



# ACAMONTA

Zeitschrift für Freunde und Förderer der  
Technischen Universität Bergakademie Freiberg

32. Jahrgang 2025





# ACAMONTA

Zeitschrift für Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg

32. Jahrgang 2025



*Liebe Vereinsmitglieder,  
liebe Leserinnen und Leser,*

ein ereignisreiches Jahr für die TU Bergakademie Freiberg neigt sich dem Ende zu. Im 260. Jahr ihres Bestehens übernahm erstmals in ihrer Geschichte eine Rektorin die Leitung der Hochschule (ab S. 176). In ihrer Antrittsrede zur Investitur am 16. Oktober 2025, der neben Hochschulangehörigen auch zahlreiche Rektorinnen und Rektoren u. a. von internationalen Partneruniversitäten sowie Persönlichkeiten der Landes- und Regionalpolitik, der Stadt Freiberg, Stifterinnen und Stifter und Freunde und Förderer beiwohnten, stellte Prof. Jutta Emes die Leitgedanken ihrer Amtszeit vor: „Offenheit, Kooperation und Kommunikation, einhergehend mit einer Kultur der Ermöglichung und der Verantwortung.“ Ziel der neuen Rektorin ist es, „Räume zu schaffen, in denen sich die TUBAF als ein wahres Juwel – in Forschung, Lehre, Transfer und im Miteinander – erfolgreich weiter entfalten kann.“ Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Attraktivität der Universität für Studierende. Dazu gehört unter anderem die kontinuierliche Weiterentwicklung des Studienangebots (ab S. 56) sowie zahlreiche Maßnahmen zur Förderung des Studienerfolgs und zur Stärkung der akademischen Resilienz (ab S. 58).

Auch die neue Zusammensetzung des Rektoratskollegiums (ab S. 176) unterstreicht zentrale Zukunftsthemen: Mit Prof. Martin Bertau als Prorektor für Forschung und Transfer sowie Prof. Karina Sopp als Prorektorin für Nachhaltigkeit und Entrepreneurship wird dem Wissens- und Technologietransfer sowie dem Gründungsgeschehen an der TUBAF weiterhin große Bedeutung beigemessen. Über aktuelle Entwicklungen in diesem Bereich berichten in dieser Ausgabe bspw. Mitarbeitende der Zentralen Transferstelle (ab S. 88) und des Netzwerks SAXEED (ab S. 90).

Anwendungsorientierte Forschung ist fest in der DNA der TUBAF verankert – etwa in Projekten zur Entwicklung von Flugkraftstoffen (ab S. 21), zum Einsatz von Technologien der



Glasherstellung bei der Verwertung von Reststoffen (ab S. 16) oder der Aufbereitung von Lithiumrohstoffen (ab S. 44). Das neue Forschungszentrum CircEcon (ab S. 25) zeigt, wie vier sächsische Hochschulen gemeinsam an innovativen Recyclingprozessen arbeiten.

Nicht zuletzt sind viele Initiativen und Projekte nur durch das Engagement und die Unterstützung zahlreicher Stifterinnen und Stifter möglich geworden. Unser besonderer Dank gilt etwa der Krüger-Stiftung (S. 7) für ihre großzügige Förderung!

*Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre dieser Ausgabe der ACAMONTA sowie Gesundheit, Zuversicht und Lebensfreude.*

**Ihre Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva**  
Chefredakteurin ACAMONTA

Geleitwort Prof. Schramm .....	4	100 Jahre „Freiberger Studentenhilfe e. V.“ .....	67
<b>Stiftung</b>		Thomas Schmalz	
50. Vorstandssitzung der Dr. Erich Krüger-Stiftung .....	7	Werkstatt Zukunft: Werde Teil der Lösung .....	70
Jens Grigoleit, Michael Schlömann		Christiane Biermann	
10 Jahre Günter Heinisch-Stiftung .....	7	<b>Internationales</b>	
Andreas Massanek		Internationale Studierende und Kooperationen an der TUBAF .....	72
Schenkung für Universität: Porträt von Sigismund Herder übergeben .....	10	Julia Sishchuk	
<b>Forschung</b>		Ökobilanzierung von Bergbauprojekten .....	73
MindMontan .....	12	Jacqueline Tayu Mbonguah, Jan Bongaerts	
Eberhard Janneck, Sarvenaz Mogdahkan, Dennis Oßmann, Michel Oelschlägel, Mirko		Projektbericht – Empowering Women Through Microfinance .....	77
Martin, Jana Pinka, Sabrina Hedrich		Samuel Gadekah, Raymond Nuer	
Der ungeahnte Beitrag, den Glas zum Umgang mit Reststoffen leisten		Neues sächsisches wissenschaftliches Verbindungsbüro in Chile .....	78
kann .....	16	Michael Schlömann	
Stephan A. H. Sander, Sindy Fuhrmann		Authentisches und projektbasiertes Sprachenlernen bei IUZ/Sprachen ....	81
Vom Methanol zum Flugkraftstoff – Entwicklung eines Olefin-to-Jetfuel-		Katerina Barta, Mark Jacob, Darlene Ann Kilian, Karin Löttsch, Katja Polanski	
Verfahrens als wesentlicher Prozessschritt für eine nachhaltige Kerosin-		6. Internationales MINT-ec-Camp der TUBAF in Pallini/Athen .....	83
produktion .....	21	Kathrin Häußler	
Katina Krell, Malena Peuker, Peter Seifert, Stefan Nottelmann, Steffen Cramer, Rostislav		Kooperation in Krisenzeiten .....	85
Knoplin, Felix Reichel, Sven Kureti, Martin Gräbner, Felix Hildebrandt, Valerij Teltevskij,		Carsten Drebenstedt	
Mario Kuschel		TUBAF erhielt im Februar 2025 Verdienstmedaille der Republik Kosovo ..	86
„CircEcon“ .....	25	<b>Universität aktuell</b>	
Holger Lieberwirth, Christine Hecker, Mareen Zöllner, Thomas Krampitz, Alexandros		Vom Spiel zur Praxis .....	88
Charitos, Max Albertus, Ullrich Prah, Christoph Kaden, Madlen Ullmann, David Rafaja		Juliane Grahl, Stephan Meschke	
Erfassung und Bewertung von Vibrationen bei oberflächennahen Geother-		Der TUBAF Innovators Club .....	90
miebohrungen .....	29	Constance Bornkamp	
Thomas Zinke, Silke Röntzsch		TUBAF unter den TOP 10 der besten universitären Gründungsförderer in	
Forensik – Gegenwart und Zukunft der Wissenschaft der Verbrechenauf-		Deutschland .....	90
klärung .....	34	Andre Uhlmann	
Dirk Labudde		Die Chemischen Institute an der TUBAF .....	93
Satellitengestütztes Bodenbewegungsmonitoring .....	38	Klaus Bohmhammel	
André John		Zum ZeHS: Der Teil und das Ganze .....	98
Wissen vom Unwissen .....	40	Dirk C. Meyer, Theresa Lemser, Helmuth Albrecht, Walter Padoa, Martin Ennulat, Annett	
Julia Sorgatz, Aqeel A. Chaudhry, Ching Yin Kwok, Ammar A. Basmaji, Thomas Nagel		Wulkow Moreira da Silva, Julius Nordheim	
On-line Monitoring der Aufbereitung von Lithium-Rohstoffen .....	44	50 Jahre Studienrichtung und Institut für Werkstofftechnik mit Ehrenkol-	
Bastian Wiggershaus, Toni Laurila, Aappo Roos, Carla Vogt		loquium für Gründer Prof. Heinz-Joachim Spies .....	100
Die geologische Vergangenheit Sachsens .....	48	Horst Biermann, Lutz Krüger	
Guido Meinhold, Arzu Arslan, Sören Jensen, Victoria Kühnemann		50 Jahre Werkstofftechnik am IWT .....	102
Ton – Gestein des Jahres 2025 .....	50	Anja Buchwalder	
Reinhard Kleeberg, Gerhard Heide		20. Fassathlon-WM .....	106
Wo es heißer als auf der Sonne ist .....	54	Jens Grigoleit	
Steffen Jankowski		Vorlesungen hinterm Schaufenster – universitäre Lehre im öffentlichen	
<b>Studium</b>		Raum .....	109
Weiterentwicklung des Studienangebots an der TUBAF .....	56	Thomas Schumann, Sebastian Zug	
Swanhild Bernstein, Ralf Hielscher, Romy Kühne		40 Jahre Kustodie .....	113
Studienerfolgsprojekt an der TU Bergakademie Freiberg .....	58	Andreas Benz	
Swanhild Bernstein, Claudia Funke, Christian Gardt, Katayoun Karimi, Heinz Konietzky,		Welterbe-Standort Muldenhütten .....	119
Romy Kühne, Alexandra Morgenstern, Tim Pöschl, Ulrich Prah, Katharina Rosin,		Helmuth Albrecht	
Lena Theis, Madlen Ullmann, Antje Wehmeyer, Kristina Wopat, Erik Wünsche		Von analogen Instrumenten zu digitalen Geo-Daten .....	122
Masterstudiengänge Advanced Mineral Resource Development (AMRD)		Christian Köhler	
und Sustainable Mining and Remediation Management (MoRe) .....	61	Die Sammlung Leupold .....	124
Carsten Drebenstedt		Angela Kugler-Kießling	
Probieren, Modifizieren, Verstehen, Teilen .....	63	Die neue Praxis der Ausstellungsgestaltung an der UB Freiberg .....	126
Thomas Nagel, André Dietrich, Stefanie Nagel, Sebastian Zug		Susanne Scholze	
MIReBooks .....	65	Tradition und Moderne .....	129
Carsten Drebenstedt		Andrea Riedel	
Neue Absolventinnen und Absolventen des Studienkollegs am IUZ/Spra-		<b>Aus dem Vereinsleben</b>	
chen nehmen im WS 2025/26 ihr Fachstudium an der TUBAF auf .....	66	35 Jahre Wiedergründung VFF .....	132
Susanne Gasda, Katja Polanski		Werner Hauenherm, Hans-Jürgen Kretzschmar, Christian Wegerdt	



Aus dem Protokoll der VFF-Vorstandssitzung 2025 .....	133	Zum 75. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Groß .....	178
Hans-Jürgen Kretzschmar		Rhena Wulf	
Neuartiges 3D-gedrucktes Ankersystem für Feuerfestanwendungen .....	134	Prof. Dr. rer. nat. Christian Wegerdt zum 90. Geburtstag .....	179
Patricia Kaiser, Piotr Malczyk, Serhii Yaroshevskyi, Uwe Lohse, Christos G. Aneziris		Gottfried Jäckel	
Metallurgiestudenten zu Freiberg e. V. in Leoben zum ISDM 2025 .....	136	Erinnerung an Prof. Dr. Siegfried Ziegenbalg .....	180
Janus Schaarschmidt, Roy Rechenberg		Gerhard Haake, Gottfried Jäckel	
Fakultätstag Wirtschaftswissenschaften an der TUBAF .....	137	Neue Zusammensetzung des Hochschulrats der TUBAF .....	181
Jutta Stumpf-Wollersheim, Alexander Leischnig		Prof. Carsten Drebenstedt mit Verdienstorden der Bundesrepublik	
Konferenz der Werkstofftechnischen und Materialwissenschaftlichen Studiengänge in Saarbrücken .....	138	Deutschland ausgezeichnet .....	182
Tabea Schwochow		Ehrennadeln und Universitätsmedaillen verliehen .....	183
Zwei Länder – Eine Erinnerung? – Exkursionsbericht .....	139	„Die Bibliothek als hybriden Lernort entwickeln“ .....	184
Freia Anders, Eva-Maria Roelevink		Nachruf für Prof. Dr. Gert Wolf .....	185
Von Freiberg nach Turku, Finnland .....	140	Klaus Bohmhammel	
Victor Wolf		Nachruf auf Professor Norbert Piatkowiak .....	185
Studierende bei den 47th Intercollegiate International Mining Games in Großbritannien .....	141	Wolfgang Gaßner	
Beatrice Tauber, Jonas Eckhardt, Marlene Mühlbach		Nachruf auf Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider .....	186
Pro-/Seminar der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften zu Gast in Brüssel .....	142	Hans-Jürgen Kretzschmar, Annett Wulkow Moreira da Silva	
Karina Sopp		In memoriam Dr. Herbert Pforr .....	186
Forschungsaufenthalt an der Durham University .....	143	Karl-Heinz Eulenberger, Götz P. Rosetz	
Jasmin Wagner		Johannes Hofmann verstorben .....	188
Vom Mineral zum Rohstoff .....	144	Herbert Kaden	
Conrad Hübler		Nachruf auf Professor Rainer Wolf .....	188
European Metallurgical Conference 2025 in Hamburg .....	145	Gerhard Ring	
Anne Pfohl		Neuberufene Professorin und Professoren .....	189
Minerale und High-Tech aus Freiberg neben sächsischer und internationaler Kunst .....	146	Wir trauern um unsere Vereinsmitglieder .....	190
Internationale Höhlenforschung .....	147	Geburtstage unserer Vereinsmitglieder .....	190
Liviu Valenas		Autorenverzeichnis .....	192
<b>Historie</b>			
Erfolgreich gescheitert. Gedanken zum 300. Geburtstag von Friedrich Anton von Heynitz .....	150		
Norman Pohl			
Aquasie Boachi, der erste Student aus Afrika an der Bergakademie Freiberg von 1847 bis 1850 .....	153		
Ulrich Thiel, Annett Wulkow Moreira da Silva			
Forschungsinstitut für Leder- und Kunstledertechnologie Freiberg .....	156		
Michael Stoll			
Das Deutsche Brennstoffinstitut (DBI) Freiberg nach 1990 .....	159		
Hans-Jürgen Kretzschmar			
Die Bergakademie Freiberg kommt in Fahrt .....	161		
Malte Krüger			
Friedrich Ludwig Wilhelm Kolbeck und die mineralogische Sammlung der Bergakademie Freiberg .....	167		
Götz P. Rosetz			
Ernst Rietschel .....	170		
Peter Hauschild			
„... die Welt, die ein jeder in sich trägt, ist das Wertvollste, es liegt in unserer Hand, sie groß, schön und reich auszugestalten ...“ .....	172		
Angela Kugler-Kießling			
Chronik 2026 .....	173		
Roland Volkmer			
<b>Personalia</b>			
Jutta Emes – neue Rektorin der TU Bergakademie Freiberg .....	176		
Neue Prorektoren gewählt .....	176		
Neue Leitungen in den Dekanaten der TUBAF .....	177		



Liebe Leserinnen und Leser,

Gutes ist beständig. Zu dieser ebenso bekannten wie einfachen These passt, dass unsere TU Bergakademie Freiberg in diesem Jahr auf eine 260 Jahre währende Wissenschaftsgeschichte zurückblicken kann.

Zur nachhaltig erfolgreichen Positionierung einer Hochschulinstitution über einen solch langen Zeitraum ist neben richtungsweisender Forschungsarbeit sowie kontinuierlich hochwertiger Lehre vor allem ein geschickter strategischer Umgang mit wechselnden Rahmenbedingungen erforderlich. Während es in den jüngst vergangenen Jahren vordringlich galt, die Herausforderungen der Covid-Pandemie, der Cyber-Sicherheit und des Ukraine-Krieges zu meistern, werden künftig finanzielle Themen in den Vordergrund rücken. Zwar hat der Freistaat Sachsen mit einer Zuschussvereinbarung für die Jahre 2025–2032 grundsätzlich für eine finanzielle Planungssicherheit der Hochschulen gesorgt. Da die Plankalkulation aber nur unzureichende Personalkostenzuschüsse für künftige Tarif- bzw. Besoldungserhöhungen enthält und inflationsbedingt vorgezeichnete Sachkostensteigerungen gänzlich unberücksichtigt lässt, muss die TU Bergakademie Freiberg schon ab dem nächsten Haushaltsjahr mit erheblichen finanziellen Einschränkungen in Millionenhöhe rechnen. Hinzu kommt, dass infolge der anhaltend schwachen Weltwirtschaftsentwicklung und allgemein knapper Kassen der Projektträger deutliche Rückgänge des

traditionell hohen Drittmittelaufkommens unserer Universität zu erwarten sind.

Für eine weiterhin zukunftssträchtige Ausrichtung unserer altehrwürdigen Alma Mater ist es vor allem wichtig, den anhaltenden Trend rückläufiger Studierendenzahlen zu brechen. Die hierzu notwendigen und größtenteils bereits eingeleiteten Maßnahmen erstrecken sich von öffentlichen Werbeaktionen über die aktive Pflege von Kontakten zu Schulen und internationalen Kooperationen mit anderen Hochschulen bis hin zur Entwicklung neuer Studiengangangebote sowie moderner Lehrmethoden, die u. a. den aktiven Einsatz von KI-Systemen vorsehen.

Zweifellos spielen neben den originären Studienbedingungen auch die studentischen Lebensverhältnisse im Umfeld der Hochschule eine beachtliche Rolle für die Beurteilung der Attraktivität eines Studienplatzes. Es ist in dieser Hinsicht ein besonderer Vorzug, dass sich unsere TU Bergakademie eines engen und gedeihlichen Zusammenwirkens mit dem Studentenwerk in Freiberg erfreuen kann. Somit ist ein wohlfunktionierendes Engagement zur Schaffung rundum optimaler Studienbedingungen gegeben.

Natürlich fühlen wir uns als Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg dem Studentenwerk in seinem Tun und Handeln zum Wohle der Studierenden seit jeher mit Sympathie verbunden. Schon zum seinerzeitigen Aufbau einer Studentenhilfe in Freiberg leisteten die „Freunde der Bergakademie“ wesentliche Anschubspenden sowie jährliche feste

Unterstützungszahlungen in Höhe von mehreren Tausend Reichsmark an den als Vorgängerinstitution des heutigen Studentenwerks anzusehenden „Verein Freiburger Studentenhilfe e. V.“<sup>1</sup> Gerne haben wir auch während der Corona-Pandemie wieder an frühere Praktiken angeknüpft und dem Studentenwerk einen aus mehreren Spendenquellen zusammengeführten Betrag von 130.000,00 Euro überwiesen. Damit wurde vielen unverschuldet in ausweglose finanzielle Schwierigkeiten geratenen Studierenden nach gründlichen, aber schnellen Prüfungen unbürokratisch aus dringender Not geholfen.

Durch die tatkräftige Hilfe des Studentenwerks konnten die Unterstützungsleistungen den Empfängern wesentlich eher zur Verfügung gestellt werden als die viel später von staatlicher Seite gewährten Transfers.

Es war uns eine große Freude, dem Studentenwerk in diesem Jahr – ganz im Sinne der Eingangsthese dieses Geleitworts – zum 100-jährigen Jubiläum der Studentenhilfe in Freiberg zu gratulieren.

Ein kleineres, aber ebenso erfreuliches Jubiläum hatte auch die „Günter-Heinisch-Stiftung des Fördervereins VFF für die geowissenschaftlichen Sammlungen in Freiberg“ zu verzeichnen. Diese auf testamentarischen Wunsch durch unseren Förderverein ins Leben gerufene Stiftung widmet sich seit nunmehr 10 Jahren der Erweiterung der geowissenschaftlichen Sammlungen, der Unterstützung von geowissenschaftlichen Projekten sowie der Förderung von öffentlichen Bildungsangeboten. Im Ergebnis fortlaufend erfolgreicher Anlagedispositionen des Stiftungskapitals konnten zahlreiche sammlungstechnisch bedeutsame Mineralstufen aus verschiedenen Erdregionen angeschafft sowie eine Fülle von Dünnschliffen für wissenschaftliche Zwecke und publikationsgeeignete Fotografien erstellt werden. Zudem ermöglichte die Stiftung die Durchführung mehrerer weitbeachteter Ausstellungen. Im vergangenen Jahr entstand unter dem Dach der Heinisch-Stiftung die Humboldt/Bonpland-Stiftung. Diese hat die Förderung der Lehre und Forschung auf dem Gebiet der organismischen Biologie und Paläobiologie zum Zweck. Die ersten Stiftungserträge dienen der Bezuschussung der Anfertigung einer Bachelorarbeit, eines Forschungsaufenthalts im Ausland sowie einer Exkursionsteilnahme. Außerdem soll ein Preisgeld zur Auszeichnung einer hervorragenden Masterarbeit ausgelobt werden.

Das Jahr 2025 markiert des Weiteren einen personellen Wechsel an der Spitze der TU Bergakademie Freiberg. Nach 10 Jahren engagierter Tätigkeit nahm Magnifizenz Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht seinen Abschied aus den Diensten unserer Universität. In seinen beiden Amtsperioden wurden Bauinvestitionen mit einem Investitionsvolumen von über 100 Mio. Euro realisiert und grundlegende Neuerungen im Bereich der Digitalisierung eingeführt. Zudem erfolgten 68 Berufungen auf Professuren auf Lebenszeit. Als Vorsitzender der Landesrektorenkonferenz setzte Herr Professor Barbknecht bedeutende Akzente in der Hochschulpolitik und unterstützte die Eröffnung von Kontaktbüros sächsischer Hochschulen im Ausland. Wir danken ihm sowie seinen Rektoratskolleginnen und -kollegen für die angenehme Zusammenarbeit und wünschen alles Gute für die Zukunft. Wir werden dem Altrektor im gemeinsamen Bemühen um das Wohl der Bergakademie auch künftig verbunden bleiben. Schließlich hatte er vor

seinem Eintritt in die Hochschulleitung den Vorstandsvorsitz unseres Fördervereins und damit den Kuratoriumsvorsitz der Günter-Heinisch-Stiftung inne. Seit dem 21. Juli 2025 zeichnet Frau Prof. Dr. Jutta Emes als Rektorin für die Geschicke unserer großartigen Universität verantwortlich. Wir wünschen auch ihr für die neue Amtstätigkeit viel Erfolg.

Wie die Inhalte unserer diesjährigen ACAMONTA eindrucksvoll belegen, steht die TU Bergakademie Freiberg für Tradition und Zukunft zugleich. Die weltweit anerkannte Qualität von Forschung und Lehre bildet in der Kombination mit einem beachtlichen Netz internationaler Partner sowie einer tief verwurzelten Förderkultur eine in langer Historie solide geschaffene Substanzbasis. Lassen Sie uns diese mit Stolz und Zuversicht nutzen, um weiterhin im bewährten Miteinander freudvoll für eine prosperierende Fortentwicklung unserer wunderbaren Alma Mater Sorge zu tragen.

Mit herzlichem Freiburger Glück auf

**Ihr Prof. Hans-Ferdinand Schramm**

Vorstandsvorsitzender des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V.

<sup>1</sup> Vgl. Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg 442a; Hoffmann, Walter: Freiburger Studentenhilfe e.V., Berichte über die Geschäftsjahre 1926/27





STIFTUNG



# 50. Vorstandssitzung der Dr. Erich Krüger-Stiftung

Jens Grigoleit, Michael Schlömann

Am 25. April 2025 trat der Vorstand der Dr. Erich Krüger-Stiftung zum 50. Mal zu einer formalen Vorstandssitzung zusammen. Durch den Unternehmer Peter Krüger am 14. Dezember 2006 gegründet, unterstützt die Krüger-Stiftung die TU Bergakademie Freiberg seit inzwischen fast 20 Jahren mit Projekt- und Investitionsförderungen, Stipendien sowie der Finanzierung von Veranstaltungen und Serviceeinrichtungen.

Das Gesamtvolumen der bisher bewilligten Förderungen der Krüger-Stiftung für die TUBAF beträgt bis heute mehr als 27 Mio. EUR, sodass die Stiftung ein sehr wichtiger Mittelgeber der Universität ist. Über die Förderungen seitens der Stiftung hinausgehend wurden durch das Stifterehepaar Peter und Erika Krüger privat zahlreiche Vorhaben finanziell unterstützt bzw. in Freiberg umgesetzt. Dazu zählt insbesondere auch die Errichtung des Chile-Hauses zur Unterstützung des wissenschaftlichen Austauschs mit Chile und anderen lateinamerikanischen Ländern.

Mitglieder des Stiftungsvorstands sind, neben der Stifterin Dr. Erika Krüger selbst, seit Gründung der Stiftung Franz-Friedrich Lütke Uhlenbrock, ehemaliger Vorstand der Bremer Landesbank, sowie Prof. Dr. Klaus Michael Groll, renommierter

Experte und Fachanwalt für Erbrecht. Als weiteres Mitglied gehört der jeweils amtierende Rektor bzw. die Rektorin der TU Bergakademie Freiberg dem Stiftungsvorstand an. Organisatorisch unterstützt wird der Stiftungsvorstand, ebenfalls von Beginn an, durch Dirk Gottschalk, Geschäftsführer der renta GmbH, die auch das Immobilienvermögen der Stiftung verwaltet.

Der Stiftungsvorstand unterstützt die Entwicklung der TU Bergakademie Freiberg aktiv und mit großem persönlichem Engagement aller Vorstandsmitglieder und begleitet die geförderten Vorhaben und Initiativen intensiv und langjährig. Die Mitglieder des Vorstands sind damit sehr geschätzte und gut informierte Berater für unsere Universität.

In der Sitzung am 25. April 2025 wurde die finanzielle Unterstützung folgender neuer Vorhaben beschlossen: Mechanisches Batterierecycling – Premium-Schwarzmasse (Antragsteller Prof. Peuker), GeoVadis – Software zur Planung von Wärmesystemen mit Grubenwasser (Antragsteller Dr. Grab), Scientific Diving Center – Beschaffung Tauchcontainer und Ausrüstung (Antragsteller Prof. Fieback).

## 10 Jahre Günter Heinisch-Stiftung

Andreas Massanek

In diesem Jahr konnte die Günter Heinisch-Stiftung auf ihr 10-jähriges Bestehen zurückblicken, denn am 19. Mai 2015 fand die konstituierende Sitzung dieser Stiftung für die Geowissenschaftlichen Sammlungen der hiesigen Alma Mater beim Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. statt. Der 2013 verstorbene Günter Heinisch hatte den Verein als Miterben eingesetzt. Es wurde ein dreiköpfiger Stiftungsvorstand eingesetzt, der das Startkapital von 1,5 Millionen Euro verwaltet und einem Kuratorium Rechenschaft ablegen muss. Die Stiftung dient folgenden gemeinnützigen Zielen:

- die wissenschaftliche Betreuung und Erweiterung der Sammlungen,
- die Förderung innovativer Forschungsansätze mit Bezug zu den Sammlungen,
- die Förderung des öffentlichen Erscheinungsbildes der Sammlungen,
- die Förderung öffentlicher Bildungsangebote mit den Sammlungen.

### Doch wie kam es zur Gründung dieser Stiftung?

Am 1. August 2013 verstarb der Mineralsammler und Naturfreund Günter Heinisch in einem Pflegeheim in Hof. Sein langjähriger Sammlerfreund Karlheinz Gerl informierte daraufhin den Freiburger Sammlungsbetreuer Andreas Massanek. Gerl war zu dieser Zeit Leiter des Vereins der Hofer Mineralienfreunde und Mitveranstalter der Mineralienbörse Marktleuthen und bereits seit Jahrzehnten den Sammlungen der Bergakademie als Tauschpartner verbunden. Durch Herrn Gerl waren auch die ersten Kontakte zu Günter Heinisch zustande gekommen. Die Sammlergruppe unternahm regelmäßig Exkursionen ins nahe

gelegene Erzgebirge und besuchte dabei auch die Sammlungen im Wernerbau. Auf der anderen Seite war Massanek mehrfach bei der Sammlergruppe zu Gast und hielt dort Vorträge zu verschiedenen Themen. Diese Vorträge, die vielen Messeauftritte sowie weitere Aktivitäten der Freiburger Sammlungen beeindruckten Heinisch sehr, sodass er beschloss die Sammlungen jährlich mit einem kleinen Geldbetrag zu unterstützen, der immer kurz vor Weihnachten eintraf.

Im Jahr 2004 kam es dann zu einem bedeutungsvollen persönlichen Treffen von Heinisch und Massanek während der Münchener Mineralientage. Dort beeindruckten die Freiburger das Publikum mit einer aufsehenerregenden Sonderausstellung und machten auf die Gründung der Pohl-Ströher-Mineralienstiftung, die Sanierung von Schloss Freudenstein und die Einrichtung der Ausstellung terra mineralia aufmerksam. Heinisch teilte während des Treffens mit, dass er beabsichtigt, die Geowissenschaftlichen Sammlungen der TU Bergakademie in seinem Testament zu bedenken.

Am Eröffnungstag der terra mineralia im Oktober 2008 war die Hofer Sammlergruppe unter den ersten Gästen, die von Massanek durch die Ausstellung geführt wurden. Bei dieser Gelegenheit erneuerte Heinisch sein Bekenntnis zu dem testamentarischen Vorhaben. Um welche Größenordnung es sich jedoch einmal handeln würde, wurde allerdings nie besprochen.

### Wer war Günter Heinisch?

Günter Heinisch stammt aus Hof und wurde dort 1931 als Sohn eines Rechtsanwalts geboren. Er besuchte die ortsansässige Volksschule und danach das humanistische Gymnasium, an dem er 1949 das Abitur ablegte. Aufgrund der damals unsicheren



politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse verzichtete er auf ein Studium an einer Universität und absolvierte stattdessen eine Lehre zum Banker. Nach erfolgreicher Lehrzeit bekam er eine Stelle als Bankkaufmann an einer Niederlassung der Dresdner Bank in Nürnberg. 1957 nahm er ein Angebot des berühmten Porzellanherstellers Rosenthal an, in der kaufmännischen Hauptverwaltung in Marktrechwitz tätig zu werden. Dem Unternehmen blieb er bis zu seiner Pensionierung treu. Viele Jahre hatte er dort als Leiter des Finanz- und Rechnungswesens einer Tochterfirma führende Positionen inne.

Günter Heinisch hatte viele Hobbys. Seit seiner Jugend war das Mineraliensammeln eine seiner Leidenschaften. So entstand seine Verbundenheit zur Natur, die sich auch in seiner Begeisterung für's Bergsteigen und für die Fotografie äußerte.

Den Mittelpunkt seines Lebens nahm seit 1966 die Freimaurerei ein. In diesem Jahr wurde er in die Loge „Zum Morgenstern“ aufgenommen und drei Jahre später zum „Meister der königlichen Kunst“ erhoben. In dieser Loge versah der umfassend gebildete Günter Heinisch zahlreiche Ämter, so dass er 2011 zum Ehrenmitglied ernannt wurde. Am 1. August 2013 verstarb er nach langer Krankheit in einem Hofer Pflegeheim.

### Wie hat sich die Stiftung seitdem entwickelt?

Das Stiftungskapital bestand zum überwiegenden Teil aus Wertpapieren, die Günter Heinisch erworben hatte. Einige der Papiere, die mit hohem Risiko behaftet waren, wurden vom Vorstand verkauft. Nach dem Erstellen einer Vermögens-Anlagerichtlinie wurden neue Papiere erworben, z. B. Aktien, Aktien-, Renten- und Immobilienfonds, Anleihen, Zertifikate und weitere Wertpapiere.

Das Stiftungsvermögen sollte Ertrag bringend angelegt und in seinem Bestand erhalten werden. Bis Juni 2025 ist das Stiftungsvermögen auf etwa 1,8 Millionen Euro gestiegen. Die jährlichen Ausgaben für die Geowissenschaftlichen Sammlungen konnten trotz internationaler Finanzkrise konstant gehalten und in diesem Jahr erhöht werden. So konnten die Sammlungen, die über kein eigenes Budget zum Erwerb von Schaustufen verfügen, in diesem Jahr mehr als 30.000 Euro zum Ankauf von Objekten und 5.000 Euro für wissenschaftliche Zwecke erhalten, wobei die Objekte Eigentum der Stiftung bleiben und als Dauerleihgaben zur Verfügung gestellt werden.

Bisher konnten 43 Objekte und eine historische Mineralammlung des Freiburger Mineralogen August Breithaupt für die Mineralogische und Petrologische Sammlung für fast 230.000 Euro erworben werden. Diese Objekte wurden in der Zeitschrift ACAMONTA in den Ausgaben der letzten Jahre vorgestellt.

Für wissenschaftliche Zwecke wurden in den 10 Jahren 50.000 Euro zur Verfügung gestellt. Hier wurde z. B. eine Einrichtung zur Mikrofotografie, die Konservierung und Restaurierung historischer Sammlungsetiketten und das Anfertigen von Profifotografien für Publikationen finanziert sowie die Gestaltung von Sonderausstellungen und der Druck eines Ausstellungsführers bezuschusst.

Im Jahr 2023 wurde die Satzung der Stiftung geändert, um auch Zustiftungen aufnehmen zu können. Die erste Zustiftung ist die Humboldt/ Bonpland-Stiftung für biologische Wissenschaften, die 2024 zum ersten Mal eine Master- und eine Promotionsarbeit auf dem Gebiet der organismischen Biologie finanziell unterstützen konnte. Durch den Zusammenschluss beider Stiftungen können Kosten eingespart werden. Der Gesamtwert der Heinisch-Stiftung erhöhte sich auf 1,9 Millionen Euro.



Eine phantastische Großstufe von 85 cm Breite und fast 100 kg Masse in einer ebenfalls von der Heinisch-Stiftung erworbenen neuen Vitrine! Strahlend weißer Artischockenquarz auf Amethyst aus dem Seidelgrund bei Wiesenbad im sächsischen Erzgebirge.

### Neue Mineralstufen auch im Jubiläumsjahr

Das spektakulärste Objekt ist sicherlich eine große Amethyststufe aus dem Seidelgrund bei Wiesenbad im sächsischen Erzgebirge. Das ist eine klassische Fundstelle, die schon seit dem 16. Jahrhundert bekannt ist. Aus dem Material wurden z. B. auch viele Schmuckstücke, die im Grünen Gewölbe in Dresden zu bewundern sind, angefertigt.

Das Fundstück, das schon der Großvater des heutigen Grundstücksbesitzers geborgen hatte, lag viele Jahrzehnte im Verborgenen. Nach professioneller Reinigung und Befreiung von Eisen- und Manganoxidkrusten kam ein kräftig violettes Amethystband zum Vorschein. Die Amethyste zeigen die für den Fundpunkt typischen durch Hämatit rot gefärbten Spitzen. Auf diesen Amethyst folgt eine zweite Generation Quarz – schneeweißer Artischockenquarz. Das ergibt einen unglaublichen Kontrast. Für die fast 100 kg schwere Stufe musste extra eine eigene Vitrine angefertigt werden, die ebenfalls von der Heinisch-Stiftung finanziert wurde.

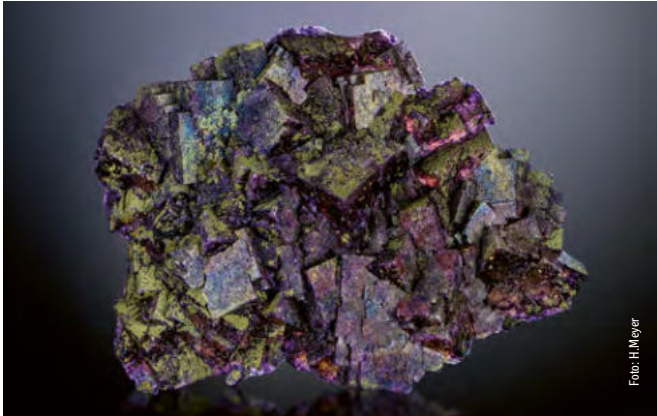
Vom gleichen Fundort stammt eine weitere große Amethyststufe in der typischen Ausbildung mit rötlich gefärbten Spitzen. Die Stufe ist absolut unbeschädigt und übertrifft alle bisher in den Sammlungen vorhandenen Stufen in Qualität und Ästhetik.



Amethyst mit durch Hämatit rot gefärbten Kristallspitzen. Seidelgrund bei Wiesenbad im sächsischen Erzgebirge. 20 x 15 cm.

Aus Frohnau bei Annaberg-Buchholz kommen eine Fluorit- und eine Quarzstufe. Der tiefdunkelvioletten Fluorit erscheint fast schwarz, zeigt aber im Gegenlicht einen schönen Zonarbau aus violetten, gelblichen und farblosen Bereichen. Auf die Würfelflächen des Fluorites sind kleine Pyrit- und Chalkopyritkristalle aufgewachsen. Auf der Quarzstufe sitzen kleine, säulenförmige,

bräunliche Barytkristalle. Beide Stufen wurden im Rahmen privater Untergrundaktivitäten im Schacht 29b geborgen.



Fluorit mit Pyrit und Chalkopyrit. Schacht 29b (Kleine Malwine), Frohnau bei Annaberg, Erzgebirge, Sachsen. 26 x 18,5 cm.

Ein großer Rauchquarzkristall stammt aus dem Subpolarural im Norden Russlands. In dieser Region des Uralgebirges wurden Bergkristalle zunächst für optische Zwecke gesucht und abgebaut, später vor allem als Rohstoff für die Quarzsynthese zur Herstellung von Schwingquarzen. Rauchige Quarze waren für diesen Zweck ungeeignet und fanden so den Weg auf den Mineralienmarkt.



Rauchquarz, Subpolarural, Russland. 18 x 30 cm.

Aus dem Steinbruch Frosterley im Durham County in England stammt eine grüne Fluoritstufe. Viele Kristalle sind nach dem Spinellgesetz verzwillingt. In dem früheren Kalksteinbruch wurde in den 1960er Jahren ein Fluoritgang entdeckt, der von Sammlern ausgebeutet wurde.

Heute befindet sich das Areal im Besitz der Firma Crystalclassics, die das Fluoritvorkommen über bergmännische

Auffahrungen abbaut. Unsere Stufe stammt aus der Diana Maria Mine in diesem Steinbruch.



Fluorit mit Zwillingskristallen. Steinbruch Frosterley, Stanhope, Durham Co., England. 30 x 20 cm. Foto: H. Meyer.

Ein fünf Zentimeter großer Bournonitkristall kommt aus der Viboras Mine in Machacamarca im Department Potosí in Bolivien. Bournonit ist ein Blei-Kupfer-Antimon-Sulfid und wird von den Bergleuten auf Grund seiner häufig auftretenden radförmigen Zwillinge auch als Rädelerz bezeichnet.

Etwas ungewöhnlich mag der Ankauf von zwei Aquarellen des Berliner Mineralzeichners Prof. Eberhard Equit erscheinen.



Bournonit, verzwillingt. Viboras Mine, Machacamarca, Potosí, Bolivien. 5 x 9 cm.

Equit ist einer der weltweit bekanntesten Künstler auf diesem Gebiet.

Das erste Aquarell zeigt zwei Edelsteinstufen aus dem mittleren Ural – einen blauen Topas und einen Heliodor von der klassischen Fundstelle Mursinka. Beide Mineralstufen konnten schon in den letzten Jahren von der Heinisch-Stiftung angekauft werden.





Aquarell von Prof. Equit mit Topas und Heliodor aus Mursinka im Ural. Beide Stufen wurden 2021 bzw. 2023 bereits von der Heinisch-Stiftung erworben.



Aquarell von Prof. Equit mit Aquamarin und Topas aus dem sächsischen Vogtland. Die beiden Einzelkristalle gehören der TUBAF und sind in der Mineralog. Sammlung ausgestellt. Die Topasstufe wurde der TUBAF vom Besitzer des Aquarells geschenkt.

Auf dem zweiten Kunstwerk sind Edelsteine aus dem sächsischen Vogtland dargestellt – der schwerste Aquamarin Deutschlands sowie ein Topaskristall und eine Topasstufe vom Schneckenstein. Die beiden Einzelkristalle befinden sich im Besitz der TU Bergakademie und sind im Wernerbau ausgestellt.

Das Kunstwerk wurde Anfang der 1990er Jahre von der Bergakademie beauftragt, jedoch konnte es nach Fertigstellung nicht finanziert werden. Die abgebildete Topasstufe wurde von Dr. Erler aus Berlin erworben und den Sammlungen der TU Bergakademie als Schenkung übergeben.

#### Literatur:

Massanek, A., Morgner, W. & Kretzschmar, H.-J.: Günter Heinisch – leidenschaftlicher Mineraliensammler und edler Spender für die TU Bergakademie. In: ACAMONTA 21 (2014) 180-181

Massanek, A.: Konstituierung der Heinisch-Stiftung. In: ACAMONTA 22 (2015) 135

Gerl, K. & Massanek, A.: Die Günter Heinisch-Stiftung. In: LAPIS 44 (2019) 9, 42-45

## Schenkung für Universität: Porträt von Sigismund Herder übergeben

Im Oktober 2024 übergab Werner Sieber, ehemaliger Geschäftsführer des Schlosses Augustusburg, der Burg Scharfenstein und des Schlosses Lichtenwalde, im Auftrag des Nachkommens des Oberberghauptmanns Sigismund August Wolfgang, Freiherr von Herder, sechs wertvolle Radierungen an die TU Bergakademie Freiberg. Die Sammlung umfasst das eindrucksvolle Portrait des Oberberghauptmanns und Bilder des Stammschlosses Rauenstein der Familie von Herder.

Die Übergabe fand im Rahmen einer feierlichen Zeremonie im Büro des Rektors statt, an der neben demselben, Professor Klaus-Dieter Barbknecht, auch Professor Georg Unland, Rektor der TU Bergakademie Freiberg von 2000 bis 2008 und sächsischer Finanzminister a.D., und der Prorektor für Kommunikation und Nachhaltigkeit der TU Bergakademie Freiberg, Professor Andreas Horsch, teilnahmen. Der Überbringer der Radierungen, Werner Sieber, äußerte: „Es ist mir eine Ehre, diese



Übergabe der Radierungen an die TU Bergakademie Freiberg, v. l. n. r.: Georg Unland, Werner Sieber, Klaus-Dieter Barbknecht, Andreas Horsch

Bilder der TU Bergakademie Freiberg zu übergeben, die diese der Wissenschaft und der Öffentlichkeit zugänglich machen wird. Sie sind ein wertvoller Teil unserer gemeinsamen Vergangenheit.“

Die Radierungen werden nach einer Restaurierung künftig in der Kustodie aufbewahrt und sollen sowohl für Zwecke der wissenschaftlichen Forschung als

auch für Ausstellungen genutzt werden. Herr Professor Barbknecht dankte Werner Sieber und betonte: „Diese Radierungen sind für die Identität der TU Bergakademie Freiberg nicht nur ein wichtiger Teil unserer Geschichte, sondern tragen auch dazu bei, das kulturelle Erbe unserer Region lebendig zu halten.“



# FORSCHUNG





# MindMontan

## Verminderung von Gewässerbelastungen in der Montanregion Erzgebirge/ Krušnohoří am Beispiel der Spülhalde Hammerberg, Freiberg

Eberhard Janneck<sup>1</sup>, Sarvenaz Mogdahan<sup>1</sup>, Dennis Oßmann<sup>2</sup>,  
Michel Oelschlägel<sup>2</sup>, Mirko Martin<sup>1</sup>, Jana Pinka<sup>1</sup>, Sabrina Hedrich<sup>2</sup>

### Auswirkungen des Bergbaus auf den Wasserhaushalt

In der Montanregion Erzgebirge und angrenzenden Gebieten gibt es zahlreiche stillgelegte Bergwerke und mehrere Tausend Bergbauhalden, von denen die größten knapp 100 Halden einen erheblichen Einfluss auf den Wasserpfad ausüben. Obwohl bereits große Gebiete des Uranbergbaus saniert wurden, dauern die Auswirkungen des Altbergbaus auf dem Wasserpfad über viele Jahrzehnte bis Jahrhunderte an, z. B. durch Kontaminationen mit Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Uran (U) und anderen potenziell toxischen Elementen. Eine effiziente Lösung für diese Problematik ist schwierig, weil eine aktive technische Behandlung von Bergbauwässern nur an wenigen Standorten mit hohen Schadstofffrachten ökonomisch überhaupt leistbar ist. An vielen Stellen treten aber relativ kleine Wasserströme aus Altbergbauliegenschaften aus, die bisher nicht behandelt werden können und in der Summe die Gewässer erheblich belasten, so dass in vielen Oberflächenwasserkörpern die Erreichung eines guten chemischen und ökologischen Zustands entsprechend EU-Wasserrahmenrichtlinie nicht möglich ist.

Die geschilderte Problematik ist typisch für Bergbauregionen weltweit. Daher wurden bereits seit den 1980er Jahren besonders in den USA und Kanada sogenannte passive Behandlungssysteme entwickelt, die in der Lage sind, kleine bis mittlere Abflüsse aus Halden und Altbergwerken weitgehend ohne den Eintrag von Fremdenergie zu behandeln. In passiven Behandlungssystemen erfolgt eine sequentielle Abtrennung von Metallen und/oder Säure aus dem Wasser unter Nutzung eines vorhandenen hydraulischen Gefälles und natürlichen physikalischen, ökologischen, mikrobiologischen und geochemischen Reaktionen.

Das Ziel passiver Wasserbehandlungsverfahren ist es, die natürlichen Reinigungsprozesse so zu verbessern, dass sie in einem eng begrenzten Behandlungssystem ablaufen und die Schadstoffe nicht

die natürlichen Wasserkörper erreichen.

In einem Übersichtsartikel bezeichnen die Pioniere der frühen Entwicklung von passiven Systemen zur Behandlung von Bergbauwässern [1] diese als die kostengünstige Alternative zur Nichtbehandlung vieler stillgelegter Minenstandorte.

Der Neubau von naturnah gestalteten passiven Systemen zur Behandlung von belasteten Bergbauwässern erfordert fundierte interdisziplinäre Kenntnisse in Geochemie, Hydrochemie, Mikrobiologie, Hydraulik und Botanik. Standortsspezifische Pilotversuche sind deshalb für eine erfolgreiche Projektentwicklung unverzichtbar.

Ein Beispiel für eine sehr erfolgreiche Integration eines passiven Behandlungssystems ist die Umgestaltung eines alten Steinkohlebergbaugebiets zu einem botanischen Garten in Pittsburgh/ Pennsylvania [2]. Hier wird das austretende Wasser mit Aluminium (Al) und einer Kalksteindrainage behandelt, um anschließend den sogenannten Lotus-Teich im Japanischen Garten zu speisen. Das sich in der Drainage ansammelnde Aluminiumhydroxid ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) wird diskontinuierlich ausgespült und in einem tiefer gelegenen Becken aufgefangen sowie von Zeit zu Zeit entsorgt.

In Europa sind derartige Systeme in weit aus geringerer Anzahl vorhanden, wobei Großbritannien jedoch eine Vorreiterrolle einnimmt [3]. Die in Deutschland bekannten Systeme zur passiven Behandlung bergbaulich beeinflusster Wässer wurden mit Stand von 2001 durch Wolkersdorfer & Younger [4] zusammengestellt.

In diesem Artikel möchten wir die Etablierung einer innovativen, passiven Anlage zur Behandlung von Sickerwässern der Hammerberghalde in Freiberg vorstellen, die sowohl chemische als auch biologische Stufen kombiniert.

### Standort Hammerberghalde

Der Hammerberg befindet sich am östlichen Stadtrand von Freiberg (Abb. 1). Hier wurde 1964 eine Spülhalde zur Ablagerung von Flotationsrückständen angelegt und bis 1969 betrieben. In dieser industriellen Absetzanlage befinden sich ca. 330.000 m<sup>3</sup> feinsandige Schlämme mit einer Mächtigkeit von 20-25 m, die in dem kleinen Taleinschnitt hinter einem aus Grobbergematerial errichteten Damm eingespült wurden. Hauptschadstoffe in den Spülschlämmen sind die Elemente As, Blei (Pb), Cd, Cu und Zn.

An der Basis des Spülbeckens befinden sich großflächig Gehängelehm und

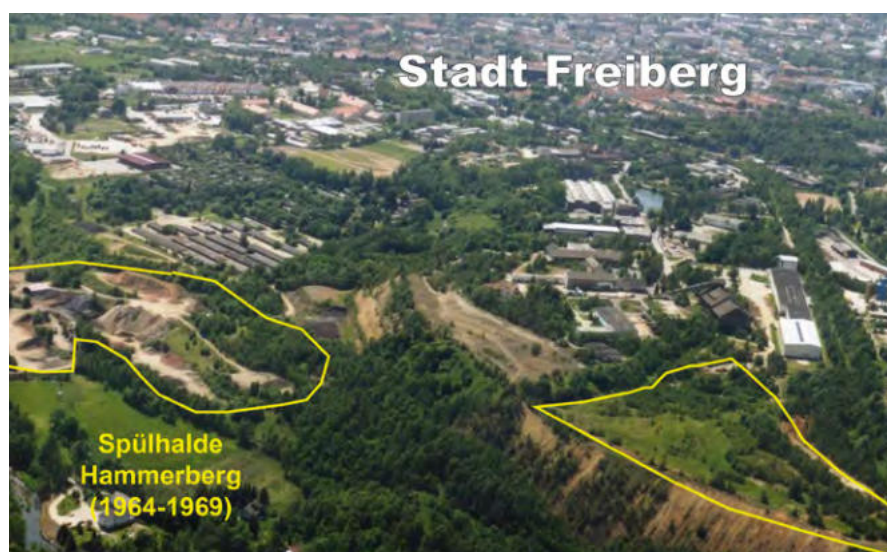


Abb. 1: Luftbild der Spülhalde Davidschacht und Hammerberg am östlichen Rand der Stadt Freiberg (Foto: SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH)



Gneiszersatz. Im Beckentiefsten, dem ursprünglichen Taleinschnitt folgend, wurde eine doppelsträngige Dränageleitung eingebaut, die zur Fassung und Ableitung der Sickerwässer dient. Die anfallenden Sickerwässer weisen auch mehr als 50 Jahre nach Stilllegung der Spülhalde noch erhebliche Belastungen durch niedrige pH-Werte, hohe Sulfatkonzentrationen und starke Kontamination durch die Metalle Al, Zn, Cd, Mangan (Mn) sowie in geringerem Ausmaß durch Ni und Cu auf (Tab. 1).

Das Sanierungskonzept der Hammerberghalde sieht eine mehrschichtige Abdeckung u. a. mit bindigen Erdstoffen vor, um den Zutritt von Niederschlagswasser und Luft weitgehend zu minimieren. Dadurch wird zukünftig die Menge des Sickerwassers reduziert und die Verwitterungsprozesse im Inneren der Halde werden verlangsamt. Es ist zu erwarten, dass die Belastung des Sickerwassers mit Schadstoffen zurückgehen wird. Dem damaligen Stand der Technik entsprechend ist die industrielle Absetzanlage mit keiner Basisdichtung ausgestattet. Deshalb kann auch nach der Abdeckung von den Hängen seitlich Wasser in die Deponie eindringen und belastetes Sickerwasser produzieren, wenn auch in geringerer Menge als bisher. Daher ist über einen sehr langen Zeitraum (viele Jahrzehnte) eine Restbelastung im Sickerwasser zu erwarten. Hieraus resultiert die Notwendigkeit zu prüfen, ob und mit welchen Methoden eine Behandlung des Sickerwassers durchgeführt werden kann, um die Freiburger Mulde langfristig vor dem Eintrag der o. g. toxischen Metalle zu schützen.

### Prinzip der Pilotanlage

Die Anlage zur Behandlung des Sickerwassers ist modular aufgebaut, um verschiedene Schadstoffe selektiv in mehreren Behandlungsstufen abzutrennen:

Zunächst wird das kontaminierte Sickerwasser aus dem Kontrollschacht in kleine Vorratsbecken (Speicher-IBC) gepumpt, um von dort im freien Gefälle durch die kaskadenförmig aufgebaute Behandlungsanlage zu fließen (Abb. 2). Die für das Pumpen erforderliche Elektroenergie wird durch eine kleine PV-Anlage (gesponsort von der Fa. Meyer Burger Industries GmbH) mit Batteriespeicher zur Verfügung gestellt.

In der ersten Behandlungsstufe wird der pH-Wert des sauren Wassers auf Werte zwischen 6,5 und 7,0 angehoben. In diesem pH-Wertbereich fällt das im Sick-

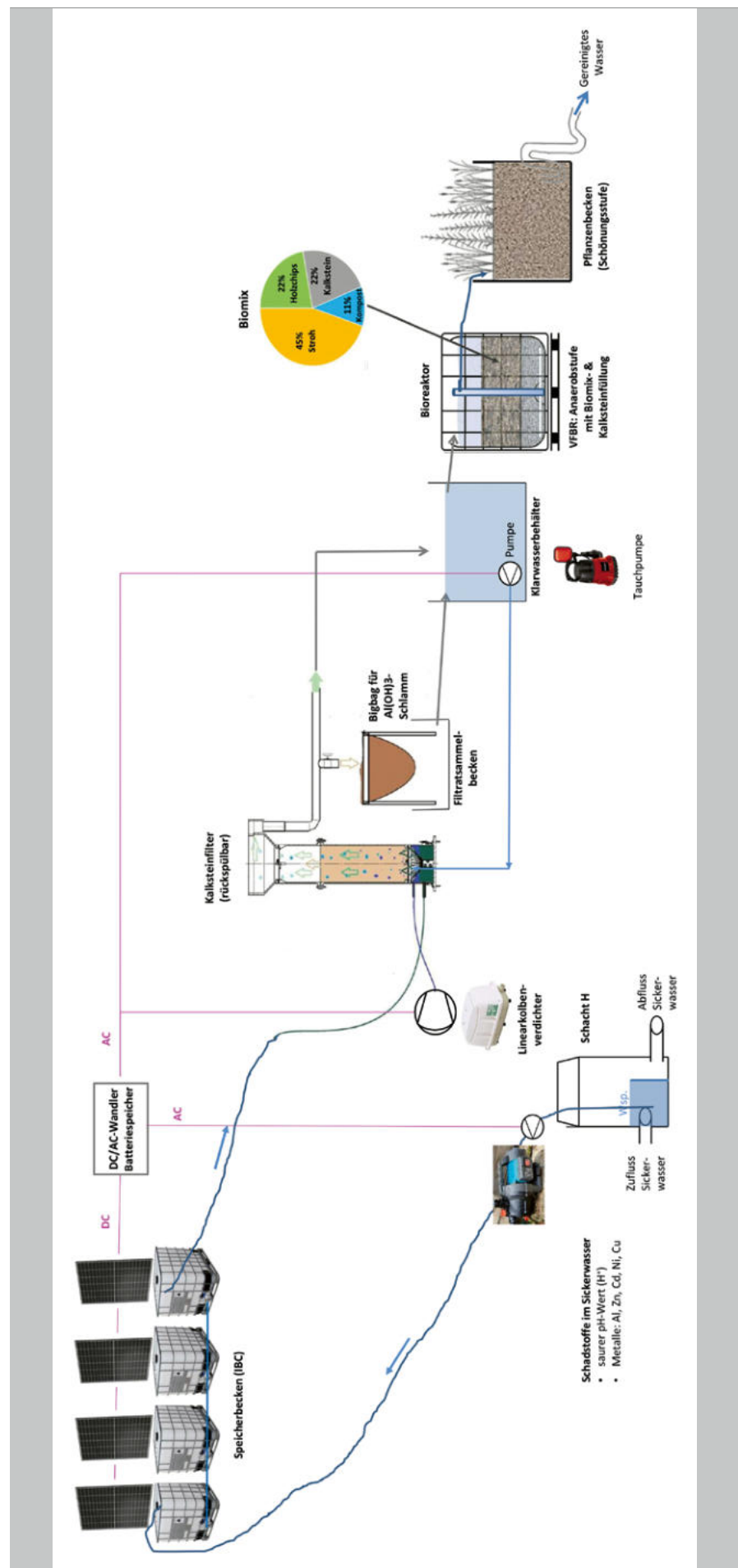


Abb. 2: Schema der Pilotanlage am Hammerberg

**Tab. 1:** Minimum und Maximum von ausgewählten Parametern im Sickerwasser der Messstelle 3119 (OBF31511), Messungen zwischen Februar 2019 und August 2023 (Datenquelle: LfULG: Daten aus der Gewässerüberwachung des Freistaates Sachsen, GEOS: Messwerte G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft)

Element	Einheit	Min	Max
Al	µg/l	54	54
Cd	µg/l	160	160
Cu	µg/l	19	19
Mn	µg/l	5.800	5.800
Ni	µg/l	70	70
Zn	µg/l	19.000	19.000
pH-Wert		5,10	5,10
Sulfat	mg/l	1.100	1.100

wasser gelöste Aluminium als  $\text{Al}(\text{OH})_3$  aus (Abb. 3). Für die Anhebung des pH-Wertes wird ein spezieller Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ , Travertin) verwendet, der sich in einer Filtersäule befindet. Das sich im Laufe der Zeit im Travertinfilter ansammelnde  $\text{Al}(\text{OH})_3$  wird mit Hilfe von Druckluft und Wasser aus dem Filter herausgespült und in einem Filtersack (Bigbag) aufgefangen.

Das Wasser fließt dann über einen Zwischenspeicher (Klarwasserbehälter) in den vertikal durchströmten Bioreaktor (VFBR). Hier befindet sich eine Mischung aus Kalkstein, Holzchips, Stroh und Kompost, welche als „Biomix“ bezeichnet wird. In dieser Mischung wachsen Sulfat-reduzierende Bakterien, die aus dem Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) des Sickerwassers Hydrogensulfid ( $\text{HS}^-$ ) produzieren mit dessen Hilfe die enthaltenen Metalle Zn, Cd, Cu und Ni als Metallsulfide (z. B. Zinksulfid  $\text{ZnS}$ ) ausgefällt und im Biomix zurückgehalten werden (Abb. 3).

Als letzte Stufe muss das zu behandelnde Wasser ein Pflanzenbecken passieren. Hierin soll eine Feinreinigung des Wassers durch Filtration und ein Abbau von aus dem VFBR eventuell ausgeschwemmter gelöster organischer Stoffe erfolgen. Abb. 4 zeigt den Aufbau der gesamten

Pilotanlage am Hammerberg.

Die Anlage ist für einen Wasserdurchsatz von 20-50 l/h ausgelegt und wird im Projekt MindMontan unter verschiedenen Belastungszuständen getestet.

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte im Juli 2024. Danach war ein kontinuierlicher Anlagenbetrieb bis zur Frostperiode Anfang November 2024 möglich. Da die Anlage aus Kostengründen nicht für den Winterbetrieb konzipiert worden war, musste der Anlagenbetrieb bis zum Frühjahr 2025 unterbrochen werden. Mitte April 2025 wurde die Anlage für eine neue Versuchsperiode wieder in Betrieb genommen.

**Ergebnisse der Wasserbehandlung in der Pilotanlage**

In den Abb. 5 bis 7 sind die Ergebnisse der Wasserbehandlung an Hand der durchgeführten Analysen der Wasserqualität

**Neutralisation:**  
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$

**Ausfällung von Aluminiumhydroxid:**  
 $\text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

**Sulfatreduktion:**  
 $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HS}^- + 2\text{HCO}_3^-$

**Ausfällung der Metalle (Zn, Cd, Cu, Ni):**  
 $\text{Zn}^{2+} + \text{HS}^- \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + \text{H}^+$

**Abb. 3:** Vereinfachte Darstellung der Reaktionen im Kalksteinfilter und im Vertical Flow Bioreaktor (VFBR)



**Abb. 4:** Aufbau der Pilotanlage: PV-Module und Speicher-IBC (links) sowie Verfahrensstufen Travertinfilter, Zwischenspeicher, Vertical Flow Bioreaktor (VFBR) und Pflanzenbecken (rechts) (Fotos: E. Janneck)

in den einzelnen Behandlungsstufen dargestellt.

In der ersten Behandlungsperiode im Jahr 2024 war die Belastung des Sickerwassers (Schacht H) deutlich höher als im Zeitraum ab Juni 2025. Das gilt besonders für Al (Abb. 5), aber auch für andere Metalle, von denen die Werte für Zn und Cd in den Abb. 6 und 7 dargestellt sind.

Abb. 5 zeigt, dass bereits in den Speicherbecken eine deutliche Reduzierung des **Aluminium**gehalts im Sickerwasser stattfindet. Hierfür sind zwei Prozesse verantwortlich:

(1) Das Ausgasen von im Wasser gelöstem Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Dies führt zum Anstieg des pH-Wertes und damit zur teilweisen Ausfällung des gelösten  $\text{Al}^{3+}$ .

(2) Das Absetzen von Hydroxidschlamm, der entweder bereits aus dem Sickerwasserschacht mit hochgepumpt wurde, oder der nachträglich im Speicherbecken durch die pH-Wert-Erhöhung ausgefallen ist. Das restliche gelöste Al wird im Travertinfilter (TV) ausgefällt und dort zurückgehalten. Allerdings gibt es einige wenige Versuchsphasen, bei denen ein höherer Al-Gehalt aus dem Filter getragen wird als ursprünglich im Sickerwasser vorhanden war. Dies hängt damit zusammen, dass der Travertin sehr feinkörnige Tonminerale enthält, die in der Einfahrphase des Filters ausgeschwemmt werden und damit den Analysenwert für Al erhöhen. Die Tonminerale werden in den nächsten Stufen VFBR und Pflanzenbecken (Wetland) zurückgehalten.

Abb. 6 zeigt die Konzentrationen für **Zink** im Sickerwasserschacht und im Ablauf

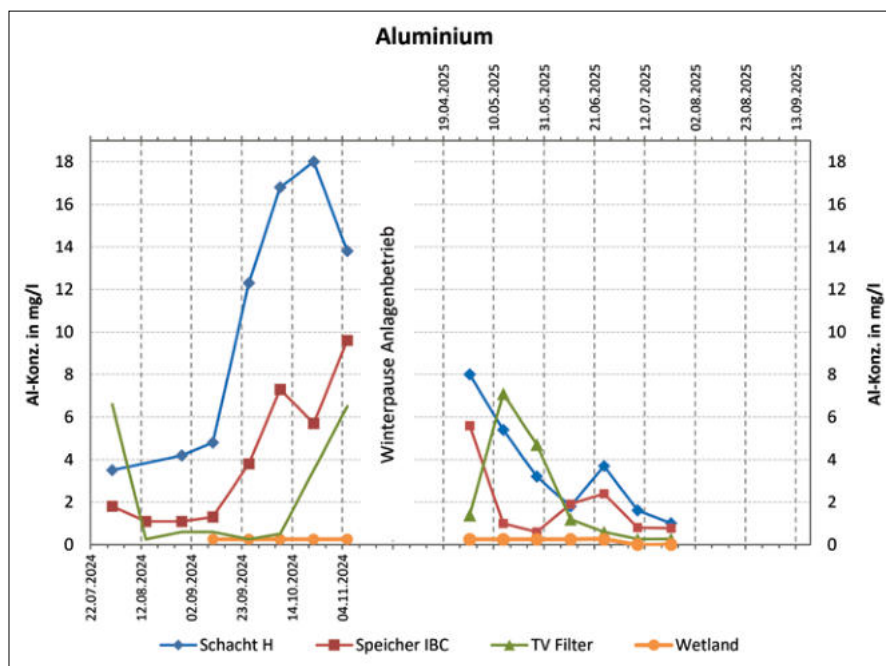


Abb. 5: Al-Konzentrationen im Zulauf der Pilotanlage (Schacht H) und im Ablauf der einzelnen Verfahrensstufen

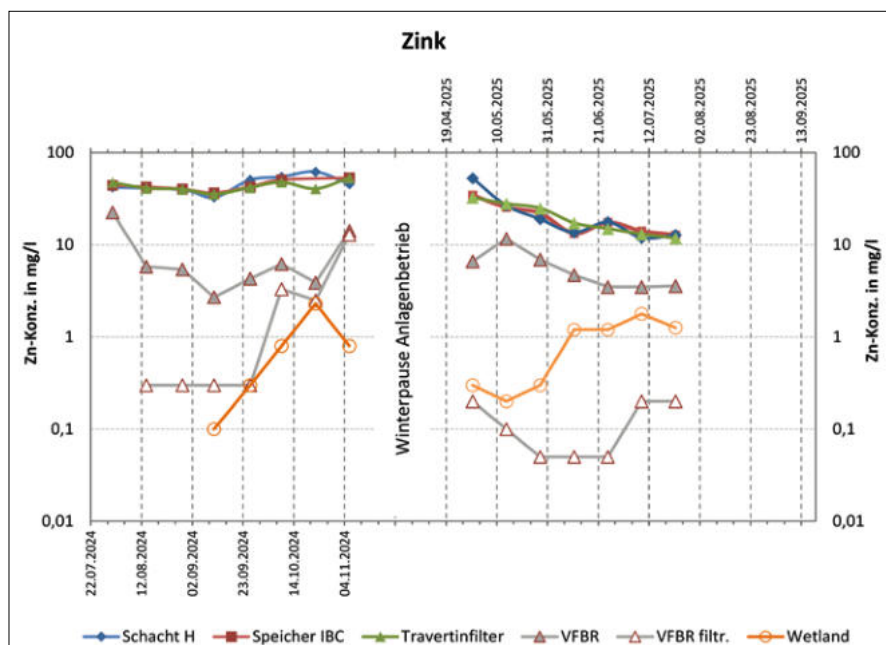


Abb. 6: Zn-Konzentrationen im Zulauf der Pilotanlage (Schacht H) und im Ablauf der einzelnen Verfahrensstufen

der einzelnen Behandlungsstufen. Zur besseren Sichtbarkeit der niedrigen Zn-Konzentrationen in Behandlungsstufen VFBR und Wetland wurde die logarithmische Darstellung der Messwerte gewählt.

In den ersten beiden Stufen (Speicher IBC und TV Filter) erfolgt beim Zn keine Veränderung der Konzentration. Erst im Bioreaktor sinken die Zn-Konzentrationen erwartungsgemäß stark ab, weil die Ausfällung von schwer löslichem ZnS erfolgt (Abb. 3). Es fällt jedoch auf, dass die Werte für Zn-gelöst (filtrierte Probe) noch einmal eine Zehnerpotenz niedriger sind als für Zn-gesamt (unfiltrierte Probe). Dies liegt daran, dass sich bei der Fällung von ZnS

extrem kleine (fast kolloidale) Kristallkeime bilden, die teilweise aus dem Bioreaktor ausgetragen werden, und die im Gegensatz zum  $\text{Al}(\text{OH})_3$  keine Flocken bilden und nicht sedimentieren. Im anschließenden Pflanzenbecken wird ein Großteil dieser feinsten Kristallkeime zurückgehalten. Die Effizienz der Rückhaltung hängt aber von den Betriebsbedingungen des Pflanzenbeckens ab.

Ein anderer sich auf die Zn-Abtrennung negativ auswirkender Effekt muss bei der Interpretation der Daten in Abb. 6 berücksichtigt werden. Es fällt auf, dass am Ende der ersten Versuchsperiode (November 2024) die Zn-Abtrennung im VFBR

deutlich schlechter wird. Dies hängt mit der sinkenden Wassertemperatur ( $< 5^\circ\text{C}$ ) zusammen, welche zu einer Verlangsamung der Sulfatreduktion führt. Folglich steht damit weniger  $\text{HS}^-$  zur Bildung von  $\text{ZnS}$  zur Verfügung.

Abb. 7 zeigt die Konzentrationen für **Cadmium** im Sickerwasserschacht und im Ablauf der einzelnen Behandlungsstufen. Die Abtrennung von Cd aus dem Sickerwasser ist im Kontext der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) besonders wichtig, weil Cadmium und seine Verbindungen als „prioritäre gefährliche Stoffe“ eingestuft sind. Die Gründe dafür sind: Cd ist hochgiftig für Wasserorganismen, es kann sich in Nahrungsketten anreichern (Bioakkumulation) und es ist wie die anderen Metalle auch biologisch nicht abbaubar.

Ähnlich wie beim Zn erfolgt in den ersten beiden Stufen der Pilotanlage keine wesentliche Veränderung der Cd-Konzentration. Im Ablauf des VFBR wurden dann nur noch Cd-Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Das bedeutet, dass die Cd-Konzentrationen mit Sicherheit kleiner sind als  $0,01 \text{ mg/l}$ . Durch Verbesserung der Bestimmungsgrenze wurden bei den letzten Versuchen (ab Juli 2025) sogar Werte  $< 0,001 \text{ mg/l}$  nachgewiesen.

## Zusammenfassung und Ausblick

In Tab. 2 sind die durchschnittlichen Werte der Metallabtrennung in der Pilotanlage (Verhältnis Ablauf/Zulauf) für die erste Versuchsperiode (2024) zusammengefasst. Diese Werte sind vielversprechend und zeigen, dass eine Abtrennung der im Sickerwasser der Hammerberghalde enthaltenen Metalle durch ein mehrstufiges passives Wasserbehandlungsverfahren möglich ist. Als eine für das Scale-up wichtige Leistungskennziffer wurde eine Abtrennleistung für Zn von  $17,4 \text{ g Zn pro Kubikmeter Biomix und Tag}$  ermittelt.

Die Ergebnisse bilden eine solide Grundlage für das Scale-up des Verfahrens und für die Anwendung ähnlicher passiver Verfahrenskombinationen an anderen Orten des Altbergbaus im Erzgebirge.

Das Projektteam MindMontan (TU Bergakademie Freiberg, Fa. G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Fördervereinerein Montanregion Erzgebirge e. V.) arbeitet in enger Kooperation mit den Fachbehörden des Freistaats Sachsen sowie den regionalen und örtlichen Vollzugsorganen an der weiteren Entwicklung dieser Verfahren und deren breiten Anwendung an



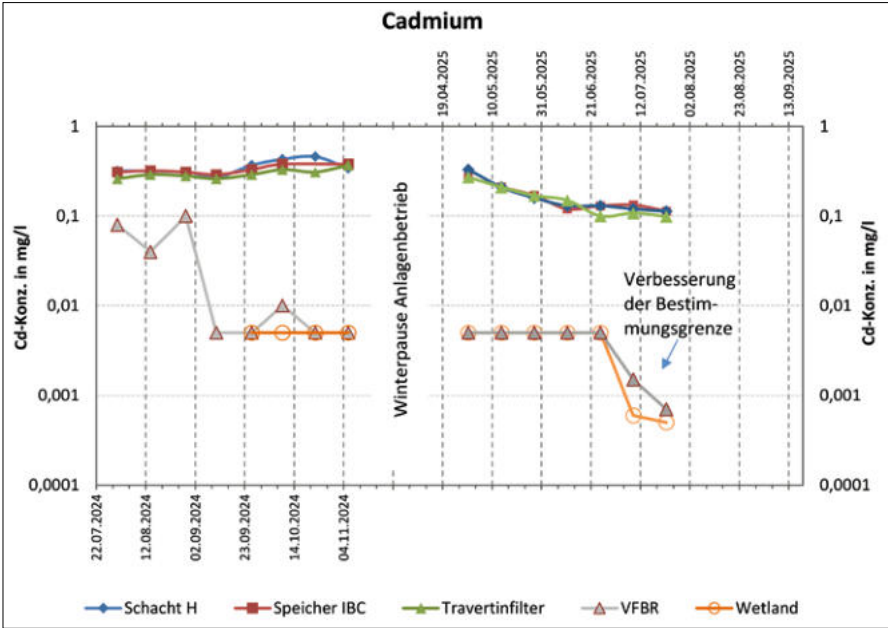


Abb. 7: Cd-Konzentrationen im Zulauf der Pilotanlage (Schacht H) und im Ablauf der einzelnen Verfahrensstufen

Altbergbaustandorten im Erzgebirge und weltweit.  
Unser ausdrücklicher Dank geht an die SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH und den

Geschäftsführer Heiko Schwarz sowie die Projektleiterin Sabine Meißner für die umfangreiche Hilfe während der Projektarbeit.

Tab. 2: Durchschnittliche Werte der Metallabtrennung in der Pilotanlage am Hammerberg

Element	Schacht H	Pflanzenbecken	Behandlungseffizienz (Metallabtrennung)
	mg/l	mg/l	%
Al	10,5	0,25	98
Cd	0,36	0,005	99
Cu	0,60	0,030	95
Ni	0,12	0,025	79
Zn	46,8	0,86	98

Referenzen:

[1] B. Kleinmann, J. Skousen, T. Wildeman, B. Hedin, B. Nairn J. Gusek (2021): The Early Development of Passive Treatment Systems for Mining-Influenced Water: A North American Perspective. *Mine Water and the Environment* (2021) 40:818–830, <https://doi.org/10.1007/s10230-021-00817-8>

[2] Hedin, B.: AMD Treatment and AML Reclamation at the Pittsburgh Botanic Garden, Firmenprospekt Hedin Environmental, 195 Castle Shannon Blvd. Pittsburgh

[3] The Water and Abandoned Metal Mines programme. <https://www.gov.uk/government/collections/metal-mine-water-treatment> [Zugriff: 2025-08-11]

[4] Wolkersdorfer, Chr.; Younger, P. L. (2002): Passive Grubenwassereinigung als Alternative zu aktiven Systemen. *Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie* 2/ 2002, S. 67-77

1 G.E.O.S. Ingenieur Gesellschaft mbh, Schwarze Kiefern, 09633 Halsbrücke  
2 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Biowissenschaften, Lessingstr. 45, 09599 Freiberg,  
**Kontakt:** Sabrina.Hedrich@bio.tu-freiberg.de

# Der ungeahnte Beitrag, den Glas zum Umgang mit Reststoffen leisten kann

Stephan A. H. Sander, Sindy Fuhrmann

**Rohstoffe und Reststoffe – ein Problem der Zukunft?**  
2015 definierten die Vereinten Nationen (UN) 17 Ziele, die für alle Länder dieser Erde eine nachhaltige Entwicklung auf ökonomischer, ökologischer und sozialer Ebene sicherstellen sollen<sup>1</sup>. Darunter finden sich Ziele, wie die Sicherstellung menschenwürdiger Arbeit und nachhaltigem Wirtschaftswachstum (#9), nachhaltiger Konsum und Produktion (#12) sowie Maß-

1 A/RES/70/1 - Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development; <https://docs.un.org/en/A/RES/70/170/1>

nahmen zum Klimaschutz (#13) als auch zum Schutz von Leben im Wasser (#14) und an Land (#15). Aktuell scheint die Realität davon an vielen Stellen noch weit weg zu sein, begleiten uns doch ständig Nachrichten vom umweltschädlichen Abbau von Ressourcen, Produktdesigns, bei denen Nachhaltigkeit oft nur eine untergeordnete Rolle spielen oder gar vermieden wird (Stichwort „geplante Obsoleszenz“), und die ständig wachsenden Mengen an Rest- und Abfallstoffen aus der Produktion bzw. Produkten nach Ende ihrer Nutzungsdauer.

Offensichtlich ist die Frage: Wohin mit all den Reststoffen? Alles, was heutzutage nicht recycelt wird oder werden kann, wird entweder direkt deponiert oder einer thermischen Verwertung zugeführt – d. h. zur Energiegewinnung verbrannt, um zumindest die im brennbaren Material gespeicherte Energie nutzen zu können. Die zurückbleibende Asche wird ebenfalls deponiert und mit ihr, bzw. mit dem Deponiematerial, landen wertvolle, für unsere Technologie wichtigen Metalle ebenfalls auf der Deponie und werden der Materialwirtschaft entzogen („vergraben“).

Das Rohstoffpotential unserer Reststoffdeponien ist daher schon jetzt hoch und wird zukünftig weiter anwachsen. Zur Immobilisierung wertvoller Technologieelemente kommt hinzu, dass Umweltgefahren von den Lagern ausgehen. Ohne entsprechenden Schutz und Absicherung (z. B. in Entwicklungsländern) kann eindringendes Wasser, z. B. saurer Regen, (Schwer)Metalle aus den deponierten Reststoffen auswaschen, wodurch sie in den Boden und letztlich auch das Trinkwasser und die Nahrungskette gelangen. Giftige Elemente können so enorme Schäden an der Umwelt anrichten, die nur mit hohem finanziellem Aufwand beseitigt werden können. In einer globalen Wirtschaft haben außerdem Lieferkettenstabilität und -sicherung eine hohe Priorität.

Um der komplexen Problemstellung aus Versorgungssicherheit, wachsendem Rohstoffbedarf und steigendem „Müllproblem“ unter Berücksichtigung der UN-Nachhaltigkeitsziele eine Strategie entgegensetzen zu können, hat die Europäische Kommission eine Liste der kritischen Rohstoffe (CRMs) zusammengestellt<sup>2</sup>. Auf dieser Liste finden sich Rohstoffe, die für eine europäische (technologische) Industrie unerlässlich sind, aber derzeit nicht oder in nicht ausreichendem Maße durch innereuropäische Quellen bereitgestellt werden können. Die Liste umfasst zum Beispiel Elemente wie Cobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Nickel, Zinn, Tantal und die Seltenen Erden, sowie Verbindungen, wie Phosphate, Bauxit oder Feldspat. Bis 2030 hat sich die Europäische Union das Ziel gesetzt, min. 10 % des Jahresbedarfs aller genannten Materialien selbst abzubauen, min. 40 % selbst zu verarbeiten und min. 25 % zu recyceln.

Wie ist der Zusammenhang zum Glas? Zunächst erscheint Glas in diesem Kontext vielleicht fehl am Platz, da man in erster Linie an den hohen Energiebedarf der Herstellung, die schlechte Flexibilisierung in Hinblick auf dessen zeitliche Bereitstellung und hohe CO<sub>2</sub>-Emissionswerte denkt. Einer der benötigten Rohstoffe für die Herstellung der alltagstypischen Flach- (also Fenster-) und Behältergläser ist Feldspat – ein kritischer Rohstoff der aktuellen CRM-Liste. Viel wichtiger ist sicher jedoch der Beitrag, den Glas zur Lösung der

Reststoff- und Abfallkrise leisten kann – als Material selbst, aber auch unter Verwendung dessen Herstellungstechnologien. Im Folgenden sollen drei Forschungsprojekte des Instituts für Glas und Glas-technologie (IGT) der TU Bergakademie Freiberg vorgestellt und gezeigt werden, wie Glas bei spezifischen Roh- und Reststofffragen eine Lösung bereithält.

### **Glas aus Haldenmaterial und Abfallstoffen innerhalb des Bündnisses rEComine – rethinking resources**

Das Bündnis „rEComine“ hat sich zum Ziel gesetzt, neue Lösungen für die Verwertung von Bergbau- und Hüttenaltlasten zu entwickeln und versammelt dazu Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung sowie Nichtregierungsorganisationen aus dem erweiterten Gebiet des Erzgebirges. Gefördert wird das Netzwerk durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt und ist Teil des Programms „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“ zur Förderung des Strukturwandels in strukturschwachen Regionen.

Reststoffe, die unter anderem in diesem Bündnis betrachtet werden, umfassen dabei eine ganze Bandbreite verschiedener Materialien: Haldenmaterialien aus dem Bergbau, Schlacken aus der Metallproduktion, Staudammsedimente, aber auch bestimmte Mineralien und Reststoffe aus industrieller Produktion, z. B. Polierschlamm. Interessant sind Aufbereitung und Nutzung dieser Reststoffe in der Regel deshalb, weil sie noch einen kleinen Anteil wertvoller Elemente, z. B. aus der Liste der kritischen Rohstoffe, enthalten. Viele technische Projekte des Netzwerks widmen sich daher der Extrahierung solcher Wertelemente. Übrig bleibt dann meist wiederum der Großteil des Materials, das hauptsächlich aus Oxiden von Aluminium, Kalium, Kalzium, Magnesium und Silizium besteht.

Genau an diesem Punkt setzt das Forschungsprojekt „VeharstGlas – Verwertung von Haldenreststoffen für die Herstellung von Glas und Glasprodukten“ an. Denn genau diese Oxide sind typische Hauptkomponenten einer Vielzahl von Gläsern in unserem Alltag. Die Herausforderungen liegen im Umgang mit störenden NebenkompONENTEN (z. B. Färbemittel) und der Bestimmung des richtigen Mischungsverhältnisses, um zielgerichtet die notwendigen Eigenschaften für die Verarbeitung der Glasschmelze, aber auch die final notwendige Produktqualität

für den jeweiligen Einsatz des Glases zu treffen.

Im Projekt wurde daher zunächst eine Materialsammlungs- und Datenerhebungskampagne initiiert. Neben den oben genannten regionalen Reststoffen, vor und nach Aufbereitung durch andere rEComine-Projektpartner, wurden weitere Materialien wie Schlacken, Aschen und Industriereststoffe zusammengetragen und chemisch sowie mineralogisch charakterisiert.

Im Forschungsvorhaben werden Gläser für Anwendungsfelder, die geringere Anforderungen an die Materialqualität stellen, fokussiert: Glasfasern in Verbundwerkstoffen haben eine vergleichsweise hohe chemische Variabilität und Toleranz gegenüber Übergangsmetallelementen und Wasserglas als vielseitiges Industrie-Produkt findet Einsatz in verschiedenen Branchen, die z. T. keinen Fokus auf optische Eigenschaften legen und damit gegenüber Verunreinigungen durch z. B. Eisenoxid tolerant sind. Gemeinsam mit den Partnern<sup>3</sup> wurden spezifische Anforderungsprofile definiert und entschieden, ob ein Material als Rohstoff für Glasfasern bzw. für Wasserglas einsetzbar erscheint. Im Anschluss wurden dann Rezepte entwickelt, wie die Reststoffe zu kombinieren sind, um final ein geeignetes Glasprodukt erzeugen zu können.

Zur Herstellung von Wasserglas gibt es grundlegend zwei Verfahren: Entweder wird SiO<sub>2</sub> (i. d. R. Quarz) in Alkalilauge aufgelöst (Direktauflösung) oder das SiO<sub>2</sub> wird zunächst mit Alkalikarbonat zu Alkalisilikatglas geschmolzen (Schmelzroute) und dieses dann in Wasser gelöst. Beides findet unter hydrothermalen Bedingungen statt, d. h. die wässrige Mischung wird in einem geschlossenen Behälter erhitzt und die Auflösung findet unter Druck statt.

Beide Wege werden industriell angewendet und haben Vor- und Nachteile: Einerseits hat die Direktauflösung nur einen Prozessschritt, Alkalilaugen sind aufgrund der energieintensiven Herstellung aber teuer. Andererseits muss Alkalisilikatglas energieintensiv geschmolzen werden, aber Silikatglas ist deutlich besser löslich als Quarz und kann als (Zwischen-) Produkt besser als flüssiges Wasserglas transportiert und gelagert werden. In den Experimenten wurde ausgehend

<sup>2</sup> European Union; European Commission, Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report; 2023; 10.2873/725585; <https://op.europa.eu/s/z8oT>

<sup>3</sup> Institut für Glas und Glas-technologie der TU Bergakademie Freiberg, ERZLABOR Advanced Solutions GmbH, PQ Germany GmbH, LAMI-LUX Heinrich Strunz Holding GmbH & Co. KG



vom Anforderungsprofil und den industriellen Herstellungsbedingungen (Partikelgröße der Rohstoffe, Temperatur und Dauer der Glasschmelze und/oder Auflösung) die Auflösung besonders silikatreicher Reststoffe untersucht.

Daraus ließen sich innerhalb des Projekts schon vielversprechende Erkenntnisse ableiten:

1. Die Herstellung von Wasserglas aus Reststoffen in kommerziell relevanter Qualität ist möglich.
2. Die definierten Auswahlkriterien sind hinreichend und relevant für die Auswahl der Reststoffe. Versuchsreihen mit Reststoffen mit höherer, d. h. besserer Übereinstimmung zu den Auswahlkriterien führten zu besseren Produktqualitäten.
3. Das Verfahren der Direktauflösung ist für Reststoffe nicht geeignet, da Komponenten der Reststoffe die Auflösung behindern oder verstärkt selbst gelöst werden. Erhöhte Lösetemperaturen und -zeiten verbessern die Ergebnisse, lösen das Problem aber nicht und führen final nicht zu den Mindestqualitäten.
4. Die Schmelzroute ist geeignet. Die erzeugten Wassergläser sind überwiegend sogar optisch klar, wie alle derzeit marktrelevanten Produkte. Eine Anpassung der Schmelz- und Lösebedingungen der industriellen Produktion nach dem aktuellen Stand der Technik ist nicht notwendig. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein Prozessschritt – Filtration ungelöster Minerale – adaptiert werden muss.
5. Die chemische Reinheit bekannter, kommerzieller Produkte konnte nicht erreicht werden. Dies beschränkt Anwendungsmöglichkeiten des Reststoffwasserglases, verhindert den Einsatz jedoch nicht.

Im Verlauf des Projekts wird weiter an der Wasserglasqualität und an den Verfahrensparametern geforscht. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse ist bei den Partnern ein erster Test im industriellen Maßstab denkbar. Abschließend sollen auch Nachhaltigkeitsfaktoren betrachtet werden, also in welchem Maße geeignete Reststoffe anfallen und wertvolle Rohstoffe ersetzen können, den Einfluss der Gewinnungs- und Transportlogistik auf Emissionen und ob solche Wassergläser trotz limitierter Qualität marktrelevant sein können.

Für die Herstellung von Glasfasern wird am IGT zuerst ein Glas mit der gewünschten Zusammensetzung aus der Rohstoffmischung, dem sog. Gemenge, geschmolzen. Über die Zusammensetzung des Glases lassen sich anwendungsspezifisch die charakteristischen Eigenschaften einstellen: zum Beispiel hohe Transmission im sichtbaren Bereich, hohe Festigkeit oder geringere Löslichkeit. Typisch für Glasfaser-verstärkten Kunststoff (GFK) sind Fasern, die hauptsächlich aus Kalziumoxid, Aluminiumoxid und Siliziumoxid sowie geringeren Mengen anderer Komponenten bestehen. Im Projekt wurden die Reststoffe v. a. danach ausgewählt, ob sie eine oder zwei dieser Komponenten in ausreichend hohen Mengen enthalten. Anders als bei der Schmelze von Glas für die Wasserglasherstellung ist es hier aber kein Vorteil, wenn Bestandteile in hochschmelzenden mineralischen Phasen gebunden sind, denn beim Schmelzen und Homogenisieren wären höhere Temperaturen und längere Schmelzzeiten erforderlich. Die Tendenz zur Entglasung, d. h. Kristallisation muss außerdem gering sein, so dass es beim Formgeben, d. h. Verarbeiten des erweichten Glases unter hohen Temperaturen (Faserzug) nicht zur (teilweisen) Kristallisation kommt. In den Reststoffen enthaltene Schwermetalle stellen kein Umweltproblem dar, bzw. wird deren Gefährdungspotential minimiert: Schwermetalle werden stabil in die Glasstruktur eingebunden und sind im GFK zusätzlich geschützt. Für die Ausgangsgläser zum Faserzug wurden verschiedene Kombinationen aus zwei bis sieben Reststoffen erstellt und das jeweilige Mischungsverhältnis so berechnet, dass die Zusammensetzung bestmöglich für die Anwendung in GFK geeignet erscheint. Die generelle Schmelzbarkeit der Mischungen und deren Eigenschaften für den Faserzug, d. h. Viskositäts-Temperatur-Verhalten und Entglasungstendenz, lagen dabei zunächst im Fokus. Systematisch aufbauend wurden Mischungen adaptiert und geeignete Gläser zu Glasfasern verarbeitet. Final erfolgt die Herstellung und Charakterisierung von Glasfaserlaminaten (also GFK). Folgende Erkenntnisse zur Glasfaserherstellung aus Rest- und Abfallstoffen konnten bisher gewonnen werden:

1. Die Herstellung von Glasfasern aus reinen Reststoffmischungen ist grundsätzlich möglich. Aufgrund technischer Beschränkungen (Maximaltemperatur

der Faserziehanlage) musste bisher mit anteilig natürlichen Rohstoffen modifizierten Rezepten gearbeitet werden.

2. Die definierten Auswahlkriterien sind für die Auswahl der Reststoffe prinzipiell geeignet. Schmelzversuche zeigen, dass der Grad der Übereinstimmung der theoretischen Zusammensetzung zwischen Reststoffglasfaser und kommerziellem Produkt sekundär ist. Weitaus relevantere Kriterien sind i) die Menge an Bestandteilen, die die Kristallisation von Glas fördern und ii) Menge an Bestandteilen mit hohen Schmelzpunkten ( $> 1.600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Fehlende Gemengereaktionen und Eutektikabildung in den Reststoffrezepturen führen zur unzureichenden Schmelzbildung.
3. Ein Reststoffglas konnte erfolgreich zu Glasfaserbündeln verzogen werden. Diese konnten weiterhin erfolgreich in Glasfaser-Kunststofflaminate (GFK) überführt werden.

In Abb. 1 ist an einem Beispiel die Material- und Prozesskette dargestellt. Im weiteren Verlauf des Projekts werden die erzeugten Reststoffgläser, die Reststoffglasfasern und Lamine grundlegend charakterisiert und untersucht. Die Betrachtung der Nachhaltigkeitsfaktoren für den Einsatz von Reststoffen in der Glasfaserproduktion wird vor allem vor dem Hintergrund der realistischen Einschätzung des Transferpotentials wirtschaftliche Kriterien einbeziehen müssen. Glasfasern für GFK unterliegen einem enormen Kostendruck, sodass derzeit die Produktion von Glasfasern für GFK vor allem außerhalb der EU stattfindet.

