz
Dipl.-Ing. Irmscher, Hans-Jürgen, Dresden
Dipl.-Ing. Kern, Hartmut, Freiberg
Dipl.-Jur. Michalik, Kerstin, Artern
Herr Meyer, Henning, Dresden
Dipl.-Ing. Pietzsch, Andreas, Freiberg
Dipl.-Ing. Schönherr, Bernd, Flöha
Dr. Wagner, Gunter, Freiberg
Dipl.-Betriebsw. Wiesner, Christoph, Freiberg
Dr. Wilde, Marion, Potsdam

75. Geburtstag

Dipl.-Ing. Barth, Gerald, Freiberg
Dipl.-Ing. (FH) Berg, Jochen, Halle/Saale
Dipl.-Ing. Eisenschmidt, Ehrfried, Zeitz
Dr. Goedecke, Manfred, Oberschöna
Dipl.-Ing. Heß, Ralf, Panketal
Dr. Jansen, Uwe, Freiberg
Dipl.-Ing. Kallnischkies, Wolfgang, Fürstenwalde
Dipl.-Ing. Kammel, Dieter, Freiberg
Dipl.-Ing. Kirmse, Wolfram, Leipzig
Dipl.-Ing. Knebel, Thomas, Leipzig
Dipl.-Ing. Knöbel, Helmut, Freiberg
Dipl.-Ing. Körber, Siegfried, Jämlitz
Dr. Kubier, Bernd, Freiberg
Prof. Dr. Merkel, Broder, Freiberg
Herr Neumann, Knut, Freiberg
Prof. em. Scheller, Piotr, Radebeul
Dr. Schlegel, Joachim, Hartmannsdorf
Dr. Straßberger, Lothar, Ahrensfelde
Dr. Wagner, Rolf Michael, Gommern

Dr. Walter, Hans-Henning, Freiberg
Prof. Dr. Weiß, Andreas, Freiberg

80. Geburtstag

Prof. Dr. h. c. Engel, Frank-Michael, Starnberg
Dr. Graichen, Klaus, Freiberg
Dr. Hagel, Hans-Joachim, Erfurt
Dr. Hauenherm, Werner, Leipzig
Dr. Henkel, Reinhard, Gera
Dipl.-Ing. Heschl, Gernot, Dreßler
Dr. Höhne, Detlef, Freiberg
Dr. Koch, Lutz, Eisleben
Dr. Irmer, Klaus, Oberschöna
Dipl.-Ing. Lieder, Hans Jürgen, Jena
Dipl.-Ing. Lindlahr, Wolf-Jürgen, Königs Wusterhausen
Herr Lütke-Uhlenbrock, Fritz, Bremen
Dr. Schönherr, Dieter, Senftenberg/See
Dipl.-Ing. Weck, Arno, Königs Wusterhausen

81. Geburtstag

Dr. Blümel, Gerd, Bergisch Gladbach
Dr. Böttcher, Arnd, Freiberg
Dipl.-Ing. Brandt, Wulf, Königs Wusterhausen
Dr. Büttner, Hans-Helmut, Freiberg
Dipl.-Ing. Dietze, Gerlinde, Großhartmannsdorf
Dipl.-Ing. Eberius, Hans-Joachim, Meerane
Prof. Dr. Fasold, Hans-Georg, Essen
Herr Grosse, Christian A., München
Dipl.-Ing. Gruhlke, Peter, Neschwitz
Prof. Dr. Holst, Klaus-Ewald, Leipzig
Dr. Hummitzsch, Rudolf, Leipzig
Dr. Jesse, Jürgen, Machern
Dr. Kleinitz, Wolfram, Hannover
Dr. Koch, Peter, Bad Schlema
Prof. Dr. Kretzschmar, Hans-Jürgen, Freiberg
Dipl.-Ing. Neumann, Klaus, Wendisch Rietz
Prof. Dr. Niklas, Jürgen, Kleinschirma
Prof. Dr. Reichwald, Ralf, München-Bogenhausen
Dipl.-Ing. Richter, Hans Ulrich, Chemnitz
Dipl.-Ing. Rückert, Gerhard, Leipzig
Dr. Runge, Monika, Freiberg
Herr Schiemann, Dieter, Berlin
Prof. Dr. Tilch, Werner, Freiberg
Dipl.-Ing. Turba, Eike, Freiberg
Dipl.-Ing. Wienhold, Bernd, Sayda