### Technologie der Glaskeramikerstellung für "Engineered Artificial Minerals"

Vor dem Hintergrund begrenzter natürlicher Rohstofflager innerhalb der EU erscheint eine bekannte Idee äußerst interessant: 1857 veröffentlichte Dr. Adolph Gurlt in Freiberg das Buch „Künstliche Minerale – Kristallisation metallurgischer Produkte“ (Verlag von J. G. P. Engelhardt). Im Zuge der Strategie zur Sicherung kritischer Rohstoffe innerhalb der EU hat diese Idee eine ganz neue Relevanz bekommen: Wenn 40 % der Rohstoffe in der EU prozessiert und mindestens 25 % der kritischen Elemente recycelt werden sollen, bedarf es einer Technologie, die kritische Wertelemente im Kreislauf hält. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft

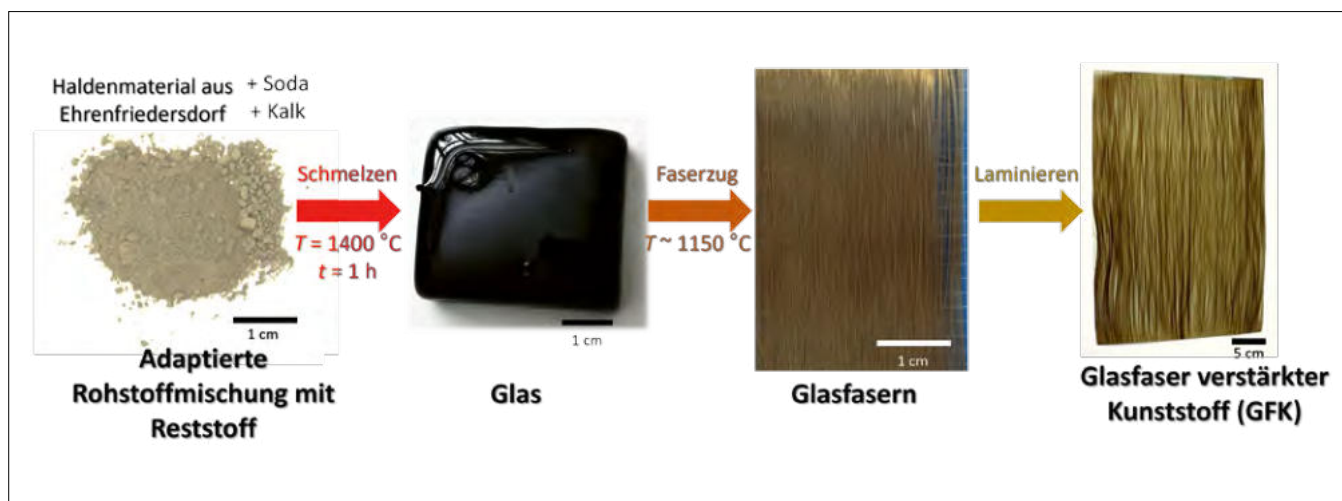


Abb. 1: Der Weg vom Reststoff zum glasfaserverstärktem Kunststoff im Projekt „VeharstGlas“.

Durch Mischung eines Reststoffs mit weiteren Rohstoffen (oder anderen Reststoffen) ist es möglich, diese Mischung anschließend zu einem Glas zu schmelzen. Direkt aus der Schmelze, oder beim erneuten Erhitzen werden aus dem (zähflüssigen) Glas dann Fasern gezogen und aufgewickelt. Diese Matte aus Glasfasern kann anschließend in Kunststoff einlaminiert werden um so glasfaserverstärkten Kunststoff z. B. für den Bau von Windrädern zu erhalten. Durch Mischung eines Reststoffs mit weiteren Rohstoffen (oder anderen Reststoffen) ist es möglich, diese Mischung anschließend zu einem Glas zu schmelzen. Direkt aus der Schmelze, oder beim erneuten Erhitzen werden aus dem (zähflüssigen) Glas dann Fasern gezogen und aufgewickelt. Diese Matte aus Glasfasern kann anschließend in Kunststoff einlaminiert werden, um so glasfaserverstärkten Kunststoff z. B. für den Bau von Windrädern zu erhalten.

(DFG) fördert daher seit 2021 das Schwerpunktprogramm (SPP) 2315 „Maßgeschneiderte künstliche Minerale (EnAM) – ein geometallurgisches Werkzeug zum Recycling kritischer Elemente aus Reststoffströmen“. Grundlegend wird erforscht, wie Formulierungen und Kristallisationsbedingungen gezielt gesteuert werden können, um kritische Elemente in künstlichen Mineralen zu akkumulieren, und wie diese künstlichen Minerale effizient aufbereitet, angereichert und gewonnen werden können. Gemeinsam mit Partnern des Otto-Schott-Instituts für Materialforschung der Friedrich-Schiller-Universität Jena forscht das IGT der TU Bergakademie Freiberg an der beschleunigten Entdeckung solcher künstlichen Minerale durch maschinengestützte Schlackenformulierung, -mischung und -prozessierung. Dabei macht man sich die bekannte Technologie der Glaskeramikerstellung zunutze: In einem zweistufigen thermischen Prozess zur Herstellung eines homogenen Glases und gezielter Kristallisation dieses Glases werden spezifisch designte Gefüge mit Kristallphase(n) in definiertem Habitus und Größe in einer amorphen (Glas-)Matrix produziert<sup>4</sup>. Am bekanntesten ist hier sicherlich CERAN® der SCHOTT AG, das für Kochfelder verwendet wird.

Im Rahmen des Forschungsprojekts finden Versuche sowohl an Modellzusammensetzungen, als auch an realen, wertelementhaltigen Abfallprodukten

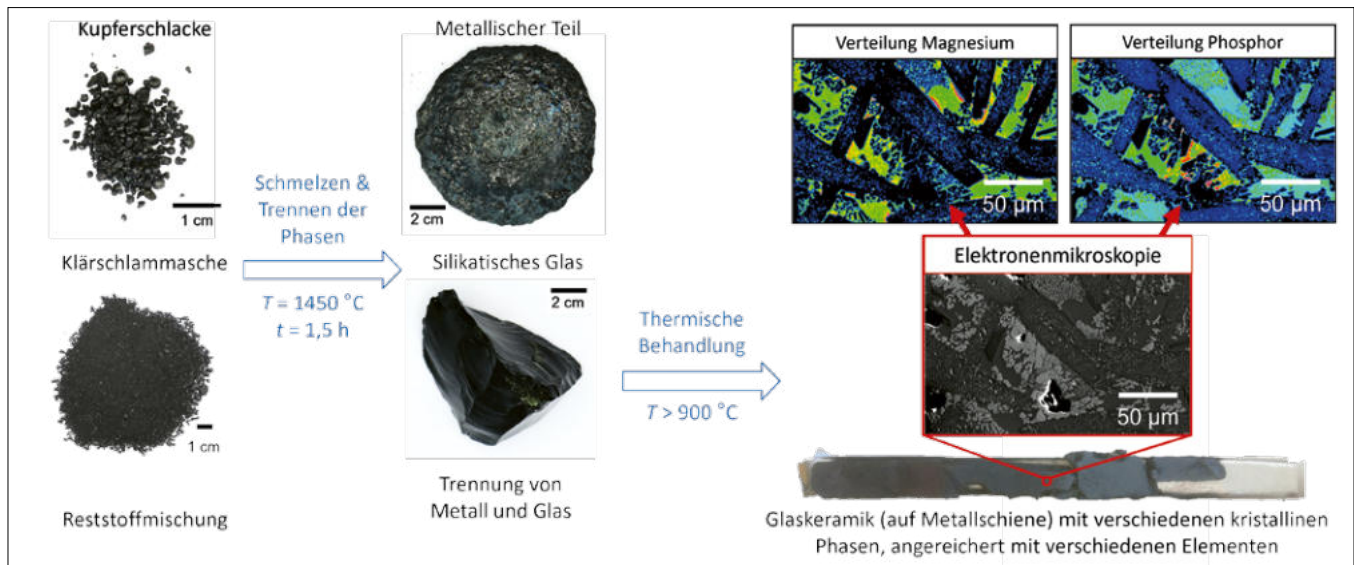
statt. Für reale Abfallströme konzentrierte sich das IGT zunächst auf Kupferschlacke (CS) und Klärschlammasche (SSA). Die Materialien wurden in unterschiedlichen Verhältnissen (1:9 bis 9:1) gemischt, bei 1.600 °C chargenweise geschmolzen bis eine gute Homogenisierung erreicht wurde, systematisch schnell abgeschreckt oder langsam mit Geschwindigkeiten zwischen ~10.000 K/s und 0,001 K/s (Log-Verteilung) abgekühlt sowie in einer zweiten Wärmebehandlung, vergleichbar mit der Glaskeramikerzeugung, wieder erhitzt. Die zweite Wärmebehandlung wurde effizient im Temperatur-Zeit-Gradienten durchgeführt, um i) die experimentelle Machbarkeit nachzuweisen und ii) automatisierte Analysetechniken zu testen und zu trainieren, um Matrizen für die Entwicklung der Phasenzusammensetzung und Morphologie zu erstellen. Das analysierte chemische System der Abfallrohstoffe (reines CS bzw. reines SSA) lieferte eine Anzahl von 19 Elementen, die in hauptsächlich oxidiert Form vorlagen. Durch Beimischung und Schmelzen kam es zum vollständigen oder teilweisen Verlust von verdampfenden/sich zersetzenden Bestandteilen aus Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor. In den Mischungen wurden durch einfache Variation der Anteile erfolgreich neue Phasen wie metallisches Eisen (z. T. hochlegiert), FeS und Spinell mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung (Magnetit, Magnesioferrit, Hercynit) sowie amorphe, glasartige Phasen erzeugt. Die Aufteilung der Elemente in einem Flüssigphasen-Trennprozess in

einen metallischen Teil und eine nicht-metallisch-anorganische Oxidphase (silikatisches Glas) wurde für Mischungen mit einem SSA-Gehalt von mehr als 45 Gew.-% beobachtet. Mit Blick auf die Liste kritischer Rohstoffe (CRMs) der EU, z. B. Kobalt, Antimon, Arsen, Nickel und Kupfer, reichern sich diese vollständig in der metallischen Phase an, während Aluminium, Erdalkalien, Silizium und Titan (alle als Oxide) bevorzugt in der anorganischen Oxidphase akkumulieren. In diesem System zeigen Phosphor und Metalle wie Blei, Chrom oder Molybdän (als Oxide) keine bevorzugte Anreicherung in der einen oder anderen Phase. Aus dieser Beobachtung lässt sich schließen, dass eine chemisch induzierte Phasentrennung zu einer selektiven Anreicherung der gewünschten kritischen Elemente führt. Die Anwendung der Glaskeramikerzeugung auf den Teil des silikatischen Glases in einem Zeit-Temperatur-Gradienten ermöglicht eine kontrollierte Keimbildung und Kristallwachstum zur Erzeugung spezifischer Texturen und Kristallgrößen. In Abb. 2 wird beispielhaft eine solche Glaskeramik gezeigt. Die lokal aufgelöste Elementanalyse zeigt die Akkumulation der Elemente in den verschiedenen Kristallphasen bzw. der Matrix.

### Lasergeschweißte Glasbehälter zur Reststoffzwischenlagerung

Aller Forschung zum Recycling von Reststoffen zum Trotz: Neue Methoden werden noch Jahre der Entwicklung und Skalierung brauchen; nicht für alle Rest-

4 W. Höland, G.H. Beall, Glass-ceramic technology, American Ceramic Society, Westerville, OH, 2002



**Abb. 2: Herstellung „Engineered Artificial Minerals“ aus Reststoffen am Beispiel der Mischung von Kupferschlacke und Klärschlammmasche.**

Die Mischung wird eingeschmolzen und eine Auftrennung in einen metallischen Anteil und ein silikatisches Glas erfolgt. In einem anschließenden, zweiten Aufheizschritt werden im Glas zunächst Kristallkeime gebildet, die anschließend zu immer größeren Kristallen heranwachsen. Durch die Kristallbildung erfolgt Segregation und die relative Anreicherung bestimmter Elemente in bestimmten Phasen.

stoffe wird unmittelbar eine sinnvolle Technologie zur Verfügung stehen. Daher wird die Deponierung von Reststoffen weiterhin eine bedeutende Rolle spielen. Bei der Deponierung unter Tage werden Reststoffe üblicherweise in Metallfässer gefüllt, die allerdings zwei entscheidende Nachteile aufweisen: Metallfässer korrodieren schon bei feuchter Umgebung leicht, außerdem kann der Zustand des Reststoffs im Fass nicht festgestellt werden, ohne es zu öffnen. Container aus Glas statt Metall könnten hier entscheidende Vorteile haben: Sie sind länger korrosionsstabil und durch die Transparenz von Glas kann der Zustand des gelagerten Reststoffs ohne Öffnung des Behälters überwacht und analysiert werden.

Forschende der Institute für Glas und Glastechnologie sowie für Technische Chemie der TU Bergakademie Freiberg, dem Laser Zentrum Hannover e. V. (LZH) und der Firma Glasbiegerei Pfaltz e.K. untersuchen daher die Eignung verschiedener, typischer Gläser (Flachglas, Laborglas Borosilikat 3.3) zur Herstellung zylindrischer Glascontainer für die Reststofflagerung<sup>5</sup>. Dabei wird ein Verfahren zum Laserschweißen solcher Container entwickelt und das Korrosionsverhalten der Gläser unter simulierten Lagerungsbedingungen sowie die resultierende Festigkeit der Container untersucht. Es

konnte gezeigt werden, dass die Glashohlkörper unter den Bedingungen in einer Untertagedeponie beständig sind und die Transmission, wichtig für die Überwachung und Lesbarkeit einer Codierung, bei ordnungsgemäßer Lagerung erhalten bleibt. Mittels Alterungsversuchen gegenüber verschiedenen Reststoffen konnte ermittelt werden, welche korrosiven und gefährlichen Reststoffarten für die Lagerung in den Hohlkörpern in Frage kommen. Abb. 3 zeigt beispielhaft Untersuchungsergebnisse der Schweißnaht, Proben nach der Alterung und ein Demonstratorgefäß.

Im Forschungsprojekt konnten Eignung und Vorteile von Glascontainern für die Lagerung von Reststoffen ermittelt werden. Die kommerzielle Anwendung dieser Methode könnte einen erheblichen Beitrag zur Sicherheit der Deponierung von Reststoffen leisten und eine überwachte Zwischenlagerung garantieren, die eine Rückholung für die zukünftige Nutzung als Quelle relevanter Wertelemente für Technologieprodukte ermöglicht.

### Zusammenfassung

Beispielhaft zeigen die beschriebenen Forschungsprojekte, welchen Beitrag Glas und Glastechnologie bei der Erreichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen und der Strategie zur Sicherung kritischer Materialien der EU leisten können und verdeutlichen das zunächst ungeahnte Potential von Glas als Material der Zukunft für die Weiterentwicklung unserer Technologien und

Industrie hin zu einer globalen nachhaltigen Produktion.

### Danksagung

Für die Förderung der Forschungsprojekte wird herzlich gedankt: „VeharstGlas – die Verwendung von Haldenreststoffen für die Herstellung von Glas und Glasprodukten“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt im Programm „WIR! - Wandel durch Innovation in der Region“ innerhalb des Bündnisses „reCOMine – rethinking resources“ (Kennzeichen 03WIR1921A). Das Forschungsprojekt „Beschleunigte Entdeckung künstlicher Minerale durch maschinengestützte Schlackenformulierung, -mischung und -prozessierung“ wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 470469906. Das Projekt „LasGlaReLa – Neuartige Fertigungstechnologie zur Herstellung von laserverschweißten Glashohlkörpern für die Reststofflagerung“ wurde gefördert im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (KK5286403KO2). Ein ebenso großer Dank gilt allen beteiligten Partnern und den direkt und indirekt beteiligten Kolleginnen und Kollegen – H. Erler, Md.S. Hossain, M. Dafir, F. Buchardt, E. Kuzaj, S. Arefi, R. Linke, Y. Barthel, A. Friedrich, K. Voigt.

<sup>5</sup> BMW, Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand: LasGlaReLa – Neuartige Fertigungstechnologie zur Herstellung von laserverschweißten Glashohlkörpern für die Reststofflagerung; Teilprojekt TUBAF KK5286403KO2



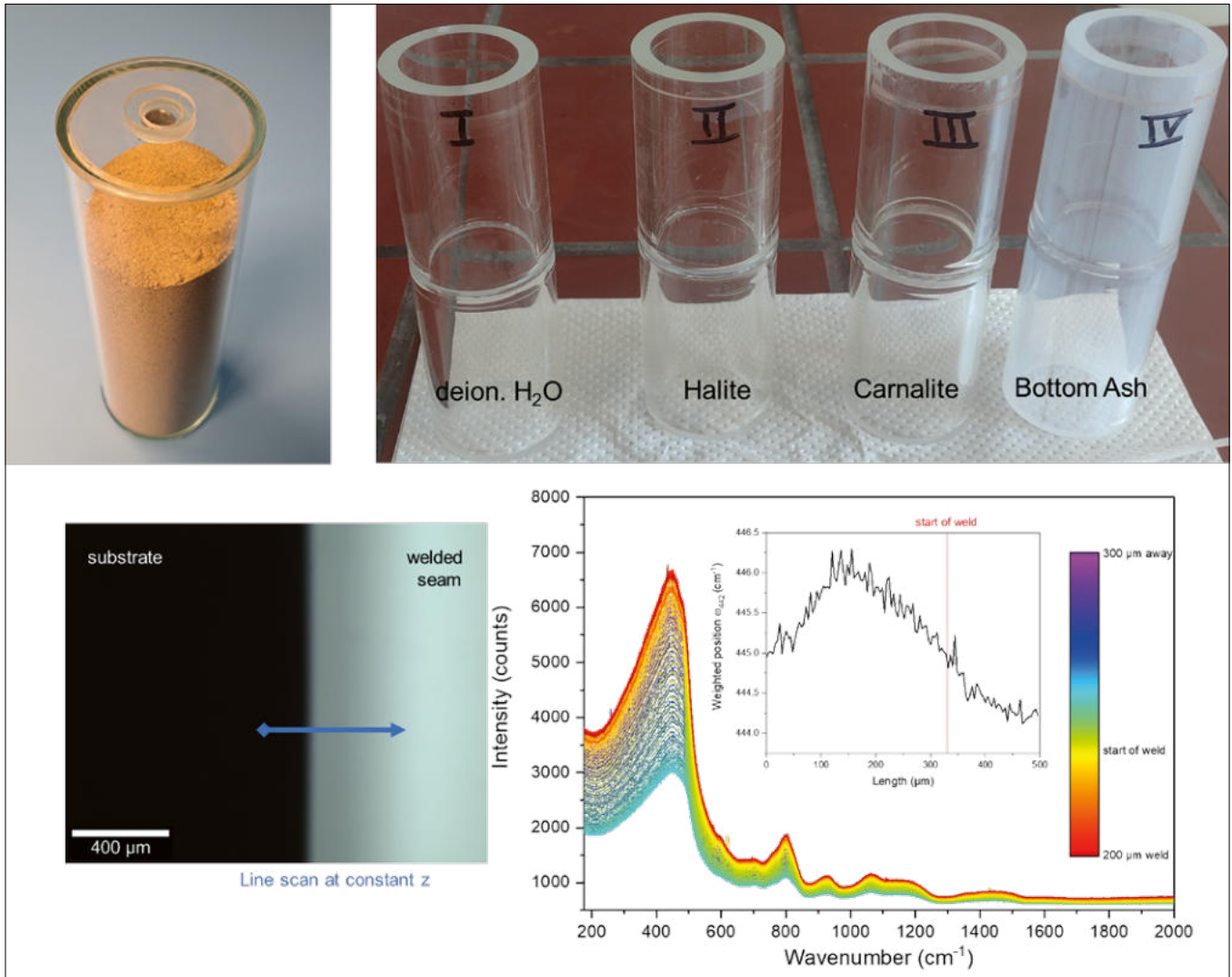


Abb. 3: Demonstrationsbehälter zur Lagerung von Reststoff.

Mit Reststoff gefüllter Demonstrationsbehälter (oben links). Systematische Untersuchungen mittels konfokaler Mikroramanspektroskopie machen Spannungen entlang der Laserschweißung sichtbar (unten). Lasergefügte Proben nach der Alterung für 336 h bei 85 °C in deionisiertem Wasser (Referenz) und entsprechenden wässrigen Lösungen bzw. Suspensionen der angezeigten Materialien (oben rechts).

## Vom Methanol zum Flugkraftstoff – Entwicklung eines Olefin-to-Jetfuel-Verfahrens als wesentlicher Prozessschritt für eine nachhaltige Kerosinproduktion

Upscaling eines Olefin-to-Jetfuel-Prozesses vom Labor- auf den Technikumsmaßstab an  
einer Pilotanlage des Instituts für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

Katina Krell<sup>1</sup>, Malena Peuker<sup>1</sup>, Peter Seifert<sup>1</sup>, Stefan Nottelmann<sup>1</sup>, Steffen Cramer<sup>1</sup>, Rostislav Knoplin<sup>1</sup>,  
Felix Reichel<sup>1</sup>, Sven Kureti<sup>1</sup>, Martin Gräbner<sup>1</sup>, Felix Hildebrandt<sup>2</sup>, Valerij Teltevskij<sup>2</sup>, Mario Kuschel<sup>2</sup>

### Technologische Perspektiven für eine emissionsarme Mobilität

Die Umsetzung der ambitionierten Klimaziele auf europäischer und nationaler Ebene erfordert tiefgreifende Veränderungen in nahezu allen Wirtschaftssektoren. Dies trifft besonders auf den Verkehrssektor zu. Um langfristig eine klimaneutrale Mobilität zu realisieren, ist

ein grundlegender Wandel im Personen-, Schwerlast- und Flugverkehr notwendig. Im Fokus steht dabei die schrittweise Reduktion fossiler Energieträger zugunsten nachhaltiger Alternativen. Neben strom- und wasserstoffbasierten Antriebssystemen gewinnen auch synthetische flüssige Kraftstoffe zunehmend an Bedeutung. Sie bieten – insbesondere bei ganzheitlicher

Betrachtung ihrer Herstellungs- und Nutzungsketten – das Potenzial, die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Verkehrssektors deutlich zu verbessern und eine nahezu klimaneutrale Mobilität zu ermöglichen.

Insbesondere der Luftverkehr steht bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen vor besonderen Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität,

da aufgrund der hohen Energiedichteanforderungen und begrenzten Gewichtskapazitäten batterieelektrische Antriebe in der kommerziellen Luftfahrt derzeit keine praktikable Lösung darstellen. Weltweit haben sich Fluggesellschaften innerhalb der International Air Transport Association (IATA) zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 Netto-Null-Kohlenstoffemissionen zu erreichen. Der Schlüssel zur Dekarbonisierung dieses Sektors sind Sustainable Aviation Fuels (SAF). Dieser Begriff bezeichnet nachhaltig hergestellte Flugkraftstoffe, die ohne Verwendung von fossilen Ausgangsstoffen produziert werden. Bei der Herstellung von SAF wird Kohlendioxid aus der Atmosphäre eingebunden und somit ein geschlossener Kohlenstoffkreislauf erzielt, der die Umweltbelastung verringert. Von Vorteil ist außerdem, dass sie mit der bestehenden Infrastruktur und Triebwerkstechnologie kompatibel sind.

Unter den verschiedenen Herstellungswegen gewinnt insbesondere die Methanol-to-Jetfuel-(MtJ)-Route zunehmend an Aufmerksamkeit. Hierbei handelt es sich um die gezielte katalytische Herstellung von Flugturbinenkraftstoff in einem mehrstufigen Prozess aus Methanol. Im Vergleich zur klassischen Fischer-Tropsch-Synthese bietet die Methanol-Route

zahlreiche Vorteile durch höhere Rohstoffflexibilität, gezieltere Produktverteilung, einfachere Skalierbarkeit und bessere Eignung für dezentrale Anwendungen.

### Die Methanol-to-Jetfuel-Technologie

Erste Voraussetzung einer nachhaltigen MtJ-Prozessroute ist die Synthese von nachhaltigem Methanol. Die Rohstoffbereitstellung beginnt mit der Wasserelektrolyse, bei der mit Hilfe von erneuerbarem Strom (z. B. aus Wind- oder Photovoltaikanlagen) Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt werden. Weiterhin wird Kohlenstoffdioxid aus Punktquellen industrieller Prozesse – wie Zementwerken, Biogas- oder Müllverbrennungsanlagen – oder über Direct Air Capture (DAC) direkt aus der Umgebungsluft abgeschieden. Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff werden dann in einem katalytischen Prozess bei Temperaturen von etwa 260 bis 270 °C und Drücken von 80 bis 90 bar zur Reaktion gebracht und bilden Methanol und Wasser.

Aufgrund seiner hohen Energiedichte lässt sich Methanol, das sowohl mithilfe erneuerbaren Stroms als auch aus biogenen Quellen gewonnen werden kann, effizient transportieren sowie langfristig lagern. Neben seiner Funktion als Edukt für die Methanol-to-Jetfuel-Route kann es ebenso als zentrale Plattformchemikalie

dienen (Ausgangsstoff für die chemische Industrie). Hierbei bietet sich eine geteilte Wertschöpfung an: Methanolproduktion in sonnen- und windreichen Regionen außerhalb Europas unter Nutzung von dort kostengünstig verfügbarem erneuerbarem Strom und nachfolgende Verarbeitung des Methanols in Europa zu Kraftstoffen und chemischen Wertprodukten.

Beim MtJ-Verfahren wird aus Methanol durch eine Reihe von katalytischen Reaktionen eine Kerosin-Kohlenwasserstofffraktion erzeugt. Der vom Projektpartner CAC ENGINEERING GmbH und der TU Bergakademie Freiberg entwickelte innovative Gesamtprozess ist in drei Teilschritte untergliedert:

1. Umsetzung des Methanols zu leichten Alkenen bzw. Olefinen (Methanol-to-Olefins, kurz: MtO),
2. Umsetzung von Olefinen zu Oligomeren (Olefins-to-Jetfuel, kurz: OtJ) und
3. Hydrofinishing, was Hydrierung sowie Destillation des OtJ-Produkts einschließt.

Ein Schema der Gesamtprozesskette kann Abb. 1 entnommen werden. Mit der in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen Technikumsversuchsanlage der TUBAF wurden die Prozessschritte 1

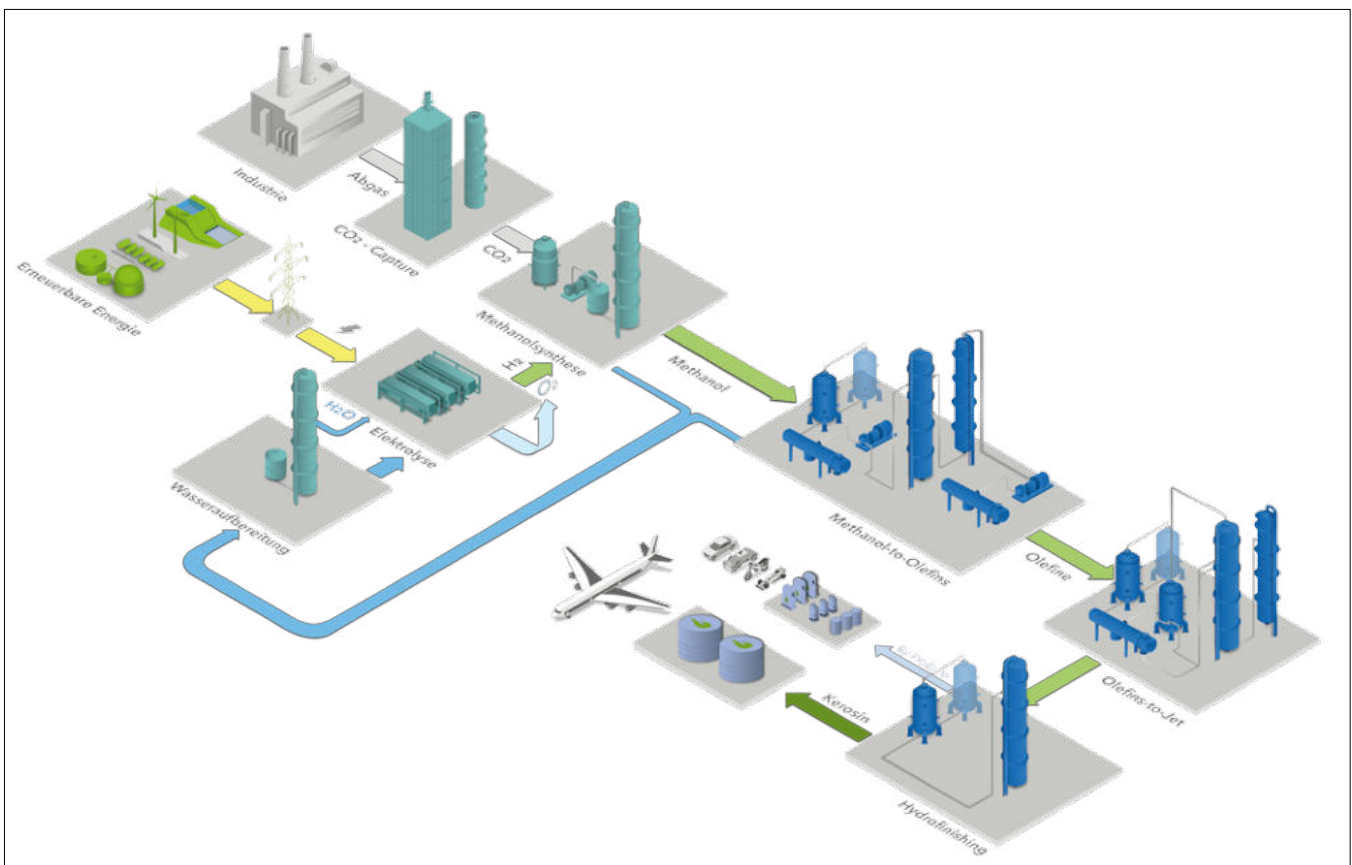


Abb. 1: Übersicht der Gesamtprozesskette (Quelle: CAC ENGINEERING GmbH)



und 2 realisiert: In der MtO-Stufe wird ein methanolhaltiges Gasgemisch in einem isotherm betriebenen Reaktor katalytisch zu hauptsächlich leichten Olefinen und Wasser umgesetzt. Das erhaltene Produktgemisch wird mittels eines Separators in einen flüssigen Kohlenwasserstoff-/Wasserstrom sowie in einen gasförmigen Kohlenwasserstoffstrom aufgetrennt. Der gasförmige Kohlenwasserstoffstrom wird vor Eintritt in die OtJ-Stufe in einem Prozessgasverdichter komprimiert. In der OtJ-Einheit wird das verdichtete Gasgemisch aus leichten Olefinen in isotherm betriebenen OtJ-Reaktoren bei 200 - 300 °C und 30 - 60 bar an einem Zeolithkatalysator zu einem Oligomergemisch, dem sogenannten Oligomerisat, umgesetzt. Die aufgrund der Exothermie der Oligomerisierungsreaktionen entstehende Wärme wird – wie in der MtO-Stufe – durch ein schmelzflüssiges Wärmeträgersalz abgeführt.

Das gebildete Flüssigprodukt setzt sich aus hochverzweigten Alkanen und Alkenen zusammen und umfasst neben den dominierenden Kerosin- auch Diesel- und Benzin-Komponenten. Aromaten werden reaktionsbedingt zwar gebildet, allerdings nur in sehr geringen Anteilen. Der hohe Verzweigungsgrad der Oligomere ist insbesondere für die Kältebeständigkeit des Kerosins von großem Vorteil. Um aus dem Oligomerisat ein synthetisches, überwiegend paraffinisches Kerosin zu erhalten, muss das Flüssigprodukt anschließend hydriert und destillativ aufgetrennt werden (Hydrofinishing).

### Das Vorprojekt KEROSyN100 und das aktuelle Projekt EwOPro

Die Technikumsanlage zur Erprobung des MtJ-Prozesses wurde am Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC) auf der Reichen Zeche im Rahmen des Verbundforschungsvorhabens EwOPro (Entwicklung des Olefins-to-Jetfuel-Prozesses als hochinnovative Stufe der Herstellung von Kerosin aus erneuerbarem Methanol) errichtet. Das Projekt setzt auf den Ergebnissen des erfolgreichen KEROSyN100-Projekts auf und läuft bis August 2026. Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderten KEROSyN100-Vorhaben, das vom Projektträger Jülich (PTJ) koordiniert wurde, wurden am IEC die drei Teilprozesse MtO, Olefin-Oligomerisierung und Hydrofinishing jeweils separat untersucht und entwicklungstechnisch vorangetrieben. Hierzu wurden entsprechende Laborkapazitäten aufgebaut und teilweise



Abb. 2: Erstmals an der Professur für Reaktionstechnik der TUBAF hergestelltes hydriertes Olefin-Oligomerisat auf der Liter-Skala (links) und Bevorratung von Roh-Oligomerisat (rechts)



erweitert, um unterschiedliche Katalysatorsysteme und spezifische reaktionstechnische Prozessparameter systematisch zu evaluieren. Auch wurden erstmals knapp 20 Liter Oligomerisat erzeugt, hydriert und positiv hinsichtlich der Eignung als synthetisches Kerosin bewertet.

Im Folgevorhaben EwOPro, das ebenfalls vom BMW geförderte und vom PTJ betreut wird, gehören neben der TU Bergakademie Freiberg und CAC ENGINEERING GmbH auch die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH und das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (Fraunhofer IKTS) an. Assoziierte Partner aus Wirtschaft und Politik tragen darüber hinaus zu Aspekten der praktischen Anwendung und Markteinführung bei.

Das Gesamtziel von EwOPro ist die detaillierte Untersuchung des MtJ-Prozesses beginnend bei der Synthese der Olefine über deren Umsetzung zu länger-kettigen Oligomeren bis hin zur Hydrierung des Produkts zu Paraffinen. Dabei stehen insbesondere die wissensbasierte Katalysatorweiterentwicklung sowie die Verbesserung der prozesstechnischen Integration des Verfahrens in den Gesamtprozess, der aus MtO, Olefin-Oligomerisierung (OtJ) und Hydrofinishing besteht, im Vordergrund. Hierfür sind die einzelnen Verfahrensstufen so aufeinander abzustimmen, dass optimale Produktselektivitäten, -qualitäten und Umsätze erreicht werden. Dies ist essentiell, um das Produktspektrum je nach wirtschaftlichem Bedarf gezielt einstellen und entsprechend optimieren zu können. Parallel werden sowohl kommerzielle als auch selbst hergestellte Katalysatormaterialien für die Olefin-Oligomerisierung

auf ihre katalytische Aktivität und Produktselektivität erforscht, um optimale Kerosin-Ausbeuten zu erreichen. Des Weiteren wird die mit zunehmender Reaktionszeit stattfindende Koksbildung an den Katalysatoren grundlegend untersucht (Abb. 3), um die Standzeit der Katalysatoren zu verlängern.

In enger Zusammenarbeit mit dem langjährigen Projektpartner CAC ENGINEERING wurde nun im EwOPro-Vorhaben an der TU Bergakademie Freiberg erstmals ein Scale-up der MtJ-Synthese vom Labormaßstab (TRL 3 bis 4) auf den Technikumsmaßstab (TRL 6) durchgeführt, was einen wichtigen Innovations-schritt für die weitere Prozessentwicklung darstellt.

Der erste Meilenstein ist bereits erreicht: Im März 2024 wurde nach einer mehrmonatigen Planung mit der Errichtung des mit mehreren hundert Ausrüstungen und Messstellen überaus



Abb. 3: Extrudierter Katalysator vor (links) und nach der Olefin-Oligomerisierung (rechts)



**Abb. 4:** Prof. Martin Gräbner, die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen Malena Peuker und Katina Krell – stellvertretend für das vielköpfige Aufbau- und Betriebsteam der Professur für Energieverfahrenstechnik – sowie Dr. Mario Kuschel, Leiter Bereich F&E bei CAC ENGINEERING, präsentieren vor der neu errichteten Technikumsanlage das erste Oligomerisat



**Abb. 5:** Erste Liter des Oligomerisats im Rahmen des EwOPro-Projekts

komplexen OtJ-Anlagenteils begonnen. Nach der schrittweisen Inbetriebnahme konnte schließlich im April 2025 die Produktion des ersten Oligomerisats gefeiert werden. Maßgeblich beteiligt war hier ein interdisziplinäres Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Betriebsingenieuren und Technikern der TU Bergakademie Freiberg sowie Fachkollegen von CAC ENGINEERING (Abb. 4).

In der dreiwöchigen Versuchsfahrt im April 2025 konnten insgesamt 50 Liter Oligomerisat hergestellt werden (Abb. 5). Die Kerosinfraktion liegt analog dem KEROSyN100-Vorhaben bei rund 50 Ma.-%; ihr Anteil soll in kommenden Versuchen durch einen optimierten Anlagenbetrieb und weiter verbesserte Katalysatoren gesteigert werden. Eine ausgewählte Charge dieses ersten Produkts wurde bei einem externen Dienstleister hydriert und destillativ fraktioniert. Das hierbei gewonnene Kerosin wird dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) für erste Anwendungs- und Qualitätstests zur Verfügung gestellt.

In der darauffolgenden Versuchsfahrt im August 2025 wurden die Prozessstufen MtO und OtJ erstmals miteinander kombiniert betrieben (Einspeisung des in der MtO-Stufe erzeugten Olefingemischs in die OtJ-Stufe) und so aus Methanol 50 Liter Oligomerisat synthetisiert, das derzeit eingehend analysiert wird. Im

weiteren Verlauf des EwOPro-Projekts sollen dann die Prozessstufen weiter optimiert und größere Mengen des synthetischen Kraftstoffs hergestellt werden, so dass 2026 erste Kerosinmuster für den Zertifizierungsprozess gemäß den Vorgaben der internationalen Standardisierungsorganisation ASTM eingereicht werden können.

Die aus EwOPro erhaltenen technologischen und wissenschaftlichen Erkenntnisse sollen in die Auslegung einer ersten großtechnischen MtJ-Anlage mit einer Produktionskapazität von zunächst ca. 20.000 t/a einfließen. Forschungsprojekte wie dieses sind für einen signifikanten Markthochlauf von SAF unverzichtbar, da sie den entscheidenden Wissenstransfer von der Labor- zur Technikums- und Pilotanlagenebene ermöglichen. Sie helfen, Prozessketten zu optimieren, Produktqualitäten abzusichern und regulatorische Anforderungen – etwa im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Zertifizierung – frühzeitig zu adressieren. Gleichzeitig schaffen sie belastbare Datengrundlagen für Investoren und Industriepartner, die für den wirtschaftlichen Ausbau großtechnischer Anlagen notwendig sind.

Ohne diese Vorarbeit lassen sich technische Risiken, hohe Produktionskosten und Marktunsicherheiten kaum überwinden. Erst mit der Skalierung auf industrielles Niveau kann synthetisches Kerosin bzw.

SAF maßgeblich zur Dekarbonisierung des Luftverkehrs – und somit zur gesamten Verkehrswende – beitragen.

Für die Förderung der Forschungsvorhaben KEROSyN100 und EwOPro durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) wird herzlich gedankt.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



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



# „CircEcon“

## Forschungszentrum für Recycling-Innovationen Sächsischer Universitäten und Hochschulen

Holger Lieberwirth<sup>1</sup>, Christine Hecker<sup>1</sup>, Mareen Zöllner<sup>1</sup>, Thomas Krampitz<sup>1</sup>, Alexandros Charitos<sup>2</sup>,  
Max Albertus<sup>2</sup>, Ullrich Prah<sup>3</sup>, Christoph Kaden<sup>3</sup>, Madlen Ullmann<sup>3</sup>, David Rafaja<sup>4</sup>

### Motivation

Eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft, die Green Circular Economy, mit energetisch optimierten Prozessen unter Nutzung erneuerbarer Energien stellt ein zentrales Element für unser zukünftiges Leben und Wirtschaften dar. Der Freistaat Sachsen hat die Kreislaufwirtschaft daher in seinen strategischen Leitlinien als eines der wesentlichen Zukunftsfelder identifiziert [1].

Für das Lausitzer Braunkohlerevier eröffnen somit Investitionen in die Forschung und Industrie im Bereich der Kreislaufwirtschaft Perspektiven für eine nachhaltige Transformation der Region. Vor diesem Hintergrund haben sich die vier Sächsischen Hochschulen – die TU Bergakademie Freiberg, die TU Dresden, die TU Chemnitz sowie die Hochschule Zittau/Görlitz – zusammengeschlossen, um künftig gemeinsam fortschrittliche Recyclingprozesse für Leichtbaumaterialien in der Lausitzer Region zu entwickeln.

Leichtbauwerkstoffe und -strukturen finden zunehmend Anwendung in technologischen Schlüsselbereichen wie der Mobilität und der regenerativen Elektroenergieerzeugung, etwa in Windenergieanlagen. Die Kreislauffähigkeit dieser komplexen Kompositwerkstoffe und Werkstoffverbunde ist jedoch häufig noch begrenzt. Dies erfordert die Entwicklung innovativer Recyclinglösungen und Fertigungsprozesse zur Herstellung von hochwertigen Produkten aus den gewonnenen Sekundärrohstoffen.

### CircEcon – ein hochschulübergreifender Forschungsverbund

Zahlreiche Beispiele verdeutlichen die Herausforderungen und Chancen, die mit dem Recycling von Leichtbaustrukturen sowie der Entwicklung neuer Verfahren zur Herstellung von Produkten aus Sekundärrohstoffen verbunden sind [2–11]. Vor diesem Hintergrund wurde am 05.04.2024 die gemeinsame Zentrale Wissenschaftliche Einrichtung „CircEcon“ nach § 98 Abs. 1, Abs. 2 Sätze 5 und 7 des Sächsischen Hochschulgesetzes gegründet, um im Industriepark Schwarze Pumpe im Ortsteil Spreetal die gemeinsame Forschungsfabrik Center for Green Circular Economy „CircEcon“ zu errichten und zu betreiben.

Die Initiative ging aus der Leichtbauallianz Sachsen (LAS) hervor. „CircEcon“ verfolgt das übergeordnete Ziel, durch die interdisziplinäre Bündelung wissenschaftlicher Expertise eine führende Position Sachsens in der hochwertigen, geschlossenen Kreislaufführung insbesondere von Leichtbaumaterialien zu etablieren. Im Zentrum der gemeinsamen Forschung am Standort wird zukünftig die Pilotierung von Prozessen stehen. Grundlage dafür ist ein dynamisches Netzwerk von Forschungs-, Entwicklungs- und Kooperationspartnern aus Industrie, Wirtschaft und Bildungseinrichtungen. Zur ganzheitlichen Betrachtung der Kreislaufführung von Leichtbaumaterialien und technologisch anspruchsvollen Stoffströmen wird das Zentrum mit modernsten Verfahren ausgestattet. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, Materialien und Erzeugnisse mit hohem

Rezyklatanteil im vorindustriellen Maßstab erproben zu können. Weiterführende Forschungs- und Entwicklungsaspekte, wie der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger, werden hochschulübergreifend unter Einbindung der spezifischen Fachkompetenzen der beteiligten Institute berücksichtigt.



Abb. 1: Forschungsverbund „CircEcon“

Die TU Bergakademie Freiberg (TUBAF) wird sich dabei insbesondere auf die Entwicklung hochwertiger, rezyklatbasierter Leichtmetallwerkstoffe konzentrieren. Die Technischen Universitäten Dresden (TUD) und Chemnitz (TUC) widmen sich der Entwicklung von Verfahren zur werkstofflichen und stofflichen Wiederverwertung von Kunststoffen und Faserverbundwerkstoffen. Die Hochschule Zittau/Görlitz wird in enger Kooperation mit der TUBAF innovative, effiziente Demontage-, Aufbereitungs- und Sortiertechnologien entwickeln (siehe Abb. 1 bis 3).

Der Forschungscampus „CircEcon“ wird mit einem Gesamtvolumen von 108 Mio. Euro finanziert, davon 90 % durch den Bund und 10 % durch den Freistaat Sachsen. Die Förderung basiert auf dem Investitionsgesetz Kohleregion (InvKG) vom 08.08.2020 sowie dem Gesetz über die Errichtung eines Sondervermögens „Strukturrentwicklungsfonds sächsische Braunkohleregionen“ vom 21.05.2021. Auf einem 42.800 m<sup>2</sup> großen Grundstück entstehen auf 12.000 m<sup>2</sup> Forschungshallen sowie ein 2.400 m<sup>2</sup> umfassender Werkstatt-, Labor- und Sozialbereich, der unter anderem wesentliche Analysegeräte zur Materialcharakterisierung beherbergen wird (Abb. 2 und 3). Beim Bau der Gebäude werden höchste Ansprüche an die Energieeffizienz gestellt. Ein eigens errichteter Solarpark auf dem Grundstück wird außerdem zur Energieversorgung beitragen.





Abb. 2: Visualisierung des zukünftigen Forschungsbaus

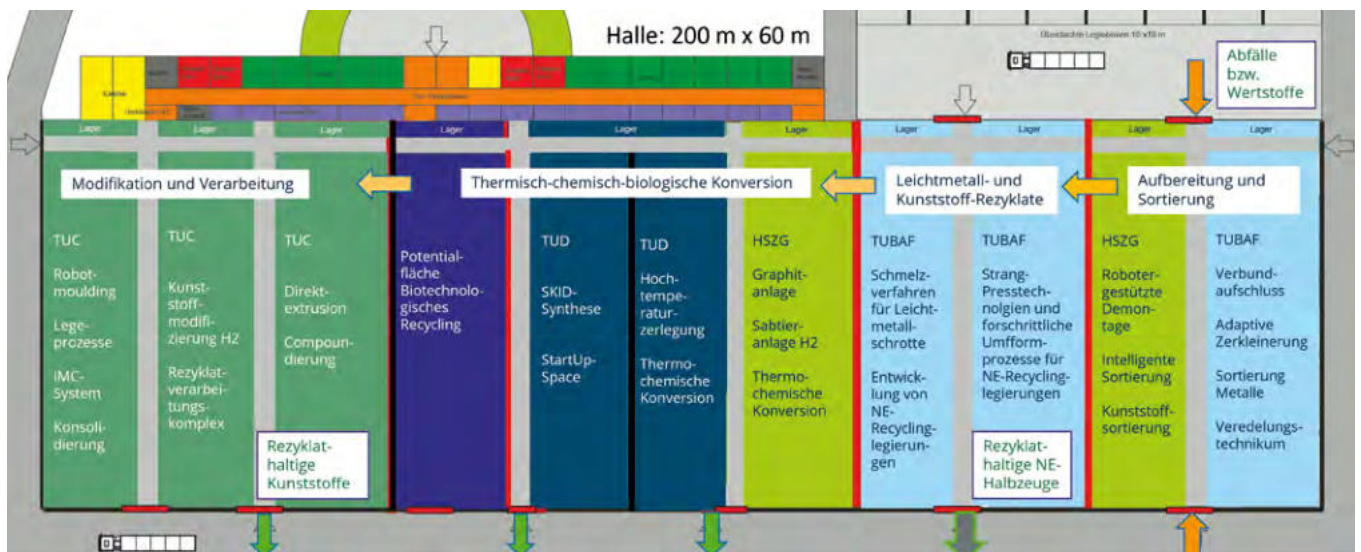


Abb. 3: Geplante Prozesse in den jeweiligen Forschungshallen und Stoffströme

Zur Einhaltung des Förderzeitraums wird der Bau der Forschungseinrichtung bis Mitte 2026 als Eigenbau der TUD realisiert, die auch die Planungs- und Ausführungsleistungen koordiniert. Als Generalübernehmer wurde die Firma Goldbeck beauftragt. Die Grundsteinlegung fand am 11.06.2025 statt (Abb. 4). Die Inbetriebnahme der Anlagen ist für Ende 2026 bis Anfang 2027 geplant.

### CircEcon – beteiligte Institute der TUBAF und deren Forschungsschwerpunkte

Im Folgenden stellen sich die beteiligten Institute der TUBAF, das:

- Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik (IART)
- Institut für Nichteisenmetallurgie und Reinstoffe (INE-MET)
- Institut für Metallformung (IMF)
- Institut für Werkstoffwissenschaft (IWW)

mit ihren geplanten Forschungsschwerpunkten im „CircEcon“ vor. Insgesamt wird der Fokus der Forschung der Freiburger Institute auf der hochwertigen Kreislaufführung von Leichtmetallwerkstoffen liegen. Durch die hochschulübergreifende Zusammenarbeit in „CircEcon“ wird die bereits vorhandene



Abb. 4: Grundsteinlegung Forschungsbau „CircEcon“



Expertise der beteiligten Institute gebündelt und ausgebaut. Prozesse, Materialien und Produkte können so leichter von Anfang an im Kreislauf gedacht und dafür entwickelt werden.

Die zentralen Probleme bei der Wiederverwendung von metallischen Materialien und Werkstoffen liegen in der strukturellen Komplexität der Bauteile, aus denen die Rezyklate gewonnen werden, und der chemischen Komplexität der Rezyklate selbst. Für die Lösung dieser Probleme werden daher fachübergreifende Kompetenzen benötigt. Hierzu gehören primär die Klassierung und Sortierung der aufgeschlossenen Bauteile/ Verbundwerkstoffe und die metallurgische Aufbereitung der klassierten und sortierten Zwischenprodukte. Aus der Sicht der technischen/ technologischen Anwendung haben die Rezyklate ein riesiges Upcycling-Potential, das anhand der Kenntnisse der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen und unter der Nutzung des Defekt-Engineerings und des mikrostrukturbasierten Werkstoffdesigns mithilfe der thermomechanischen Behandlung und Prozessierung entfaltet werden kann.

### Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recycling-systemtechnik

Das Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik (IART) unter Leitung von Prof. Lieberwirth untersucht im Gesamtvorhaben innovative Ansätze zum mechanischen Recycling von Leichtbaustrukturen. Hierzu zählen der Verbundaufschluss, die anschließende Zerkleinerung, Klassierung und Sortierung sowie die Veredelung der Produkte, beispielsweise durch Feinmahlung und Agglomeration. Nach dem Aufschluss von Leichtbauverbunden aus dem Windkraft- sowie Verkehrsbereich (Luft-, Schienen- oder Kraftfahrzeugsektor) werden mittels mehrstufiger Zerkleinerung im vorindustriellen Maßstab verschiedenste Rezyklate in für Folgeprozesse optimierten Partikelgrößen und -formen erzeugt (Abb. 5). Eine anschließende, ebenfalls mehrstufige Sortierung sorgt für ein weitgehend sortenreines Vorliegen verschiedener Rezyklate wie Kunststoffe, Leichtmetalle oder eisenhaltige Metalle.



Abb. 5: Aufbereiteter Aluminiumschrott bzw. Aluminiumrezyklat in definierter Partikelgröße und -form

Die geplanten Anlagen und Maschinen für dieses Vorhaben befinden sich teilweise noch in der Phase der Markteinführung oder werden auf spezifische Anforderungen hin individuell angepasst. Ziel ist es, gemeinsam mit Forschungspartnern aus der Industrie die jeweils neueste und fortschrittlichste Technologie auf dem innovativen Forschungscampus zu implementieren. In gemeinsamen Forschungsprojekten werden die entstehenden Technologien großtechnisch getestet und vervollkommen. Der Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz trägt unter anderem dazu bei, Sortierprozesse effizienter zu gestalten, Recyclingquoten zu erhöhen und kostenintensive Inbetriebnahmephasen von Großanlagen durch Transfer Learning zu verkürzen.

Die Produkte der mechanischen Recyclingstrecke des IART werden anschließend von Forschungspartnern des „CircEcon“-Forschungsverbundes oder Industriepartnern hinsichtlich ihrer Eigenschaften bewertet und für weitere Forschungen zur geschlossenen Kreislaufführung genutzt.

### Institut für Nichteisenmetalle und Reinstoffe

Mit Blick auf die zukünftige Forschung am Institut für Nichteisen-Metallurgie und Reinstoffe (INEMET) hat es sich Prof. Alexandros Charitos zur Aufgabe gemacht, gemeinsam mit seinem Team innovative Verfahren für die Sekundär-aluminiumproduktion zu entwickeln. Im Fokus der Untersuchungen liegt die Dekarbonisierung des Schmelzprozesses durch den Einsatz von alternativen, CO<sub>2</sub>-neutralen Brennstoffen, die signifikante Reduktion von Materialverlusten sowie die Bereitstellung hochwertiger, marktauglicher Recyclinglegierungen für Umformprozesse. Dies sind die entscheidenden Arbeitsfelder für eine wirtschaftliche und nachhaltige Wiederverwendung des Sekundäraluminiums in zahlreichen Anwendungen.

Herzstück der Forschungsaktivitäten wird die zukünftig auf dem Forschungscampus „CircEcon“ befindliche Technikanlage sein, in der unter industrienahen Bedingungen Schmelzprozesse durchgeführt werden (Abb. 6).



Abb. 6: Mitarbeiter des INEMETs begutachten Schmelzprobe

Hierbei werden vorsortierte Schrotte zunächst eingeschmolzen und im Anschluss durch gezielte Behandlung, unter anderem mittels Spülgasen, metallurgisch aufbereitet. Die multifunktionale Anlage wird technisch so ausgelegt, dass alternative Brennstoffe erprobt und die dabei anfallenden Abgasströme effektiv behandelt werden können. Neben einem umfassenden Konzept zur Qualitätssicherung, unter anderem mittels laserinduzierter Plasma- sowie Emissionsspektroskopie, wird dabei großer Wert auf geschlossene Stoffkreisläufe und Energieeffizienz gelegt. Mit bis zu vier Versuchsfahrten pro Monat und einer umfassenden Betreuung durch technisches Personal, Wissenschaftler und Studierende wird das Vorhaben den beteiligten Forschungs- und Industriepartnern wertvolle Erkenntnisse sowie technologische Fortschritte bieten.

### Institut für Metallformung

Das Institut für Metallformung (IMF) widmet sich der Produktion metallischer Halbzeuge. Im Mittelpunkt der Forschung steht dabei die umformtechnische Beeinflussung des Werkstoffs sowie die Wechselwirkungen zwischen Umformtechnologie und der Eigenschaftsentwicklung im umgeformten Werkstoff.



Abb. 7: Mitarbeiter des IMF bei der Fertigung von gewalztem Magnesiumblech

Das IMF wird unter der Leitung von Prof. Ulrich Prahl im Gesamtvorhaben ein Verfahren zur Herstellung hochqualitativer Aluminiumbauteile aus recyceltem Material entwickeln. Dieses zielt darauf ab, durch die Kombination fortschrittlicher Umformtechnologien und optimierter Wärmebehandlungsprozesse das Potenzial von verunreinigtem Recycling-Aluminium voll auszuschöpfen und in hochfeste, ausscheidungshärtende Bauteile u. a. für die Automobilindustrie zu überführen. Zentrale Elemente der Prozesskette werden der gezielte Einsatz einer Strangpresse und einer Umformpresse sein: Durch das direkte Umformen aus der Gieß- oder Anschmelzhitze lassen sich Energieeinsparungen realisieren und gleichzeitig die Materialstruktur positiv beeinflussen (Abb. 7). Im Anschluss wird eine angepasste Wärmebehandlung sicherstellen, dass die mechanischen Eigenschaften der Bauteile höchsten Anforderungen genügen.

Modernste Sensortechnologien und Qualitätskontrollsysteme werden gewährleisten, dass die hergestellten Aluminiumprodukte strengen Qualitätsstandards entsprechen. So werden aus recyceltem Material hochpräzise Aluminiumprodukte entstehen, die sowohl ökologisch als auch technisch zukunftsweisend

sind. Die geplanten Anlagen bieten eine exzellente Plattform für weiterführende Forschungsvorhaben. Durch die hohe Anpassungsfähigkeit der Umformprozesse werden sich verschiedenste Geometrien realisieren und werkstoffseitige Herausforderungen gezielt adressieren lassen. Damit eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten für anwendungsnahe Forschung und Entwicklung gemeinsam mit Industriepartnern.

### Institut für Werkstoffwissenschaft

Das Institut für Werkstoffwissenschaft beschäftigt sich in der Forschung und in der Lehre mit der Beschreibung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in komplexen Werkstoffen auf der Grundlage physikalischer und chemischer Modelle. Ziel wird es im Rahmen von „CircEcon“ sein, die Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Werkstoffen für mikrostrukturbasiertes Werkstoffdesign und für gezielte Verbesserung der Werkstoffeigenschaften anzuwenden. Eine wichtige Rolle spielt dabei das Defekt-Engineering, also die Nutzung von Kristallstrukturdefekten, sowie die Ausnutzung von speziellen Mikrostrukturmerkmalen und deren Wechselwirkungen, die zum Upcycling von Rezyklaten wesentlich beitragen sollen. Das IWW unter der Leitung von Prof. David Rafaja wird das gemeinsame Vorhaben durch die Struktur- und Mikrostrukturanalytik, durch die physikalische Aufklärung und Modellierung der ermittelten Zusammenhänge zwischen der Struktur und Mikrostruktur der Werkstoffe und deren (vor allem mechanischen) Eigenschaften sowie durch das mikrostrukturbasierte Werkstoffdesign begleiten.

Zur Struktur- und Mikrostrukturanalytik werden durch das IWW für „CircEcon“ Labore für materialographische Probenpräparation, Licht- und Rasterelektronenmikroskopie sowie Röntgenbeugung aufgebaut (Abb. 8). Hierdurch wird die gesamte Prozesskette unterstützt – von der mechanischen Aufbereitung über die Metallurgie bis zur Formgebung. Die wichtigsten Aufgaben des Labors für Struktur- und Mikrostrukturanalytik in der Lausitz werden vor allem die Analysen der Phasenzusammensetzung in mechanisch und metallurgisch aufbereiteten Proben sowie die Analysen der Kristallstrukturdefekte und die Texturanalysen in umgeformten Proben sein. Die Ergebnisse der Struktur- und Mikrostrukturanalytik werden der Prozesskontrolle und der Qualitätssicherung dienen und in die konstitutive Modellierung des mechanischen Verhaltens der thermomechanisch prozessierten Werkstoffe einfließen.



Abb. 8: Lichtmikroskopische Gefügeabbildung einer klassischen untereutektischen Al-Si-Legierung, die das dendritische Wachstum des Aluminiummischkristalls aus der Schmelze zeigt und das feine eutektische Gefüge der erstarrten Restschmelze.



Bei den Strukturanalysen auf der Nanometerskala, wie Untersuchungen von inneren Grenzflächen, kleinen Ausscheidungen oder Kristallstrukturdefekten und deren Agglomeraten, wird das Labor für Struktur- und Mikrostrukturanalytik in der Lausitz durch weitere experimentelle Methoden des IWW in Freiberg, insbesondere analytische Transmissionselektronenmikroskopie und *in situ* Analytik, unterstützt.

### Ausblick

Mit dem Bau des Forschungszentrums „CircEcon“ wird die bereits vorhandene Forschungsexpertise sächsischer Hochschulen und Universitäten auf dem Gebiet des Recyclings gebündelt und in die Lausitz transferiert, um hier als Innovationstreiber für neue Recyclingmethoden sowie als Keimzelle für Firmenausgründungen und -ansiedelungen zu fungieren. Dieses wird unterstützt durch die enge Kooperation mit Industriepartnern und die Installation modernster Produktionsverfahren im Pilotmaßstab. Durch den Forschungsstandort und die hochmoderne Forschungsinfrastruktur werden außerdem neue Arbeitsplätze sowie ein Ort zur Ausbildung von qualifizierten Fachkräften in der Lausitz geschaffen. Es ist zu erwarten, dass sich „CircEcon“ zu einem international sichtbaren Zentrum für Recyclingforschung entwickelt und damit die Lausitz in den Fokus für weitere Ansiedelungen von Forschungseinrichtungen und Unternehmen, auch aus dem Ausland, rückt.

### Fördermittelgeber

Diese Maßnahme wird gefördert aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages und wird mitfinanziert aus Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.



### Literatur:

- [1] Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt: Bundesbericht Forschung und Innovation 2024 – Freistaat Sachsen, Ausgabe 2024. [https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BuFI-2024\\_FuI-Politik\\_Sachsen.pdf](https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BuFI-2024_FuI-Politik_Sachsen.pdf)
- [2] Gude, M.; Tekkaya, E.; Zäh, M.F. et al.: Komplexität beherrschen, Kreisläufe schließen: Soziotechnische Systeme für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen; Das interaktive Whitepaper. Technische Universität Dresden, 2024.
- [3] Raabe, D.; Ponge, D.; Uggowitzer, P.J. et al.: Making sustainable aluminum by recycling scrap: The science of “dirty” alloys. In: Progress in Materials Science 128 (2022), S. 100947. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2022.100947>.
- [4] Siebenpfeiffer, W.: Leichtbau-Technologien Im Automobilbau – Werkstoffe – Fertigung – Konzepte, ATZ/MTZ-Fachbuch Ser, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2014.
- [5] Zöllner, M.; Hamann, D.; Krampitz, T. et al.: Chapter 34 - Carbon fibers. In: Meskers, C.; Worrell, E.; Reuter, M.A. (Hrsg.): Handbook of Recycling (Second Edition). Elsevier, 2024, S. 535-550.
- [6] European Aluminium Association: Aluminium Content in European Passengers Cars, 2019, [https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/10/aluminum-content-in-european-cars\\_european-aluminium\\_public-summary\\_101019-1.pdf](https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/10/aluminum-content-in-european-cars_european-aluminium_public-summary_101019-1.pdf) [Zugriff am: 10.07.2023].
- [7] UBA: Rotorblattaufbereitung und Recycling von Faserverbundwerkstoffen, 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/windenergieanlagen/rotorblattaufbereitung-recycling-von#undefined> [Zugriff am: 05.08.2025].
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Leichtbau in der Kreislaufwirtschaft, 2022, [https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Infografiken/Schlaglichter/2022/12/06-leichtbau-in-der-kreislaufwirtschaft-download.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Infografiken/Schlaglichter/2022/12/06-leichtbau-in-der-kreislaufwirtschaft-download.pdf?__blob=publicationFile&v=1) [Zugriff am: 05.08.2025].
- [9] DLR: Systemleichtbau für den Green Deal, 2022, <https://www.leichtbauwelt.de/warum-der-https://leichtbau.dlr.de/systemleichtbau-fur-den-green-deal> [Zugriff am: 05.08.2022].
- [10] Lieberwirth, H.; Krampitz, T.; Schnitz, S. (Hrsg.): Aufschlusszerkleinerung metallintensiver Leichtbaustrukturen zur Freilegung von Wertstoffkomponenten am Beispiel einer Hybrid-B-Säule in Mischbauweise.
- [11] Lieberwirth, H.; Krampitz, T.; Hecker, C. et al.: Demontage, Recycling, Stoffkreisläufe – Online-Content zum interaktiven Whitepaper KORES-IL, 2023.

1 TUBAF, Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik (IART),

Kontakt: Christine.Hecker@iart.tu-freiberg.de

2 TUBAF, Institut für Nichteisenmetallurgie und Reinstoffe (INEMET)

3 TUBAF, Institut für Metallformung (IMF)

4 TUBAF, Institut für Werkstoffwissenschaft (IWW)

## Erfassung und Bewertung von Vibrationen bei oberflächennahen Geothermiebohrungen

Thomas Zinke<sup>1</sup>, Silke Röntzsch

Gegenwärtig erleben wir in Deutschland einen Geothermie-Boom. In einigen Regionen (Bayerisches Molassebecken, Oberrheingraben und Norddeutschland) wird die Tiefengeothermie stark vorangetrieben, zum Teil in Verbindung mit der Gewinnung von Rohstoffen (z. B. Lithium) aus Tiefenwässern. Sachsen steht aufgrund seiner Geologie derzeit nicht im Fokus für die Entwicklung der Tiefengeothermie. Jedoch nimmt die Nutzung von oberflächennaher geothermischer Energie für die Heizung und Kühlung von Wohn-, Büro- und Nutzgebäuden immer mehr zu. So wurden nach Hof-24/ Ende 2024 über 20.000 Erdwärmeanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von

ca. 244 MW<sub>therm</sub> betrieben. Die meisten dieser Anlagen sind geothermische Sonden in Verbindung mit Erdwärmepumpen. Diese sind üblicherweise ca. 80 bis 200 m tief und besitzen Bohrl Lochdurchmesser von ca. 15 cm. Da die Bohrungen bis weit ins Festgestein hineinreichen, ist das bevorzugte Bohrverfahren fast immer das schlagende Bohren mit Imlochhammer. Dabei wird das Gestein auf der Bohrlochsohle mit hochfrequenten Schlägen (ca. 15–45 Hz) zertrümmert, und die entsprechenden Vibrationen sind oft noch an der Oberfläche zu spüren.

In der Vergangenheit wurden Erdwärmepumpen-Heizanlagen fast ausschließlich in Neubauten eingesetzt. Die Bohrungen

werden hier zumeist abgeteuf, bevor die Gebäude errichtet werden. Gegenwärtig werden auch immer mehr bestehende Heizanlagen in Wohn- oder Industriegebäuden auf Erdwärme umgestellt. Das bedeutet, dass die Bohrungen in bebauten Gebieten, meist in unmittelbarer Nähe von bestehenden Gebäuden stattfinden (Abb. 1). Da das Hammerbohren mit lauten Geräuschen, spürbaren Vibrationen und Staubbelastung einhergeht, befürchten Besitzer anliegender Gebäude, dass diese durch den Bohrprozess beschädigt werden könnten. Bei der damit verbundenen Inspektion ihrer Häuser finden sie auch häufig Schäden wie Risse in der Gebäudestruktur und nicht selten wird das Bohrunternehmen oder der Auftraggeber dann auf Schadenersatz verklagt. Tatsächlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass es bei ungünstig gewählten Bohrparametern oder ungünstiger Geologie zur Entstehung von destruktiven dynamischen Belastungen auf Gebäude kommen kann. Allerdings ist ein eindeutiger Zusammenhang der gefundenen Schäden mit den durchgeführten Bohrarbeiten in der Regel nicht nachweisbar. Es ist nicht bekannt, wie sich die am Schlagbohrmeißel erzeugten Vibrationswellen im Untergrund ausbreiten und ob und unter welchen Bedingungen sie tatsächlich zu Gebäudeschäden führen können.

Um sowohl Hauseigentümern als auch Bohrunternehmen Sicherheit zu geben, wurde das Projekt SMART-Drilling konzipiert, im Rahmen dessen eine Sensorik und eine Steuerung entwickelt werden soll, die es gestattet, kritische dynamische Situationen rechtzeitig zu erkennen und die Bohrparameter so zu beeinflussen bzw. zu steuern, dass keine schädigenden

dynamischen Beanspruchungen an den umliegenden Gebäuden auftreten können. Durch die Nutzung des Systems sollen Bohrunternehmen in die Lage versetzt werden, Bohrungen in eng bebauten Gebieten zu realisieren, sämtliche Maschinenparameter und Gebäudeschwingungen sicher messtechnisch zu erfassen und zu dokumentieren und das Bohrgerät so zu steuern, dass Gebäudeschäden vermieden werden.

Als Projektpartner konnte die Fa. Bohrmaus GmbH aus Hilbersdorf gewonnen werden. Im Bereich Sensorentwicklung und Messtechnik werden die Arbeiten von der Fa. IfU Privates Institut für Umweltanalysen unterstützt. Die Projektlaufzeit ist von 12/2024 bis 11/2026 geplant. Die Finanzierung erfolgt über die SAB aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie durch das Land Sachsen.

### Forschungs- und Entwicklungszielstellungen

Um kritische Gebäudeerschütterungen zu vermeiden, sind zunächst charakteristische Vibrationen oberflächennaher Geothermiebohrungen mit Umgebungsbebauung (Abb. 2) sensorisch in Testkampagnen zu erfassen und zu analysieren. Dabei sind die Zeit- und Frequenzverläufe des schwingungsfähigen Systems aus Bohrgerät-Bohrplatz-Gebäude zu bestimmen.

Somit werden Messungen an der Erregerquelle Bohrgerät mit Imlochhammer, am/im Boden als Resonator und dem Gebäude als weiterem Resonator erforderlich. Das Forschungsprojekt sieht dazu vor, einen Körperschallsensor mit Datenübertragungsmodul am Bohrgerät sowie Messtangen bzw. Messköpfe zur Anbringung im

Maschinenumfeld und am/im Gebäude zu entwickeln und zu installieren. Der Projektantrag fokussierte dabei auf die Erfassung von 3D-Beschleunigungen.

Zu Beginn der Projektbearbeitung erfolgte eine Recherche in themenspezifischer Literatur (wie bspw. in /Her-22/, /Zie-22/, /Zie-25/) und in aktuellen Normschriften (wie z. B. in /Din-16/, /Din-24/, /Din-25/). Dabei wurden viele vibrationslastige Bautätigkeiten (wie Baggerbetrieb mit Hydraulikhammer im Abbruchbereich, Verdichtungsarbeiten im Straßenbau, Spezialtiefbauarbeiten zum Pfahlrammen oder Spundwandbau usw.), Sprengarbeiten oder auch Bauwerksdynamiken im Umfeld ober- und unterirdischer Schienenfahrzeuge adressiert. Zudem wurden Orientierungen zum Messaufbau festgehalten. Bspw. fasst die DIN 4150-3 (/Din-16/) Anhaltswerte zur Frequenz und Schwinggeschwindigkeit für unterschiedliche Gebäudearten (gewerblich genutzte Gebäude, Wohngebäude, denkmalgeschützte Gebäude) zusammen. Explizite Aussagen zu Bohrarbeiten für oberflächennahe Geothermiebohrungen konnten dabei nicht gefunden werden.

Hier liegt zugleich der Fokus des Forschungsprojekts mit den Tätigkeiten: messtechnische Analyse, Ableitung von Zusammenhängen bis hin zur perspektivischen Entwicklung von Überwachungsalgorithmen zur Vermeidung von destruktiven Gebäudeerschütterungen bei oberflächennahen Geothermiebohrungen.

Die Bohrungen können dabei mit einem Bohrgerät wie dem WiBOS oder im Parallelbetrieb mehrerer Bohrgeräte realisiert werden. Darüber hinaus können auch weitere Vibrationsverursacher und Erregerquellen (wie andere Schlagbohrungen im



Abb. 1: Oberflächennahe Geothermiebohrungen in Gebäudenähe (linkes Foto aus /Stü-25/)

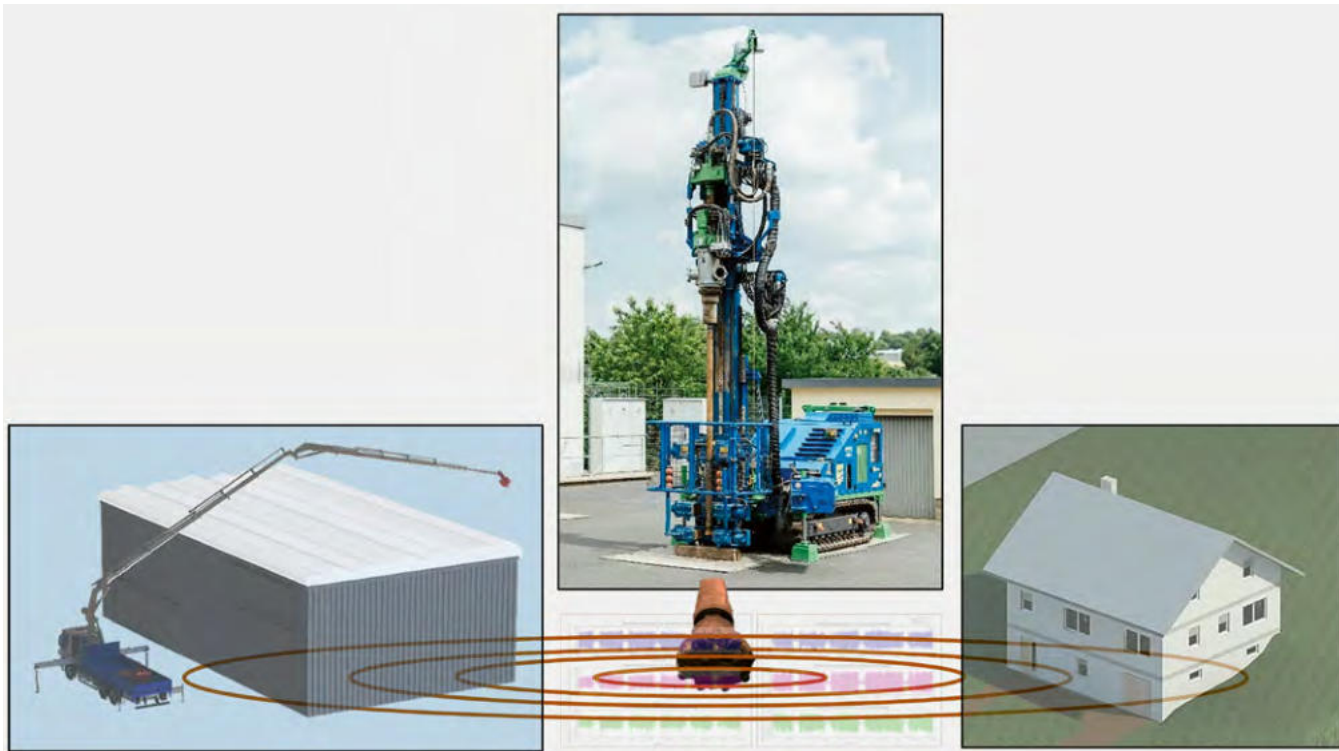


Abb. 2: Bohrprozessvibrationen auf Industriebauten (links) und Wohngebäude (rechts)

am Gebäude im Zuge von Gebäudesanierungen oder beim Gerüstbau, Kompressoren, Betrieb von Lkw oder Baumaschinen, angrenzender Straßenverkehr u. a.) auf einem Bohrplatz mit Bestandsbebauung vorhanden sein, die bei der Messdatenerfassung und -verarbeitung zu bedenken sind.

### Wissenschaftliches Universalbohrgerät WiBOS

Das Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau (IBF) verfügt für Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten über das Universalbohrgerät WiBOS (Abb. 3). Das Akronym steht für Wissenschaftliches Bohren in Sachsen. Das WiBOS wird vom IBF in Kooperation mit zertifizierten Bohrunternehmen betrieben. Für verschiedenste Forschungsprojekte werden Bohrungen in Freiberg und Umgebung sowie in ganz Sachsen abgeteuft und ausgewertet.

Das Universalbohrgerät des italienischen Herstellers Comacchio, Typ GEO 602GT HT, wurde 2018 angeschafft. Die speziell für wissenschaftliche Zwecke installierte Messtechnik am WiBOS stammt von der französischen Fa. Jean-Lutz SA. Für die Anwendung von druckluftbetriebenen Schlagbohrhämmern steht ein Schraubenkompressor CompAir C 200 TS-24 (300 PS bzw. ca. 220 kW, 20 Nm<sup>3</sup>/min bei 24 bar) zur Verfügung, für den Einsatz von Flüssigspülsystemen eine Exzentrerschneckenpumpe

Bellin NG 800 L/P5 (250 l/min, 20 bar). Das Bohrgerät hat eine Eigenmasse von 11 t und bewegt sich auf Ketten. Es hat keine Straßenzulassung.

Das Bohrgerät wurde so konfiguriert, dass es universell einsetzbar ist. Es verfügt über zwei Kraftdrehköpfe. Damit sind Drehzahlen bis 140 min<sup>-1</sup> und Drehmomente bis 24 kNm möglich. Die maximale Vorschubkraft beträgt 65 kN, die maximale Rückzugskraft 95 kN. Es können sowohl Dreh- und Kernbohrwerkzeuge eingesetzt werden als auch Bohrhämmer und Bohrschnecken. In Abhängigkeit vom Bohrverfahren und dem Bohrlochdurchmesser können Bohrungen bis zu ca. 200 m Tiefe abgeteuft werden. Der Durchmesser der eingesetzten Werkzeuge kann zwischen 45 mm und 360 mm variieren. Somit ist das Bohrgerät für eine Vielzahl von Anwendungen von Geothermie- über Pegel-, Brunnen- und Erkundungsbohrungen bis hin zu Werkzeug- und Prototypentests einsetzbar.

Der Hauptrahmen inklusive Hydraulikpumpen und Motoreinheit sowie der Mast sind auf dem Unterwagen mit Ketten montiert. Der Antrieb erfolgt dieselhydraulisch und besteht aus einem Deutz Dieselmotor mit 115 kW (154 PS), einer Axialkolben-Verstellpumpe für den Drehantrieb, die Axialkraft, den Raupenantrieb, die Winde etc. und einer Zahnradpumpe für Hilfsfunktionen. Während der Bohrung wird der Hauptrahmen auf hydraulisch

ausfahrbaren Füßen nivelliert und die Maschine ausgehoben, um lotrecht zu bohren.

Die Bedienung aller Funktionen erfolgt von einem Steuerstand, der an einem Schwenkarm an der Maschine angebracht ist. Das Verfahren der Maschine kann zudem per Fernsteuerung erfolgen. Mittels Hydraulikventilen kann der Vorschub/ Rückhub, sowie die Strangdrehzahl eingestellt werden. Am Steuerstand ist auch das Panel (Bedienerdialog) des Datenerfassungssystems der Fa. Jean-Lutz SA installiert. Das Spülungssystem (Luft, Wasser o. ä.) wird direkt über ein in der Zuleitung installiertes Ventil eingestellt.

### Erste experimentelle Analysen und Feldtests

In den ersten Projektmonaten wurden in Freiberg und Umgebung erste messtechnische Analysen in Testkampagnen durchgeführt. Neben versuchsplatzähnlichen Tests auf dem Firmengelände der Fa. Bohrmaus GmbH in Hilbersdorf wurden Bohrungen auf dem Gelände der TU Bergakademie Freiberg und in Halsbrücke vom IBF begleitet. Beispielsweise wurden in der Testkampagne auf einem Geothermie-Bauplatz in Halsbrücke (Abb. 4) am WiBOS zusätzlich zu den Jean-Lutz-Daten (wie bspw. Teufe, Gestängedrehzahl, Andruck, Drehmoment sowie Spülungsdruck und -volumenstrom) die 3D-Beschleunigungsverläufe hinsichtlich





Abb. 3: Wissenschaftliches Universalbohrgerät WiBOS

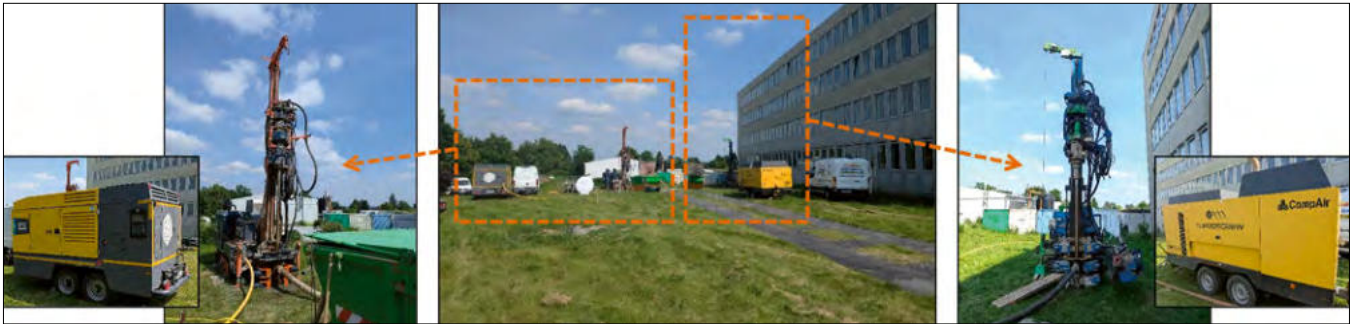


Abb. 4: Zwei Bohrgeräte mit Kompressoren im Parallelbetrieb (links RB8, rechts WiBOS)

Beschleunigungsspitzen (Peaks) und den RMS-Werten (Root-Mean-Square-Werten) analysiert. Bei diesem Versuch waren mehrere Geothermiebohrungen bis 200 Meter im Freiburger Gneis abzuteufen. Dabei kam neben dem WiBOS zusätzlich ein zweites Bohrgerät (Bauer Prakla RB8) der Fa. Bohrmaus zum Einsatz. Die Auswertung von Messdaten erfolgte mit Matlab.

In Tabelle 1 sind die Peak- und RMS-Werte an den zwei Messpositionen (Kraftdrehkopf KDK und Preventer, siehe Abb. 5) am WiBOS zusammengefasst. Die y-Achse entspricht dabei der Bohrrichtung. Eine FFT-Analyse für den Frequenzbereich zeigt dominante Frequenzen im Bereich von 19 bis 22 Hertz in Bohrrichtung. Diese Frequenzen wurden auch von einem im Maschinenumfeld positionierten Geophon bestätigt.

Zum Vergleich wurden auch die Daten des zweiten Bohrgeräts (Bauer Prakla RB8) auf diesem Baufeld ausgewertet (Tab. 2). Dieses Bohrgerät wurde mit einem

leistungsstärkeren Kompressor Atlas Copco Drillair X28 Stage (max. 30 bar; 28,7 m³; 369 kW) betrieben. Neben den gezeigten Beschleunigungswerten konnten sowohl

Tab. 1: Überblick gemessene 3D-Beschleunigungen am WiBOS

Bohrgerät WiBOS	Peak (negativ) in m/s²		Peak (positiv) in m/s²		RMS in m/s²	
	Pos. 1 (KDK)	Pos. 2 (Prev.)	Pos. 1 (KDK)	Pos. 2 (Prev.)	Pos. 1 (KDK)	Pos. 2 (Prev.)
x-Richtung	-119,52	-7,38	148,32	6,35	10,99	0,96
y-Richtung	-151,36	-30,60	153,06	9,12	12,59	10,87
z-Richtung	-103,39	-8,59	158,37	9,73	6,56	2,25

Tab. 2: Überblick gemessene 3D-Beschleunigungen am RB8

Bohrgerät RB8	Peak (negativ) in m/s²		Peak (positiv) in m/s²		RMS in m/s²	
	Pos. 1 (KDK)	Pos. 2 (Prev.)	Pos. 1 (KDK)	Pos. 2 (Prev.)	Pos. 1 (KDK)	Pos. 2 (Prev.)
x-Richtung	-143,73	-52,57	141,72	43,88	27,00	11,87
y-Richtung	-146,20	-42,44	144,11	59,78	28,90	10,71
z-Richtung	-149,34	-16,71	152,40	21,58	15,76	1,96



Abb. 5: Messpositionen am WiBOS, Jean-Lutz-Dialog und Umfeldsensorik

auf der Maschine als auch im Umfeld dominante Frequenzen in Bohrrichtung zwischen 42 und 46 Hertz bestimmt werden. Beide Bohrgeräte wurden mit einem 5-Zoll-Imlochhammer betrieben.

### Zusammenfassung, Ausblick und Danksagung

In der ersten Projektphase (bis zum Redaktionsschluss dieser ACAMONTA-Ausgabe Ende Juli 2025) konnten verschiedene Testkampagnen mit Messungen auf dem Bohrgerät und im Maschinenumfeld durchgeführt werden. Diese Kampagnen sind planmäßig in der Zukunft zu erweitern und die Analysen im Umfeld bis hin zu Messungen im/am Gebäude zu intensivieren.

Mit den dabei erfassten Messdaten wird sich analysieren lassen, in welcher Form die Detektion im realen Baubetrieb möglich sein wird und welche Algorithmen zur Bedienersignalisierung (bspw. in visuellen Ampelanzeigen oder akustischen Warnsystemen) umsetzbar sind. Folglich werden dann auch Aussagen möglich sein, ob perspektivisch auch (teil-)

automatisierte Steuerungseingriffe in den Bohrprozess möglich sind.

In jedem Fall leistet das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben einen wichtigen Beitrag zum sicheren Bohrbetrieb mit erhöhter Kundenakzeptanz der unvermeidbaren aus dem Bohrprozess resultierenden Vibrationen und Gebäudeerschütterungen.

In diesem Zusammenhang danken wir der SAB für die Finanzierung dieses Projekts und unseren Partnern, der Bohrmaus GmbH und der IfU GmbH Privates Institut für Umweltanalysen, für die gute Zusammenarbeit bei der Durchführung der Projekteinhalte – Glück auf!

#### Literatur:

/Hof-24/ Hofmann, K.: Oberflächennahe Geothermie. Erdwärmeanlagen in Sachsen (kumulative jährliche Entwicklung und Verteilung der Anlagentypen). Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, abgerufen unter <https://www.geologie.sachsen.de/oberflaechennahe-geothermie-27222.html> am 09.07.2025, 2025

/Din-16/ DIN 4150-3:2016-12: Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Berlin, Deutsches Institut für Normung e. V., 2016

/Din-24/ DIN EN 12063:2024-09: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Spundwandkonstruktionen; Deutsche Fassung EN 12063:2024. Berlin, Deutsches Institut für Normung e. V., 2024

/Din-25/ DIN 45669-2:2025-02: Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 2: Messverfahren. Berlin, Deutsches Institut für Normung e. V., 2025

/Her-22/ Herrmann R. A.; Lauber, T.: GEOMESSTECHNIK – Anwendungen in der Geotechnik. 2.6 Erschütterungsmessungen nach DIN 4150 – Teil 3. In: Heft 15/2023, ISSN 1868-6613, Siegener Symposium für Geomesstechnik. Aktuelle und zukünftige Herausforderungen – vom Vier-Augen-Prinzip zur KI. Mitteilungen des Forschungsinstituts Wasser und Umwelt der Universität Siegen, abgerufen unter [https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/geo/symposium\\_geomesstechnik/symposium\\_fuer\\_geomesstechnik\\_opus.pdf](https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/geo/symposium_geomesstechnik/symposium_fuer_geomesstechnik_opus.pdf) am 09.07.2025, 2025

/Stü-25/ Stübler, R.: Erdwärme/Geothermie Bildmaterial der Bohrmaus GmbH, Installation Wärmepumpe, abgerufen unter <https://www.bohrmaus.de/erdwaerme-geothermie/#gallery-3html> am 09.07.2025, 2025

/Zie-22/ Ziegler, A.; Gsell, D.; Birchmeier, M.: Bauwerksdynamik und Erschütterungsmessungen. 2. Auflage. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2022

/Zie-25/ Ziegler, A. et al.: baidynamik und messung. ZC Ziegler Consultants AG, abgerufen unter <https://zcag.ch/> am 09.07.2025, 2025

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen des Vorhabens „Online-sensorgesteuerte geothermische Bohrungen“ (Projekt-Nr. 100731944) in der EFRE - FuE Verbundprojektförderung.



Kofinanziert von der Europäischen Union



Freistaat SACHSEN

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

1 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau, Agricolastraße 22, 09599 Freiberg,

Kontakt: Thomas.Zinke@iart.tu-freiberg.de



# Forensik – Gegenwart und Zukunft der Wissenschaft der Verbrechensaufklärung

## Die Rolle der Digitalen Forensik bei der Verbrechensaufklärung

Dirk Labudde<sup>1</sup>

**Redaktionelle Vorbemerkung:**

Die Professoren Dirk Labudde und Thomas Villmann von der Hochschule Mittweida sind seit Dezember 2024 kooptierte Professoren der Fakultät für Mathematik und Informatik an der TU Bergakademie Freiberg. Sie dürfen damit Promotionen an der Freiburger Universität betreuen. Als eine der ersten sächsischen Universitäten nutzte die TU BAF damit die Möglichkeiten im Rahmen des neuen Hochschulgesetzes vom Mai 2023, nachdem am 28. November durch die Landesrektorenkonferenz ein Kriterienkatalog verabschiedet wurde, der die Voraussetzungen für Kooptationen von Lehrenden von Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) an Universitäten festlegt. Professor Dirk Labudde ist Experte für digitale Forensik und leitet das Lernlabor Cybersicherheit der Hochschule Mittweida.

Die Digitale Forensik spielt eine zentrale Rolle bei der Aufklärung moderner Verbrechen. Sie ermöglicht es, digitale Spuren zu sichern, auszuwerten und als Beweismittel in Ermittlungsverfahren und Gerichtsprozessen zu nutzen. Digitale Forensik (auch Computer-Forensik genannt) beschäftigt sich mit der Identifikation, Sicherung, Analyse und Präsentation digitaler Beweismittel. Dies betrifft Daten aus Computern, Smartphones, Netzwerken, Cloud-Systemen, IoT-Geräten und anderen digitalen Medien. Typische Einsatzgebiete sind im Bereich Cybercrime-Ermittlung (z. B. Hacking, Betrug, Ransomware), Datendiebstahl und Wirtschaftsspionage und die Aufklärung klassischer Straftaten mit digitalen Spuren (z. B. Kommunikation über Smartphones, GPS-Daten, Überwachungsvideos). Die Digitale Forensik ist heute integraler Bestandteil der kriminalistischen Ermittlungsarbeit und unverzichtbarer Bestandteil der modernen Verbrechensaufklärung. Sie unterstützt die Polizei, Staatsanwaltschaft und andere Sicherheitsbehörden auf mehreren Ebenen.

Die erste und wichtigste Aufgabe der digitalen Forensik besteht in der gerichtsfesten Sicherung von digitalen Beweismitteln. Um sicherzustellen, dass Beweise unverändert bleiben und vor Manipulationen geschützt sind, werden sogenannte forensische Kopien von Datenträgern wie Festplatten, Smartphones oder

anderen Speichermedien erstellt. Diese exakten Abbilder garantieren, dass alle Daten einschließlich gelöschter und versteckter Informationen vollständig erfasst werden. Ein zentrales Prinzip der Beweissicherung ist die Arbeit ohne Veränderung der Originaldaten. Dies wird durch den Einsatz von sogenannten Write-Blockern sichergestellt, die verhindern, dass bei der Auswertung Daten versehentlich verändert werden. Zur Gewährleistung der Datenintegrität werden zudem Hash-Werte berechnet. Diese digitalen Fingerabdrücke dienen dazu, jederzeit den Nachweis zu erbringen, dass das Beweismaterial unverändert geblieben ist. Alle Schritte der Sicherung und Analyse werden in gerichtsfesten Protokollen dokumentiert. Ein weiterer Schwerpunkt der digitalen Forensik liegt in der Rekonstruktion des Tatgeschehens. Durch die Analyse von Log-Dateien, E-Mail-Kommunikation und Chat-Verläufen kann nachvollzogen werden, wann und wie bestimmte Handlungen stattgefunden haben. Besonders relevant ist hierbei die Wiederherstellung gelöschter Dateien, die Täter möglicherweise zu verbergen versuchen.

Digitale Forensiker untersuchen auch Zeitstempel und Zugriffshistorien – so lassen sich Tatzeiten rekonstruieren und Täter- sowie Opferverhalten nachvollziehen. Diese Informationen sind oft entscheidend, um einen Tathergang präzise zu rekonstruieren.

Ein weiterer wesentlicher Aufgabenbereich der digitalen Forensik ist die Identifikation von Tätern und die Verknüpfung

mit digitalen Spuren. Dazu werden IP-Adressen, MAC-Adressen und Geräteerkennung analysiert, um festzustellen, wer wann und mit welchem Gerät auf bestimmte Systeme oder Daten zugegriffen hat. Ebenso wichtig ist die Auswertung von Metadaten. Hierzu zählen unter anderem Geoinformationen wie GPS-Daten aus Smartphones oder WLAN-Log-Dateien, die eine Ortung von Personen oder Geräten ermöglichen. Diese Informationen helfen dabei, Tatverdächtige mit konkreten Handlungen oder Aufenthaltsorten in Verbindung zu bringen.

Trotz der vielen Möglichkeiten stößt die Digitale Forensik auch an Grenzen. Zu den wichtigsten Herausforderungen zählt die schiere Datenmenge. Die Auswertung großer Datenbestände erfordert spezialisierte Tools und Fachkenntnisse. Die Analyse kann sehr zeit- und ressourcenintensiv sein. Ein weiteres Problem stellt die Verschlüsselung dar. Moderne Verschlüsselungsverfahren erschweren den Zugriff auf Inhalte erheblich.

Schließlich ist die Rechtskonformität ein entscheidender Aspekt der digitalen Forensik. Alle Maßnahmen müssen im Einklang mit geltenden Datenschutzgesetzen sowie der Strafprozessordnung erfolgen. Ein Verstoß gegen diese Vorgaben kann dazu führen, dass Beweise vor Gericht nicht verwertbar sind.

Die Digitale Forensik ist heutzutage bei fast jedem Ermittlungsverfahren relevant – selbst bei klassischen Delikten wie Betrug, Erpressung oder Mord, da digitale Geräte allgegenwärtig sind. Sie

**Tab. 1** zeigt einen Ausschnitt für den Einsatz digitaler Spuren in den verschiedensten Deliktbereichen.

Smartphone-Forensik	Anruflisten, Nachrichten, Fotos, Standortdaten (z. B. aus GPS oder WLAN-Logs)
Fitnesstracker	Bewegungsmuster von Opfern und/ oder Tätern
Videoüberwachung	Sicherung und Analyse von Kameraaufnahmen zur Analyse des Tathergangs
Internetnutzung	Recherchen zu Tatmethoden oder -orten können nachvollzogen werden
Smart Home Logs	Türöffnung per App, Bewegungsmelder
Messenger-Auswertungen	Chatverläufe als Beweismittel



ist Schlüsseltechnologie der modernen Kriminalistik.

### Digitale Forensik bei klassischen Delikten – Eine gesamtheitliche Herangehensweise

Nicht nur Cybercrime-Fälle profitieren von der Digitalen Forensik. Auch bei klassischen Straftaten – also den sogenannten „analogen Verbrechen“ – spielt sie eine immer größere Rolle. In der Tabelle 1 sind Beispiele für den Einsatz dargestellt.

Die Ermittlungsbehörden benutzen die digitale Forensik bei klassischen Straftaten zur: Ermittlung von Tatmotiven, Rekonstruktion des Tatablaufs, Aufdeckung von Alibis und Falschaussagen und zur Feststellung von Mittätern oder Kontaktpersonen.

### Die Wissenschaftliche Grundlage der Forensik

Das wohl wichtigste Prinzip der Forensik ist das Locard'sche Austauschprinzip. Das Locard'sche Austauschprinzip ist ein Grundpfeiler der modernen Forensik und lautet sinngemäß: „Jeder Kontakt hinterlässt eine Spur.“

Das Locard'sche Austauschprinzip besagt, dass bei jedem Kontakt zwischen zwei Objekten, Personen oder einem Objekt und einer Person ein gegenseitiger Austausch von materiellen und digitalen Spuren erfolgt.

Das Locard'sche Prinzip bildet die Grundlage für die Spurensicherung, die anschließende Tatortarbeit und Rekonstruktion von Tathergängen. Somit vermittelt es den Kontakt zwischen Täter, Tatort, Opfer und Objekten. Die Abbildung 1 verdeutlicht die Integration eines digitalen Tatortes in den realen Tatort. So ist der dargestellte PC ein digitaler Tatort mit digitalen Spuren, der in der realen Welt, am physischen Tatort verortet ist. Das simultane Verständnis dieser Orte ermöglicht eine gesamtheitliche Spurenanalyse und die Gewinnung der erforderlichen Informationen für eine moderne Ermittlung. Das Locard'sche Austauschprinzip ist eines der wichtigsten theoretischen Fundamente der Kriminalistik und der Forensik. Es führt zu der Annahme, dass kein Verbrechen spurlos bleibt, sofern die richtigen Methoden zur Spurensuche und -sicherung, sowie zur Analyse und Informationsgewinnung angewendet werden.

Zitat von Locard: „Es ist unmöglich, eine kriminelle Handlung auszuführen, ohne Spuren zu hinterlassen – physisch oder psychologisch.“

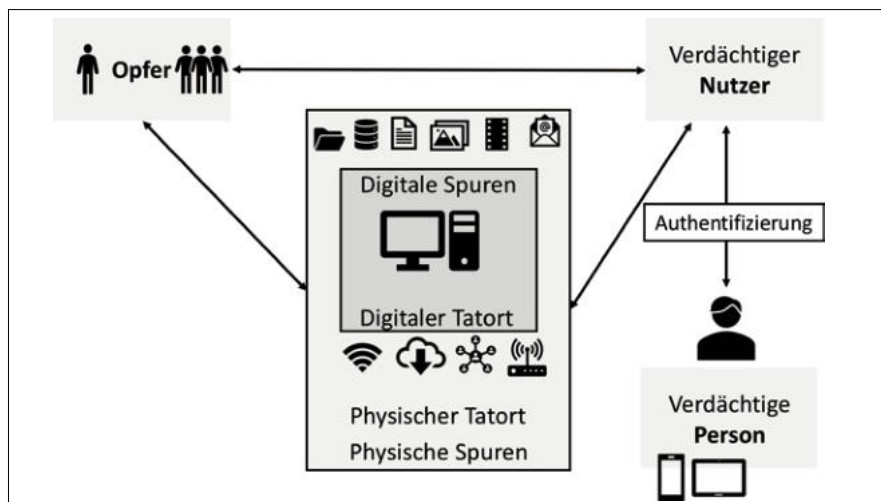


Abb. 1: Zusammenhang digitaler und realer Tatort auf Grundlage des Locard'schen Prinzips über die Verortung digitaler Geräte (Quelle: Povalej et al. 2021)

Im Wesentlichen geht es um die Suche und Interpretation von Übertragungsmustern. In der Forensik bezeichnet der Begriff Muster eine wiedererkennbare, systematische Struktur oder Anordnung von Spuren, Daten oder Verhaltensweisen, die einer bestimmten Ursache oder einem bestimmten Ereignis zugeordnet werden kann. Muster sind zentrale Analyseeinheiten, um Zusammenhänge zu erkennen, Spuren zu interpretieren und Hypothesen zu überprüfen. Eines der bekanntesten forensischen Muster ist das Blutspritzmuster (Becker et al. 2021 und Bergmann, Labudde 2023).

### Moderne Forensik und künstliche Intelligenz

Die künstliche Intelligenz entwickelt sich zu einem wichtigen Werkzeug in allen Bereichen des Lebens. Auch die forensische Wissenschaft kann davon profitieren. Die digitale Forensik ist ein sich stark entwickelnder Teilbereich der Forensik, der immer mehr an Bedeutung gewinnt und die intelligente Analyse riesiger Mengen sehr komplexer Datensätze erfordert. KI ist daher ein idealer Ansatz, um die komplexen Probleme zu lösen, die derzeit in der digitalen und analogen Forensik bestehen. Künstliche Intelligenz kann in der Forensik auf vielfältige Weise eingesetzt werden, um Ermittlungsprozesse zu beschleunigen und zu präzisieren. In der Bild- und Videoanalyse spielt KI eine zentrale Rolle, etwa bei der Identifikation von Personen durch Gesichtserkennung oder der Analyse von Bewegungsmustern. In der Stimm- und Sprachforensik helfen KI-gestützte Systeme dabei, Sprachmuster zu untersuchen, um Sprecher zu identifizieren

oder Manipulationen an Audioaufnahmen zu erkennen.

Gerade die Verbesserung von Bild- oder Videomaterial ist prädestiniert für den Einsatz intelligenter Methoden. Oft stammt das zu analysierende Material von Überwachungskameras, die sich in der Nähe des Tatorts befinden, wobei der interessierende Bereich nur einen kleinen Teil des Bildes einnimmt. Eine unbegrenzte Vergrößerung von Bildsegmenten ist nicht möglich, da die Auflösung eines Bildes die Menge der darstellbaren Informationen festlegt. Superresolutionsverfahren können in diesem Zusammenhang genutzt werden, um Bilder mit niedriger Auflösung zu verbessern. Dabei ist jedoch zu beachten, dass keine neuen Informationen hinzugefügt werden, sondern lediglich vorhandene Informationen (durch Interpolation) vervollständigt und Füllwerte geschätzt werden. Zwei häufig verwendete Arten von Superresolutionsverfahren sind die einfache Interpolation und Methoden, die unter dem Begriff „digitale neuronale Bildverbesserungstechnologien“ zusammengefasst werden. Letztere Technologien steigern nicht nur die Auflösung, sondern integrieren auch zusätzliche Bildvorverarbeitungsverfahren wie Rauschunterdrückung und Kontrastverstärkung. In der Abbildung 2 wird ein Beispiel präsentiert, welches aus einem realen Fall stammt. Durch eine Überwachungskamera, die sich in der Nähe des Tatorts einer versuchten Brandstiftung befand, wurde ein Tatverdächtiger (Person mit Hund) aufgezeichnet, welcher im Originalframe (oben) detektiert ist. Die Ausschnitte (a-e) zeigen die Ergebnisse unterschiedlicher Superresolutionsverfahren (Fadnavis 2014, Patel 2013).

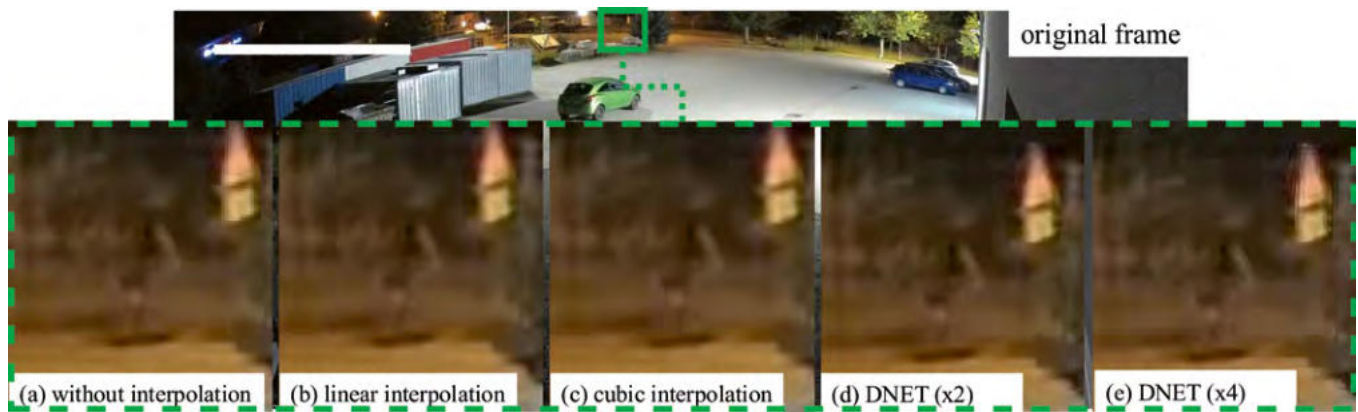


Abb. 2: Ergebnisse verschiedener Superresolutionsverfahren eines Originalframes (Quelle: Preuß und Labudde 2022)

Digitale neuronale Bildverbesserungstechnologien basieren auf maschinellem Lernen. Diese Systeme erhöhen die Auflösung, indem sie anhand von Trainingsdatensätzen lernen, welche Informationen zwischen den umgebenden Punkten generiert werden sollen. Die Methode berechnet auf Grundlage der gelernten Daten die wahrscheinlichsten Gewichtungen für die umgebenden Pixelwerte. Im Gegensatz zu herkömmlichen Interpolationsmethoden besteht bei diesen neuronalen Ansätzen die Möglichkeit, Informationen zu erzeugen, die ursprünglich nicht im Bild enthalten waren. Ein neuronales Netzwerk, das beispielsweise auf Gesichter trainiert wurde, könnte ein Muttermal auf einem Gesicht hinzufügen, auch wenn dort tatsächlich keines vorhanden ist, da das Modell aufgrund der trainierten Daten davon ausgeht, dass es wahrscheinlich ist, ein solches Merkmal zu finden.

Stacking ist eine weitere Technik, um die visuelle Qualität zu verbessern, wenn mehrere Bilder derselben Szene oder desselben Objekts vorliegen. Dabei wird zwischen Focus-Stacking und temporal Stacking unterschieden. Beim Focus-Stacking werden Bilder mit unterschiedlichen Schärfenzonen zu einem einzigen Bild mit größerer Schärfentiefe kombiniert (Knop 2019). Temporal Stacking hingegen

dient unter anderem dazu, das Bildrauschen zu reduzieren (Atanasov 2013) und überlappende Bildinformationen zusammenzuführen, indem mehrere Frames übereinandergelegt werden (Preuß und Labudde 2022).

In der Abbildung 3 wird exemplarisch der Prozess des Stackings dargestellt. Als Referenzbild diente ein Transporter, der von einer Überwachungskamera an einer örtlichen Tankstelle aufgenommen wurde (a). Das Bild (b) wurde von sechs aufgestellten Frames des Transporters gestapelt, die an den markanten Schlüsselpunkten des Transporters ausgerichtet wurden. Das Bild (c) zeigt das Vergleichsfahrzeug. Die roten und orangefarbenen Kreise symbolisieren die individuellen Merkmale für die Korrespondenzanalyse. Das Stacking ist jedoch nur dann anwendbar, wenn ausreichend variables Material zur Verfügung steht.

Ein weiterer Anwendungsbereich ist die Tatortanalyse, bei der KI beispielsweise Fingerabdrücke oder Blutspuren automatisch klassifizieren und auswerten könnte. Zudem wird KI in der digitalen Forensik eingesetzt, um große Datenmengen aus Smartphones, Computern oder Cloud-Diensten effizient nach relevanten Inhalten zu durchsuchen. Darüber hinaus können intelligente Systeme Verhaltensmuster

von Tätern oder Tätergruppierungen analysieren. Schließlich kommt KI auch bei Simulationen von Tatabläufen oder der Analyse von Verletzungsmustern zum Einsatz, um die Rekonstruktion zu unterstützen.

Galante et al. (2023) beschreiben den Einsatz von KI in vielen forensischen Disziplinen, darunter forensische Anthropologie, Odontologie, Pathologie und Genetik. Der Artikel diskutiert sowohl Chancen als auch Einschränkungen. Ahmed Alaa El-Din (2022) gibt einen Überblick über aktuelle und zukünftige KI-Anwendungen in der forensischen Wissenschaft, z. B. bei der Rekonstruktion von Tatorten, in der digitalen Forensik und der Bildanalyse. Ketsekioulafis et al. (2024) bieten eine systematische Übersicht über bisherige und aktuelle Anwendungen von KI in der Forensik.

### Die Zukunft der Verbrechensaufklärung – der Digitale Zwilling und Künstliche Intelligenz

Ein Digitaler Zwilling ist in der Forensik ein datenbasiertes, virtuelles Modell eines Tatorts, einer Person, eines Objekts oder eines Geschehens, das mithilfe von Technologien wie 3D-Laserscanning, Photogrammetrie, Sensorik und Datenanalyse erstellt wird, um kriminalistisch

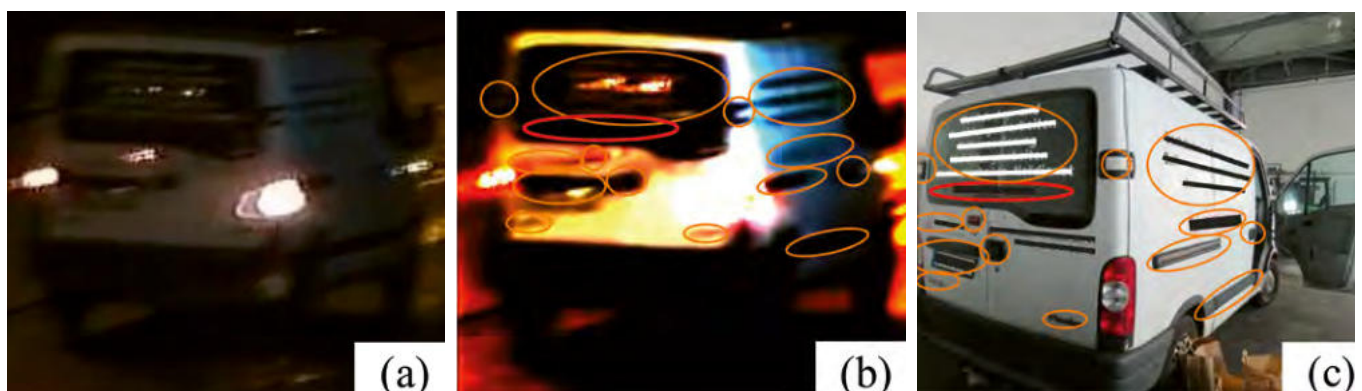


Abb. 3: Stacking (a): Referenzbild eines Transporters (Original), (b): 6 Frame Stapel (c): Bild des Vergleichstransporters (Quelle: Preuß und Labudde 2022)

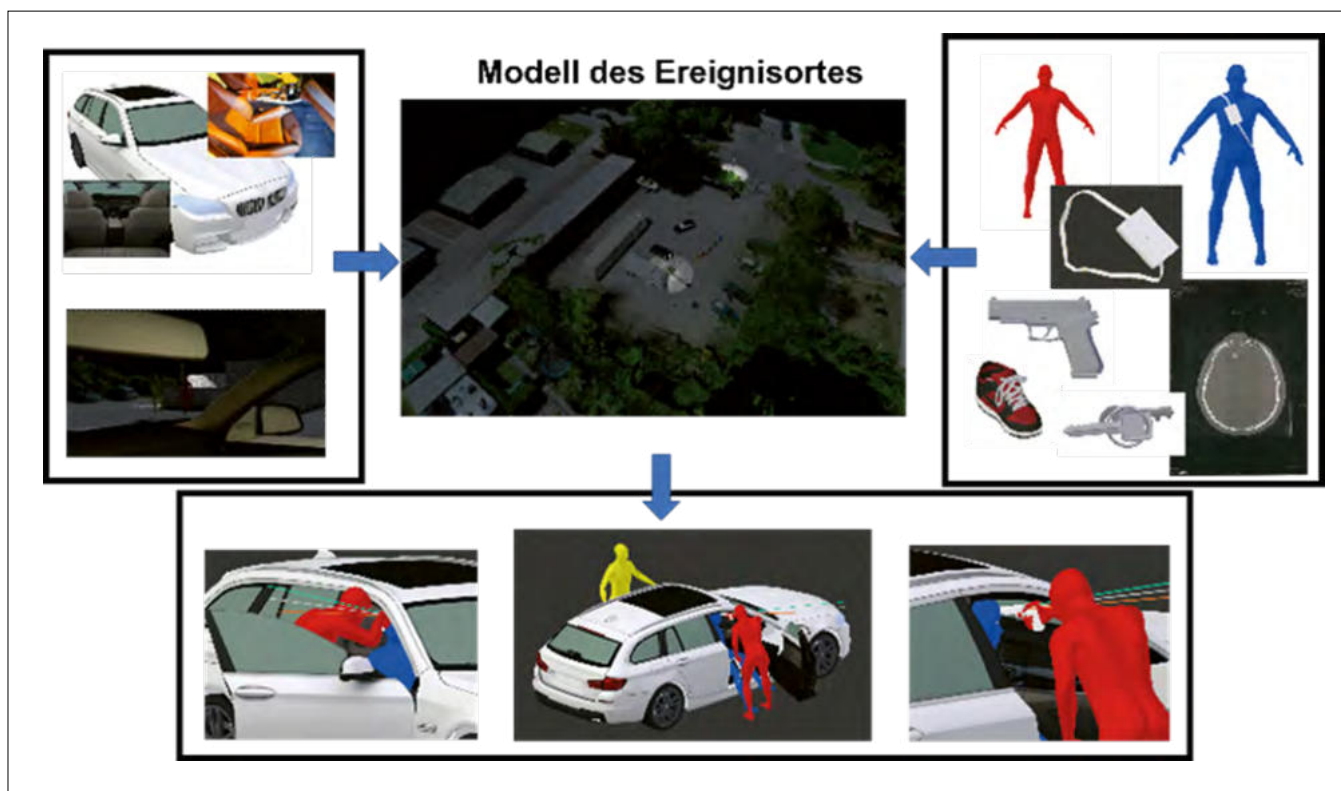


Abb. 4: Modell eines Ereignisortes und der Prozess der Integration der materiellen Spuren (Quelle: Anja Holzer et al. 2025)

relevante Sachverhalte digital zu rekonstruieren, zu dokumentieren, zu analysieren und gegebenenfalls interaktiv zu visualisieren. Der Digitale Zwilling in der Forensik ist ein innovatives Werkzeug, das die forensische Arbeit digital erweitert und neue Möglichkeiten für die Analyse, Dokumentation und Visualisierung eröffnet. Er stellt einen wesentlichen Bestandteil moderner kriminaltechnischer Methoden dar. Basierend auf 3D-Tatortmodellen können alle erfassten digitalen Daten und Spuren zusammen mit digitalisierten analogen Spuren in einem hypothesengetriebenen Prozess eingeordnet und auf ihre Plausibilität überprüft werden. In der Abbildung 4 ist ein 3D-Modell eines Tatorts dargestellt. Mit Hilfe des Modells und der integrierten Spuren konnte ein plausibler Tathergang abgeleitet und begutachtet werden.

### Herausforderungen und Gefahren durch den Einsatz von KI in Strafverfahren

Die Gefahren und Herausforderungen von KI in der Forensik liegen in möglichen Fehlentscheidungen durch fehlerhafte Algorithmen, in der mangelnden Transparenz der Systeme (Black Box) sowie in ethischen und rechtlichen Fragen zur Fairness, Nachvollziehbarkeit und dem Schutz persönlicher Daten. Der Einsatz von KI und 3D-Technologien in der forensischen Visualisierung bietet

einerseits erhebliche Chancen, andererseits aber auch gravierende Risiken. Eine zentrale Gefahr besteht in der Simplifizierung durch Abstrahierung: Komplexe Geschehensabläufe werden oft auf wenige Parameter reduziert, wodurch wichtige Details herausgefiltert werden können. Diese Vereinfachung kann dazu führen, dass ein verzerrtes oder zu stark vereinfachtes Bild der Realität entsteht. Hinzu kommt die Gefahr der Verzerrung und Verfälschung. KI-gestützte Visualisierungen oder 3D-Modelle basieren auf bestimmten Annahmen, die – bewusst oder unbewusst – bestimmte Aspekte priorisieren, beispielsweise Sichtachsen oder Bewegungsabläufe. Dies kann dazu führen, dass die tatsächlichen Ereignisse in der Darstellung verfälscht werden. Besonders kritisch ist hierbei, dass 3D-Modelle und KI-Visualisierungen oft eine scheinbare Objektivität und Überzeugungskraft ausstrahlen, selbst wenn sie auf hypothetischen oder lückenhaften Daten basieren.

Ein weiteres Problem ist die Emotionalisierung und Entemotionalisierung durch Visualisierungen. Farben, Formen und gestalterische Entscheidungen innerhalb der Modelle können beim Betrachter Emotionen wie Angst, Vertrauen oder Abwehr auslösen – häufig unbewusst. Bei der Verwendung von KI-generierten Körpermodellen, sogenannten Dummies,

spielen Mimik, Gestik oder Hautfarbe eine besondere Rolle, da sie emotionalisierende Effekte auf das Gericht und die Prozessbeteiligten haben können. Diese Aspekte sind vor allem im Strafprozess relevant, wo Objektivität und Unparteilichkeit oberstes Gebot sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass KI und 3D-Technologien wertvolle Werkzeuge für die Veranschaulichung komplexer Sachverhalte darstellen, jedoch gleichzeitig erhebliche Risiken bergen. Diese können nur durch Transparenz, eine kritische Reflexion der eingesetzten Methoden und eine strikte Trennung von Visualisierung und Bewertung reduziert werden. Visualisierungen dürfen nicht den Anschein der Wahrheit erwecken, sondern müssen neutral, sachlich und realitätsgetreu gestaltet sein. Entscheidend ist ein aktiver, kritischer Dialog zwischen den Sachverständigen, den KI-Entwicklern und dem Gericht, um eine verantwortungsvolle Nutzung dieser Technologien sicherzustellen (Anja Holzer et al., 2025).

### Literatur:

- Ahmed Alaa El-Din, E. (2022). Artificial intelligence in forensic science: invasion or revolution? *Egyptian Society of Clinical Toxicology Journal*, 10(2), 20–32. <https://doi.org/10.21608/esctj.2022.158178.1012>
- Holzer, A., Cornelius, K., Labudde, D. (2025). Die „Gefahren“ der Verwendung von 3D-Techniken im Strafverfahren. *Kriminalistik*, 79(3), 139–143.



- Atanasov, K., et al. (2013). Temporal image stacking for noise reduction and dynamic range improvement. In S. Kennedy et al. (Eds.), *Multimedia Content and Mobile Devices* (Proceedings of SPIE, Vol. 8666). Bellingham, WA: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE). <https://doi.org/10.1117/12.2008559>.
- Becker, S., Bergmann, T., Peldschus, S., Labudde, D. (2021). Hypothesis-driven case analysis in 3D-space as a support for forensic case-work. In *INFORMATIK 2021*, 835–846. Gesellschaft für Informatik. <https://doi.org/10.18420/informatik2021-071>
- Bergmann, T., Labudde, D. (2023). Forensic Analysis of Bloodstain Color. In *Advances in Colorimetry*.
- Dror, I.E., Cole, S.A. (2010). The vision in “blind” justice: Expert perception, judgment, and visual cognition in forensic pattern recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 161–167. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.2.161>
- Fadnavis, S. (2014). Image interpolation techniques in digital image processing: An overview. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 10, 70–73.
- Galante, N., Cotroneo, R., Furci, D., et al. (2023). Applications of artificial intelligence in forensic sciences: Current potential benefits, limitations and perspectives. *International Journal of Legal Medicine*, 137, 445–458. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02928-5>
- Ketsekioulafis, I., Filandrianos, G., Katsos, K., et al. (2024). Artificial Intelligence in Forensic Sciences: A Systematic Review of Past and Current Applications and Future Perspectives. *Cureus*, 16(9), e70363. <https://doi.org/10.7759/cureus.70363>
- Knop, D. (2019). Schärfentiefe nach Maß: „Focus Stacking“ in der Biologie. *Biologie in unserer Zeit*, 49(1), 48–57. <https://doi.org/10.1002/biuz.201910667>
- Patel, V., Mistree, K., Gopalbhai, C. (2013). A review on different image interpolation techniques for image enhancement. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(12), 129–133. <https://doi.org/10.15680/IJIRCE.2014.0212024>
- Povalej, R., Rittelmeier, H., Fährdrich, J., Berner, S., Labudde, D. (2021). Die Enkel von Locard – Analyse digitaler Spuren in der forensischen Informatik. *Informatik Spektrum*, 44(6), 403–409. <https://doi.org/10.1007/s00287-021-01384-2>
- Preuß, S., Labudde, D. (2022). A pipeline for analysing image and video material in a forensic context with intelligent systems. In *INFORMATIK 2022*, 109–118. Bonn: Gesellschaft für Informatik. [https://doi.org/10.18420/inf2022\\_09](https://doi.org/10.18420/inf2022_09)

1 Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida,  
Kontakt: labudde@hs-mittweida.de

# Satellitengestütztes Bodenbewegungsmonitoring

## Multisensor-Geomonitoring-Station auf der Halde des Forschungs- und Lehrbergwerks „Reiche Zeche“

André John<sup>1</sup>

### Einleitung

Die präzise und kontinuierliche Erfassung von Bodenbewegungen ist ein zentrales Anliegen moderner Geomonitoring-Ansätze, da sie essenzielle Grundlagen für Sicherheitsbewertungen, geotechnische Analysen und umweltbezogene Fragestellungen liefert. Besonders in Regionen mit bergbaulicher Vergangenheit oder aktiven geotechnischen Prozessen besteht ein erhöhtes Interesse an hochauflösender Überwachung der Erdoberfläche. In diesem Kontext hat das Institut für Markscheidewesen und Geodäsie der Technischen Universität Bergakademie Freiberg im Oktober 2023 eine Multisensor-Geomonitoring-Station auf der Halde des Forschungs- und Lehrbergwerks „Reiche Zeche“ installiert. Ziel ist es, durch die Kombination mehrerer Messverfahren ein integratives Bild lokaler Bodenbewegungen zu erhalten und die Station zugleich als Kalibrierungs- und Referenzpunkt für satellitengestützte Auswertungsverfahren wie der Radarinterferometrie zu etablieren.

Durch die Wahl des Standorts auf der Halde der „Reiche Zeche“ konnte die Geomonitoring-Station in das bereits etablierte geodätische Messnetz integriert werden und bietet dem Institut für Markscheidewesen und Geodäsie so ein reales Testfeld für die Anwendung und

Weiterentwicklung von innovativen Geomonitoring-Konzepten.

### Methoden des satellitengestützten Bodenbewegungsmonitorings

Die kontinuierliche Erfassung von Bodenbewegungen mittels Satelliten gehört mittlerweile zu den Standardmethoden des geodätischen Monitorings. Zwei sich ergänzende Technologien stehen dabei im Fokus der Multisensor-Geomonitoring-Station: die Radarinterferometrie (InSAR) und das Globale Navigationssatellitensystem (GNSS).

#### Radarinterferometrie (InSAR)

Ein zentrales Verfahren im satellitengestützten Bodenbewegungsmonitoring ist die Radarinterferometrie (InSAR, Interferometric Synthetic Aperture Radar). Dabei werden aus den Differenzen der Phaseninformationen zweier Radarbilder, die zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommen wurden, relative Bewegungen der Erdoberfläche berechnet. Durch die Auswertung kontinuierlich erstellter Aufnahmen können so zeitliche Veränderungen der Erdoberfläche, etwa durch Senkungen oder Hebungen, sehr exakt detektiert werden. Für präzise Ergebnisse ist es jedoch entscheidend, dass das Radarsignal über längere Zeiträume hinweg konsistent vom exakt selben Punkt

auf der Erdoberfläche reflektiert wird – dies setzt das Vorhandensein sogenannter kohärenter Streuzentren voraus. In urbanen Gebieten oder felsigem Gelände bieten Gebäude, Infrastruktur oder Gestein in der Regel ausreichend natürliche Reflektoren. In vegetationsreichen oder geologisch instabilen Zonen sind jedoch oftmals zusätzlich künstliche Reflektoren notwendig, um zuverlässige Messungen zu ermöglichen. Hierfür werden so genannte Corner-Reflektoren eingesetzt. Dabei handelt es sich um metallische Objekte mit definierten geometrischen Winkeln, die Radarwellen effizient zum Satelliten zurückstreuen. Im Markscheidewesen, Sonderdruck 1/ 2025 [1] wurden wesentlich Grundsätze der Nutzung der Radarinterferometrie zusammengefasst, um Interessierten, auch ohne vertiefte InSAR-Kenntnisse, die Technologie und deren Anwendung zu vermitteln.

#### Das Globale Navigationssatellitensystem (GNSS)

Das Globale Navigationssatellitensystem (GNSS, Global Navigation Satellite System) ist eine satellitengestützte Technologie zur präzisen Positions-, Zeit- und Geschwindigkeitsbestimmung. GNSS umfasst mehrere Systeme wie GPS (USA), Galileo (EU), GLONASS (Russland) und BeiDou (China). GNSS-Empfänger nutzen

Signale von mindestens vier Satelliten, um ihre Position dreidimensional (Länge, Breite, Höhe) zu berechnen. In der Geodäsie und Erdbeobachtung werden überwiegend hochpräzise GNSS-Empfänger eingesetzt, die durch Differenzverfahren (z. B. RTK - Real Time Kinematic oder PPP - Precise Point Positioning) Genauigkeiten im Millimeterbereich erreichen. Damit lassen sich auch kleinste Bodenbewegungen im Deformationsmonitoring zuverlässig erfassen. GNSS spielt eine zentrale Rolle in der Navigation, Vermessung, autonomen Mobilität sowie in der Kalibrierung von Messsystemen.

### Multisensor-Geomonitoring-Station: Aufbau und Funktion

Mit der Inbetriebnahme der Geomonitoring-Station auf der Halde des Forschungs- und Lehrbergwerks „Reiche Zeche“ wurde eine neue Möglichkeit geschaffen, kontinuierlich und hochgenau Bodenbewegungen wie Setzungen, Neigungen, Lage- und Höhendifferenzen zu erfassen. Hierfür kombiniert die Geomonitoring-Station vier wesentliche Messeinrichtungen bzw. -instrumente:

- Ein Doppel-Corner-Reflektor vom Typ DCR600 des Unternehmens ALLSAT für die satellitengestützte Radarinterferometrie (InSAR),
- einen hochpräzisen GNSS-Empfänger (JAVAD Delta-Serie) zur satellitenbasierten Erfassung absoluter Koordinatenänderungen auf Basis globaler Navigationssatellitensysteme (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou),
- eine in Zusammenarbeit mit der FPM Holding GmbH (Freiberger Präzisionsmechanik), TU Dresden, Electronic Renaissance Dresden und TU Bergakademie Freiberg entwickelte Laser-Präzisionsschlauchwaage (LSW) zur kombinierten Setzungs- und Neigungsmessung für die hochauflösende Echtzeit-Deformationüberwachung [2],
- eine klassische Messsäule mit Höhenbolzen als Anschlusspunkt für das Nivellement und Instrumentenaufnahme für ein Aufsatzkreiselinstrument für die Schachtlotung und zur Orientierung des untertägigen Messpunktfelds im Forschungs- und Lehrbergwerk „Reiche Zeche“.

Der Vorteil von GNSS liegt in der Möglichkeit der absoluten Positionierung: Bewegungen lassen sich bezogen auf ein globales Referenzsystem (z. B. WGS84 oder ETRS89) dokumentieren. So wird die



Abb. 1: Mitarbeiter des Instituts für Markscheidewesen und Geodäsie beim Messeinsatz an der Geomonitoring-Station

Station auf der Halde zu einem fixen Referenzpunkt, mit dem langfristige Höhen- und Lageveränderungen verfolgt werden können. Die GNSS-Daten ermöglichen nicht nur die eigenständige Bewegungsanalyse, sondern werden darüber hinaus zur Validierung und absoluten Kalibrierung der InSAR-Zeitreihen herangezogen. Im Gegensatz zur Radarinterferometrie (InSAR), die primär relative Bewegungen im Vergleich zu umliegenden Pixeln erfasst, liefert GNSS absolute Koordinatenverläufe – diese ergänzen sich ideal zu einem vollständigen Bewegungsbild.

Der auf der Halde „Reiche Zeche“ installierte Doppel-Corner-Reflektor DCR600 ist speziell für die Nutzung mit den frei verfügbaren Sentinel-1-Satellitendaten ausgelegt. In unseren Breiten werden diese Daten i. d. R. im Intervall von 6 Tagen zur Verfügung gestellt. Außerdem unterstützt der Doppel-Corner-Reflektor durch seine doppelte Ausführung eine Verwendung von Radardaten sowohl von aufsteigenden (ascending) als auch absteigenden (descending) Satellitenorbits. Dies ist eine Voraussetzung dafür um aus den in Blickrichtung (LOS – line of sight) des Sensors schräg zur Erdoberfläche ermittelten Änderungen, vertikale und horizontale Bewegungen abzuleiten.

Das Besondere an der installierten Kombination aus Doppel-Corner-Reflektor und GNSS-Empfänger ist, dass sich beide konstruktionsbedingt auf den selben Referenzpunkt beziehen, so dass die ermittelten Zeitreihen aus GNSS und InSAR hochgenau und ohne einen Lageoffset referenziert werden können. Damit lassen sich

InSAR-Auswertungen nicht nur relativ, sondern auch absolut skalieren, um diese auf bestehende geodätische Referenzsysteme zu beziehen.

Darüber hinaus spielt der Corner-Reflektor eine wichtige Rolle bei der Analyse und Korrektur atmosphärisch bedingter Störungen in der InSAR-Auswertung. Insbesondere troposphärische Verzögerungen, die durch wechselnde Luftfeuchtigkeit, Druck- und Temperaturverhältnisse entlang der Signalbahn entstehen, können die gemessenen Phaseninformationen verfälschen und irrtümlicherweise als Bodenbewegung interpretiert werden. Da am Standort des Corner-Reflektors jedoch auch hochpräzise GNSS-Daten sowie weitere bodengebundene Messwerte zur Verfügung stehen, kann dieser Punkt als Validierungs- und Referenzpunkt genutzt werden, um atmosphärisch bedingte Phasenverzerrungen zu erkennen und zu quantifizieren. Die Differenz zwischen der InSAR-Zeitreihe und den GNSS-Messwerten erlaubt es, systematisch atmosphärische Einflüsse zu isolieren und ggf. zu korrigieren. Somit trägt der Corner-Reflektor auch wesentlich zur Qualitätssicherung und zur Verbesserung der Genauigkeit radarinterferometrischer Deformationsanalysen bei.

Die Kombination der integrierten Technologien erlaubt es also, Bewegungen der Erdoberfläche sowohl absolut (GNSS) als auch relativ (InSAR, LSW) zu erfassen. Während GNSS als „bodenverankertes“ System dreidimensionale Positionsveränderungen kontinuierlich aufzeichnet, liefert die Radarinterferometrie (InSAR)

großflächige relative Verschiebungsfelder. Die LSW ergänzt dieses Multisensor-System durch hochauflösende Messungen vertikaler Bewegungen und Neigungen im Haldenkörper und ermöglicht so die frühzeitige Detektion von Deformationsprozessen im Haldenkörper.

### Forschungspotenzial und Ausblick

Die Multisensor-Geomonitoring-Station auf der Halde „Reiche Zeche“ veranschaulicht die erfolgreiche Verknüpfung klassischer geodätischer Messverfahren mit modernen, satellitengestützten Fernerkundungstechnologien zu einem leistungsfähigen System der Bodenbewegungsüberwachung. Sie fungiert als zentraler Referenzpunkt für radarinterferometrische Analysen (InSAR) und bildet die Grundlage für die Validierung und Kalibrierung entsprechender Auswertungen. Im Rahmen einer laufenden Studienarbeit wird derzeit eine erste InSAR-Auswertung

durchgeführt, um das Einsatzpotenzial der Station für die Ableitung präziser Deformationszeitreihen zu untersuchen. Besonders vielversprechend ist die Möglichkeit, punktuelle Präzisionsmessungen – etwa mittels GNSS oder Laserschlauchwaage (LSW) – mit flächendeckenden InSAR-Daten zu verknüpfen. Dadurch lassen sich lokale Bewegungen georeferenziert in einen übergeordneten räumlichen Kontext einordnen.

Zukünftig sollen weitere studentische Arbeiten als auch wissenschaftliche Forschungsprojekte zu Deformationsmonitoring, Klimafolgenforschung, Haldenstabilität und geotechnischer Sicherheit umgesetzt werden. In der Lehre wird die Station als reales Anschauungs- und Versuchsfeld für moderne Monitoringkonzepte in der Ingenieurgeodäsie und im Markscheidewesen eingesetzt.

### Referenzen:

- [1] Anderssohn, J.; Benndorf, J.; Busch, W.; Isaac, M.; Lohsträter, O.; Reitze, A.; Rudolph, T.; Spreckels, V.; Walter, D.; Wenzig, E.; Zimmermann, K. (2025): Radarinterferometrie (InSAR) - Grundsätze zur Erfassung von Bodenbewegungen mithilfe der Radarinterferometrie. In: Markscheidewesen, Sonderdruck 1/2025, 3-25, DOI: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-9304>
- [2] Kubisch, F.; Schuwerack, C.; Böhme, H.; Möser, M.; Benndorf, J. (2023): Hydrostatische Laser-Präzisionsschlauchwaage zur hochgenauen Ermittlung von Neigungen und Setzungen; In: Markscheidewesen Heft 1/2023, DOI: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-6167>

1 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Markscheidewesen und Geodäsie, Reiche Zeche, Fuchsmühlenweg 9 B, 09599 Freiberg, Kontakt: Andre.John@mabb.tu-freiberg.de

## Wissen vom Unwissen

### Variabilität und Zuverlässigkeit in geomechanischen Anwendungen

Julia Sorgatz, Aqeel A. Chaudhry, Ching Yin Kwok, Ammar A. Basmaji, Thomas Nagel

### Von Unwissen, Sachverstand und Zuverlässigkeit

Unwissen, ingenieurmäßiger Sachverstand und Zuverlässigkeit – drei Begriffe, die in der Geotechnik untrennbar miteinander verbunden sind. Denn wer im Untergrund plant und baut, muss Entscheidungen auf Basis begrenzter Informationen treffen. Der Baugrund ist ein natürlicher Baustoff, dessen Eigenschaften räumlich variabel sind und dessen Erkundung stets mit Unsicherheiten behaftet ist. Gleichzeitig ist eine hohe Zuverlässigkeit geotechnischer Bauwerke unerlässlich, da ihr Versagen oft mit gravierenden Folgen für Menschenleben, Umwelt und Infrastruktur einhergeht – etwa bei der Gründung öffentlicher Gebäude, der Sicherung von Hängen oder dem Bau von Brücken, Dämmen und Deichen. Ingenieur:innen sind daher gefordert, auch und gerade unter Unsicherheit, tragfähige Entscheidungen zu treffen.

### Ein einfaches Beispiel: Die Flachgründung einer Garage

Wer z. B. eine Garage bauen möchte (siehe Abb. 1), entscheidet sich häufig für eine sogenannte Flachgründung, eine Gründungsart, bei der die Lasten des Bauwerks

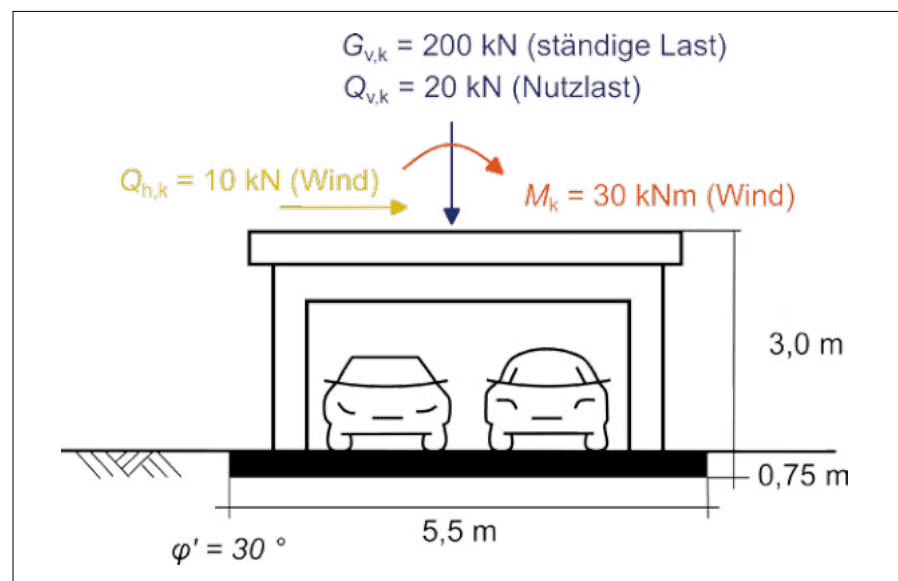


Abb. 1: Vereinfachte (ingenieurtechnische) Darstellung unserer Flachgründung mit den zugrundeliegenden Berechnungsannahmen.

direkt auf eine Bodenplatte oder Streifenfundamente übertragen werden. Was auf den ersten Blick technisch überschaubar erscheint, birgt bei genauerem Hinsehen bereits einige Fragen: Trägt der Boden die Lasten zuverlässig und wie hoch sind diese eigentlich? Wie stark darf sich die Garage im Laufe der Zeit setzen, ohne dass Risse entstehen oder Anschlussleitungen

beschädigt werden? Mit welcher Genauigkeit müssen die Baugrundkennwerte bestimmt werden, um all diese Aussagen verlässlich treffen zu können? Und welche Feld- oder Laborversuche werden dafür benötigt – und in welcher Menge?

In unserem Beispiel gehen wir davon aus, dass die Scherfestigkeit des Bodens nicht genau bekannt ist, da diese anhand



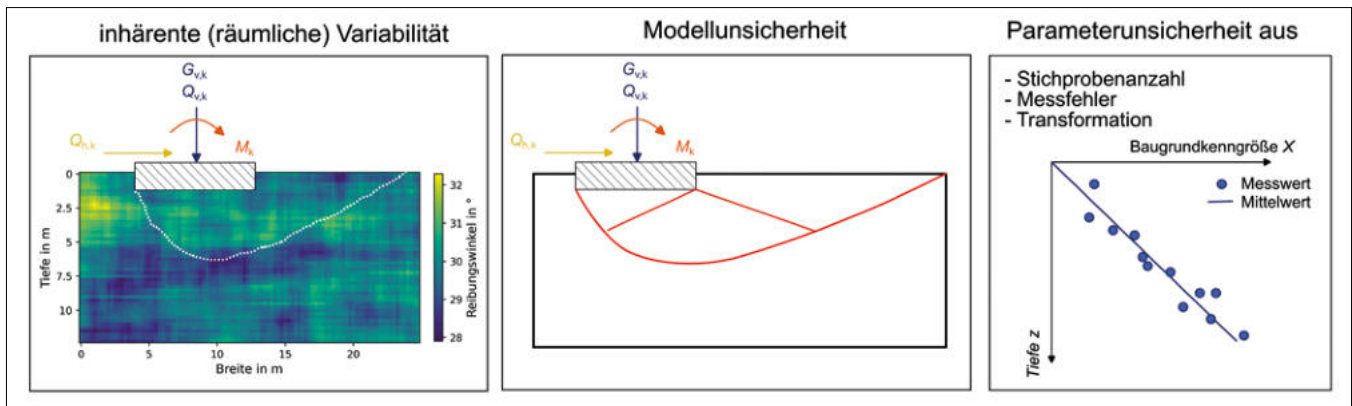


Abb. 2: Schematische Darstellung unterschiedlicher Quellen von Unsicherheiten als Bestandteil einer geotechnischen Bemessung

von Erfahrungswissen geschätzt wurde. Die Lasten (also Anzahl und Typ der Fahrzeuge sowie die Garagenkonstruktion selbst) sowie die Lage des Grundwassers wollen wir als bekannt voraussetzen. Auch wenn unsere Konstruktion mit der hier geplanten Gründung sehr sicher ist, ergeben sich hier bereits bei einer Variation der Scherfestigkeit von 5 % zu 15 % Änderungen im Ausnutzungsgrad von bis zu 27 %. Diese Veränderungen wirken sich unmittelbar auf die Dimensionierung der Gründung aus. Wird ein Ausnutzungsgrad von 1,0 überschritten, wären größere Fundamentabmessungen oder aufwendigere Gründungsarten erforderlich.

Unwissen führt also nicht nur potenziell zu einer unsichereren Konstruktion, sondern auch zu erheblichen Mehrkosten, die entstehen, um Unsicherheiten konstruktiv abzusichern. Die Relevanz derartiger Überlegungen steigt mit der Komplexität geotechnischer Projekte: die Errichtung von Schleusenbauwerken, geologischen Tiefenlagern, Tunneln oder Brücken hat nur noch wenig mit unserem Garagenbeispiel gemein.

### Arten und Quellen von Ungewissheiten im Untergrund

Zwar sind viele Aspekte der geotechnischen Bemessung durch Normen und Regelwerke festgelegt. Doch trotz dieser Standards bleibt die Bewertung der Baugrundverhältnisse und der damit verbundenen Unsicherheiten (siehe auch Abb. 2) eine Aufgabe, die Erfahrung und ingenieurtechnischen Sachverstand erfordert. Boden ist wie bereits eingangs erwähnt ein natürliches Material, dessen Eigenschaften stark durch seine geologische Entstehung geprägt sind. Sedimentationsprozesse, Verwitterung oder anthropogene Eingriffe führen zu sehr unterschiedlichen Bodenarten und -strukturen. Schon wenige Meter voneinander

entfernt kann sich die Tragfähigkeit des Bodens deutlich unterscheiden, etwa durch wechselnde Anteile von Sand, Ton oder organischen Bestandteilen. Auch geometrische Eigenschaften wie Schichtmächtigkeiten oder Schrägstellungen geologischer Strukturen sind in der Praxis häufig nur näherungsweise bekannt, müssen aber für Auslegungs- und Nachweisrechnungen quantifiziert werden.

Bodenkennwerte wie Dichte, Festigkeit oder Steifigkeit lassen sich zwar durch Erkundungen vor Ort und Laborversuche bestimmen, unterliegen jedoch systematischen und zufälligen Messfehlern. Zudem sind Versuchsergebnisse häufig abhängig von der gewählten Versuchstechnik, dem Spannungsniveau oder dem Probenzustand. Die statistische Streuung dieser Parameter kann durch probabilistische Ansätze, z. B. in Form von Zufallsvariablen und -feldern, beschrieben werden. Dabei wird nicht nur die Unsicherheit einzelner Messwerte berücksichtigt, sondern auch deren räumliche Variabilität innerhalb einer Baugrundsicht.

Hinzu kommen Modellunsicherheiten: Die verwendeten Berechnungsverfahren vereinfachen zwangsläufig das reale, hochkomplexe Verhalten sowie den Aufbau des Untergrunds. So beruhen viele geotechnische Nachweise auf idealisierten, linearen Stoffgesetzen oder setzen homogene Bodenverhältnisse voraus – Annahmen, die in der Praxis oft nur näherungsweise zutreffen. Schließlich beeinflussen auch Ausführungsabweichungen sowie äußere Einflüsse wie klimatische Veränderungen oder dynamische Belastungen das Gründungsverhalten.

### Aktuelle Arbeiten zu Ungewissheiten in der Geotechnik

Am Lehrstuhl für Bodenmechanik und Grundbau werden Ansätze und Verfahren für die Behandlung von Unsicherheiten

in verschiedenen Projekten untersucht und weiterentwickelt. Da die Thematik sehr vielschichtig ist, tun wir dies in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit zahlreichen Partnern unterschiedlicher Spezialisierungen – von der Mathematik, über die Informatik bis hin zur geotechnischen Praxis.

### Beiträge zur Weiterentwicklung des Eurocode 7 und der Fachpraxis

Am Lehrstuhl wird an der Weiterentwicklung normgerechter Verfahren zur geotechnischen Kennwertermittlung gearbeitet. Ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeiten ist ein europäischer Leitfaden [6] zur Anwendung des neuen Eurocode 7, der im Rahmen eines internationalen Fachgremiums entstanden ist. Ziel des Leitfadens ist es, Planer:innen bei der statistischen Ableitung charakteristischer Baugrundkennwerte entsprechend den neuen Eurocodes zu unterstützen. Für die Erstellung des Nationalen Anhangs des neuen Eurocode 7 wurden die Inhalte für die deutsche Fachpraxis aufbereitet [7]. Weitergehende Forschungsfragen zur Bestimmung charakteristischer Werte von Baugrundkenngrößen werden u. a. in Zusammenarbeit mit der KTH Stockholm sowie dem Institut für Stochastik der TU Bergakademie Freiberg (Prof. Björn Sprungk) bearbeitet [8].

Darüber hinaus ist der Lehrstuhl im DGGT-Arbeitskreis 2.15 „Zuverlässigkeitsbasierte Methoden in der Geotechnik“ aktiv. Der 2022 gegründete Arbeitskreis vereint Fachleute aus Praxis, Wissenschaft und Verwaltung im deutschsprachigen Raum und verfolgt das Ziel, den Zugang zu probabilistischen Methoden in Planung, Bemessung und Bewertung zu erleichtern. Der Arbeitskreis bietet jährlich einen Workshop an, um Anwender:innen den Einstieg in die zuverlässigkeitsbasierten Verfahren zu erleichtern. In diesem Jahr

steht der Kurs unter Beteiligung der TU Bergakademie Freiberg am 20./ 21.11.2025 in Stuttgart unter dem Titel „Zuverlässigkeitsbasierte Bemessung in der Geotechnik am Beispiel von Stützbauwerken“.<sup>1</sup>

### Datenintegration mittels Bayes'scher Statistik

Die Modellierung von Bodenbewegungen hängt stark von den verfügbaren Informationen über den Baugrund ab. Solche Daten sind allerdings oft rar und kostspielig zu beschaffen, insbesondere im Bereich der ehemaligen Tagebaue in Ostdeutschland, wo Baugrunduntersuchungen aufgrund der Verflüssigungsgefahr schwierig sind. Darüber hinaus sind Baugrundsichten in der Regel inhomogen und weisen Schwankungen auf, die die Vorhersage von Bodenbewegungen erschweren.

Ein laufendes Forschungsprojekt versucht, diese Unsicherheiten durch die Integration von Daten aus mehreren Beobachtungsquellen zu reduzieren, wobei jeweils deren spezifische Charakteristik wie etwa die Messgenauigkeit berücksichtigt werden soll. Ein computergestütztes

hydraulisch-mechanisch gekoppeltes Modell wurde entwickelt, um Verformungen in heterogenen Böden bei variablen Grundwasserspiegeln realitätsnah zu simulieren und geotechnische Parameter über Inversionsverfahren aus beobachteten Bodenbewegungen abzuleiten.

Das Modell erlaubt die Abbildung mehrerer Baugrundsichten und berücksichtigt räumliche Variabilität durch Zufallsfelder.

Die Arbeiten erfolgen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Stochastik der TU Bergakademie Freiberg (Prof. Björn Sprungk) sowie dem Institut für Marktscheidewesen und Geodäsie (Prof. Jörg Benndorf).

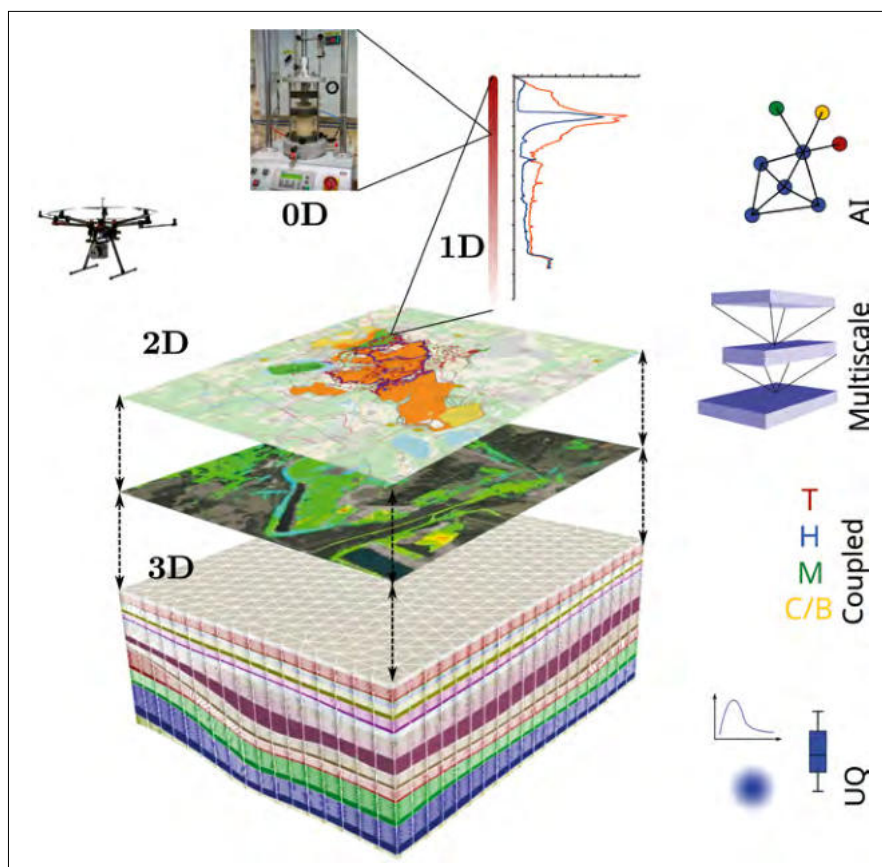
Aktuell wird das Modell um Messrauschen erweitert, um eine realitätsnahe Rückrechnung der Baugrundeigenschaften zu ermöglichen. Ziel ist es, künftig Verschiebungsdaten, etwa aus der Fernerkundung, mit unterschiedlichen Baugrundinformationen aus Sondierungen und Aufschlüssen im Rahmen einer Parameteridentifikation zu verknüpfen und so die Charakterisierung des Untergrunds deutlich zu verbessern (siehe Abb. 3). Es ist zudem geplant, diese Ansätze

auf die Überwachung von Deponien zu übertragen.

### Endlagerforschung zu Ungewissheiten in Langzeitsicherheitsanalysen

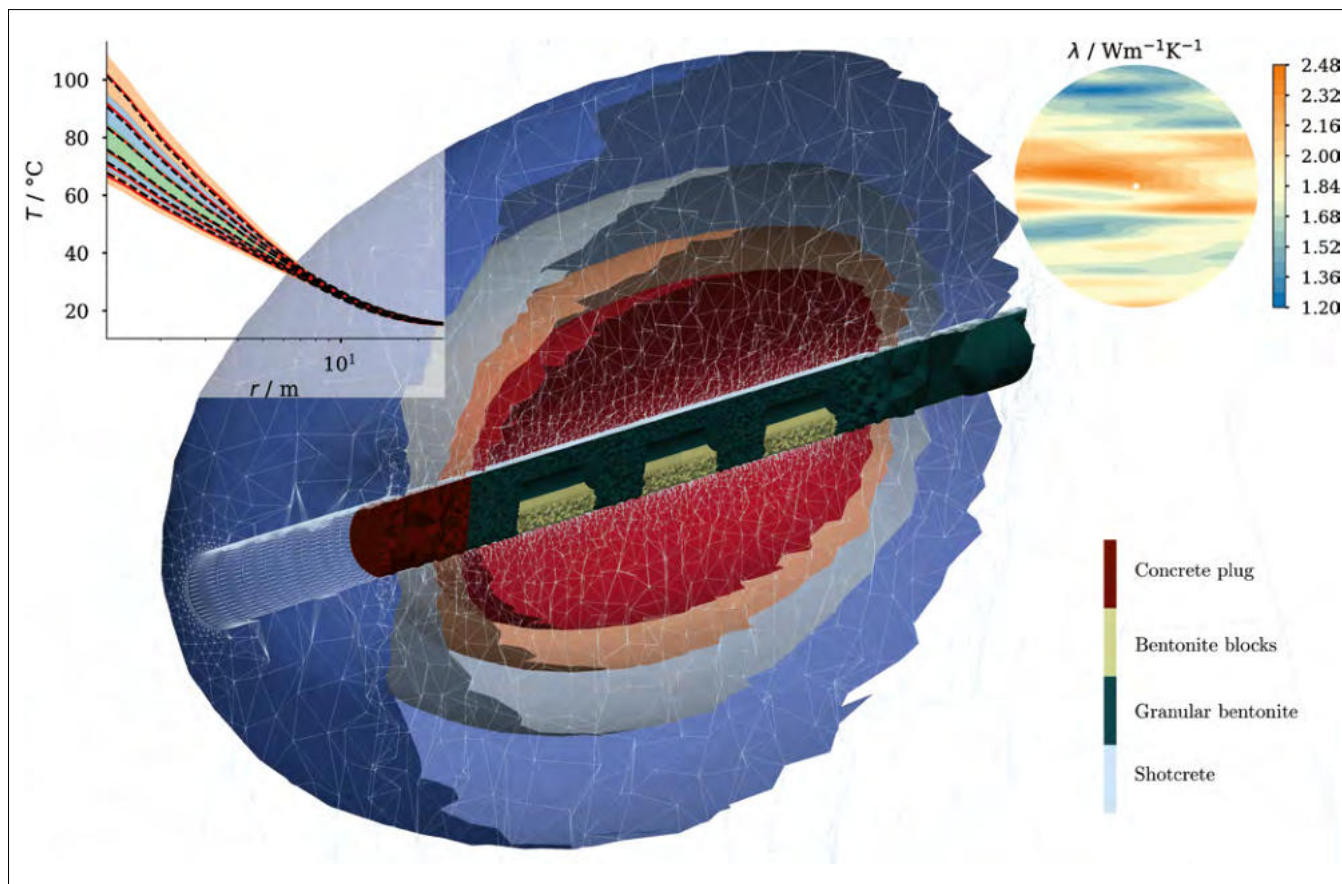
Probabilistische Ansätze halten auch Einzug in Langzeitsicherheitsanalysen tiefer Geosysteme. Dabei sind noch einige Fragen offen, die in den vergangenen drei Jahren im Forschungsnetzwerk URS<sup>2</sup> (Ungewissheiten und Robustheit mit Blick auf die Sicherheit eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle) von zahlreichen Forschenden aus 18 Institutionen untersucht wurden [5]. Koordiniert wurde das Vorhaben von unserer Mitarbeiterin Dr. Kata Kurgyis. Im Mittelpunkt stand dabei auch die Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Rahmen eines Graduiertenkollegs. Das Netzwerk wurde von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) initiiert und umfasste sechs Forschungsprojekte [5], darunter das Cluster-Projekt MeQUR der TU Bergakademie Freiberg und TU Chemnitz, des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Dabei wurden Methoden entwickelt und in quelloffene Software implementiert, mit der unterschiedliche Ausprägungen von Ungewissheiten in thermisch, hydraulisch und mechanisch gekoppelten Simulationen für Sicherheitsuntersuchungen erfasst werden können, etwa Parameterungewissheiten [1], räumliche Variabilität [2, 9] und Modellungswissheiten [4]. Im Zentrum des Interesses stand die Frage, wie die Güte komplexer Simulationen im Kontext unterschiedlich genauer geotechnischer und geologischer Daten sowie physikalischer Prozesskenntnisse aussagekräftiger bewertet werden kann. Eingeflossen sind dabei u. a. Daten aus langzeitlichen Großversuchen im Untertagelabor Mt. Terri in der Schweiz [1,3], siehe Abb. 4. Die entwickelte Software ermöglicht es nun, das „Wissen über das Unwissen“ in Bandbreiten möglicher Entwicklungen von Endlagersystemen zu überführen und legt somit eine wissenschaftlich fundierte und zugleich praxisnahe Grundlage für die Bewertung von Sicherheitsanalysen in der Geotechnik – etwa bei der Endlagersuche oder anderen sensiblen Infrastrukturprojekten im Untergrund.

<sup>1</sup> <https://www.dggt.de/images/20112025.pdf>



**Abb. 3:** Informationen über den Untergrund kommen aus unterschiedlichen Quellen und sind jeweils mit Ungewissheiten behaftet sowie durch unterschiedliche Dimensionalität gekennzeichnet. Die Integration solcher Daten über verschiedene Skalen und physikalische Prozesse hinweg kann mit Bayes'schen oder datengetriebenen Ansätzen erfolgen.

<sup>2</sup> <https://urs.ifgt.tu-freiberg.de/>



**Abb. 4:** Die Genauigkeit von Simulationsergebnissen – wie hier dargestellt der Temperaturverteilung um beheizte Behälter des „Full-Scale Emplacement“ Experiments im Untertagelabor Mt. Terri [3] – hängt von nicht mit beliebiger Genauigkeit bekannten Gebirgseigenschaften ab (Ausschnitt hypothetischer räumlicher Variabilität oben rechts) und kann deshalb selbst nur innerhalb bestimmter wahrscheinlicher Grenzen angegeben werden (Ausschnitt oben links).

## Fazit

Ungewissheiten spielen in der Geotechnik eine besondere Rolle und bieten viel Raum für methodische wie auch angewandte Forschung. Es gilt dabei nicht nur auf mathematische Konsistenz zu achten, sondern den gesamten Prozess von der Erhebung der Daten, über deren Übertragung in Modelle bis hin zur Nachweisführung geschlossen so zu betrachten, dass praxistaugliche und ingenieurtechnisch klar interpretierbare Verfahren entstehen, aus denen für Baugrunderkundung und die technische Auslegung von Strukturen ein sicherheitstechnischer und wirtschaftlicher Mehrwehrt entsteht. Damit diese Methoden künftig selbstverständlicher Bestandteil der Planungspraxis werden können, sollte ihre Integration in die Lehre gezielt weiter gestärkt werden – idealerweise unter Einsatz praxisnaher und didaktisch geeigneter Vermittlungsformate (siehe auch Beitrag auf S. 63).

## Literatur:

- [1] Buchwald, J., Kolditz, O., & Nagel, T. (2024). Design-of-Experiment (DoE) based history matching for probabilistic integrity analysis—A case study of the FE-experiment at Mont Terri. Reliability Engineering & System Safety, 244(August 2023), 109903. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109903>
- [2] Chaudhry, A. A., Zhang, C., Ernst, O. G., & Nagel, T. (2025). Effects of inhomogeneity and statistical and material anisotropy on THM simulations. Reliability Engineering & System Safety, 110921. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.110921>
- [3] Kaiser, S., Wang, W., Buchwald, J., Naumov, D., Chaudhry, A. A., & Nagel, T. (2025). Differential assessment of effects of increasing model complexity in THM coupled models of the FE experiment at Mt. Terri. Geomechanics for Energy and the Environment, 42, 100637. <https://doi.org/10.1016/j.gete.2025.100637>
- [4] Kiszkurko, F. K., Buchwald, J., Silberman, C. B., Kolditz, O., & Nagel, T. (2025). Is more always better? Study on uncertainties introduced by decision-making process of model design – A case study with thermo-osmosis. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 189, 106075. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2025.106075>
- [5] Kurgyis, K., Achtziger-Zupančič, P., Bjorge, M., Boxberg, M. S., Broggi, M., Buchwald, J., Ernst, O. G., Flügge, J., Ganopolski, A., Graf, T., Kortenbruck, P., Kowalski, J., Kreye, P., Kukla, P., Mayr, S., Miro, S., Nagel, T., Nowak, W., Oladyshkin, S., & Rühaak, W. (2024). Uncertainties and robustness with regard to the safety of a repository for high-level radioactive waste: introduction of a research initiative. Environmental Earth Sciences, 83(2), 82. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11346-8>
- [6] Orr, T., Sorgatz, J., Estaire, J., Prästings, A., D'Ignazio, M., & Estaire, J. (2025). Determination of representative values from derived values for verification with limit states with EN 1997 – Guidelines for the application of the 2nd generation of Eurocode 7 – Geotechnical design. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/098010>
- [7] Sorgatz, J., Lesny, K., Tafur, E., Ziegler, M. (n.d.). Bestimmung repräsentativer Baugrunderkenngrößen nach dem neuen Eurocode 7 (EN 1997:2024). geotechnik (akzeptiert)
- [8] Sorgatz, J., Janzen, A., Spross, J. (2025). Uncertainty assessment of effective friction angle of non-cohesive materials combining data from cone penetration and shear tests. Canadian Geotechnical Journal. <https://doi.org/10.1139/cgj-2025-0031>
- [9] Zheng, Z., Wang, X., Flügge, J., & Nagel, T. (2025). A stochastic modeling framework for radionuclide migration from deep geological repositories considering spatial variability. Advances in Water Resources, 203, 105003. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2025.105003>

Lehrstuhl für Bodenmechanik & Grundbau, Institut für Geotechnik, TU Bergakademie Freiberg, Gustav-Zeuner-Str. 1, 09599 Freiberg  
**Kontakt:** thomas.nagel@ifgt.tu-freiberg.de



# On-line Monitoring der Aufbereitung von Lithium-Rohstoffen

## Neues emissionsspektrometrischen Verfahren

Bastian Wiggershaus<sup>1</sup>, Toni Laurila<sup>2</sup>, Aappo Roos<sup>2</sup>, Carla Vogt<sup>1</sup>

Lithiumsalze sind wichtige Rohstoffe für die Erzeugung von Batteriekomponenten [1,2], bei denen Lithium v. a. in Form von Kathodenmaterialien (z. B. Lithiumcobalt-oxid LCO oder Lithiumeisenphosphat LFP) und als Elektrolyt gelöst in einem organischen Lösungsmittel zum Einsatz kommt [3-7]. Lithiumhydroxid LiOH und Lithiumcarbonat  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  sind dabei die wichtigsten Ausgangsmaterialien für die Herstellung der verschiedenen Batteriekomponenten. Obwohl beide Ausgangssubstanzen eingesetzt werden können, bietet das Hydroxid einige Vorteile für Fahrzeugbatterien mit Langreichweite wegen der höheren Packungsdichte, besseren Kristallinität, Reinheit und niedrigeren erforderlichen Synthesetemperaturen [8].

LiOH lässt sich sowohl aus Solen als auch Erzen gewinnen [9]. Für eine Extraktion aus Erzen, wie Spodumen, sind mehrere Schritte erforderlich, zu denen Zerkleinerung, Aufmahlen und Umwandlung in thermodynamisch weniger stabile Phasen durch Temperaturbehandlung gehören, im sauren Verfahren gefolgt von Röstprozessen mit konzentrierter Schwefelsäure  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zur Bildung des  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . Zum LiOH gelangt man über weitere Laugungs-, Filtrations-, Aufreinigungs- und chemische Umwandlungsprozesse mit  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  als Zwischenprodukt [10].

Prozessanalytik wird in vielen geochemischen Aufbereitungs- oder chemischen/biotechnologischen Syntheseverfahren eingesetzt, um die Qualität der Zwischenprodukte in den einzelnen Prozessschritten zu kontrollieren und mit den online gewonnenen Daten eine effiziente Prozessführung gewährleisten zu können. Sie ist ebenfalls relevant für die Kontrolle der Aufreinigung der Zwischenprodukte bei der Herstellung von Lithiumsalzen. Spektroskopische Methoden, wie IR-, UV-Vis- oder Raman-Spektroskopie, werden dafür besonders häufig eingesetzt, um Zeit gegenüber offline-Analysen zu sparen und in Kombination mit automatisierter Beprobung die Messfrequenz zu erhöhen. Herausforderungen liegen hier häufig bei einer ausreichenden Sensitivität und Robustheit der eingesetzten Methoden gegenüber den vor Ort auftretenden Schwankungen in den Mess-

bedingungen [11]. Ist eine Elementanalytik erforderlich, bieten sich Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), Emissionsspektroskopie (OES) oder Ionenchromatographie (IC) an, wobei hier oft Grenzen bezüglich der Empfindlichkeit (RFA) oder notwendiger Probenaufschlüsse zu überwinden sind und eine online-Analytik problematisch gestalten. Verlässliche Ergebnisse müssen hier trotz Temperaturschwankungen (Umgebung und Proben), Staub- und Vibrationseinflüssen erhalten werden sowie den drastischen Veränderungen in der Zusammensetzung der Proben (pH, Konzentrationen, Ionenstärken, Matrixzusammensetzung) gerecht werden. In unserer Studie haben wir deshalb ein neues emissionsspektrometrisches Verfahren (Micro-Discharge Optical Emission Spectroscopy,  $\mu\text{DOES}$ ) auf seine Eignung für die online-Analyse in Erzaufbereitungsprozessen getestet. Bei diesem Verfahren wird ein sehr heißes Plasma in mikroskaliger Dimension über Hochspannungspulse direkt in der Prozesslösung erzeugt und die Emissionsspektren der in der Lösung enthaltenen Elemente registriert [12-14]. Gegenüber herkömmlichen Verfahren bietet die  $\mu\text{DOES}$  den Vorteil, mobil an den Ort der Messung gebracht werden zu können, wobei keine zusätzlichen Gase (wie z. B. Argon oder Helium) für den Betrieb erforderlich sind,

der Energieverbrauch deutlich geringer ausfällt, das Nachweisvermögen jedoch vergleichbar mit etablierten Laborsystemen ist (Abb. 1). Das Gerätesystem ist vollständig automatisierbar inklusive aller Schritte zur Probenahme, Probenverdünnung, Reinigung des Messsystems und Datenverarbeitung.

Vor einer praxisnahen Anwendung wurden grundlegende Tests mit dem  $\mu\text{DOES}$ -System durchgeführt [14, 15], um Möglichkeiten und Grenzen des Systems zu bestimmen und einen optimalen Arbeitsablauf in einem laufenden Prozess gewährleisten zu können. Dafür wurden in der Probenvorbereitung Verdünnungsschritte und Chemikalienzugaben für die Einstellung einer optimalen Leitfähigkeit in der Probenlösung variiert, die Plasmamaparameter optimiert sowie die am besten geeigneten, möglichst störungsfreien Emissionslinien für die relevanten Elemente ermittelt. Integrationsparameter für die Signale wurden an die vorliegenden Konzentrationsbereiche angepasst und verschiedene Quantifizierungsmodelle in Abhängigkeit vom gemessenen Element getestet. Für alle im Prozess zu analysierenden Elemente wurden die Bestimmungsgrenzen unter optimalen Arbeitsbedingungen ermittelt sowie Tests zur Robustheit und Präzision der Daten durchgeführt. Als Referenzsysteme



Abb. 1:  $\mu\text{DOES}$ -Anlage (links) mit Verdünnereinheit (rechts).

wurden die bisher gut etablierten Analyseverfahren ICP-OES und IC eingesetzt.

In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern K-UTEC AG Salt Technologies und Sensmet LTD. wurden anschließend zur Testung des neuen Messsystems onsite- und online-Messungen an einer Pilotanlage zur Herstellung von Lithiumhydroxid-Monohydrat in Batteriequalität durchgeführt, wobei über insgesamt fünf Wochen verschiedene Teilschritte der Prozesskette in Echtzeit überwacht wurden [14, 15]. Die Validierung der Ergebnisse erfolgte über etablierte Labormethoden, wie die Optische Emissionsspektroskopie mit Induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und/oder die Ionenchromatographie, sowohl im Labor des Instituts für Analytische Chemie als auch im akkreditierten Labor der K-UTEC AG. Neben Lithium waren weitere Elemente in teilweise deutlich höheren (Na, K) oder in geringeren Konzentrationen (Ca, Mg, Rb) von Interesse für die Prozessüberwachung.

Zu den online monitorten Prozessschritten gehörten das Laugen des Lithium-haltigen Gesteins, mehrere Zwischenschritte zur Aufkonzentrierung von Lithium bzw. zur Abreicherung störender Begleitkomponenten bis zum finalen Produkt Lithiumhydroxid Monohydrat  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  in Batterie-geeigneter Reinheit. Die Konzentrationen der in den Lösungen jeweils vermessenen Elemente Li, Na, K, Ca, Mg und Rb lagen dabei im Bereich von mg/L bis g/L.

Im ersten Prozessschritt erfolgt die Laugung eines vorher calcinierten Lithium-haltigen Erzgemisches. Über 500 kg Ausgangsmaterial wurden hierzu im Verlauf von 13 h mit fester Dosierrate dem mehrstufigen Prozess zugeführt (Abb. 2). Nichtlösliche Bestandteile (z. B.  $\text{CaSO}_4$ ) setzen sich als Feststoffe ab, leichtlösliche Bestandteile fallen am Ende nach Filtration, Dekarbonisierung (Abb. 3) und Neutralisation mit konzentrierter Schwefelsäure  $\text{H}_2\text{SO}_4$  als Mischsalz  $\text{Li}_2\text{NaK}(\text{SO}_4)_2$  an (Abb. 4). Das in Abb. 5 dargestellte Ergebnis des Echtzeitmonitorings des Prozesses zeigt prozessbedingte steigende Gehalte für Na und K sowie wegen der kontinuierlichen Produktabführung etwa gleichbleibende Gehalte an Lithium. Die für Calcium im mittleren Abschnitt des Prozesses auftretenden Spitzenwerte sind auf nicht vollständig aus dem Messprozess (Suspension) ausgeschlossene Partikel an gebildetem  $\text{CaSO}_4$  zurückzuführen, da die Probenlösungen ohne Filtrationsschritt analysiert wurden.

Im nächsten Teilschritt des Prozesses erfolgte die Kaltzersetzung des zuvor gewonnenen Mischsulfats. Das zuvor getrocknete Salz wird dafür kontinuierlich in einem zweistufigen Aufbau mit  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ -Mutterlauge (ML) und entionisiertem Wasser umgesetzt, um vorzugsweise Lithium aus dem Mischsalz zu lösen. Nach einem Eindickungsprozess fällt  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  als Zwischenprodukt an, das anschließend zur Fällung von  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  eingesetzt wird. Im vorletzten Schritt erfolgt dann die Umwandlung zum Lithiumhydroxid durch Fällung in einer  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Suspension. Die Fällung und Eindickung der Prozesslösung muss hierbei möglichst unter Ausschluss von  $\text{CO}_2$  durchgeführt werden, um eine Rückreaktion zum Carbonat zu vermeiden (Abb. 6).

Das online-Monitoring dieses Prozessschritts (Abb. 7) zeigt einen kontinuierlichen Anstieg der Lithiumkonzentration über die Prozessdauer und ermöglicht es, den Prozess zu beenden, sobald ein bestimmter Zielwert erreicht ist, und damit wertvolle Prozesszeit zu sparen. Weiterhin können dadurch verschiedene Parameter, wie beispielsweise die Förderrate oder die Temperatur, optimiert werden, so dass eine bestimmte Lithiumkonzentration in minimaler Zeit erreicht werden kann.



Abb. 2: Aufgabe des Lithium-haltigen Rohmaterials auf das Förderband

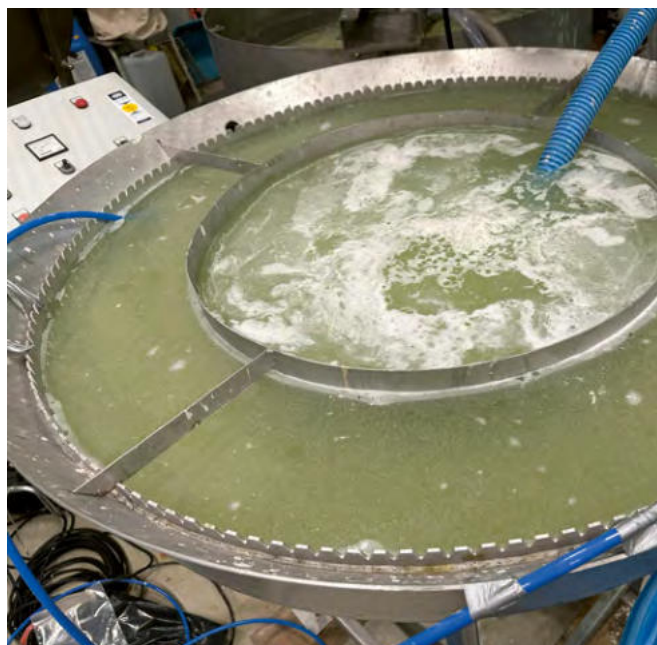
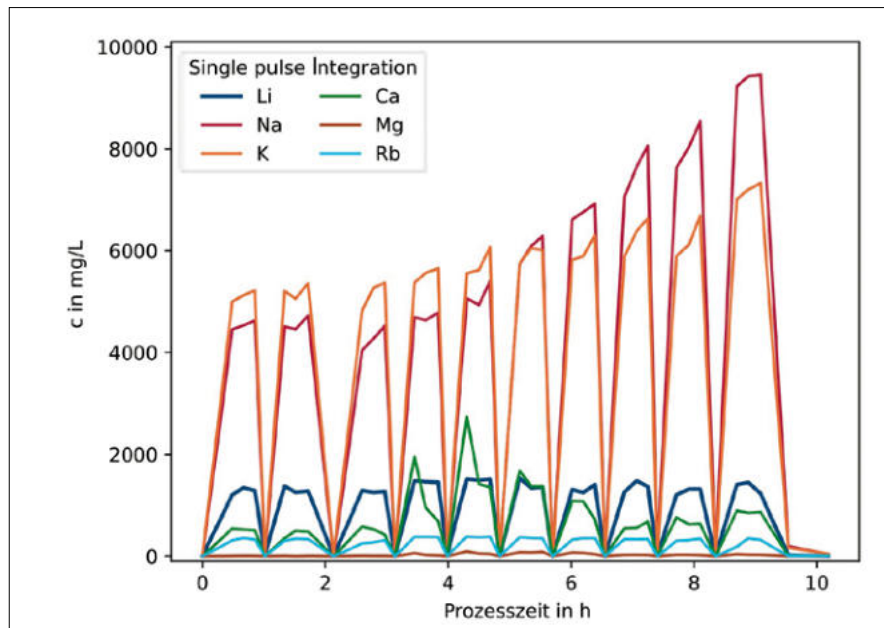


Abb. 3: Eindicker zur Fällung von  $\text{Li}_2\text{SO}_4$



Abb. 4: Nach der Neutralisation anfallendes Mischsalz  $\text{Li}_2\text{NaK}(\text{SO}_4)_2$

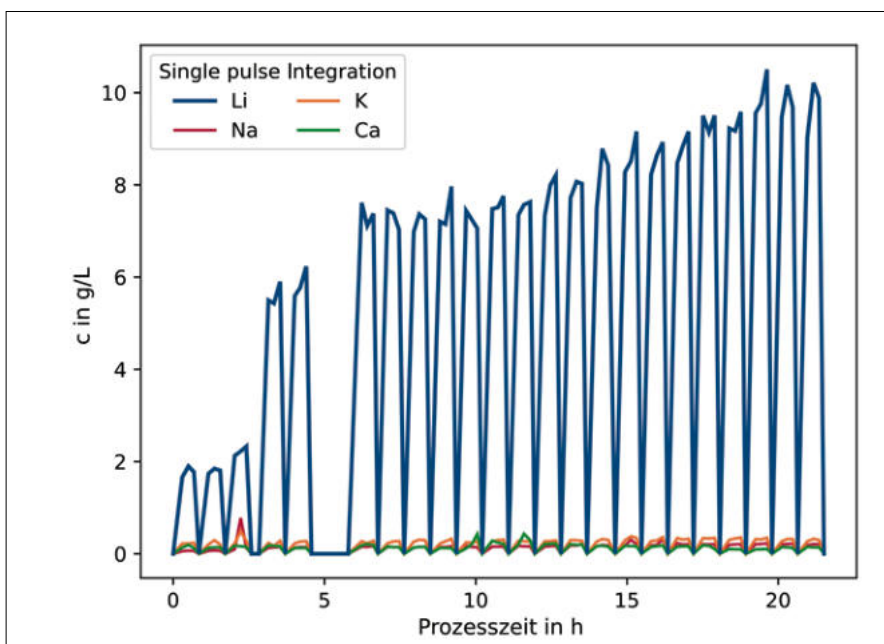




**Abb. 5:** Echtzeit-Monitoring der Erzlauge über 10 Stunden, basierend auf den Emissionssignalen der Hauptkomponenten Li, Na und K sowie den Nebenbestandteilen Ca, Mg und Rb. Eingesetzte Messparameter siehe Wiggershaus et. al [13].

Vergleiche (Abb. 9) der  $\mu$ DOES-Messungen mit der im akkreditierten Labor eingesetzten ICP-OES zeigen eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse für die nach statistischen Kriterien ausgewählten Proben aus dem Prozess der LiOH-Fällung. Nach einem mehrstufigen Aufreinigungsprozess, der auch eine Kühlungskristallisation einschloss (Abb. 8), liegt das finale Endprodukt  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  vor (Abb. 10). Analysen mit  $\mu$ DOES und ICP-OES (Abb. 11) ergaben in beiden Fällen, dass der theoretische Zielwert von 16,54 Gew.-% für den Li-Gehalt im Produkt er-

reicht und mit beiden Methoden gut bestimmt werden konnte. Spurenelemente, wie Aluminium und Eisen, konnten in diesen Lösungen nur mittels ICP-OES quantifiziert werden (Konzentrationsbereich für Al 35 – 46 mg/kg, für Fe 0,5 – 0,7 mg/kg), da die für die  $\mu$ DOES-Messungen notwendigen Verdünnungen zu einem Verhältnis Matrix zu Analyt von bis zu 300 000 : 1 führten und in derart verdünnten Lösungen die Bestimmungsgrenzen der Elemente unterschritten wurden. Aktuell laufende Arbeiten zeigen aber auch hier Möglichkeiten auf, den Linearitätsbereich



**Abb. 7:** Prozessschritt der Bildung von LiOH, online-Messungen über 22 Stunden – Steigende Lithiumkonzentration durch Zugabe von  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  zur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Suspension



**Abb. 6:** Umwandlung von  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  zu LiOH bei stark erhöhten Temperaturen

für Quantifizierungen zu erweitern, womit künftig auch die Spurenbestimmungen neben der Quantifizierung der Hauptbestandteile ermöglicht werden kann.

Die Ergebnisse für die prozessbegleitenden Analysen bei der Herstellung von Batterie-geeigneten Lithiumsalzen haben das Potenzial der neuen Messtechnik überzeugend demonstriert. Weitere grundlegende Arbeiten sind notwendig, um den Messbereich bezüglich Konzentrationen und zugänglicher Elemente zu erweitern sowie die Anwendbarkeit für andere, ebenfalls wirtschaftlich äußerst relevante



**Abb. 8:** Kühlungskristallisation in der Aufreinigungsphase des finalen Endprodukts Lithiumhydroxid



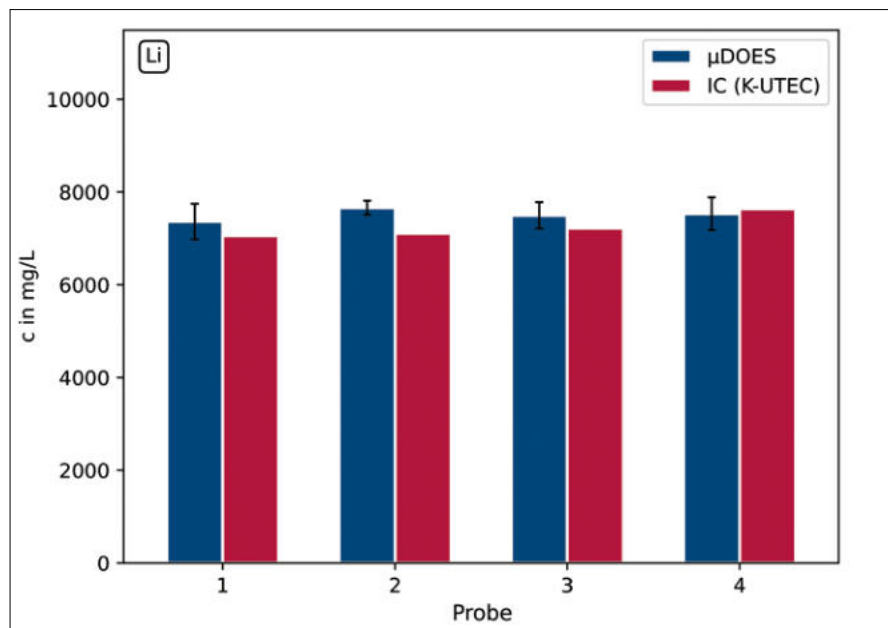


Abb. 9: Vergleich der ermittelten Li-Konzentration, erhalten mit  $\mu$ DOES ( $n=3$ ) und mit ICP-OES (Referenzmessungen,  $n=1$ ) anhand ausgewählter Proben (Batch-wise)



Abb. 10: Endprodukt  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  als Feststoff

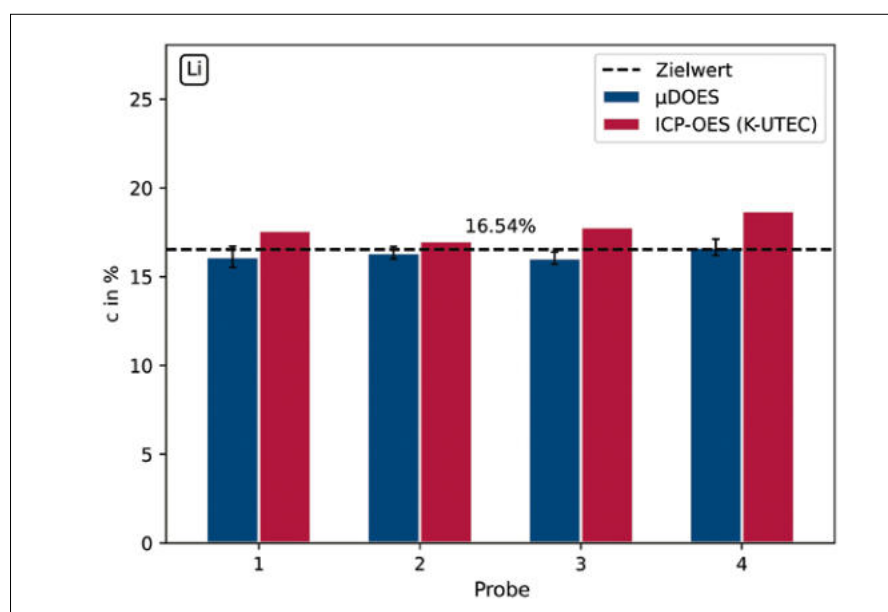


Abb. 11: Bestimmung des Massenanteils an Lithium im finalen, gereinigten Endprodukt;  $\mu$ DOES- und ICP-OES-Werte im Vergleich mit dem theoretischen Zielwert von 16,54 % (gestrichelte Linie);  $n=3$  für  $\mu$ DOES-Analysen,  $n=1$  für ICP-OES-Analysen

Prozesse zu testen. Dazu gehören Recyclingverfahren für Black Mass oder die Verarbeitung von Elektronikschrott, die Überwachung von Abwasserreinigungsschritten sowie weitere bergbautechnisch spannende Verarbeitungungsverfahren, z. B. für die Gewinnung von Seltenen Erden.