82. Geburtstag

Dr. Bandlowa, Tatjana, Berlin
Prof. Dr. Bast, Jürgen, Freiberg
Prof. Dr. Bohmhammel, Klaus, Freiberg
Dr. Czolbe, Peter, Freiberg
Herr Döll, Hanns-Jürgen, Schorfheide
Prof. Dr. Freiesleben, Hartwig, Dresden
Prof. Dr. Freyer, Bernd, Gera
Dr. Friedel, Hans-Georg, Freiberg
Dipl.-Ing. Hammer, Gerd, Magdeburg
Dr. Heinze, Frank, Königs-Wusterhausen
Prof. Dr. Husemann, Klaus, Freiberg
Prof. Dr. Köckritz, Volker, Freiberg
Dr. Kunert, Hannes, Hoyerswerda
Dipl.-Ing. Lodd, Wilhelm, Freiberg
Dr. Neuhofer, Richard, Petersberg
Dipl.-Ing. Nitzsche, Wolfgang, Heidenau
Herr Oehme, Rolf, Freiberg
Dipl.-Ing. Otto, Gerhard, Bobritzsch-Hilbersdorf
Prof. Dr. Schneider, Wolf-Dieter, Essen
Prof. Dr. Schüler, Wolfgang, Chemnitz
Frau Ulbricht, Trude, Freiberg
Prof. Dr. Walter, Gerd, Dresden

83. Geburtstag

Dr. Adam, Jochen, Dresden
Dr. Dobry, Ulrich, Freiberg
Dr. Dornburg, Dieter, Freiberg
Dipl.-Geol. Dörfer, Hubertus, Freiberg
Dipl.-Ing. Einenkel, Peter, Leipzig
Dipl.-Kfm. Finger, Bodo, Bochum
Dipl.-Ing. Fischer, Karl-Heinz, Thoßfell
Prof. Dr. Gminder, Rolf, Heilbronn
Prof. Dr. Heschel, Wolfgang, Freiberg
Dr. Höhne, Diethard, Freiberg
Dipl.-Ing. Jäpel, Gernot, Mittenwalde
Dr. Medicus, Günther, Torgau
Dr. Moewes, Klaus, Altenburg
Dipl.-Ing. Reinhardt, Oskar, Eilenburg
Dr. Runge, Werner, Freiberg
Dipl.-Ing. Staar, Manfred, Halle/Saale
Dipl.-Ing. Stachel, Günter, Freiberg
Dipl.-Ing. Stricker, Roland, Hoyerswerda
Dr. Trommer, Dieter, Freiberg
Dr. Zöllner, Wolfgang, Leipzig

84. Geburtstag

Dr. Benedix, Volker, Freiberg
Frau Brückner, Johanna, Freiberg
Dipl.-Ing. Eckhardt, Dieter, Essen
Dr. Erler, Klaus, Berlin
Prof. Dr. Forkmann, Bernhard, Nossen
Prof. Dr. Häfner, Frieder, Freiberg
Prof. Dr. Heegn, Hanspeter, Nordhausen
Dipl.-Ing. Heinrich, Claus, Bernburg
Dr. Hofmann, Walter, Freiberg
Dr. Hoffmann, Reiner, Freiberg
Prof. Dr. Jäckel, Gottfried, Freiberg
Dr. Jurisch, Manfred, Dresden
Prof. Dr. Kausch, Peter, Brühl
Dipl.-Ing. Krakau, Bernhard-Rolf, Wittenförden
Dr. Kühn, Peter, Berlin
Dr. Kühne, Wulf, Frauenstein
Prof. Dr. Kuhnert, Gerd, Flöha