#### Literatur:

- [1] N. Nitta, F. Wu, J. T. Lee and G. Yushin, Li-ion battery materials: present and future; *Materials Today*, 2015, 18, 252–264.
- [2] B. Scrosati and J. Garche, Lithium batteries: Status, prospects and future; *Journal of Power Sources*, 2010, 195, 2419–2430.
- [3] G. E. Blomgren, The Development and Future of Lithium Ion Batteries; *J. Electrochem. Soc.*, 2017, 164, A5019–A5025.
- [4] J. B. Goodenough and Y. Kim, Challenges for Rechargeable Li Batteries; *Chem. Mater.*, 2010, 22, 587–603.
- [5] M. Winter, B. Barnett and K. Xu, Before Li Ion Batteries; *Chemical reviews*, 2018, 118, 11433–11456.
- [6] K. Xu, Nonaqueous liquid electrolytes for lithium-based rechargeable batteries; *Chemical reviews*, 2004, 104, 4303–4417.
- [7] B. Xu, D. Qian, Z. Wang and Y. S. Meng, Recent progress in cathode materials research for advanced lithium ion batteries; *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 2012, 73, 51–65.
- [8] B. Fitch, M. Yakovleva and S. Meiere, Lithium Hydroxide Based Performance Improvements for Nickel Rich Ncm Layered Cathode Material, Meet. Abstr., 2016, MA2016-02, 469.
- [9] L. Talens Peiró, G. Villalba Méndez and R. U. Ayres, Lithium: Sources, Production, Uses, and Recovery Outlook, *JOM*, 2013, 65, 986–996.
- [10] C. Dessemond, F. Lajoie-Leroux, G. Soucy, N. Laroche and J.-F. Magnan, Spodumene: The Lithium Market, Resources and Processes, *Minerals*, 2019, 9, 334.
- [11] L. L. Simon, H. Pataki, G. Marosi, F. Meemken, K. Hungerbühler, A. Baiker, S. Tummalala, B. Glennon, M. Kuentz, G. Steele, H. J. M. Kramer, J. W. Rydzak, Z. Chen, J. Morris, F. Kjell, R. Singh, R. Gani, K. V. Gernaey, M. Louhi-Kultanen, J. O'Reilly, N. Sandler, O. Antikainen, J. Yliruusi, P. Froberg, J. Ulrich, R. D. Braatz, T. Leyssens, M. von Stosch, R. Oliveira, R. B. H. Tan, H. Wu, M. Khan, Des O'Grady, A. Pandey, R. Westra, E. Delle-Case, D. Pape, D. Angelosante, Y. Maret, O. Steiger, M. Lenner, K. Abbou-Oucherif, Z. K. Nagy, J. D. Litster, V. K. Kamaraju and M.-S. Chiu, Assessment of Recent Process Analytical Technology (PAT) Trends: A Multiauthor Review, *Org. Process Res. Dev.*, 2015, 19, 3–62.
- [12] S. Das, K. Blomberg von der Geest, A. Mäkinen, A. Roos, E. Ikonen, T. Laurila, Sensitive detection of metal concentrations in aqueous solution using real-time microplasma emission spectroscopy; *Analytical Letters*, 2024, 57(14), 2376–2387; doi 10.1080/00032719.2023.2294358.

- [13] B. Wiggershaus, M. Jeskanen, A. Roos, C. Vogt and T. Laurila, Trace element analysis in lithium matrices using micro-discharge optical emission spectroscopy, *J. Anal. At. Spectrom.*, 2024, 39, 1248–1259.
- [14] B. Wiggershaus, M. Jeskanen, A. Roos, T. Laurila and Carla Vogt, Automated on-line monitoring of a lithium hydroxide produc-

tion process using Micro-Discharge OES; *J. Anal. At. Spectrom.*, 2025, 40, 338–345.

- [15] B. Wiggershaus, Dissertationsschrift, 2025, TU Bergakademie Freiberg

1 TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Chemie, Physik und Biowissenschaften, Institut für Analytische Chemie, Lessingstraße 45, 09599 Freiberg, Germany

**Kontakt:** Carla.Vogt@chemie.tu-freiberg.de

2 Sensmet Oy, Customer Application Center, Otakaari 7, 02150 Espoo, Finland

# Die geologische Vergangenheit Sachsens

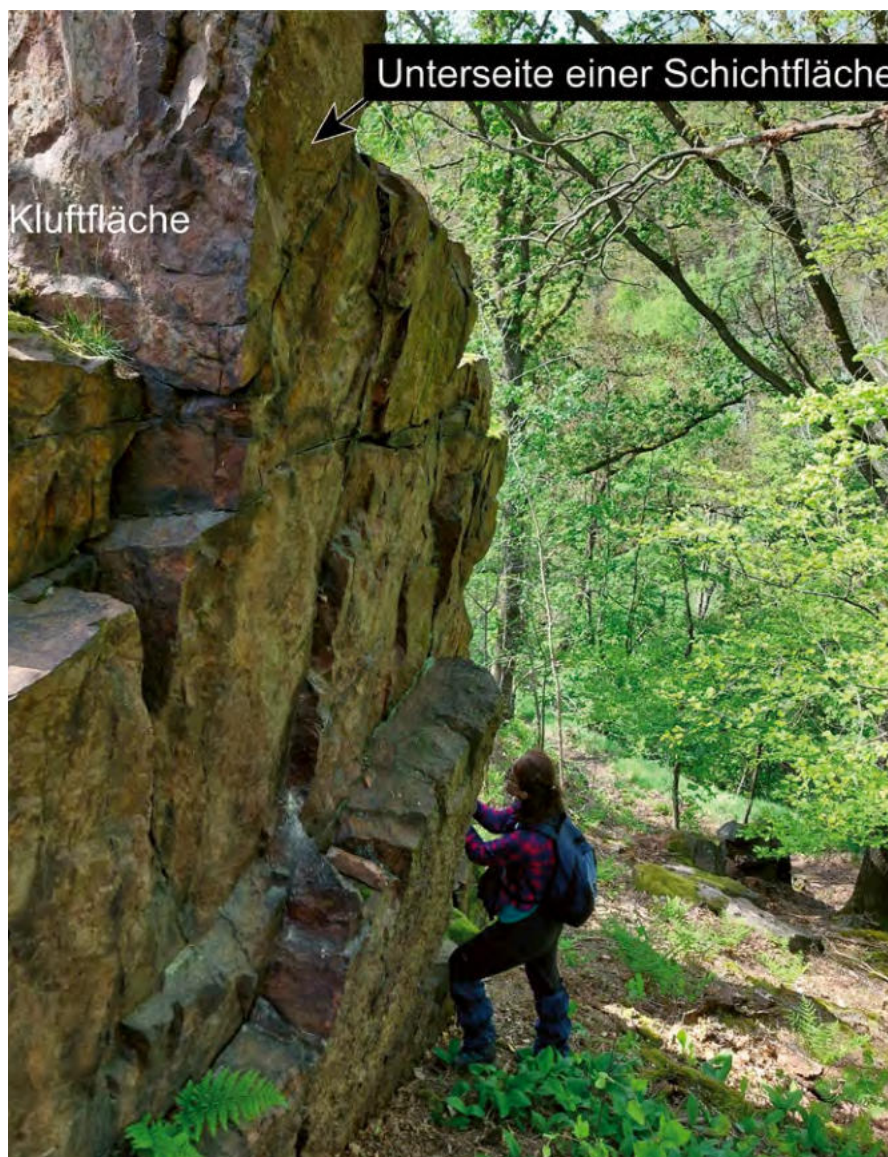
## Die stratigraphische Neueinstufung der ältesten Sedimentgesteine

Guido Meinhold<sup>1</sup>, Arzu Arslan<sup>1</sup>, Sören Jensen<sup>2</sup>, Victoria Kühnemann<sup>1</sup>

Dass die ältesten Sedimentgesteine Sachsens im späten Präkambrium (Ediacarium) vor etwa 570 bis 541 Millionen Jahren in einem marinen Ablagerungsraum entstanden sein, war bisher die gängige wissenschaftliche Meinung. Neueste Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass einige dieser Gesteine etwa 80 Millionen Jahre jünger sind. Diese Sedimentgesteine werden nun dem Unteren Ordovizium zugeordnet, was eine Korrektur der bisherigen stratigraphischen Zuordnung erforderlich macht. Bisherige Modelle zur geologischen Entwicklung Sachsens müssen demzufolge überarbeitet werden.

### Motivation

Die ersten geologischen Untersuchungen im östlichen Elbtalschiefergebirge südlich von Pirna begannen im 19. Jahrhundert. Zu dieser Zeit entstand auch die erste geologische Übersichtskarte des Gebiets. Besonders die schwach metamorph überprägten Sedimentgesteine im Umfeld von Weesenstein im Müglitztal waren seit den Anfängen der geologischen Untersuchungen Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion. Das stratigraphische Alter der Gesteine wurde kontrovers diskutiert [1,2,3,4]. Kurt Pietzsch (1884–1964) untersuchte diese Gesteine in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und kam zu dem Schluss, dass sie ein präkambrisches Alter haben [4]. Damit waren sie die ältesten Sedimentgesteine der Region [2,4]. Im Zuge einer kritischen Neubetrachtung der ältesten Gesteine Sachsens im Rahmen einer laufenden Doktorarbeit – unterstützt mittels eines Landesgraduierstipendiums und des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie – erfolgten im Gelände detaillierte geologische Untersuchungen. Dabei wurde eine sensationelle Entdeckung gemacht: Spurenfossilien im Purpurberg-Quarzit der Weesenstein-Gruppe [3].



**Abb. 1:** Purpurberg-Quarzit (Seidewitz-Formation, Weesenstein-Gruppe) im Bahretal, südlich von Pirna. Die Schichtflächen fallen hier steil in Richtung Südwesten ein. Es liegt normale Lagerung vor, d. h. in Richtung Südwesten werden die Sedimentgesteine stratigraphisch jünger.

### Regionale Geologie

Die ältesten Gesteine im östlichen Elbtalschiefergebirge gehören zur Weesenstein-Gruppe, für die traditionell ein Alter von etwa 565 Millionen Jahren, d. h. spätes Ediacarium, angenommen wird [2].

Die Weesenstein-Gruppe besteht nach bisheriger Auffassung aus der älteren Seidewitz-Formation und der jüngeren Müglitz-Formation. Letztere wird hauptsächlich von Grauwacken teilweise mit Geröllführung aufgebaut. Der Begriff





**Abb. 2:** Auswahl einiger Funde von Spurenfossilien im Purpurberg-Quarzit (Seidewitz-Formation, Weesenstein-Gruppe) im Umfeld vom Bahretal, südlich von Pirna. (a) Gerade und gebogene Exemplare von *Palaeophycus* isp. und *Palaeophycus tubularis*. Einige Gänge kreuzen sich (markiert mit weißen Pfeilen), eine Verzweigung tritt jedoch nicht auf. (b) Gerade und gebogene Exemplare von *Palaeophycus* isp., *Palaeophycus tubularis* und *Phycodes* cf. *palmatum* (unten rechts). (c) Ein großes Einzelexemplar von *Lockeia siliquaria*. Eine Kluft durchtrennt das Exemplar. (d) Obwohl die Bestimmung aufgrund der schlechten Erhaltung problematisch ist, ähnelt diese Struktur einem Arthropoden-Spurenfossil und könnte *Rusophycus* sein. Das Exemplar ist durch eine dünne Kluft zerschnitten. Quelle: Zusammengestellt nach Meinhold et al. [3]

Grauwacke ist jedoch ein sehr ungenau definierter Begriff und immer noch Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion [1]. Die Seidewitz-Formation hingegen besteht vorwiegend aus quarzreichen Schiefern und Quarziten. Eine mehrere dutzende Meter mächtige Abfolge von Quarziten – der Purpurberg-Quarzit – ist das Besondere der Seidewitz-Formation. Der Purpurberg-Quarzit bildet in der Landschaft aufgrund der Härte des Gesteins markante Höhenrücken und Klippen, die sich über mehrere Kilometer im Streichen vom Bahretal im Südosten (Abb.1) bis nordwestlich von Weesenstein verfolgen lassen. Die Quarzite waren ursprünglich quarzreicher Sand. Dieser wurde als Ablagerungsprodukt glazio-eustatisch gesteuerter Prozesse aufgrund einer Eiszeit im späten Ediacarium angesehen [2]. Doch die neu entdeckten Spurenfossilien deuten auf ein deutlich jüngeres, frühordovizisches Alter und eine Sedimentation in einem flach- bis randmarinen, sanddominierten Ablagerungsmilieu hin [3].

### Fossilfunde

Die Spurenfossilien treten alle als konvexe Hyporeliefs (auf der Unterseite von Schichtflächen) im Purpurberg-Quarzit auf (Abb. 2). Spurenfossilien, auch als Ichnofossilien bekannt, gehen auf die

Lebensaktivität von Organismen zurück. Dabei kann es sich beispielsweise um Fraßspuren, Grabgänge und Fußabdrücke handeln. Die gefundenen Spurenfossilien weisen eine geringe Diversität auf, aber ihre Häufigkeit in bestimmten Schichten ist erstaunlich. Die dominanten Ichnotaxa sind *Palaeophycus* isp. und *Palaeophycus tubularis*, mit seltenen Vorkommen von *Phycodes* cf. *palmatum*, *Lockeia siliquaria* und möglicherweise *Rusophycus* [3]. Die Erzeuger der Spurenfossilien *Palaeophycus* und *Phycodes* waren wahrscheinlich Ringelwürmer (Annelida). *Lockeia siliquaria* wird meist als Ruhespur von Muscheln (Bivalvia) interpretiert. *Rusophycus* ist auch eine Ruhespur und zeichnet die Umrisse der Unterseite des Spurenmachers auf, vermutlich ein Trilobit. Trilobiten sind eine ausgestorbene Klasse meeresbewohnender Gliederfüßer (Arthropoda).

### Stratigraphische Neueinstufung

Die Entdeckung von Spurenfossilien erfordert eine Neubewertung der stratigraphischen Einstufung der Weesenstein-Gruppe. Insbesondere die Seidewitz-Formation, zu der auch der Purpurberg-Quarzit gehört, wird nun als jüngere Formation angesehen und muss somit stratigraphisch über der Müglitz-Formation liegen, was die bisher angenommene stratigraphische

Abfolge umkehrt. Diese Neuinterpretation hat weitreichende Auswirkungen auf unser Verständnis der geologischen Situation der Region, einschließlich des zeitlichen Ablaufs von Sedimentation und magmatischen Ereignissen im späten Präkambrium und frühen Ordovizium. Die Studie unterstreicht zudem den Bedarf an weiterer regionalgeologischer Forschung, die bestehende Paradigmen kritisch bewertet und neue Perspektiven und Ansätze entwickelt.

### Literatur:

- [1] Kühnemann, V., Meinhold, G., Schulz, B., Gilbricht, S., Weber, S., Wemmer, K., 2025. The "greywacke problem" explored in the Neoproterozoic of Saxo-Thuringia: new insights into sediment composition and metamorphic overprint. *Int. J. Earth Sci.* 114, 23-54.
- [2] Linnemann, U., Pidal, A.P., Hofmann, M., Drost, K., Quesada, C., Gerdes, A., Marko, L., Gärtner, A., Zieger, J., Ulrich, J., Krause, R., Vickers-Rich, P., Horak, J., 2018. A ~565 Ma old glaciation in the Ediacaran of peri-Gondwanan West Africa. *Int. J. Earth Sci.* 107, 885-911.
- [3] Meinhold, G., Arslan, A., Jensen, S., Kühnemann, V., 2025. Discovery of trace fossils in the Weesenstein Group, Elbe Zone, Germany, and its significance for revising the Ediacaran and Ordovician stratigraphy of Saxo-Thuringia. *Geol. Mag.* 162, e10.
- [4] Pietzsch, K., 1917. Das Elbtalschiefergebiet südwestlich von Pirna. *Z. Dtsch. Geol. Ges.* 69, 178-286.

1 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie, Bernhard-von-Cotta-Straße 2, 09599 Freiberg

**Kontakt:** Guido.Meinhold@geo.tu-freiberg.de

2 Área de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, 06006 Badajoz, España



# Ton – Gestein des Jahres 2025

Reinhard Kleeberg<sup>1</sup>, Gerhard Heide

Um die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf bestimmte Anliegen wie Arten- oder Naturschutz zu lenken, werden von verschiedenen Verbänden jährlich Arten „des Jahres“, z. B. Vögel, Insekten oder Bäume, ausgewählt und in Kampagnen vorgestellt. Seit 2007 wird analog durch ein Kuratorium unter Leitung des Berufsverbands Deutscher Geowissenschaftler e.V. (BDG) auch ein Gestein des Jahres gekürt (<https://geoberuf.de/der-bdg/gestein-des-jahres>). Geowissenschaftliche Fachgesellschaften oder Lobbyverbände erstellen dann für die Öffentlichkeit entsprechende Informationsmaterialien und organisieren verschiedene Veranstaltungen.

In diesem Jahr wurde nun „Ton“ zum Gestein des Jahres 2025 gewählt und am 27. Juni in der Ziegelei Klein Kölzig, dem Sitz des Deutsch-Polnischen UNESCO Global Geoparks Muskauer Faltenbogen, vorgestellt und feierlich getauft. Für den Erstautor war es eine große Freude und Ehre, zu diesem Anlass einen kleinen Fachvortrag halten zu dürfen.

## Was ist Ton?

Bereits mit den ersten Ankündigungen des Themas durch den BDG wurde offensichtlich, dass die verschiedenen Fachdisziplinen auch unterschiedliche Definitionen verwenden. Das ist bei so einem alten Begriff nicht weiter verwunderlich. Ohne hier eine etymologische Diskussion beginnen zu wollen, kann man feststellen, dass der Begriff Ton aus frühneuhochdeutschen Worten mit der Bedeutung „Lehm, Töpfererde“ abgeleitet wurde. Der BDG hat nun an einigen Stellen eine rein geologisch-sedimentologische Begriffsbestimmung vorangestellt, wie sie auch gern in der geologischen Lehre verwendet wird: „Ton ist ein klastisches Sediment mit einer medianen Korngröße von weniger als  $2\ \mu\text{m}$ .“ Diese Definition ist allerdings ziemlich eng und wird weder international noch fachübergreifend in diesem Wortsinn anerkannt. So wird in einigen Ländern die geologische Korngrößengrenze traditionell höher (z. B.  $4\ \mu\text{m}$ ) angesetzt. Aber auch die genetische Implikation „klastisches Sediment“ ist für viele Zwecke in der Forschung und Industrie unpraktisch. Es ist Anwendern oder Materialwissenschaftlern kaum zu vermitteln, dass die umgelagerten bayerischen und die

marin abgelagerten Wyoming-Bentonite nach dieser Definition als Ton bezeichnet werden könnten, die in-situ durch Alteration von Vulkanoklastiten gebildeten griechischen Bentonite aber nicht. Auch Kaoline wären so erst bei nachgewiesener Umlagerung des Kaolinit als Tone zu klassifizieren. Aber wie verfährt man dann mit in-situ kaolinisierten Sedimentgesteinen, z. B. den Grauwacke-Kaolinen der Lausitz, oder mit den mehrstufig kaolinisierten kretazischen Lagerstätten in Georgia bzw. South Carolina, die sowohl transportierten als auch jüngeren, durch neuerliche Verwitterung in-situ entstandenen Kaolinit enthalten? Auf Grund solcher Abgrenzungsschwierigkeiten hat sich die „Association internationale pour l'étude des argiles“ (AIPEA) als internationaler Fachverband auf eine breitere Definition des Begriffs verständigt, die möglichst vielen Teilgebieten der Tonforschung gerecht werden soll: „Ton ist ein natürliches Material aus sehr feinkörnigen Mineralen, welches sich bei geeignetem Wassergehalt plastisch verhält und beim Trocknen oder Brennen verhärtet.“ Analog wurde auch der entsprechende mineralogische Begriff angepasst: „Tonminerale sind Phyllosilikate und andere Minerale, welche dem Ton Plastizität verleihen und beim Trocknen hart werden.“ Damit wurde zumindest erreicht, dass die verschiedenen an der Tonforschung beteiligten Fachdisziplinen den Begriff als Materialbezeichnung wie gewohnt verwenden können. Der Keramiker darf dann weiter seine Tonkomponente im Versatz so benennen, auch wenn diese fast vollständig aus geschlämmtem Kaolin besteht, der aus einem Granodioritkaolin gewonnen wurde. Mineralogen oder Kolloidchemiker können dann auch auf „Tontagungen“, z. B. den International Clay Conferences, ihre Forschungsergebnisse über z. B. Halloysit, natürlichen Nanoröhrchen, oder auch zu Aluminium(oxi)hydroxiden vortragen; ebenso können Werkstoffwissenschaftler über den Einsatz von orientierten Smectitpartikeln in alternativen Batterietechnologien auf Tontagungen berichten.

## Warum wird gerade die Plastizität als kritische Eigenschaft betrachtet?

Das plastische Verhalten von feuchtem Ton ist eine Eigenschaft, die offensicht-

lich die Menschen schon in ihrer frühen historischen Entwicklung inspiriert und fasziniert hat. So stammt die mit etwa 25.000 bis 29.000 Jahren vermutlich älteste keramische Figur, die „Venus von Dolní Věstonice“, von einem steinzeitlichen Jägerlager. Sie wurde aus Lösslehm hergestellt [1]. An diesem und ähnlichen Fundplätzen wurden auch Tierfiguren aus dem gleichen Material nachgewiesen. Ob es sich nun um Kultfiguren, Kunstwerke oder Kinderspielzeug handelte: Das plastische Verhalten des feuchten Lösslehms gab mit Sicherheit den Anlass für die Idee, „kreativ“ zu formen. Etwa vor 15.000 Jahren kamen dann Gebrauchsgegenstände, also vor allem Gefäße, hinzu und sind seitdem aus keiner Kulturstufe mehr wegzudenken. Auf jeden Fall war und ist „Ton“ (Lehm, Erde...) das einzige weit verbreitete natürliche Material, das eben auf Grund dieser beiden Eigenschaften solche gestalterischen Leistungen ermöglichte. Deshalb findet sich auch in einigen Schöpfungsmythen die Idee, dass der jeweilige Schöpfer (z. B. Chnum im alten Ägypten, Prometheus im klassischen Griechenland) Erde oder Lehm als Grundstoff für den zu formenden Menschen verwendete. Luther hat dann wohl auch in seiner Bibelübersetzung den Begriff Ton in die deutsche Sprache eingeführt: Jesaja 64,7 „*Wir sind Ton, du bist unser Töpfer*“, und wir alle sind deiner Hände Werk.“

Auch heute noch ist das plastische Verhalten von tonhaltigen Massen die Grundlage vieler Anwendungsfelder, allen voran in der Keramik. Rein chemisch betrachtet könnte man zwar den Phasenbestand einer klassischen Tonkeramik auch aus nichtplastischen Verbindungen wie Oxiden oder wasserfreien Silicaten irgendwie „zusammensintern“, aber dank der inhärenten Plastizität der klassischen Tonrohstoffe ist die Formgebung und damit die gesamte Technologie damit viel besser möglich als mit einem weniger plastischen Gemenge. Gleiches gilt für den Lehm- oder Ziegebau, für den Einsatz von tonigem Material in der Deponietechnik oder im Wasserbau. In den beiden letztgenannten Anwendungsfällen ist entscheidend, dass die Plastizität im Einsatz dauerhaft erhalten bleibt. Das verhindert die Rissbildung und damit unerwünschte Durchlässigkeit. Inzwischen wissen wir, dass bei silicatischen

Tonmineralen vorzugsweise die permanente negative Oberflächenladung der außenliegenden Tetraederschichten und die variable Ladung an den Kanten der Tonmineralpartikel dafür verantwortlich sind, dass im Porenwasser an der Grenzfläche zum Tonpartikel Kationen konzentriert werden, die über ihre Hydratation Wasser in den Partikelzwischenräumen binden und die Wechselwirkung zwischen den Teilchen bestimmen. Damit wird auch verständlich, dass die Plastizität eines Tons nicht nur von der Korngröße bzw. Partikeloberfläche, sondern auch von der Chemie der Porenlösung abhängt und damit beeinflusst werden kann.

### Kristallstruktur und Morphologie von Tonmineralen

Es ist hier notwendig, einige Ausführungen zur Kristallographie der Tonminerale einzufügen. Wir beschränken uns auf die wichtigsten Typen, die alle zu den Schichtsilicaten zählen. Grob gesagt unterscheidet man zwischen dem Zweischicht- bzw. 1:1-Typ, bei dem je eine Tetraeder- und eine Oktaederschicht ein Paket bilden, und dem Dreischicht- bzw. 2:1-Typ, bei dem zwischen zwei Tetraederschichten eine Oktaederschicht sandwichartig zu einem Paket vereinigt sind. Die Tetraeder sind vorwiegend mit  $\text{Si}^{4+}$ , seltener mit  $\text{Al}^{3+}$  oder  $\text{Fe}^{3+}$ -besetzt. Die Oktaederschichten können vollständig über drei Oktaeder einer Elementarzelle mit zweiwertigen Kationen wie  $\text{Mg}^{2+}$  oder  $\text{Fe}^{2+}$  besetzt sein. Dann sprechen wir von „trioktaedrischen“ Strukturen. Sehr häufig sind aber von den drei Positionen nur zwei mit dreiwertigen Kationen wie  $\text{Al}^{3+}$  oder  $\text{Fe}^{3+}$  besetzt. Dann nennen wir diese Konfiguration „dioktaedrisch“.

Die Zweischichttypen sind einfach zu gliedern. Es gibt quasi nur die dioktaedrische Kaolinitgruppe und die trioktaedrische Serpentinegruppe. Hier ist im Tonmineralbereich vor allem die Kaolinitgruppe von Bedeutung. Neben dem sehr häufigen Kaolinit, der typischerweise blättchenförmige Partikel bildet, gibt es in dieser Gruppe das technisch besonders interessante Nanomineral Halloysit. Dieses tritt vor allem in Form hohler Röhrchen, sogenannter „nanotubes“ auf. Ursache für diese ungewöhnliche Form ist das nicht perfekte Aufeinanderpassen von Tetraeder- und Oktaederschicht, was bei initialem schnellem Wachstum des Schichtpakets zur Krümmung bzw. zum Aufrollen führt. Dadurch entstehen Röhrchen mit etwa 10-20 nm Innen- und

ca. 100-300 nm Außendurchmesser in variabler Länge, selten bis 1-2  $\mu\text{m}$ .

Da die Zweischichtpakete polar aufgebaut sind, also auf der Tetraederseite die Sauerstoffe der Siloxane und auf der Oktaederseite die Wasserstoffe der OH-Gruppen liegen, bilden sich zwischen den Schichtpaketen schwache Wasserstoffbrückenbindungen heraus. Die Ladungsneutralität der Schichtpakete gibt keinen Anlass, im Zwischenschichtraum Ionen einzubauen. Nur stark polare Substanzen wie z. B. Formamid, DMSO oder Harnstoff können in Kaolinitgruppenminerale intercalieren, sprich, im Zwischenschichtraum eingelagert werden.

Im Unterschied dazu sind die 2:1-Pakete des Dreischichttyps typischerweise (mit Ausnahme von Talk und Pyrophyllit) nicht ladungsneutral. Durch teilweise Substitution von  $\text{Si}^{4+}$  durch  $\text{Al}^{3+}$  in den Tetraederschichten oder durch Substitution von  $\text{Al}^{3+}$  durch  $\text{Mg}^{2+}$  in den Oktaederpositionen können die Dreischichtpakete eine negative Schichtladung erhalten, die z. B. bei Glimmermineralen ideal 1- pro halber Formeleinheit beträgt und mit einem  $\text{K}^+$  in der Zwischenschicht kompensiert wird. Noch interessanter sind 2:1 Tonminerale mit einer Schichtladung von 0,2-0,6 pro halber Formeleinheit: Diese Gruppe, die sogenannten Smectite, haben durch die schwache Bindung zwischen den Schichtpaketen die Möglichkeit, in einfachen Salzlösungen die wenigen Zwischenschichtkationen vollständig auszutauschen und die Kationen auch im Zwischenschichtraum zu hydratisieren bzw. dieses sogenannte Zwischenschichtwasser wieder abzugeben. Deshalb bezeichnen wir diese Strukturen mit niedrig geladenen Dreischichtpaketen als „innerkristallin quellfähig“. Gleichzeitig sind die Smectitgruppe die Strukturen mit der höchsten Kationenaustauschkapazität. Kristallchemisch gesehen hätten zwar die Glimmerminerale durch die höhere Schichtladung mehr „Platz“ für Kationen in der Zwischenschicht, aber das Kalium ist in den Zwischenschichtpositionen der Glimmer so fest gebunden, dass ein einfacher Kationenaustausch mit einer Salzlösung hier nicht funktioniert. Viele Glimmer fallen übrigens allein durch ihre Kristallgröße nicht unter die Tonmineraldefinition. Aber speziell die dioktaedrischen glimmerartigen Minerale mit auf 0,6-0,85 pro halbe Formeleinheit reduzierter Schichtladung, die sogenannten „Illite“, liegen sehr häufig so feinkörnig vor, dass sie sich plastisch verhalten. Praktisch ist diese Mineralgruppe in der

Erdkruste mit 7,7 Masse-% weit verbreitet [2], sie ist auch in vielen Tonrohstoffen dominierend. Außerdem sind „illitische“, also relativ hoch geladene Dreischichtpakete, ein Bestandteil sogenannter Wechsellagerungsminerale. Sehr häufig sind dabei Stapelfolgen aus illitischen und smectitischen Schichtpaketen, wobei die relativen Anteile variabel sind. Deshalb fällt die Abgrenzung der „Endglieder“, also Smectit und Illit, von den Wechsellagerungsstrukturen nicht immer leicht. Oft werden für die Bezeichnung als Endglied 5 oder 10 % Schichtpakete mit der jeweils anderen Zusammensetzung toleriert. Das ist einer der Gründe, warum z. B. viele Illite doch eine gewisse Kationenaustauschkapazität zeigen, oder auch manche Smectite durch ungewöhnlich niedrige Kationenaustauschkapazität und schlechteres Quellverhalten auffallen.

Über den Pfad Smectit-Wechsellagerungsmineral-Illit verlaufen in der Natur viele Umbildungsprozesse während der Diagenese, der hydrothermalen Alteration und in der Verwitterungszone. Entsprechend vielfältig ist die strukturelle Ausbildung der Wechsellagerungsminerale als metastabile Zwischenformen. So gibt es neben völlig zufälligen Stapelfolgen auch geordnete Strukturen mit regelmäßigen Abfolgen der Schichtpakete. Auch die Partikelformen weichen dann, in Folge des jeweiligen Wachstumsmechanismus, stark vom Klischee der immer blättchenförmigen Tonminerale ab: Es kommen neben zonierte Blättchen auch leistenförmige oder faserige Wechsellagerungsminerale vor.

Entsprechend dieser strukturellen und morphologischen Vielfalt der häufigsten Tonminerale wird verständlich, dass die Eigenschaften selbst mineralogisch einfach zusammengesetzter Tone stark variieren. Deshalb können z. B. die Verarbeitungseigenschaften keramischer Masseversätze über die verwendete Tonmischung eingestellt werden.

### Einsatz von Ton

Tonmineralhaltige Rohstoffe werden traditionell nach ihrem Mineralbestand oder ihrer Verwendung eingeteilt. Sogenannte „gewöhnliche Tone“ sind wechselnd zusammengesetzt, wobei meist Illit, Kaolinit und quellfähige Tonminerale beteiligt sind. Sie bilden die Grundlage der grob- und feinkeramischen Industrie. Bei hohen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - (sprich: Kaolinit-) Gehalten können feuerfeste Produkte hergestellt werden. Solche besonders hochwertigen

Tone werden örtlich heute noch im Tiefbau abgebaut und beispielsweise als „Glashafentone“ bezeichnet. Niedrige Ca- und Fe-Gehalte ermöglichen auch die Herstellung säurestabiler Tonkeramik, die noch im 20. Jahrhundert in der Chemieindustrie breit eingesetzt wurde. Gewöhnliche Tone werden auch wie bereits erwähnt als Abdichtmaterial im Wasser- und Deponiebau eingesetzt, wobei dafür auch andere bindige Rohstoffe wie Schluffe oder Lehme in Frage kommen. Im Gartenbau wird Ton in gebrannter Form als „Blähton“-Granulat als Substrat für Hydrokulturen verwendet. Auch ungebrannte Tone werden in der Pflanzenproduktion zur Bodenverbesserung eingesetzt bzw. dienen in Komposterden zur Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens, der Nährstoffbindung und der Bildung von Ton-Humus-Komplexen.

Unter „Kaolin“ fasst man Rohstoffe zusammen, die einen hohen bzw. durch Korngrößenfraktionierung („Schlämmen“) gewinnbaren Kaolinitanteil besitzen. Schlämmskaoline werden seit der Erfindung des Porzellans im alten China in der Feinkeramik eingesetzt. Auch als Industriemineral, insbesondere als Füllstoff, Extender oder Eigenschaftsverbesserer in Kunststoffen, Kleb- und Dichtstoffen, Farben und Papier, findet Kaolin viele Anwendungen, wobei die Masse davon in die Papierindustrie geht. Kaolinprodukte werden auch in der Bauindustrie in sogenannten Weißzementen verwendet. Relativ neu ist die Erzeugung von „Metakaolin“, auch aus kaolinitreichen Tönen. Dieses Produkt wird entweder als Ersatz für puzzolanische Komponenten im Zementklinker oder nach alkalischer Aktivierung als „Geopolymer“ eingesetzt. In beiden Fällen trägt die Verwendung von Metakaolin auch zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bausektor bei.

Bentonite sind Gesteine bzw. Rohstoffe, deren Tonmineralbestand von Mineralen der Smectitgruppe, insbesondere Montmorillonit oder Beidellit, dominiert wird. Auf Grund ihrer extremen Eigenschaften wie sehr hoher Kationenaustauschkapazität und spezifischer Oberfläche, dem thixotropen Verhalten von Bentonitsuspensionen und dem innerkristallinen Quellvermögen werden sie in sehr unterschiedlichen Industriezweigen verwendet. Große Mengen gehen als Pelletierhilfsmittel in die Eisenerzaufbereitung, als Formsandbinder in die Gießereiindustrie und werden als Thixotropiermittel in geologischen bzw. geotechnischen Bohrspülungen verwendet.

Das Quellvermögen vorgetrockneter Bentonitziegel oder -pellets wird beim „Zuquellen“ von Bohrlöchern oder Schachtverschlüssen in der Geotechnik ausgenutzt. Auch in Schlitzwänden und beim Bau von Erdwärmesonden kommt Bentonit, oft in Form von Bentonit-Zement-Suspensionen, als Dichtmaterial bzw. Wärmeüberträger zum Einsatz. Alle Planungen zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen, egal in welcher Gesteinsformation, gehen von einer Pufferung der Gebinde bzw. Kanister gegenüber dem Wirtsgestein mit Bentonitziegeln oder Granulat aus. Es laufen entsprechend viele Forschungsarbeiten zur Langzeitstabilität der Smectite auch bei höheren Temperaturen. Bentonite dienen zur Flockung von organischem Material, z. B. bei der Abwasserreinigung, der Altpapieraufbereitung oder beim „Schönen“ von Wein. Eine verbreitete Anwendung ist der Einsatz von Bentonit als Adsorber und „Verklumpungsmittel“ bei der Güllebehandlung in der industriellen Tierproduktion bzw. zum gleichen Zweck in Katzenstreu. Säureaktivierte Bentonite dienen in der Lebensmittelindustrie als „Bleicherden“ zur Entfärbung von Ölen und Fetten. Die Adsorptions- und die pH-puffernde Wirkung von Bentonit können auch in Medizinprodukten ausgenutzt werden. Sowohl Suspensionen als auch Kapseln werden in der alternativen Medizin (Heilerde) oral verabreicht.

### Spezielle Tone

Darunter versteht man Rohstoffe, die von einem besonderen Tonmineral dominiert werden. Das können z. B. die bereits erwähnten Halloysit-Nanoröhrchen, Allophan (ebenfalls eine Nanostruktur mit extrem hoher Oberfläche), faserförmige Tonminerale wie Sepiolith oder Palygorskit, oder chemisch besonders zusammengesetzte Tone wie Nickelhydrosilicate sein. Es würde zu weit führen, hier alle einzelnen Anwendungsfälle aufzuzählen. Beispielsweise dienen die Nanomaterialien als Träger für Wirkstoffe, die faserförmigen Tonminerale Sepiolith und Palygorskit als morphologische Gerüstbildner in Suspensionen, und die Nickelhydrosilicate als Nickelerze.

### Ökonomische Bedeutung

In Deutschland ist die Gewinnung und Verarbeitung von Ton, Kaolin und Bentonit ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. So wurden 2022 etwa 11,7 Mio. t grobkeramische Tone, 2,6 Mio. t feinkeramische Tone, 862.000 t Kaolin und 316.000 t Bentonit

gewonnen [3]. Zusätzlich wurden netto ca. 490.000 t Bentonit und 108.000 t Kaolin importiert. Dagegen werden vor allem fertig gemischte keramische Massen hauptsächlich nach Italien und in die Niederlande exportiert, 2022 in der Größenordnung von 1,9 Mio. t. Insgesamt wird deutlich, dass Deutschland in Bezug auf Ton kein rohstoffarmes Land ist. Ein bedeutendes Lagerstättenrevier keramischer Tone befindet sich im Westerwald. Auch in Sachsen werden in etwa 10 Abbaustellen meist miozäne Tone hoher Qualität abgebaut. Sie leiten sich geologisch von der Abtragung der kaolinitischen Verwitterungskruste des sich hebenden Erzgebirges bzw. des Lausitzer Blocks und des Transports nach Norden ab. Reste dieser Verwitterung bilden den sogenannten „Kaolingürtel“, eine 10-50 km breite Zone mit Kaolinlagerstätten, die vom Leipziger Raum bis nördlich von Görlitz reicht. Hier befinden sich auch die bekannten klassischen Kaolinreviere von Kemnitz und Meißen. Gemeinsam mit den Tonlagerstätten stellen sie die Grundlage der historischen Keramikindustrie in Sachsen dar.

### Guter Ton – schlechter Ton?

Ton spielt nicht nur als wirtschaftlich genutzter Rohstoff, sondern auch eher beiläufig eine bedeutende Rolle für die menschliche Zivilisation. Es wird oft übersehen, dass die Fruchtbarkeit unserer Böden und damit die landwirtschaftliche Produktion zu großen Teilen auf deren tonigen Bestandteilen basieren. Sie bestimmen die Wasseraufnahme und -speicherung, Nährstoffbindung und -freisetzung, und über die Bildung von Ton-Humus-Komplexen auch die Struktur und Durchlüftung der Böden. Andererseits neigen sehr tonreiche Böden zum Verschlämmen oder auch zur Erosion. Noch ambivalenter werden Tone in anderen Bereichen bewertet. Bei der Aufbereitung von Metallerzen und einigen Industriemineralen stören Tonminerale den Prozess und müssen aufwändig entfernt und entsorgt werden. Die Entwässerung von Schlämmen kostet Energie und Geld, oder ist, wie im Falle der Tailings der kanadischen Ölsande, ein bis jetzt ungelöstes Umweltproblem. Auch Bauingenieure und Geotechniker müssen die „dunkle Seite“ des Tons im Blick haben. Bauen auf oder in tonigen Materialien erfordert große Sachkenntnis und häufig auch zusätzliche Kosten.

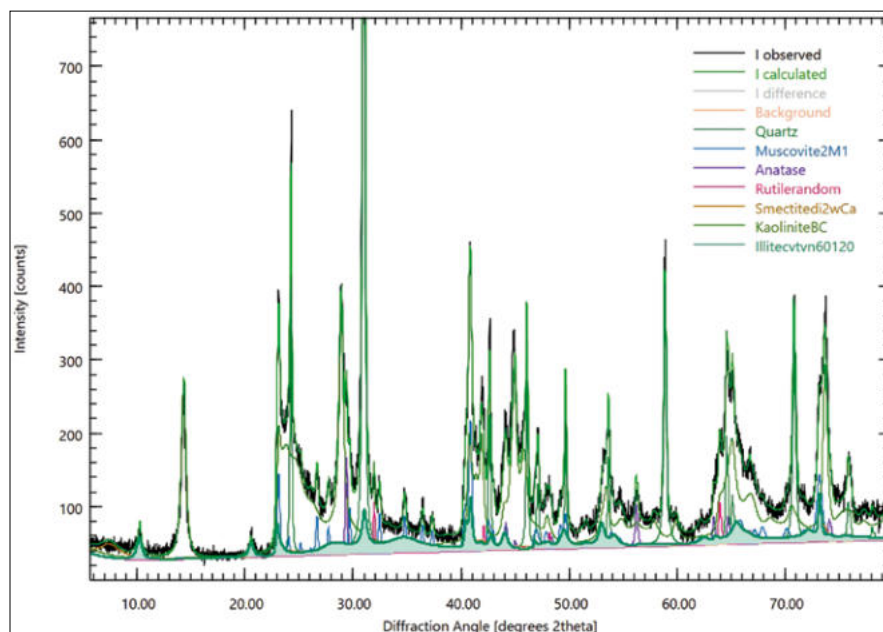
Ein besonders krasses Beispiel für die Instabilität tonmineralhaltiger Baugründe sind die im skandinavischen Raum und in



Kanada verbreiteten „quick clay“ Ereignisse [4]. Es handelt sich um großflächige Rutschungen, die durch den Zusammenbruch der Fläche-Kante-Wechselwirkung blättchenförmiger, nicht quellfähiger Tonminerale wie Illit und Kaolinit verursacht werden. Primäre Ursache ist die geologisch bedingte Entsalzung des Porenwassers dieser ursprünglich marinen Tone bzw. Schluffe. Aber auch viele andere geotechnische Probleme sind ursächlich mit der Wechselwirkung Tonmineral-Porenwasser verknüpft. Tone sind also auch in negativer Konnotation ein wichtiger Forschungsgegenstand.

### Röntgenpulverdiffraktometrie

Tonminerale entziehen sich auf Grund ihrer geringen Partikelgröße, ihren engen Verwachsungen und dem oft durch Mischkristallbildung variablen Chemismus vielen gängigen mineralogisch-petrologischen Analysenmethoden wie der Polarisationsmikroskopie oder einer lokalen chemischen Analyse. Deshalb wurden Tone und Tonminerale schon früh, bereits in den 1920er-1930er Jahren, mittels Röntgenpulverdiffraktometrie charakterisiert. Noch heute ist sie dafür die Methode der Wahl. Aber auch für die Röntgenbeugung halten die Tonminerale besondere Herausforderungen bereit. Sie sind häufig strukturell fehlgeordnet, und das in vielerlei Hinsicht. Es kommen Abweichungen von der Idealstruktur durch Rotationen der Schichtpakete gegeneinander um feste oder zufällige Winkel, definierte und zufällige Translationen, aber auch in Form von Wechsellagerungen von Schichtpaketen unterschiedlicher Zusammensetzung in einem „Kristallit“ vor. Diese Erscheinungen sind in der Natur nicht die Ausnahme, sondern die Regel. Das bedeutet, dass selbst für „Routineanalysen“ wie die quantitative mineralogische Untersuchung von Tonen kristallographisch begründete und praktikable Modelle entwickelt werden müssen, um die Röntgenpulverdiffraktogramme adäquat beschreiben bzw. berechnen zu können. Abbildung 1 zeigt die Anwendung solcher Modelle bei der Rietveld-basierten Modellierung des Diffraktogramms eines miozänen Tons aus der Lagerstätte Wetro/Lausitz für eine routinemäßige Phasenanalyse. Zur Beschreibung allein des illitischen Anteils sind zwei Modelle, ein muskovitähnlicher Polytyp 2M1 und ein rotationsfehlgeordneter Illit, notwendig. Letzterer macht hier ca. 10 Masse-% der Gesamtprobe aus. Ohne dieses Modell



**Abb. 1:** Profil eines Röntgenpulverdiffraktogramms (Co K $\alpha$ 1/2 Strahlung, Bragg-Brentano-Geometrie) von Ton Wetro/Lausitz, modelliert mit Fehlordnungsmodellen für die dioctaedrischen Tonminerale Kaolinit [5], Illit[6] und Smectit [7]. Das modellierte Diffraktogramm der fehlgeordneten Illitkomponente ist blaugrün unterlegt.

wäre keine korrekte Phasenquantifizierung des Illitanteils möglich.

### Fazit

Ton ist ein zwar unscheinbares, aber faszinierendes, wirtschaftlich bedeutendes und wissenschaftlich herausforderndes Geomaterial. Es verdient die Würdigung als „Gestein des Jahres 2025“ und auch die Beachtung in Forschung und Lehre an der TU Bergakademie Freiberg.

### Referenzen

- [1] Einwögerer, T. & Pieler, F. (2001) Am Anfang war der Löss – Versuche zur Herstellung altsteinzeitlicher Keramikfiguren. *Archäologie Österreichs*, 12, 16–21.
- [2] Warr, L.N. (2022) Earth's clay mineral inventory and its climate interaction: A quantitative assessment. *Earth-Science Reviews*, 234, 104198. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104198>
- [3] BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2023) Deutschland – Rohstoffsituation 2022. – 210 S.; Hannover. <https://doi.org/10.25928/dero-si22>
- [4] <https://www.geoengineer.org/education/soil-mechanics/the-phenomenon-of-quick-clays>, abgerufen 30.07.2025
- [5] Ufer, K., Kleeberg, R. and Monecke, T. (2015) Quantification of stacking disordered Si-Al layer silicates by the Rietveld method: application to exploration for high-sulphidation epithermal gold deposits. *Powder Diffraction*, 30, S1, 111–118. doi:10.1017/S0885715615000111
- [6] Ufer, K., Kleeberg, R., Bergmann, J. and Dohrmann, R. (2012) Rietveld refinement of disordered illite-smectite mixed layer structures by a recursive algorithm. Part II: Powder-pattern refinement and quantitative phase analysis. *Clays and Clay Minerals*, 60, (5), 535–552.
- [7] Ufer, K., Roth, G., Kleeberg, R., Stanjek, H., Dohrmann, R. & Bergmann, J. (2004) Description of X-ray powder pattern of turbostratically disordered layer structures with a Rietveld compatible approach. *Z. Kristallogr.* 219: 519–527.

<sup>1</sup> Institut für Mineralogie  
Kontakt: kleeberg@mineral.tu-freiberg.de

# Wo es heißer als auf der Sonne ist

Steffen Jankowski

Am Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffumwandlung der TU Bergakademie Freiberg wird unter anderem an leistungsfähigeren Batterien geforscht. Davon könnte nicht nur die Elektromobilität profitieren. Die Versuchsanlage hat es in sich.

Der Absatz von Elektroautos schwächelt in Deutschland. Laut Kraftfahrt-Bundesamt sind voriges Jahr 380.609 Elektro-Pkw neu zugelassen worden – das waren 27,4 Prozent weniger E-Autos als im Jahr zuvor. Als Gründe für die Kaufzurückhaltung werden häufig neben dem Preis der Fahrzeuge ein dünnes Ladenetz und vergleichsweise geringe Reichweiten genannt. Zumindest Letztere ließen sich mit Freiburger Know-how mindestens vervielfachen, sagt Professor Dirk Meyer von der TU Bergakademie. Professor Meyer ist wissenschaftlicher Sprecher des Zentrums für effiziente Hochtemperatur-Stoffumwandlung (ZeHS). In dem Komplex an der Winklerstraße wird unter anderem an leistungsfähigeren Batterien geforscht. Dabei werden auch Energiezustände erzeugt, die höheren Temperaturen als auf der Sonne – also mehr als gut 6.000 Grad Celsius – entsprechen. Selbst die Innentemperatur der Sonne, die mit 15 Millionen Grad Celsius angenommen wird, kann in der Versuchsanlage übertroffen werden. Das „Wunderding“ der Rovak GmbH aus Grumbach bei Wilsdruff ist etwa fünf Meter lang, zweieinhalb Meter hoch und anderthalb Meter breit. Die enormen Temperaturen werden durch ionisiertes Gas erreicht. Der Wissenschaftler spricht dabei von Plasma, das auch als vierter Aggregatzustand neben fest, flüssig und gasförmig bezeichnet wird. Elektroautos würden bislang häufig mit Lithium-Ionen-Batterien ausgestattet, erläutert Professor Meyer, die eine Anode aus Graphit hätten. „Während die Speicherkapazität des Graphits technisch ausgeschöpft erscheint“, schreiben die ZeHS-Forscher in der Zeitschrift „Acamonta“, „weist Silizium schon bei Raumtemperatur deutlich günstigere Parameter auf.“ Aber: Die Einlagerung von Kationen ändere das Volumen des Siliziums; bereits durch wenige Ladezyklen werde die Elektrode mechanisch zerstört. Die Lösung: Eine dünne Siliziumschicht, die in der Versuchsanlage auf ein Kupferband aufgetragen und zusätzlich geblitzt wird. Das Licht erhitzt das Material für Millisekunden sehr stark. Dadurch wird die Struktur der Oberfläche verändert. Das Blitzen ähnelt dem Härten von Metallteilen – auch die werden stark erhitzt und sehr schnell abgekühlt. Das Ergebnis seien Siliziumanoden, so Professor Meyer, die stabiler und leistungsfähiger als Graphitanoden sind: „Wir sind momentan etwa bei der zehnfachen Kapazität.“

Die Idee habe zur Gründung der Norcsi GmbH Halle geführt, die 2024 den IQ Innovationspreis Mitteldeutschland erhalten hat. „Durch unsere Technologie sollen E-Autos eine Reichweite von 1200 bis 1800 Kilometer pro Ladung erreichen“, erklärte Geschäftsführer Udo Reichmann in der Mitteldeutschen Zeitung. Die Versuchsanlage kann aber noch mehr. Sie entspricht einer kleinen Fabrik, die Rolle-zu-Rolle produziert. Das Kupferband wird auf einer Rolle eingesetzt, durch die Anlage geführt und am Ende wieder aufgerollt. Aktuell sei das Band etwa 16 Zentimeter breit, so Professor Meyer: „Das lässt sich in Industrieanlagen hochskalieren auf anderthalb Meter und mehr.“ Und noch eine Besonderheit zeichne die Anlage aus: Sie verfüge über ein Energiemonitoring und bereite ein Energiemanagement unter

Nutzung zeitlich flexibler Strompreise für potenzielle Kunden vor. „Das Gerät fragt an der Strombörse in Leipzig nach, ob der Strompreis gerade günstig ist und erledigt dann bestimmte Arbeiten zu einem geringen Tarif.“ Damit könne auch ein Beitrag zur Netzstabilität angesichts einer wachsenden Zahl von Erneuerbare-Energie-Anlagen geleistet werden.



Prof. Dirk Meyer (l.) und Yogesh Nakum aus Indien, Master in Advanced Material Analysis, an der Anlage im Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffumwandlung, die Temperaturen von 77 Millionen Grad Celsius erzeugen kann.



Dr. Hartmut Stöcker von der Bergakademie mit einer Silizium-auf-Kupfer-Rolle. Das Material dient zur Produktion von Anoden für leistungsfähigere Lithiumbatterien.

Bei günstigen Wetterbedingungen speisen Wind- und Sonnenkraftnutzer viel Strom in das Netz ein. Im Extremfall müssen dann sogar Windräder abgeschaltet werden, um das Leitungssystem nicht zu überlasten. „Sinnvoll ist es also, diesen Überschussstrom einzusetzen“, so Professor Meyer; die Freiburger Anlage schalte sich ein und nehme Elektroenergie ab. Für Professor Meyer ist das Gerät damit ein ZeHS im Miniaturformat: „Hier finden sich alle Aspekte, die bei uns wichtig sind.“ Das Forschungszentrum war 2021 eröffnet worden.

Dieser Beitrag erschien am 10. Januar 2025 in der Freien Presse.





# Weiterentwicklung des Studienangebots an der TU Bergakademie Freiberg

Swanhild Bernstein<sup>1</sup>, Ralf Hielscher<sup>2</sup>, Romy Kühne

Die TU Bergakademie Freiberg bietet ab dem Wintersemester 2025/26 zwei neue Masterstudiengänge an. In der Fakultät Wirtschaftswissenschaften wurde der Studiengang „**Data Literacy und Business Analytics**“ eingeführt, der die Studierenden auf die verantwortungsvolle Nutzung großer Datenmengen und den Einsatz von Künstlicher Intelligenz vorbereitet. Parallel dazu startet der Studiengang „**Mathematik in Wirtschaft, Engineering und Informatik**“, der eine interdisziplinäre, flexible Ausbildung in mathematischen Methoden mit Anwendungen in verschiedenen Fachgebieten ermöglicht. Beide Studiengänge zeichnen sich durch eine praxisnahe Ausrichtung, individuelle Gestaltungsmöglichkeiten und eine enge Betreuung aus, um die Studierenden optimal auf die vielfältigen Berufsfelder in Wirtschaft, Forschung und Industrie vorzubereiten.

## **Data Literacy und Business Analytics** Kompetenzen für die datengetriebene Wirtschaft!

Daten sind zu einem der wichtigsten Rohstoffe unserer Zeit geworden, und Unternehmen, Organisationen sowie die Gesellschaft insgesamt stehen vor der Herausforderung, den ökonomischen Wert dieser Daten zu erschließen und verantwortungsvoll zu nutzen. Um Studierende optimal auf diese Zukunft vorzubereiten, hat die Fakultät Wirtschaftswissenschaften den Masterstudiengang Data Literacy und Business Analytics ins Leben gerufen.



Der Masterstudiengang Data Literacy und Business Analytics ersetzt den bisherigen Masterstudiengang Business Analytics, um gezielt auf die steigende Nachfrage nach Fachkräften mit Datenkompetenz (Data Literacy) im Kontext einer zunehmenden Digitalisierung in Unternehmen zu reagieren. So wird ein Ausbildungsangebot zum Einsatz analytischer Werkzeuge in wirtschaftlichen Kontexten verantwortungsvoll geschaffen, was sich damit auch unter dem Schlagwort des Einsatzes der Künstlichen Intelligenz zusammenfassen lässt. Der Studiengang basiert auf der Überzeugung, dass fundierte Datenkompetenz mehr ist als nur technisches Know-how. Sie umfasst auch ethisches, wirtschaftliches und strategisches Denken. Der interdisziplinäre Ansatz des Studiengangs verbindet daher Inhalte aus Statistik, Informatik, Wirtschaftswissenschaften und Ethik, um eine ganzheitliche Perspektive zu bieten.

Die Studierenden erwerben während des 4-semesterigen Studiums umfassende methodische und technologische Kenntnisse zur Datenanalyse in Unternehmen und lernen, mit großen, polystrukturierten Datenmengen (Big Data) an der Schnittstelle zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen umzugehen. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der praxisnahen Anwendung: In Projektmodulen und Fallstudien bearbeiten die Studierenden in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie, Forschung und Verwaltung reale Herausforderungen aus Wirtschaft und Gesellschaft.

Der Studiengang Data Literacy und Business Analytics verfolgt klare Zielsetzungen, um die Studierenden optimal auf die Anforderungen der digitalen Wirtschaft insbesondere im Umgang mit Künstlicher Intelligenz vorzubereiten. Ein zentrales Anliegen ist die Vermittlung von Datenkompetenz in wirtschaftlichen Kontexten. Die Studierenden lernen, große Datenmengen systematisch zu sammeln, zu analysieren und wirtschaftlich zu nutzen, um fundierte, datenbasierte Entscheidungen treffen zu können.

Darüber hinaus legt der Studiengang großen Wert auf die Förderung der Interdisziplinarität. Durch die Verbindung von Statistik, Wirtschaft und Informatik erfolgt eine umfassende Ausbildung, welche die Studierenden befähigt, vielfältige Herausforderungen der digitalen Wirtschaft zu meistern. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung strategischer Denkfähigkeiten: Die Studierenden sollen in der Lage sein, datengetriebene Strategien zu entwickeln, die Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil verschaffen, sowie komplexe Problemstellungen mithilfe innovativer Datenlösungen zu adressieren.

Neben den technischen Fähigkeiten wird auch der kritische und ethische Umgang mit Daten geschult. Themen wie Datenschutz, ethische Implikationen und Nachhaltigkeit sind relevant, um eine verantwortungsvolle Nutzung von Daten sicherzustellen. Schließlich legt der Studiengang großen Wert auf eine praxisorientierte Ausbildung. Durch enge Kooperationen mit Unternehmen, Projektarbeiten und Praktika werden die Studierenden optimal auf den Arbeitsmarkt vorbereitet und können ihre erworbenen Kenntnisse direkt in der Praxis anwenden. Im Sinne eines Master of Science kommt allerdings auch die wissenschaftliche Ausbildung nicht zu kurz, die sich durch intensives literaturbasiertes Arbeiten im Rahmen der Vorlesungen, einer entsprechenden Seminar- und umfassenden Masterarbeit auszeichnet.

Der Studiengang legt u. a. inhaltliche Schwerpunkte auf folgende Themen:

- Grundlagen und Methoden der Datenanalyse und Statistik,
- Anwendung von maschinellem Lernen und KI in der Wirtschaft,
- Datenvisualisierung, Storytelling und Entscheidungsunterstützung,
- Entwicklung von Data Literacy für eine fundierte Urteilsfähigkeit im digitalen Zeitalter und
- rechtliche, gesellschaftliche und ethische Fragestellungen im Umgang mit Daten.



Zusätzlich werden Themen wie Datenschutz, Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Verantwortung behandelt, um einen verantwortungsvollen Umgang mit Daten zu fördern.

Absolventinnen und Absolventen dieses Studiengangs sind in nahezu allen Branchen gefragt. Ob in der Unternehmensberatung, in der Industrie, im Rohstoff- oder Energiesektor, im öffentlichen Dienst oder in der Forschung – die Möglichkeiten sind vielfältig. Sie können beispielsweise als Data Scientist, Business Intelligence Consultant, Supply Chain Analyst oder Nachhaltigkeitsspezialist tätig werden. Da Datenkompetenz weltweit gefragt ist, eröffnet der Studiengang auch internationale Karrieremöglichkeiten. Unternehmen auf der ganzen Welt suchen Fachkräfte, die technische Expertise mit wirtschaftlichem und ethischem Bewusstsein verbinden können.

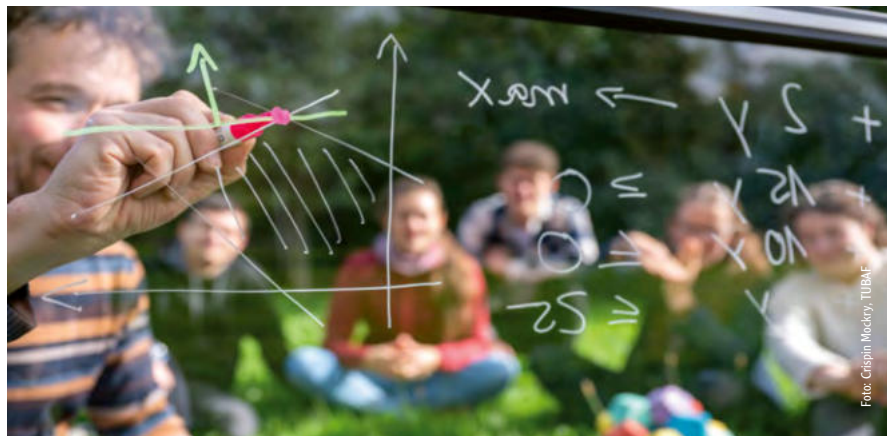
Der 4-semestriges Masterstudiengang Data Literacy und Business Analytics an der TU Bergakademie Freiberg bietet eine zukunftsweisende Ausbildung, die Studierende optimal auf die datengetriebene Wirtschaft vorbereitet. Mit interdisziplinärem Wissen, praktischer Erfahrung und einem Fokus auf verantwortungsvollen Umgang mit Daten sind Absolventinnen und Absolventen bestens gerüstet, um die Herausforderungen der digitalen Ära erfolgreich zu meistern.

## Mathematik in Wirtschaft, Engineering und Informatik

Der Schlüssel zu vielfältigen Karrieren!

Mathematik gilt heute als eine der wichtigsten Wissenschaften des 21. Jahrhunderts. Sie ist die Sprache, mit der wir komplexe Zusammenhänge in Wirtschaft, Technik und Informatik beschreiben, analysieren und optimieren. An der Fakultät Mathematik und Informatik wird diesem Ansatz im neuen Masterstudiengang Mathematik in Wirtschaft, Engineering und Informatik Rechnung getragen, welcher zum Wintersemester 2025/26 startet.

Der 4-semestriges Masterstudiengang ist die konsekutive Fortsetzung des bereits bestehenden gleichnamigen Bachelorstudiengangs und soll die Bachelor- und Masterstudiengänge „Wirtschaftsmathematik“ ablösen. Ziel ist es, eine breitere Studierendenschaft anzusprechen und die Studierenden optimal auf die Anforderungen der modernen Arbeitswelt vorzubereiten. Besonders hervorzuheben



ist, dass die neuen Studiengänge neben der wirtschaftswissenschaftlichen Spezialisierung nun auch die Bereiche Engineering und Informatik abdecken. Damit eröffnen sich vielfältige Karrierewege in unterschiedlichsten Branchen.

Ein besonderes Merkmal des Studiengangs ist seine enorme Flexibilität. Studierende können ihren Stundenplan individuell gestalten: Nur zwei Module sind fest vorgegeben, alle anderen können nach persönlichen Interessen ausgewählt werden. Das bedeutet, dass man entweder den Fokus stärker auf die mathematischen Inhalte legen oder die Anwendung in Wirtschaft, Engineering oder Informatik vertiefen kann, wobei sich die Absolventinnen und Absolventen in einer der Anwendungsrichtungen soweit qualifizieren, dass sie, in Kombination mit dem im Mathematikteil vermittelten mathematischen Know-how und Abstraktionsvermögen, exzellente Chancen in der Wirtschaft haben. Diese Anpassungsmöglichkeiten machen das Studium besonders attraktiv und ermöglichen eine individuelle Spezialisierung – jederzeit während des Studiums. Dabei stehen den Studierenden Professorinnen und Professoren sowie die Fachschaft von Anfang an eng zur Seite und begleiten sie individuell. Damit wird sichergestellt, dass jeder Studierende die bestmögliche Unterstützung erhält, um persönliche Ziele zu erreichen.

Da Mathematik als Schlüssel zu vielen Fachgebieten gilt, ist der Masterstudiengang praxisorientiert ausgerichtet und vermittelt Methoden, um anwendungsorientierte Probleme in verschiedensten Fachgebieten zu lösen. Ob autonomes Fahren, intelligente Materialien, nachhaltige Finanzprodukte oder Sprachassistenten – mathematische Methoden sind essenziell, um Innovationen voranzutreiben. Der Master qualifiziert Studierende so, dass sie in den Bereichen Wirtschaft,

Wissenschaft, Technik oder Informatik exzellente Berufsaussichten haben. Dabei sind die Berufsmöglichkeiten vielfältig: Absolventen und Absolventinnen arbeiten in der Industrie, Forschung, Entwicklung, bei Banken oder Versicherungen – überall dort, wo komplexe Daten, Risikoanalysen oder Softwareentwicklung gefragt sind. Für das Masterstudium wird ein Bachelorabschluss in einem mathematischen oder einem gleichwertigen Studiengang an einer Hochschule vorausgesetzt. Wichtig sind ausgeprägte Fähigkeiten zum logischen und abstrakten Denken, Freude am strukturierten Problemlösen und Interesse an interdisziplinären Projekten.

Der Studiengang „Mathematik in Wirtschaft, Engineering und Informatik“ an der TU Bergakademie Freiberg bietet eine einzigartige Kombination aus mathematischer Tiefe und praktischer Anwendung. Mit seiner Flexibilität, individuellen Betreuung und den vielfältigen Berufsaussichten ist er eine hervorragende Wahl für alle, die die Zukunft aktiv mitgestalten möchten.

1 TU Bergakademie Freiberg; Prorektorin für Bildung und Qualitätsmanagement in der Lehre

2 TU Bergakademie Freiberg; Professur Signal- und Bildverarbeitung

# Studienerfolgsprojekt an der TU Bergakademie Freiberg

Überfachliche Kompetenzen von Studierenden gestärkt

Swanhild Bernstein, Claudia Funke, Christian Gardt, Katayoun Karimi, Heinz Konietzky, Romy Kühne, Alexandra Morgenstern, Tim Pöschl, Ulrich Prah, Katharina Rosin<sup>1</sup>, Lena Theis, Madlen Ullmann, Antje Wehmeyer, Kristina Wopat, Erik Wünsche



In einer Zeit, in der psychische Belastungen bei Studierenden zunehmen und herkömmliche Unterstützungsangebote oft an ihre Grenzen stoßen, setzt die TU Bergakademie Freiberg auf innovative Ansätze, um den Studienerfolg und das Wohlbefinden ihrer Studierenden zu fördern sowie deren akademische Resilienz nachhaltig zu festigen. Mit einem ganzheitlichen Projekt, das überfachliche Kompetenzen stärkt und gezielt die Sichtbarkeit sowie Unterstützung vulnerabler Gruppen in technischen Fachbereichen verbessert, zeigt die Hochschule, wie strukturelle Innovationen und individuelle Förderung Hand in Hand gehen können. Dieser Ansatz macht deutlich: **Studienerfolg ist mehr als nur Fachwissen** – er basiert auch auf Resilienz, Selbstvertrauen und einer inklusiven Hochschulkultur.

Das Studienerfolgsprojekt wird aus den Mitteln des Europäischen Sozialfonds Plus (ESF Plus) sowie des Freistaats Sachsen finanziert und startete im März 2024 an der TU Bergakademie Freiberg.

Angeichts steigender psychischer Belastungen und begrenzter Unterstützungsangebote setzt das Projekt auf fünf Teilprojekte, die gezielt vulnerable Gruppen, insbesondere Frauen in technischen Studiengängen und internationale Studentinnen, fördern. Dazu gehören

Mentoring-Programme wie StudySisters und ScienceSisters, Netzwerkinitiativen wie der Women's Mining Club sowie Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung und Berufsorientierung, etwa im Geoingenieurwesen und der Metallurgie. Ergänzend werden Resilienz und Selbstregulation in die Grundlagenausbildung integriert, um Prüfungsangst und Studienabbrüche zu reduzieren. Insgesamt zeigt das Projekt, wie eine kleine, spezialisierte Hochschule durch flexible Strukturen und innovative Formate nachhaltige Veränderungen in der Hochschulkultur bewirken kann, wobei psychische Gesundheit, Gleichstellung und Studienerfolg im Mittelpunkt stehen.

## Innovative Ansätze für ein wachsendes Problem gefragt

Lange Zeit galten Studierende als gesunde, leistungsfähige Gruppe innerhalb der Gesellschaft. Doch Studien zeichnen aktuell ein anderes Bild: Rund ein Drittel der Studierenden leidet inzwischen unter psychisch belastenden Symptomen, die teils krankheitswertig sind [1], [2]. Herkömmliche individuelle Unterstützungsangebote stoßen bei dieser Entwicklung an ihre Grenzen. Monatlanges Wartezeiten auf Therapieplätze und hohe Hemmschwellen verhindern, dass Hilfesuchende rechtzeitig die nötige Unterstützung erhalten – mit gravierenden Folgen für das Studium.

Nur etwa 30 Prozent der psychisch belasteten Studierenden nehmen bestehende Beratungsangebote überhaupt in Anspruch [3]. Dabei zeigen wissenschaftliche Untersuchungen klar, dass gezielte Unterstützung positive Effekte auf die psychische Stabilität hat [4]. Dass die Problematik nicht allein auf die Pandemie zurückzuführen ist, zeigt ein Blick an die Schulen: Auch dort bleibt der Anteil psychisch belasteter Kinder und Jugendlicher auf konstant hohem Niveau.

## PROJEKTEINBLICK

### FemStudySuccess – Mentoring von Studienstart bis Abschluss

FemStudySuccess kombiniert mit den Programmen StudySisters und ScienceSisters klassische Elemente erfolgreicher

Karriereförderung mit den spezifischen Herausforderungen des Studiums und legt besonderen Wert auf die Förderung akademischer Resilienz. Diese wird durch den strukturierten Austausch und die Unterstützung in schwierigen Phasen des Studiums gestärkt, sodass die Teilnehmerinnen nicht nur ihre fachlichen, sondern auch ihre persönlichen und sozialen Kompetenzen weiterentwickeln.

**StudySisters** begleitet Studienanfängerinnen beim Einstieg ins Hochschulleben durch Peer-Mentoring, Workshops und Netzwerkformate.

**ScienceSisters** richtet sich an Studentinnen kurz vor dem Studienabschluss – mit individuellem Mentoring durch berufserfahrene Frauen, Soft-Skill-Trainings und Karriereveranstaltungen.

Dass dieser Ansatz Wirkung zeigt, spiegelt nicht nur die hohe Nachfrage und das Engagement der Teilnehmerinnen wider, sondern auch konkrete Rückmeldungen: Das Mentoring habe geholfen, Selbstreflexion zu fördern, das Zeitmanagement zu verbessern, sich bewusster mit der eigenen Entwicklung auseinanderzusetzen – und vor allem, jemanden zu haben, der zuhört.



Die Verantwortlichen des Study Sisters Mentoring Programms: Laura Hohlfeld (2. v. r.) und Antje Wehmeyer (rechts)



Im Mai 2024 startete die erste Kohorte des Programms ScienceSisters mit 18 engagierten Studentinnen. Im Fokus standen Workshops zu Themen wie Stress- und Zeitmanagement, Resilienz, Persönlichkeitstypen, Projektplanung und Bewerbung – durchgeführt von den Koordinatorinnen des Programms. Ergänzt wurde das Angebot durch inspirierende Kaminabende mit Alumnae, gemeinsames Kochen zum Vernetzen sowie eine gezielte Vorbereitung auf die Karriere-messe „ORTE“. Im Oktober 2024 folgte die StudySisters-Kohorte mit 31 Teilnehmerinnen. Auch sie profitierte von einem vielseitigen Programm aus Workshops, Peer-Groups und Vernetzungsformaten, das gezielt auf die Bedürfnisse von Studentinnen abgestimmt war.

**Die Rückmeldungen beider Gruppen sprechen eine klare Sprache:** Ein geschützter Raum, Vertrauen und der offene Austausch sind zentrale Elemente – nicht nur für den Studienerfolg, sondern auch für die persönliche Entwicklung und berufliche Orientierung der Teilnehmerinnen.

Unter dem Motto „Mutig, vernetzt, zukunftsorientiert“ treiben weitere drei Teilprojekte für Studierende den Wandel in technischen Studiengängen voran. Denn in einer Welt im Wandel sind es mutige Impulse, die die Türen öffnen – besonders für internationale Studentinnen in männerdominierten Bereichen wie der Metallurgie, dem Bergbau oder dem Geoingenieurwesen.

### **WomenFutureMetals – Perspektiven für internationale Studentinnen der Metallurgie**

Das Herzstück von WomenFutureMetals liegt vor allem in der gezielten Förderung persönlicher und überfachlicher Kompetenzen. Workshops, Karrieregespräche und Fachvorträge eröffnen einen einzigartigen Mix aus Wissen und Empowerment. Besonders hervorzuheben sind dabei die geplanten Exkursionen in die Industrie und die direkte Begegnung mit weiblichen Vorbildern aus der metallverarbeitenden Branche. Denn was oft fehlt, ist nicht das Talent – sondern die Sichtbarkeit.

Neben fachlichen Aspekten werden Schlüsselkompetenzen wie Selbstorganisation, Bewerbungskompetenz, interkulturelle Kommunikation und strategisches Netzwerken vermittelt. Die praxisnahen Formate ermöglichen den Teilnehmerinnen einen authentischen Einblick in die Industrie und fördern die aktive Karriereplanung.



Study Sisters Auftaktveranstaltung

Erste Rückmeldungen bestätigen, dass das Projekt das Selbstvertrauen stärkt, neue Perspektiven eröffnet und wertvolle berufliche Kontakte ermöglicht.

### **Women's Mining Club an der TUBAF – Netzbildung im Bergbau**

Auch im Bergbau tut sich etwas: Am Institut für Bergbau setzt der gegründete **Women's Mining Club** auf Austausch, Sichtbarkeit und Zusammenhalt. Hier treffen Studentinnen und Berufstätige aufeinander, teilen Erfahrungen und bauen ein tragfähiges Netzwerk auf.

Erfreulich: Auch männliche Studierende erkennen den Wert dieser Angebote und beteiligen sich aktiv. So entsteht nicht nur ein geschützter Raum für Frauen – sondern ein Schritt in Richtung eines inklusiven Miteinanders. Der Kulturwandel beginnt hier.

### **Zukunft Geoingenieurwesen – Attraktivität steigern, Studienabbrüche senken**

Das Teilprojekt **Zukunft Geoingenieurwesen** setzt bei der Attraktivitätssteigerung und Berufsorientierung des gleichnamigen Studiengangs an. Durch die didaktische Überarbeitung zentraler Lehrveranstaltungen, neue Übungsformate und ergänzende eBook-Kapitel für das Selbststudium konnte bereits die Studienbindung gestärkt werden.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Verbindung von Theorie und Praxis: Gastdozierende aus der Industrie sowie die jährliche Exkursion ins Salzbergwerk Bernburg bieten den Studierenden realitätsnahe Einblicke in berufliche Anwendungsmöglichkeiten.

Die Zusammenarbeit mit Partnern wie der K+S AG und dem IfG Leipzig unterstreicht den engen Praxisbezug des Projekts.



Exkursion zur Otto Fuchs AG (WomenFutureMetals)



Workshops im Rahmen des Women's Mining Club



Exkursion K+S AG - Salzwerk Bernburg

### ARMINT –

**Starker Start ins Studium durch Integration überfachlicher Kompetenzen in Mathematik und Physik**

Der Studienstart in Mathematik- und Physikmodulen ist für viele Erstsemestler eine große Hürde. Das Projekt ARMINT setzt genau hier an – mit einem neuartigen Konzept, das fachliche Grundlagen mit psychosozialen Kompetenzen verbindet. Selbstregulation, Resilienz und psychische Gesundheit werden gezielt in die Lehre integriert, um die Studierfähigkeit zu fördern, Prüfungsängste abzubauen und Chancengleichheit zu stärken.

Die Initiative greift auf Erkenntnisse des Schulprojekts BeSOS zurück, das effektive Strategien zum Umgang mit psychischer Belastung und zur Förderung selbstregulierten Lernens entwickelt hat. Diese fließen in die Neugestaltung des Mathematik-Brückenkurses für Studienanfänger\*innen ein. Statt klassischer Vorlesungen liegt der Fokus nun auf intensivem, eigenaktivem Üben in leistungshomogenen Kleingruppen. Ein strukturierter Aufgabenpool fördert individuelles Lernen und kontinuierliche Mitarbeit. Kleine Gruppen ermöglichen eine passgenaue Unterstützung, unabhängig vom Leistungsniveau. Zudem stärken gendersensible Maßnahmen, wie der gezielte Einsatz weiblicher Tutorinnen, insbesondere Studentinnen im Fach Mathematik.

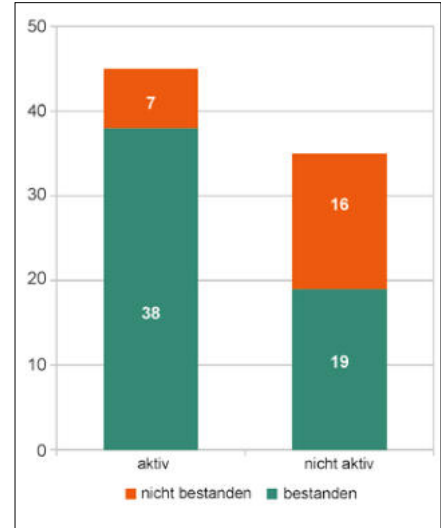
Ein zentrales Element des Projekts ist der Transfer von Erfahrungen aus den Physikmodulen „Physik für Naturwissenschaftler I und II“. Diese wurden im

Rahmen von ARMINT gezielt weiterentwickelt, um als Modell für die Neugestaltung auch der Mathematikmodule zu dienen. Die dort eingesetzten Materialien fördern nicht nur das fachliche Verständnis, sondern auch überfachliche Kompetenzen. Erste Evaluationen belegen den Erfolg: Eine Analyse der Klausur „Physik für Naturwissenschaftler I“ im Wintersemester 2023/24 zeigt, dass Studierende, die regelmäßig an einem begleitenden OPAL-Online-Kurs teilnahmen, signifikant bessere Prüfungsergebnisse erzielten.

Insbesondere der Brückenkurs Mathematik wurde im Projekt grundlegend reformiert. Der Vorlesungsteil entfiel vollständig zugunsten einer Übungsstruktur, die zentrale mathematische Basiskompetenzen vermittelt – insbesondere solche, die im Schulkontext häufig zu kurz kommen, im Studium jedoch entscheidend sind. Die Einteilung in leistungshomogene Gruppen fördert sowohl leistungsstarke als auch leistungsschwächere Studierende gezielt und individuell.

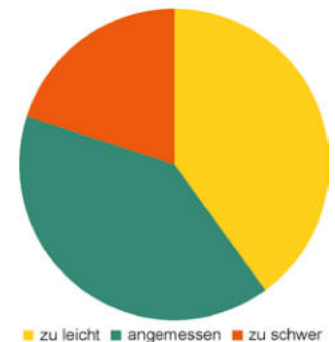
Die bisherigen Ergebnisse sind eindeutig: Aktive Teilnahme an den neu konzipierten Kursen steigert die Prüfungserfolge deutlich, verringert Prüfungsängste und stärkt das Selbstvertrauen. Aufgrund der positiven Wirkung wird das Konzept derzeit auf weitere Module im Grundstudium übertragen.

Evaluationen belegen: Wer aktiv an den Kursen teilnimmt, besteht Prüfungen signifikant häufiger. Der Brückenkurs reduziert Prüfungsängste und stärkt das Selbstvertrauen.

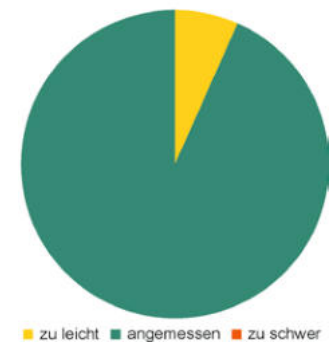


Lernen lohnt sich: Wie aktive Kursteilnahme die Bestehensquote beeinflusst (Physik WiSe 2023/2024)

Brückenkurs 2023: Der Schwierigkeitsgrad in den Übungen und Tutorien war ...



Brückenkurs 2024: Der Schwierigkeitsgrad in den Übungen und Tutorien war ...



Studierendenmeinung im Wandel: Wirkung der Brückenkurs-Neuaufrichtung im Vergleich

### Fazit: Wandel als Chance

Die Teilprojekte zeigen wie gezielte Maßnahmen zur Förderung überfachlicher Kompetenzen und zur Stärkung der Sichtbarkeit von Frauen in technischen Fachbereichen beitragen können. Sie unterstützen Studierende auf ihrem Weg in die Berufswelt, schaffen Räume für Austausch und ermöglichen frühzeitige Vernetzung mit der Industrie – ein Gewinn für alle Beteiligten. Mit dem



Projekt zur Förderung überfachlicher Kompetenzen setzt die TU Bergakademie Freiberg ein starkes Signal: Psychische Gesundheit, Resilienz und Gleichstellung sind keine Randthemen – sie sind grundlegende Voraussetzungen für Studienerfolg. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass der ganzheitliche Ansatz wirkt. Die TU Bergakademie Freiberg nutzt ihre überschaubare Größe und spezialisierte Ausrichtung als Stärke – und kennzeichnet sich als eine Hochschule, die Fachwissen und Menschlichkeit miteinander verbindet.



Kofinanziert von der Europäischen Union



Freistaat SACHSEN

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

#### Referenzen:

- [1] TK-Gesundheitsreport 2023 - Wie geht's Deutschlands Studierenden?, 2023
- [2] „Psychische Belastung von Studierenden in Deutschland im Nachgang der Covid-19 Pandemie“, Universität Potsdam, 2023
- [3] Die Studierendenbefragung in Deutschland: best3, Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, Berlin 2023
- [4] Jahresbericht 2022 der PSB der Universität Mainz, S. 8 (so gesehen am 24.04.2025 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.pbs.uni-mainz.de/files/2024/02/Jahresbericht\_2022.pdf)

1 Kontakt: Katharina.Rosin1@grafa.tu-freiberg.de

# Masterstudiengänge Advanced Mineral Resource Development (AMRD) und Sustainable Mining and Remediation Management (MoRe)

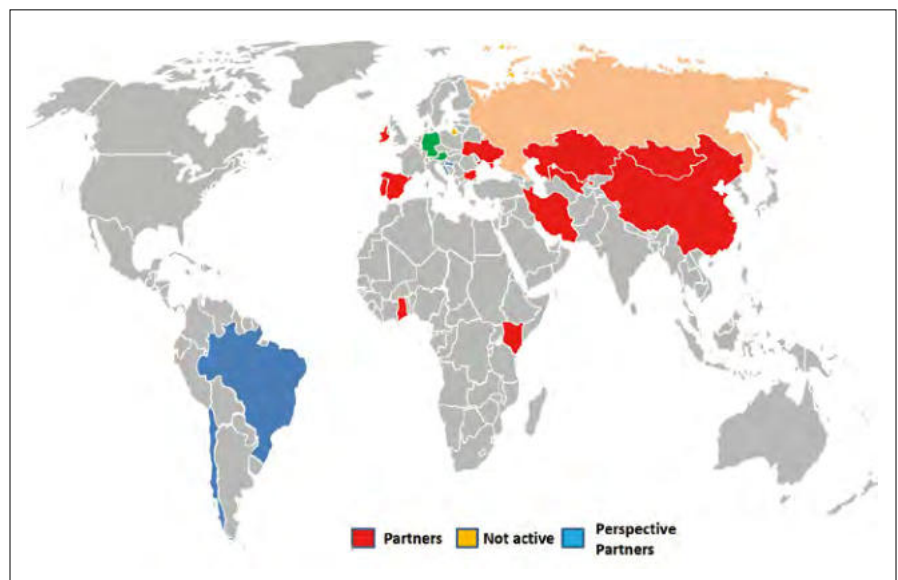
Neue Partner, Lerninhalte und Lernmethoden

Carsten Drebenstedt<sup>1</sup>

## Masterstudiengang Advanced Mineral Resource Development 2024/ 2025

Die Vorbereitungsarbeiten am Internationalen Studiengang Master of Science in Advanced Mineral Resource Development (AMRD) gehen auf das Jahr 2010 zurück. Im Rahmen der International University of Resources (IUR), einem Verbund von fünf führenden Nationen im Bergbau und Hüttenwesen Europas, wurde unter Initiative der TUBAF die Einrichtung eines gemeinsamen Studiengangs im Montanbereich vorgeschlagen, in den jede Partnerhochschule ihre besondere Expertise einbringt. Durch die Einrichtung eines „International Committee“, das sich schwerpunktmäßig mit der Auswahl der Studierenden befasst, besteht zudem die Möglichkeit von mindestens einem gemeinsamen Treffen im Jahr zum erweiterten inhaltlichen Austausch.

Der Masterstudiengang wurde als „joint study“ Programm mit einem „multiple degree“ konzipiert und als Erster dieser Art mit den Studien- und Prüfungsordnungen vom 15. Oktober 2012 an der TUBAF eingeführt. Den Start machten die Partnerhochschulen TU Bergakademie Freiberg, Montanuniversität Leoben (Österreich) und Technische Universität Dnipro (Ukraine). Der klassische Studienablauf beginnt im Wintersemester eines Jahres in Leoben, gefolgt vom Sommersemester in Freiberg und vom dritten und vierten Semester an



Weltkarte mit AMRD-Partnern

der dritten Partnerhochschule. Die Masterarbeit wird gemeinsam betreut und in einer gemeinsamen Verteidigung der Partner geprüft. Auch folgender Ablauf ist möglich: erstes Semester an der dritten Partnerhochschule, zweites Semester in Freiberg, drittes in Leoben und viertes wieder beim dritten Partner. Wenn die Studierenden am jeweiligen Studienort mindestens 30 ECTS abgelegt haben, erhalten sie den Masterabschluss der jeweiligen Universität – mit den Gründungspartnern in Leoben, Freiberg und Dnipro also drei Abschlüsse. Im Diploma Supplement wird der gemeinsame Abschluss dokumentiert.

In der Folge traten weitere Universitäten dem Studiengang bei: China University of Mining and Technology (Beijing, 2014), Amirkabir University of Technology (Teheran, Iran, 2016), Instituto Superior Técnico (IST Lisbon, Portugal, 2017), Universidad Politécnica de Madrid (UPM, Spanien, 2018), German-Mongolian Institute of Raw Materials and Technologies (GMIT, Ulan Bator, 2018), St. Petersburg Mining University (SPMU, 2019, Zusammenarbeit seit 2022 ausgesetzt).

Als erster afrikanischer Partner ist die Taita Tavete University (TTU, Kenia) im Jahr 2023 dem Studiengang beigetreten.



Unterzeichnung der AMRD-Vereinbarung mit der TU Karaganda (Kasachstan) am 4.12.2024 in Freiberg



Unterzeichnung der AMRD Vereinbarung mit der UMaT in Tarkwa (Ghana) am 14.3.2025

Im gleichen Jahr wurde mit der University of Leon (ULe, Spanien) erstmals ein „joint degree“ Programm vereinbart, d. h. alle drei Partner vergeben für den Masterabschluss eine gemeinsame Urkunde.

Während die Studieninhalte in Leoben und Freiberg einheitlich sind, bieten die anderen Partner individuell gestaltete Kurse entsprechend ihrer Stärken an. Sollten Studienplätze durch die Partner unbesetzt bleiben, können auch Studierende von Universitäten aus anderen Ländern bei Erfüllung der Zulassungsvoraussetzungen eingeschrieben werden.

#### Vier neue Partner 2024/ 2025

Der Ausbau des AMRD-Netzwerks in rohstoffreichen Ländern in Mittelasien erfolgte 2024 durch Aufnahme der Staatlichen Universität für Bergbau und Technologie Navoi (NSUMT, Usbekistan) und 2025 der Karaganda State Technical University (KSTU, Kasachstan). Mit der University of Mining and Technology (UMaT, Ghana) in Tarkwa wurde 2024 das Netzwerk in Afrika und mit der University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“ (UMG, Bulgarien) in Südost-Europa weiter ausgebaut.

Die geographische Verteilung der Partner ermöglicht u. a. ein Studium in einem interkulturellen Umfeld, verbessert die englischsprachigen Kommunikationsfähigkeiten und die Selbstständigkeit, gibt Einblicke in die Werte anderer Regionen und ermöglicht den Aufbau von internationalen Netzwerken.

#### Neue Vertiefung Responsible Consumption and Production (RCP)

An der TUBAF hat der Masterstudiengang AMRD vier Vertiefungen, die in folgender chronologischer Reihenfolge entstanden: nach Etablierung der Kern-Vertiefung „Mining Engineering“ 2012 wurde das Modell inhaltlich erweitert, 2018 mit dem Trinity College Dublin in „Mineral Economics/Entrepreneurship“, 2020 in „Engineering Geoecology“ (werden beide derzeit nicht angeboten) und seit 2023 mit den Universitäten in Leon und Leoben in „Responsible Consumption and Production (RCP)“ im Rahmen der Europäischen Hochschulallianz „EURECA-PRO“.

Die Vertiefung „Mineral Economics/Entrepreneurship“ wurde mit Unterstützung des EIT Raw Material im Projekt ADMINRED lab entwickelt und eingeführt. Nach dem Pilotdurchlauf steht die Vertiefung weiter für fachlich interessierte Partner offen.

In der Vertiefung RCP bietet die TUBAF als Besonderheit Module, wie „European Values“ und „Responsible Consumption“, an. Einige Module können in Form des „Problem Based Learning“ (PBL) belegt werden, das eine thematische Einführungsphase, die Lösung von Aufgaben in Gruppe mit selbständiger Erarbeitung

von Inhalten durch die Studierenden und eine abschließende Präsentations- und Diskussionsphase umfasst.

Zuvor wurde ein Bachelor RCP als Teilstudiengang im Bachelor Engineering aufgenommen, der die Möglichkeit der Auswahl von thematischen „tracks“ (Semester) oder Teilstudien an den Partneruniversitäten von EURECA-PRO ermöglicht.

#### Masterstudiengang Sustainable Mining and Remediation Management (MoRe) 2023/2024

Der Masterstudiengang MoRe wurde 2006 als internationaler Studiengang an der TUBAF gemeinsam mit der WISMUT GmbH konzipiert; er ist auch in Teilzeit studierbar. Der Praxispartner WISMUT bringt dabei umfangreiche und unikale Erfahrungen bei der Sanierung des Uranerzbergbaus ein. Der Studiengang wird seit 2008 als erster internationaler Studiengang in den Ingenieurwissenschaften an der TUBAF angeboten und sah zunächst Studiengebühren als Honorierung für den Praxispartner vor. Später wurde der Studiengang ohne Gebühren nur noch durch die TUBAF angeboten. Es ist der einzige dreisemestrige Masterstudiengang an der TUBAF und ermöglicht somit die Immatrikulation im Sommer- und Wintersemester. Im Jahr schreiben sich bis zu 40 Studierende ein.

#### Neue Vertiefung „Raw Material Value Chain“ mit Doppelabschluss an AGH Krakau

2023 wurde in Ergänzung zu „Sustainable Mining and Remediation Management“ mit „Raw Material Value Chain (RaVeN)“ eine zweite Vertiefung im Studiengang MoRe eingerichtet. Die Vertiefung RaVeN ist als gleichnamiger Studiengang an der AGH Krakau im Wintersemester 2023/2024 mit 16 Studierenden gestartet. Tragende Fakultäten an der AGH sind Civil Engineering and Resource Management und Non-Ferrous Metals. Der Studiengang hat zuvor das EIT Raw Material Label erhalten und wird aktuell in einem Projekt unterstützt. Im Unterschied zu den AMRD-Vertiefungen absolvieren die Studierenden zunächst zwei Semester an der AGH Krakau und das dritte Semester in Freiberg, erstmals im Wintersemester 2024/2025. Das vierte Semester ist der Masterarbeit vorbehalten und wird in Krakau unter Doppelbetreuung angefertigt und vor einer Kommission mit Mitgliedern aus beiden Universitäten verteidigt. Teile des Studiums werden durch die TU Kosice und als Industriepartner vom La Palma Research Center und dem Institute of Non-Ferrous Metals in Polen unterstützt. Das Studium endet mit einem **Doppelabschluss** der Universitäten Krakau und Freiberg.

1 **Kontakt:** Carsten.Drebenstedt@mabb.tu-freiberg.de



# Probieren, Modifizieren, Verstehen, Teilen

Interaktive Lehrmaterialien mit LiaScript und Jupyter in der Bodenmechanik

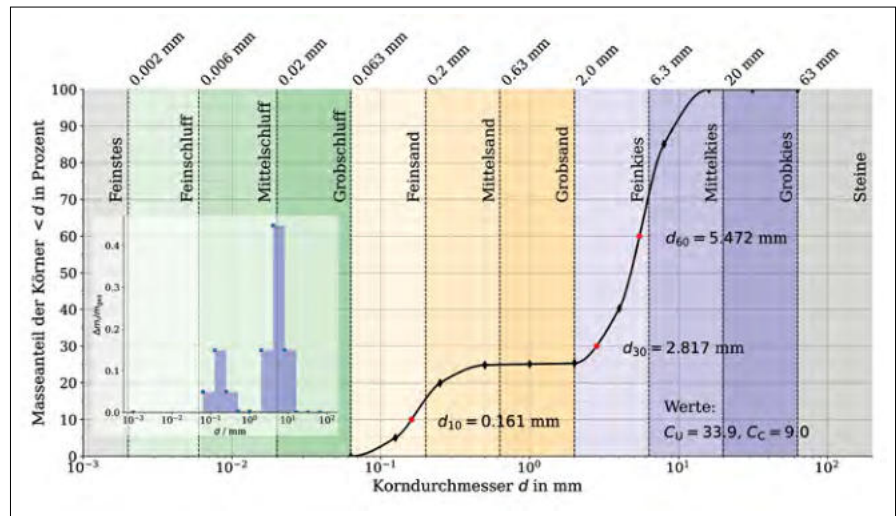
Thomas Nagel<sup>1</sup>, André Dietrich<sup>2</sup>, Stefanie Nagel<sup>3</sup>, Sebastian Zug<sup>2</sup>

## AUSGANGSPUNKT – Konzepte und Materialien im Bereich Bodenmechanik

Studenten und Absolventen fast aller Ingenieurwissenschaften kennen sie: die technische Mechanik. Wer Geotechnik, insbesondere Geotechnik, studiert, lernt in der Bodenmechanik, die Konzepte der technischen Mechanik mit dem komplexen Verhalten granularer Geomaterialien zu verknüpfen. Didaktisch ist das eine Herausforderung, da in kurzer Zeit zahlreiche neue Aspekte zu einem Fach hinzukommen, das vielen Studenten ohnehin schon einiges abverlangt: das mechanische Verhalten von Böden ist stark nichtlinear und hängt von der Belastung sowie der Belastungsrichtung ab; Nachweise betreffen oft plastische Grenzzustände, deren erdstatische Behandlung auf Extremwertaufgaben führt; das Grundwasser beeinflusst die mechanischen Zustandsgrößen und Einwirkungen stark; die Eigenschaften von Böden als Vertreter natürlicher Materialien streuen deutlich stärker als man es bei technischen Werkstoffen beobachtet und sind somit mit Ungewissheiten behaftet, denen ingenieurmäßig Rechnung getragen werden muss; die praktischen Berechnungen sind geprägt durch eine komplexe Normungslage einerseits und nicht immer problemlos mit ihnen vereinbare numerische Verfahren andererseits.

Nachdem die Besonderheiten des mechanischen Verhaltens von Böden im Labor von den Studenten beobachtet, untersucht und erfahren wurden, kann die Vermittlung der theoretischen Konzepte stark von einem visuellen und interaktiven Zugang profitieren, der über die Lehre von Gleichungen und Diagrammen weit hinausgeht.

Der Lehrstuhl für Bodenmechanik und Grundbau setzt dafür in Vorlesungen und Übungen auf interaktive Python-Skripte<sup>01</sup>, die Zusammenhänge visualisieren und gleichzeitig die digitalen Kompetenzen der Studierenden fördern. In der Vorlesung und daheim können Parameter verändert und die Auswirkungen auf die Ergebnisse direkt beobachtet werden. Einige Beispiele zeigen die Abb. 1 und 2.



**Abb. 1:** Nach Eingabe von Siebrückständen durch die Studenten zeichnet das Skript ein entsprechendes Histogramm sowie die zugehörige kumulative Korngrößenverteilung. Es bestimmt zudem charakteristische Kennzahlen, die ebenfalls im Diagramm eingezeichnet werden. Im Beispiel hat ein Student das Zustandekommen einer Kornlücke untersucht.

## Technische Umsetzung Jupyter Notebooks

Ein Jupyter Notebook ist eine browserbasierte interaktive Arbeitsumgebung, in der Text, Code und Ergebnisse (z. B. Diagramme, Tabellen) in einem einzigen, leicht teilbaren Dokument kombiniert werden können – häufig genutzt für Forschung, Lehre und Datenanalyse. Der Name **Jupyter** steht für die drei ursprünglich unterstützten Programmiersprachen: **Julia**, **Python** und **R**. Der Vorteil der Jupyter Notebooks als Plattform liegt darin, dass sie:

- Programmteile und Erläuterungen mit Formeln, Grafiken und Bildern kombinieren und so ein ganzheitliches Lehr-Lern-Erlebnis unterstützen. Damit werden Konzepte und deren Umsetzung im gleichen Format verzahnt.
- interaktive Elemente enthalten, die es den Studierenden ermöglichen, Parameter zu verändern und die Auswirkungen auf die Ergebnisse direkt zu beobachten, ohne dass der Code angepasst werden muss. Dies ermöglicht spielerisches bzw. experimentierendes Lernen [1].
- gut exportierbar sind und beispielsweise als PDF oder Webseite (dann aber in der Regel ohne interaktive Elemente) bereitgestellt werden können.
- den Kontakt zur Programmiersprache Python aus der Informatikgrundausbildung mit fachlichen Inhalten und ingenieurtypischen Aufgabenstellungen verknüpfen.

Nachteilig ist die Abhängigkeit von einer zugehörigen Infrastruktur – einem Jupyter Server oder einer lokalen Installation auf dem eigenen Rechner. Lokale Server setzen einen Installationsprozess voraus, der ein entsprechendes digitales Vorwissen bedingt. Alternativ können freie Online Server wie mybinder.org<sup>02</sup> zum Einsatz kommen, die allerdings vor allem bei starken Zugriffszahlen nicht immer zuverlässig funktionieren.

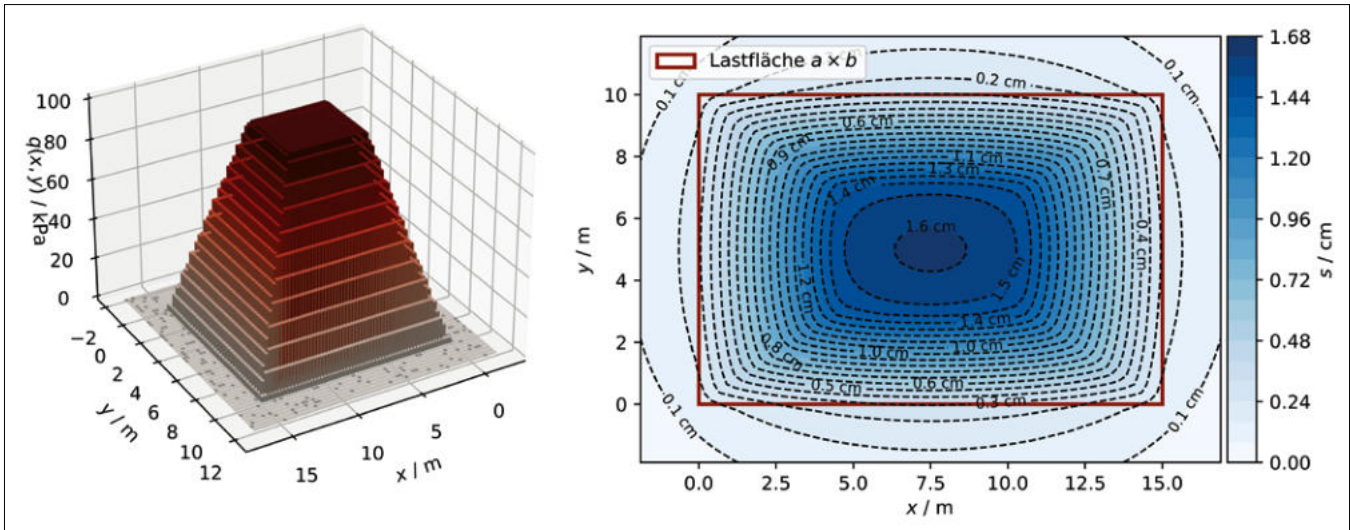
## LiaScript

Auch LiaScript<sup>03</sup> [5] bietet die Möglichkeit, interaktive Lehrmaterialien zu erstellen. Allerdings wird dabei ein anderer Ansatz gewählt – die Materialien werden in einem textbasierten Format erstellt, die der Browser in eine interaktive Webseite umwandelt. Dies schließt verschiedene Quizze, Grafiken, ausführbaren Code oder Videos ein<sup>04</sup>.

Durch die textbasierte Struktur können die Materialien leicht angepasst und erweitert werden.

## Zielsetzung & Realisierung

Vor diesem Hintergrund wurde im März 2025 ein informelles, gemeinsames Projekt der Autoren gestartet, das darauf



**Abb. 2:** Hier können beliebige Lastfiguren (links) und Baugrundeigenschaften festgelegt werden. Das Skript berechnet mit dem in der Vorlesung gelehrt „indirekten Verfahren“ Setzungen des belasteten Geländes und stellt diese graphisch dar (rechts). So können eigene Berechnungen überprüft, die Plausibilisierung von Berechnungsergebnissen geschult und eine einfache programmertechnische Herangehensweise an komplexere Setzungenberechnungen erlernt werden, wo Handrechnungen zu aufwändig werden. Dadurch entsteht „nebenbei“ und klar motiviert ein Berührungspunkt zu weiterführenden mathematischen Konzepten wie Konvolutionsintegralen und Nichtlokalität [2].

abzielte, ein beispielhaftes, interaktives Jupyter Notebook in LiaScript zu überführen. Dabei sollte evaluiert werden, wie die zugehörigen existierenden umfangreichen Implementierungen am einfachsten in dem neuen Format abgebildet werden können, um die genannten Nachteile der Jupyter Notebooks zu überwinden. Dabei wurden drei Ansätze verglichen:

- eine Python-basierte Implementierung, die lediglich die Ergebnisgrafiken zeigt, wobei diese über Widgets verändert werden können (vgl. Abb. 1),
- eine weitere Python-Umsetzung, die den zugehörigen Code mit anzeigt, sodass der Studierende Änderungen im Code selbst vornehmen kann und
- eine JavaScript-Umsetzung, wobei der Code dafür mit einer KI generiert, aus dem bestehenden Python Code erzeugt und anschließend geringfügig angepasst wurde.

Die prototypischen Ergebnisse sind unter folgendem Link<sup>05</sup> zu finden. Die interaktiven Lehrmaterialien werden im Wintersemester 2025 in der Lehrveranstaltung „Bodenmechanik“ eingesetzt und die Studierenden werden um ein Feedback gebeten.

### Ergebnisse und weiteres Vorgehen

Die Implementierung in LiaScript zeigt einige Vorteile:

- Dadurch, dass die LiaScript-Inhalte ohne vorherige Installation editierbar sind, implementiert der neue Ansatz die Vision von OER in einem stärkeren Maße. Andere Lehrende können

die Ergebnisse der Zusammenarbeit unkompliziert weiterverwenden.

- Das integrierte Übersetzungstool in LiaScript unterstützt die Übertragbarkeit der Inhalte in andere Sprachen und steigert damit die Nachhaltigkeit und Sichtbarkeit der Lehre an der TUBAF.
- Eine Integration in OPAL Kurse ist leichter möglich<sup>06</sup>.

Die Nutzung der JavaScript-Umgebung beschleunigt die Skripte bei der Ausführung im Browser deutlich gegenüber der Variante mit Python-Einbindung. Allerdings ist die Programmierung komplexer interaktiver Abbildungen zeitintensiver als in Python. Auch aufwändigere Berechnungen sind in Python durch Module wie Numpy, SciPy, etc. einfacher zu realisieren.

Die meisten Inhalte lassen sich in LiaScript problemlos umsetzen und werden den Studierenden und anderen Lehrenden so besser zugänglich. Für numerisch geprägte Aufgabenstellungen und komplexere Berechnungen bleiben Jupyter und Python die geeigneteren Plattformen. In Summe bieten diese an der TUBAF genutzten und entwickelten Softwareinfrastrukturen die Möglichkeit, fächerübergreifend Inhalte auf moderne Art zu vermitteln und so Brücken zwischen der Informatik sowie den Ingenieur- und Naturwissenschaften zu schlagen.

### Steigerung der Nachnutzbarkeit durch OER

Open Educational Resources (OER) sind frei zugängliche, offen lizenzierte Lern-

und Lehrmaterialien, die es ermöglichen, Wissen und Bildungsinhalte ohne rechtliche oder finanzielle Hürden zu teilen und weiterzuentwickeln (mehr dazu im Open-Science-Snack 6/2024)<sup>07</sup>. Gerade bei der Erstellung interaktiver Lernmaterialien – wie mit Jupyter-Notebooks und LiaScript – ist der Aufwand oft erheblich, da didaktische Konzepte, technische Gestaltung und inhaltliche Entwicklung ineinandergreifen müssen. OER bieten hier einen entscheidenden Vorteil: sie ermöglichen nicht nur die freie Nutzung, sondern vor allem die Weiternutzung und Anpassung bereits erstellter Materialien. Dadurch können der hohe initiale Aufwand auf viele Schultern verteilt und die Materialien stetig verbessert werden. Gleichzeitig können Lehrende Vorhandenes flexibel an die eigenen Anforderungen und Zielgruppen anpassen, was nachhaltige und qualitativ hochwertige Lernumgebungen fördert. Die bisher am Lehrstuhl für Bodenmechanik entwickelten Inhalte liegen in Form von rund 100 interaktiven Jupyter-Notebooks vor, die als OER unter einer MIT-Lizenz frei über GitHub zugänglich sind [3, 4]. Während das grundlegende Konzept von LiaScript sowie der zugehörige Interpreter seit 2017 am Institut für Informatik entwickelt werden, wächst das Projekt mittlerweile über institutionelle Grenzen hinaus: eine internationale OER-Community beteiligt sich aktiv an der Erstellung themenspezifischer Erweiterungen und vollständiger Materialsammlungen, wodurch das Angebot kontinuierlich ausgebaut und weiterentwickelt wird.<sup>08</sup>



## Referenzen:

- 01 Siehe [https://github.com/nagelt/Teaching\\_Scripts](https://github.com/nagelt/Teaching_Scripts) für bodenmechanische Themen und [https://github.com/nagelt/Numerical\\_Methods\\_Introduction](https://github.com/nagelt/Numerical_Methods_Introduction) für numerische Methoden im Kontext geotechnischer Analysen.
- 02 [https://mybinder.org/v2/gh/nagelt/Teaching\\_scripts/HEAD?labpath=demo\\_script.ipynb](https://mybinder.org/v2/gh/nagelt/Teaching_scripts/HEAD?labpath=demo_script.ipynb)
- 03 <https://liascript.github.io/>
- 04 Andre Dietrich und Sebastian Zug, Warum braucht offene Bildung eine eigene Sprache? Wie LiaScript OER befördern kann, OER-INFO, Oktober 2024, <https://open-educational-resources.de/warum-braucht-offene-bildung-eine-eigene-sprache-warum-liascript/>
- 05 <https://liascript.github.io/course/?https://raw.githubusercontent.com/LiaPlayground/Jupyter2Liascript/refs/heads/main/presentation.md#1>
- 06 <https://bildungsportal.sachsen.de/opal/>

- auth/RepositoryEntry/28960423936/CourseNode/1751769302969809009?1
- 07 <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:105-qucosa-2-941185>
- 08 <https://liascript.github.io/categories/community/>

## Literatur:

- [1] Kern, D., & Nagel, T. (2022). An experiment-numeric approach to the terrestrial brachistochrone. GAMM Archive for Students, 4(1), 29–35. <https://doi.org/10.14464/gammas.v4i1.512>
- [2] Nagel, T., Gerasimov, T., Remes, J., & Kern, D. (2025). Neighborhood Watch in Mechanics: Nonlocal Models and Convolution. SIAM Review, 67(1), 176–193. <https://doi.org/10.1137/22M1541721>
- [3] Nagel, T. (2025). Introduction to Numerical Methods for Geoengineers in Python from WS2024\_25 (WS2024\_25). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15335885>

- [4] Nagel, T. (2025). Interactive Jupyter Notebooks for Geotechnical Engineering and Soil Mechanics WS2024\_25 (WS2024\_25). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15335861>
- [5] Dietrich, A, LiaScript: a domain-specific-language for interactive online courses. Proceedings of the IADIS International Conference e-Learning 2019, Porto (Portugal), 2019

- 1 Lehrstuhl für Bodenmechanik & Grundbau, Institut für Geotechnik, TU Bergakademie Freiberg, Gustav-Zeuner-Str. 1, 09599 Freiberg
- 2 Lehrstuhl für Softwaretechnologie und Robotik, Institut für Informatik, TU Bergakademie Freiberg, Bernhard-von-Cotta-Straße 2, 09599 Freiberg
- 3 Abteilung Open Science, Universitätsbibliothek „Georgius Agricola“, TU Bergakademie Freiberg, Winklerstraße 3, 09599 Freiberg

# MiReBooks

Lehrinhalte attraktiv und innovativ vermitteln

Carsten Drebenstedt<sup>1</sup>

## Kontext der MiReBooks

Die MiReBooks-Reihe (Mixed Reality Handbooks for Mining Education) möchte einen Beitrag zur Hochschulausbildung im Bergbau leisten, indem sie Inhalte mithilfe moderner, digitaler Medien, insbesondere Mixed Reality mit Elementen aus Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR), auf neuartige Weise präsentiert. Über ein Endgerät kann der Leser die multimedialen Inhalte der Buchreihe ortsunabhängig – von zu Hause, unterwegs oder im Unterricht – betrachten, z. B. als 3D-Modelle, Bewegungssimulationen und Videos aus verschiedenen Perspektiven, auch im 360°-Format. Herkömmliche Zeichnungen und Fotos werden so besser zugänglich und ergänzen die Wissensvermittlung.

Die Buchreihe richtet sich sowohl an Studierende als auch an Fachleute und die an Rohstoffthemen interessierte Öffentlichkeit. Durch die Integration digitaler Elemente in Lehr- und Fachbücher ergeben sich neue Möglichkeiten für Wissensaufbau und -vermittlung; komplexe Prozesse können transparenter dargestellt werden: Wie funktioniert die Maschine/der Prozess tatsächlich, welche Eingriffe sind mit der Rohstoffgewinnung verbunden und wie sieht die Nachbergbaulandschaft aus?

Der Anstoß zur Buchreihe ging auf eine Anregung der Montanuniversität Leoben im Rahmen eines von EIT Raw Materials im Zeitraum 2017 bis 2020 geförderten



MiReBooks-Buchdeckel mit App zum Anmelden für den Mixed Reality Inhalt

Projekts zurück. Ein Konsortium aus Universitäten und Unternehmen baute eine Plattform für die Hinterlegung und den Zugriff auf die digitalen Inhalte auf und stellte die ersten Inhalte bereit. Partner waren: Montanuniversität Leoben, TU Graz, TU Bergakademie Freiberg, TU Lulea, RWTH Aachen, TU Tallinn, Università degli Studi di Trento, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Epiroc Ropck Drills AB, KGHM Cuprum und Luossavaara-Kiirunavaara AB; weiterhin

die University of New South Wales und die VA Erzberg GmbH.

Nach Abschluss des Projekts erscheinen nun unter konzeptioneller, redaktioneller und finanzieller Verantwortung der Montanuniversität Leoben und der TU Bergakademie Freiberg in loser Folge Bände zu verschiedenen relevanten Bergbauthemen. Band 1 (2024) umfasst die Teile „Nachhaltigkeit im Bergbau“ und „Bergbauplanung“. Weitere geplante Bände widmen sich beispielsweise den Themenbereichen:

- Bergbausicherheit (2025)
- Boden- und Felsmechanik (2026)
- Gesteinszerkleinerung (Sprengtechnik, mechanischer Abbau – 2026)
- Tagebautechnik (2027)
- Bergbauschließung/ Rekultivierung/ Transformation (2028)
- Vermessung/ Geomatik
- Aufbereitung.

## Pädagogische Lehrphilosophie

Das MiReBooks-Projekt ist eine direkte Reaktion auf den überarbeiteten „Aktionsplan für digitale Bildung“ der Europäischen Union (2021–2027), in dem zwei strategische Prioritäten festgelegt wurden: erstens die „Förderung der Entwicklung eines leistungsstarken digitalen Bildungssystem“ und zweitens die „Stärkung digitaler Fähigkeiten und Kompetenzen für die digitale Transformation“.



Übergabe der Bücher an 10 Universitäten im Rahmen des Erasmus+ Projektes im April 2025 in Taschkent

Dies steht im Einklang mit der Notwendigkeit, dass zukünftige Arbeitnehmer im Rohstoffsektor aufgrund der Umstellung auf neue Technologien, wie ferngesteuerte Betriebssysteme und autonome Drohnen und Fahrzeuge, mehr digitale Fähigkeiten benötigen.

Darüber hinaus schließt die Nutzung digitaler Aspekte in der traditionellen Ausbildung die Lücke zwischen den Zielen des universitären Lehrplans und den digitalen Fähigkeiten der Studierenden.

MiReBooks ist ein innovativer Ansatz, mit einer Reihe interaktiver Bergbauhandbücher auf Basis von Virtual Reality und Augmented Reality (Mixed Reality, MR) einen neuartigen digitalen Standard für die Hochschulausbildung im Bergbau in ganz Europa zu entwickeln. Über QR-Codes gelangt der Leser auf die in einer App hinterlegten digitalen Inhalte, die aktuell in der Lehre angeboten werden. Die MiReBook-Reihe basiert auf modernsten pädagogischen Methoden und bietet

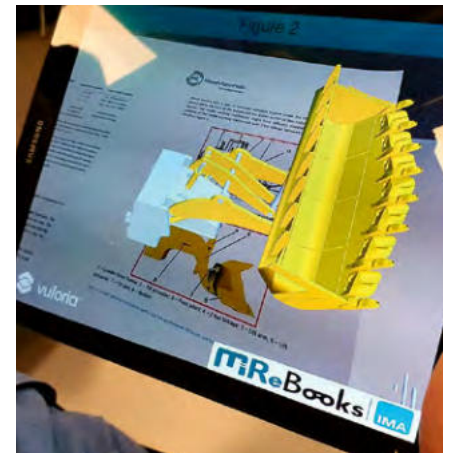
einen transparenten Lehr- und Lernpfad. Die Inhalte der Buchreihe wurden und werden von Experten des jeweiligen Gebiets entwickelt und bilden somit den aktuellen Wissensstand ab. In Kombination mit innovativer Technologie können sich die Studierenden sowohl Wissen als auch Fertigkeiten und Fähigkeiten aneignen. Ziel der Bücher ist es, durch die Kombination von technischem Wissen und modernster digitaler Anwendung das Verständnis der Studierenden für die Materie zu vertiefen und so ihre Kompetenzen in den jeweiligen Bereichen zu optimieren.

### Didaktik

Jedes Buch der Reihe enthält einen Lernpfad, über den spezifische Lernziele zu erreichen sind. Lehrenden wird es ermöglicht, diese entsprechend dem erforderlichen Niveau der teilnehmenden Studierenden (z. B. Bachelor oder Master) festzulegen. Darüber hinaus bietet jedes Buch Kompetenzchecks. Sie geben den

Studierenden die Möglichkeit, ihr Verständnis des erarbeiteten Stoffes ohne Aufsicht selbst zu bewerten. Lehrende und Studierende erhalten zudem asynchrone Unterstützung über die MiReBooks-Plattform. Hier finden sich zusätzliche Materialien und Links zu Videos, Artikeln und Support.

Für Lehrende bietet die Plattform einen umfassenden Leitfaden „Neue Methoden in der Bergbausbildung – MireBooks-Handbuch“. Darin werden Didaktik, Einsatz und Anwendung der Lehre 4.0 ausführlich erläutert. Die Nutzer erhalten praktische Hinweise zu den Besonderheiten von Mixed Reality-Technologien und für ihr eigenes MR-Lehrkonzept.



Über QR-Codes oder Abbildungen im Buch sind z. B. 3D-Projektionen von Mechanismen und deren Arbeitsweise sowie Videos zum besseren Verständnis zugänglich

1 **Kontakt:** Carsten.Drebenstedt@mabb.tu-freiberg.de

## Neue Absolventinnen und Absolventen des Studienkollegs am IUZ/Sprachen nehmen im WS 2025/26 ihr Fachstudium an der TUBAF auf

Susanne Gasda<sup>1</sup>, Katja Polanski

Es ist neun Uhr morgens am 23. September 2024. Elf junge Frauen und Männer stehen in der Prüferstraße und warten gespannt auf den Beginn ihres neuen Lebensabschnitts. Eine Mischung aus Vorfreude, Euphorie, aber auch Respekt vor den kommenden Monaten liegt in der Luft. Wie wird der Unterricht ablaufen? Werde ich mit den anderen Teilnehmenden gut auskommen? Komme ich mit dem Stoff

mit? Und schaffe ich es überhaupt, das Studienkolleg erfolgreich zu absolvieren?

Fragen wie diese begleiten die Kollegiatinnen und Kollegiaten zu Beginn ihrer Studienvorbereitung an der TU Bergakademie Freiberg. Antworten darauf gibt es erst nach und nach im Laufe der zwei intensiven Semester.

Heute, fast ein Jahr später, haben dieselben jungen Menschen ihre Ab-

schlussprüfung, die sogenannte Feststellungsprüfung (FSP) erfolgreich absolviert und halten ihr Zertifikat in der Hand. Ein besonderer Meilenstein für sie und auch für die Universität.

### Wozu gibt es das Studienkolleg an der TUBAF?

Der Begriff „Studienkolleg“ ist nicht jedem geläufig; diese Einrichtung spielt aber eine



zentrale Rolle für internationale Studieninteressierte, die in Deutschland studieren möchten. Während ein in Deutschland oder der EU erworbenes Abitur in der Regel direkt zum Hochschulstudium berechtigt, gilt das für viele Abschlüsse aus Nicht-EU-Ländern nicht. In solchen Fällen ist der Besuch eines Studienkollegs erforderlich. Es ist eine Art „Brückenkurs“, der Abiturwissen vermittelt oder zum Teil auch wiederholt und so auf das Fachstudium vorbereitet. Wer das Kolleg erfolgreich absolviert, erwirbt die formale Zugangsberechtigung für ein Diplom- oder Bachelorstudium an deutschen Hochschulen.

Am Studienkolleg der TUBAF wird der sogenannte T-Kurs angeboten, der auf ein späteres Studium in mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen ausgerichtet ist. Auf dem Stundenplan stehen Deutsch, Mathematik, Physik, Chemie und Informatik. Zwei Semester lang erwartet die Teilnehmenden ein straffes, aber abwechslungsreiches Programm: Lehrveranstaltungen, Tutorien, aber auch Exkursionen, Workshops und mehr.

Ein besonders wichtiger Bestandteil ist die deutsche Sprache. Dadurch, dass Deutsch nicht nur im Deutschunterricht selbst eine Rolle spielt, sondern alle Lehrveranstaltungen auf Deutsch stattfinden, wird sowohl die allgemeine Sprachkenntnis bis zur Niveaustufe C1 vertieft als

auch die für das Fachstudium relevante Fachsprache vermittelt.

### **Eine Brücke ins Studium – und darüber hinaus**

Das Studienkolleg der TUBAF vermittelt jedoch mehr als nur Wissen. Die Teilnehmenden lernen den universitären Alltag kennen, schreiben Klausuren und durchlaufen bereits erste Prüfungen. Beim Besuch ausgewählter Vorlesungen in den Fakultäten erhalten sie einen ersten Einblick in das Fachstudium. Darüber hinaus bietet die Zeit am Studienkolleg aber auch die Möglichkeit der sozialen und kulturellen Orientierung. Kontakte zu anderen Studierenden, auch außerhalb des Studienkollegs, werden gefördert, zum Beispiel durch die Teilnahme am Sprachcafé, beim gemeinsamen Plätzchenbacken in der Vorweihnachtszeit oder auch durch das Zusammenleben im Wohnheim. So erleichtert die Studienvorbereitung den Einstieg in das Leben in Deutschland, im Studium wie im Alltag.

Indem die TU Bergakademie Freiberg ihren zukünftigen Studierenden eine gebührenfreie fundierte Vorbereitung auf ihr Wunschstudium an der TUBAF ermöglicht, gewinnt die Universität hochmotivierte Studienanfängerinnen und -anfänger, die bereits mit den Anforderungen vertraut sind, sich in Freiberg eingelebt und erste (Fach-)Kontakte geknüpft haben. So sieht

es z. B. auch Kristina Jung, eine der aktuellen Absolventinnen des Studienkollegs:

„Ich habe mich für das Studienkolleg in Freiberg entschieden, weil die TUBAF weltweit für ihre Schwerpunkte im Bergbau und in den Geowissenschaften bekannt ist. Da ich später Geologie studieren möchte, war das für mich die perfekte Wahl. Das Studienkolleg bietet mir eine ausgezeichnete Vorbereitung auf mein Studium hier an der Universität.“

Neben Geologie/Mineralogie werden die Absolventinnen und Absolventen des Studienkollegs nun ab dem Wintersemester 2025/26 in Freiberg Chemie, Angewandte Informatik, Geoingenieurwesen, Space Resources, Engineering, Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen und Mathematik studieren.

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Studienkollegs setzen die Absolventinnen und Absolventen des Jahrgangs 2024/25 eine Tradition fort: Seit seiner Gründung im Jahr 1992 bis 2007 bereitete das Studienkolleg an der TU Bergakademie Freiberg bereits internationale Studierenden auf ein Studium an der TUBAF vor. Nach einer längeren Unterbrechung wird dieses studienvorbereitende Angebot nun erfolgreich weitergeführt.

1 **Kontakt:** Susanne.Gasda@iuz.tu-freiberg.de

## 100 Jahre „Freiberger Studentenhilfe e. V.“

Thomas Schmalz<sup>1</sup>



Der aus dem DDR-Fernsehen bekannte Schauspieler Günter Grabbert bei seinem Wilhelm-Busch-Programm im Anschluss an den Festakt „10 Jahre Wiedergründung Studentenwerk“ 2001 im Freiberger Theater

Das Studentenwerk war schon einmal für eine Feierstunde in das Freiberger Theater gegangen, das war im Juni 2001. Damals feierten wir das 10-jährige Bestehen des wiedergegründeten Studentenwerks. Das ist mittlerweile fast ein Viertel-Jahrhundert her, die Sorgen von damals sind im Strudel der Zeit verschwunden, die einst gefeierten Erfolge sind verblasst. Und trotzdem war es damals wichtig, diese Veranstaltung durchzuführen. Sie sollte uns Selbstbewusstsein geben – schließlich gehörten die von uns betreuten Bereichen 10 Jahre vorher noch zum Verantwortungsbereich der Hochschulen; diese Änderung war nicht von allen Seiten positiv aufgenommen worden. Und diese Veranstaltung sollte auch helfen, teilweise bestehende Gräben zwischen den Hochschulen und dem Studentenwerk zu schließen. Mehr noch als der Festakt

übernahm wohl diese Rolle der Ball in der Neuen Mensa, der nur wenige Tage später durchgeführt wurde. In einer Zeit, in der immer noch viele Dinge im Umbruch waren und in vielen Bereichen Unsicherheit herrschte, waren fast unmerklich auch Selbstverständlichkeiten im Kulturleben verschwunden. Und so hatte man bei dem Ball zum 10-jährigen Bestehen des Studentenwerks das Gefühl, dass ein Aufatmen durch die Reihen ging: Endlich konnte man wieder einmal feiern, ohne an morgen denken zu müssen, endlich war ein Stück der „guten, alten Zeit“ wieder da. Und das Studentenwerk zeigte, dass es mehr kann, als nur seine originären Aufgaben zu erfüllen. Im Übrigen weckte dieser Ball umgehend Begehrlichkeiten, die das Studentenwerk jedoch finanziell nicht erfüllen konnte.

Am 25.06.2025 veranstaltete das Studentenwerk also erneut einen Festakt im Freiburger Theatergebäude. Der einhundertste Gründungstag des Vorgängers des Studentenwerks – des „Freiberger Studentenhilfe e.V.“ – stand an und dieser sollte zum Anlass genommen werden, nicht nur an die wechselvolle Geschichte der Betreuung von Studentinnen und Studenten in den letzten 100 Jahren zu erinnern, sondern diejenigen in den Mittelpunkt zu rücken, die Jahr für Jahr still und bescheiden einen wichtigen Dienst erledigen, ohne den die studentische Betreuung nicht denkbar wäre – die Kolleginnen und Kollegen im Studentenwerk.

Warum es überhaupt zur Gründung der fünfzig Studenten(selbst)hilfvereine im Zeitraum 1919 – 1925 in Deutschland kam, hängt mit der Not nach dem ersten Weltkrieg zusammen. „Nicht Almosen, sondern Selbsthilfe“ war das Motto des aus diesem Grunde 1921 erstellten Erlanger Programms, das sich mit dem Thema Aufbau studentischer Wirtschaftshilfen befasste und damals forderte:

*„An jeder Hochschule ist die Gesamtheit der Wirtschaftseinrichtungen zusammenzufassen zu einem lebensbeständigen, rechtsfähigen studentischen Wirtschaftskörper in gemeinsamer Arbeit mit Dozenten und Freunden. Seine Aufgabe ist nicht eine begrenzte, sondern eine umfassende, nicht nur Zwischenhandelsausschaltung oder Lebensmittelverbilligung, sondern Werkgemeinschaft zur Sicherung des jetzigen und späteren Lebens der Studentenschaft und damit des Bestandes der Hochschule.“*

Freiberg gründete als fünfzigster und vorerst letzter Standort seinen Studentenhilfeverein 1925 und verfolgte



Der erste Ball in der Neuen Mensa 2001 – einträchtig sitzen Hochschul- und Studentenwerksangehörige zusammen mit Studierenden im festlich geschmückten Speisesaal



Voll in seinem Element ist Generalmusikdirektor José Luis Gutiérrez beim Dirigieren der voll besetzten Mittelsächsischen Philharmonie

damit, wie die anderen 49 Vereine an deutschen Hochschulstandorten auch, das Ziel, jungen Menschen aus finanziell schlecht gestellten Familien das Studium zu erleichtern oder überhaupt erst zu ermöglichen.

Es war vielleicht auch ein Zeichen des unbedingten Durchhaltewillens und des Glaubens an ein Ende der Pandemie, als das Studentenwerk Freiberg 2021 – mitten in den Unbilden von Corona – den Termin für den Festakt seiner 100-Jahr-Feier festlegte. Zur Auswahl standen drei historisch verbrieft Termine:

- 12.06.1925: An diesem Tag fand die erste Gründungssitzung des Vereins statt, die jedoch nicht den erhofften Erfolg nach sich zog. Warum es zu einer zweiten Gründungssitzung kommen musste, ist nicht mehr ermittelbar;

- 26.06.1925 – die zweite Gründungssitzung wurde durchgeführt, an diesem Tag mit Erfolg;
- 27.07.1925 – Der Eintrag in das Vereinsregister wurde vollzogen.

Da die Mittelsächsische Philharmonie als verbindendes Element die musikalische Umrahmung übernehmen sollte, mussten die möglichen Termine darauf abgestimmt werden. Letztlich war es der Vorabend der zweiten Gründungsversammlung, der für die Feier auserkoren wurde.

Der Festakt fiel auf einen Tag, der für die Finanzierung des Studentenwerks auf absehbare Zeit eine große Bedeutung besaß: Exakt während ich in meiner Rede darauf hinwies, dass die Finanzierung der täglichen Angebote gesichert sein müsse und genau das für das Studentenwerk Freiberg im Moment nicht der Fall



sei, wurde in Dresden der Einzelplan 12 (der Finanzplan unseres Staatsministeriums) für den Doppelhaushalt 2025/26 beschlossen – die Abgeordneten einigten sich darauf, dass die sächsischen Studentenwerke pro Jahr in Summe 5 Mio. € mehr bekommen sollen als ursprünglich von der Regierung geplant – ein wahrer Segen auch für unser Studentenwerk. Wegen der Beschlüsse zum Doppelhaushalt konnte leider unser Ministerpräsident kurzfristig doch nicht an unserer Feier teilnehmen, obwohl er es sich fest vorgenommen hatte. Er überbrachte stattdessen seine Grüße als Videobotschaft.

An diesem Tag erschien auch die Chronik über 100 Jahre Studentenhilfe in Freiberg und Mittweida (das Studentenwerk ist ebenso für den Standort Mittweida zuständig und auch dort reicht die Förderung studentischen Lebens 100 Jahre zurück). Erstmals wurde damit das studentische Leben an diesen beiden Standorten umfassend dargestellt. Viel Geschichte und viele Geschichten konnten in dem Buch untergebracht werden, aber längst nicht alle Geschichten, z. B. die folgende:

In den 1990er Jahren kam eine ältere Dame in das Büro der Abteilung Soziale und kulturelle Dienste in der „Alten Mensa“ in der Petersstraße und erzählte, dass sie beim Studentenwerk Freiberg gearbeitet hat. Sie überreichte einen kleinen metallenen Würfel mit der Aufschrift „Studentenwerk. Freiberg 1926.“ und ging wieder. Leider hat damals niemand sofort reagiert und sie um ein Interview gebeten, wir waren alle zu sehr mit den Aufgaben des Aufbaus beschäftigt, als dass wir uns hätten um die Geschichte kümmern können. Sie hätte bestimmt viel Interessantes zu berichten gehabt.

Wahrscheinlich handelte es sich dabei um Frau Marianne Donel, die ehemalige Buchhalterin und Sekretärin des Studentenwerks Freiberg. Weitere angestellte Mitarbeiterinnen des Studentenwerks Freiberg vor 1945 sind nicht bekannt bzw. würden von ihrem Alter her nicht in den gesetzten Rahmen passen. Frau Donel hat den vorhandenen Akten nach als eine ihrer letzten Aufgaben für das ehemalige Studentenwerk Freiberg die Abschlussbilanz zum 31.01.1946 erstellt. In der DDR kam es nicht zur Wiedergründung der Studentenwerke, die Hochschulen bekamen die Betreuung der Studentinnen und Studenten übertragen.

Wenn man in diese Zeit der Gründung des Studentenwerks zurückblickt, sollte man auf keinen Fall vergessen, die



Philipp Preißler als Vertreter der Stadt überreicht Geschäftsführer Thomas Schmalz vor dem Festakt eine Kopie des Stadtratsbeschlusses zum Beitritt in den „Freiberger Studentenhilfe e.V.“ vom 01.12.1925. Die Bitte auf Beitritt der Stadt war vom Vorsitzenden Prof. Hoffmann erst eine Woche vorher gestellt worden.



Vorder- und Rückseite des überlieferten Würfels mit der Aufschrift „Studentenhilfe. Freiberg 1926.“. Eventuell handelt es sich um eine Erinnerungsgabe an die Vereinsmitglieder zum Abschluss des ersten Vereinsjahres.

Unterstützer der von dem Verein getragenen Idee zu erwähnen. Und ganz vornan steht dabei der bereits 1921 gegründete Verein „Freunde der Bergakademie Freiberg“, der in den ersten beiden Wirtschaftsjahren der Freiberger Studentenhilfe mit jeweils 3.000 RM und danach jährlich 1.000 RM zur Finanzierung beitrug. Und trotz aller gesellschaftlichen und politischen Veränderungen, die es in diesen 100 Jahren gegeben hat, kann man auch heute noch feststellen: Der „Verein der Freunde und Förderer der Bergakademie Freiberg“ ist immer dann da, wenn man ihn braucht. Denken wir nur zurück an den Anfang der Coronazeit, als unsagbar vielen Studentinnen und Studenten von einem Tag auf den anderen die Nebenjobs weggefallen waren und die Finanzierung des Studiums in Frage stand: Hier half der Verein schnell und großzügig. Über 100.000 Euro wurden durch den Verein und private Spender zur Verfügung gestellt, mit denen das Studentenwerk

unbürokratisch und zielgerichtet helfen konnte. Erst ein paar Monate später kam der Staat mit Hilfen an den Start und machte die private Initiative überflüssig.

Wie schön, dass der Gedanke der Unterstützung der jungen Menschen bei der Erlangung ihrer persönlichen Ziele im Studium heute genau noch so stark trägt wie vor 100 Jahren. Dafür im Namen des Studentenwerks Freiberg und aller unterstützten Studentinnen und Studenten ganz herzlichen Dank an die Freunde und Förderer der TU Bergakademie.

Übrigens: Wer Interesse an der Chronik über 100 Jahre Studentenhilfe hat, kann sich gern beim Studentenwerk melden unter [service@swf.tu-freiberg.de](mailto:service@swf.tu-freiberg.de).

1 **Kontakt:** [Thomas.Schmalz@swf.tu-freiberg.de](mailto:Thomas.Schmalz@swf.tu-freiberg.de)

# Werkstatt Zukunft: Werde Teil der Lösung

Christiane Biermann<sup>1</sup>

Seit Juni 2023 gibt es an der TUBAF mit großer Unterstützung durch den damaligen Rektor, Herrn Prof. Barbknecht, das neue Studienwerbungsformat „Werkstatt Zukunft: Werde Teil der Lösung“.

Dieses Programm findet zweimal jährlich – im März und im September – statt.

Das Konzept sieht vor, dass eine Professorin oder ein Professor der TU Bergakademie Freiberg einen Vortrag zum jeweiligen Forschungsschwerpunkt hält und dabei zugleich die Universität als Studienort präsentiert und bekannt gemacht wird. Als zweiter Redner wird ein Vertreter\*in aus der entsprechenden Branche der Wirtschaft eingeladen, um den Schüler\*innen den weiterführenden Weg vom Studium in den Beruf darzulegen.

Im Anschluss an die Vorträge haben die Schüler\*innen die Möglichkeit, ihre Fragen zu formulieren und zu diskutieren. Es soll den Schüler\*innen vermittelt werden, dass sie selbst der Weg und Teil der Lösung sind, besonders im Hinblick auf die bestehenden Probleme und Herausforderungen der Klimapolitik und der nachhaltigen Ressourcenverwendung. Das übergeordnete Ziel ist es, die teilnehmenden Jugendlichen zu motivieren, selbst aktiv zu werden, sich nicht auf andere zu verlassen und nicht auf Veränderungen passiv zu warten: „Werde Teil der Lösung!“ – selbst die Lösung sein, um die Welt verbessern zu können.

Dafür brauchen die jungen Leute eine fundierte und moderne natur- oder ingenieurwissenschaftliche Ausbildung, die sie genau hier an der TUBAF erhalten.

Hauptsächlich werden MINT-Themen in der „Werkstatt Zukunft“ behandelt, um auf der einen Seite den sinkenden Studierendenzahlen im Ingenieurbereich entgegen zu wirken. Auf der anderen Seite können sehr gut ausgebildete Ingenieur\*innen tatkräftig die heutigen Probleme angehen.

Hier, an der TUBAF, werden neue Technologien und Lösungsansätze zur Bewältigung wesentlicher gesellschaftlicher Herausforderungen in Hinblick auf eine nachhaltige Ressourcennutzung entwickelt. Umwelt- und Klimaschutz, effiziente Nutzung knapper Rohstoffe und die nachhaltige Bereitstellung von Energie und Werkstoffen sind die Grundpfeiler der exzellenten Forschung. Im Rahmen der „Werkstatt Zukunft“ werden diese Themen

den Schüler\*innen in einer zukunftsorientierten Diskussionsrunde vorgestellt und erklärt. Darüber hinaus ist noch Raum für eigene Ideen, Anregungen, Verbesserungen und Zukunftspläne der Schüler\*innen.

Angesprochen werden Schüler\*innen der Klassenstufen 10 bis 12 aus Gymnasien hauptsächlich in Freiberg und der näheren Umgebung, z. B. Brand-Erbisdorf, Frankenberg und Wilsdruff. Durchschnittlich 40 Jugendliche nehmen an jeder „Werkstatt Zukunft“ teil. Besonders MINT-interessierte Schüler\*innen bekommen die Chance, ihre Fragen rund ums Studium und über die Universität zu stellen. Sie können direkt mit einem Professor\*in sprechen und merken, dass Berührungsängste nicht notwendig sind. In Freiberg kommt man sehr schnell mit den Professoren\*innen ins Gespräch und bekommt dazu auch sehr viel Gelegenheit. Die Betreuung ist sehr individuell.

Das Format wurde im Juni 2023 durch Frau Prof. Hedrich, die sich dem Thema „Biotechnologie – Vielfalt und Potentiale der Biotechnologie“ widmete, gestartet. Der zweite Redner war Herr Dr. Oelschlägel mit seinem Vortrag „Vom „Unkraut“ zum Werkstoff – ein Anwendungsbeispiel in der Weißen Biotechnologie“. Im September 2023 haben Herr Prof. Mischo mit seinem Vortrag „Rohstoffe – brauchen wir diese für eine moderne Gesellschaft?“ und Frau Schöbel von der Fa. K+S „Rohstoffe für die Zukunft“ die Reihe fortgesetzt. Der Termin im März 2024 wurde von Frau Prof. Volkova mit dem Thema „Green Steel – Stahl, ein Werkstoff mit Zukunftspotential“ und Herrn Dr. Acker von der Fa. AcelorMittal Eisenhüttenstadt bestritten. Zum Thema „Schützenswertes Grundwasser“ im September 2024 referierten Herr Prof. Scheytt und Frau Zschoke von geoEnergie Konzept GmbH Freiberg. Im März 2025 führte Herr Prof. Zug mit dem Thema „Robotik“ zusammen mit Herrn Prof. Jung die Reihe fort. Zum ersten Mal wurde mit großem Erfolg ein Programmirtutorial zusammen mit den Schüler\*innen durchgeführt. Im September 2025 fand die sechste Veranstaltung „Werkstatt Zukunft“ zum Thema „Management der Zukunft“ statt. Dieses Mal wurde ein Basisthema behandelt, das in jedem Unternehmen zu finden und außerordentlich wichtig ist. Dazu konnten wir Frau

Prof. Stumpf-Wollersheim gewinnen, die mit Frau Löser von der Sparkasse Mittelsachsen den Termin wahrgenommen hat. Zusätzlich zu den Vorträgen wurde ein Planspiel unter der Leitung von Herrn Prof. Höck durchgeführt.

Die Veranstaltungsreihe wird von den teilnehmenden Schüler\*innen mit großer Begeisterung aufgenommen. Auch die begleitenden Lehrkräfte loben das Format für seine Zukunftsrelevanz. Wir hoffen darauf, noch viele spannende Themen der TUBAF vorstellen zu können.



Frau Prof. Volkova diskutiert mit Schüler\*innen über moderne Methoden der Stahlerzeugung



Frau Dr. Schellbach bei der Vorstellung der TUBAF



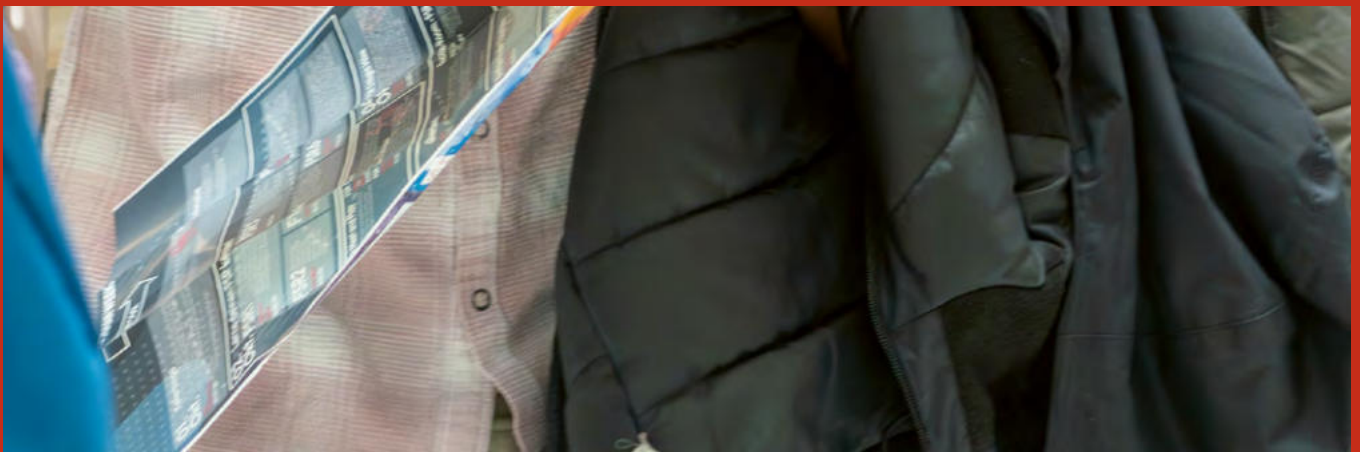
Flyer: Werkstatt Zukunft: Werde Teil der Lösung – Green Steel; Vorderseite

<sup>1</sup> Koordinatorin Werkstatt Zukunft, D5  
Universitätskommunikation





# INTERNATIONALES



# Internationale Studierende und Kooperationen an der TUBAF

Julia Sishchuk<sup>1</sup>

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg belegt laut dem internationalen QS-Ranking den ersten Platz unter den deutschen Universitäten in Bezug auf den Anteil internationaler Studierender. Aktuell sind Studierende aus mehr als 90 Herkunftsländern an der Universität eingeschrieben. Zum Stichtag 1. November 2024 (Wintersemester 2024/25) waren insgesamt 2.511 internationale Studierende und Promovierende an der TUBAF immatrikuliert. Im Vergleich zum Wintersemester 2023/24 mit 2.325 internationalen Studierenden entspricht dies einem Zuwachs von 8 %.

Die größten Gruppen internationaler Studierender und Promovierender stammten im Wintersemester 2024/25 aus folgenden Ländern:

- Ukraine: 1.146 Studierende (mehrheitlich im Online-Format eingeschrieben)
- Indien: 572 Studierende
- Iran: 99 Studierende
- Pakistan: 81 Studierende
- China: 68 Studierende
- Bangladesch: 43 Studierende
- Marokko: 42 Studierende
- Ghana: 38 Studierende
- Mongolei: 31 Studierende

## Projekte, Programme

Im Rahmen bestehender Abkommen und Programme, wie etwa Erasmus, absolvierten internationale Studierende von Partneruniversitäten ein Teilstudium an der TU Bergakademie Freiberg oder wurden in Doppel- bzw. Joint-Masterprogrammen immatrikuliert. Über das Erasmus-Programm verbrachten 10 Studierende aus der Türkei, Frankreich und Polen ein bis zwei Semester an der TUBAF.

Im März 2024 wurde bei einem Vor-Ort-Besuch in Maputo der Kooperationsvertrag mit dem mosambikanischen Bergbauministerium verlängert. Ziel ist die Entsendung mosambikanischer Studierender zur Studienvorbereitung und für ein Studium in deutschsprachigen Studiengängen an der TUBAF. Im Zuge des Besuchs wurden auch Eignungstests mit der neuen Kohorte durchgeführt. Sechs Studierende wurden ausgewählt und haben im Juni 2024 ihre Studienvorbereitung an der TUBAF aufgenommen.

Über das DAAD-Programm „Zukunft Ukraine“ erhalten geflüchtete ukrainische Studierende an der TUBAF gezielte Unterstützung, um sich fachlich und sprachlich auf ein Studium vorzubereiten und dieses aufzunehmen oder fortzusetzen. Im Jahr 2024 wurden 12 Stipendien vergeben. Besonders hervorzuheben ist, dass die erste Stipendiatin im November 2024 ihr Studium erfolgreich abgeschlossen hat und nun als Doktorandin an der TUBAF ihre akademische Laufbahn fortsetzt.

Im Rahmen des DAAD-Programms „Ostpartnerschaften“ wurden im Jahr 2024 43 Aufenthalte von Studierenden, Promovierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden von Partnerhochschulen in Polen und der Ukraine an der TUBAF gefördert. Umgekehrt konnten acht Forschungs- und Lehrreisen von Mitarbeitenden der TUBAF zu diesen Partnerinstitutionen durchgeführt werden.

Besondere Erwähnung verdient das DAAD-Projekt KOSPIE (2022-2025), das den akademischen Austausch zwischen deutschen Hochschulen und Partnerinstitutionen in Lateinamerika fördert. Im Rahmen dieses Programms werden Stipendien für Studierende aus Mexiko, Kolumbien und Argentinien vergeben, die einen Studien- und Praktikumsaufenthalt an der TUBAF absolvieren. Im Wintersemester 2023/2024 begrüßte die TUBAF im Rahmen des KOSPIE-Projekts drei Studierende aus Argentinien.

## Willkommenskultur und Unterstützung der internationalen Studierenden

Das Buddy-Programm der TU Bergakademie Freiberg stärkt die internationale Willkommenskultur und unterstützt die Integration neuer Studierender an der Universität. Es fördert interkulturellen Austausch und soziale Vernetzung, indem es internationale Studierende mit engagierten Studierenden der Universität verbindet, die bei alltäglichen Formalitäten unterstützend zur Seite stehen. Auch das erste Zurechtfinden auf dem Campus und in der Silberstadt Freiberg wird dadurch erheblich erleichtert.

Strategisch trägt das Programm zur internationalen Attraktivität der TUBAF bei, indem es die Betreuung und Begleitung ausländischer Studierender optimiert. Dies erhöht nicht nur die Zufriedenheit der Studierenden, sondern auch die Bindung an die Universität. Durch digitale Innovationen, wie den BuddyBot (KI-Bot), ein professionelles Erscheinungsbild nach innen und außen sowie gezielte Informationsangebote, wie bspw. den „Buddy Guide“, wird das Programm kontinuierlich weiterentwickelt und an die Bedürfnisse der Studierenden angepasst.

Im Wintersemester 2023/25 wurden 225 neue internationale Studienanfänger von 83 TUBAF-Studierenden unterstützt.

## Länderspezifische Kooperationen und internationale Netzwerke

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg verfügt über ein breit gefächertes internationales Netzwerk und pflegt derzeit Kooperationen mit 276 Partnereinrichtungen in 75 Ländern weltweit. Zahlreiche Memoranda of Understanding bilden die Grundlage für strategische Partnerschaften und gemeinsame Projekte mit Universitäten und Forschungseinrichtungen weltweit. Im Rahmen des Erasmus+-Programms bestehen 61 bilaterale Abkommen, davon 50 mit europäischen Hochschulen und 11 mit Partnerländern außerhalb Europas. Diese Vereinbarungen ermöglichen vielfältige Mobilitätsformate für Studierende und Lehrende. Darüber hinaus unterhält die TUBAF 18 interdisziplinäre Hochschulabkommen, die den fachbereichsübergreifenden Austausch und gemeinsame Forschungsinitiativen fördern. 20 spezifische Austauschabkommen eröffnen Studierenden der TUBAF die Möglichkeit, internationale Studienerfahrungen zu sammeln und ihre akademischen sowie interkulturellen Kompetenzen zu erweitern. Diese breite Palette an Kooperationen stärkt nicht nur die internationale Sichtbarkeit der TUBAF, sondern schafft zugleich ein inspirierendes Umfeld für den globalen Wissensaustausch, gemeinsame Forschungsprojekte und die internationale Qualifizierung von Studierenden und Wissenschaftler:innen.



## Mitgliedschaft in der Europäischen Hochschulallianz EURECA-PRO

In der von der Europäischen Union geförderten Hochschulallianz EURECA-PRO arbeiten derzeit neun Hochschulen aus acht Ländern zusammen. Ihr Ziel ist es, das führende europäische Zentrum für Bildung und Forschung im Bereich des verantwortungsvollen Konsums und nachhaltiger Produktion zu werden.

Die TU Bergakademie Freiberg übernimmt innerhalb der Allianz die Leitung des Arbeitspakets „Ausbildung und Studium“. Seit dem Wintersemester 2022/2023 haben Studierende in Freiberg die Möglichkeit, im Bachelor Engineering den Teilstudiengang „Responsible Consumption and Production“ zu belegen. Ein entsprechender Masterstudiengang ist bereits in Planung.

EURECA-PRO bietet eine breite Palette an Bildungsangeboten, darunter regelmäßige Vortragsreihen, an denen Professor:innen und Dozent:innen aller Partneruniversitäten beteiligt sind. Zudem gibt es gemeinsame Kurse, die sowohl für Studierende als auch für die interessierte Öffentlichkeit offenstehen, wie etwa der neue Kurs zu interkultureller Kommunikation und Ethik. Auch Mikrocredential-Kurse sind Teil des Angebots.

Darüber hinaus organisiert das EURECA-PRO-Team an der TU Bergakademie Freiberg regelmäßig Präsenzveranstaltungen, darunter das Young Researchers Colloquium, das PhD Journey-Programm, Sommerschulen und wissenschaftliche Workshops.

Diese Formate fördern den interdisziplinären Austausch und die Zusammenarbeit zwischen Studierenden, Forschenden und Lehrenden.

Ein zentraler Aspekt von EURECA-PRO ist die internationale Vernetzung. Studierende haben die Möglichkeit, an Mobilitätsprogrammen teilzunehmen und für ein oder mehrere Semester an einer der Partneruniversitäten zu studieren. Dies stärkt nicht nur ihre fachlichen Kompetenzen, sondern auch ihre interkulturellen Fähigkeiten.

Zudem fördert EURECA-PRO Forschungsprojekte, die nachhaltige Produktions- und Konsumkonzepte entwickeln. Durch gemeinsame wissenschaftliche Initiativen, Konferenzen und Publikationen entstehen innovative Lösungsansätze für eine verantwortungsbewusste Ressourcennutzung.

Mit diesen vielfältigen Angeboten leistet EURECA-PRO einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen. Die Allianz bildet eine neue Generation von Fachkräften und Wissenschaftler:innen aus, die aktiv an einer nachhaltigen Zukunft arbeiten.

1 Direktorin International Office, Akademiestraße 6, 09599 Freiberg,  
**Kontakt:** Iuliia.sishchuk@iuz.tu-freiberg.de

# Ökobilanzierung von Bergbauprojekten

## Masterarbeit im Studiengang Sustainable Mining and Remediation Management

Jacqueline Tayu Mbonguah, Jan Bongaerts<sup>1</sup>

### Einleitung

Immer dann, wenn ein Bergwerk geplant wird, ist eine sog. Machbarkeitsstudie erforderlich. Einerseits gehört das Erstellen einer solchen Studie zu den Hausaufgaben des Bergbauunternehmens, andererseits dient sie als Unterlage für die Genehmigungsbehörde (Bergamt) und als Informationsquelle für potenzielle Financiers und Investoren. International normsetzend sind die kanadische CSA (Canadian Securities Administrators) mit ihrem sog. National Instrument 43-101 wie auch die australische JORC (Joint Ore Reserves Committee) mit ihrem JORC-Code.

Es handelt sich in beiden Fällen um Vorgaben zur Veröffentlichung von relevanten Informationen über beabsichtigte Bergwerksvorhaben, damit die betreibenden Gesellschaften eine Zulassung zu den Börsen in Kanada (TSX) bzw. Australien (ASX) beantragen können. Weitere Normen, wie SAMVAL (South African Code for the Valuation of Mineral Assets) der Johannesburg Börse JSE sind ähnlich strukturiert.

### Feasibility study

Gefordert wird dazu eine „feasibility study“, die alle Aspekte des Vorhabens möglichst detailliert beschreibt und abbildet. Ihre Autoren müssen sog. Competent Persons sein, die sich durch Fachwissen, berufliche Erfahrung und bereits erstellte Beiträge zu ähnlichen Studien ausgewiesen haben.

Eines der zahlreichen Kapitel einer solchen feasibility study, die zumeist mehrere Hundert Seiten umfasst, betrachtet die voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens und die geplanten Gegenmaßnahmen. Das betrifft die Umweltauswirkungen der einzelnen Stufen eines Bergbauvorhabens (eventuell

schon der Erkundung, in jedem Fall aber den Bau und den Betrieb des Bergwerks, die Aufbereitung sowie seine Schließung und die Rekultivierung. Die dabei angewandte Betrachtungsmethode lehnt sich an das andernorts schon bewährte Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung an. Meistens aber bleiben von kooperierenden Partnern ausgehende Umweltauswirkungen unberücksichtigt.

Zu diesen Partnern zählen insbesondere Lieferanten, vor allem von Energie, Geräten und Verbrauchsgütern und – in einem erweiterten Umfang – die Nutzer/ Verwender der Bergbauerzeugnisse. Letztere sind allerdings Glieder einer aus der Sicht des Bergbaubetriebes schwer zu überschauenden Kette von Weiterverarbeitern und Endkunden, wobei der Bergbau ja am Anfang der jeweiligen Wertschöpfungskette steht.

Feasibility studies in Vorbereitung von Bergbauprojekten gelten mittlerweile als etabliert und anerkannt und gehören zum Stand des Wissens und der Guten Praxis. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen an die Leistungen und die Berichterstattung der Bergwerksgesellschaften seitens ihrer Stakeholder, wie Umweltorganisationen und Investoren.

Die ICMM (International Council on Minerals and Metals), ein Zusammenschluss führender, international agierender Bergwerksgesellschaften und weiterer bergbaubezogener Organisationen, nennt dazu eine Vielzahl zu stellender Anforderungen, wie Arbeitssicherheit, Risikomanagement, Umweltleistung, Menschenrechte, Verantwortung für Produktion und Rohstoffe, Ethik in der Geschäftswelt, soziale Kompetenz und nicht zuletzt Dekarbonisierung der gesamten Produktionskette – <https://www.icmm.com/en-gb/our-principles>

## Ökobilanzierung im Bergbau

Zur möglichst weitgehenden Erfassung der Umweltaspekte liefert die Methode der Ökobilanzierung einen Beitrag zur Erhebung der Umweltleistung eines Bergbaubetriebs. Entstanden in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts, findet diese Methode inzwischen breite Anwendung in Industrie und Gesellschaft – im Bergbau bislang allerdings eher selten, gemessen an der Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen. Aus diesem Grund wurde an der Professur Tagebau ein Bildungsprojekt gestartet – mit dem Ziel, die Methode der Ökobilanzierung (engl. Life Cycle Assessment – LCA) in Lehre und studentischer Forschung auf Bergbauprojekte anzuwenden.

Bislang wurden dazu an die zehn Masterarbeiten erfolgreich abgeschlossen. Sie betrafen Themen aus dem Abraumbetrieb, das Bohren und Sprengen, die Rekultivierung, das Haldenmanagement, die Umweltverträglichkeit von Bergbaugewässern sowie das Problem der Dekarbonisierung, etwa den Ersatz fossiler Kraftstoffe durch Wasserstoff oder das Thema Strom aus erneuerbaren Quellen.

Zur Vorbereitung darauf wurden Studierende mit entsprechendem Wunsch in einem fünfstündigen online-Kurs auf die Anwendung dieser Methode vorbereitet. Von einem Fallbeispiel (Ökobilanzierung einer Schokoladentafel) ausgehend sollten sie ihre dabei erlangten Kenntnisse und praktischen Fähigkeiten auf bergbauliche Thematiken übertragen.

In diesem Beitrag kann nicht auf alle Ergebnisse eingegangen werden. Ebenso ist es nicht möglich, hier die Methode dieser Bilanzierung in allen Einzelheiten zu erläutern; dazu sei auf die Fachliteratur, auf Wikipedia und auf die Webseiten zahlreicher Beratungsfirmen verwiesen. Im weiteren Verlauf dieses Beitrags wird sie daher nur zusammenfassend präsentiert. Zum Abschluss Abschließend folgt dann die beispielhafte Kurzbeschreibung eines studentischen Projekts, das sich mit Wasserstoff zum Antrieb eines Mine Trucks befasst.

### Methode der Ökobilanzierung

Das Umweltbundesamt definiert wie folgt: „Die Ökobilanz ist ein Verfahren, um umweltrelevante Vorgänge zu erfassen und zu bewerten. Ursprünglich vor allem zur Bewertung von Produkten entwickelt, wird sie heute auch bei Verfahren, Dienstleistungen und Verhaltensweisen angewendet.“

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/ökobilanz>

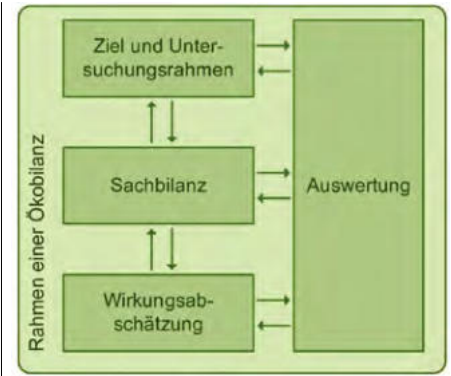
Und weiter: „...sind zwei Grundsätze zu befolgen:

- Medienübergreifende Betrachtung: Alle relevanten potenziellen Schadwirkungen auf die Umweltmedien Boden, Luft, Wasser sind zu berücksichtigen.
- Stoffstromintegrierte Betrachtung: Alle Stoffströme, die mit dem betrachteten System verbunden sind (Rohstoffeinsätze und Emissionen aus Ver- und Entsorgungsprozessen, aus der Energieerzeugung, aus Transporten und anderen Prozessen) sind zu berücksichtigen.“

Nach Möglichkeit soll eine Ökobilanz die Umweltauswirkungen aller Stufen des Entstehens eines Produkts oder eines Prozesses erfassen. Vor der Nutzungsphase liegt die Stufe der Herstellung der erforderlichen Geräte und Maschinen bzw. der Bereitstellung und Umwandlung der benötigten Energieformen – und nach ihr soll die der Entsorgung bzw. des Recyclings ebenso betrachtet werden. Oft verhindert Datenmangel eine derart umfassende Betrachtung. Des Weiteren sind explizite Angaben zu den in die Betrachtung einbezogenen Stufen (zur „Systemgrenze“) unerlässlich. Ebenso ist eine sog. funktionale Einheit festzulegen, auf die sich weltweit anerkannt und angewendet werden die Normen ISO 14040 und ISO 14044 zur Erstellung von Ökobilanzen. Danach umfasst diese Erstellung vier Phasen:

- Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen: Es soll das Ziel der Untersuchung bestimmt werden: Festlegung der zu betrachtenden Umwelt- und Gesundheitsaspekte und Umfang der Prozesskette
- Sachbilanz: Es werden Daten zu allen relevanten Inputs in den untersuchten Prozess und dessen Outputs in ein Prozessdiagramm eingetragen: Stoff- und Energieströme, Zwischen- und Endprodukte und Abfälle, Reststoffe und Emissionen
- Wirkungsabschätzung: Es werden die Umweltauswirkungen ermittelt und in Umwelt- und Gesundheitskategorien zusammengefasst
- Auswertung: Es erfolgt eine Interpretation der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung in einer Klassifizierung nach deren Bedeutung für Umwelt und Gesundheit

Das bekannte Bild nach der ISO-Norm 14040 findet sich in Abb. 1.



**Abb. 1:** Die vier Phasen einer Ökobilanz nach ISO 14040 (Quelle: Kay Schaubach et. al.: Leistungsfähigkeit von Biogasanlagen im Energiemix der Zukunft am konkreten Beispiel Honigsee, März 2014, DOI: 10.13140/RG.2.2.36391.65445)

Für die praktische Durchrechnung einer Ökobilanz stehen den Forschenden entsprechende Software-Pakete und Daten für die Erstellung der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung zur Verfügung. Am Institut wird die Software UMBERTO+ der Firma iPoint-Systems GmbH verwendet. Damit lassen sich die Material- und Energieflüsse eines zu bilanzierenden Prozesses nach dem Baukastenprinzip in einem Prozessdiagramm zusammenstellen und abbilden. Nach Eingabe der Input- und Outputdaten werden die Umweltauswirkungen anhand einer hinterlegten Datenbank (EcoInvent) des gleichnamigen Unternehmens ([ecoinvent.org](https://ecoinvent.org)) ausgewiesen. Für die Auswertung werden sie in sog. Umwelt- und Gesundheitskategorien überführt. Die Methode dazu beruht auf Untersuchungen der Firma Pré (<https://pre-sustainability.com/articles/recipe/>). Das Ergebnis ist eine detaillierte Ökobilanz.

### Fallbeispiel der vergleichenden Ökobilanzierung eines Mine Trucks mit Diesel- bzw. Wasserstoffantrieb

Die Untersuchung wurde im Jahr 2023 von Jacqueline Tayu Mbonguah in ihrer Masterarbeit im Studiengang Sustainable Mining and Remediation Management durchgeführt. Bilanziert wurde ein Komatsu 930E Mine Truck mit einem Leergewicht von 290 Tonnen und einem Ladegewicht von 220 Tonnen (siehe Abb. 2). Dieser Truck wird mit Diesel mit den entsprechenden Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen betrieben. Die Autorin hat in einem Szenario-Ansatz den Betrieb auf Wasserstoff umgestellt, die entsprechenden Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen ermittelt und beide Antriebstechniken miteinander verglichen.

Für diese Aufgabe galt es einige Fragestellungen zu klären. Zuerst sollte eine





Abb. 2: Komatsu 390 E (Quelle: <https://www.komatsu.com/en-us/products/equipment/trucks/electric-drive-mining-trucks/930e-5se>)

funktionale Einheit festgelegt werden. Idealerweise wäre eine Einheit mit Bezug auf das Mineral (Unze, kg Tonne) zu wählen. Allerdings ist diese Vorgehensweise wegen den unterschiedlichen Erzkonzentrationen im Erzkörper nicht sinnvoll. Gewählt wurde deswegen ein Truck Cycle (in einem Bergwerk in Süd-Afrika), der einen Umlauf von einer Ladestelle über eine Auffahrrampe bis zur Entladestelle und zurück darstellt. Zu dem Zweck wurden Daten über die Steigung (und das Gefälle) und die Längen der Rampe, den Rollwiderstand, die bestmöglichen Fahrgeschwindigkeiten (auf und ab), die Wartezeiten an den Stationen, die Motoreffizienz usw. aus diversen Quellen zusammengestellt. Anhand der Daten wurden die erforderlichen Kraftstoffmengen pro Zyklus ermittelt (siehe Tabelle 1).

Zweitens musste eine Systemgrenze festgelegt werden. Angenommen wurde, dass der Truck mit beiden Antriebstechniken im Wesentlichen gleichbleibt und die Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen seiner Manufaktur dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Eine Ausnahme bilden die Antriebsaggregate (Motoren), die allerdings ebenso nicht innerhalb der Systemgrenze erfasst wurden. Betrachtet wurde demgegenüber die Herstellung der Kraftstoffe, weil sie ihre spezifischen Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen haben. Insbesondere ist zu bedenken, dass Wasserstoff bislang nicht aus natürlichen Quellen gewonnen wird, obwohl es weltweit zahlreiche Vorkommen gibt. Ebenso ist anzumerken, dass beim Dieselmotor die erforderlichen Mengen an Schmierstoffen innerhalb der Systemgrenze erfasst werden müssen. (1) [https://www.sr.de/sr/sr3/themen/panorama/weisser\\_wasserstoff\\_st\\_avold\\_100.html](https://www.sr.de/sr/sr3/themen/panorama/weisser_wasserstoff_st_avold_100.html) (2) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001282521930>

Tab. 1: Kraftstoffverbräuche pro Zyklus

<b>Diesel</b>	$\text{Verbrauch} = \frac{\text{SFC}}{\text{FD}} (LF \times P)$ <p> P = Leistung  LF = Motoreffizienz  SFC = Spezifischer Verbrauch (0.213-0.268kg/kW.h)  FD = Kraftstoffdichte (0.85 kg/l) </p>	$\text{Verbrauch} = \frac{0.213}{0.85} (0.35 \times 2232)$ $V = 0.251 \times 781.2$ $V = 196.1 \text{ l}$
<b>Wasserstoff (Brennstoffzelle)</b>	$\text{Verbrauch} = \frac{P \times t(h) \times 3600}{\eta \times \text{LHV}}$ <p> P = Leistung der Brennstoffzelle (800kw)  t = Fahrzeit (0.6 St)  η = Effizienz (65%) der Energienutzung  LHV = lower heat value </p>	$\text{Verbrauch} = \frac{800 \times 0.6 \times 3600}{0.57 \times 120000}$ $V = 4118,400 \div 72000$ $V = 57.2 \text{ k}$

4787?via%3Dihub

Somit umfasst die Systemgrenze die Stoffströme „Energie“ von deren Herstellung bis zur Verwendung in den Mine Trucks“, auch genannt „Well to Wheel“. Nach dieser Entscheidung erfolgt eine aufwändige Modellierung der beiden Prozesse, die in diesem Beitrag nur ansatzweise dargestellt werden kann. Abb. 3 zeigt beispielhaft die Erstellung eines Prozessdiagramms für die Herstellung von Diesel mithilfe der UMBERTO+ Software. Ähnliche Diagramme für die Herstellung eines Elektrolyseurs und weitere Prozessschritte sind der Masterarbeit zu entnehmen. Grüne Kreise stehen für Inputs, rote Kreise bezeichnen Outputs, Quadrate bilden Umwandlungen ab und gelbe Kreisen markieren „Durchgangsstellen“.

Anhand dieser Prozessdiagramme und der hinterlegten Datenbanken werden für alle Prozessschritte detaillierte Emissionen nach Luft, Wasser und Boden sowie weitere Beeinträchtigungen (z. B. in punkto Klimarelevanz, Gesundheitsschädigung, Folgen des Rohstoffabbaus) ermittelt. Der besseren Anschauung wegen werden sie in einem weiteren Schritt

zu Umwelt- und Gesundheitskategorien gebündelt.

Ausschnitte aus dieser Analyse zeigen die Abbildungen 4 für Diesel und 5 für Wasserstoff.

Die vergleichende Bewertung (Phase 4 einer Ökobilanz) erfordert eine genaue Betrachtung aller Umweltkategorien mit den jeweils zugehörigen Bestandteilen. In diesem Beitrag sei lediglich auf den Treibhauseffekt (GWP: Greenhouse Gas Warming Potential) eingegangen. Erwartungsgemäß hat der Dieselverbrauch einen erheblichen Einfluss auf den Treibhauseffekt, der allerdings vom Treibhauseffekt der Destillation in der Raffinerie um ein Vielfaches übertroffen wird. Demgegenüber sollte der Antrieb mit Wasserstoff einen deutlich geringeren Treibhauseffekt aufzeigen. Dass dem nicht so ist, folgt aus der Betrachtung der Herstellung eines Elektrolyseurs und insbesondere des mit ihm verbundenen Bedarfs an Platin. Der Umwelteffekt des angeblich „sauberen Wasserstoffs“ verlagert sich damit von seiner Verwendung hin zu seiner Herstellung. Somit ist eine gewisse Vorsicht in einem allzu flüchtigen Vergleich beider

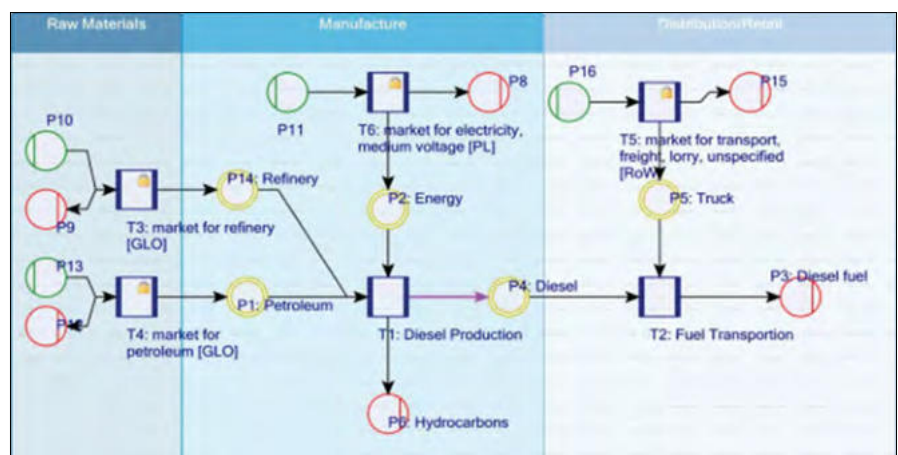


Abb. 3: Prozessdiagramm für die Herstellung von Dieseldieselkraftstoff mithilfe der Software UMBERTO+ (Quelle: Masterarbeit Jacqueline Tayu Mbonguah)

Set 1: ReCiPe midpoint Categories - DIESEL FUEL

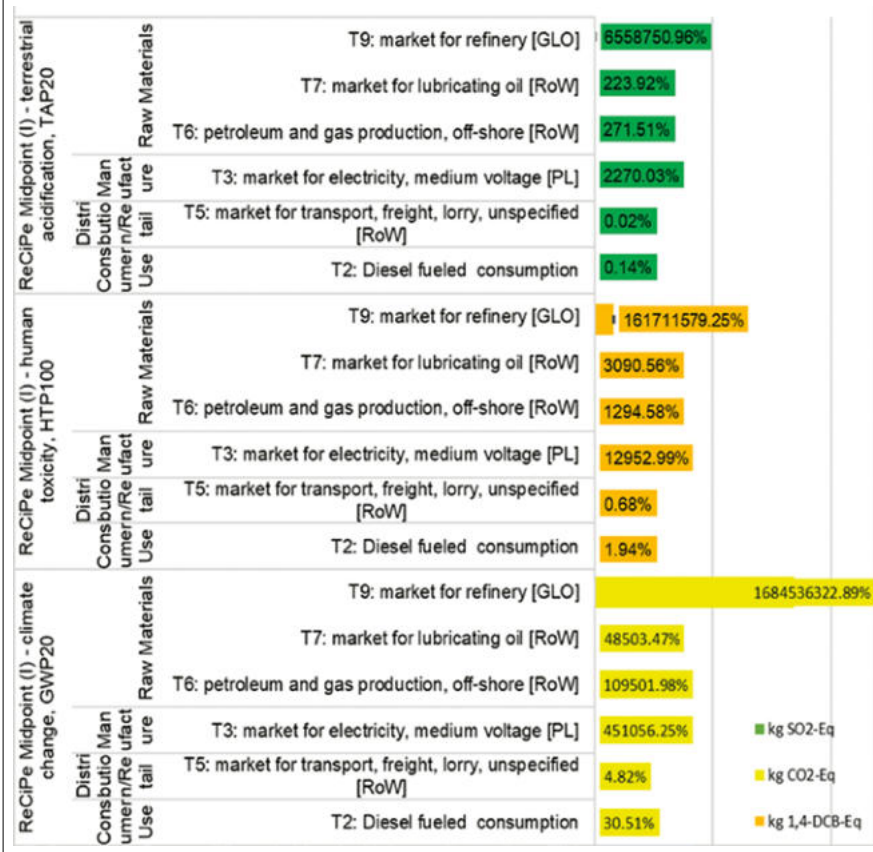


Abb. 4: Ökobilanz für einen dieselebetriebenen Mine Truck (Ausschnitt) (Quelle: Masterarbeit Jacqueline Tayu Mbonguah)

Set 1: ReCiPe midpoint Categories - Hydrogen fuel cells

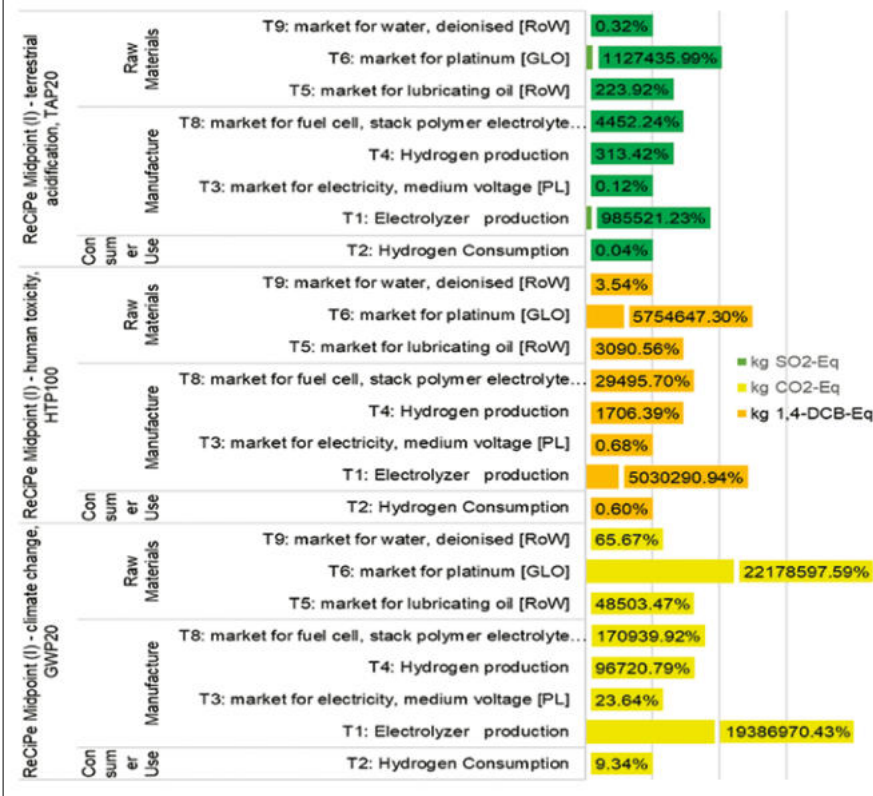


Abb. 5: Ökobilanz eines mit Wasserstoff betriebenen Mine Truck (Quelle: Masterarbeit Jacqueline Tayu Mbonguah)

Antriebstechniken geboten. Vergleiche, die hier keinen Platz finden, zeigen ähnliche Ergebnisse für weitere Umwelt- und Gesundheitskategorien auf.

### Fazit

Die Methode der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment) erlaubt eine detaillierte Betrachtung aller Umwelt- und vieler Gesundheitsaspekte komplexer Produkte und Prozesse. Die Forscher bleiben dennoch flexibel in der Gestaltung ihrer Untersuchungen, indem sie für ihre jeweiligen Ziele eine Funktionale Einheit, einen Bilanzierungsrahmen („Systemgrenze“) und ihnen besonders relevant erscheinende Umwelt- und Gesundheitskategorien festlegen können. Die Ergebnisse der Modellierung bedürfen allerdings einer sorgfältigen Überprüfung und Bewertung, damit Entscheidungen über künftige innovative Lösungen sachgerecht und nachhaltigkeitsorientiert vorbereitet werden können. Auch und gerade im Bergbau, dessen Tätigkeiten vielerorts kritisch beobachtet werden, lohnt sich die Anwendung der Ökobilanzierung. Die Erfahrung des Instituts für Bergbau hat gezeigt, dass angehende Berg-Ingenieure ein Interesse daran haben, das Instrument Ökobilanzierung und seine Möglichkeiten in ihrer Ausbildung zu integrieren.

Die Autoren bedanken sich bei Dr. Michael Kausche für die Unterstützung bei der Aufbereitung des Bildmaterials und beim Redaktionsteam von ACAMONTA für wertvolle Hinweise für die Textgestaltung.

### Literatur:

Jacqueline Tayu Mbonguah: Lifecycle assessment for comparison of diesel fuel and hydrogen fuel cell trucks (energy consumption – environmental impact) for the Mogalakwena Platinum open pit mine (South Africa), Masterarbeit, Institut für Bergbau, Herbst 2023

Alejandra Vera-Bureau et al.: A Comparison of the Fuel Consumption and Truck Models in Different Production Scenarios, Appl. Sci. 2023, 13(9), 5769; <https://doi.org/10.3390/app13095769>



# Projektbericht – Empowering Women Through Microfinance

Samuel Gadekah, Raymond Nuer

Mit freundlicher finanzieller Unterstützung auch durch den Verein der Freunde und Förderer konnten wir ein Forschungsprojekt in Ghana realisieren. In diesem Projekt geht es um Fördermöglichkeiten für Frauen in Entwicklungsländern, um ihnen eine aktive Teilnahme an der offiziellen Wirtschaft zu ermöglichen. Solche Programme umfassen üblicherweise sogenannte Mikrokredite. Als Studierende des MBA-Programms „International Business and Resources in Emerging Markets“ haben wir uns gemeinsam mit drei weiteren Studierenden unserer Partneruniversität in Paris (Modeste Cisse, Sangida Akthar und Joseph Michael) daran gemacht, eine Bank in Ghana bezüglich ihrer Mikrofinanzaktivitäten zu analysieren und zu beraten. Das Projekt startete im Winter 2023/24 mit umfangreichen inhaltlichen Vorstudien und der Suche nach Förderern. Das eigentliche Feldprojekt, bei dem Samuel Gadekah und Raymond Nuer in Ghana eine Kooperationsbank und Frauenunternehmergruppen besuchten, begann am 11. März 2024 und dauerte zehn Tage vor Ort. In Paris folgten einige Monate der Nachbearbeitung und Berichterstattung (siehe hierzu auch das YouTube-Video unter [https://www.youtube.com/watch?v=Nk\\_BEj-hZY0](https://www.youtube.com/watch?v=Nk_BEj-hZY0)).

Das Projekt „Empowering Women Through Microfinance“ zielt konkret darauf ab, die wirtschaftliche Entwicklung und die Gleichstellung der Geschlechter in der Volta-Region in Ghana durch gezielte Maßnahmen lokaler Finanzunternehmen zu untersuchen, zu stärken und zu fördern. Ein zentrales Projektziel ist es, das Wissen von Frauen über persönliche Finanzen und die Verwaltung von Mikrokrediten zu verbessern, die Zahl der Unternehmerinnen zu erhöhen, die ihre Finanzen aktiv verwalten, und maßgeschneiderte Schulungen anzubieten, um die Herausforderungen zu bewältigen, mit denen Frauen konfrontiert sind, wenn sie geschäftliche Verpflichtungen mit familiären und kulturellen Erwartungen in Einklang bringen müssen (Financial Inclusion of Women).

## Unser lokaler Partner: die Agave Rural Bank Limited

Die im Februar 1987 gegründete Agave Rural Bank Limited ist ein schnell wach-

sendes und stabiles Finanzinstitut in der Volta-Region in Ghana mit Sitz in Dabala im Bezirk Süd-Tongu. Die Bank hat ihre Präsenz und ihren Einfluss in der lokalen Finanzlandschaft fest etabliert und verfügt über vier strategisch günstig gelegene Filialen in Aflao, Dabala, Sege und Sogakope. Diese lokalen Filialen spielen eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung einer breiten Palette von Einlagen- und Kreditprodukten, die in erster Linie auf das Mikrofinanzsegment abzielen.

Mit ihrem proaktiven Engagement für finanzielle Inklusion will die Agave Rural Bank Limited eine wirtschaftliche Lücke schließen, indem sie dazu beiträgt, den finanziellen Bedarf von Kleinstunternehmen, die von Frauen geleitet werden, zu decken. Das Institut fungiert als Katalysator für finanzielle „Befähigung“, indem es Dienstleistungen anbietet, die die wirtschaftlichen Kompetenzen von Einzelpersonen und lokalen Gemeinschaften stärken und somit das Wirtschaftswachstum in der Region fördern.

## Unser Projekt

Das Projekt ist eine gemeinsame Initiative unseres Teams in Europa und der Agave Rural Bank Limited. Ziel ist es, Frauen durch nachhaltige Mikrofinanzierungsinitiativen in ihrem Unternehmertum zu stärken. Mit den Schwerpunkten „Verbesserung der Finanzkompetenz“ und „Verwaltung von Mikrokrediten“ soll den Herausforderungen begegnet werden, mit denen Frauen in ländlichen Gebieten beim Zugang zu finanziellen Ressourcen und bei der Führung erfolgreicher Unternehmen konfrontiert sind.

Ein sekundäres Projektziel bezieht sich auf das Forschungsinteresse. Das Projekt ist Teil eines akademischen Doppelabschlussprogramms mit dem Studiengang „Master in Development Economics and International Project Management“ an der Université Paris-Est Créteil. Die Studierenden haben sich auf theoretischer Ebene mit der Rolle des Finanzsystems, insbesondere von Mikrofinanzsystemen, für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung auseinandergesetzt und die neuesten Forschungsergebnisse in dieses Feldprojekt eingebracht.

Die Konzeption des Projekts basiert auf einem umfassenden Verständnis des

lokalen Kontexts und der Bedürfnisse der Zielgruppe. Es erkennt die entscheidende Rolle der Mikrofinanzierung bei der Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung, insbesondere in ländlichen Gebieten, in denen der Zugang zu den in höher entwickelten Ballungsgebieten üblichen Bankdienstleistungen beschränkt ist. Durch die Partnerschaft mit der Agave Rural Bank Limited kann das Projekt die vorhandene Infrastruktur sowie das Fachwissen und die empirische Evidenz für die Feldstudien nutzen.