Dr. Letz, Peter, Staufen im Breisgau
Prof. Dr. Naumann, Friedrich, Chemnitz
Prof. Dr. Naundorf, Wolfgang, Freiberg
Prof. Dr. Oettel, Heinrich, Freiberg
Dipl.-Ing. Petrasch, Wolfram, Leipzig
Prof. Dr. Schubert, Gert, Freiberg
Dipl.-Ing. Schulze, Helmut, Ebersberg
Dr. Schüttoff, Michael, Freiberg
Frau Steinmetz, Hella, Freiberg
Prof. Dr. Stoyan, Dietrich, Freiberg
Frau Tetzner, Ruth, Freiberg
Prof. Dr. Thomas, Berthold, Dresden
Dr. Vogel, Jochen, Steinach
Prof. Dr. Woditsch, Peter, Krefeld

85. Geburtstag

Dr. Breiter, Bernhard, Erfurt
Dipl.-Ing. Bretschneider, Conrad, Rudolstadt
Prof. Dr. Henkel, Egon Hermann, Essen
Dipl.-Ing. Hensel, Horst, Berlin
Dipl.-Ing. Herrmann, Rolf, Chemnitz
Dipl.-Ing. Jähnig, Klaus, Freiberg
Dipl.-Ing. (FH) Klinger, Horst, Markkleeberg
Dr. Klünder, Ekkehard, Wolfach
Dr. Kühnel, Günter, Oberschöna
Prof. Dr. Lohmann, Karl, Emden
Dipl.-Ing. Mohnke, Klaus, Kolkwitz
Dipl.-Ing. Moye, Udo, Habichtswald-Ehlen
Dr. Nobis, Karl-Heinz, Königs Wusterhausen
Prof. Dr. Obermeier, Frank, Rosdorf
Dr. Ossenkopf, Peter, Freiberg
Dr. Pönitz, Eberhard, Freiberg
Dipl.-Ing. Rauch, Rudolf, Wilkau-Haßlau
Dr. Reuter, Edgar, Leipzig
Dipl.-Ing. Richter, Manfred, Neuhausen
Dr. Scheffler, Dietrich, Freiberg
Dipl.-Ing. Schirrmeister, Ekkehard, Ballenstedt
Dr. Schütter, Wieland, Markkleeberg
Dr. Seifert, Günter, Hoyerswerda
Dipl.-Ing. Sierich, Volker, Saalfeld
Dipl.-Ing. Steckelmann, Hans-Werner, Schwerin
Prof. Dr. Steinmann, Klaus, Essen
Dipl.-Ing. Ullmann, Rainer, Weißenfels
Prof. Dr. Vulpius, Rainer, Brand-Erbisdorf
Prof. Dr. Wolf, Dieter, Berlin
Dipl.-Ing. Zabel, Helmut, Wolmirstedt

86. Geburtstag

Dr. Bayer, Manfred, Oberschöna
Dr. Bittner, Horst, Wilsdruff
Dipl.-Ing. Bormann, Frank, Leipzig
Prof. Dr. Born, Manfred, Freiberg
Dipl.-Ing. Egemann, Heinz, Halberstadt
Dr. Engelhardt, Reiner, Freiberg
Dr. Eulenberger, Karl-Heinz, Freiberg
Dipl.-Ing. Fischer, Rudolf, Kassel
Dr. Hempel, Dieter, Freiberg
Dipl.-Ing. Herold, Horst, Taucha
Dipl.-Ing. (FH) Illing, Dieter, Freiberg
Dipl.-Ing. Kloppe, Klaus, Berlin
Dr. Kretzer, Johannes, Freiberg
Dipl.-Ing. Link, Joachim, Freiberg
Dr. Pälchen, Werner, Halsbrücke
Dr. Richter, Horst, Freiberg

Dipl.-Ing. Schneider, Klaus, Berlin
Dr. Seifert, Harald, Freiberg
Dr. Trillhose, Andreas, Freiberg
Dr. Wehrsig, Hartmut, Freiberg
Dr. Zinke, Hans-Georg, Freiberg

87. Geburtstag

Dipl.-Ing. Albrecht, Fritz, Leipzig
Dr. Dombrowe, Helfried, Freiberg
Prof. Dr. Döring, Karl, Zeuthen
Dipl.-Ing. Eger, Wolfgang, Langenfeld
Dr. Freiesleben, Heiner, Lübeck
Prof. Dr. Gatzweiler, Rimbart, Saarbrücken
Dr. Liersch, Wolfgang, Cottbus
Dr. Lietzmann, Klaus Dieter, Freiberg
Dipl.-Ing. Nauke, Herbert, Magdeburg
Dr. Rütger, Gert, Freiberg
Dr. Schab, Dietmar, Freiberg
Dipl.-Geol. Schmitz, Wolfgang, Freiberg
Prof. Dr. Seidelmann, Peter, Freiberg
Dr. Wieschebrink, Günter, Leipzig