## Projektbeschreibung und -komponenten

Zunächst hat das Projektteam die Mikrofinanzierungsinitiativen der Agave Rural Bank Limited untersucht. Das Ziel bestand darin, die Dienstleistungen kennenzulernen und Wege zu finden, um die Wirksamkeit und die Auswirkungen eines Mikrokredits für Frauen in der Volta-Region quantitativ zu bewerten. Diese Bewertung konzentrierte sich auf die wirtschaftlichen Ergebnisse, Herausforderungen und Möglichkeiten, die sich aus dem hier verwendeten speziellen Modell der „kollektiven Mikrokreditinitiative“ ergeben. Die expliziten Aktivitäten umfassten die Untersuchung der existierenden Mikrofinanzierungsprogramme hinsichtlich der spezifischen Herausforderungen für Kreditnehmer und -gruppen in Bezug auf die Verwaltung und Rückzahlung von Darlehen sowie die Anreizwirkungen (Moral Hazard). Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Schulungen zur finanziellen Allgemeinbildung für die Teilnehmenden des Mikrokreditprogramms gelegt. Neben der Harmonisierung der Dienstleistungsangebote mit den Bedürfnissen und Reaktionen der Kundinnen und Kunden wurde hier das größte Potenzial für Effektivitätssteigerungen erwartet.

Zweifelloos war es eine große Herausforderung, die Forschungsmission und Empfehlungen innerhalb von zehn Tagen in Zusammenarbeit mit dem lokalen Partner, der Agave Rural Bank Limited, umzusetzen. Doch dank strategischer Planung, gestraffter Prozesse und eines Fokus auf Effizienz im Projektmanagement konnten die geplanten Aktivitäten erfolgreich durchgeführt werden. Wichtig war es, die Möglichkeiten moderner

Technologien (Onlinekonferenzen) zu nutzen und effiziente Arbeitsprozesse sowie eine auf die Projektmitarbeiter abgestimmte Arbeitsteilung einzuführen. So konnten alle Mitglieder einen effektiven Beitrag leisten und sich mit ihren Rollen einbringen – unabhängig davon, ob sie aus der Ferne oder vor Ort arbeiteten.

Vor Ort wurden zunächst ausführliche Einführungsgespräche mit den lokalen Partnern geführt, anschließend mit den Teammitgliedern, die in Paris geblieben waren und das „Backoffice“ leiteten. Diese Abstimmungen dienten dazu, die Interviews mit den Frauenunternehmerinnen für die Analyse zu strukturieren. Hierbei fokussierte sich das Team auf folgende Hauptthemen:

1. Der Auftrag und die Ziele der Kooperationsbank in Bezug auf ihre Mikrokreditinitiative: Dazu gehörte auch die Frage, inwiefern die Arbeit der Bank mit ihrem allgemeinen Leitbild und den spezifischen Zielen, die sie mit ihren Mikrofinanzprogrammen erreichen will, im Einklang steht.
2. Das Dienstleistungsprogramm für Mikrokredite der Kooperationsbank: Die Analyse bezog sich im Wesentlichen auf das Auswahlverfahren für Empfänger von Mikrokrediten und die Methoden zur Ermittlung ihrer Kreditwürdigkeit. Dazu gehörte auch die Frage, wie potenzielle Kreditnehmer identifiziert werden können.
3. Die Kriterien zur Bestimmung des Zinssatzes sowie die Schuldnerregelungen bei Kreditgruppen wurden untersucht. Das Team konzentrierte sich hierbei auf die Bestimmungsfaktoren des Zinssatzes sowie auf die Analyse von Methoden zur Bewertung und Abschwächung des moralischen Risikos.
4. Die Zusammenarbeit mit lokalen Ge-

meinschaften und Familienmitgliedern ist entscheidend. Diese Form der Zusammenarbeit hat sich als wichtiges Erfolgskriterium herausgestellt: Investitionsprojekte, bei denen die Beteiligung dieser Gruppen sichergestellt werden konnte, um die Kreditnehmer zu unterstützen, waren besonders erfolgreich.

5. In dem letzten Analysekapitel wurden die Rückzahlungspläne, -fristen und jegliche Flexibilität im Rückzahlungsprozess untersucht. Dabei spielte natürlich vor allem das Problem der extrem hohen Verzinsung von Mikrokrediten eine Rolle.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse entwickelte das Projektteam Handlungsempfehlungen für die Bank, um ihre Dienstleistungsangebote zu verbessern. Insbesondere wurde die Notwendigkeit festgestellt, weiblichen Kunden die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, um ihre Finanzen betriebswirtschaftlich zu verwalten und ihr Unternehmen somit profitabel zu führen. Zu diesem Zweck ist ein verbessertes Schulungsprogramm für unternehmerische Frauen im ländlichen Raum zu entwickeln und umzusetzen, das sich auf ein nachhaltiges Liquiditäts- und Finanzmanagement konzentriert. Ein weiteres Schlüsselergebnis des Projekts ist eher entwicklungslandtypisch und betont die Notwendigkeit, eine dauerhafte und belastbare Partnerschaft zwischen Banken und den Familien der Kreditnehmerinnen, den lokalen Gemeinschaften und den jeweiligen Gemeindeleitern aufzubauen, um den Zugang zu finanzieller Unterstützung für Frauen in ländlichen Gebieten zu erleichtern. Hinsichtlich der Kreditkonditionen wurde neben dem Zinssatz vor allem die Notwendigkeit flexiblerer Darlehensbedingungen be-

tont, einschließlich längerer Laufzeiten, anpassungsfähiger Rückzahlungspläne und Sekundärdarlehen.

Mit Blick auf die volkswirtschaftliche Bedeutung von Investitionen auf dem Land gehen die Handlungsempfehlungen schließlich über die lokale Ebene hinaus und beleuchten auf politischer Ebene Regulierungsmöglichkeiten im Bankenwesen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Potenzial weiblicher Entrepreneurinnen. Darüber hinaus werden weitere Maßnahmen, wie beispielsweise Bildungsinitiativen, vorgestellt, um Frauen in ländlichen Gebieten wirtschaftlich zu aktivieren und deren Position in der lokalen Gesellschaft zu stärken.

### Unser Projektbudget

Aufgrund der Kurzfristigkeit des Projekts, das auch die Akquise von Finanzmitteln zur Durchführung des Projekts beinhaltete, blieb die Projektplanung dynamisch und musste laufend angepasst werden. Ursprünglich geplante Aktivitäten mussten auf das finanziell Machbare zugeschnitten werden. Dies erforderte auch bedeutsame Anpassungen. Ohne die Unterstützung durch den „Verein der Freunde und Förderer“ und die Kooperationsbank wäre eine solche Studie nicht möglich gewesen. Sie konnte ihre theoriegeleitete Analyse der Tiefeninterviews und der Stichprobenfeldstudie mit einzelnen Personen und der Institution der lokalen Bank auf eine robuste theoretische Basis beziehen.

Das Projektteam betrachtet die durchgeführten Aktivitäten als potenziellen ersten Schritt eines viel größeren Experiments, das in Zukunft durchgeführt werden kann und eine randomisierte Kontrollstudie (RCT) umfasst.

1 **Kontakt:** Johannes.Stephan@vw1.tu-freiberg.de

## Neues sächsisches wissenschaftliches Verbindungsbüro in Chile

Anlass für eine Reise zum Ausbau der Beziehungen zu chilenischen Einrichtungen

Michael Schlömann

Am 18. August 2025 hat Prof. Dr. Heike Graßmann, Staatssekretärin im Sächsischen Ministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus (SMWK) zusammen mit der Deutschen Botschafterin Susanne Fries-Gaier das sächsische wissenschaftliche Verbindungsbüro in Santiago de Chile eröffnet. Neben der Botschafterin wür-

digte auch die Direktorin der Nationalen Agentur für Forschung und Entwicklung (ANID), Alejandra Pizarro Guerrero, als hochrangige Vertreterin Chiles in einem Grußwort die Einrichtung des Verbindungsbüros. Das unter der Federführung der TU Chemnitz arbeitende Saxon Science Liaison Office Chile (SSLO) ist ein weiteres

sächsisches Verbindungsbüro im Ausland, von dem aus junge Menschen für ein Studium oder weiterführende akademische Programme an einer der Hochschulen im Freistaat Sachsen gewonnen werden sollen. Weitere SSLO gibt es bereits in Taiwan, Indien, Vietnam, der Mongolei und Usbekistan, wobei die beiden letzte-





Formelle Eröffnung des Büros



Gebäude des Deutsch-Chilenischen Bundes

ren von der TU Bergakademie Freiberg koordiniert werden.

Neben der gezielten Akquise von Studierenden und damit potenziellen Arbeitskräften für Sachsen gehört die Unterstützung des wissenschaftlichen Austauschs zwischen Forschungseinrichtungen und Hochschulen im Freistaat und in Chile zu den Aufgabenschwerpunkten des Büros.

Das Büro wurde eingerichtet im Gebäude des Deutsch-Chilenischen Bundes (DCB, Liga Chileno-Alemana), einer Vereinigung vorwiegend von deutschstämmigen Chilenen, die das Ziel hat, die deutsche Kultur und Sprache in Chile zu fördern. Der DCB organisiert jedes Jahr einen Schüleraustausch zwischen Chile und Deutschland. Im Rahmen des Schüleraustausches hatte der Geschäftsführer

des DCB, Hartmut Claussen, ein studierter Bergbau-Ingenieur, im Januar auch die TU Bergakademie besucht und sich über die Studien- und Forschungsmöglichkeiten an unserer Universität informiert.

Es war mir eine Freude, als Vertreter der TU Bergakademie an der Eröffnung des Verbindungsbüros in Santiago teilnehmen zu können. So bot die Veranstaltung Gelegenheit alte Kontakte zu pflegen und auch neue Kontakte zu knüpfen. Besonders erfreulich war das Wiedersehen mit Jorge O’Ryan Schütz, dem früheren Botschafter Chiles in Berlin. In seiner Amtszeit hatte sich die chilenische Botschaft an die TU Bergakademie und drei weitere deutsche Institutionen gewandt und angefragt, ob diese bereit seien zu helfen, dem sich damals abzeichnenden Fachkräftemangel im

chilenischen Bergbau zu begegnen. Diese Initiative der Botschaft im Jahr 2011 führte zunächst zur Intensivierung der Beziehungen zu unseren langjährigen Partneruniversitäten (Universidad de Concepcion, Universidad de Atacama in Copiapó, Universidad Católica del Norte in Antofagasta) im Rahmen der „Domeyko-Initiative“ (siehe ACAMONTA 2012, S. 164) und in der Folge auch zur Intensivierung der Beziehungen zu den wichtigen Universitäten in der Hauptstadt (Universidad de Santiago de Chile (USACH), Pontificia Universidad Católica de Chile und Universidad de Chile).

Mindestens ebenso wichtig wie die eigentliche Eröffnung des Büros war das begleitende Besuchsprogramm, was u. a. Gelegenheit bot, die beeindruckenden Aktivitäten des Goethe-Instituts in Santiago kennenzulernen. Dieses bietet nicht nur individuelle Sprachkurse an, sondern im Verbund mit Universitäten oder anderen Einrichtungen auch Deutschkurse für ganze Gruppen sowie eine Ausbildung von Deutschlehrern, die dann an den Universitäten Deutsch unterrichten können. Diese Aktivitäten sind u. a. relevant, um Chilenen auch für deutschsprachige Studienangebote gewinnen zu können. Besonders wichtig war der Besuch zusammen mit den Chemnitzer Kollegen am Advanced Mining Technology Center (AMTC) und am Energy Center der Universidad de Chile. Auch hier gab es ein Wiedersehen mit alten Bekannten, vor allem auch mit Prof. Willy Kracht, in 2019 als Bergbau-Professor eine der treibenden Kräfte des ASDIT-Konsortiums zum Aufbau des Chilenischen „Instituts für Saubere Technologien“ (ITL, Instituto de Tecnologías Limpias). Ziele des Instituts waren die verstärkte Nutzung von Sonnenenergie, die Verbesserung der Umweltverträglichkeit des Bergbaus (u. a. Dekarbonisierung) sowie eine umweltverträgliche Lithium-Gewinnung. Bei der damaligen Ausschreibung der Förderinstitution CORFO (vergleichbar etwa mit einem Projektträger für das BMWi, BMWK oder jetzt BMWF) war internationale Kooperation gewünscht und die TU Bergakademie hatte sich mit einer Reihe von Projekten aus unterschiedlichen Bereichen der Universität dem Konsortium ASDIT der chilenischen Universitäten angeschlossen, in dem alle unsere Kooperationspartner vertreten waren. ASDIT kam letztlich nur auf den 2. Platz. Die Entscheidung von CORFO vom Januar 2021 für ein Konsortium US-amerikanischer „Ivy League“-Universitäten

(Harvard, MIT, Columbia, Princeton, Cornell, Pennsylvania, Johns Hopkins, Rochester, Yale) kam nach höchststrichterlicher Entscheidung mit Unregelmäßigkeiten zustande und wurde 2022 aufgehoben. Beim Besuch an der Universidad de Chile war jetzt zu erfahren, dass kürzlich nun endlich ein Vertrag zwischen CORFO und ASDIT unterschrieben wurde. Es wurde eine Einladung zur weiteren Mitarbeit an die TU Bergakademie ausgesprochen. Es wird nun zu klären sein, wie genau die aktuellen Regeln bzw. Finanzierungsmöglichkeiten für eine Mitarbeit beim Aufbau des ITL aussehen. Ausdrücklich genannt wurden von den Kollegen zum Beispiel mögliche Zusammenarbeiten zur Lithium-Gewinnung sowie zur *in-situ*-Biolaugung, wie sie im Rahmen des Biohydrometallurgischen Zentrums der Krüger-Stiftung in der Reichen Zeche getestet wurde.

Der Besuch in Santiago gab auch die Möglichkeit, den Kontakt zur ingenieurwissenschaftlichen Fakultät der USACH zu intensivieren. Aufbauend auf Gesprächen vor 2 Jahren ging es zum einen um mögliche Zusammenarbeit in der Lehre, und ich konnte den Kollegen die Lehrangebote insbesondere zur Nutzung regenerativer Energiequellen vorstellen. Dabei kam natürlich auch das VNG-Stipendium „Empowering Chilean Hydrogen Students“ zur Sprache. Zum anderen wurde mir vom Kollegen Ricardo Vega auch ein groß-angelegter Projektantrag zum „grünen Wasserstoff“ vorgestellt, der, wenn gefördert, sicher eine Vielzahl von Kooperationsmöglichkeiten für diverse Gruppen an der TU Bergakademie bietet. Mit der USACH gibt es bereits seit 2016 ein „Memorandum of Understanding“ zum allgemeinen Austausch und seit 2017 eine Doppelpromotions-Vereinbarung, in deren Rahmen bereits vier Doktorandinnen bzw. Doktoranden (drei Chilen(inn)en, ein Deutscher) gemeinsam von beiden Universitäten promoviert wurden. Diese bisher in den Biowissenschaften und jetzt auch in der Chemie bzw. den Materialwissenschaften verfolgte Option war den Ingenieuren nicht geläufig, obwohl der Vertrag alle Gebiete der Universität umfasst, für die es auf beiden Seiten Betreuer gibt. Ich bin zuversichtlich, dass sich nun auch im Bereich der Ingenieurwissenschaften ein stärkerer Austausch entwickelt.

Und selbstverständlich habe ich die Tage in Santiago genutzt um mit meinem Kollegen Mario Vera von der Católica und meiner Kollegin Gloria Levicán von der USACH und den beiden Doktorandinnen,



Deutsche Schule in Frutillar

die auch schon 6 bzw. 12 Monate in Freiberg gearbeitet haben, über den Stand der Untersuchungen zu sprechen, ein Publikationsmanuskript zu besprechen und die demnächst anstehende „private Verteidigung“ der fünften Doppelpromotion vorzubereiten. Leider klappte es nicht, den Termin der Verteidigung noch in die Zeit meines Aufenthalts zu legen.

Wahr gemacht habe ich anlässlich der Eröffnung des Verbindungsbüros endlich auch einmal eine Reise zu deutschen Schulen im Süden des Landes und zur südlichsten Universität des Landes in Punta Arenas. Eine Kollegin der dortigen Universidad de Magallanes hatte eine Exkursion zur Pilotanlage Haru Oni, ca. 40 km entfernt von Punta Arenas, organisiert und mich auch an die ingenieurwissenschaftliche Fakultät der Universität eingeladen. In Haru Oni wird der normalerweise sehr starke Wind genutzt, um über ein Windrad Strom für die Elektrolyse von Wasser zu gewinnen. Der entstehende Wasserstoff wird zu Methanol umgesetzt, dieses dann weiter zu Benzin. Methanol und Benzin haben eine höhere Energiedichte als Wasserstoff und sind insofern besser für den Transport, z. B. nach Europa, geeignet. In Haru Oni kommen wichtige Teile der Technik (zumindest Windrad und Elektrolyseur) von Siemens Energy und auch Porsche ist am Konsortium beteiligt. Bei einer weiteren Pilotanlage in Patagonien, H2 Magallanes etwa 160 km von Punta Arenas, wird anstelle von Kohlenstoffgebundenen Energieträgern Ammoniak hergestellt. An dieser Pilotanlage ist die

Firma VNG beteiligt. Prozesse wie die genannten werden in Freiberg intensiv am Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen untersucht, und insofern habe ich beim Besuch der Universidad de Magallanes anhand einiger Folien des Dezernats 5 sowie der Arbeitsgruppen Gräbner, Kureti, Richter und Krause einige der Arbeitsrichtungen und Untersuchungsmöglichkeiten in Freiberg vorgestellt. Natürlich bin ich für die Fragestellungen durchaus kein Fachmann, aber ich habe den Eindruck, dennoch Interesse an einem Austausch geweckt zu haben. Und natürlich kam auch hier das VNG-Stipendium zur Sprache.

Eine besonders positive Erfahrung war der Besuch der deutschen Schulen in Punta Arenas, Puerto Montt und Frutillar, die z. T. auch schon von Katty Maldonado, der Mitarbeiterin im Verbindungsbüro kontaktiert worden waren. Ich hatte ja Sorge, mit der (verhältnismäßig kurzfristig geäußerten) Bitte, den Schülerinnen und Schülern die TU Bergakademie und die Studienmöglichkeiten in Sachsen vorstellen zu können, eher auf Skepsis oder Ablehnung zu stoßen, weil man damit dann ja doch den Stundenplan etwas durcheinanderbringt. Diese Sorge erwies sich als unbegründet. In allen drei Schulen wurde ich kurz von der Direktorin oder dem Direktor begrüßt und dann von ein oder zwei Deutschlehrer(inne)n betreut. Zusammengetrommelt wurden die letzten beiden Klassenstufen (also 11 und 12 wie bei uns). Den Vortrag hielt ich auf Deutsch, aber zur Vorsicht mit





Blick von der Deutschen Schule in Frutillar auf den Lago Llanquihue und den Vulkan Osorno

spanischsprachigen Folien. Das Interesse der Schülerinnen und Schüler war groß. Es wurden viele Fragen gestellt. Besonders beeindruckt haben mich die Schülerinnen und Schüler in Puerto Montt, die praktisch vollständig auf Deutsch mit mir sprachen. Die Deutschlehrerinnen und -lehrer waren dankbar, weil durch solche Vorträge der Wert der Deutschausbildung für die jungen Chilenen deutlich wird. Die Schülerinnen und Schüler waren offensichtlich beeindruckt, dass sich Deutschland so sehr für sie interessiert, dass ein Professor die weite Reise zu Ihrer Schule auf sich nimmt und dass dann auch noch eine deutsche Firma ein Studium dieser

Schüler an unserer Universität finanziell unterstützt und dass es keine Studiengebühren gibt. Die deutschen Schulen in Chile haben einen hervorragenden Ruf. Die Schülerinnen und Schüler erreichen in der nationalen zentralen Abschlussprüfung fast alle die Punktzahl, die nötig ist, um bei uns als Abitur-Äquivalent anerkannt zu werden. Die von mir besuchten Schulen machten baulich und von der Ausstattung her durchweg einen sehr guten Eindruck. (Allerdings müssen die Eltern in der Regel auch relativ viel Schulgeld bezahlen.) Ich bin überzeugt, dass es sich lohnt, kontinuierlich Werbung für unsere Universität an den deutschen Schulen in

Chile zu machen.

Derzeit sind in Freiberg 15 Chileninnen und Chilenen eingeschrieben, davon 2 als Doktorand(inn)en. Das VNG-Stipendium wurde bisher nicht in Anspruch genommen. Nach dem Auslaufen mehrerer BMBF-Projekte und des ERASMUS-Austausches mit der USACH ist mir derzeit nur ein größeres laufendes Projekt zwischen TU Bergakademie und Chile bekannt (Arbeitsgruppe Hoth/Drebenstedt). Nun bin ich gespannt, ob die Reise und das Verbindungsbüro irgendwann in den Zahlen sichtbar werden.

## Authentisches und projektbasiertes Sprachenlernen bei IUZ/Sprachen

Katerina Barta, Mark Jacob, Darlene Ann Kilian, Karin Löttsch, Katja Polanski

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg wurde im QS World University Ranking 2025 als „Internationalste Universität Deutschlands“ ausgezeichnet. Diese internationale Ausrichtung zeigt sich in der globalen Mobilität der Studierenden und Alumni und setzt fundierte Fremdsprachenkompetenzen voraus. Der Bereich Sprachen des Internationalen Universitätszentrums (IUZ/Sprachen) begegnet dieser Herausforderung mit einem didak-

tisch fundierten Konzept: authentisches und projektbasiertes Sprachenlernen, bei dem sprachliche Fertigkeiten in realitätsnahen, interdisziplinären Kontexten angewendet werden.

Dabei werden die Studierenden mit akademisch und beruflich relevanten Problemstellungen konfrontiert. Deren Lösung erfordert zielgerichteten Sprach-einsatz und Querschnittskompetenzen wie kritisches Denken, Eigenverantwortung,

Medienkompetenz und Teamarbeit. Gleichzeitig stärkt dies die intrinsische Motivation durch partizipative Lernprozesse und selbstwirksames Handeln.

Im Folgenden werden einige Projektformate vorgestellt, die diese Prinzipien umsetzen:

### Podcasting

Studierende der *Deutschkurse B1.2* (Frau Katerina Barta) und der *UNICert III*

*Englischkurse* (Frau Darlene Kilian, Herr Dr. Mark Jacob) produzieren im Podcaststudio der Universitätsbibliothek eigene Beiträge.

Neben der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit werden Reflexionsvermögen, mediale Gestaltungskompetenz und analytisches Denken gefördert. Die Themen reichen von nachhaltiger Entwicklung bis zu studienbezogenen Inhalten. Einige dieser Podcasts werden als Prüfungsleistungen produziert, andere werden als Übungen zum Hörverstehen eingesetzt und ein Podcast hat es sogar als Studienwerbung auf die TUBAF Social Media-Seiten geschafft.

### Instituts- und Konferenzbesuche

Im Kurs *Fachsprache Deutsch für Ingenieure* (Frau Katja Polanski) besuchten Studierende in den letzten Jahren Vorträge im Rahmen des Freiburger Forschungsforums (BHT) und des Freiburger Energiekongresses und präsentierten dann selbst im Rahmen des Kurses zu aktuellen Themen aus ihrem Studiengang oder ihrer Promotion. Darüber hinaus besichtigten sie das 3D-Drucklabor von Prof. Zeidler oder hörten Vorträge im Robo-Lab. In den Englischkursen *Einführung in die Fachsprache* (Frau Karin Löttsch, Frau Darlene Kilian) wurden Exkursionen zu Einrichtungen wie dem FILK, dem Helmholtz-Institut und dem GKZ Freiberg durchgeführt. Intensive Vor- und Nachbereitungen – etwa durch Webseitenanalyse – forderte die Studierenden, fachspezifische Sprache in realen Kontexten zu erproben.

### Posterpräsentationen zu Partneruniversitäten

In den Englischkursen *Einführung in die Fachsprache* (Frau Karin Löttsch, Frau Darlene Kilian) recherchieren Studenten zu internationalen Partnerhochschulen der TUBAF und vergleichen deren Studienangebote mit denen ihrer Heimatuniversität. Die Ergebnisse werden im Posterformat öffentlich präsentiert. Dies festigt den akademischen Wortschatz, die Präsentationskompetenz und das interkulturelle Verständnis.

### „CrossLab“ im Sprachlabor

Im Englischkurs *Einführung in die Fachsprache* (Herr Dr. Mark Jacob) entwickelten Studierende der Robotik und Informatik retro-inspirierte Spiele mithilfe von Python für ein multifarbiges LED-Display, das von Nutzer:innen über deren eigene Laptops angesteuert werden konnte.



Podcasting



COIL 2025 Participants



Poster Session 2023

Den Abschluss bildete eine Präsentation im RoboLab, bei der technische Hintergründe, Herausforderungen und Lösungswege erläutert wurden. Auch unfertige Projekte wurden als wertvolle Lernerfahrungen wahrgenommen.

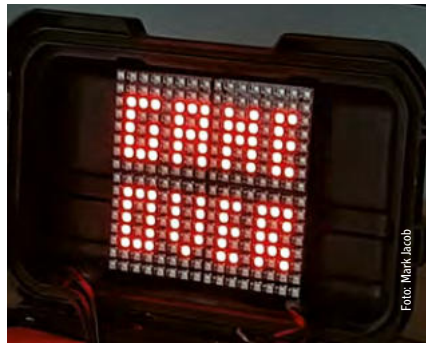
### Internationales projektbasiertes Lernen

Im Englischkurs *Professional Communication* (Frau Darlene Kilian, Herr Dr. Mark Jacob) haben seit dem Wintersemester 2023/24 über 400 Studierende der TUBAF, der Silesian University of Technology, der University of Łódź und der Wiesbaden School of Business gemeinsame Projekte gestaltet. In internationalen Kleingruppen werden Lösungsvorschläge für wirtschaftliche oder gesellschaftliche Problemstellungen erarbeitet und in englischer Sprache via Video und Reflexionssitzung präsentiert. Dabei erwerben die Studierenden neben sprachlicher Sicherheit auch Fähigkeiten im Bereich Teamarbeit, interkulturelle Kommunikation und digitaler Medienkompetenz.

Ein weiteres Beispiel für diese Art des *Collaborative Online International Learning (COIL)* ist die hochschulübergreifende Produktion von Kurzfilmen. In Kooperation mit TUBAF Digital und der Technischen Universität Dnipro (Ukraine) realisierten Studierende aus zwei Kursen



Einführung in die *Fachsprache Englisch* (Frau Darlene Kilian, Herr Dr. Mark Jacob) gemeinsam mit ukrainischen Studierenden der Journalistik und des Marketing zehn etwa achtminütige Kurzfilme. Diese visualisierten naturwissenschaftliche Experimente und Konzepte und erweiterten dabei das technische Vokabular der Beteiligten. Die Filme wurden an einem Gymnasium in Nossen und an Schulen in der Ukraine gezeigt und sollten Interesse für MINT-Studiengänge wecken.



„CrossLab“

### Schlussbemerkung

Die dargestellten Projekte verdeutlichen die Vielfalt, Innovationskraft und Praxisnähe der sprachdidaktischen Konzepte des IUZ. Die Verbindung sprachlicher, fachlicher und interkultureller Elemente befähigt Studierende, in akademischen und beruflichen Kontexten sicher zu kommunizieren. Das IUZ/Sprachen leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur internationalen Profilierung der TUBAF.

## 6. Internationales MINT-ec-Camp der TUBAF in Pallini/Athen

400 Jahre wissenschaftliche Erforschung des Kosmos:  
MINT-EC-Sommer über Astronomie und Astrophysik

Kathrin Häußler<sup>1</sup>

Die TU Bergakademie Freiberg ist seit fast 10 Jahren Mitglied und Partner des nationalen Excellence-Schulnetzwerks MINT-EC. In dieser Eigenschaft bieten verschiedene Fakultäten bzw. Institute der Universität 3x im Jahr viertägige MINT-ec-Camps für jeweils 20 Schülerinnen und Schüler zu den Themenbereichen „Zukunft Werkstoffe“, „Zukunft Energie“, „Additive Fertigung“, „Management“ (erstmalig 2024) an. Geplant und organisiert werden diese Veranstaltungen vom Dezernat Universitätskommunikation; durchgeführt in Kooperation mit den jeweiligen Fachbereichen. Die Teilnehmer der bisher immer komplett ausgebuchten Camps kommen aus dem gesamten Bundesgebiet, aber auch aus der Türkei, Griechenland, den USA und Ecuador. Im Laufe der vergangenen Jahre konnte festgestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler außer dem Camp noch weitere Veranstaltungen der Universität besuchten (Schüleruni, Campustag) und zum Teil sogar ein Studium an der TU Bergakademie aufnahmen.

Auf Wunsch des Vorstands des MINT-EC wurde 2018 das erste internationale MINT-ec-Camp gemeinsam mit einer Partnerschule aus Griechenland, der Ellinogermaniki Agogi in Pallini/Athen organisiert und durchgeführt. Unterbrochen durch die Corona-Pandemie fand 2025 inzwischen das 6. Internationale MINT-ec-Camp statt.

Der Fokus der diesjährigen Sommerschule lag auf „400 Jahre wissenschaftlicher Erforschung des Universums“, wobei die Themen, mit denen sich die Teilnehmenden beschäftigten, von Galileos



Beobachtungen und Entdeckungen unseres Planetensystems bis hin zur ersten Beobachtung von Gravitationswellen aus kollabierenden schwarzen Löchern reichten. Die Schülerinnen und Schüler hatten die Gelegenheit, ihre Kenntnisse in Physik, Astronomie und Astrophysik zu vertiefen, Kontakte zu Forschern und

Gleichaltrigen zu knüpfen und sich mit neuen Entwicklungen und Entdeckungen der wissenschaftlichen Forschung vertraut zu machen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten ferner ein kleines Teleskop bauen und mit dem 16"-Teleskop der Sternwarte Ellinogermaniki Agogi Beobachtungen und Bilder machen.



Foto: MINT-ec und K. Häußler

Auf dem Programm stand auch die Beobachtung von Meteoriten mit der 360°-Himmelskamera sowie das Sammeln von Mikrometeoriten, mikroskopisch kleinen Fragmenten von Asteroiden und Kometen, mit Hilfe des Stardust Hunter Kits.

Themen der verschiedenen praktischen Workshops mit experimentellen Aktivitäten waren unter anderem:

- Die Entwicklung des Universums und die Macht des leeren Raums
- Auf den Spuren von Galileo – Beobachtungen unseres Sonnensystems
- Sonnenwetter und Sonnenwind – ihre Auswirkungen auf die Erde und wie sie aufgezeichnet werden
- Voyager – Die einzigartige Geschichte der Raumsonden, die die am weitesten entfernt von der Erde fliegenden von Menschen geschaffenen Konstruktionen sind
- Fischen nach Neutrinos
- Entdeckung von Gravitationswellen

Die Gruppe arbeitete auch in einer explorativen Lernumgebung (ELE), in die ein KI-Agent integriert war. Durch Überwachung der Leistung der Schüler in der ELE und mithilfe der Sammlung entsprechender Daten war es möglich, die Problemlösungskompetenz der Schüler in Echtzeit zu messen.

Neben den fachlichen Programmpunkten standen auch kulturelle Aktivitäten auf dem Plan, so die Teilnahme an der Abiturfeier der griechischen Teilnehmer, aber auch ein Besuch der Akropolis und des Akropolis-Museums.



Foto: MINT-ec und K. Häußler



Foto: MINT-ec und K. Häußler

Ein großes Dankeschön gilt den engagierten Wissenschaftlern und Pädagogen der Ellinogermaniki Agogi Pallini sowie der Stiftung der TU Bergakademie Freiberg, die dieses internationale MINT-ec-Camp finanziell unterstützt hat.

1 Dezernat Universitätskommunikation

**Kontakt:** Kathrin.Haeussler@zuv.tu-freiberg.de



# Kooperation in Krisenzeiten

## Rohstoffe für den Wiederaufbau

Carsten Drebenstedt<sup>1</sup>



Verleihung der Ehrendoktorwürde der TU Zhytomir an Prof. Carsten Drebenstedt

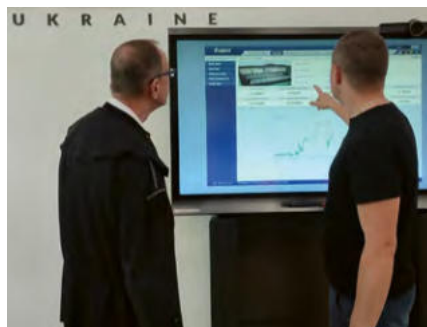
Seit dem völkerrechtswidrigen Überfall Russlands auf die Ukraine forciert Bergbauprofessor Carsten Drebenstedt die Kooperation mit den ukrainischen Partneruniversitäten in Zhytomir und Dnipro. So besuchen sich die Partner jedes Jahr in der Ukraine und in Freiberg. Die Motivation ist, auch in schwierigen Zeiten mit der Fortsetzung der Hochschulkooperation die enge Verbundenheit der Partner zu dokumentieren und mit Gastvorlesungen und fachlichem Austausch einen Beitrag zum Schließen von Lücken und zur Rückkehr zur Normalität zu leisten. Genutzt werden z. B. seit 2022 ein DAAD-Projekt im Leonhard Euler-Stipendienprogramm zur Qualifizierung von Promotionsstudierenden und seit 2023 ein Erasmus+/CBHE-Projekt „Master Programme in Eco-Mining and Innovative Natural Resources Management (EMINReM)“.

Die Kooperation konzentriert sich schwerpunktmäßig auf den Rohstoffsektor, der für die laufende Beseitigung der Kriegsschäden und für den Wiederaufbau des Landes eine zentrale Rolle spielt. Wichtig ist hierbei, einen schnellen Zugang zu den benötigten Rohstoffen zu bekommen und diese qualitätsgerecht bereitzustellen. Auch verfügbare Reststoffe sind von Bedeutung.

In der Region Dnipro werden vor allem Kohle, Eisenerz, Manganerz und Titansande abgebaut. Der Schwerpunkt des Rohstoffabbaus in der Region Zhytomir liegt neben dem Abbau von Bauzuschlagsstoffen

auf dem von Graniten, die zu Werkstein (z. B. Blöcke für Steinmetzarbeiten und Platten für Innen- und Außenverkleidungen sowie in der Wegebefestigung) verarbeitet werden. In gemeinsamen Projekten wird untersucht, wie z. B. Kraftwerksasche weiter verwertet werden kann und wie sich Feinstäube durch Geopolymerisation wieder verfestigen lassen.

Beide Seiten initiierten bereits im Mai 2022 die erste Konferenz zum Thema „Rohstoffe für den Wiederaufbau“ an der TU Dnipro, die seitdem jährlich mit Freiburger Präsenz stattfindet.



Konferenz Dnipro

Anlässlich des Arbeitsbesuchs zwischen dem 15. und 17. Februar 2024 an der Technischen Universität Zhytomir wurde Carsten Drebenstedt durch den Rektor Viktor Waleryovich Ewdokimov eine Ehrendoktorwürde für seinen Einsatz in der internationalen Kooperation sowie für seine Beiträge für die Entwicklung von Forschung und Ausbildung in Europa ver-



Ehrendoktorwürde für Prof. Drebenstedt

liehen. Gedankt wurde insbesondere auch dafür, dass die TU Bergakademie Freiberg in den aktuell schwierigen Zeiten die Kooperation auch weiterhin forciert. In seiner Erwiderung stellte Professor Drebenstedt heraus, dass gerade in Krisenzeiten Investitionen in Bildung und Forschung wichtig sind – dies sei eine Lektion aus der Gründung der Bergakademie Freiberg. Er nahm die Ehrung stellvertretend für alle an der Hochschulkooperation Beteiligten an.

Die Universitäten in Zhytomir und Freiberg verbindet eine noch recht junge Kooperation. Erste Kontakte kamen im Jahr 2008 zustande; bereits im Jahr 2009 wurden diese vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) finanziell unterstützt, teilweise durch Finanzierung mehrmonatiger Studienaufenthalte und Konferenzteilnahmen an der TU Bergakademie Freiberg, denen schließlich erste gemeinsame Projekte im ERASMUS-Programm der Europäischen Union folgten.



Austausch mit Rektor und Prorektorin

Die TU Zhytomir bildet aktuell 9.000 Studierende in sechs Fakultäten aus: Wirtschaft und Dienstleistungen; Bergbau, Umweltmanagement und Bauwesen; Informations- und Computertechnologien; Computerintegrierte Technologien, Mechatronik und Robotik; Nationale Sicherheit, Recht und internationale Beziehungen sowie Pädagogik und lebenslanges Lernen. Für die TU Bergakademie Freiberg bieten sich zahlreiche Anknüpfungspunkte in Lehre und Forschung.

**Link zur Website der TU Zhytomir:**

<https://news.ztu.edu.ua/2024/02/2vruchennya-prof-dr-karstenu-drebnshedu-dyploma-pochesnogo-doktora-derzhavnogo-universytetu-zhytomyrskya-politehnika/#more-43659>

1 **Kontakt:** Carsten.Drebenstedt@mabb.tu-freiberg.de

## TUBAF erhielt im Februar 2025 Verdienstmedaille der Republik Kosovo

Wiederaufbau der Unis in den 2000ern maßgeblich unterstützt

„Die ersten Gespräche fanden wegen der damals noch sehr kritischen Sicherheitslage im Kosovo unter Begleitung von KFOR-Soldaten statt. An der Universität Pristina fehlte jegliche funktionsfähige Infrastruktur“, erinnert sich Emeritus Professor Heinrich Oettel. Ein Schwerpunkt war der Aufbau eines zentralen Labors für Materialwissenschaften (CLU - Central laboratory unit) an der Universität Prishtina. Nachdem unter schwierigsten Bedingungen die notwendigen Geräte und Anlagen von Deutschland nach Prishtina transportiert worden waren, konnte die CLU 2003 eröffnet werden.

„Rund 450.000 Euro, finanziert durch die HRK (Hochschulrektorenkonferenz), das Auswärtige Amt sowie den DAAD sind in das Labor geflossen“, so Professor Heinrich Oettel. Zwei Jahre später wurde dann das „Netzwerk Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie“ offiziell vertraglich besiegelt.

Zahlreiche Studierende, Promovierende und Forschende profitierten von Studien- und Gastaufenthalten an der TU Bergakademie Freiberg und den Einrichtungen der CLU. Lehrende aus Freiberg gaben ab 2000 in insgesamt 550 Stunden ihr Wissen bei Gastvorlesungen, Seminaren, wissenschaftlichen Konferenzen und Workshops zur Ausbildung an die Universitäten im Netzwerk weiter. Sieben Sommerschulen wurden – von Freiberg aus koordiniert – für Studierende der Material- und Werkstoffwissenschaften angeboten. Darüber hinaus wurde in



Professor Heinrich Oettel nahm die Verdienstmedaille am 18. Februar 2025 von der kosovarischen Präsidentin Vjosa Osmani-Sadriu entgegen.

enger Zusammenarbeit zwischen den Netzwerkpartnern Lehrmaterial für die Kurse des Fachgebiets auch in albanischer Sprache erstellt. Allein an den heutigen

kosovarischen Universitäten in Prishtina und Mitrovica lehren fünf Professoren, die sich über das in den 2000ern geschaffene Netzwerk qualifizieren konnten.





# UNIVERSITÄT



# Vom Spiel zur Praxis

Impulse für erfolgreichen Transfer in der Lehre

Juliane Grahl<sup>1</sup>, Stephan Meschke

Exzellente Forschung sollte größtmögliche Wirkung entfalten. Wissenschaft trägt zunehmend die Verantwortung, nicht nur Erkenntnisse zu gewinnen, sondern auch aktiv gesellschaftlichen Wandel mitzugestalten. Doch wie lässt sich dieses Denken bereits im Studium verankern?

Mit einem praxisorientierten Lehrangebot unterstützt 4transfer Studierende beim interdisziplinären und anwendungsbezogenen Lernen. Die Grundlagen des Wissens- und Technologietransfers werden in einer kompakten Vorlesung sowie zwei optionalen „Serious Games“ anschaulich und spannend vermittelt.

Vorlesung und Übung können flexibel über die Zentrale Transferstelle von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der TUBAF angefragt werden. Als Ergänzungs- oder Ersatzformat lassen sich so Transferkompetenzen bereits ab dem Bachelorstudium in Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften gezielt aufbauen.

## Warum Transferkompetenz zählt

Deutschland investiert umfangreich in exzellente Forschung. Doch die Umsetzung in konkrete Anwendungen und Produkte verläuft oft schleppend. Im internationalen Vergleich zeigt sich: Das deutsche Innovationssystem ist stark im Denken, aber zurückhaltend im Handeln [1]. Während wissenschaftliches Arbeiten intensiv geschult wird, fehlen Angebote, die den Weg der Forschungsergebnisse in Wirtschaft, Gesellschaft oder Politik thematisieren. Dabei wird diese Fähigkeit immer relevanter: Gerade angesichts gesellschaftlicher Umbrüche, globaler Herausforderungen und steigender Anforderungen an wirksame Forschung braucht es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die ihre Erkenntnisse anschlussfähig kommunizieren, gestalten und weitergeben können [2].

Hier setzt ein Lehrkonzept der Zentralen Transferstelle an, das Studierende gezielt an das Thema Wissens- und Technologietransfer heranführt. Entstanden ist es im Rahmen des Transferverbunds 4transfer, der durch die Bund-Länder-Initiative „Innovative Hochschule“ gefördert wird. Der Verbund vereint Institutionen

aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft. Grundlage ist dabei der Quadruple-Helix-Ansatz, der moderne Innovationssysteme als Zusammenwirken genau dieser vier Sektoren beschreibt. Nur wenn sie miteinander kooperieren, kann nachhaltiger und gesellschaftlich relevanter Fortschritt entstehen. Innovation ist kein linearer Prozess, sondern ein gemeinschaftliches, iteratives und oft kontroverses Aushandeln zwischen unterschiedlichsten Perspektiven. Gerade deshalb ist Transfer auch ein Lernfeld für Teamarbeit, Konfliktkompetenz und Urteilsfähigkeit. Wissenschaftliches Arbeiten wird so um eine Dimension ergänzt, die Nachwuchskräfte dazu befähigt, ihre Themen aktiv mitzugestalten.

## Das Lehrformat im Überblick

Unter dem Begriff „Serious Games“ werden Spiele verstanden, die über reine Unterhaltung hinausgehen und gezielt für Bildungs- oder Trainingszwecke entwickelt wurden. Sie verbinden spielerische Elemente mit konkreten Lernzielen und schaffen Zugänge zu komplexen Themen durch Interaktion, Rollenübernahme und strategisches Denken. Im Hochschulkontext bieten sie die Chance, abstrakte Inhalte auf anschauliche Weise zu vermitteln, besonders, wenn es um vielschichtige Prozesse wie den Wissens- und Technologietransfer geht.

Die Idee: Transferprozesse nicht nur erklären, sondern durch konkrete Methoden und Rollen greifbar zu machen. Gerade für Studierende, die später an den Schnittstellen wie Produktentwicklung, Projektsteuerung oder Vertrieb arbeiten bzw. die ihre Karriere in der Wissenschaft vertiefen, ist das essenziell. Dort reicht fachliches Know-how allein nicht aus, denn gefragt sind ebenso systemisches Denken, Kooperationsfähigkeit und verantwortungsvolles Entscheiden. Beide Spiele sind in enger Zusammenarbeit mit dem erfahrenen Spieleentwickler Tom Ritschel entstanden, der maßgeblich dazu beigetragen hat, komplexe Spielinhalte verständlich und praxisnah umzusetzen. Was genau hinter den Formaten steckt, zeigt ein Blick auf die beiden Spielvarianten und die begleitende Vorlesung.



Spielmaterialien aus dem Planspiel 4transfer

Das Brettspiel „4transfer – Das Planspiel“ ermöglicht eine vertiefte Auseinandersetzung mit strategischen Aspekten des Transfers. In einem Ressourcenverteilungsspiel übernehmen die Spielenden Rollen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft und entwickeln Innovationsprojekte. Neben taktischen Entscheidungen, wie Verhandlungsführung und Koalitionsbildung, sorgen unerwartete Denkanstöße für zusätzliche Dynamik: Multiple-Choice-Fragen („Was ist ein Patentrell?“), kurze Diskussionsimpulse („Karriere oder gesellschaftlicher Impact?“) und realitätsnahe Ereigniskarten („Eine technische Hürde bremst das Projekt aus.“) fordern Wissen und Positionierung zugleich. So entsteht ein lebendiger Spielfluss, der nicht nur Wissen prüft, sondern auch Gesprächsanlässe schafft.

Das Spielmaterial kombiniert ein modulares Spielfeld, Sektorenkarten, Ressourcenmarker, Ereignis- und Herausforderungskarten sowie ein Punktesystem, das sowohl individuelle als auch kollektive Ziele berücksichtigt. Im Spiel agieren die Teilnehmenden mit vier zentralen Ressourcen: Kapital, Zitationen, Zeit und Personal. Diese können im Verlauf verdient, verloren oder gezielt eingesetzt werden, wie etwa um Projekte zu starten, Kooperationspartnerinnen und -partner zu überzeugen oder Herausforderungen zu meistern. Kapital steht für finanzielle Mittel zur Umsetzung von Vorhaben, Zitationen spiegeln wissenschaftliche Reputation wider, Zeit begrenzt die Aktionsmöglichkeiten pro Runde und Personal ist notwendig für die Umsetzung von Maßnahmen. Sie bilden das strategische Rückgrat des Spiels und fördern reflektiertes Entscheiden. Die Ressourcen sind bewusst so gewählt, dass sie die Spannungsfelder im realen Innovationsprozess, von Finanzierung und Reputation



bis zur personellen Verfügbarkeit, abbilden. Transferrelevante Lernziele sind der gezielte Einsatz von Ressourcen, der Dialog mit Anspruchsgruppen sowie das Erkennen gesellschaftlicher Auswirkungen. Die Spieldauer beträgt rund 90 Minuten und optimal sind vier bis acht Teilnehmende. Eine geschulte Moderation ist notwendig, um den Spielverlauf zu begleiten und die Reflexionsphasen im Anschluss anzuleiten.

Für kompaktere Formate eignet sich das Pen-&-Paper-Spiel „4transfer – Das Entscheidungsspiel“. Hier werden typische Transferdilemmata in einem geführten Rollenspiel verhandelt. Die Spielenden übernehmen Positionen aus Bereichen wie Wissenschaft, Unternehmertum, Ethik, Politikberatung, Kommunikation und Datenschutz. Das Spiel folgt einer klaren Struktur mit mehreren vorgegebenen Handlungsoptionen, über die im Verlauf gemeinsam im Team entschieden wird. Dabei stellen sich Fragen, wie: Lassen Sie sich auf finanzielle Vorteile ein, obwohl es moralische Bedenken gibt? Oder: Halten Sie strikt alle Regularien ein, auch wenn das Projekt dadurch ins Stocken gerät? Solche Situationen fordern nicht nur die eigene Rolle heraus, sondern eröffnen Raum für Perspektivwechsel, Wertediskussionen und Gruppenabstimmungen. Gleichzeitig ermöglicht das Format eine niederschwellige Annäherung an das Thema ohne spezifische Vorkenntnisse.



Testspiel im Verbund 4transfer

Ergänzend zu den Spielformaten bietet die Zentrale Transferstelle eine Vorlesung mit dem Titel „Grundlagen des Wissens- und Technologietransfers“. Sie richtet sich an Studierende unterschiedlicher Fachrichtungen und eröffnet einen kompakten Einstieg in relevante Themen rund um den Komplex Transfer. Die Lehrveranstaltung vermittelt Grundlagenwissen zu Schutzrechten, dem technologischen Reifegrad (TRL), verschiedenen Transferpfaden sowie zum gesellschaftlichen Impact von Forschung. Im Mittelpunkt steht dabei weniger die theoretische Tiefe, sondern ein praxisnaher und alltagsbezogener Zugang mit pointierten Beispielen. Eine von mehreren anschaulichen Anekdoten ist die berühmte Episode der „versunkenen Yacht von Donald Duck“. Denn die wenigsten wissen, dass Donald Ducks Neffen einmal eine Patentanmeldung zu Fall gebracht haben. Dieser juristische Fall gilt als unterhaltsames Lehrstück für Neuheitsschädlichkeit. Solche Einschübe verdeutlichen, dass Transfer nicht nur komplex, sondern auch überraschend anschaulich sein kann.

Erste Evaluationen zeigen, dass das Konzept aufgeht. Teilnehmende berichten von einem beginnenden Verständnis für Transfermechanismen und einem klareren Blick auf Interessenlagen. Die Verbindung aus Spiel, Reflexion und Fachinput wird als motivierend, praxisnah und nachhaltig beschrieben. Besonders



Dr. Stephan Meschke hält eine Vorlesung zu den Grundlagen des Wissens- und Technologietransfers

hervorgehoben werden die überraschenden Erkenntnisse über unterschiedliche Sichtweisen der beteiligten Akteurinnen und Akteure sowie die Möglichkeit, durch das Spiel in einem geschützten Raum verschiedene Strategien auszuprobieren.

### Ausblick und Weiterentwicklung

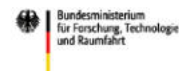
Derzeit laufen die letzten Anpassungen an den Spielmaterialien und eine englischsprachige Version befindet sich in der Vorbereitung. Der Einsatz in der Lehre ist ab dem Wintersemester 2025/26 möglich. Parallel dazu entwickelt sich die bereits etablierte Workshopreihe „Irgendwas mit Transfer“ als praxisnahes und kollegiales Angebot speziell für Forschende und wissenschaftliche Mitarbeitende weiter. Das Format bietet Raum für fachlichen Austausch und individuelle Umsetzungsstrategien, um Transferkompetenz im eigenen Arbeitskontext zu stärken. Ziel ist es, relevante Forschungsimpulse wirksam zu überführen, den Zugang zu Drittmitteln zu verbessern, Netzwerke zu stärken und die eigene Rolle im Transferprozess zu schärfen.

Für alle, die Transfer in die Köpfe der Studierenden bringen wollen, lohnt sich ein Blick auf dieses Format. Dass der Verbund 4transfer mit seinen Aktivitäten auch landesweit als beispielgebend wahrgenommen wird, zeigt die aktuelle Studie zum Wissens- und Technologietransfer im Freistaat Sachsen [3]. Dort erfährt 4transfer Anerkennung für seine Impulse zum Transfergeschehen in Sachsen.

Ein offenes und zukunftsorientiertes Umfeld ist entscheidend, um neue Lehrformate gezielt zu erproben. Ob im „Serious Game“, in der Vorlesung oder in Kombination beider Formate: Transfer lässt sich lehren und mit den richtigen Werkzeugen auch erleben.

**Innovative Hochschule**

Gefördert durch:



### Referenzen

- [1] Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (2024). Innovationsindikator.
- [2] Fraunhofer IAO (2024). Transfer 1000. Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Eine quantitative Befragung von 1000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.
- [3] Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Klimaschutz (2025). Studie zum Wissens- und Technologietransfer im Freistaat Sachsen.

1 Zentrale Transferstelle/ 4transfer, Prüferstraße 1A, 09599 Freiberg,  
Kontakt: Juliane.Grahl@zuv.tu-freiberg.de

# Der TUBAF Innovators Club

Ein Forum für Innovation und Ausgründung

Constance Bornkamp<sup>1</sup>



Wie kann ich meine Erfahrung, mein Netzwerk und mein Kapital sinnvoll einbringen, um zukunftsweisende Ideen zu fördern?

Viele erfolgreiche Alumni, erfahrene Unternehmerinnen und Unternehmer sowie interessierte Mitglieder des Vereins der Freunde und Förderer (VFF) der TU Bergakademie Freiberg eint diese Frage.

Gleichzeitig stehen viele ambitionierte Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen und Gründungsteams an der Schwelle zur Ausgründung und suchen genau das: Zugang zu Know-how, strategischer Unterstützung und Finanzierung. Ein neues Format bringt nun die erfahrenen TUBAF-Alumni mit den TUBAF-Startups zusammen: der TUBAF Innovators Club.

Im Zentrum des Clubs steht der Aufbau eines lebendigen Netzwerks. Regelmäßig finden Club-Treffen statt, bei denen sich Gründungsteams, Forschende und erfahrene Praxisvertreter mit den Mitgliedern des Clubs austauschen. Mit Unterstützung des Freiburger Alumni Netzwerks, des Gründungsnetzwerks SAXEED und der Zentralen Transferstelle lädt der Club zweimal pro Jahr zu einer exklusiven Matching-Veranstaltung ein. Dort begegnen sich Mitarbeitende vielversprechender Ausgründungen

und Transferprojekte der TUBAF mit potenziellen Mentorinnen, Mentoren oder Business Angels aus dem Kreis der Clubmitglieder. So entstehen Partnerschaften, die den Weg von der ersten Idee bis zum erfolgreichen Markteintritt entscheidend verkürzen können.

Die Formen der Beteiligung sind bewusst flexibel gehalten. Wer vor allem sein Fachwissen und sein Netzwerk einbringen möchte, übernimmt eine Mentorenschaft und begleitet ein Startup oder Transferprojekt als Sparringspartner. Mitglieder, die darüber hinaus Kapital investieren wollen, können sich direkt als Business Angel engagieren.

Auch die Vorteile für die Clubmitglieder liegen auf der Hand: Sie erhalten exklusiven Zugang zu technologieorientierten Transferprojekten und Gründungsvorhaben, können ihre eigenen Erfahrungen an die nächste Generation weitergeben und sich an innovativen Geschäftsmodellen mit attraktivem Renditepotenzial beteiligen. Gleichzeitig öffnet sich für sie der Blick in aktuelle Forschungsprojekte der Universität, was den Weg zu weiterführenden Kooperationen ebnet.

Startups und Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler profitieren gleichermaßen. Über das Netzwerk des Clubs gewinnen sie frühzeitig Kontakt zu Entscheidungsträgern potenzieller Pilotkunden, erhalten wertvolles Branchen-Know-how und können auf das Erfahrungswissen ihrer Mentorinnen und Mentoren zurückgreifen. Zudem erleichtert der direkte Zugang zu Business Angels die Finanzierung der nächsten Wachstumsschritte.

So vereint der TUBAF Innovators Club Erfahrung, Kapital und Innovationsgeist unter einem Dach. Er stärkt das Gründungsgeschehen an der TUBAF, fördert den Wissenstransfer und schafft nachhaltige Mehrwerte für alle Beteiligten. Wer die Zukunft der TU Bergakademie Freiberg aktiv mitgestalten möchte, findet hier das ideale Umfeld – zum Mitdenken und Mitwirken.

<sup>1</sup> Kontakt: Constance.Bornkampf@zuv.tu-freiberg.de

## TUBAF unter den TOP 10 der besten universitären Gründungsförderer in Deutschland

Neue Startups starten mit SAXEED

Andre Uhlmann<sup>1</sup>

Die TU Bergakademie Freiberg zählt – wie bereits in den Vorjahren – weiterhin zu den führenden Hochschulen in der Gründungsförderung. Im aktuellen bundesweiten Ranking „Gründungsradar 2025“ des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft e.V. belegt sie den hervorragenden achten Platz unter 64 kleinen Universitäten und Hochschulen. Das Ranking bewertet Hochschulen anhand von sieben maßgeblichen Indikatoren, darunter „Gründungsverankerung“, „Gründungssensibilisierung und -qualifizierung“ sowie „Gründungsunterstützung“.

Besonders in den Kategorien „Gründungsverankerung“ und „Gründungsaktivitäten“ konnte die TU Bergakademie Freiberg erneut herausragende Ergebnisse erzielen. Besonders erfreulich ist der erste Platz in der Kategorie „Evaluation und Monitoring“. Die TU Bergakademie Freiberg setzt Maßstäbe in der Erfassung und Begleitung von Gründungsaktivitäten: Ein umfassendes System ermöglicht die präzise Nachverfolgung von Gründungen, dokumentiert deren Umsetzung und gewährleistet eine fundierte Evaluation der Fördermaßnahmen. Mit insgesamt 50,5 von 60



Punkten ist die TUBAF damit in der Gründungsförderung die führende kleine staatliche Universität in Sachsen. Während bundesweit die Gründungszahlen rückläufig sind, zeigt sich an der TUBAF eine positive Entwicklung, wie der Gründungsradar belegt. Das unterstreicht die zentrale Rolle der Universitäten in der Förderung innovativer Startups. Dennoch bleibt die hohe Abhängigkeit der Gründungsunterstützung von Drittmitteln eine Herausforderung. Eine nachhaltige und langfristige Grundfinanzierung von Transferaktivitäten ist essenziell, um bewährte Strukturen zu festigen, das wertvolle Praxiswissen der Mitarbeiter langfristig zu sichern und die Gründungsförderung zukunftsfähig aufzustellen – eine strategische Aufgabe des Rektorats.

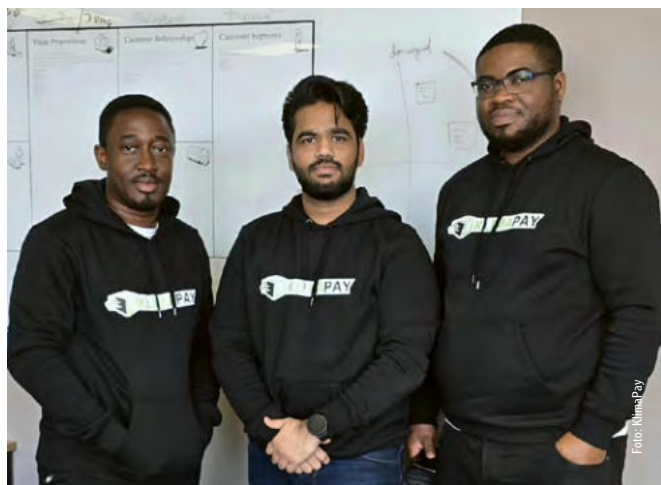
### Gründungsberatung wird internationaler

Mit Blick auf die aktuellen TUBAF-Startups ist zu beobachten, dass die Gründungsprojekte internationaler und diverser werden. Das bringt neue Anforderungen mit sich, wie bspw. englischsprachige Flyer, Broschüren und Prozesse. Mittlerweile werden rund 50 % der Beratungsgespräche vom Gründungsnetzwerk SAXEED auf Englisch durchgeführt. Ein Vorteil liegt darin, dass mit den internationalen Studierenden und Wissenschaftlern eine neue Dynamik in Gründungsteams kommt. Zwei aktuelle TUBAF-Startups zeigen, dass der eingeschlagene Weg funktioniert.

#### Startup KlimaPay: Nachhaltige Logistik neu gedacht



Das Startup KlimaPay nutzt bestehende Reisebuchungen, um den Versand von Paketen klimafreundlicher zu gestalten. Die Idee entstand auf Basis der Erkenntnis der Gründer, dass die Mitnahme von Post durch Reisende im internationalen Raum viel effizienter und umweltschonender als herkömmliche Versandmethoden ist. Die Reisenden bekommen so zudem die Möglichkeit, ihr Budget durch den Transport von Post und Paketen zu verbessern. Langfristig soll das Modell dazu beitragen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der globalen Logistikbranche erheblich zu reduzieren.



Das Team der KlimaPay UG

Das Team um Fualefac Clerence Fuabah, Mark Monyuy Fonshiynwa und Mohammad Imran hat im März eine Kapitalgesellschaft gegründet.

Die App steht seit Juli 2025 zum Download bereit. Das Team wird über ein EXIST Gründungsstipendium des BMW gefördert und ist an der Professur für ABWL, insbesondere Internationales Management und Unternehmensstrategie, von Prof. Dr. Jutta Stumpf-Wollersheim angesiedelt.

#### CYNiO – CO<sub>2</sub>-basierte Spezial-Isocyanate ohne hochgiftiges Phosgen



Ein herausragendes Beispiel für den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Wirtschaft ist das Startup CYNiO, welches aus der Arbeitsgruppe für Siliciumchemie und chemische Materialwissenschaft des Instituts für Anorganische Chemie hervorgegangen ist. Gegründet im Juni 2025 von Marlene Baumhardt, Sophie Riedel und Michèle Tille, nutzt CYNiO eine an der TUBAF entwickelte und patentierte Technologie, um spezielle Isocyanate mithilfe von CO<sub>2</sub> anstelle des toxischen Gases Phosgen herzustellen.



Das Team der CYNiO GmbH

Der Weg von der Idee zur Unternehmensgründung ist herausfordernd, doch die TU Bergakademie Freiberg bietet ihren Gründerinnen und Gründern umfassende Unterstützung. CYNiO profitiert von der engen Zusammenarbeit mit der Universität, insbesondere durch die Expertise aus der chemischen Forschung sowie durch strukturelle Förderungen. Eine entscheidende Rolle spielt dabei das Gründungsnetzwerk SAXEED, das CYNiO auf dem Weg in den Markt begleitet. Aktuell befindet sich CYNiO in der Pre-Seed-Phase und arbeitet daran, die Technologie zu skalieren und erste Industriekunden zu gewinnen. Die Vision des Teams ist es, die Verfügbarkeit spezieller Isocyanate zu erhöhen und somit die Entwicklung innovativer Produkte in der chemischen Industrie zu fördern. Auch CYNiO wurde mit einem EXIST-Gründungsstipendium gefördert.

#### Unterstützung durch Inkubator SAXEED-Masterclass



Das Gründungsnetzwerk SAXEED unterstützt die genannten Projektteams mit EXIST-Förderung an der TU Bergakademie Freiberg durch Aufnahme in die SAXEED-Masterclass. Der 12-monatige Frühphaseninkubator bietet einen strukturierten Coachingfahrplan, intensiven Austausch der Gründungsteams untereinander und regelmäßiges Feedback der Expertenjury.



Die Additive Drives GmbH mit ihren Angestellten

mit gemeinsamen Büroarbeitsplätzen in der SAXEED-Base, dem Coworking Space von SAXEED. Ziel ist es, die Qualität der Gründungen zu steigern. Dazu werden neben den SAXEED-Gründungsberatern auch regionale Partner, vor allem Kapitalgeber, Verbände und strategische Partner bzw. Pilotkunden aus der Region, frühzeitig als Teil einer Expertenjury in den Entwicklungsprozess der Startups einbezogen und der Grundstein für langfristige Partnerschaften gelegt. Der Fokus der SAXEED-Masterclass liegt auf der Validierung des Geschäftsmodells, der Produkt- und Teamentwicklung sowie der Akquise einer Folgefinanzierung. Im Juli 2025 wurde die 5. Klasse im Rahmen des Abschluss-Pitchdays beendet. Die drei teilnehmenden Teams sind nun „investment-ready“. Das Team von CYNiO hat das wörtlich genommen. Das Chemtech-Startup konnte wenige Tage später eine Eigenkapitalbeteiligung in Höhe von 2 Mio. Euro mit dem TGFS-Technologiegründerfonds Sachsen, dem bm-t Beteiligungsmanagement Thüringen und der bmp Ventures abschließen.

### Renommierter Deutscher Innovationspreis für TUBAF-Startup

Besonders erfolgreich aus der ersten SAXEED-Masterclass ist die **Additive Drives GmbH** hervorgegangen, eine Ausgründung aus dem Lehrstuhl für Additive Fertigung von Prof. Henning Zeidler. **Gegründet in 2020 beschäftigt das Unternehmen mittlerweile rund 100 Personen.**

Mit der additiven Fertigung von Kupfer- spulen denkt das Team von Additive Drives den Elektromotor neu. Im Fokus stehen Kupferwicklungen als Hauptbestandteil eines jeden Elektromotors. Der passgenaue 3D-Druck bringt Elektromaschinen in ungeahnte Leistungs- und Wirkungsgradbereiche. Das Unternehmen hat 2025 den renommierten Deutschen Innovationspreis gewonnen.

Mit diesen vielversprechenden Innovationen zeigt sich einmal mehr, wie die TU Bergakademie Freiberg als Sprungbrett für zukunftsweisende Gründungen fungiert – und wie Programme wie SAXEED einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg junger Unternehmen leisten.

### Über das Gründungsnetzwerk SAXEED an der TU Bergakademie Freiberg

Als zentrale Einrichtung und angesiedelt am Prorektorat Forschung, Internationales und Transfer ist SAXEED wesentlicher Akteur der Gründungsunterstützung an der TU Bergakademie Freiberg.

SAXEED sensibilisiert und motiviert Studierende, Hochschulabsolventen und -mitarbeiter für die Idee der eigenen Unternehmensgründung. Durch das breite Angebot an Netzwerk- bzw. Lehrveranstaltungen werden Gründerinnen und Gründer qualifiziert und von erfahrenen Gründerberatern von der Bewertung der Geschäftsidee über die Entwicklung des Geschäftsmodells bis zur Gründung des eigenen Startups begleitet.

Als Verbundprojekt gibt es SAXEED neben der TU Bergakademie Freiberg auch an der TU Chemnitz und an den beiden Fachhochschulen in Mittweida und Zwickau.



Das Team des Gründernetzwerk SAXEED an der TU Bergakademie Freiberg

Die Aktivitäten des Gründernetzwerks SAXEED werden mit Mitteln des Freistaates Sachsen, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE), des Europäischen Sozialfonds (ESF) und der beteiligten Hochschulen gefördert.

<sup>1</sup> TU Bergakademie Freiberg, Gründungsnetzwerk SAXEED, Halsbrücker Straße 34, 09599 Freiberg

**Kontakt:** andre.uhlmann@saxeed.tu-freiberg.de, Tel: (0 37 31) 39 38 87



# Die Chemischen Institute an der TUBAF

Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

Klaus Bohmhammel

Das Baugeschehen an der TU Bergakademie Freiberg hatte nach der Wende 1990 historische Ausmaße angenommen [1]. Die grundlegende Renovierung von gestandenen Gebäuden und zahlreiche beeindruckende Neubauten im Campus und im Stadtgebiet sind Ausdruck einer kontinuierlichen Entwicklung der Universität zu einer modernen zukunftssträchtigen Lehr- und Forschungsstätte. Die Bauleitung lag im Wesentlichen in den Händen des Staatsbetriebs Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB). Eine enge Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie und der Stadt Freiberg trugen zu der erfolgreichen Bilanz bei. Einer der schwierigsten Projekte in diesem Zusammenhang war sicherlich die Sanierung und Neugestaltung des Winkler-Baus als Heimstätte der Chemischen Institute und später zusätzlich des Biochemischen Instituts. Viele Varianten wurden diskutiert und wieder verworfen, da sich herausstellte, dass in dem vorhandenen Gebäudebestand keine modernen und den gesetzlichen Vorschriften entsprechenden Laboratorien zu integrieren waren. Deshalb entstand der kühne Plan, Neubauten mit modernen chemischen und biochemischen Laboratorien zu schaffen. Verbunden mit Abriss von Altbestand entstanden seit 2012 drei äußerlich identische dreistöckige Laborflügel, die mit dem alten Winklerbau über alle Etagen mittels geschlossener Übergänge verbunden sind. Die Grundsteinlegung des 1. Flügels erfolgte am 11. Juli 2012 und seine Fertigstellung im Juni 2014. Seine geografische Lage nahe der Bundesstraße 101 brachte ihm den kennzeichnenden Namen „Nordflügel“ ein. Daraus folgend erhielten die nachfolgend 2024 fertiggestellten Bauten die Namen Mittelflügel und Südflügel. Nach Fertigstellung dieser beiden Flügel erfolgte im März 2024 die Räumung des zentralen Winkler-Baus, der nun in den nächsten Jahren vollständig renoviert wird.

Ehe auf Einzelheiten der Laborneubauten und der Renovierung des zentralen Winkler-Baus eingegangen wird, sei auch zur Einschätzung der Tragweite der Projekte ein historischer Rückblick und die Darstellung wesentlicher Aspekte der

institutionellen Geschichte der Chemie an der Bergakademie gestattet. Teil 1 erscheint im aktuellen ACAMONTA-Band und umfasst die Zeit bis zur politischen Wende 1990, der zweite – für die Ausgabe 2026 geplante Teil – die Zeit danach.

## Teil 1: Das Geschehen vor 1990

Chemische Aspekte spielten an der Bergakademie Freiberg seit ihrer Gründung 1765 immer eine Rolle. Die technologische Durchdringung des Bergbaus und des Hüttenwesens verlangte vor allem eine analytisch chemische Charakterisierung der Mineralien und der im Hüttenprozess entstehenden Produkte. Wie allgemein bekannt, war es Wilhelm August Lampadius, der 1796/1797 ein chemisches Labor für studentische Praktika einrichtete. 1862 wurden die Chemischen Institute in der Brennhausgasse etabliert. Dort wirkte der bekannteste Freiburger Chemiker Clemens Winkler von 1873 bis 1902. Unter seiner Regie erfolgte 1880 eine bauliche Erweiterung durch Errichtung eines chemischen Labors. Ein Teil der Labore existiert etwas überarbeitet heute als Clemens-Winkler-Gedenkstätte. 2004 kreierte die GDCh – Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. diese als Historische Stätte der Chemie. Die Verdienste Clemens Winklers sind wiederholt gewürdigt worden und daher allgemein bekannt [3]. Hervorzuheben



Chemisches Institut Brennhausgasse

sind die Entdeckung des Germaniums und seine Erkenntnisse zur katalytischen Oxydation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid als Kern der Schwefelsäureproduktion. Eine Besonderheit besteht in der Lötrohrprobierkunde, die an der Bergakademie eine Hochburg und bis in die 1960er Jahre des vorigen Jahrhundert Bestandteil der chemisch analytischen Ausbildung war.

Nach dem 1. Weltkrieg gab es immer wieder Anstöße zur baulichen Veränderung bis hin zum Neubau der Chemischen



Praktikum Lötrohrprobierkunde

Institute. Offensichtlich fehlte es vor allem an den notwendigen finanziellen Mitteln. Mit der zunehmenden Bedeutung der Braunkohle für die Energieerzeugung und als chemischer Grundstoff wurde 1921 bis 1924 das Braunkohlenforschungsinstitut in der Leipziger Straße errichtet, zu dem auch eine Abteilung für Braunkohleveredlung und für Organische Chemie gehörte. Die Historie der Chemie verbunden mit biografischen Einzelheiten von prägenden Persönlichkeiten vor dem Jahr 1945 wurde in mehreren Monografien bereits ausführlich behandelt [3, 4]. Darum wird an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichtet.

Mit der Wiedereröffnung der Bergakademie Freiberg im Jahre 1945 waren Neuberufungen verbunden. Hervorzuheben ist darunter als prägende Persönlichkeit Anton Lissner, der das Institut für Anorganische Chemie übernahm. Sein generelles Interesse galt der Veredlung minderwertiger salzhaltiger Braunkohle. Folgerichtig war er der Gründungsdirektor des Deutschen Brennstoffinstituts. Unter seiner Leitung erfolgte von 1951 bis 1954 der Bau und die Eröffnung des Clemens-Winkler-Baus.

Nach 1945 standen für die chemische Ausbildung und Forschung nur die alten Bauten in der Brennhausgasse zur Verfügung. Der überaus notwendige Neubau erhielt eine Beschleunigung durch die Tatsache, dass die Staatsführung der DDR der Entwicklung der Schwerindustrie (Bergbau, Energie und Metallurgie) eine maßgebliche Stellung einräumte und die dazu notwendige wissenschaftliche Basis u. a. der Bergakademie zuordnete. Gebäude auf dem Campus an der Leipziger Straße sind noch heute ein Zeugnis der daraus folgenden umfangreichen Bautätigkeit. Im Jahre 1951 erfolgte die Grundsteinlegung des Clemens-Winkler-Baus. Der erste Teil, der sog. Nordflügel, und der Praktikumsanbau wurden Ende des Jahres 1952 fertig. In diesen Flügel zogen das Anorganisch-analytische Institut und das neugegründete Institut für Physikalische Chemie ein. Bis Ende 1954 erfolgte die Fertigstellung des Südflügels und des Großen Hörsaals. In diesem Flügel fanden das Institut für Organische Chemie und das Institut für Organisch-technische Chemie ihre Arbeitsräume. Der Clemens-Winkler-Bau war für damalige Verhältnisse räumlich und ausstattungs-mäßig großzügig angelegt, wie es z. B. das eindrucksvolle Foyer, die Treppenaufgänge zum Großen Hörsaal und die



Grundsteinlegung Winklerbau 1951

überdimensionierten Garderoben für die Hörsäle und für jedes Institut belegen. Jedes der vier Institute war mit einer Bibliothek, einem Gerätefundus, einer Materialausgabe für die Studenten und mit einer zugeordneten Werkstattkapazität ausgestattet. Eine Glasbläserei besaß vier Arbeitsplätze. Ursprünglich befand sich in der dritten Etage jeweils am Ende des Gebäudetrakts ein kleiner Hörsaal. Der Hörsaal im Nordflügel wurde auf Betreiben des Direktors des Instituts für Physikalische Chemie, Walter Mannchen, entkernt und zu einem Praktikumssaal umgebaut.

Der Praktikumsanbau war in vier Einheiten unterteilt. Zwei große Säle dienten der Nebenfachausbildung, ein Saal ausschließlich der anorganisch-chemischen



1. Bauabschnitt Nordflügel und Praktikumsanbau



2. Bauabschnitt Südflügel und Großer Hörsaal





Winklerbau: Treppenaufgang zum Großen Hörsaal

Ausbildung der Chemiestudenten und ein Trakt einer multivalenten Nutzung. Eine Besonderheit war die Einrichtung eines sogenannten Isotopenlabors, das sowohl in der studentischen Ausbildung als auch in der Forschung genutzt wurde.

Das Bestreben, einen eigenen chemischen Studiengang an der Bergakademie einzurichten, bestand schon vor dem 2. Weltkrieg. Mit dem Einzug der zunächst drei und ab 1959 vier Chemischen Institute in den Winkler-Bau waren auch die räumlichen und materiellen Voraussetzungen für die Installation des Studiengangs gegeben. Bereits Ende 1952 stellte die Fakultät für Naturwissenschaft und Ergänzungsfächer einen entsprechenden Antrag an das Ministerium für Erzbergbau und Hüttenwesen der DDR. Aber erst 1956 erfolgte die Genehmigung zur Immatrikulation von zehn Studenten. Die Immatrikulationszahlen

erhöhten sich in den folgenden Jahren kontinuierlich von zehn bis auf zirka 30. Das Chemiestudium orientierte sich an einem Rahmenplan des Staatssekretariats für Hochschulwesen der DDR. Die Benennung der neuen Fachrichtung zunächst mit Montanchemie entsprach der Tradition der Bergakademie, fand aber inhaltlich kaum einen Niederschlag. Der zeitliche Ablauf des Studiums war eng mit der Institutsstruktur verbunden: 1. bis 4. Semester Anorganische und Analytische Chemie, 5. Semester Physikalische Chemie, 6. und 7. Semester Organische Chemie, 8. Semester Organisch-technische Chemie, 9. und 10. Semester Anfertigung der Diplomarbeit. Die Aufteilung in zwei Studienrichtungen nach dem 7. Semester in Anorganisch-physikalische Chemie und Organische Chemie hatte mehr formalen Charakter. Praxiserfahrungen sollten mit einem neunwöchigen Betriebs-

praktikum nach dem 3. Studienjahr und einer zehntägigen Exkursion vermittelt werden. Den exponierten personellen, materiellen und räumlichen Kapazitäten entsprechend war der Studiengang ein voller Erfolg. Die bis heute bestehende extensive praktische Ausbildung in den vielen Praktika ist eine Besonderheit nicht nur an der Bergakademie, sondern ein Wesenszug der deutschen universitären Chemieausbildung und spiegelt sich in besonderen Fähigkeiten der Absolventen in Kenntnissen und im Umgang mit Chemikalien, Synthesen und in der Beherrschung von chemischen und physikalischen apparativen Methoden wider. An der Bergakademie potenzierte sich dieses Potential durch die Nutzung von Lehrangeboten anderer Institute, die ihren Niederschlag z. B. in einem Mineralogischen, Gastechischen, Röntgenografischen und Zeichentechnischen Praktikum fanden.

Im Jahre 1955 wurde Anton Lissner emeritiert und Richard Schrader übernahm das Institut für Anorganische Chemie. Ihm beigeordnet wurde als Dozent und ab 1960 als Professor für Analytische Chemie Gerhard Ackermann. Als Schwerpunkte der Forschung können die Mechanochemie, im Jargon als Schwingmahlung bekannt, und die Strahlenchemie genannt werden. Gerhard Ackermann widmete sich der Mikrochemie, der Lötrohrprobierkunde und der Entwicklung von organischen Metallreagenzien. Die personelle und technische Ausrüstung des Instituts entsprach den höchsten Ansprüchen. Als Beispiel sind zu nennen ein umfangreich ausgerüstetes Röntgenlabor und eine Kobalt-60-Anlage.

Das Institut für Organische Chemie hat eine längere Geschichte, beginnend mit der Gründung im Jahre 1918. Die Ausrichtung erfolgte primär auf den Schwerpunkt Braunkohle. Die zeitliche Reihenfolge der Besetzung des Lehrstuhls wurde schon an anderer Stelle dargestellt [4]. Hervorzuheben ist die Berufung von Alfred Dierichs im Jahre 1954, der auch der erste Fachrichtungsleiter des Studiengangs Chemie wurde. Das Institut trug zunächst den Namen „Institut für Organische Chemie und Chemie der Kohle“. Erst nach der Emeritierung Dierichs 1959 erfolgte die Trennung in das Institut für Organische Chemie und in das Institut für Organisch-technische Chemie. Auf den Lehrstuhl für Organische Chemie wurde Günther Henseke berufen. Damit ergab sich auch ein Wandel in der Forschungsrichtung von



Chemisches Praktikum in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts



Der Winklerbau in der Abendsonne

der Kohlechemie zur Chemie des Zuckers und der Heterocyclen.

Gründungsdirektor des Instituts für Physikalische Chemie war Walter Mannchen. Seine erste Aufgabe bestand im Aufbau eines umfangreichen physikalisch-chemischen Praktikums für verschiedene Fachrichtungen und für die Fachrichtung Chemie. Ein Fond von schließlich 40 Versuchen weist den Erfolg aus. Wesentliches Arbeitsgebiet von Mannchen waren der Einfluss von Wasserstoff auf die Eigenschaft von Metallen und die Charakterisierung der Keimbildung von Metallen. Damit ergaben sich Anforderungen zu physikalisch-chemischen Messungen bei tiefen Temperaturen. Dementsprechend wurden kryotechnische Anlagen installiert und weiterentwickelt, wie solche zur Herstellung und Anwendung von flüssigem Stickstoff und flüssigem Wasserstoff.

Wie vorher ausgeführt, existierte das Institut für Organisch-technische Chemie erst ab 1959. Dessen Direktor und Lehrstuhlinhaber wurde Hugo Eckardt. Seine Interessen galten auf Basis seiner Berufserfahrung dem Erdöl, den daraus gewonnenen Schmierstoffen und Heizölen. Die Besonderheit war ein Technikum, in dem Motorenöle auch in Langzeitversuchen getestet wurden.

Ein Institut für Anorganisch-technische Chemie existierte zunächst nicht. Das Fach wurde durch eine Vorlesung von Günter Wehner vertreten. Wehner war Forschungsdirektor des Chemischen Kombinati Bitterfeld.

Obwohl der Winkler-Bau scheinbar großzügig angelegt, waren wegen Platzmangels schon in den 1960er Jahren des

vorigen Jahrhunderts räumliche Erweiterungen notwendig. So entstand auf der nördlichen Rückseite des Winkler-Baus eine Art Technikum, in dem unter Regie des Instituts für Physikalische Chemie flüssiger Stickstoff und flüssiger Wasserstoff für Untersuchungen bei tiefen Temperaturen produziert wurde. Die Kapazitäten reichten schließlich zur Versorgung des Territoriums. Auf der südlichen Rückseite des Winkler-Baus wurde ein eingeschossiger sog. Arbeitsschutzanbau errichtet. Spezielle Labore, wie Freiluft-, Hochdruck- und Strahlenapplikationslabor, wurden von allen Instituten genutzt. Schließlich erfolgte die Beseitigung der Institutsgarderober. An deren Stelle entstanden in Leichtbauweise einige Büroräume. Nachteilig erwies sich die Ausstattung vieler Labore und von einigen Praktikumsräumen mit Parkettfußböden. Deshalb war nachträglich die Auslegung mit wasserdichtem Fußbodenbelag notwendig. Bis zur politischen Wende 1990 fanden dann keine weiteren nennenswerten baulichen Veränderungen statt.

In den 1970er Jahren erfolgte die Erneuerung der Elektroinstallation verbunden mit malerischer Instandsetzung. Das Dach wurde mit Zementziegeln neu gedeckt, aber in minderer Qualität. Im Winter gelangten bei Schneetreiben erhebliche Mengen an Schnee durch die Ziegelritzen auf den Boden, die zur Vermeidung von Wasserschäden abtransportiert werden mussten. Ein ständiges Ärgernis war die mit Kohle befeuerte Dampfheizung, die auch zu kritischen Umweltbelastungen besonders bei Feuerung mit Steinkohle führte.

Das Jahr 1968 zeichnet sich durch mehrere nachhaltige Veränderungen aus. Die sogenannte 3. Hochschulreform führte zu markanten strukturellen und organisatorischen Veränderungen. Auf Anweisung erfolgte die Gründung der Sektion Chemie, deren erster Direktor Walter Mannchen wurde. Die Institute wurden aufgelöst und sieben Arbeitsgruppen (AG) gegründet: AG für Allgemeine Chemie, AG für Chemische Thermodynamik, AG für Analytische Chemie, AG Kinetik, AG Organische Chemie, AG für Organisch-technische Chemie und AG für Anorganisch-technische Chemie. Für die Anorganisch-technische Chemie erfolgte die Einrichtung eines neuen Lehrstuhls, auf den Hans Hofmann berufen wurde. Auch der Lehrplan für die Chemieausbildung wurde reformiert und folgte etwa der der angegebenen Reihenfolge der Arbeitsgruppen. Es fand eine Schwerpunktverschiebung statt: die theoretische Ausbildung sollte bereits in den ersten Semestern erfolgen, die synthetische Arbeit erst nach dem 4. Semester. Der Studienplan war uniform für alle Chemie-ausbildenden Hochschulen der DDR verbindlich. Die Immatrikulationszahlen stiegen bis auf 90 Studenten. Die damit verbundenen Kapazitätsengpässe versuchte man durch Einführung eines 4-Jahres-Studiums zu überwinden. 1972 kam die Kehrtwende zurück zum 5-Jahres-Studium, die Immatrikulationszahlen pendelten sich bei ca. 40 Studenten ein.

Richard Schrader wurde Ende des Jahres 1967 auf Basis eines politisch motivierten Disziplinarverfahrens fristlos entlassen. Damit verlor die Fachrichtung Chemie eine prägende Persönlichkeit. Schrader hatte



seit seiner Berufung das Institut für Anorganische und Analytische Chemie personell und materiell erheblich erweitert. Er hatte großen fördernden Einfluss auf die Chemieausbildung. Auf den vakanten Lehrstuhl wurde Siegfried Herzog berufen. Sein Forschungsgebiet war die Komplexchemie, die an der Bergakademie wesensfremd war. Für zwei Jahre fungierte er als Sektionsdirektor. Gesundheitliche Probleme führten 1971 bereits zu seiner Ablösung durch Hans Hofmann. Mit der 3. Hochschulreform und den Auswirkungen des Prager Frühlings war das Bestreben erkennbar, den politischen Einfluss der SED auf den täglichen universitären Alltag zu erhöhen. Eine Arbeitsgruppe des ZK der SED hatte vor Ort Untersuchungen angestellt, in deren Folge ein Aktionismus unter Losungen ausgelöst wurde, wie „Analyse und Klärung der politisch-ideologischen Situation in den Seminargruppen“ und „Wirksamkeit aller Hochschullehrer und wissenschaftlichen Mitarbeiter bei der sozialistischen Erziehung der Studenten“. Die Veränderungen in der chemischen Fakultät wurden verstärkt durch die Emeritierung von drei Professoren: Hugo Eckardt 1970, Günther Henseke 1969 und Walter Mannchen 1971. Berufen wurden Jörg Beger 1970 auf den Lehrstuhl Organische Chemie, Johannes Teubel 1970 auf den Lehrstuhl für Organisch-technische Chemie und Paul Brand 1973 auf den Lehrstuhl für Physikalische Chemie. Die offensichtliche Lücke in der Besetzung des Lehrstuhls für Physikalische Chemie von 1971 bis 1973 wurde durch eine Gastprofessur von Bogdan Baranowski von der Polnischen Akademie der Wissenschaften Warschau überbrückt. Mit den Berufungen waren auch Veränderungen in den einzelnen Forschungsprofilen verbunden. Beger widmete sich oberflächenwirksamen und komplexierungsaktiven organischen Stoffen. Daneben betrieb er die Synthese von organischen Spezialchemikalien für besondere Anwendungen. Bei Teubel ist eine gewisse Kontinuität zum Vorgänger festzustellen, aber die Chemie auf Basis der Braunkohle trat mehr in den Mittelpunkt, so die Verarbeitung von Braunkohlenteer zu Elektrodenkoks und die Verflüssigung von Braunkohle. Die Forschung von Brand war verbunden mit dem industriellen Projekt „Herstellung von Tonerde aus einheimischen Rohstoffen“. Federführend war das Institut für Nichteisenmetalle unter Leitung von Siegfried Ziegenbalg, der gleichzeitig Honorarprofessor für



Vorlesung Gerhard Roewer: Anorganische Chemie

Anorganisch-technische Chemie war (siehe Beitrag auf S. 180). Brand forschte auf einem Teilgebiet, das mit dem Titel „Basische Aluminiumsalze“ zu umschreiben ist. Hans Hofmann war ein ausgewiesener Elektrochemiker, sein späteres Arbeitsgebiet widmete sich aber mehr der Herstellung und Charakterisierung von speziellen Chemikalien.

Nach dem Ausscheiden von Siegfried Herzog 1971 war der Lehrstuhl für Anorganische Chemie bis zur Berufung von Hans-Heinz Emons im Jahre 1975 vakant. Eine teilweise Lückenschließung erfolgte durch die in der Folge der 3. Hochschulreform berufenen Dozenten Dieter Petzold (Anorganisch-technische Chemie), Siegfried Schönherr (Strahlenchemie) und Gottfried Tetzner (Festkörperchemie). Emons wurde von der TH Merseburg an

die Bergakademie umberufen. In Merseburg war er Dekan und Rektor und hatte sich in der Wissenschaft bereits einen Namen gemacht. Sein Forschungsgebiet ist mit dem Begriff Salzchemie zu benennen sowohl in Verbindung mit der Kaliindustrie als auch in der Grundlagenforschung. Letzteres ist mit dem Titel Fest-Flüssig-Gleichgewichte der Ozeanischen Salze zu kennzeichnen. Emons hat in der Chemischen Fachrichtung und an der Bergakademie umfangreich Spuren hinterlassen. So hat er das jährliche Clemens-Winkler-Kolloquium kreiert, das im Jahr 2028 zum 50. Mal stattfinden wird. Von 1982 bis 1988 war er Rektor der Bergakademie.

Im Jahre 1974 erfolgte wiederum eine Strukturänderung. Die sieben Arbeitsgruppen wurden zu vier Wissenschafts-



Labor im alten Winklerbau

bereichen umgewandelt. Diese Struktur blieb bis 1991 im Wesentlichen erhalten. In der Besetzung der Lehrstühle ergaben sich zwei nennenswerte Veränderungen. 1987 wurde Gerhard Ackermann emeritiert und Matthias Otto berufen. Ottos Arbeitsgebiete waren die Entwicklung Computer-unterstützter Mehrkomponentenanalysen bis hin zu modernen Methoden der Spektroskopie und Chromatographie. Otto zugeordnet war der Dozent Berthold Thomas, der insbesondere auf dem Gebiet der NMR-Spektroskopie ausgewiesen war. 1988 wechselte Emons an die Akademie der Wissenschaften nach Berlin. Auf den vakanten Lehrstuhl wurde Gerhard Roewer berufen. Roewer kreierte ein neues Forschungsgebiet, einfach

umschreibbar mit Siliciumchemie, das teilweise der Silicium-Produktion in Freiberg entlehnt war. Im Einzelnen richtete er seine Forschungsarbeiten auf Prozesse und Reaktionen der Halbleiterindustrie sowie auf die Synthese neuer Materialien auf Basis geeigneter Precursoren mit dem Ziel der Entwicklung von Hochleistungswerkstoffen. 1989 wurde Wolfgang Voigt auf die neu geschaffene Professur Physikalische Chemie berufen. Voigt setzte im Wesentlichen die Arbeit von Emons auf dem Gebiet der Salzchemie fort. Thermodynamische und kinetische Eigenschaften von anorganischen Salzen, Salzlösungen, Salzschnmelzen und Salzhydraten standen, neben technischen Anwendungen z. B. zur Wärmespeicherung oder zur Modellierung

von Löseprozessen in Salzbergwerken, im Mittelpunkt.