88. Geburtstag

Dr. Altmann, Walter, Leipzig
Prof. Dr. Fenk, Jürgen, Dresden
Frau Hegenberg, Brigitte, Freiberg
Dipl.-Ing. Imer, Dieter, Chemnitz
Dr. Jagnow, Hans-Joachim, Dortmund
BergAss. Kegel, Karl-Ernst, Köln
Dr. h. c. Krüger, Erika, München
Prof. Dr. Meyer, Lutz, Voerde
Dr. Modde, Peter, Freiberg
Prof. Dr. Oehlstöter, Gerhard, Magdeburg
Dipl.-Ing. Redlich, Hans, Freiberg
Prof. Dr. Schlegel, Ernst, Freiberg
Dr. Schmidt, Joachim, Halsbrücke
Prof. Dr. Schulle, Wolfgang, Freiberg
Dr. Siegert, Wolfgang, Leipzig
Dipl.-Ing. Skolik, Horst, Schöneiche
Dipl.-Ing. Tobies, Alfred, Freiberg
Dipl.-Ing. Tröger, Hans-Jürgen, Chemnitz
Prof. Dr. Wiehe, Jürgen, Wolkenstein

89. Geburtstag

Dr. Hildmann, Eckart, Fulda
Dr. Müller, Helmut, Freiberg
Dipl.-Ing. Schulze, Hans-Joachim, Berlin
Prof. Dr. Wegerdt, Christian, Freiberg
Dr. Winter, Siegfried, Dippoldiswalde
Frau Zschoke, Marlene, Freiberg

90. Geburtstag

Prof. Buhrig, Eberhard, Dresden
Dr. Ebel, Klaus, Kleinmachnow
Dipl.-Ing. Gottschalk, Jürgen, Hamburg
Dipl.-Ing. Hofmann, Johannes, Freiberg
Dr. John, Manfred, Freiberg
Prof. Dr. Kochs, Adolf, Lichtentanne
Prof. Dr. Köpsel, Ralf, Dresden
Dipl.-Ing. Nicolai, Thomas, Dresden
Prof. Dr. Spies, Heinz-Joachim, Freiberg
Dr. Ulbricht, Joachim, Freiberg
Prof. Dr. Walde, Manfred, Freiberg
Dipl.-Ing. Wiesenfeldt, Ludwig, Mülheim

91. Geburtstag

Dr. Denecke, Albrecht, Buchholz
Prof. Dr. Förster, Wolfgang, Halsbrücke
Dr. Hahn, Manfred, Freiberg
Dr. Harzt, Dietmar, Freiberg
Dr. Krüger, Walter, Freiberg
Prof. Dr. Piatkowiak, Norbert, Großschirma
Dr. Rocktaeschel, Gottfried, Dresden
Dr. Schmidt, Tankred, Hoyerswerda

92. Geburtstag

Prof. Dr. Lehnert, Wolfgang, Freiberg
Dr. Mitzinger, Wolfgang, Berlin
Dipl.-Ing. Schölzel, Helmut, Muldestausee
Dr. Strasse, Wolfgang, Berlin

93. Geburtstag

Prof. Dr. Brand, Paul, Freiberg
Dr. Göhler, Peter, Freiberg
Prof. Dr. Marx, Claus, Owingen
Dr. Pforr, Herbert, Freiberg

94. Geburtstag

Prof. Dr. Engshuber, Manfred, Ilmenau
Prof. Dr. Heyne, Karl-Heinz, Bad Elster
Dipl.-Ing. Knickmeyer, Wilhelm, Essen
Dipl.-Ing. Meinig, Klaus, Dresden
Herr Mester, Egon, Buxtehude
Dr. Schulze, Günter, Bad Liebenwerda
BergAss. Worringer, Dieter, Essen

95. Geburtstag

Prof. Dr. Kolditz, Lothar, Fürstenberg/Havel
Dipl.-Ing. Schubert, Wolfgang, Bad Elster

96. Geburtstag

Dipl.-Ing. Bannert, Horst, Neuhof
Dr. Klepel, Gottfried, Markkleeberg

97. Geburtstag

Prof. Dr. Kratzsch, Helmut, Berlin

Berichtigung ACAMONTA, 30. Jahrgang 2023

65. Geburtstag

Dipl.-Ing. Hartwig, Steffen, Limbach-Oberfrohna

Herzliche
Glückwünsche
und Glückauf
allen Jubilaren

KUNST TRIFFT WISSENSCHAFT
in transition
Walter Maria Padoa

Ausstellung im Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS)



- Prof. Dr. Helmuth Albrecht, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Andreas Benz, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Swanhild Bernstein, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Arnd Böttcher, Freiberg
- Prof. Dr. Andreas Bräuer, TU Bergakademie Freiberg
- Dipl.-Chem. Konrad Burkmann, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Peter Czolbe, Freiberg
- Prof. Dr. Robert L. Czudaj, TU Bergakademie Freiberg
- Pascal Döring, Freiberg
- Prof. Dr. Carsten Drebenstedt, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Tobias Fieback, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Robert Frau, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Indra Frey, Sparkasse Mittelsachsen Freiberg
- Sarah Gaidzik, TU Bergakademie Freiberg
- Darío García del Real, Freiberg
- Lázaro García del Real, Freiberg
- JProf. Dr. Karin Glaser, TU Bergakademie Freiberg
- Florian Glauche, Freiberg
- Prof. Dr. Simon Glöser-Chahoud, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Martin Gräbner, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Jens Grigoleit, TU Bergakademie Freiberg
- Marie Guilcher, Freiberg
- Dr. Franziska Habermann, TU Bergakademie Freiberg
- Dipl.-Ind. Arch. Peter Hauschild, Dresden
- Dipl.-Ing. Kathrin Häußler, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Gerhard Heide, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Hermann Heilmeier, TU Bergakademie Freiberg
- Maxi Hentschel, TU Bergakademie Freiberg
- Andreas Hiekel, TU Bergakademie Freiberg
- Matthias Hilpert, CAC ENGINEERING GmbH Chemnitz
- Prof. Dr. Andreas Horsch, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Darlene Ann Kilian, TU Bergakademie Freiberg
- Mgr. Marianna Klecinska, TU Bergakademie Freiberg
- Wolfgang Kramer
- Katina Krell, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Hans-Jürgen Kretzschmar, VFF
- Prof. Dr. Edwin Kroke, TU Bergakademie Freiberg
- Malte Krüger, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Steffen Krzack, TU Bergakademie Freiberg
- Johanna Kubasch, Freiberg
- Dipl.-Bibl.(FH) Angela Kugler-Kießling, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Mario Kuschel, CAC ENGINEERING GmbH Chemnitz
- Dipl.-Ing. Ingrid Lange, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Alexander Leischnig, TU Bergakademie Freiberg
- Ass. jur. Theresa Lemser, TU Bergakademie Freiberg
- Dino Leopardi, Freiberg
- Dr. Ines Lorenz, Stadtarchiv Freiberg
- Katrin Lotz, CAC ENGINEERING GmbH Chemnitz
- Oliver Löwe, TU Bergakademie Freiberg
- Udo Lubenau
- Dipl.-Min. Andreas Massanek, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Jörg Matschullat, TU Bergakademie Freiberg; Dartmouth College in Neuengland (USA)
- M. A. Torsten Mayer, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Guido Meinhold, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Bernd Meyer, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Dirk C. Meyer, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Armin Müller, AMC2-Consulting Freiberg
- Dr. Stefanie Nagel, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Friedrich Naumann, Chemnitz
- Veronika Neumann, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Jörg Nitzsche, DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
- Dr. Werner Pälchen, Halsbrücke
- Tina Pereira, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie
- M.Sc. Malena Peuker, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Norman Pohl, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Thomas Pohl, Freiberg
- Katja Polanski, TU Bergakademie Freiberg
- Lea-Marie Pollok
- M.Sc. Sebastian Pose, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Matthias Reich, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Silvia Rogler, TU Bergakademie Freiberg
- Dipl.-Min. Götz P. Rosetz, Freiberg
- Anika Rothe, Freiberg
- Dipl.-Ing. Louis Schaarschmidt, Freiberg
- Prof. Dr. Traugott Scheytt, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Michael Schlömann, TU Bergakademie Freiberg
- Dipl.-Ing. Thomas Schmalz, TU Bergakademie Freiberg
- Philipp Schöne, Freiberg
- Dr. Peter Seifert, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Johannes Stephan, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Jutta Stumpf-Wollersheim, TU Bergakademie Freiberg
- Alexander Liviu Valenas, Nürnberg
- Bernd Voland
- Dipl.-Archiv. (FH) Roland Volkmer, Freiberg
- Prof. Dr. Gari Walkowitz, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Dieter Wolf, Berlin
- Dr. Denis Worch, DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
- Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva, TU Bergakademie Freiberg
- Willem Zank, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Matthias Zschornack, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