#### Literatur:

- [1] Broschüre des Staatsbetriebes Immobilien- und Baumanagement Außenstelle Freiberg 2021
- [2] M. Hausteil, Clemens Winkler. Chemie war sein Leben, Frankfurt/Main 2004, ISBN 978-3-8171-1728-4
- [3] Bergakademie Freiberg, Festschrift zu ihrer Zweihundertjahrfeier am 13. November 1965, Herausgegeben vom Rektor und Senat der Bergakademie
- [4] O. Wagenbreth, N. Pohl, H. Kaden, R. Volkmer, Die Technische Universität Bergakademie Freiberg und ihre Geschichte, 3. Auflage 2011, ISBN 978-3-86012-345-4

## Zum ZeHS: Der Teil und das Ganze

Dirk C. Meyer<sup>1</sup>, Theresa Lemser<sup>2</sup>, Helmuth Albrecht<sup>3</sup>, Walter Padoa<sup>4</sup>, Martin Ennulat<sup>5</sup>, Annett Wulkow Moreira da Silva<sup>6</sup>, Julius Nordheim<sup>7</sup>

Institutionell ist das Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS) seit dem Jahr 2021 eine integrierende Wissenschaftseinheit der Bergakademie. Über 40 Professuren betreiben hier interdisziplinäre wissenschaftliche Forschung. Die Ergebnisse etwa sind über zahlreiche Veröffentlichungen sichtbar. Der ZeHS-Jahresbericht 2023/24 gibt zum fachlichen Teil und damit zusammenhängenden Aspekten umfassend Auskunft (siehe hier: <https://tu-freiberg.de/zehs>). Im Weiteren soll es um begleitende und fördernde Aspekte für das erfolgreiche wissenschaftliche Schaffen gehen, denn das Haus stellt mittlerweile ein erfolgreiches Beispiel für das Zusammenkommen von wissenschaftlicher Stringenz und künstlerischer Freiheit dar.

In Anknüpfung an das Werk des Physiknobelpreisträgers Werner Heisenberg „Der Teil und das Ganze“ mit Aufsätzen zum Wesen der Wissenschaft, in denen er in Anlehnung an den Goldenen Schnitt äußere Bezüge eines Ganzen hinsichtlich der Harmonie mit inneren ästhetischen Zusammenhängen adressiert, bietet das ZeHS innerhalb der TUBAF einen Gestaltungsrahmen, der seit der Zeit der Inbetriebnahme auch innerlich ideell belebt wurde. Das Architekturbüro Heinle, Wischer und Partner legte nach intensivem Austausch mit den zukünftigen Nutzern in der architektonischen Gestaltung hierfür die Grundlagen. So bildet der Innenhof mit seinen Facetten einer



Besucher der Vernissage zur Ausstellung „In Transition“ am 7. November 2024 vor dem Großformat „Die Pferde“ von Walter Padoa

Amethyst-Druse den zentralen Bezugspunkt des Forschungszentrums. Um ihn reihen sich – als äußere Schale – Büros und Labore, die über Gänge, die in ihrer Gestaltung an Stollen im Bergbau erinnern, miteinander verbunden sind. Dazu verteilen sich über die drei Etagen Schutzhütten nachempfundene Teeküchen.

Das ZeHS bietet auch hervorragende Präsentationsmöglichkeiten für bildende Kunst. Aktuell zeigt der ehemalige Kaufmännische Direktor des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf, Prof. Piet Joehnk, auf zwei Etagen in den Gangbe-

reichen, die den industrieskaligen Hallen des Zentrums zugewandt sind, ein Spiel mit Symmetrien in Form von Spiegelungen. Mit Eröffnung der Ausstellung am 28. Oktober 2021 wurde zugleich das Format „Kunst trifft Wissenschaft“ am ZeHS begründet. Es fand seine Fortsetzung in der derzeit laufenden Ausstellung des bildenden Künstler Walter Padoa, der über eine Zufallsbegegnung zum ZeHS kam. In dem in seiner architektonischen Gestaltung beeindruckenden Atrium werden seit dem 7. November 2024 über vier Etagen Auszüge aus seinem Oeuvre



unter dem Titel „In Transition“ gezeigt. Die einzigartige Verknüpfung von Raum und Zeit in Bewegungen harmonisiert in beeindruckender Weise mit dem interdisziplinären Forschungsgedanken des ZeHS. Der Vernissage folgte am 6. Februar 2025 eine Performance unter Einbeziehung von Tanz, Gesang und Percussion, die im Rahmen der Kulturhauptstadt Chemnitz eingeordnet und gefördert wurde.

Ein weiterer Höhepunkt war ein Künstlergespräch am 14. Mai 2025, das unter Moderation von Julius Nordheim den Künstler Walter Padoa und Prof. Helmut Albrecht (ehem. Direktor des Instituts für Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte an der TUBAF und Initiator Welterbe Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří) ins Gespräch brachte. Julius Nordheim stellte im Anschluss an diese Veranstaltung die Verfassung eines Künstlerbuchs in Aussicht. Bereichert wurden diese Ereignisse durch individuelle Führungen des Künstlers.

**„Bewegung und Zeitlichkeit – Das ZeHS ist für mich ein besonderer Ort! Meine Malereien in dieser Architektur mit seinem wissenschaftlichen Kontext auszustellen und eine meiner interdisziplinären Performances durchzuführen, war eine tolle Herausforderung. Und das, was meinen Arbeitsprozess ausmacht: Die Zieloffenheit, das Experimentieren und der Zufall, findet gerade hier in der Begegnung mit dem Betrachter seine spannende Fortführung. Dieses Umfeld unterstützt den Charakter des Uneindeutigen. Das ZeHS ist kein ‚White Cube‘, wo die Kunst ‚ungestört‘ und entkontextualisiert erscheint. Das gefällt mir. Es ist ein Ort der Neugier, der geistigen Offenheit und Beweglichkeit, und doch ein Ort der Konzentration.“**

*Ich hatte im Verlauf der Ausstellung wundervolle Gespräche – gerade auch angestoßen durch das Format des Künstlergesprächs mit Prof. Helmut Albrecht und Julius Nordheim, mit Prof. Dirk Meyer sowie Theresa Lemser. Und ich freue mich, wenn meine Kunst auf allen Ebenen bewegt.“, so Walter Maria Padoa, Bildender Künstler.*

Martin Ennulat, Koordinator für die Kulturhauptstadtregion Chemnitz 2025 in Freiberg: „Mit der Ausstellung und Performance von Walter Maria Padoa im ZeHS wurde auf wunderbare Weise der Inhalt der europäischen Kulturhauptstadt Chemnitz 2025 und Region deutlich gemacht. Ein Forschungsraum öffnet sich für die Kunst und die Menschen der Stadt Freiberg. Die Künste Tanz, Musik und Malerei verbinden sich und lassen etwas bisher



Live-Performance im ZeHS am 6. Februar 2025; Maler Walter Padoa (li.) und Tänzerin Helena Fernandino (re.)



„Was verbindet künstlerisches Schaffen mit naturwissenschaftlicher Forschung?“ Diese Frage diskutierten Prof. Helmut Albrecht, Walter Padoa und Julius Nordheim im Künstlergespräch am 14. Mai 2025.



Musikalische Umrahmung des Künstlergesprächs: Luca Moreira da Silva am Flügel im Foyer des ZeHS.

*Ungesehenes entstehen. (Paul Klee: „Kunst gibt nicht das Sichtbare wieder, sondern macht sichtbar“).*“

Die Verbindung zwischen Wissenschaft und Kunst können ebenso Schüler erleben, die im Rahmen der Schülerakademie das ZeHS besuchen und dabei auch die Ausstellung „Vom Salz des

Lebens“ im Erdgeschoss in Augenschein nehmen können.

Einen weiteren Höhepunkt des Formats „Kunst trifft Wissenschaft“ stellte die performative Lesung zur Schachnovelle von Stefan Zweig am 19. August 2025 dar. Die Veranstaltung mit ausdrucksstarker tänzerischer und schau-



In der performativen Lesung „Robuste Ohnmacht“ griffen die Choreographin und Tänzerin Martina Morasso und Schauspieler Maximilian Sterba die Thematik der „Schachnovelle“ von Stefan Zweig auf.

spielerischer Darbietung von Martina Morasso und Maximilian Sterba im Atrium des Hauses war ebenfalls eingebettet in den Themenreigen der Europäischen Kulturhauptstadt Chemnitz und wurde in diesem Zusammenhang gefördert. Einer ersten Vorstellung am Vormittag für Schülerinnen und Schüler folgte am Abend eine zweite, die einem breiteren Publikum aus Stadt und Universität offenstand.

Die verschiedenen Angebote und das Format „Kunst trifft Wissenschaft“ *per se* zeigen den hohen Wert der architektonischen Umfassung für eine anregende Kombination zwischen interdisziplinärer wissenschaftlicher Zusammenarbeit und kulturell-künstlerischem Ausdruck.

- 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
- 3 Prof. Dr. Helmuth Albrecht, ehem. Direktor des Instituts für Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte; Initiator Montanregion Erzgebirge/ Krušnohoří
- 4 Walter Maria Padoa, Bildender Künstler  
**Kontakt:** walter@padoa.de
- 5 Martin Ennulat, SB Kulturhauptstadt Chemnitz 2025  
**Kontakt:** martin\_ennulat@freiberg.de
- 6 Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva, TU Bergakademie Freiberg, Universitätsarchiv
- 7 M. Sc. Julius Nordheim, TU Bergakademie Freiberg, D5

## 50 Jahre Studienrichtung und Institut für Werkstofftechnik mit Ehrenkolloquium für Gründer Prof. Heinz-Joachim Spies

Horst Biermann, Lutz Krüger

1974 wurde die Fachrichtung „Werkstoffeinsatz“ und damit das spätere Institut für Werkstofftechnik an der TU Bergakademie Freiberg gegründet und die heutige Studienrichtung Werkstofftechnik als Vertiefungsrichtung im Studiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie sowie im Wirtschaftsingenieurwesen etabliert. Gemeinsam mit dem Gründer, Emeritus Professor Heinz-Joachim Spies, feierte das Institut am 6. September 2024 den 50. Jahrestag der Gründung. Rund 250 Absolventinnen und Absolventen sowie frühere und aktuelle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter besuchten das Festkolloquium und den Fachschaftsabend an der Alma Mater fribergensis.

In den 50 Jahren umfasst die Bilanz des Instituts über 600 Studienabschlüsse, 110 Promotionen und 4 Habilitationen. Derzeit sind etwa 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hier tätig. Sie beschäftigen sich insbesondere mit den Forschungsgebieten der mechanischen Eigenschaften, zum Beispiel der Ermüdung, der mehrachsigen Beanspruchung, der Hochgeschwindigkeitswerkstoffprüfung, der Korrosion und der Bruchmechanik sowie mit Methoden der Randschichttechnik, wie dem Nitrieren, und mit Elektronenstrahltechnologien und



der additiven Fertigung. Diese Technologien werden stets durch umfassende mikrostrukturelle Untersuchungen sowie oft auch durch die Messung der akustischen Emissionen, mit Thermographie oder durch digitale Bildkorrelation begleitet.

Ein Einblick in die Geschichte des Instituts und zu aktueller Forschung und Perspektiven durch den Institutsdirektor Prof. Biermann sowie Fachvorträge von Absolventen ergänzten das Programm.

Die Vorträge behandelten:

- Innovative Vakuumlöttechnologien (Prof. Dr.-Ing. habil. Anja Buchwalder, FH Nordwestschweiz, Windisch)
- Biodegradierbare Implantatwerkstoffe (Prof. Dr.-Ing. Julia Kristin Hufenbach, IFW Dresden)
- Servicekonzept für den Gas- und Dampfturbinenbau (Dr.-Ing. Dirk Kulawinski, Siemens Energy)





Gleichzeitig galt die Festveranstaltung auch als Ehrenkolloquium anlässlich des 90. Geburtstags von Professor Heinz-Joachim Spies am 25. Juni 2024. Geehrt wurde der Freiburger Wissenschaftler in Würdigung seiner national und international anerkannten herausragenden wissenschaftlichen Leistungen im Rahmen des Kolloquiums. Zu seinem Lebenswerk zählen über 350 Publikationen mit etwa 1700 Zitationen als Grundlagenarbeiten insbesondere mit dem Bezug zur Randschichttechnik. Professor Spies wurde 2003 im Rahmen des 59. Kolloquiums für Wärmebehandlung, Werkstofftechnik, Fertigungs- und Verfahrenstechnik durch die AWT mit der Adolf-Martens-Medaille ausgezeichnet und erhielt durch die IFHTSE (International Federation of Heat Treatment and Surface Engineering) 2009 den Titel „Fellow“. Als Laudator verknüpfte Dr.-Ing. Torsten Ulf Kern die sehr persönliche und bewegende Rede mit einer „Oratio gratulari“ an den Hochschullehrer und Menschen Heinz-Joachim Spies. Ein weiterer Beitrag „50 Jahre Nitrieren und Nitrocarburieren am IWT“ von Frau Dr.-Ing. Anke Dalke vermittelte die Entwicklun-

gen des Fachgebiets beginnend von der Gründung des Fachbereichs bis hin zu heutigen Forschungsschwerpunkten, zu denen Professor Spies über den gesamten Zeitraum maßgebliche Impulse lieferte. Professor Spies selbst dankte in seinen abschließenden Worten seinen ehemaligen Kollegen, Mitarbeitern und Absolventen für deren Aktivitäten, Unterstützung und Engagement im Bereich der Lehre und Forschung.

Viele ehemalige Wegbegleiter nutzten die Gelegenheit, um Herrn Prof. Spies ihren Dank und ihre Wertschätzung zum Ausdruck zu bringen. Herr Dr.-Ing. Winfried Gräfen, Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e. V., übermittelte Professor Spies persönlich die Grüße der AWT.

Die vergangenen 50 Jahre haben der Bergakademie und unserem Institut nicht vorhersehbare Veränderungen gebracht. In der bundesdeutschen Universitätslandschaft hat sich die TUBAF mit ihrem Profil Geo, Material und Werkstoffe, Energie und Umwelt eine feste Stellung erarbeitet.

Seit der Gründung des Instituts durch Herrn Prof. Spies und der Berufung von

Herrn Prof. Pusch spielen Konstruktionswerkstoffe und ihre Eigenschaften in aller Breite wie auch Randschichttechnologien die zentrale Rolle für Forschung und Lehre. Die Gebiete der thermochemischen Randschichtbehandlung und der bruchmechanischen Werkstoffprüfung verfügen über einen exzellenten Ruf. Daneben wurden in den letzten zwei Jahrzehnten noch weitere Gebiete aufgebaut, so dass das IWT heute über nahezu sämtliche mechanische Prüfprinzipien und verschiedene Randschicht- und Syntheseverfahren wie Elektronenstrahltechnologien, die additive Fertigung und moderne Sinterverfahren verfügt.

Im Rückblick können und wollen die beiden Autoren natürlich aus eigener Erfahrung nur die letzten etwa 20-25 Jahre beurteilen. In dieser Zeit hat das IWT eine Blüte und mit der intensiven Beteiligung an zwei, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten, Sonderforschungsbereichen eine eigene Exzellenzinitiative erlebt. In der Spitze waren am Institut über 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Forschung und Lehre tätig. Der Gerätepark des IWT wurde modernisiert und deutlich erweitert, so dass wir heute auf vielen Gebieten über eine moderne Ausstattung verfügen, die ihresgleichen sucht. Damit konnten und können viele Doktorandinnen und Doktoranden wie auch Studentinnen und Studenten exzellente Resultate erzielen und mit dem Erlernten in die Industrie, in die Forschung oder zu Behörden gehen und damit einen ganz wesentlichen Wissenstransfer leisten. Das Institut hatte nach einem Tief in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts zwischenzeitlich erfreulich hohe Immatrikulationszahlen, die allerdings wieder deutlich geschrumpft sind. Wir hoffen, dass ein gesellschaftliches Umdenken dazu führt, dass Schülerinnen und Schüler wieder zunehmend Interesse und Spaß an Ingenieurwissenschaften und natürlich insbesondere an der Werkstofftechnik finden.

Wir möchten bei allen Rückblicken nicht die Zukunft aus dem Blick verlieren. Auch wenn digitale Technologien und künstliche Intelligenz einen größeren Raum einnehmen, so sind immer auch eine sorgfältige Werkstoffprüfung und ein sauberes und reproduzierbares Experiment notwendig, um eine neue Idee oder eine neue Technologie zu realisieren. Dafür stand das IWT in der Vergangenheit und dafür stehen wir auch in der Zukunft.

# 50 Jahre Werkstofftechnik am IWT

Aus Sicht einer Absolventin

Anja Buchwalder<sup>1</sup>

## ...als Studentin ans IWT (1990)

Die Liebe zur Technik wurde mir bereits in die Wiege gelegt. Dass es die «Werkstofftechnik» am Ende geworden ist, lag wohl an drei Faktoren. Mit einer Klassenfahrt nach Freiberg wurde zunächst der Studienort besiegelt. Die historische Stadt hatte mich mit ihren kleinen Gassen sofort in den Bann gezogen. Die Faszination darüber, dass man einem grauen Stahlklotz im Lichtmikroskop ein fast kunstvolles inneres Gefüge entlocken kann, hat mich im damaligen Unterrichtsfach WPA (Wissenschaftlich-praktische Arbeit) in der 11. Klasse gepackt. Die finale Frage nach dem «Was studieren?», wurde dann schliesslich mit Hilfe mehrfacher Empfehlungen getroffen: «...wenn nach Freiberg, dann «Werkstofftechnik» beim Spies!».

Nach einem einjährigen Pflichtpraktikum in der Abt. «Qualitätssicherung» des Eisenhüttenkombinats Ost (EKO), startete ich am 01.10.1990 mit mehr als 30 Kommilitonen der Seminargruppe 90042-1 das Studium der «Werkstofftechnik». Zwei Tage darauf, ein erster neuer Feiertag – 3.10.1990 «Tag der deutschen Einheit» – das Land (DDR), in dem ich geboren wurde, wurde Teil der Bundesrepublik Deutschland.

Mit einem «1er» Abitur zum Studium gekommen, bin ich am eher trockenen Grundstudium mit reichlich Chemie, Mathematik, Physik und anderen Grundlagenfächern fast verzweifelt. Eigentlich hatte ich kunstvolle Gefügebilder im Kopf, aber zunächst hieß es büffeln, üben und vor allem TM (Technische Mechanik) bestehen!

Der Eintritt in das legendäre Freiburger Studentenleben erfolgte mit dem Fachschaftsabend im November 1990, wo wir «Neuen» allerlei Rituale bestehen und ein schreckliches Gebräu trinken mussten (Abb. 1). Heute wahrscheinlich nicht mehr genderkonform, wurde die feierliche Aufnahme mit einem Klatsch auf das Arschleder, das den Studierenden zuvor umgelegt wurde, durch den Institutsdirektor – Prof. Spies – höchstpersönlich (Abb. 1) besiegelt. Mit «Steiger» und «Löwen reiten» reichte die Feier bis weit nach Mitternacht, aber es war klar, dass die Vorlesung am nächsten Morgen



Abb. 1: Prof. Spies auf dem Fachschaftsabend (1990) und wir «Neuen»



(auch wenn nur als Hülle) Pflicht war.

Die Durststrecke des Vordiploms hatte sich gelohnt, denn mit Beginn des Hauptstudiums wurde die ganze Breite der anwendungsorientierten Werkstofftechnik vor uns ausgerollt. Die werkstoffübergreifende Lehre mit einem vertieften Fokus auf Stahl reichte von der Erzeugung, Verarbeitung/ Fertigung über die Wärmebehandlung/ Randschichttechnik bis hin zum Werkstoffeinsatz – immer mit dem Blick auf die Gefüge/Eigenschaftsrelationen. Basis dafür waren Kenntnisse zum grundlegenden inneren Aufbau der Werkstoffe, der Beanspruchungsanalyse und dem Beanspruchungsverhalten, der Werkstoff- und Verfahrensauswahl sowie der Werkstoffprüfung.

In anderer Weise legendär waren die Vorlesungen von Dr. J. Schubert (Füge-technik) mit der traditionellen Knallgas-explosion im Innenhof des IWT, von Prof. Pusch (Bruchmechanik) mit Sprüchen, die ein Leben lang unvergessen bleiben: «Der Riss fliegt mit!» und von Prof. Spies (Beanspruchungsverhalten) mit einem Nitrierwissen vom anderen Stern. Nur ein Kommilitone getraute sich da Fragen in der Vorlesung zu stellen, alle anderen knabberten noch am grundlegenden Verständnis.

Diverse Praktika, wie z. B. Werkstoffprüfung sowie das Komplexpraktikum, in das Aufgaben aus institutsrelevanten Forschungsrichtungen, wie die Wärmebehandlung, Nitrieren u. a. integriert wurden, trugen zur besseren Veranschaulichung und Verständnis bei. Gleiches gilt

für die vier praktischen Arbeiten, die während des Studiums absolviert wurden: Schadensfallanalyse, Ingenieurpraktikum (extern), Studienarbeit und Diplomarbeit. Insbesondere das auf der Halbzeit des Studiums stattfindende Ingenieurpraktikum in der Industrie, bei mir war es die AMAG Ranshofen/ Österreich, hat den Blick nochmal geschärft und viele sind motivierter nach Freiberg zurückgekehrt, weil zum ersten Mal richtig klar wurde, wofür man das alles lernt.

Vertieft wurde dieser Einblick auch auf einer einwöchigen Exkursion (1993) durch drei Länder mit acht Studenten im Mercedesbus, eskortiert von Fam. Spies im Wartburg. Die guten Verbindungen zu ehemaligen Studierenden und internationalen Fachkollegen seinerseits ermöglichten uns Besichtigungen der MTU in München, der Montanuniversität in Leoben sowie von Böhler in Kapfenberg/ Österreich und den Škoda-Werken in Plzeň/ Tschechien u. a.

Der Studienbeginn 1990 fiel in eine emotionale und umwälzende Zeit, die mit vielen neuen Möglichkeiten, aber auch mit Fragen und Unsicherheiten einherging. Die Delegierungsverträge der Betriebe wurden aufgekündigt und es stellte sich die Frage: Braucht es auch Werkstofftechniker in der Zukunft? Schnell war klar, dass Werkstoffe unabhängig von politischen Systemen sind und schon immer der Motor und die Basis für Fortschritt waren.

Für unser Studium bedeutete das, die technischen Grundlagenfächer waren «politisch neutral» und wurden weitergeführt, nur beim Lehrpersonal gab es hier und



da einen Wechsel. Bei den Kontextfächern sah das ganz anders aus. Die «aus dem Boden gestampften» neuen Vorlesungen zur Volkswirtschaftslehre und BWL waren nicht wirklich ansprechend, sorgten für viel Diskussionen und wurden unschliesslich erlassen. Eine weitere tiefgreifende Änderung betraf die Studiendauer, die von 9 auf 10 Semester umgestellt wurde und uns ein relativ entspanntes 9. Semester bescherte. Trotz aller äusserer Wogen war unser sicherer Hafen das IWT. Prof. Spies und Prof. Pusch, zwei Professoren, die unterschiedlicher nicht sein konnten, aber durch ihre Kollegialität und gegenseitigen Respekt eine ausgeglichene Atmosphäre schufen.

### ...der Wechsel zur Mitarbeiterin des IWT (1997)

Nach einem Auslandssemester am RDCS in Liège (Belgien) und etwas verzögertem Diplomabschluss wegen frisch geborener Zwillinge begann ich im Juli 1997 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am IWT in der Arbeitsgruppe von Prof. Spies. Dort war ich in Arbeiten zu Industrie- und Forschungsprojekten auf dem Gebiet des Nitrierens und des thermischen Spritzens involviert. Jetzt hiess es, ohne Steno-Kenntnisse, den umfangreichen Ausführungen (zur besseren Konzentrationsfähigkeit seinerseits mit geschlossenen Augen vorgetragen) zu folgen. Dazu kamen Literaturhinweise aus der HTM Jahrgang xyz auf Seite xy – alles aus dem Stehgreif von ihm zitiert. Die Packungsdichte der Informationen überschritt deutlich die eines Kfz-Gitters (74 %) und wegen der hohen Abschreckrate beim Sprung ins kalte «Wissenschaftswasser» waren auch keine harmonischen Gleitungen mehr möglich. Korrekturan-

merkungen in Projektberichten, wie «Lorelei»[1] und «Dorfrichter Adam» [2] waren nicht schmeichelhaft, aber lehrreich und eine Schule fürs Leben.

Besonders gern erinnere ich mich an mein erstes HK (HärtereiKongress) in Wiesbaden im Oktober 1997, auf das mich Prof. Spies mitnahm und mir die «Garde der Wärmebehandlung» und die AWT vorstellte. Dies ermöglichte mir den Einstieg in ein Netzwerk, was ich bis heute nutze. Auf internationaler Ebene war er vor allem auf den IFHTSE und ECHT-Kongressen aktiv und erlangte durch Vorträge seiner Promovenden zu bahnbrechenden Ergebnissen vor allem im Bereich des Nitrierens, wie dem sensor kontrollierten Gasnitrieren, dem Nitrieren und Aufkohlen mit Aktivgitter, u. a. Aufmerksamkeit und Preise.

1999 übertrug er mir Arbeiten zum Elektronenstrahl-Härten (EBH), von dem ich bis dato noch nie etwas gehört hatte. Also hiess es auch hier wieder dazulernen. Damals wusste ich noch nicht, dass das ein mehr als 20 Jahre andauernder Prozess werden sollte, in dem der EB zu meiner Leidenschaft wurde. Mit der Berufung von Herrn Prof. Rolf Zenker im Jahr 2003 («Strahltechnologien im Fahrzeugbau») bin ich als erste Mitarbeiterin zu ihm gewechselt und durfte mit ihm gemeinsam über die Jahre das «EB-Team» am IWT aufbauen. In 20 Jahren wurden > 8 Mio. € Forschungsmittel eingeworben für Projekte im Bereich der thermischen EB-Technologien (Schweissen, Abtragen, Randschichtbehandlung, additive Fertigung) und zwei Grossgerätebeschaffungen für EB-Universalanlagen getätigt. Neben einer straffen Organisation kam mit Prof. Zenker zusätzlich die Akribie für corporate design and identity in die Arbeit. Durch sein Gespür bei der

Mitarbeiterauswahl hat er es geschafft, über die Jahre ein sehr produktives und eng verbundenes Team zu schaffen, die ihm dafür bei seiner Verabschiedung dankten (Abb. 2). Über die Jahre waren das insgesamt fast 20 Mitarbeitende und 6 Promotionsabschlüsse.

Die Zusammenarbeit mit dem bereits emeritierten Prof. Spies auf dem Gebiet der Kombinationsbehandlungen (EBH+Nitrieren u. a.) hielt weiter an. Kombinationsbehandlungen, ein durchaus herausforderndes Forschungsgebiet (Abb. 3 a), aber auch ein gutes Synonym für die Person – Prof. Spies (Abb. 3 b) – kooperierend mit anderen Technologien und Wissenschaftlern am IWT (Abb. 3 c) sowie des In- und Auslandes.

Nach der Emeritierung von Prof. Spies im Jahr 2000 übernahm Prof. Horst Biermann die Leitung des Fachbereichs und des IWT. Er führte das Werk des Institutsgründers in Lehre und Forschung fort und etablierte erfolgreich eigene neue Forschungsfelder (siehe Beitrag von Prof. Horst Biermann, S. 100).

Prof. Spies wechselte in den Unruhestand mit reichlich Aktivitäten im Bereich Nitrieren. Trotz körperlicher Einschränkungen seit seinem Schlaganfall 2016, stand und steht er mir mit fachlichen Diskussionen stets zur Seite, wie zuletzt während der Abschlussphase meiner Habilitation (2021) zum Nitriermechanismus von Gusseisenwerkstoffen. Zu Besuch bei Fam. Spies bedeutet zugleich die Herzlichkeit von Frau Spies zu empfangen, die immer Kaffee, Kuchen und kleine Anekdoten bereithält.

Im Jahr 2023 – nach 25 Jahren am IWT – habe ich mich privat motiviert, nochmal beruflich verändert und die Herausforderungen der Professur für



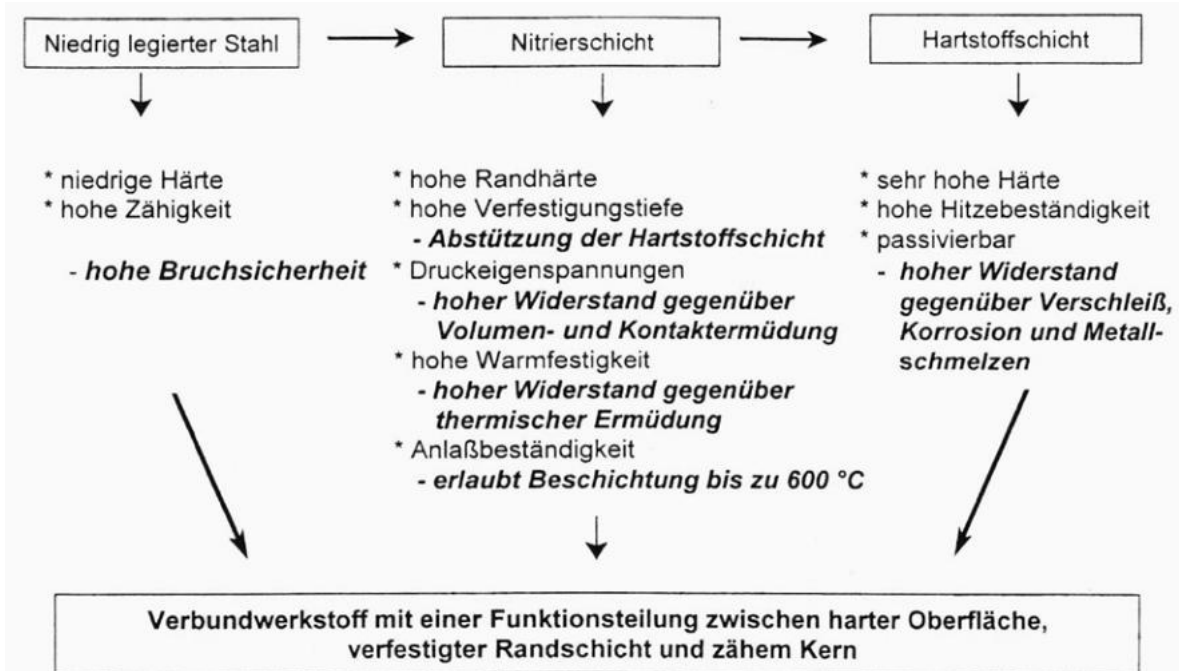
Abb. 2: EB-Team am IWT (2001-2022) mit Übergabe des Staffelstabs von Prof. R. Zenker an Anja Buchwalder



Werkstoffwissenschaft am Institut für Produkt und Produktionsengineering der Fachhochschule Nordwestschweiz angenommen. Kein leichter Schritt, aber der Richtige („Veränderung ist am Anfang schwer, in der Mitte chaotisch und am Ende wunderschön.“ - das weiss man erst hinterher). Vom EB ist mir das «Vakuum» geblieben mit Fokus auf das Vakuumlöten und der Entwicklung neuer Lotmaterialien u. a. Sowohl für die Forschung, die hier in der Schweiz sehr industriegetrieben ist, als auch die Lehre kommt mir meine anwendungsorientierte Ausbildung zugute.

Heute schliesst sich der Kreis und ich darf wie Prof. Spies vor 50 Jahren am Aufbau einer neuen Studienrichtung «Materials Engineering» meiner Hochschule mitwirken, die im Sommer 2026 starten soll. Ich bin dankbar für die gute Ausbildung, die fachlichen Erfahrungen und die zuteilgewordene Unterstützung, die mir geholfen haben diesen Weg zu gehen.

Leidenschaft, ist wohl die zutreffendste Charakterisierung von Prof. Spies – für seine Arbeit, seine Studenten, Promovenden und sein Institut bis zum heutigen Tag. Eine Berufung im wahrsten und besten Sinne des Wortes!



a)



b)





c)

**Abb. 3:** Eigenschaftspotentiale von Kombinationsbehandlungen: a) für niedriglegierte Stähle [Spies et al. in HTM 51(1991)4]; b, c) übertragene Darstellung des Sachverhalts auf das Schaffen von Prof. Spies im Vortrag «Kombinierte Randschichttechnologie – Liebesheirat oder Zweckehe?» von Anja Buchwalder anlässlich 40 Jahre IWT (2014)



**Abb. 4:** Teil der Matrikel 90042-1 mit Prof. Spies auf den Absolvententreffen des IWT (2014 und 2024)

Ein herzliches Dankeschön dafür, auch im Namen meiner Kommilitonen (Abb. 4), die alle in sehr unterschiedlichen Bereichen der Werkstofftechnik heute erfolgreich arbeiten.

## ...Nachsatz

Ein anspruchsvoller Titel, den ich da als Vorgabe zum Schreiben dieses Artikels bekommen habe. 1970 geboren, habe ich natürlich nur einen Teil der IWT-Geschichte selbst erlebt. Dieser Beitrag ist eine ganz persönliche Reminiszenz an meine Zeit am IWT und erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Es war mir ein Bedürfnis, meinen besonderen Dank an Herrn Prof. Spies – meinem Lehrer und Förderer – aus Anlass seines 90. Geburtstages auszudrücken.

## Literatur:

- [1] «Ich weiß nicht was soll das bedeuten...» aus «Buch der Lieder» von H. Heine (1927).
- [2] «Das ist dem Amte wohl bekannt...» aus «Der zerbrochene Krug» von Heinrich von Kleist (1811).

1 FHNW/ IPPE, Klosterzelgstrasse 2, CH-5210 Windisch,  
**Kontakt:** anja.buchwalder@fhnw.ch



## 20. Fassathlon-WM

Eine von Freiburger Studierenden erfundene Sportart feiert Jubiläum

Jens Grigoleit<sup>1</sup>



Am 14. Juni 2025 fand zum mittlerweile 20. Mal eine Fassathlon-Weltmeisterschaft in Freiberg statt. Als von Freiburger Studenten kreierte Sportart, ist der Fassathlon seit jeher mit der TUBAF sowie ihren Studierenden und Beschäftigten verbunden und bietet für einige Alumni jährlich einen Anlass, Freiberg einen Besuch abzustatten. Gründe genug, den Fassathlon und seine Geschichte an dieser Stelle vorzustellen.

### Vorgeschichte und Idee

Der Fassathlon bildet ein exemplarisches Beispiel für Erfindergeist, Humor, Geselligkeit und Unternehmertum, die Freiburger Studierende schon immer auszeichnen. In bierlauniger studentischer Runde entstand im Februar 2003 die Idee für den Fassathlon. Die Suche nach einer Lösung, Sport, Spaß und gemeinsames Erleben zusammenzubringen führte zunächst zum Vorschlag, einen Freiburger Bierathlon zu veranstalten. Solche Veranstaltung gab es allerdings andernorts bereits, so dass es noch an Originalität fehlte. Es musste also noch etwas daraufgesetzt werden, um dem Anspruch, etwas Besonderes zu schaffen, zu genügen: einerseits mehr Sport – besser einen Triathlon statt einfach nur Laufen, andererseits Fässer als würdigeres Substitut für die zu profan erscheinenden Bierkästen. So waren Idee und Name für eine neue Sportart geboren.

Voll jugendlicher Begeisterung wurden die Vorbereitungen angeschoben, die Idee in die Tat umzusetzen. Mit einigem Glück fand sich ein Weg, eine Anzahl an Fässern und Tragegestellen zu organisieren (die Preise waren hier zunächst völlig unterschätzt worden). Danach wurde getüftelt, wie sich Fässer und Tragegestelle am sinnvollsten miteinander verbinden lassen, und geeignete Streckenführungen diskutiert. Schließlich wurde sogar noch ein eigener Fassathlon-Wanderpokal gebaut, die legendäre Else. Die jeweils an die drei Erstplatzierten vergebenen Medaillen



Fassathlon-Start



Teildisziplin Schwimmen im Johannisbad Freiberg

wurden viele Jahre am Gießereinstitut der TU Bergakademie produziert.

### Fassathlon-Weltmeisterschaften

Am 1. Juli 2003 fand dann endlich mit 16 handverlesenen Teilnehmern ein Wettkampf, die 1. Fassathlon-WM, statt. Die Laufstrecke führte vom Wohnort der Fassathlon-Erfinder an der Merbachstraße über den Campus zur Freiburger Altstadt und von dort über den Bebel-Platz und Forstweg bis zum Waldbad. Dort schloss sich das Schwimmen als zweite Disziplin an (1x den Teich durchquerend) und im Anschluss ging es mit dem Fahrrad über

Kleinschirma und Kleinwaltersdorf zurück zum Hauptquartier in der Merbachstraße. Dort wurde zum krönenden Abschluss ein Maßkrug mit Bier geleert.

Nach dem durchschlagenden Erfolg und weil alle Beteiligten Spaß daran fanden, gibt es seitdem fast in jedem Jahr eine Fassathlon-Weltmeisterschaft. Schon im zweiten Jahr konnte die Teilnehmerzahl mehr als verdoppelt werden auf 41. In Spitzenzeiten Anfang der 2010er Jahre mussten Teilnahmewillige aus organisatorischen Gründen abgewiesen werden, da die Zahl der verfügbaren Sportgeräte auch bei doppelter Nutzung im Wettbewerb





Fassathlon-Rennleitung



Fassathlon-Siegerehrung

nicht ausreichte. Bei der WM im Jahr 2012 wurde so ein Teilnehmerrekord von 95 Startern erreicht.

Seither hat sich die Teilnehmerzahl im Mittel bei 60 bis 70 Teilnehmenden eingependelt mit wenigen situationsbedingten Ausreißern nach unten.

Nicht möglich wäre die Durchführung des Fassathlons ohne die Unterstützung durch langjährige Sponsoren. Hervorzuheben ist besonders das Engagement der Freiburger Brauhaus GmbH sowie der GSM Gastro-Service-Mittelsachsen GmbH, die den Fassathlon mit der Bereitstellung von Material und Treibstoff sowie Preisen für die Siegerehrung, aber auch bei der Finanzierung von Investitionen und Instandhaltung unterstützen. Die Freiburger Bäderbetriebsgesellschaft hilft mit günstigen Konditionen und hilfsbereiter Zusammenarbeit. Verschiedene Freiburger Unternehmen haben mit der Bereitstellung von Transportfahrzeugen, technischer Ausrüstung und Support unterstützt. Schließlich ist auch den zahlreichen freiwilligen Helfern sowie allen Teilnehmern zu danken, die am Wettbewerbstag tatkräftig mit anpacken.

### Zwischenfälle

Bisher blieb der Fassathlon glücklicherweise von schweren Unfällen verschont, was auf ein rücksichtsvolles Verhalten der meisten Teilnehmer hindeutet, jedoch gab es mittlerweile mehr als 22 Jahren Geschichte des Fassathlons natürlich auch

Krisen, die zu überstehen waren. So musste 2013 der Termin der WM verschoben werden, nachdem ein Starkregen eine Woche vor dem Wettbewerb für schwere Überschwemmungen gesorgt hatte, die auch das Waldbadgelände unbenutzbar machten. Der Fassathlon e. V. rief hier kurzerhand alle gemeldeten Teilnehmer zum Fluthilfeinsatz auf, so dass sich am geplanten Termin der WM eine Gruppe Fassathlons auf den Weg nach Pirna machten, das erheblich schwerer vom Hochwasser betroffen war. Die WM wurde dann später im Jahr, im August, nachgeholt.

Der schwerwiegendste Zwischenfall ergab sich im Jahr 2015, in dem erstmals ein Weltmeisterschafts-Wettbewerb des Fassathlons vorzeitig abgebrochen werden musste. Es war ausgerechnet die 13. Fassathlon-Weltmeisterschaft, bei der einmal kein Sieger geehrt werden konnte. Grund dafür war ein Unwetter. Ungefähr 20 Minuten nachdem die erste Startgruppe noch im Trockenen, aber bereits bei sehr schwülem Wetter auf die Laufstrecke geschickt wurde, baute sich über Freiberg ein heftiges Gewitter auf, was zur Unterbrechung des Wettbewerbs nach der ersten Disziplin führte. Das Gewitter sollte abgewartet und der Wettbewerb danach fortgesetzt werden. Während die Teilnehmer der ersten Startgruppe sich nach dem Laufen am Waldbad unter den aufgestellten Pavillons vor Regen und Hagel schützten, schlug in unmittelbarer

Nähe ein Blitz ein und verletzte mehrere Teilnehmer. Ein Teilnehmer musste mit Verdacht auf Herzrhythmusstörung ins Krankenhaus gebracht werden. Auch im Hauptquartier in der Merbachstraße nahm das Unwetter beunruhigende Ausmaße an, so dass der Sport in den Hintergrund rückte und die Rennleitung die Veranstaltung schließlich abbrach.

Eine Komplettabsage der Fassathlon-WM erfolgte 2018, nachdem das Waldbad nach Kampfmittelfunden abgelassen wurde sowie 2020 und 2021 aufgrund der Schutzauflagen im Zusammenhang mit der Corona-Epidemie. Nach der Pandemie entwickelten sich die Teilnehmerzahlen positiv und so konnte 2025 bei der 20. Auflage der Fassathlon-WM wieder ein sehr stattliches Starterfeld mit 70 Teilnehmenden (inkl. 9 Eisen-Fassathlons) gebubelt werden.

### Entwicklungen und Veränderungen

Das Regelwerk des Fassathlons erfuhr im Laufe der Jahre verschiedene Nachbesserungen, blieb aber im Kern bestehen. Die größte Anpassung bildete die 2007 erfolgte Einführung des Trinkbonus bei den ersten drei Disziplinen. Hier kann durch den Genuss eines 0,4 l alkoholfreien Freiburger Pils eine Zeitgutschrift von je 3 Minuten erworben werden. Wer alle drei Boni mitnimmt, bekommt insgesamt 10 Minuten von der Endzeit abgezogen.

Eine Teamwertung wurde 2005 zur dritten WM eingeführt. Seitdem können

Gruppen von bis zu vier Fassathlotten Einzelleistungen in den Teildisziplinen kombinieren und um die Teamweltmeisterschaft konkurrieren.

Weitere Anpassungen betreffen die Quarantänezeit nach der letzten Disziplin, die von ursprünglich 30 auf nun 15 Minuten herabgesetzt wurde. Die Erfahrung hat hier gezeigt, dass nach 15 Minuten die Gefahr eines Bierausstoßes durch den Kopf nur noch minimal ist, während 30 Minuten Wartezeit wiederum die Blasenkapazität einzelner Teilnehmer schon sehr fordern.

Wartezeiten an Bahnschranken werden aus organisatorischen Gründen nicht mehr extra erfasst und von der Wertung abgezogen, da hierfür zusätzliche Streckenposten erforderlich wären.

Mehrfach verändert wurde im Laufe der Zeit die Streckenführung. Anpassungen betrafen die Radel- und die Laufstrecke sowie baustellenbedingte kleinere Umleitungen. Eine gravierendere Umstellung bildete die Verlagerung von Start und Ziel zunächst vor den Studentenclub EAC in der Neuen Mensa (2016 – 2018) und schließlich an die Lessingstraße vor dem Johannisbad (seit 2019). Auch die Teildisziplin Schwimmen findet seit 2019 auf der 50-Meter-Bahn im Außenbereich des Johannisbades statt.

Anlässlich des Jubiläums der 10. Fassathlon-Weltmeisterschaft im Jahr 2012 wurde als zusätzliche Herausforderung ein Wettbewerb im Eisen-Fassathlon angeboten. Hierbei werden die ersten drei Disziplinen über doppelt so weite Distanzen absolviert (10 km Laufen, 400 m Schwimmen, 20 km Radeln). In der letzten Disziplin wurde das zu trinkende Volumen aus humanitären Gründen bei 1 l belassen und nicht verdoppelt. Erster Eisen-Fassathlon-Weltmeister wurde Johannes Bergk mit einer respektablen Gesamtzeit von 1:42:25. Weitere Auflagen eines Eisen-Fassathlons gab es in den Jahren 2023 (Weltmeister Philipp Leibelt, 1:39:22) und 2025 (Weltmeister Tim Lippmann, 1:32:48).

### Weltmeisterliches

Bisher ist es 12 Personen gelungen, Fassathlon-Weltmeister in der Einzelwertung zu werden. Der Freiburger Karsten Zybelle ist mit vier Gesamtsiegen der Rekordweltmeister. Mit drei Siegen folgt Frederick Wewetzer. Je zweimal konnten Michel Wetzel und Marcus Lehmann den Wettbewerb gewinnen. Die Teamwertung wird seit mehr als 10 Jahren durch die mit teilweise wechselnder Besetzung antretende Mannschaft „So sehen Sieger aus!“ domi-

niert und konnte nur in Abwesenheit 2022 besiegt werden. Die im Rahmen des Fassathlons aufgestellten Weltrekorde in den Einzeldisziplinen liegen bei 18:02 min für das Laufen, 2:45 min für das Schwimmen, 15:47 min für das Radeln (aufgestellt 2005 auf verkürzter Streckenvariante) sowie 8 Sekunden für das Trinken.

In bisher zwanzig Auflagen der Fassathlon-Weltmeisterschaft inklusive der drei Eisen-Fassathlons gingen insgesamt 1.224 Teilnehmer an den Start, wobei viele Personen hier mehrfach gezählt sind und sich einige bereits mehr als zehnmal beteiligt haben.

Folgende Tabelle zeigt die Teilnehmerzahlen, die Sieger sowie die erzielten Bestzeiten der bisher durchgeführten Fassathlon-Weltmeisterschaften auf.

### Ausblick

Die Fassathlon-WM ist nach mehr als 20 Jahren inzwischen fest etabliert und stellt eine eigene Freiburger Tradition dar. Aus studentischer Initiative entstanden ist sie mittlerweile gut herangereift. Zwar bilden Studierende und Mitarbeiter der TUBAF nach wie vor einen erheblichen Anteil des Starterfeldes, aber daneben hat sich auch eine größere Gruppe von Stammtteilnehmern geformt, die jedes Jahr zum Fassathlon nach Freiberg zurückkehren, oft mit Familienanhang. Viele der Stammtteilnehmer sind Alumni der TUBAF.

Die besondere Stimmung des Fassathlons sowie die Kombination von Spaß, sportlicher Herausforderung und Geselligkeit schweißen zusammen. Eine Herausforderung für den dauerhaften Fortbestand

Jahr	Teilnehmerzahl	Weltmeister	Gesamtzeit	Bestzeit Laufen	Bestzeit Schwimmen	Bestzeit Radeln	Bestzeit Saufen	Teamweltmeister
2003	16	Christian Stockinger	01:08:22	-	-			
2004	41	Lutz Zybelle	00:52:53	23:03	03:34	23:19		
2005	48	Daniel Kempe	00:46:24	20:47	03:25	15:47	01:18	?
2006	47	Sven Weyer	00:45:30	18:02	03:12	19:10	02:13	?
2007	69	Michel Wetzel	00:38:16	20:58	04:23	22:33	01:05	?
2008	71	Michel Wetzel	00:43:55	22:52	04:49	23:05	00:38	?
2009	70	Marcus Lehmann	00:44:32	22:33	03:31	22:54	00:35	KiK-Discount-Team
2010	68	Christian Pönisch	00:50:22	24:37	03:28	24:45	01:12	TCM Werksteam
2011	84	Marcus Lehmann	00:46:02	24:07	02:45	22:06	00:52	?
2012	95	Daniel Fritz Eisel	00:46:08	19:58	03:51	23:32	00:49	Sächsischer Mauntnverein Freiberg
2013	65	Frederik Wewetzer	00:43:33	22:12	04:51	23:02	00:24	So sehen Sieger aus!
2014	81	Frederik Wewetzer	00:41:16	19:47	04:07	24:01	00:32	So sehen Sieger aus!
2015	89	-	-	-	-	-	-	-
2016	63	Karsten Zybelle	00:46:00	20:12	04:59	21:12	00:08	So sehen Sieger aus!
2017	64	Frederik Wewetzer	00:44:28	20:41	04:57	22:41	00:28	So sehen Sieger aus!
2019	23	Karsten Zybelle	43:23:00	20:05	05:31	21:21	00:18	So sehen Sieger aus!
2022	36	Karsten Zybelle	0:44:16	20:27	06:14	21:35	01:14	Trinkuin
2023	74	Karsten Zybelle	0:43:28	20:50	04:57	20:57	00:25	So sehen Sieger aus!
2024	50	Tim Lippmann	0:43:25	22:57	05:25	21:07	00:18	So sehen Sieger aus!
2025	70	Michel Deisinger	00:46:09	22:16	04:44	21:04	00:26	So sehen Sieger aus!



des Fassathlons ist die perspektivische Verjüngung der Rennleitung, deren Hauptakteure praktisch seit Beginn des Fassathlons aktiv sind. Alle Mitglieder der Rennleitung sind inzwischen weit in den 40ern, sind beruflich in verantwortlichen Positionen und haben familiäre Pflichten zum Teil weit außerhalb Freibergs. Immer wieder gestartete Versuche zur Gewinnung neuer Verantwortungsträger waren bisher leider erfolglos, so dass sich die Frage stellt, wie lange es den Fassathlon noch geben wird. Die nächsten fünf Jahre sind noch gesichert, aber auf Dauer wird es sich daran entscheiden, ob sich Nachfolger für die bisherigen Mitglieder der Rennleitung finden lassen.

1 **Kontakt:** Jens.Grigoleit@zuv.tu-freiberg.de



## Vorlesungen hinterm Schaufenster – universitäre Lehre im öffentlichen Raum

Das RoboLab der TU Bergakademie Freiberg

Thomas Schumann<sup>1</sup>, Sebastian Zug<sup>2</sup>

Seit Anfang 2024 betreibt die Fakultät für Mathematik und Informatik der TU Bergakademie Freiberg unter Federführung des Instituts für Informatik und der dort angesiedelten Professur für Robotik und Softwaretechnologie das sog. TUBAF-RoboLab. Das RoboLab ist als innovativer Lern- und Experimentierort für Studierende konzipiert und dient auch als Plattform für öffentlich zugängliche Vorlesungen bzw. Veranstaltungsformate wie zum Beispiel die wöchentlich stattfindende „Bits&Bytes“-Reihe. Gleichfalls werden auch digitale Bildungstechnologien erprobt (sog. Remote-Labore) und außerschulische Angebote zum Schwerpunkt Robotik durchgeführt (KidsLab). In dem Artikel werden die Entstehung und der zugrundeliegende Ansatz für die Arbeit des TUBAF-RoboLab erläutert. Auch werden erste Ergebnisse bzw. Arbeitsinhalte rekapituliert und ein Ausblick auf die weitere Entwicklung des Konzepts und damit verbundener Inhalte gegeben.

### Einleitung

An der TU Bergakademie Freiberg (TUBAF) findet schon seit mehreren Jahren forschungsseitig eine Beschäftigung mit dem Bereich der Robotik statt. So wurde ausgehend vom Profil der

TUBAF als Ressourcenuniversität mit ihrem Ursprung im Bergbau der Einsatz von Robotern unter Tage untersucht und erprobt. [1] In den letzten Jahren – und insbesondere im Zusammenhang mit der Besetzung der Professur für Robotik und Softwaretechnologie – hat sich der Schwerpunkt auf den Einsatz von Robotern „über Tage“ im öffentlichen Verkehrsbereich verschoben. Auch wird an der Professur für Virtuelle Realität und Multimedia an der Entwicklung intelligenter Roboterfähigkeiten in virtuellen Umgebungen gearbeitet. Darüber hinaus ist die Interaktion zwischen automatisierten Fahrzeugen – darunter Roboter – und anderen Verkehrsteilnehmern z. B. durch externe Mensch-Maschine-Schnittstellen (eHMI/external Human-Machine-Interfaces) ein weiteres zentrales Forschungsfeld an der zuletzt neu besetzten Professur für Ubiquitous Computing und Smart Systems. Abgerundet wird die Forschungstätigkeit am Institut durch Arbeiten der Professur für Künstliche Intelligenz und Datenbanken im Bereich der Sozialen Robotik zum Design von humanoiden Robotern.

In der Lehre findet diese Forschungsarbeit ihren Niederschlag im Diplom-Studiengang Robotik. In diesem werden die Studierenden an ihre künftige

Tätigkeit – der Entwicklung von autonom operierenden Robotern – herangeführt. Diese verkörpern parallel zu Robotern im industriellen Einsatzbereich gegenwärtig den technologischen Wandel und drängen in das alltägliche Leben. Sie übernehmen Transport- oder Überwachungsaufgaben, mähen den Rasen oder steuern uns durch den Verkehr. Immer kompliziertere Aufgaben, die bisher Menschen vorbehalten waren, lassen sich durch leistungsfähigere Sensoren, Methoden der künstlichen Intelligenz, ausgefeilte Mechaniken und verteilte Algorithmen „robotisch“ meistern. [2]

### Das TUBAF-RoboLab als Lern- und Experimentierort

Ausgehend von diesem Setting gab es im Jahr 2022 die Initiative zweier Studierender aus dem o. g. Studiengang mit der Absicht, die Einrichtung eines neuen Raums für die Bearbeitung von studentischen Projekten im Bereich der Robotik zu forcieren. Dieser solle unter der Bezeichnung TUBAF-RoboLab (fortan kurz „RoboLab“) als alternativer Lern- und Experimentierort fungieren und zugleich die damit verbundenen Themen in die Öffentlichkeit tragen.[3] Nach einer Vorstellung des Konzepts zur feierlichen Eröffnung des

Wintersemesters Anfang Oktober 2022 wurde nach einer geeigneten Räumlichkeit in der Innenstadt von Freiberg und nach einer Finanzierung bzw. Sponsoren gesucht. Im Laufe des Jahres 2023 konnte ein passender Raum gefunden und zugleich der Vermieter als Unterstützer gewonnen werden. Dabei handelt es sich um die sich im öffentlichen Eigentum befindliche Städtische Wohnungsgesellschaft Freiberg/ Sa. AG (SWG). Diese führte seit 2022 eine umfangreiche Sanierung an dem gesamten Objekt durch, die sich aufgrund von dessen hohem Alter bis Ende 2023 hinzog. Zum 1. Januar 2024 konnte aber der Raum übergeben und mit der Einrichtung begonnen werden. [4] Noch kurz vor Ende des Wintersemesters 2023/ 24 wurde im Februar 2024 das Lab in Betrieb genommen. Der Start wurde auch durch das renommierte Netzwerk Silicon Saxony e.V. unter dem Aspekt „Human Resources“ wahrgenommen und an dessen Mitglieder und Außenstehende im Raum Dresden kommuniziert.[5]

Anlässlich der Freiburger Nacht der Wissenschaft am 25. Mai 2024 folgte die feierliche Eröffnung durch den Rektor der TUBAF. An diesem Eröffnungstag gab es eine hohe Resonanz der Besucher auf die im Raum vertretenen Angebote, die von JUGEND HACKT [6], dem Freiburger Beruflichen Schulzentrum für Technik und Wirtschaft „Julius Weisbach“ und dem Institut für Informatik der TU Bergakademie Freiberg als Träger des RoboLab betreut wurden. Dazu war das Dresdner Robotik-Start-Up Wandelbots mit einer viel beachteten Präsentation zum Thema „einfache Wege der Roboterautomatisierung“ vertreten. [7] In der Folge wurden in dem Raum studentisch bearbeitete bzw. unterstützte Projekte realisiert, in deren Rahmen z. B. Umfragen zur Interaktion zwischen Menschen und Robotern durchgeführt oder an Simulationen unter Zuhilfenahme von sog. AR- und VR-Technologien (Augmented Reality/ Virtual Reality) gearbeitet wurde. [8] Den insgesamt auch als „thematisch vernetzt“ charakterisierbaren Arbeitsansatz spiegelt auch das entwickelte Logo für den Raum wider (Abb. 1).

Ein weiteres Arbeitsformat ist das „Kids Lab“. Bei diesem Ganztagesangebot für Kinder ab sechs Jahren lernen die „kleinen Entdecker“ an verschiedenen Stationen nicht nur spielerisch die Grundlagen der Robotik kennen, sondern auch die Fähigkeit, Ausdauer und Konzentration zu entwickeln. Das Format wurde mit einer überwältigenden Resonanz im



Abb. 1: Logo des TUBAF-RoboLab

November 2024 erstmals durchgeführt und wird fortan weiter angeboten. [9]

Allgemein ist der Betrieb des RoboLabs auch in den Kontext des Studierendenmarketings bzw. der Hochschulentwicklung für eine MINT-Universität wie die TUBAF einzuordnen. So schreibt Philipp Höllermann (Inhaber eines Hochschulconsulting-Unternehmens): *„Die heutige Generation von Studierenden hat andere Erwartungen an ihre Hochschulausbildung als frühere Generationen. Sie suchen nach einem personalisierten Studiererlebnis, praktischer Berufsvorbereitung und einer engen Verbindung zwischen Theorie und Praxis. Hochschulen müssen diese veränderten Bedürfnisse erkennen und darauf eingehen, um attraktiv für Studierende zu bleiben.“* [10] Insofern adressiert der Raum dieses Bedürfnis von MINT-Studierenden nach einem plastischeren Studiererlebnis, gelebtem Austausch und realem Anwendungsbezug.

### Das RoboLab als Instrument der Wissenschaftskommunikation

Eine zweite Säule des RoboLabs ist die Kommunikation der wissenschaftlichen Arbeit im Bereich der Robotik an der TUBAF. Nach Kiprijanov (2021) wird die Hauptfunktion von Wissenschaftskommunikation in den folgenden drei Dimensionen gesehen:

- Als Instrument zur Behebung von Wissensdefiziten auf Seiten der Adressierten – z. B. von Bürgern und Bürgerinnen,
- Als Mittel zur Erlangung von Wissen bzw. Informationen von den Adressierten im Zuge deren etwaigen Feedbacks,
- Als Weg zur Integration der Adressierten in den Forschungsprozess an sich (vgl. auch die Ausführungen der Helmholtz-Gemeinschaft zum Komplex „Citizen Science“ [11]).

Daran anknüpfend dient der Raum als Ausgangspunkt für Befahrungen von Gehwegen mit dem Forschungsroboter „Claudi“. Dieser wurde mithilfe einer Roboterplattform mit der Bezeichnung Husky des Herstellers Clearpath Robotics (Rockwell Automation) [12] aus Kanada aufgebaut und mit Sensorik für die Orientierung im öffentlichen Raum ausgestattet (insbes. GNSS, Stereokamera und LiDAR/ vgl. Abb. 2).

Die Befahrungen wurden bislang genutzt, um im Rahmen des Projekts R4R (Ready for Robots [13]) mit Passanten auf Gehwegen in der Freiburger Innenstadt und am weiteren Forschungsstandort Schkeuditz gezielt ins Gespräch zu kommen. [14] Dazu gab es spezielle Konsultationen mit Vertretern aus der Gruppe der Blinden und Sehbehinderten. Bei diesen Tests wurde auch Aufklärungsarbeit betrieben und in Erfahrung gebracht, welchen Nutzen Lieferroboter für Mietparteien in größeren Wohnblocks haben könnten. [15] Mit den Vertretern aus dem Kreis der Blinden und Sehbehinderten wurden speziell Fragen der Anforderungen an das Design (z. B. Bauhöhe) und an das Verhalten von Transport-



Abb. 2: Der Forschungsroboter „Claudi“



robotern bei dem Befahren auf Gehwegen erörtert (z. B. Abgeben von akustischen Warnsignalen).

Im Wintersemester 2024/ 25 fand in diesem Kontext eine Befahrung eines größeren gewerblichen Quartiers am Standort Freiberg durch Studierende in der Lehrveranstaltung „Robotik-Projekt“ statt. Auf diesem als „Gewerbepark Deutsches Brennstoffinstitut“ bezeichneten Standort sollte geprüft werden, inwieweit Lieferroboter die quartiersinterne Postzustellung übernehmen können. Die Herausforderung bestand darin, dass a) der Umfang der Lieferungen sehr groß sein kann (insbesondere große Pakete mit Maßen von z. B. 80 x 80 cm) und b) die gewerblichen Mieter (darunter auch kleine Unternehmen/ Start-Ups) aus organisatorischen Gründen nicht in jedem Fall immer sofort die Lieferungen annehmen können. Im ersten Schritt führten dabei die Studierenden mit einem Vertreter der Standortverwaltungsgesellschaft eine Begehung des Standorts durch. Dabei kartierten sie diesen im Hinblick auf die Befahrung mit Transportrobotern (sog. Mapping) und ergänzten u. a. sog. Isochronen in der frei zugänglichen und veränderbaren Geodatenbank OpenStreetMap/ vgl. Abb. 3). [16] Die so gewonnenen Informationen vom Standort und aus der Interaktion mit den dortigen Adressaten fließen dann in die Beurteilung der Machbarkeit eines robotischen Postzustelldienstes ein. Mit Blick auf Aspekte der Wissenskommunikation wird das RoboLab im Falle eines positiven Ausgangs der (zum Zeitpunkt des

Verfassens dieses Artikels noch laufenden) Voruntersuchung folgende Funktion übernehmen:

- öffentliche Darstellung des Forschungsansatzes,
- benannter Standort für die Durchführung weiterer Arbeiten im Zuge einer Umsetzung (insbes. CAD-Designstudien) für die Auslegung eines Transportroboters für den Postdienst auf dem spezifischen Standort,
- öffentliche Plattform für den Austausch mit der Stadtbevölkerung im Hinblick auf eine Akzeptanz/ Einsetzbarkeit des Transportroboters mit derselben auf Gehwegen im Stadtgebiet von Freiberg.

So kann auch aus strategischer Sicht geprüft werden, inwieweit sich für einen solchen Transportroboter a) ein sog. umfangreicher Usecase – also eine breite Einsatzmöglichkeit – ergibt und b) ein wirtschaftlicher Betrieb erreicht werden kann.

Es sei ergänzt, dass durch die Arbeiten im RoboLab als auch im Zuge der damit verbundenen Wissenskommunikation von Anbeginn konzeptionell auf dadurch mit ausgelöste wissenschaftsbasierte Ausgründungen am Standort der Universitätsstadt Freiberg fokussiert wird. In diesem Zusammenhang wird das RoboLab von dem Gründungsnetzwerk SAXEED an der TUBAF unterstützt. [17] Im weiteren ist das RoboLab auch ein Baustein im Rahmen des neu geschaffenen Verbundes „Freiberg.Science.City“, in dem zahlreiche am Universitätsstandort Freiberg

ansässige Forschungseinrichtungen zusammen arbeiten, um die Sichtbarkeit des Wissenschaftsstandorts zu erhöhen. [18]

### Die öffentliche Veranstaltungsreihe „Bits&Bytes“

Ein zweiter Kernbaustein der Wissenskommunikation im RoboLab ist die wöchentlich stattfindende und öffentlich zugängliche wissenschaftliche Veranstaltungs- bzw. Vortragsreihe „Bits & Bytes“. In dieser sollen in leicht nachvollziehbarer Weise aktuelle Themen mit Informatik-Bezug vermittelt und dazu beigetragen werden, vorherrschende Informationsdefizite in der Bürgerschaft zu reduzieren. Seit dem Auftakt im Februar 2024 wurden zahlreiche Themen dafür aufbereitet und in insgesamt 45 Veranstaltungen präsentiert. Diese lassen sich grob in drei Bereiche gliedern: „Robotik & Autonome Systeme“, „Programmierung, OER und LaTeX“ sowie „Die Smarte Reihe & Weiteres“ (siehe Tabelle 1). Für die Beiträge gilt folgender zeitlich-organisatorischer Rahmen:

- 60 Minuten Dauer insgesamt,
- davon ca. 40-50 Minuten Vortrag,
- sowie 10-20 Minuten für die Diskussion.

Die Ankündigung dieser „Vorlesungen hinterm Schaufenster“ erfolgte anfänglich allein über die Uni-Info-E-Mail der TUBAF, die alle Hochschulangehörigen erhalten, und punktuell über die Lokalausgabe der Freien Presse. [19] Ab Herbst 2024 wurde in einzelnen Beiträgen ergänzend über den Instagramkanal des Instituts für Informatik über die anstehenden Themen informiert. [20] Seit Sommer 2025 finden sich zusätzlich noch Event-Ankündigungen auf der Internetseite [www.tu-freiberg.de/robolab](http://www.tu-freiberg.de/robolab). Ein besonderes Highlight war der Vortrag von Dipl.-Ing. Florian Festi vom backspace e. V. aus Bamberg. Er referierte zu verschiedenen sog. Lab-Formaten für Studierende bzw. Technikinteressierte und berichtete von den dortigen Erfahrungen im Aufbau und dem Betrieb eines sog. Hackerspaces. Im Ergebnis klassifizierte er das RoboLab als „University Lab“, das sich in der Ausrichtung seiner Arbeit bzw. Funktion durch eine Kombination von folgenden vier Aspekten auszeichnet: 1) Möglichkeit zur Durchführung studentischer Projekte, 2) Ort für die Forschungsarbeit, 3) Raum für das Halten bzw. Durchführen von Vorlesungen/ Kursen und 4) Anlaufpunkt im städtischen Raum zur Adressierung bzw. Austausch



Abb. 3: Ergänztes OpenStreetMap-Kartierung des Standorts „Gewerbepark Deutsches Brennstoffinstitut“

mit der Allgemeinen Öffentlichkeit. Die Übersicht (Tab.1) weist die bisherigen Themen der Bits & Bytes-Reihe im Einzelnen aus.

Zum Auftakt des zweiten „Bits & Bytes“-Vortragsjahrs wurde als weiterer Beitrag auf dem Gebiet der Wissenschaftskommunikation das Projekt „OER – Connected Lecturers“ (OER-CL) vorgestellt. Dieses zielt darauf ab, Lehrende in Sachsen, die mit Open Educational Resources (OER) arbeiten, zu vernetzen und die Identifikation von Materialien und potenziellen Kollaborationspartnern zu erleichtern. Um dieses Problem zu adressieren, wird im Projekt ein Prototyp zur automatischen Erfassung und Anreicherung von Metadaten (z. B. Autor/-en, Hochschule, Titel) sowie zur inhaltlichen Erschließung durch Schlüsselwörter und bibliografische Klassifikation von OER-Dokumenten entwickelt. Diese Informationen werden mittels Semantic-Web-Technologien verarbeitet. Der Ansatz ermöglicht die strukturierte Vernetzung von Daten über das Web hinaus und erleichtert so die Wiederauffindbarkeit und Nutzbarkeit von Informationen in einem globalen Kontext. OER-Dokumente lassen sich damit semantisch sinnvoll verknüpfen und Ähnlichkeitsanalysen zwischen den Inhalten durchführen.

Dieser Open Educational Resources-Ansatz wird die weitere Stoßrichtung der Arbeiten im RoboLab im Hinblick auf die Vermittlung von Wissen und Forschungsinhalten maßgeblich bestimmen. Dabei soll auch der Ansatz der „Vorlesungen hinterm Schaufenster“ gehebelt werden, um die so aufbereiteten Inhalte aus dem RoboLab heraus einer noch größeren Zuhörerschaft zugänglich zu machen. Das umfasst folgende Maßnahmen, mit denen schon in einzelnen Punkten während des ersten „Bits & Bytes“-Jahres begonnen wurde:

- Anbieten der Präsentationen im hybriden Format – also in Präsenz und virtuell – aufbauend auf den während der Corona-Pandemie gesammelten Erfahrungen (Nutzung der Konferenzplattform BigBlueButton),
- Ausweitung auf neue Hörergruppen im Bereich der sächsischen Schulen (zum Teil auch durch das Abhalten von inhaltsgleichen bzw. leicht modifizierten Beiträgen lokal in den Schulen zur Unterrichtsergänzung),
- Verbindung mit dem im RoboLab angesiedelten Projekt CrossLab zur Entwicklung digitaler Laborumgebungen für Studierende.

Tab. 1: Thematische Stränge der Bits&Bytes-Vortragsreihe und einzelne bisherige bzw. geplante Beiträge

Robotik & Autonome Systeme	Programmierung, OER und LaTeX	Die Smarte Reihe & Weiteres
Mensch-Maschine-Interaktion und Mobilität	OER und LiaScript zur Gestaltung interaktiver Lehrveranstaltungen	Smart Home
Schwimmrobotik an der TUBAF	Wie funktioniert eine CPU?	Smart City
Lieferroboter sind keine kleinen autonomen Autos	„I don't git it“ I & II [Github]	Smart Flying
Geoökologische Messkampagnen mit autonomen aquatischen Systemen	Jupyter Notebooks – Vor- und Nachteile	Smart Mobility
Industrial Metaverse, Robotik & KI	Einführung ROS2 I & II	E-Mobilität – Wohin geht die Reise?
Was haben Outdoor-Roboter und Sehbehinderte gemeinsam?	Datenanalyse mit Python und Panda	Sicherheit im Internet
Autonomes Fahren	Zeig's mir! Pointer in C und C++	Projektmanagement-Methoden in IT-Projekten
Welche Aufgaben werden Roboter künftig im Haushalt übernehmen?	Praktische Datenaggregation und -analysen mit Python Teil 1 & 2	Projektmanagement als Methode – Teil 1, 2 & 3
Navigation autonomer Drohnen	Word vs. LaTeX – Ein kritischer Vergleich	SAXEED-Gründerworkshop
Forschung zur Robotik [am Institut für Informatik] an der TUBAF – Ein Überblick	Verwendung von TUBAF-LaTeX zur Erstellung von Dokumenten im Corporate Design der Bergakademie	Hackerspaces, Makerspaces, Fablabs (Dipl.-Ing. Florian Festi)
Soziale Robotik und Affective Computing	Das OER-Connected Lectures-Projekt an der UB der TUBAF	Green IT – Was ist das?
Normung und Standardisierung und dessen Anwendung im Bereich der Robotik	Modulare Remote-Labore – Entwicklungsstand des Werkzeugs Edrys (Projekt CrossLab)	Der digitale Euro – versus Crypto?
Forschung zum Feld der Robotik an der TU Bergakademie Freiberg	Ist es ok KI für die Vorlesung zu nutzen..?	GPS, Galileo & Co.
Digitale Kriegsführung	LabSchool – eine digitale Schule für SAX [Sachsen]	Digitalzölle – ein weiteres Mittel gegen Trump..?
Liefert Amazon bald mit humanoiden Robotern aus..?	Bearbeite Dein eigenes ORCID-Profil – Bits&Bytes-Spezial mit der UB [der TUBAF]	Smart Region, Open Region, Digital Region – was passt zu Freiberg..?

Im Zusammenhang mit den Punkten b) und c) ist vorgesehen, das RoboLab zu einem virtuellen Lernort für sächsische Schüler und Schülerinnen auszubauen. Dabei wird in einem ersten Schritt unter dem Label „Digital.Real.Genial“ sächsischen Schulen an der TU Bergakademie Freiberg entstandenes MINT-Lehrmaterial zur Verfügung gestellt. In einem weiteren Schritt wird das genannte Projekt CrossLab in einer Projektverlängerungsphase bis zum Ende des Jahres 2025 so erweitert, dass Schulen – Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern – die im RoboLab aufgebaute Laborinstallation für den Informatikunterricht (z. B. Microcontroller-Programmierung) zugänglich gemacht

wird. Dadurch wird das RoboLab zu einem Bindeglied zwischen dem Universitäts- und Schulbereich. Es hilft dabei auch, eine Kapazitätslücke an sächsischen Schulen zu schließen, indem es das Material und die Technologie liefert, um Unterricht auch im Fall von lehrkapazitätsbedingtem Ausfall digitalisiert bzw. online durchführen zu können. Zugleich hat es ein kommunikatives Element, indem es die wissenschaftliche Arbeit an einer Universität im schulischen Bereich bekanntmacht. Dieses Vorhaben soll am Standort Freiberg unter der Bezeichnung „LabSchool“ im Rahmen eines längerfristig angelegten Schulversuchs zu einer Digitalen Landesschule für Sachsen ausgebaut werden.



## Ausblick – vom RoboLab zum Open Space

Das RoboLab als Ort der Wissenschaftskommunikation stößt mit seiner Lage in der Freiburger Innenstadt jedoch auch an Grenzen. Bestimmte Technologien und Inhalte lassen sich hier nur begrenzt aufbereiten und darstellen. So wurde zum Beispiel für den „Bits&Bytes“-Vortrag zu „Autonomen Drohnen“ ein Außenstandort benötigt, auf dem sich direkte Flugdemonstrationen praktisch durchführen lassen. Unter der ergänzenden Bezeichnung „RoboLab – Open Space“ konnte im Sommersemester 2025 erstmals ein solcher Vortrag unter freiem Himmel stattfinden. Als Durchführungsort wurde ein sich in der Revitalisierung befindliches ehemaliges Haldengelände am Rand der Stadt Freiberg gewählt, deren Nutzung durch den Besitzer der Liegenschaft – eine sich im öffentlichen Eigentum befindliche Standortentwicklungsgesellschaft – zugestimmt wurde. Mit dieser wird dazu in Ergänzung aktuell beraten, wie sich ein an das Haldengelände angeschlossenes Areal einer früheren Porzellanfabrik für die Befahrung mit Robotern nutzen ließe. Hierbei wird die Vision verfolgt, eine größere Fläche zum Zwecke der Forschung

und damit verbundenen Wissenschaftskommunikation zu gestalten. Dort können zum Beispiel innerstädtische Randbedingungen modellhaft nachgebildet werden, um an Methoden und Technologien für die Routenplanung von Lieferrobotern bzw. Robotern im öffentlichen bzw. semi-öffentlichen Raum zu arbeiten. Das identifizierte Gelände hat darüberhinausgehend Potenzial für eine Nutzung für andere thematische wissenschaftliche Arbeiten an der TU Bergakademie Freiberg entlang ihres naturwissenschaftlich-technischen Forschungsprofils. Unter der Arbeitsbezeichnung „Wissenschaftsgarten“ könnte das gesamte Areal sowohl zum Zwecke der Wissenschaftskommunikation und damit verbundenen Teilnehmungsformaten eingesetzt werden als auch ein Anlaufpunkt für wissenschaftlich interessierte Touristen sein.

### Referenzen:

- [1] Vgl. MINING REPORT Glückauf (2015) und TUBAF (2025a).
- [2] Vgl. TUBAF (2025b).
- [3] Vgl. Menz / Waurich (2022).
- [4] Vgl. Freie Presse (2024a) und SWG (2024).
- [5] Vgl. TUBAF (2024c) und Silicon Saxony (2024).

- [6] Link: <https://jugendhackt.org/lab/freiberg/>.
- [7] Vgl. BLICK (2024), NdWW (2024) und TUBAF (2024d).
- [8] Ein Interview-Podcast mit den beiden an der Gründung beteiligten Studierenden findet sich unter TUBAF (2024).
- [9] Vgl. TUBAF (2024a).
- [10] Vgl. Höllermann (2023).
- [11] Vgl. HELMHOLTZ (2022) und HELMHOLTZ (2025).
- [12] Vgl. Clearpath Robotics (2025).
- [13] Link: <https://ready-for-robots.de/>.
- [14] Vgl. LVZ (2024).
- [15] Vgl. TAG Wohnen (2024).
- [16] Isochronen sind Konturlinien, die für Routen mit derselben Befahrzeit stehen. Vgl. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Isochrone>.
- [17] Vgl. SAXEED (2024).
- [18] Link: <https://www.freiberg-science-city.de/>.
- [19] Vgl. Freie Presse (2024b) und Freie Presse (2024c).
- [20] Link: <https://www.instagram.com/tubaf.if/>.

### Quellen:

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

- 1 Wiss. Mitarbeiter TU Bergakademie Freiberg/ externer Dozent Duale Hochschule Sachsen (Standorte Bautzen und Dresden), **Kontakt:** Thomas.Schumann@informatik.tu-freiberg.de
- 2 Hochschullehrer TU Bergakademie Freiberg (Inhaber der Professur für Robotik und Softwaretechnologie)

# 40 Jahre Kustodie

Wissen bewahren, erforschen, vermitteln

Andreas Benz

## Einleitung

Die Kustodie der TU Bergakademie Freiberg beherbergt heute offiziell ein Dutzend Einzelsammlungen mit etwa 15.000 Objekten, deren thematisches Spektrum ebenso vielfältig ist wie die Objektstruktur. So finden sich neben antiken Stücken zur Bergbaukunde etwa mathematische Modelle, physikalische Instrumente, aber auch ein Bestand an historischen Eisengussplatten oder Proben aus den Bereichen Metallurgie und organische Chemie.<sup>1</sup> Doch bis es zu dieser recht klaren Zuschreibung kam, war es ein langer und zum Teil auch beschwerlicher Weg. Ein Weg, der auch heute noch nicht abgeschlossen ist.

Zum vierzigsten Mal jährt sich 2025 die Gründung dieser zentralen Einrichtung mit dem für viele noch immer ungewohnten Namen „Kustodie“, abgeleitet vom lateinischen custodia für Bewachung und Bewahrung. Wenig überraschend lag insbesondere in der Anfangszeit

das Hauptaugenmerk auf dem Sichten, Bergen und Unterbringen der Hinterlassenschaften. Es folgten Dokumentation und Wiederherstellung der Objekte, um diese mittel- und langfristig für Lehre, Forschung und öffentliche Ausstellungen bereitstellen zu können.

In diesem Beitrag soll die mitunter wechselhafte, gleichwohl erfolgreiche Entwicklung der Kustodie nachgezeichnet werden. Anstelle einer lückenlosen Chronologie wird ein Überblick gegeben, der neben Anmerkungen zu Struktur und handelnden Personen die bereits angesprochenen Kernbereiche Kulturgutschutz sowie Forschung, Lehre und öffentliche Präsentation umfasst.

Ein herzlicher Dank an meinen Vorgänger im Amt, Dr. Jörg Zaun, für sachdienliche Hinweise und insbesondere an den ersten Kustos, Dr. Frieder Jentsch, für die umfangreichen mündlichen und schriftlichen Auskünfte.

## Gründungsgeschichte und strukturelle Entwicklung

Im Jahr 1971 wurde in Jena die erste Kustodie in der ehemaligen DDR gegründet, deren Aufgabe der Schutz des Kulturguts der dortigen Friedrich-Schiller-Universität war. Sie diente auch als Vorbild, als 1978 an der Bergakademie erstmals die Einführung einer vergleichbaren Einrichtung diskutiert wurde. Der Versuch scheiterte jedoch an internen Widerständen, insbesondere am Veto des Prorektors für Gesellschaftswissenschaften.<sup>2</sup> Damit war zugleich der Startpunkt für einen mehrjährigen Prozess gesetzt, in dem auch hochschulpolitische Aspekte eine Rolle spielten, etwa die Weisung des Ministers für Hoch- und Fachschulwesen im Jahr 1980.<sup>3</sup>

Ein wichtiger Schritt war die Eröffnung des sog. Traditionskabinetts unter Leitung von Dr. Hanns-Heinz Kasper im Jahr 1982. Die Vorarbeiten ließen das

Ausmaß der noch vorhandenen (Lehr-) Sammlungen erahnen.<sup>4</sup> Kurz darauf fiel die Entscheidung, eine Kustodie als zentrale Verwaltungseinheit zu bilden und diese dem Bereich des 1. Prorektors zuzuordnen.<sup>5</sup> Die offizielle Gründung erfolgte schließlich zum 01.03.1985 in Folge einer Organisationsanweisung.<sup>6</sup>

Nach der politischen Wende erlebte die Kustodie einen strukturellen Wandel, indem sie ebenso wie das Traditionskabinett dem Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte (IWTG) angegliedert wurde. Nach der Neuausrichtung des IWTG unter Professor Helmuth Albrecht (1997-2024) festigte sich diese Struktur dauerhaft.

Bis heute ist die Kustodie ebenso wie das 2015 in Historicum umbenannte Historische Kabinett und das Studium generale eine eigenständige zentrale Einheit innerhalb des IWTG. Dabei ist es auch nach der Neubesetzung der Professur mit Eva-Maria Roelevink im vergangenen Jahr geblieben.

### Die Menschen hinter der Kustodie

Erster Leiter wurde mit Frieder Jentsch ein promovierter Mineraloge, der sich in den 1970er Jahren bereits um die Petrografische Sammlung verdient gemacht hatte. Er übte dieses Amt mehr als zwanzig Jahre aus. Ihm folgten mit Jörg Zaun (2006-2015) und Andreas Benz (seit 2016) zwei promovierte Historiker.

Neben der Stelle des Leiters, im internen Schriftverkehr vor allem in der Frühzeit auch als „Hauptkustos“ bezeichnet, sah der damalige „Funktionsplan“ einen Restaurator und einen Mitarbeiter für die Sammlungsarbeit vor.<sup>7</sup>

Als Restaurator wurde der zuvor in der Verwaltung tätige, handwerklich sehr begabte Gerhard Schulz eingesetzt. Er ging zum Jahresende 1988 in Rente. Ihm folgten Michael Klemm (1989-1996), ein Absolvent der Uhrmacherschule Glashütte und Ingenieur für Feinwerktechnik und Volker Schramm (1997-2010), vormals in den Werkstätten der Maschinenenergie-technik der TU Bergakademie tätig. Mit Hendrik Naumann (2011-2022) arbeitete dann erstmals ein ausgebildeter Restaurator an der Kustodie. Seit März 2023 ist die Stelle hälftig geteilt und wird mit Julia Zahlten und Robert Zalesky ebenfalls von zwei Diplomrestauratoren ausgeübt.

Dagegen blieb die zunächst vorgesehene Stelle für die wissenschaftliche Erfassung der Sammlungen „aus Gründen der Sparsamkeit“<sup>8</sup> dauerhaft unbesetzt. In den 1990er Jahren versuchte man diese Lücke



Abb. 1: Abzug eines Original-Dias von der ersten Ausstellung der Kustodie im Senatssaal, 1986

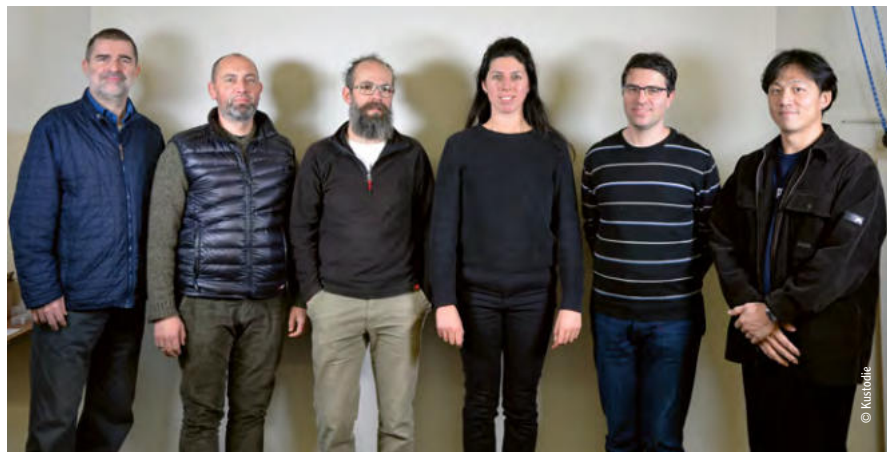


Abb. 2: Team der Kustodie 2023 (v. l.): Volker Mende, Tobias Müller, Robert Zalesky, Julia Zahlten, Andreas Benz, Sung-Yong Kim

mit Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen (ABM) zu schließen. Insgesamt 36 Personen konnten zwischen 1992 und 2004 über derartige Programme beschäftigt werden.<sup>9</sup>

In den vergangenen Jahren gelang es durch das Einwerben von Drittmittelprojekten, die Sammlungsarbeit deutlich zu intensivieren. Seit 2021 waren bzw. sind Volker Mende, Karl Klemm, Tobias Müller und Sung-Yong Kim als wissenschaftliche Mitarbeiter für spezifische Sammlungen beschäftigt.

### Örtlichkeiten und Ortswechsel

Ein bis heute ungelöstes Problem ist die adäquate räumliche Unterbringung der zum Teil sehr platzintensiven Sammlungsobjekte. Erstes Domizil der Kustodie wurde das Hauptgebäude in der Akademiestraße 6. Mit der Zeit entstand dort auf dem Dachboden ein „begehbares Raritätenkabinett“.<sup>10</sup> Mit dem kontinuier-

lichen Zuwachs an Sammlungsobjekten, häufig kurzfristig und auf Zuruf, wenn in einem Institut Bauarbeiten anstanden oder Mitarbeiter in Rente gingen, stieg auch der Platzbedarf. Zwar konnten immer wieder neue Flächen bezogen werden, doch waren diese weder zentral gelegen, noch konservatorisch geeignet. Nachdem über mehr als ein Jahrzehnt auch die Kernsammlungen in verschiedenen Räumlichkeiten des Universitätshauptgebäudes mehr schlecht als recht untergebracht und kontinuierlich gewachsen waren, mussten sie um die Jahrtausendwende umgelagert werden. Der aufwendige Transport umfasste mehrere Dutzend LKW-Ladungen und mehr als 1.000 Verpackungseinheiten.<sup>11</sup> Nach einem kurzen Intermezzo im Hochregallager auf der Reichen Zeche ging es 2004 in das Gebäude der ehemaligen Arbeiter- und Bauernfakultät in der Lessingstraße 45. Was als Interim gedacht war, erfüllt nun seit reichlich zwanzig Jahren



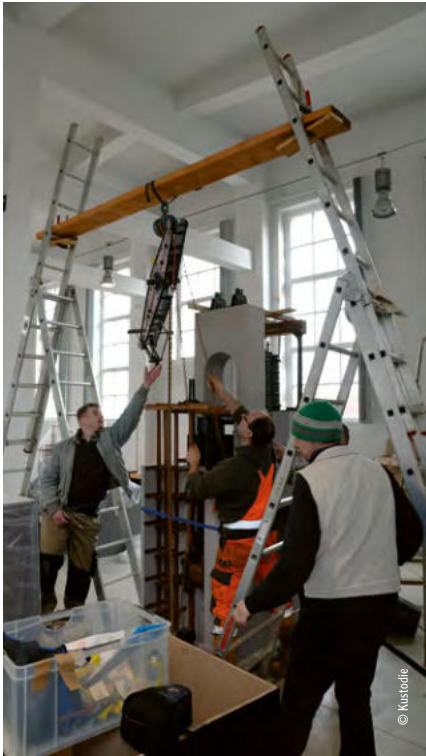


Abb. 3: Abbau des Modells Cornwallische Dampfmaschine in der Weißkaue 2019

seinen Zweck. Auch wenn der Standort aus konservatorischer Sicht weiterhin äußerst schwierig ist, trat im Jahr 2019 eine maßgebliche Verbesserung ein. Im Zuge der Landesausstellung „Boom“ musste das Schaudapot auf der Reichen Zeche geräumt werden, wodurch größere zusammenliegende Flächen im Obergeschoss der Lessingstraße bezogen werden konnten.

### Rechtliche und praktische Herausforderungen des Kulturgutschutzes

Die Frage der Unterbringung steht in engem Zusammenhang mit der für die Gründung der Kustodie ausschlaggebenden Motivation, den Schutz des Kulturguts der Hochschule. Dessen kaum abschätzbarer Umfang galt es zunächst zu ermitteln, zu sichern und auf ein höheres Niveau zu bringen. Kulturgut umfasst dabei alles Bewahrenswerte gemäß allgemeiner Gesetze und Verordnungen, heute insbesondere dem Kulturgutschutzgesetz des Bundes und den Denkmalschutzgesetzen der Länder. Zu Gründungszeiten war es das Kulturgutschutzgesetz der DDR vom 03.07.1980. Für die Handhabung wurden vielerorts betriebsinterne Regelungen geschaffen, im Falle der Bergakademie die Kulturgutanweisung Nr. 3/82, welche die Erschließung, Nutzung und den Schutz der Bestände bezweckte.<sup>12</sup> Nach Gründung folgte die offizielle Beauftragung der Kustodie durch den Verwaltungsleiter

„das in den Hochschulgebäuden vorhandene sammlungswürdige Kulturgut zu registrieren“.<sup>13</sup> Im April 1989 wurde die rechtliche Vorlage dem Arbeitsfortschritt mit Ausweisung von 30 Sammlungen entsprechend spezifiziert.<sup>14</sup>

Mit der politischen Wende erübrigte sich diese Weisung de jure, de facto blieb sie jedoch für das innerbetriebliche Vorgehen bedeutsam und sollte auch nach 1990 Anwendung finden, bis eine neue Rechtsgrundlage geschaffen war. Allerdings scheiterten Versuche, hier alsbald zu einer Lösung zu kommen.<sup>15</sup> Es sollte noch bis 2014 dauern, ehe die Sammlungen in einer spezifischen Ordnung rechtsverbindlich als Kulturgut definiert wurden und damit unter besonderem Schutz stehen. Hiernach befinden sich an der TU Bergakademie Freiberg offiziell 25 wissenschaftliche Sammlungen, darunter die Geowissenschaftlichen Hauptsammlungen und zwölf Sammlungen der Kustodie.<sup>16</sup>

Neben der rechtlichen Grundlage stellt sich die inhaltliche Frage, um was es sich beim bergakademischen Kulturgut schwerpunktmäßig handelt. Mit Verweis auf die eingangs erwähnten und seit 2014 in der Sammlungsordnung offiziell klassifizierten Bestände der Kustodie, soll nachfolgend vereinfacht von „Technischen Sammlungen“ gesprochen werden. Ihnen ist gemein, dass sie meist als reine Lehrmittel dienen, wodurch sie stärker Gefahr laufen, aussortiert und vernichtet zu werden als dies bei künstlerischen oder naturwissenschaftlichen Objekten der Fall ist. Dies geschah verstärkt im Zuge der sog. wissenschaftlich-technischen Revolution und der III. Hochschulreform von

1970.<sup>17</sup> Wenngleich sich die Verluste an der Bergakademie insgesamt in Grenzen hielten, fristeten die nicht mehr genutzten Bestände ein kümmerliches Dasein und waren teilweise stark in Mitleidenschaft gezogen. Vor allem die Anfangszeit der Kustodie war daher geprägt, im Rahmen einer Kulturguterfassung noch vorhandene, aber in Vergessenheit geratene Reste der historischen Lehrsammlungen aufzusuchen und zu erschließen.<sup>18</sup> Das Zusammentragen der Bestände auf Dachböden und Kellern hatte häufig die Form von „Entrümpelungsaktionen“.<sup>19</sup> Und manchmal waren auch „fast kriminalistisches Geschick oder kuriose Zufälle“ notwendig.<sup>20</sup> In jenen Tagen entstand auch der prägende Satz: „Wir geben die Sammlungen der Hochschule zurück!“<sup>21</sup> Ein Motto, an dem die Kustodie bis heute festhält.