DIE BERGBAU-AUSSTELLUNG

SILBERGLANZ & KUMPELTOD

25.10.24 -

29.06.25



smac.sachsen.de/bergbau

LANDSAMT
FÜR ARCHÄOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

Die Ausstellung steht unter der
Schirmherrschaft von Bundespräsident
Frank-Walter Steinmeier.

a
smac
staatliches
museum für
archäologie
chemnitz

Freiburg, Göttingen, Mannheim

Begleitband zur Bergbau-Ausstellung

Herausgegeben von Jens Beutmann, Anton Gontscharov, Christian Landrock und Sabine Wolfram

Ausstellungskataloge des Staatlichen Museums für Archäologie Chemnitz,
Band 7 (Dresden 2024)

180 Seiten

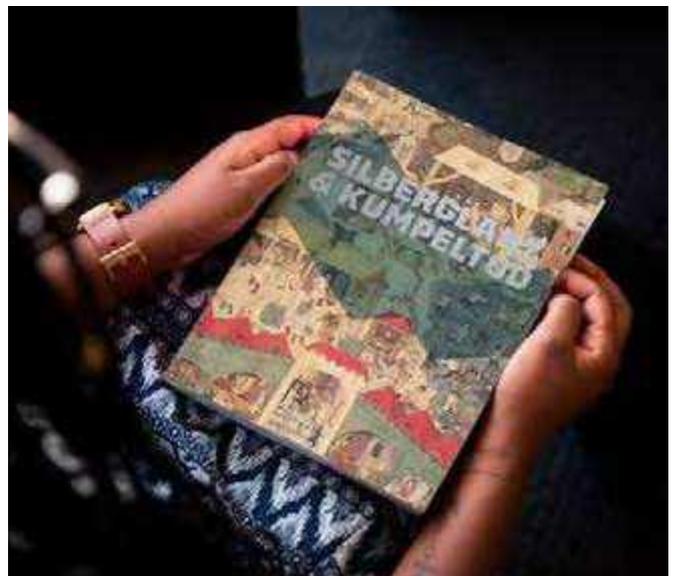
ISBN: 978-3-943770-83-4

ISSN: 2567-7152

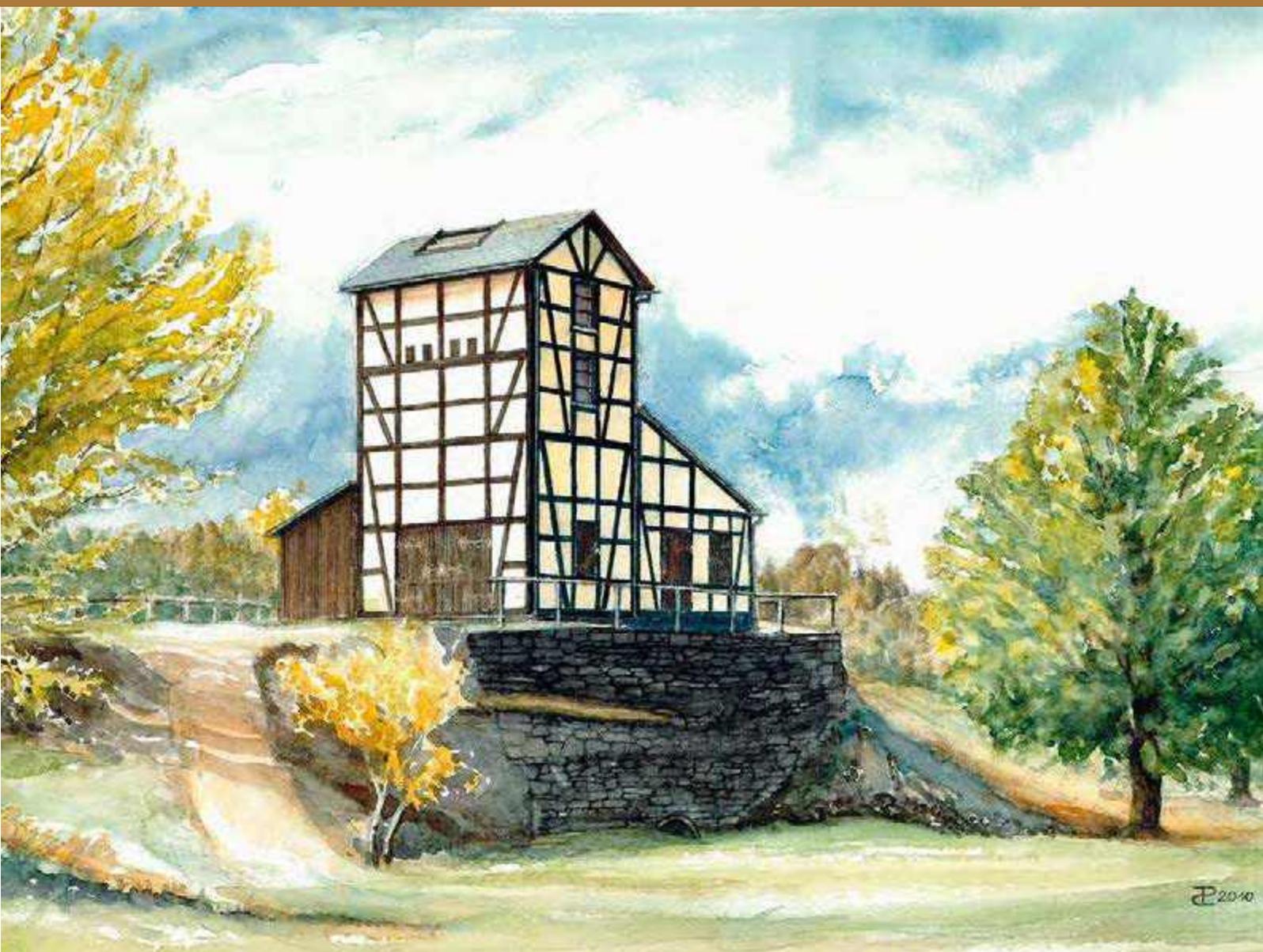
24,90 €

Autorinnen und Autoren

Helmuth Albrecht, Tina Asmussen, Jens Beutmann, Sebastian Felten,
Anton Gontscharov, Svend Hansen, Christian Landrock,
Sabine Loewe-Hannatzsch, Uwe Schirmer, Ira Spieker,
Martin Straßburger, Christina Vanja, Marius Winzeler, **Annett Wulkow**
Moreira da Silva



*Mit diesem Aquarell unseres Mitglieds Dr. Peter Czolbe
wünschen wir allen Vereinsmitgliedern,
Leserinnen und Lesern unserer ACAMONTA*



Peter Czolbe: Obergruna, 8. Lichtloch Halsbrücke, Aquarell, 2010

*eine besinnliche Weihnachtszeit
und ein gesundes neues Jahr 2025!*

Silberweg – Kunst trifft Silberstadt®-Erlebnis

Mehr Infos zu den Figuren:
App „Silberstadt Freiberg“

Stationen

- 1 Entdecker auf Reisen**
Schloßplatz
Künstlerin: Ekaterina Kovalenko
- 2 Kurfürstin Anna**
Stadt- und Bergbaumuseum & Dom St. Marien
Künstlerin: Jördis Meister
- 3 Eierschnecken-Bäcker**
Stadtmauer
Künstlerin: Erika Harbort
- 4 Nachtwächter**
Donatsturm
Künstlerin: Claudia Weidenbach
- 5 Glücklicher Bergmann**
Schüppchenberg
Künstler: Friedhelm Scheiter
- 6 Schauspielerin**
Theater am Buttermarkt
Künstlerin: Catrin Große
- 7 Ottos Löwe**
Obermarkt
Künstler: Joscha Bender
- 8 Türmer**
Petrkirche
Künstlerin: Erika Harbort
- 9 Klaubejunge**
Petersstraße
Künstler: Christoph Roßner
*Figur wird voraussichtlich im Oktober aufgebaut. Schon jetzt in der App ansehen!
- 10 Erfinder der Nachhaltigkeit:**
Hans Carl von Carlowitz
Albertpark
Künstlerin: Ekaterina Kovalenko
- 11 Forscher: Alexander von Humboldt**
TU Bergakademie, Prüferstraße
Künstler: Robert Frenzel

Tipp für Kinder
An jeder Figur hat sich die kleine Maus Sitwe versteckt. Findet ihr sie?

WC mit Wickelmöglichkeit
„Trash Stone“ des Purple Path zur Kulturhauptstadt Europas Chemnitz 2025

Herausgeber: Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V.,
Rektor der TU Bergakademie Freiberg, Frau Dr. Erika Krüger

Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. (VFF)

Vorsitzender: Prof. Hans-Ferdinand Schramm
Geschäftsführer: Prof. Dr. Hans-Jürgen Kretzschmar
Postanschrift: Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V.
Akademiestraße 6, 09599 Freiberg
Geschäftsstelle: Nonnengasse 22, 09599 Freiberg
Telefon: +49 (0)3731 39-2559, 39-2661
E-Mail: freunde@zuv.tu-freiberg.de
Internet: <https://tu-freiberg.de/vff>
Jahresbeitrag: 30 EUR Einzelmitglieder; 250 EUR juristische Mitglieder
Redaktionsleitung: Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva
Redaktionskollegium: Prof. Dr. Ulrich Groß, Dipl.-Journ. Christel-Maria Höppner,
Prof. Dr. Gottfried Jäckel, Prof. Dr. Peter Seidelmann,
Dipl.-Slaw. Birgit Seidel-Bachmann
Rubriken-Titelbilder: Stiftung (S. 7): Andreas Hiekel
Forschung (S. 16): Detlev Müller
Universität (S. 58): Andreas Hiekel, Detlev Müller
Studium (S. 79): Detlev Müller
International (S. 93): Detlev Müller
Aus dem Vereinsleben (S. 103): TU Bergakademie Freiberg
Historie (S. 119): TU Bergakademie Freiberg
Personalia (S. 171): TU Bergakademie Freiberg

Gestaltung/Satz/Druck: Bergstädter Premium Print, Freiberg
Auflage: 1100

Die ACAMONTA 2024 kann über folgenden Link abgerufen werden:
<https://tu-freiberg.de/vff>

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber und der Redaktion wieder. Keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte. Die Autoren stellen die Beiträge honorarfrei zur Verfügung. Die Autoren sind verantwortlich für die Verwendung namentlich nicht gekennzeichnete Abbildungen in ihren Beiträgen. Auszugsweiser Nachdruck von Beiträgen bei Angabe von Verfasser und Quelle ist gestattet. Im Sinne der Wünsche von Autoren und Lesern nach detaillierterer Information hat das Redaktionskollegium eine relativ hohe Anzahl von Quellenangaben für einzelne Beiträge akzeptiert. Die Art der Literaturzitation wurde aufgrund der unterschiedlichen Fachgebiete dabei jeweils den Autoren überlassen.

Männliche/weibliche Form: Aus Gründen der Vereinfachung und besseren Lesbarkeit ist in den Beiträgen gelegentlich nur die männliche oder die weibliche Form verwendet worden. Wir bitten, fehlende Doppelnennungen zu entschuldigen.

Autorenverzeichnis: Aus Gründen des Platzbedarfs werden im Autorenverzeichnis die akademischen Grade der Autoren in vereinfachter Form dargestellt.

© Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V., 2024
ISSN 2193-309X