### Restaurierung, Erschließung und Dokumentation

Nach der Bergung und Sicherung eines Objekts stehen Restaurierungs-, Präparierungs- und Konservierungsarbeiten an. Eine exponierte Stelle besitzt bis heute die historische Modellsammlung, ein Fundus technikgeschichtlicher Sachzeugen von internationalem Rang. Den Kern bilden die etwa 250 erhaltenen Modelle zum Berg- und Hüttenwesen aus dem späten 18. bis frühen 20. Jahrhundert. Ab 1990 wurde der Bestand durch gezielte Maßnahmen um rund 150 Modelle zur DDR-Industrie erweitert, u. a. von der Zinnhütte Albert Funk Freiberg, der SDAG Wismut Gera, dem VEB Chemieanlagenbau Leipzig und dem VEB Metalleichtbaukombinat (MLK).<sup>22</sup>



Abb. 4: Energie-Indikator nach H. Undeutsch: Dachbodenfund vor und nach der Bearbeitung 2017 bzw. 2025

Im Laufe der vergangenen 40 Jahre haben sich die Restaurierungsgrundsätze der Kustodie grundlegend gewandelt. Ursprünglich galt es, möglichst den vermeintlichen Originalzustand eines Objekts exakt wiederherzustellen, wobei fehlende Elemente großzügig rekonstruiert wurden. Heute steht der Erhalt des gealterten Originals im Vordergrund. Ergänzungen sollen erkennbar sein, ohne den ästhetischen Eindruck zu stören. Diesem Grundsatz fühlte sich auch das von Hendrik Naumann initiierte und von der Hermann Reemtsma Stiftung finanzierte Projekt verbunden, bei dem verschiedene Objektgruppen aus der Bergbaukunde-Sammlung konservatorisch und restauratorisch behandelt wurden.<sup>23</sup>

Neben dem physischen Erhalt ist zugleich darauf zu achten, dass die geretteten Objekte ordnungsgemäß dokumentiert werden. Bereits kurz nach der Gründung erstellte der Kustos eine Inventarisierungsrichtlinie.<sup>24</sup> An eine sofortige Bearbeitung nach Grundsätzen des Kulturgutschutzgesetzes war bei der personellen Situation jedoch nicht zu denken, so dass Erschließung und Bearbeitung oftmals bis heute ausstehen.

Zugleich gab es noch zu DDR-Zeiten erste Bemühungen, die Bestände computerbasiert zu erfassen. Zunächst kam das von der TU Dresden entwickelte Programm Rubens zum Einsatz, in den 1990er Jahren dann mit Unterstützung der Landesstelle für Museumswesen die Datenbank Hida von der Firma Startext.<sup>25</sup> In Hida erfolgte auch die serielle Aufnahme der Daten durch die ABM-Kräfte. In eineinhalb Jahrzehnten wurden nach Berechnung des damaligen Kustos mehr als 40 Arbeitsjahre abgeleistet und es entstanden Datenbankeinträge von mehr als 10.000 Objekten.<sup>26</sup> Die Qualität der Erfassung war allerdings sehr unterschiedlich und häufig fehlerhaft.

In den 2000er und 2010er Jahren fand eine Strukturierung dieser bewahrten, aber oft nur leidlich dokumentierten Bestände statt. Hierzu wurden auf Grundlage der Hida-Daten für jede Sammlung individuelle Excel-Listen erstellt, sukzessive ergänzt durch Objektbilder. In den letzten Jahren begann dann ein Prozess, den es langfristig fortzuführen gilt. So wurden für ausgewählte Sammlungen und Objekte Datensätze in den öffentlich zugänglichen Datenbanken der Landesstelle für Museumswesen, Museum digital<sup>27</sup>, und der Universitätsbibliothek, TUBAFmedia<sup>28</sup>, eingestellt. Darüber hinaus gelang es wie

schon vor dreißig Jahren, sich der von der TU Dresden genutzten Objektdatenbank anzuschließen. Seit 2024 werden in das von den Staatlichen Kunstsammlungen entwickelte System Daphne der Firma Robotron die bestehenden Datensätze integriert und dort auch neu aufgenommene Objekte erfasst. Parallel dazu wurde ein verbindliches Sammlungskonzept erstellt, das als praktische Ergänzung der Sammlungsordnung für den internen Gebrauch zu verstehen ist.<sup>29</sup>

Die kontinuierliche Strukturierung der Sammlungen und das konservatorische Sichern der Bestände schufen die Grundlage dafür, dass sich die Kustodie neben der öffentlichen Präsentation zunehmend auch den beiden anderen Kernbereichen universitärer Sammlungen widmen konnte, der Forschung und der Lehre.<sup>30</sup>

### Einsatz von Sammlungsobjekten in der Lehre

Mit der Eingliederung der Kustodie in das IWTG entstand einerseits die Verpflichtung für den Kustos, sich an der dortigen Lehre zu beteiligen. Zugleich bot dies die Chance, die Sammlungen der Kustodie direkt in Lehrveranstaltungen einzubeziehen. So kommen die Studierenden nicht nur mit Objekten in Kontakt, sondern erhalten auch einen Eindruck von deren Bedeutung als historische Überreste und werden bezüglich des materiellen und immateriellen Werts der Objekte sensibilisiert.

In den ersten Jahren fanden individuell konzipierte Lehrveranstaltungen wie das Natursteinseminar und Restaurierung von technischem Kulturgut Eingang in den Lehrplan.<sup>31</sup> Mit Einführung des Diplomstudiengangs „Industriearchäologie“

wurde das museologische Lehrangebot sukzessive erweitert und schließlich auch im Modulplan der bestehenden Studiengänge Industriearchäologie (Bachelor) bzw. Industriekultur (Master) verankert. Das Seminar „Umgang mit Kulturgut“ behandelt Grundlagen der präventiven Konservierung und historischen Werkstoffkunde.<sup>32</sup> Im Laufe der Jahre entstanden in Form von Studien- und Hausarbeiten mehrere Dutzend Objekt- und Sammlungsdokumentationen, u. a. eine herausragende Arbeit über die historischen Hüttenmodelle.<sup>33</sup> Demgegenüber verfolgt das zweisemestrige Seminar „Praktische Museologie“ das Ziel, Studierende in die Konzeption, Planung und Umsetzung eines museologischen Projekts einzuführen. In diesem Format entstand seit 2007 fast jedes Jahr eine kleinere oder auch etwas größere Ausstellung.

### Sammlungen als Forschungsinfrastruktur

Neben der Lehre eröffnet auch das zweite universitäre Hauptgebiet, die Forschung, vielfältige Möglichkeiten für die Sammlungen der Kustodie. Zunächst ging es vor allem darum, sich bei den geborgenen Dingen darüber zu informieren, um was es sich hier handelte, wie sie einst funktionierten und für welche Zwecke sie genutzt wurden. Man bezog sich vor allem auf die wissenschaftliche Fragestellung zum Nutzungswandel und die Erhaltungswürdigkeit. Zunehmend ging es aber auch darum, diese Art Sachzeugen nicht nur museal zu sichern, sondern potentiell auch wieder für die fachspezifische Forschung nutzbar zu machen. So bieten die Modelle vielfältige Möglichkeiten für die Wissenschafts- und Technik-



Abb. 5 a: Seminar „Umgang mit Kulturgut“ im Wintersemester 2024



geschichte. In den letzten Jahren wurde zunächst der Modellbestand des VEB MLK im Rahmen des interdisziplinären DFG-Schwerpunktprogramms 2255 „Kulturerbe Konstruktion“ intensiv bearbeitet.<sup>34</sup> Seit 2022 findet eine digitale Erschließung der Sammlung Eisenmetallurgie und der (Re)Integration in die Lehre im Rahmen eines uniweiten Projekts der Stiftung Innovation in der Hochschule statt.<sup>35</sup> In diesem Jahr kam ein weiteres DFG-Projekt hinzu, das sich in den kommenden drei Jahren gemeinsam mit dem Institut für Anorganische Chemie der Digitalisierung chemischer Sammlungen widmet. Zuvor war bereits der Dia-Bestand der Sammlung für Bergbaukunde im Rahmen eines Projekts bei der Volkswagenstiftung digitalisiert worden.<sup>36</sup>

### Ausstellungen und Leihverkehr als Form öffentlicher Präsentation

Die Vermittlung an eine interessierte Öffentlichkeit ist nach Forschung und Lehre die dritte zentrale Säule, auf der die Arbeit der Kustodie beruht. Sammlungsobjekte eignen sich hervorragend als Präsentationsmittel, was im Wesentlichen auf dreierlei Wege geschieht:

Erstens in Form eigener Ausstellungen in Freiberg und darüber hinaus. Die erste Ausstellung der Kustodie war ein mit Objekten der Sammlung für Bergbaukunde organisierte Schau zum Berg- und Hüttenmännischen Tag 1985 im Senatssaal (siehe Abb. 1).

Darüber hinaus kommt dem Leihverkehr mit regionalen und überregionalen Museen zentrale Bedeutung zu. Insgesamt führte die Kustodie seit 1985 mehr als 250 Leihvorgänge mit über 2.000 Objekten durch. Hier spielen die aufgearbeiteten und wiederhergestellten Bergbau- und Hüttenmodelle eine zentrale Rolle. Highlights waren Ausstellungen im Mathematisch-Physikalischen Salon in Dresden (1989), die Alexander-von-Humboldt-Ausstellungen in Quito, Caracas und Mexiko-Stadt (1999), die documenta 14 in Kassel (2017) sowie in jüngster Vergangenheit im Berliner Humboldt-Forum (2024) und im Staatlichen Museum für Archäologie Chemnitz (2025).<sup>37</sup>

Eine dritte wesentliche Säule öffentlicher Präsentation bilden in Lehrveranstaltungen konzipierte Ausstellungen, bei denen die Studierenden sich mit einem bestimmten Sammlungsbestand auseinandersetzen und anhand festgelegter Fragestellungen und Kriterien Objekte auswählen. Als besondere Beispiele



Abb. 5 b: Praktische Museologie: Modell des Zylindergebläses für die Ausstellung „Gut für Freiberg!“, 2024



Abb. 6: Workshop in der MLK-Modellsammlung im Rahmen des DFG-SPP-Projekts 2023



Abb. 7: Modelle Wassersäulenmaschine und verzogener Schacht auf der documenta 14 in Kassel, 2017

seien hier genannt: „Theoria cum Praxi“ in Marienberg (2007), „Reisen bildet“ im Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg (2011)<sup>38</sup> oder „Edle Motive“ (2018) in der terra mineralia.

### Fazit und Ausblick

Seit ihrer Gründung vor nunmehr vierzig Jahren verfährt die Kustodie der Bergakademie Freiberg nach dem Leitsatz „Erfassen-Bewahren-Präsentieren“.<sup>39</sup> Dabei standen stets die Objekte im Zentrum. Objekte, die als kurzfristige oder dauerhafte museale Leihgaben das Potential besitzen, den Bekanntheitsgrad der Hochschule merklich zu steigern. Objekte, die idealerweise aber auch die universitären Hauptbereiche Lehre und Forschung mit einbeziehen, wie etwa beim MLK-Modellbestand geschehen.

In allen Bereichen wurden große Fortschritte erzielt. Die technischen Sammlungen der Bergakademie wurden gesichert und erschlossen, auf nationalen wie internationalen Ausstellungen präsentiert, in museologische Lehrveranstaltungen integriert und für Forschungsprojekte genutzt, durch die alleine in den vergangenen zehn Jahren mehr als 550.000 Euro an Drittmitteln generiert werden konnten.

Mit der Jubiläumsausstellung „40 Jahre Kustodie – Wissen bewahren, erforschen, vermitteln“ im Ausstellungsraum des Bergarchivs im Schloss Freudenstein wird der beschriebene Werdegang noch einmal bildlich und vor allem anhand von Objekten skizziert. Dem Verein der Freunde und Förderer ein herzliches Dankeschön für die finanzielle Unterstützung!

- 1 Zaun, Jörg (Hrsg.): Bergakademische Schätze – Die Sammlungen der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, Chemnitz 2015; Benz, Andreas (Hrsg.): Die Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg. Ein Überblick, Freiberg 2019 und 2024.
- 2 UA TUBAF, Akte 10338 „Umfrage Kustodie 1978“, Schriftverkehr im Zuge einer Initiative des 1. Prorektors.
- 3 UA TUBAF, Akte 10338/29 „Grundsatzentscheidungen“, „Konzeption zur Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Sammlungen der Bergakademie Freiberg“ vom 15.07.1980.
- 4 Jentsch, Frieder: Begegnungen der Kustodie auf dem Weg zu besserer Nutzung des bergakademischen Kulturguts 1985-2002, Freiberg 2002, S. 1. (unveröffentlichtes Manuskript)
- 5 UA TUBAF, Akte 10338/30 „Traditionsstätten der Bergakademie“, Arbeitsrichtlinie für die wissenschaftlichen Sammlungen“ vom 08.12.1983.
- 6 UA TUBAF, Akte 10338/2 „Grundsatzdokumente Kustodie“, Organisationsanweisung vom 23.11.1984
- 7 UA TUBAF, Akte 10338/2 „Grundsatzdokumente Kustodie“, Anlage zur Organisationsanweisung vom 23.11.1984
- 8 Jentsch, Frieder: Der Weg zur besseren Nutzung des bergakademischen Kulturguts – Die Kustodie 1985 – 2005, in: Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, 16. Jg. (2009), S. 128.
- 9 UA TUBAF, Akte 10338/17 „Personal“, Zusammenstellung bewilligter ABM ohne Datum.
- 10 Jentsch (2009), S. 129.
- 11 Jentsch (2002), S. 15.
- 12 UA TUBAF, Akte 10338 „Unterlagen zu Gesetzen“, Weisung 3/82 vom 06.05.1982.
- 13 UA TUBAF, Akte 10338 „Erfassung von Kulturgut“, Schreiben Dr. Büttner an Dr. Jentsch vom 18.10.1985.
- 14 UA TUBAF, Akte 10338 „Unterlagen zu Gesetzen“, Weisung 4/89 vom 05.04.1989.
- 15 UA TUBAF, Akte 10338 „Unterlagen zu Gesetzen“, Entwurf einer Sammlungsordnung vom 24.11.1994. 21.05.1996 und 28.01.1999 sowie Abschlussbericht der „Arbeitsgruppe Sammlungen“ vom 28.01.2000.
- 16 Rektor der TU Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Ordnung für die Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg, Freiberg 2014.
- 17 Jentsch, Frieder: Aus der Kustodie der Bergakademie – Gedanken, Ergebnisse, Forschungsansätze, Blätter der Bergakademie, Heft 1, 1991, S. 16.
- 18 Jentsch, Frieder: Begegnungen mit fast vergessenen Kostbarkeiten – Ein Beitrag zum zehnjährigen Bestehen der Kustodie der Technischen Universität Bergakademie Freiberg 1985-1995, Freiberg 1995, S. 20.
- 19 Jentsch (2009), S. 128.
- 20 Jentsch (1995), S. 24.
- 21 Jentsch (2002), S. 5.
- 22 Jentsch, Frieder: Erfahrungen aus 200 Jahren Modellbau in der Region Freiberg, in: Sächsische Landesstelle für Museumswesen (Hrsg.): Technische Modelle als Museumsbestand. Berichte und Erfahrungen, Chemnitz 1999, S. 25–32.
- 23 Albrecht, Helmuth: Neue Drittmittelprojekte am Institut für Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte, in: Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg 23 (2016), S. 71f.
- 24 UA TUBAF, Akte 10338 „Erfassung von Kulturgut“, Schreiben Dr. Jentsch an den 1. Prorektor vom 28.04.1986.
- 25 Jentsch, Frieder: Von RUBENS nach HIDA – Ein ungewöhnlicher, aber gangbarer Weg, in: Sächsische Landesstelle für Museumswesen (Hrsg.): Handreichungen für die Museumsarbeit – Von RUBENS nach HIDA, Chemnitz 1996.
- 26 Jentsch (2009), S. 130.
- 27 <https://sachsen.museum-digital.de/institution/119>
- 28 <https://tu-freiberg.de/ub/open-science/tubafmedia>
- 29 Sammlungskonzept der TU Bergakademie Freiberg, Stand Juli 2024. (unveröffentlichtes Dokument)
- 30 Vgl. Wissenschaftsrat (Hrsg.): Empfehlungen zu wissenschaftlichen Sammlungen als Forschungsinfrastruktur, Berlin 2011, S. 11.
- 31 UA TUBAF, Akte 10338/8 „Weiterbildung“.
- 32 Benz, Andreas: Von der Eisenplatte anno 1636 zum Hochbaummodell des Jahres 1986 – Arbeit mit Objekten in der museologischen Lehre an der TU Bergakademie Freiberg, in: Barsch, Sebastian; van Norden, Jörg (Hrsg.): Historisches Lernen und Materielle Kultur – Von Dingen und Objekten in der Geschichtsdidaktik, Bielefeld 2020, S. 165-184.
- 33 Wobbe, Corinna: Sammlung der Hüttenmännischen Modelle an der Bergakademie Freiberg, Berlin 2013.
- 34 Albrecht, Helmuth; Benz, Andreas; Mende, Volker: Großes Bauen, ganz klein – Die Modelle des VEB Metallleichtbaukombinat und das 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.
- 35 Benz, Andreas; et. al.: 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. Jg. (2022), S. 99-102.
- 36 Benz, Andreas; Klemm, Karl; Parak, Gisela: Der Dia-Bestand der Sammlung für Bergbaukunde („Treptow“-Sammlung) der TU Bergakademie Freiberg, in: Kulbe, Nadine; Jacobs, Theresa; Keller, Ines; u.a. (Hrsg.): Bildarchive – Wissensordnungen, Arbeitspraktiken und Nutzungspotentiale, Dresden 2022, S. 198-216.
- 37 Benz, Andreas: Zeigen, was sonst verborgen bliebe – Sammlungsobjekte der Kustodie der TU Bergakademie Freiberg als Leihgaben für museale Ausstellungen, in: Acamonta – Zeitschrift für Freunde und Förderer der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, 31. Jg. (2024), S. 69-70.
- 38 Thiel, Ulrich; Zaun, Jörg: Reisen bildet – Bildungsreisen von und nach Freiberg Begleit- heft zur Ausstellung im Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg, Freiberg 2011.
- 39 Jentsch (2009), S. 129.



# Welterbe-Standort Muldenhütten

## Das recomine-Verbundprojekt Lern-, Lehr- und Vermittlungsort (LLV) Muldenhütten

Helmuth Albrecht<sup>1</sup>

Die 2019 von der UNESCO zum Welterbe ernannte grenzüberschreitende deutsch-tschechische Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří verfügt im sächsischen Teil über fünf historische Hütten-Standorte: Die Saigerhütte Grünthal (1537) bei Olbernhau, Schindlers Blaufarbenwerk (1649) bei Zschorlau, Teilbereiche der Halsbrücker Hütte (1612/1663) bei Freiberg, die St. Georgenhütte (um 1665) bei Schneeberg und den historischen Hüttenstandort Muldenhütten (1318) bei Freiberg. Im böhmischen Teil gehört der sog. „Rote Turm des Todes“ (1951) bei Jáchymov als Rest einer Uranaufbereitungsanlage im weitesten Sinne ebenfalls zu den Hüttenstandorten des gemeinsamen Welterbes.

Ältester und historisch bedeutendster dieser Welterbe-Hüttenstandorte ist mit einer urkundlichen Ersterwähnung vom Jahre 1318 Muldenhütten an der Freiburger Mulde. Die beiden dort am Muldenbogen vorhandenen Silberhütten (Obere und Untere Hütte) wurden 1825 zu den *Staatlichen Hüttenwerken Muldenhütten* vereint.



Ansicht von Muldenhütten (Quelle: Album der sächsischen Industrie Bd. 1, 1856)

Im Verlauf des 19. und 20. Jahrhunderts entwickelte sich Muldenhütten im Zuge der Industrialisierung zum größten und modernsten Standort der Silber- und Buntmetallherstellung in Sachsen. Mit dem Ende der DDR kam auch das Ende der inzwischen auf Sekundärrohstoffe umgestellten und zum VEB Bergbaukombinat Albert Funk gehörenden staatlichen Hütte, die 1990 als *Saxonia AG Metallhütten- und Verarbeitungswerke Freiberg* privatisiert wurde. Durch eine weitere Teilprivatisierung der moderneren Anlagen der DDR-Sekundärbleihütte an der Bahnlinie Dresden-Freiberg im oberen Hüttenareal ging im Dezember 1992 die *Muldenhütten Recycling und Umwelttechnik GmbH* (MRU) hervor, welche die Tradition der Sekundärblei-Verarbeitung bis heute unter dem Namen *ECOBAT Resources Freiberg GmbH* fortsetzt. Muldenhütten ist damit einer der weltweit ältesten noch aktiven Hüttenstandorte.

Auf dem ehemaligen Hüttenareal wurden in der Folgezeit weitere Bereiche privatisiert und dort neue Unternehmen



Ansicht des historischen Welterbe-Hüttenkomplexes Muldenhütten 2022

angesiedelt. Der historische Teil der Hütte am Muldenbogen blieb dagegen weitgehend im Besitz der Saxonia AG, aus der 1993 die *SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungs-gesellschaft mbH* hervorging. Der Landkreis Freiberg (seit 2008 Landkreis Mittelsachsen) und die Stadt Freiberg übernahmen schließlich 1997 als Gesellschafter die *SAXONIA GmbH*, die bis heute Eigentümerin der meisten 1990 zu Denkmälern erklärten historischen Gebäude im Muldenbogen ist. Zu ihnen gehört der 1997 zum Welterbe-Standort erhobene Teil des Hüttenkomplexes im Bereich der ehemaligen Unteren Muldener Hütte.

### Die Denkmale des Hüttenwesens in Muldenhütten

Die Denkmale des Hüttenwesens in Muldenhütten konzentrieren sich auf den Bereich des Muldenbogens im unteren Teil des heutigen Industriegebiets. Der heutige Welterbe-Standort umfasst neben dem als ältestes Gebäude in Muldenhütten erhaltenen Huthaus I (1655) die Produktionsanlagen des Schachtofenhauses I (um 1830) mit seinem Hochofen (1939) und den Granulierbecken für Schlacke auf dem Vorplatz, die Pattinsonhütte (1828) und die Zinkentsilberung (1828), die Raffinier- und Treibehütte (1840) samt ihren zugehörigen Schornsteinen sowie die Überreste des einst das gesamte Hüttenareal von Muldenhütten erschließenden Transportsystems mit einem von einstmalen sieben Wassertonnenaufzügen (um 1840) und den Resten des Hängebahnsystems (um 1922/24) zur Überwindung der erheblichen Höhenunterschiede im Hüttenkomplex. Zahlreiche weitere Denkmale des sächsischen Hüttenwesens befinden sich in der Nachbarschaft des Welterbe-Standorts am Muldenbogen. Zu den bedeutendsten gehören das heute dem Landkreis gehörende Zylindergebläse aus dem Jahre 1828, dem ersten sächsischen Hüttengebläse aus Gusseisen, sowie das Gebäude der 1887 von Dresden nach Muldenhütten verlegten und dort bis 1953 in Betrieb befindlichen Sächsischen Münzstätte, das heute dem Unternehmen *SCHIWA PROFILE Schill & Walther GmbH* gehört.

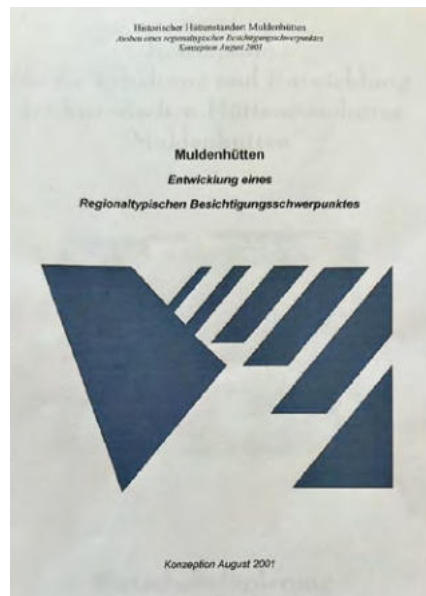
Weitere bauliche Überreste des unter Denkmalschutz stehenden historischen Areals am Muldenbogen sind die beiden Verwaltungsgebäude I und II (um 1829/30), die heute der SAXONIA GmbH gehören, sowie die nach 1990 privatisierten Gebäude des Huthauses II (1830), des früheren Pferdestalls (um 1830), der westlichen und östlichen Flammofenhütte (um 1830), des Silberbrennhauses (um 1800), der Alten Schmiede (um 1850) und der Kupferextraktion (um 1820) sowie des Dampfpochwerks (um 1850). Bis auf das zwischen 1991 und 1993 restaurierte Zylindergebläse sowie das inzwischen privat sanierte Gebäude der Sächsischen Münze wurde die Mehrzahl dieser Denkmale seit ihrer Privatisierung durch unterschiedliche Nachnutzungen baulich überprägt oder gar leerstehend dem Verfall preisgegeben.



Denkmalobjekte der SAXONIA mbH in Muldenhütten

### Sanierung von Altlasten und die Bemühungen um Nachnutzungskonzepte

Bereits 1992 begann die Saxonia AG mit der „Erfassung von Informationen und Daten für die Erstbewertung von Altlastenverdachtsflächen“ am Standort Muldenhütten. 1993 ging daraus das große „Altlastenprojekt“ der SAXONIA GmbH hervor, in dessen Rahmen von 1993 bis 2013 umfangreiche Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen in der Freiburger Bergbau- und Hüttenlandschaft durchgeführt wurden. In Muldenhütten erfolgte im Rahmen dieses Projektes durch Abriss und Versiegelung die Sanierung der Arsenhütte, auf deren Überresten sich heute



Konzeption der SAXONIA mbH zur Entwicklung des Standortes Muldenhütten (August 2001)

der SAXONIA-Ring des Kart-Club-Freiburg e. V. befindet.

Parallel zur Sanierung der Altlasten begannen ab Ende der 1990er Jahre erste Bemühungen zur Bewahrung und Nachnutzung der historischen Denkmalsubstanz des Hüttenareals. Vergleichbare Erhaltungs- oder gar Restaurierungsarbeiten wie im Fall des Zylindergebläses fanden in den zunehmend verfallenden historischen Produktionsgebäuden des heutigen Welterbe-Standorts Muldenhütten zunächst nicht statt. Bekannt wurde der den Unbilden des Wetters und dem Vandalismus überlassene Komplex allerdings einem Millionenpublikum durch die Erstausstrahlung des vom MDR produzierten und am 18. Juni 1995 in der ARD gesendeten Tatort-Krimi „Falsches Alibi“ mit den Kommissaren Ehrlicher (Peter Sodann) und Kain (Bernd Michael Lade). Der historische Komplex diente im Krimi als Versteck einer Autoschieberbande. Um mehr Licht für die Dreharbeiten in das denkmalgeschützte Gebäude der Pattinsonhütte zu bringen, schlug das Filmteam kurzerhand ein großes Loch in das Dach der Hütte, ohne es allerdings nach Drehschluss wieder zu schließen.

Drei Jahre später legte im April 1998 Prof. Otfried Wagenbreth (1927-2017) im Auftrag des Fördervereins Himmelfahrt Fundgrube Freiberg/Sachsen e. V. erstmals eine „Nutzungsstudie für das Technische Denkmal Hüttenwerk Muldenhütten“ vor. In der umfassenden Studie wies Wagenbreth nicht nur auf die große internationale Bedeutung des Hüttenwesens für die Buntmetallurgie und

den Erzbergbau im Freiburger Raum hin, sondern entwickelte einen detaillierten Plan für den Erhalt und die künftige Nutzung des historischen Hüttenareals als Museums- und Umweltstandort. In den Jahren 1999 bis 2001 folgten im Auftrag bzw. in Eigenregie der SAXONIA GmbH weitere umfangreiche Studien zur Sicherung, Sanierung und Wiedernutzung des Hüttenstandorts, die jedoch angesichts der kalkulierten Kosten in zweistelliger Millionen-DM-Höhe nicht umgesetzt wurden. Erst nach der Flutkatastrophe vom August 2002 kam im Verlauf der folgenden Jahre wieder etwas Bewegung in die Maßnahmen zur Erhaltung und Sanierung des Areals. Mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung erfolgte so 2019/20 eine erste Teilsanierung des Huthauses I. Erste Sicherungsmaßnahmen an den Produktionsgebäuden und ihren Schornsteinen sowie eine Altlastensanierung durch Entstaubung in den Gebäuden schlossen sich an. Angesichts der inzwischen wachsenden finanziellen Probleme der öffentlichen Haushalte wurde dabei allerdings klar, dass eine große und schnelle Lösung der Probleme, wie sie noch die Planungen von 1998 bis 2001 vorsahen, auf absehbare Zeit wohl nicht zu erreichen ist. Erst die Aufnahme Muldenhütten als Standort in das Welterbe Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří bot ab 2019 Anlass zu neuen Initiativen.

### Der Welterbe-Titel als neuer Hoffnungsträger

Bereits im Vorfeld der Ernennung des Erzgebirges zum UNESCO Weltkulturerbe kontaktierte das von der TU Bergakademie Freiberg und dem Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HiF) getragene und im Rahmen des Förderprogramms „WIR! Innovation in der Region“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte **recomine**-Bündnis den Autor in seiner Eigenschaft als Direktor des IWTG der TU Bergakademie Freiberg auf der Suche nach einem Projektpartner für ein gesellschaftliches Vermittlungsprojekt des Bündnisses. Der Autor schlug damals den historischen Hüttenstandort Muldenhütten aufgrund seines in das **recomine**-Forschungsprofil der Sanierung von Altlasten im Erzgebirge passenden Charakters als Projektstandort vor und erklärte sich bereit, im Rahmen des **recomine**-Bündnisses beim BMBF ein entsprechendes Projekt für das IWTG zu beantragen. Als Partner konnten dafür die SAXONIA mbH und der För-



derverein Montanregion Erzgebirge e. V. gewonnen werden.

Nur wenige Monate nach der Welterbe-Ernennung des Erzgebirges begann im Herbst 2019 die Antragstellung beim BMBF, die sich aufgrund einer fehlenden Antragsrichtlinie für gesellschaftliche Projekte sowie immer wieder vom BMBF-Projektträger geforderten Antragsänderungen über drei Jahre bis Anfang 2023 hinzog. Zur Überbrückung der Zeit bis zur Bewilligung initiierte das IWTG 2021/22 eine „Pilotstudie“ zur digitalen Bauaufnahme des Welterbe-Standorts, an der als Partner neben der SAXONIA GmbH sich die Fokus GmbH Leipzig, das Team der MonArch-Datenbank der Universität Passau und das Institut für Architektur der NTNU Trondheim beteiligten. Im Rahmen einer Bachelorarbeit entstand dabei auch eine spezielle Untersuchung zum Huthaus I, die wichtige Hinweise für eine weitere Sanierung dieses ältesten Gebäudes am Welterbe-Standort lieferte.

Erst im Juli 2023 konnte das Verbundvorhaben „WIR! - recomine - Konzeption und erste prototypische Umsetzung LLV-Muldenhütten“ beginnen. Ziel des Projekts ist es, den historischen Hüttenstandort Muldenhütten als Standort für Lern-, Lehr- und Vermittlungsangebote (LLV) zu den Themen Welterbe, Bedeutung des Hüttenwesens sowie der metallurgischen Kreislaufwirtschaft in der Region zu entwickeln. 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 Welterbe-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 sollten im Rahmen von drei Themenkomplexen des Projekts erarbeitet und präsentiert



Exkursion im Rahmen des ZeHS-Stipendiatenprogramms nach Muldenhütten 2024

werden, welche zugleich die Grundlage für die Konzeption und Durchführung der im Rahmen des Projekts 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.

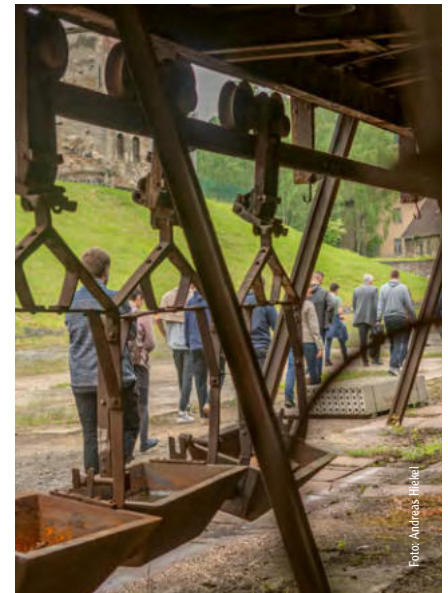
Nach einer mehrmonatigen Vorbereitungsphase mit Literatur- und Quellenrecherchen, Expertengesprächen und konzeptioneller Detailplanung fanden im Juni und Juli 2024 in Muldenhütten die ersten Schulprojektstage mit insgesamt 130 Schüler:innen von Grund- und Oberschulen sowie Gymnasien aus Freiberg und Dresden, ein erster Tag der offenen Tür und die Eröffnung der ersten Ausstellung zum Thema Welterbe im Huthaus I unter reger Beteiligung der Öffentlichkeit statt. Die zweite Ausstellung zu Muldenhütten als Innovationsstandort konnte im Bergarchiv Freiberg am 23. Januar 2025 unter dem Titel „Gut für Freiberg!? Muldenhütten auf dem Weg in das Industriezeitalter“

eröffnet werden. Sie lief bis Ende Juni des Jahres und war am Welterbe-Tag (01.06.) mit einem weiteren Tag der offenen Tür verbunden. Weitere Schulprojektstage mit über 100 Schüler:innen von Gymnasien aus Marienberg und einer Berufsschule aus Chemnitz fanden im August und September 2025 in Muldenhütten statt. Die dritte Ausstellung zum Thema „Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der metallurgischen Kreislaufwirtschaft“ findet von Ende Oktober bis Ende Dezember 2025 im *Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffumwandlung* (ZeHS) der TU Bergakademie Freiberg statt. Darüber hinaus wurden im Rahmen des Projekts drei Lehrerfortbildungen sowie zwei Stakeholder-Workshops mit Vertreter:innen aus relevanten Behörden und Vereinen sowie in Muldenhütten ansässigen Unternehmen zu den Zukunftsperspektiven des Welterbe-Standorts durchgeführt.

Insgesamt hat das Projekt LLV-Muldenhütten das Potential des Welterbe-Standorts als Lern-, Lehr- und Vermittlungsort für die Geschichte, Gegenwart und Zukunft des Hüttenwesens und der Metallurgie in der Region sowie als attraktive touristische Destination im Welterbe Montanregion Erzgebirge/ Krušnohoří generationsübergreifend deutlich gemacht. In enger Zusammenarbeit mit der SAXONIA GmbH und weiteren Partnern



Plakate für die Ausstellungen im Huthaus I (2024) und im Bergarchiv Freiberg (2025)



ZeHS-Exkursion nach Muldenhütten 2024

soll der Standort Schritt für Schritt auch nach dem Ende des **recomine**-Projekts weiterentwickelt werden. Ein erster praktischer Schritt dazu ist das für 2025/26 beantragte LEADER-Projekt des Fördervereins Montanregion Erzgebirge e. V. zur Erstellung einer Nachnutzungskonzeption für das Huthaus I als wichtige Voraussetzung für die Beantragung von Fördermitteln zur weiteren Sanierung

dieses Denkmals. Darüber hinaus werden künftig weitere Anstrengungen nötig sein, um dem Welterbe-Standort Muldenhütten eine Zukunft zu geben.

Wenn Sie unsere Bemühungen um den Welterbe-Standort Muldenhütten mit einer Spende unter dem Stichwort „Muldenhütten“ unterstützen wollen:

**Sparkasse Mittelsachsen**  
IBAN: DE47 7805 2000 0190 0458 25

1 Vorsitzender des Fördervereins Montanregion Erzgebirge e. V.

## Von analogen Instrumenten zu digitalen Geo-Daten

Die Erfassung und Digitalisierung der historischen Sammlung  
markscheiderisch-geodätischer Instrumente

Christian Köhler<sup>1</sup>

### Einleitung: Eine historische Sammlung

Im Zeitalter digitaler Karten, GPS-gesteuerter Drohnen und automatisierter Geodatenverarbeitung wirkt der Anblick eines Theodoliten aus dem 19. Jahrhundert wie ein Blick in eine andere Welt. Dabei sind es genau diese präzise gefertigten Geräte aus Messing, Glas und Holz, die den Grundstein für moderne Vermessungstechniken legten. Das Institut für Markscheidewesen und Geodäsie der TU Bergakademie Freiberg verfügt über eine einzigartige Sammlung historischer markscheiderisch-geodätischer Instrumente, die in ihrer Vielfalt, Anzahl und historischen Tiefe herausragend ist.

Die Sammlung umfasst mehr als 600 Instrumente, die zur Messung von Strecken, Winkeln und Höhenunterschieden

eingesetzt wurden. Ihr zeitlicher Ursprung reicht vom frühen 19. Jahrhundert bis an das Ende des 20. Jahrhunderts. Darunter finden sich nicht nur klassische Messinstrumente wie Nivelliere und Theodolite, sondern auch Rechen- und Zeichenwerkzeuge, optische Analyseinstrumente, Kartendrucke, Bedienungsanleitungen und sogar historisches Werbematerial.

### Herkunft und Ausgangslage: Eine gewachsene Sammlung mit Herausforderungen

Die Sammlung des Instituts ist das Ergebnis einer über Jahrzehnte gewachsenen Institutionstradition. Sie umfasst Geräte aus der Ausbildung, Forschung und dem praktischen Einsatz im markscheiderisch-geodätischen Kontext. Im Laufe der Jahre kam es durch Neuzugänge, Leihgaben und

Umstrukturierungen zu Dopplungen, zu einem heterogenen Katalogsystem und zu inkonsistenter Dokumentation.

Die Erfassung der Sammlung erfolgte bislang über zum Teil handschriftliche Karteikarten mit verschiedenen Identifikationsnummern aus unterschiedlichen Epochen. Die Orientierung innerhalb der Sammlung war dadurch ebenso aufwendig wie fehleranfällig. Zudem fehlte eine klare Definition darüber, welche Instrumente und Objekte zum dauerhaften Bestand zählen sollen.

Ziel der nun angestoßenen Digitalisierungsoffensive war es daher, die Sammlung zu inventarisieren, systematisch zu katalogisieren, zu verschlanken und in eine digitale Form zu überführen, die sowohl dem wissenschaftlichen Bedarf als auch öffentlichen Zugängen gerecht wird.



## Systematik und Sammlungskonzept: Ordnung im historischen Bestand

Im ersten Schritt wurde ein Sammlungskonzept entwickelt, das den Bestand nach Relevanz, Zustand und Bedeutung systematisch ordnet. Die Leitfrage lautete: Was soll die Sammlung heute und in Zukunft leisten? Ziel war nicht die museale Bewahrung eines jeden Objekts, sondern die Schaffung eines kuratierten Bestandes mit klarem thematischem Fokus. Die Kriterien zur Beurteilung und Auswahl der Sammlungsobjekte waren:

- **Zeitliche Relevanz:** Geräte ab dem 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart können in der Sammlung verbleiben, sofern sie eine fachspezifische Bedeutung aufweisen.
- **Räumliche Herkunft:** Es besteht keine Einschränkung bezüglich des Herstellungsortes, der Fokus liegt aber auf Freiberg.
- **Zustand:** Stark beschädigte oder zerstörte Instrumente werden in der Regel nicht in die aktive Sammlung übernommen. Eine Ausnahme können Stücke von besonderem historischem Wert bilden.
- **Bedeutung:** Vorrang erhalten Instrumente mit herausragender technischer oder wissenschaftlicher Bedeutung für die jeweilige Epoche.
- **Redundanz:** Mehrfach vorhandene Geräte mit Baujahr vor 1980 können behalten werden, jüngere Modelle bleiben nur in Einzelkopien erhalten.
- **Teile und Zubehör:** Einzelteile wie historische Prismen oder Aufnahmekomponenten können erhalten bleiben, wenn sie exemplarisch für bestimmte Werkstätten oder Fertigungstechniken stehen.

Zusätzlich wurden auch Dokumente wie historische Karten, Anleitungen und Gebrauchstexte in das Sammlungskonzept aufgenommen, um die instrumentellen Entwicklungen in ihrem Anwendungskontext nachvollziehbar zu machen.

### Zweck und Nutzen:

#### Zwischen Repräsentation, Forschung und Vermittlung

Mit der Digitalisierung verfolgt das Institut drei Hauptziele:

1. **Repräsentation:** Ausgewählte Instrumente werden dauerhaft oder temporär ausgestellt. Sie zeigen die technische Entwicklung der Vermessung, die Geschichte des Instituts und die Verbindung der Stadt Freiberg mit dem Bergbau.



Ausgewählte historische Instrumente mit herausragender Bedeutung werden angemessen präsentiert.

2. **Forschung:** Die Sammlung dient als Grundlage für wissenschaftliche Arbeiten zur Geschichte der Geodäsie, der Vermessung und des technischen Instrumentenbaus. Sie ermöglicht Vergleichsstudien, Konstruktionsanalysen und die Dokumentation technischer Entwicklungslinien.
3. **Ausstellung und Vermittlung:** Die Sammlung kann Bestandteil von Sonderausstellungen, Lehrveranstaltungen oder digitalen Bildungsangeboten werden. Mit ihrer Vielfalt ist sie ein ideales Medium zur Vermittlung technikgeschichtlicher und geowissenschaftlicher Themen.

### Digitalisierung in der Praxis:

#### Vom Objekt zur Datenbank

Die Umsetzung der Digitalisierung erfolgte in mehreren Schritten:

- **Inventarisierung:** Jedes Instrument wurde neu aufgenommen, geprüft, fotografiert und katalogisiert. Dabei wurden vorhandene Karteikarten überprüft,

konsolidiert und durch digitale Einträge ersetzt.

- **Erstellung eines einheitlichen Datenmodells:** Ein einheitliches Kategorisierungsschema wurde entwickelt, das technische Parameter, historische Kontexte, Herstellerangaben und Erhaltungszustand erfasst.
- **Datenbankintegration:** Die Objekte wurden in eine zentrale Datenbank überführt. Diese erlaubt eine digitale Recherche, Filterung nach Kategorien und perspektivisch auch eine öffentliche Online-Zugänglichkeit.
- **Qualitätssicherung:** Durch redundante Prüfschritte wurde sichergestellt, dass keine Fehleintragungen oder Duplikate bestehen bleiben.

Die Datenbank bildet heute nicht nur die Grundlage für die wissenschaftliche Nutzung der Sammlung, sondern ist zugleich eine Brücke zur Öffentlichkeit. Perspektivisch ist geplant, eine Online-Plattform zu nutzen, auf der ausgewählte Objekte in virtuellen Rundgängen oder 3D-Modellen interaktiv erkundet werden können.

### Fazit:

#### Tradition bewahren, Zukunft gestalten

Die Digitalisierung der historischen Sammlung markscheiderisch-geodätischer Instrumente an der TU Bergakademie Freiberg ist mehr als ein Verwaltungsakt. Sie ist ein Schritt hin zu einer modernen, zugänglichen Wissenschaftskultur, die Tradition und Innovation miteinander verbindet. Indem die analogen Werkzeuge der Vergangenheit in den digitalen Raum übertragen werden, entsteht ein neuer Zugang zur Geschichte der Vermessungskunst – anschaulich, forschbar und lebendig.

So wird die Sammlung nicht nur für Expertinnen und Experten nutzbar, sondern auch für Studierende, interessierte Laien und die Öffentlichkeit. Damit bleibt das Wissen um die vermessungstechnische Pionierarbeit der vergangenen Jahrhunderte lebendig – und bildet zugleich das Fundament für die digitalen Geo-Daten von morgen.

1 Institut für Markscheidewesen und Geodäsie, TU Bergakademie Freiberg, Fuchsmühlweg 9 B, 09599 Freiberg

# Die Sammlung Leupold

Der lange Weg nach Hause

Angela Kugler-Kießling

Man schreibt das Jahr 1992. Ein großes Auktionshaus in Saarbrücken kündigt medial die Versteigerung einer der größten Privatsammlungen auf dem Gebiet Bergbau und Hüttenwesen an. Versteigert wird die Sammlung von Hans Leupold. Natürlich gibt es einen Katalog und in dem werden mehrere Positionen mit „Werners Nachlaß“, „Stempel und verschiedene Archiveintragungen“ und „Bergschule zu Annaberg“ aufgelistet.<sup>1</sup> So ein Katalog ruft die montanhistorischen Jäger und Sammler sofort und scharenweise auf den Plan. Die angegebenen Provenienzen werfen allerdings Fragen auf. Und so reisen der Kustos der Bergakademie Freiberg, Dr. Frieder Jentzsch, und der Kustos der Bibliothek, Dr. Peter Schmidt, im Vorfeld der Auktion nach Saarbrücken und besichtigen die angebotenen Objekte.

Sie finden 29 Zeichnungen und Risse der Provenienz Abraham Gottlob Werners. Andere Zeichnungen und Risse trugen den Stempel der Bergakademischen Bibliothek und weitere Zeichnungen konnten anhand des entsprechenden Katalogs<sup>2</sup> identifiziert werden. Verschiedene handschriftliche Angaben belegen die Provenienz der Bergakademie deutlich. Am Ende kann für mehr als 87 Objekte die Bergakademie als Eigentümer ermittelt werden.

Die für die ausgewählten Objekte aufgerufene Summe beträgt 67.000 DM. Die Bergakademie klagt, vertreten durch eine Saarbrücker Kanzlei, und verliert. Die Kosten des Prozesses belaufen sich auf ca. 10.000 DM. Nun gilt es, innerhalb kurzer Zeit Geld aufzutreiben. Bei der Summe und der verbleibenden Zeit ein scheinbar aussichtsloses Unterfangen.

Zwei Jahre nach der Auktion, im Oktober 1994, sind 87 Zeichnungen und Risse wieder „zu Hause“. Zu verdanken ist das den zähen Verhandlungen und dem kompromisslosen und unkonventionellen Auftreten von Dr. Schmidt (1939–1999)<sup>3</sup>, der es damals tatsächlich geschafft hat, die Summe einschließlich der Verfahrenskosten einzuwerben.<sup>4</sup>

## Wer war eigentlich Hans Leupold?

Leupold wird am 1. September 1907 in Annaberg geboren, besucht die Schule im erzgebirgischen Schneeberg und beginnt



Abb. 1: Zeitungsartikel aus Osnabrücker Zeitung vom 27.11.1992

Stempel "Werners Nachlaß", leichte Knicke am Rand, Format: 37.5x50 cm, 38x53.5 cm.	
3 Kupferstiche, die verschiedene Schachtkonstruktionen zeigen Im Stil einer technischen Zeichnung ausgeführt, Format: je 23.5x18.5 cm, ungleichmäßige Ränder, Rückseite: Archiveintragung und Stempel "Werners Nachlaß"	90,-
2 technische Zeichnungen, die beide eine Förderhaspel zeigen Dat. 1758, Format: 31.5x19.3 cm, 25x21 cm, Rückseite: Archiveintragung und Stempel "Werners Nachlaß"	120,-
Kolorierte technische Zeichnung einer Stollenkonstruktion vermutlich Ende 18. Jh. Format: 27x38 cm, Rückseite: Archiveintragung und Stempel "Werners Nachlaß", ungleichmäßiger Rand	90,-
2 Zeichnungen verschiedener Ofenkonstruktionen 1x dat. 1806, 1x leicht koloriert, Format: 35.5x29 cm, 33.5x30x5 cm, Rückseite: Archiveintragung und Stempel "Werners Nachlaß"	90,-
Technische Zeichnung Rädertrieb Vermutlich Ende 18. Jh. bis Anfang 19. Jh., Format: 29x45.5 cm, linker oberer Rand sowie rechter Rand leicht verknickt, Rückseite: Archiveintragung und Stempel "Werners Nachlaß"	35,-
Technische Zeichnung eines Wasserrades und der Berechnung der daraus resultierenden Kraft vermutlich Ende 18. Jh., leicht koloriert, Format: 43x57.5 cm, Rückseite: Archiveintragung und Stempel "Werners Nachlaß"	35,-

Abb. 2: Von P. Schmidt bearbeiteter Auktionskatalog

1927 sein Studium an der Bergakademie Freiberg. Er „wurde in der Burschenschaft Germania aktiv und verlebte dort eine schöne Studentenzeit. Auch auf der Mensur stand er seinen Mann, die Spuren von 10 Schläger-Partien und einer Säbelkiste waren sichtbare Zeugen davon.“<sup>5</sup>

1932 wechselt er an die Technische Hochschule nach Breslau und diplomiert

dort 1934. Im darauffolgenden Jahr geht er für knapp fünf Monate zum Ingenieur-Praktikum in das Braunkohlen- und Großkraftwerk der AG Sächsische Werke Hirschfelde bei Zittau, wechselt zum Ruhrbergbau und wird schließlich am 1. Oktober 1937 Leiter der Betriebswirtschaftsstelle im Steinkohlenbergwerk „Friedrich der Große“. 1945 wird die Zeche



wegen der Kampfhandlungen vorübergehend stillgelegt. Leupold erhält noch in den letzten Kriegstagen die Einberufung, gerät in amerikanische Gefangenschaft und kommt ins Hungerlager nach Remagen. Nach Kriegsende wird er, zuerst unter englischer Leitung, wieder in der Zeche angestellt und avanciert zum Betriebsdirektor. Das bleibt er bis zu seiner Pensionierung 1967.<sup>6</sup>

Als alter Erzgebirgler interessierte er sich von Kindesbeinen an für Mineralien und legte so im Laufe der Jahre eine beachtliche Sammlung an. „Den größten Eindruck auf Besucher machte hingegen das von ihm zusammengetragene bergmännische Kulturgut, das in Form von wertvollen Grubenlampen, Barten, Steigerhäckeln, Leuten usw. vorliegt. ... Nicht zu vergessen ist seine wertvolle Sammlung von alten bergmännischen Schriften, Büchern und Graphiken.“<sup>7</sup>

Am 25. Mai 1981 verfuhr Hans Leupold nach einem erfüllten Bergmannsleben seine letzte Schicht. Nach dem Tod seiner Frau, am 15. Januar 1992, bieten die beiden Söhne einen großen Teil der väterlichen Sammlung dem Auktionshaus an. Danach ist die Geschichte klar. Offen bleibt die Frage: Wie gelangten die besagten Objekte in die Hände von Hans Leupold?

Die Bergakademie hat damals zwar das Gerichtsverfahren nicht gewonnen, aber im Laufe der Prozessführung kam es u. a. zur Offenlegung einiger Briefe aus dem Nachlass von Leupold. Sie geben mindestens teilweise eine Erklärung dafür, wie in den Nachkriegszeiten Kulturgut (u. a. die besagten Zeichnungen und Risse) aus der sowjetischen Besatzungszone in den Westen gelangte. Im Fall Leupold kam zunächst eine größere Anzahl von Rissen und Zeichnungen nach Westberlin.

Von hier aus erfolgte eine Verteilung an die Verkäufer. Dr. R. Stüve ist zu dieser Zeit Einkäufer für das namhafte Antiquariat „Heinrich Th. Wenner“ in Osnabrück. Hans Leupold gilt hier als wichtiger Kunde. Ihm avisiert Dr. Stüve am 30. April 1949 postalisch die Ankunft einer größeren Anzahl von Zeichnungen, Rissen und Gegenständen, die sich aber verzögert, da der Zugverkehr nach Berlin beeinträchtigt ist.<sup>8</sup> Am 10. Juli 1949 trifft ein weiterer Brief ein, der Leupold darüber informiert, dass inzwischen vier große Pakete „mit allen Rissen, Kupferstichen, alten Karten, Originalzeichnungen“<sup>9</sup> eingetroffen sind. Weiter teilt Stüve mit, dass er die Objekte nicht recht einschätzen könne, wohl aber wisse, dass etwas Einmaliges vorliege.<sup>10</sup>

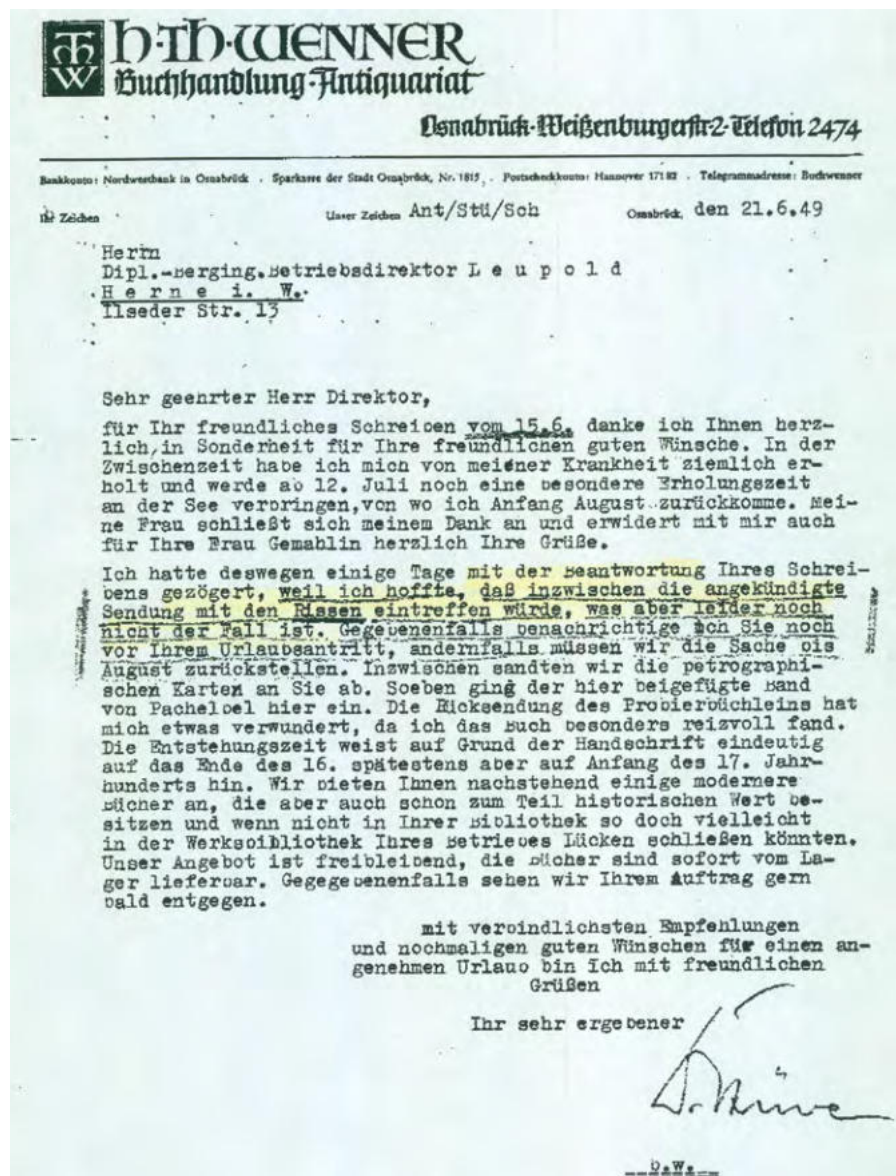


Abb. 3: Brief des Antiquars Dr. Stüve an Herrn Leupold

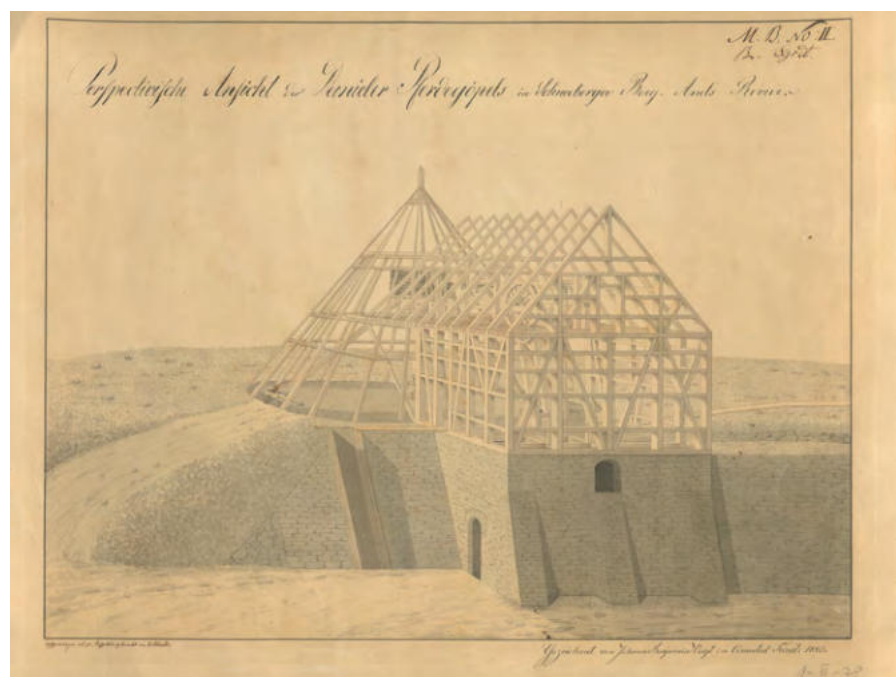


Abb. 4: Zurückgekauft Zeichnung des Göpels in Schneeberg/Neustädte

„Es sind da Maschinen, Stollen, etc., zum Teil von berühmten alten Bergleuten gezeichnet.“<sup>41</sup> Und weiter: „Ich werde den Besitzer angesichts der großen Bestellungen auf die Gerätschaften bitten, für die Rißsammlung einen stark reduzierten Gesamtpreis zu machen.“<sup>42</sup> Der hat, um die Bedeutung der Objekte zu dokumentieren, als Fachliteratur die *Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins* (Heft 47, S. 30/31) angegeben. Die ebenfalls in diesem Brief enthaltene Anmerkung, „Ich möchte Sie aber nochmals bitten, diesen Kauf durch mich nicht publik zu machen“<sup>43</sup>, lässt schon darauf schließen, dass sich Stüve durchaus bewusst war, dass er mit Waren illegaler Herkunft handelt. Das trifft auch auf Leupold als Käufer zu, denn er antwortet: „Das ist ja eine wahre Fundgrube, was Sie da an Raritäten anführen. Jedenfalls bin ich stärkstens interessiert an vielen Objekten.“<sup>44</sup> Und er schreibt weiter: „Da bin ich ja mal gespannt, wie die Sachen herüberkommen.“<sup>45</sup> Neben den nachfolgend im Schreiben aufgeführten Rissen und Zeichnungen gibt es 39 Positionen mit

Objekten, die u. a. der montanhistorischen Treptow-Sammlung der Bergakademie zugeordnet werden können. Damals wechseln 300 Zeichnungen und Risse den Besitzer. Es ist anzunehmen, dass Leupold einen Teil davon weiterverkauft hat.

Die Auktion von 1992 war nicht die letzte Auktion dieser Art. Im 179. DAWO-Auktions-Katalog 2011 tauchen erneut mehrere Risse und Zeichnungen mit eindeutiger Provenienz auf. Auch hier kauft die TU Bergakademie einige Objekte zurück.

Seit dem Frühjahr 1995 ist der heimgekehrte Bestand wieder Teil der Universitätsbibliothek. Seit 2015 steht er als digitale Ressource für Forschung und Lehre zur Verfügung und wird seitdem häufig genutzt.

1 DAWO-Auktionskatalog 1992. Er umfasste insgesamt 687 Positionen.

2 Den mehrteiligen Katalog hatte Dr. Schmidt bereits Mitte der 1980er Jahre vor der Ver-

brennung aus der Ofenhalle gerettet. Die heutigen Signaturen des Bestands „Leupold Sammlung“ entsprechen den Nummern dieses alten Zeichnungskatalogs. Er wurde wahrscheinlich um 1839 angelegt und bis 1946 weitergeführt.

3 Vgl. Kugler, Jens: Der heimgekehrte Bestand: Zeichnungen und Risse aus der Bergakademischen Zeichnungssammlung. In: Bibliotheken – Archive – Museen – Sammlungen. Halle: Mitteldt. Verl., 2010. S. 50-67

4 Das Sächsische Ministerium Wissenschaft und Kultur steuerte 20.000 DM und die DFG 34.320 DM bei. Die danach noch fehlende Summe übernahm die Bergakademie.

5 Zitat aus einem Nachruf in den Cheruscia Mitteilungen vom Sep. 1981.

6 Siehe ebd.

7 ebd.

8 Brief vom 30.04.1949 von Dr. Stüve an Leupold (Recherchematerial Slg. Kugler-Kießling).

9 Brief vom 10.07.1949 von Dr. Stüve an Leupold (Recherchematerial Slg. Kugler-Kießling).

10 ebd.

11 ebd.

12 ebd.

13 ebd.

14 Brief vom 05.05.1949 von Leupold an Stüve (Recherchematerial Slg. Kugler-Kießling).

15 ebd.

## Die neue Praxis der Ausstellungsgestaltung an der UB Freiberg

### Ein Werkstattbericht

Susanne Scholze<sup>1</sup>



Vitrine Universitätsbibliothek

#### Ein Neuanfang mit Herausforderungen

Das Jahr 2025 brachte für die Universitätsbibliothek Freiberg einen bedeutsamen Wandel: Mit dem Ruhestand von Frau Kugler-Kießling Ende 2024 verlor die Bibliothek nicht nur ihre langjähri-

ge Expertin für den Wissenschaftlichen Altbestand, sondern auch die erfahrene Kuratorin ihrer Ausstellungen im Bibliotheksgebäude der Agricolastraße. Diese personelle Zäsur wurde zum Anlass genommen, die Ausstellungspraxis grundlegend zu überdenken und neu zu gestalten.

#### Moderne Infrastruktur als Chance

Parallel zu diesem Wandel erhielt die Bibliothek endlich Zugang zu ihren neuen Ausstellungsmöbeln: Fast zwei Jahre nach dem Einzug in das Gebäude Winklerstraße wurde die moderne Ausstellungsfläche im ersten Obergeschoss des Universitäts-



und Hörsaalzentrums übergeben. Die technische Ausstattung übertrifft die bisherigen Möglichkeiten: Acht unterschiedlich dimensionierte Leuchtflächen, fünf Vitrinen und zehn Schubladen eröffnen völlig neue Perspektiven für die Präsentation der Bibliotheksbestände.

**Das Ledebur-Projekt:** Ambitionierte Pläne treffen auf Realität  
Als Auftakt für die neue Ausstellungssäle bot sich ein würdiges Thema an: Das 150-jährige Jubiläum der Gründung des Eisen- und Stahlinstituts an der TU Bergakademie sollte mit einer umfassenden Ausstellung zu seinem Begründer Adolph Ledebur gewürdigt werden. Der ursprüngliche Plan sah vor, diese Retrospektive zur feierlichen Eröffnung der neuen Räumlichkeiten beim BHT - Freiburger Universitätsforum im Juni 2025 zu präsentieren.

Die Konzeption schien zunächst vielversprechend: Der Nachlass Adolph Ledeburs in der Universitätsbibliothek war schnell gesichtet, die zentralen Objekte identifiziert und ein thematischer Leitfaden entwickelt. Die Ausstellung sollte Ledebur als Mensch und Wissenschaftler portraitieren, seine internationalen Verbindungen beleuchten und deren Nachwirkungen bis in die Gegenwart verfolgen.

### Konservatorische Herausforderungen und fachliche Grenzen

Die praktische Umsetzung erwies sich jedoch wesentlich komplexer als erwartet. Der überwiegend aus „Flachware“ bestehende Bestand – Urkunden, Besoldungsdekrete, historische Fotografien, Briefe, historische Werbematerialien sowie Bücher und diverse Objekte in unterschiedlichem Erhaltungszustand – stellte hohe konservatorische Anforderungen. Die fachgerechte Präsentation unter Berücksichtigung von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Lichteinwirkung überstieg die bibliothekarische Kernkompetenz.

Die Erkenntnis führte zu einer wichtigen strategischen Entscheidung: Professionelle Ausstellungsgestaltung erfordert

interdisziplinäre Expertise. Das Team holte eine Papierrestauratorin, das Medienzentrum und Frau Kluge, Spezialistin für Ausstellungskonzeption und -gestaltung, als externe Berater ins Boot. Diese notwendige Professionalisierung hatte jedoch zur Folge, dass der Eröffnungstermin auf den Herbst 2025 verschoben werden musste.

### Digitale Pionierarbeit als Vorgeschmack

Während die analoge Ausstellung noch in der Entwicklung steckte, wagte die Bibliothek bereits im Mai 2025 den Sprung ins Digitale: In Kooperation mit Prof. Grabow entstand die erste „digitale Ausstellung“ der UB Freiberg. (Link: <https://mediathek.tu-freiberg.de/#/detail/8db13c1e-d280-4519-9c4a-37be864c904f>)

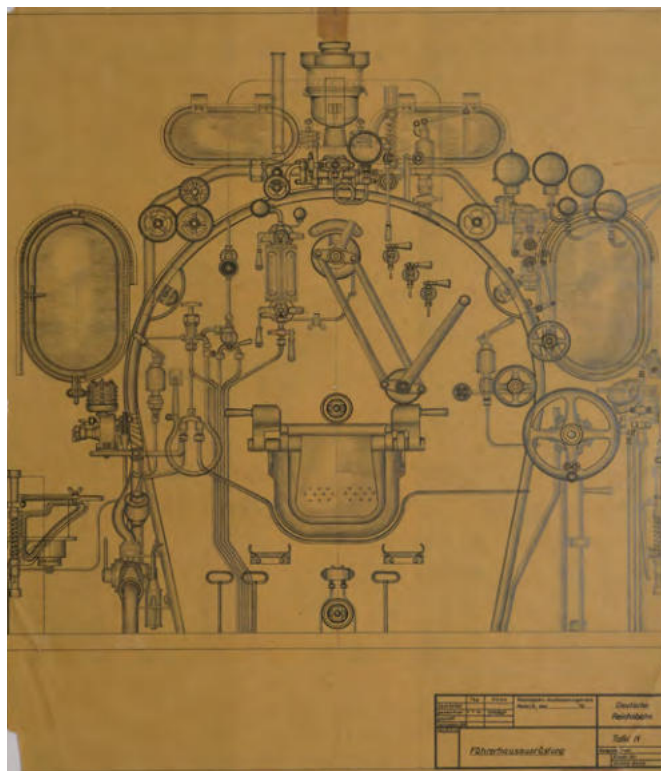
### Professor Gerd Grabow – Wo Technik zur Kunst wird

Anlässlich seines 95. Geburtstags am 15. September 2023 schenkte Prof. Dr. -Ing. habil. Gerd Grabow der Universitätsbibliothek einen außergewöhnlichen Schatz: eine Auswahl seiner künstlerischen Tuschefeder- und Bleistiftzeichnungen aus den Jahren 1946 bis 1985.

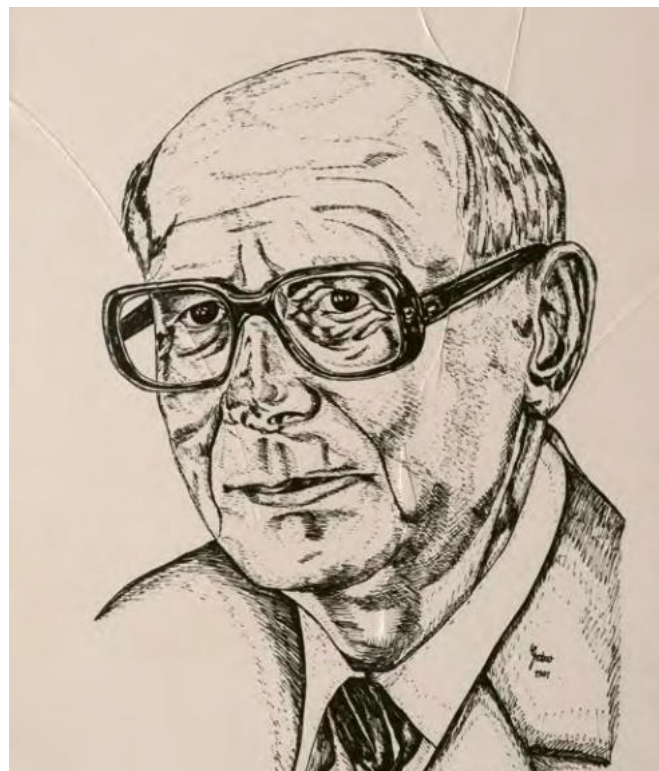
Ursprünglich verfolgte das Team aus Schenker und Beschenkten eine innovative hybride Konzeption – eine Kombination aus physischer und digitaler Präsentation. Die praktische Umsetzung erwies sich jedoch als nicht machbar, sodass zunächst eine rein digitale Lösung gewählt wurde.

### Kontinuierlicher Lernprozess und strategische Ausrichtung

Die UB Freiberg durchläuft derzeit einen intensiven Kompetenzaufbau, der sowohl technische als auch kuratorische Aspekte der Ausstellungsgestaltung umfasst. Die gewonnenen Erfahrungen fließen systematisch in die Planung künftiger Projekte ein. Das mittelfristige Ziel liegt bei einer Sonderausstellung pro Jahr bei kontinuierlicher Weiterentwicklung der eigenen Fähigkeiten.



Lokomotiv-Querschnitt (Bleistift-Tusche-Zeichnung: Prof. Grabow)



Portrait von Walter Christian (Tusche-Zeichnung: Prof. Grabow)



Selbstportrait (Bleistiftzeichnung: Prof. Grabow)



Portrait von Erich Rammler (Bleistiftzeichnung: Prof. Grabow)



Widderportrait (Tuschezeichnung: Prof. Grabow)



Portrait einer Schaufensterpuppe (Bleistiftzeichnung: Prof. Grabow)

## Bibliotheken im Wandel

Die neue Ausstellungspraxis symbolisiert den grundlegenden Wandel zeitgemäßer Bibliotheken: Sie entwickeln sich von passiven Informationsspeichern zu aktiven Kulturvermittlern, die traditionelle Schätze bewahren und gleichzeitig innovative Präsentationsformen erproben. Diese Transformation entspricht dem gesellschaftlichen Bedürfnis nach sowohl physisch erlebbarer als auch digital zugänglicher Wissenschafts- und Kulturvermittlung.

## Ausblick

Der Übergang zu professioneller Ausstellungstätigkeit stellt das Team der UB vor spannende Herausforderungen. Während die ersten Schritte in der analogen Ausstellungsgestaltung noch

andauern, konnte bereits erfolgreich ein digitales Format erprobt werden.

Die Ledebur-Ausstellung soll den Grundstein für eine neue Tradition der UB Freiberg legen: die regelmäßige Präsentation wertvoller Bestände für die Universitäts- und Stadtgemeinschaft sowie interessierte Besucher.

1 **Kontakt:** Susanne.Scholze@ub.tu-freiberg.de



# Tradition und Moderne

## Das Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg auf dem Weg der Neugestaltung

Andrea Riedel<sup>1</sup>

Das 1861 vom Freiburger Altertumsverein gegründete Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg zählt zu den ältesten und bedeutendsten kulturhistorischen Museen Sachsens und verfügt über einen außerordentlich wertvollen und umfangreichen Sammlungsbestand.

Das Museum ist eine zentrale Einrichtung des kulturellen Lebens der Stadt Freiberg, historisches Schaufenster und ein Domizil des gesellschaftlichen Gedächtnisses der Stadt und des Freistaats Sachsen. Das Museum hat mit seinen Expositionen nationale Bedeutung, weist u. a. mit dem europaweit einzigartigen Themenbereich „Geschichte der Knappschaft“ auf deren besonderen Stellenwert hin und zeigt als landesweites Alleinstellungsmerkmal eine exklusive Sammlung bergbaulicher Kunst.

Der Museumskomplex befindet sich in einem der historisch wertvollsten Gebäude der Stadt Freiberg, dem ehemaligen Domherrenhof. Das Gebäude Am Dom 1 steht unter Denkmalschutz. Der darin befindliche Remter (ehemaliger Speiseraum der Domkleriker) zählt mit seinem Zellengewölbe und der asymmetrisch proportionierten Säule zu den schönsten profanen Innenräumen Freibergs. Das Haus wurde 1903 vom Architekten Arwed Rossbach für die Nutzung als Museum umgestaltet und wird bis heute dafür genutzt. Seit 2024 wird das Gebäude unter denkmalpflegerischen Aspekten einer „Frischekur“ für die Präsentation der neuen Dauerausstellung unterzogen; die erforderlichen Baumaßnahmen wurden im 3. Quartal 2025 abgeschlossen. Die authentisch überlieferte Bausubstanz mit ihrer originalen Ausstattung wird dem Besucher nach wie vor unbeeinträchtigt präsentiert.

Um die Ausstellungsfläche des Hauses zu erweitern und eine hohe Aufenthaltsqualität für die Besucher zu gewährleisten, wurde im Anschluss an archäologische Untersuchungen Ende 2018 mit der Errichtung eines Ergänzungsbaus begonnen, der „Silbernen Pforte“. Hier erwarten heute die Besucher ein moderner Eingangsbereich mit Empfangstresen, ein Museums-shop mit attraktiven Angeboten sowie eine Lounge mit einem Kaffeeangebot in Selbstbedienung. Im 1. Obergeschoss

stehen Flächen für Sonderausstellungen und Veranstaltungen zur Verfügung. Die erste, in diesem Bereich präsentierte Sonderausstellung „Plötzlich Kurfürst – August aus Freiberg“ wurde in Kooperation mit den Staatlichen Kunstsammlungen Dresden am 12.06.2025 eröffnet und ist bis zum 18.01.2026 zu sehen.

Ziel der Museumsarbeit im Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg ist es, die Vorzüge des authentisch erhaltenen Ortes mit neuen Inhalten und dem Einsatz moderner Kommunikationstechniken zu verbinden. Die neue Dauerausstellung konzentriert sich auf die Fläche der ehemaligen Dauerausstellung im Haus Am Dom 1, wird aber um neue zusätzliche Flächen im Ergänzungsbau erweitert. Damit kann erstmalig in der Geschichte des Hauses ein in sich geschlossener Besucherrundgang gewährleistet werden.

Dank seines breit aufgestellten Sammlungsbestands hat das Haus den Charakter eines kulturhistorischen Museums, das nun durch Elemente der neueren Form (Szenografie, Science Lab) erweitert wird. Es handelt es sich bei der neuen Dauerausstellung um eine Mischform der Präsentation, bestehend aus Ausstellungsbereichen mit ausdrucksstarken Exponaten und Inszenierungen, chronologisch geordneten, ergänzenden und erläuternden Elementen sowie interaktiven Einheiten. Erstmalig können im Stadt- und Bergbaumuseum durchgängig auch inklusive Angebote unterbreitet werden; dabei spielt die Partizipation der Besucher eine große Rolle.

Die Leitidee der neuen Dauerausstellung besteht darin, die über 850-jährige Geschichte des Sächsischen Erzbergbaus und die mit ihr verknüpfte Geschichte der Stadt Freiberg samt zugehöriger Sachzeugen in den Mittelpunkt zu stellen. Das inhaltliche Highlight ist die Kulturgeschichte des Erzbergbaus im sächsischen Erzgebirgsraum. In der neuen Dauerausstellung wird diese über 850-jährige Geschichte jedoch nicht als einfach nur linear verlaufender Prozess gezeigt. Sie wird vielmehr als Verbindung von Kultur-, Wirtschafts-, Sozial-, Technik- und Wissenschaftsgeschichte dargestellt – mit den handelnden Menschen als Hauptakteuren und deren Rolle im sächsischen

und nationalen Kontext.

Die neue Dauerausstellung ist nach Themenbereichen gegliedert, die in sich abgeschlossen sind und keine chronologische Abfolge aufweisen. Neun Themenbereiche und weitere vier Spezialthemen bilden die Leitlinien. Vom „Freiberger Bergbau und Hüttenwesen“ über „die Stadt“, „Freiberg im 15./16. Jahrhundert“, „Freiberg im 17./18. Jahrhundert“, „Bergbau und Kunst“, „Sakrale Kunst Obersachsens“, „Geschichte der Knappschaft“, die „Zeitmaschine – www. Wasser, Wissen, Welterbe“ bis „Freiberg im 21. Jahrhundert“ und die Ausblicke zum UNESCO Welterbe Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří ist der Bogen weit gespannt. Herausragende Leitobjekte stehen im Mittelpunkt der Themenbereiche und zeigen die Vielfalt der in der Sammlung des Hauses vorhandenen Objekte. Die Eröffnung der einzelnen Themenbereiche erfolgt ab Februar 2026 in drei Schritten, so dass die neue Dauerausstellung ab Ende 2026 vollumfänglich besucht werden kann.

Alleinstellungsmerkmale des Stadt- und Bergbaumuseums sind zum einen als größtes Objekt das Haus Am Dom 1 selbst und die Verbindung der Themenbereiche mit den authentischen Orten im unmittelbaren Umfeld des Hauses (Dom St. Marien, Schloss Freudenstein, Silbermannhaus, Silberbergwerke), zum anderen die Objekte zur Kulturgeschichte des Erzbergbaus. Diese Vernetzung wird zudem durch die „Freiberger Entdecker Spur“, eine fußläufige Verbindung zwischen der Altstadt (Stadt- und Bergbaumuseum) und dem Forschungs- und Lehrbergwerk der TU Bergakademie „Reiche Zeche“, wie auch auf dem Freiburger „Silberweg“ sichtbar.

Für die neue Exposition gibt es ein durchgängiges Gestaltungskonzept, das auf den in 2018 verabschiedeten Leitlinien aufbaut. Das Gestaltungskonzept ist eine Mischform aus didaktischen, evokativen, minimalistischen und dramaturgischen Ansätzen. Als didaktische Erschließungshilfen stehen den Besuchern zur Verfügung: Text-Bildtafeln, Modelle, Hands On, Illustrationen, AV-Medien, Tast-, Hör- und Geruchsstationen, Inszenierungen,



Unter-Tage-Welt im Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg

interaktive Stationen, Virtual Reality, multimediale Objekte, eine App, ein Multimedialoguide und personelle Führungen.

Im gesamten Haus, bei der Dauer- wie auch den Sonderausstellungen wird das Prinzip der Barrierefreiheit durchgängig verfolgt: Angebote für mobilitätseingeschränkte Besucher (barrierefreie Zugänge, Aufzug, Rampen, unterfahrbare Vitruinen), für sehingeschränkte Besucher (taktiles Leitsystem, Tastpläne, Taststationen, Hörstationen, Inklusionsband) und höreingeschränkte Besucher (Erklärvideos und Führungen mit Gebärdendolmetscher) schaffen ein „Museumserlebnis für alle Sinne“. Pädagogische Kräfte sind in die Vorbereitung der Inhalte und Vermittlungstechniken und bei der Entwicklung der Angebote im Bereich Bildung + Vermittlung einbezogen, ebenso das Kinder- und Jugendparlament der Stadt Freiberg.

Für die Themenbereiche der neuen Dauerausstellung werden im Bereich der Bildung + Vermittlung zielgruppenspezifische und lehrplanorientierte Programme angeboten. Die Vermittlungsangebote umfassen somit buchbare Führungen, Projektstage, Workshops, multimediale Angebote, Objekte in Aktion und Interaktion, Outreachformate sowie Ferienprogramme. Das Maskottchen des Hauses, „s Vuchl“, macht auf Aktionen und

Angebote auf der Kinderebene aufmerksam. Entsprechende Vermittlungsangebote werden auch zu den Sonderausstellungen unterbreitet. Aber auch eigenes, selbständiges Erschließen der Ausstellung durch den Besucher ist möglich. Grundlage dafür sind richtungsweisende und besucherfreundliche Leit- und Informationssysteme. Alle Angebote sind generationsübergreifend konzipiert und schließen das Thema Migration in sich ein.

Mit der neuen Dauerausstellung und der Erarbeitung der Angebote und Produkte im Bereich Bildung + Vermittlung kann perspektivisch die touristische Ausstrahlung des Hauses und seine Bedeutung als außerschulischer Lernort erhöht werden.

Durch die Vernetzung mit weiteren musealen, kulturellen und touristischen Einrichtungen der Stadt Freiberg, des Umlandes wie auch in nationaler und internationaler Zusammenarbeit werden den Besuchern neue Angebote unterbreitet.

Ein weiteres Ziel im Zusammenhang mit der Neugestaltung des Stadt- und Bergbaumuseums ist die Begründung der Freiburger Museumsmeile. Durch die Vereinbarung über die Zusammenarbeit zwischen der Stadt Freiberg und der TU Bergakademie Freiberg vom 02.07.2021 wurde diese Zusammenarbeit auf eine neue Grundlage gestellt. Sie hat zum Ziel, das Stadt- und Bergbaumuseum und die

terra mineralia intensiver in das Marketing- und Tourismuskonzept der Stadt Freiberg zu integrieren, die Standorte des UNESCO Welterbes Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří noch bekannter zu machen und die Visibilität der terra mineralia und somit der Stadt Freiberg zu stärken. Das Schloss Freudenstein ist nominiertes Gut des UNESCO Welterbes Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří.

Die Museumsmeile zwischen der terra mineralia/Schlossplatz und dem Stadt- und Bergbaumuseum/Untermarkt gewinnt an Profil – u. a. durch die vom Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg geplante neue Dauerausstellung, die Sonderausstellungen, die weiteren musealen Einrichtungen und durch das gemeinsame Marketing. Abgestimmte Programme im Bereich Bildung + Wissensvermittlung und perspektivisch ein Kombiticket unter Einbeziehung weiterer Institutionen im Umfeld der Museumsmeile sollen diese neue Konstellation voranbringen.

Freuen Sie sich auf die neue Dauerausstellung im Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg!

1 Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg, Am Dom 1, 09599 Freiberg, **Kontakt:** Tel: (0 37 31) 273-590, [museum@freiberg.de](mailto:museum@freiberg.de), [www.museum-freiberg.de](http://www.museum-freiberg.de)





# VEREINSLEBEN



# 35 Jahre Wiedergründung VFF

Werner Hauenherm, Hans-Jürgen Kretzschmar<sup>1</sup>, Christian Wegerdt



Präsidium der Mitgliederversammlung am 13. November 1990 (Mitte Prof. Arnold, rechts Prof. Hauk, links Prof. Schön)



Blick in die Mitgliederversammlung am 13. November 1990

In diesem Jahr des 260. Jahrestags der TU Bergakademie Freiberg begeht der Förderverein VFF der Universität seinen 35. Jahrestag der Wiedergründung und seines (fast) 105 Jahre Bestehens seit der Erstgründung. Nach dem Vereinsverbot durch die sowjetische Besatzungsmacht im August 1945 wurde nach der Friedlichen Revolution 1989 im damals noch nicht wiedervereinigten Deutschland 1990 die Wiedergründung eingeleitet. Dieser Prozess ist in der im Jahr 2021 erschienenen Festschrift des Fördervereins beschrieben. Dankenswert und kontinuierlich sorgte in der Verbotszeit 1945 bis 1989 die „Vereinigung Alter Freiburger Berg- und Hüttenleute der Bergakademie Freiberg/Sa.“ (VAF) in Essen für das Weiterbestehen des Vereins, in der genannten Festschrift ebenfalls dokumentiert. Den Anstoß der Wiedergründung gaben sieben Freiburger Professoren mit ihrem Schreiben am 1. August 1990 an das Finanzamt zur Anmeldung des Vereins. Diesem folgte am 13. November 1990 die Gründungsversammlung im Agricola-Saal der damaligen Universitätsbibliothek, wovon zwei Fotos zeugen.

Diese Fotos sind die einzigen aus der Zeit der Wiedergründung im VFF-Archiv. Falls bei den Vereinsmitgliedern persönliche Fotos existieren, die in das Vereinsarchiv überführt werden können, wäre die Geschäftsstelle für eine Information sehr dankbar.

Auf dieser Gründungsversammlung wurde der erste Vereinsvorstand gewählt: Werner Arnold, Horst Gerhardt,

Peter Hauk, Christian Oelsner, Gerlinde Dietze, Werner Hauenherm, Christian Wegerdt, Christian Straßburger. In wenigen Monaten des Jahres 1990 war also die Wiedergründung abgeschlossen und der Übergang vom VAF an den VFF eingeleitet. Zwei der aufgeführten Vorstandsmitglieder lassen uns von ihren Erinnerungen wissen.

**Prof. Christian Wegerdt:** „Ich war u. a. 1990 in Duisburg beim Forschungsdirektor von Thyssen. Nach einigen Höflichkeiten erkannten wir, dass wir beide in Freiberg in gleicher Fachrichtung studiert haben, mein Partner war Prof. Christian Straßburger. Er erkundigte sich nach der Akademie und nach der Stadt und erwähnte gleichzeitig, dass er Mitglied in der Vereinigung „Freunde der Akademie Freiberg“ (VAF) in Essen sei. Einige Monate später erfuhr ich von Prof. Arnold, dass in Freiberg die Neugründung des Fördervereins hier in Freiberg vorgesehen war. Daraufhin nahm ich wieder Kontakt zum Kollegen Straßburger auf, um über eine zukünftige Verbindung oder gar Zusammenführung zu sprechen. Im November 1990 sehe ich mich im Agricola-Saal der Bibliothek der Bergakademie zur Wiedergründungsveranstaltung des Vereins. Fast zwei Jahrzehnte wurde ich als Vorstandsmitglied gewählt. All diese Jahre, bis heute, hat mir diese Mitgliedschaft Freude bereitet, es gab eine Fülle von Informationen. Es sind Freundschaften und Bindungen erhalten, und es sind neue Freunde gefunden worden.“

**Dr. Werner Hauenherm:** „Die Wiedergründung des Vereins der Freunde und Förderer unter dem Vorsitz von Prof. Werner Arnold erfolgte auch unter Mitwirkung von Vertretern der Gasindustrie: Seitens der Verbundnetz Gas AG (VNG) war ich (Technischer Vorstand der VNG) Gründungsmitglied und stellvertretender Vorsitzender des Vereins. 1994 wurde ich nach dem Tod von Prof. Arnold durch Prof. Klaus-Ewald Holst (Vorstandsvorsitzender der VNG) als dann langjährigem Vorsitzenden des Vereins und späterem Ehrenvorsitzenden abgelöst.“

Fast alle Gasfirmen und sehr viele Gasfachleute in Ostdeutschland wurden Vereinsmitglieder, aber auch westdeutsche Firmen und Kollegen und Institutionen. Der wiedergegründete Verein wurde sehr schnell auch vom Gasfach zur Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeit, für den Fachaustausch, die Traditionspflege und für bergmännische Geselligkeiten genutzt und gefördert.

Mit dem 1994 unter Leitung von Dr. Klaus Zschoke gegründeten Förderkreis Gastechnik im VFF wurde diese Entwicklung nochmals deutlich intensiviert. Allein die Verbundnetz Gas AG unterstützte neben den Forschungsaufträgen den Förderverein und den Förderkreis bisher mit ca. 1,7 Mio. Euro.“

Die vier schlagwortartigen Vereinsziele, beibehalten seit der Erstgründung 1921 durch vier unterschiedlichste politische Systeme in Deutschland, leiten den VFF weiterhin:

- Unterstützung,
- Förderung,



- Netzwerke,
- Tradition

für die Universität, für die Studierenden, Professoren, Institute. In den 35 Jahren sind über den Verein an die TU Bergaka-

demie rund 10,6 Millionen Euro dank der Mitgliedsbeiträge, Spenden und Zinserlöse geflossen.

Auch im zweiten Jahrhundert des Vereinsbestehens setzt der VFF sein Wirken

für unsere „alma mater fribergensis“ kontinuierlich fort.

1 **Kontakt:** freunde@zuv.tu-freiberg.de

## Aus dem Protokoll der VFF-Vorstandssitzung 2025

Hans-Jürgen Kretzschmar

### Mitgliederstand

Im April 2025 zählte der VFF insgesamt 1.374 Mitglieder, davon 1.296 persönliche und 78 juristische. Das ist ein Rückgang um 6 % gegenüber dem Jahr 2024.

Der VFF-Vorstand bittet alle Vereinsfreunde, neue Mitglieder zu werben; die persönliche Ansprache ist doch immer noch die effektivste!

### Finanzbericht 2024

Die Einnahmen des Vereins für 2024 beliefen sich auf 94 T€. Die Mehreinnahmen gegenüber den geplanten 75 T€ entstanden vor allem durch ein hohes Spendenaufkommen und laufende Zinserlöse. Bei den Mitgliedsbeiträgen war ein budgeterwarteter Eingang zu verzeichnen. Die Einnahmen im Geschäftsjahr 2025 beliefen sich in den ersten vier Monaten auf ca. 38 T€ (geplant für 2025 sind 75 T€). Die Ausgaben für 2024 lagen mit 92 T€ gleichauf mit den geplanten 92 T€. Die Mittel zur Studienförderung sind um ca. 5 % höher als geplant abgerufen worden. Insgesamt wurde also ein Überschuss beim Verein in einer Größenordnung von 1,5 T€ erwirtschaftet, der zukünftig schrittweise abgebaut werden soll, u. a. durch Ausgaben für eine stärkere Studienförderung. Gemeinsam mit den Ausgaben in Höhe von 127 T€ für Zweckprojekte ergeben sich für 2024 Gesamtausgaben in Höhe von 219 T€. Die aktuellen Ausgaben im Jahr 2025 beliefen sich bis Ende April auf 7 T€.

Der Plan für 2025 liegt mit Ausgaben von 95 T€ deutlich über den Einnahmen. Die zusätzlichen Mittel sollen für eine Verstärkung der Studienförderung eingesetzt werden.

Der Vorstand nahm die Jahresrechnung 2024 und den aktuellen Etatstand 2025 zur Kenntnis. Der Etatentwurf 2026 (Einnahmen 75 T€, Ausgaben 95 T€) wurde bestätigt und wurde der Mitgliederversammlung am 28.11.2025 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 55 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. Heilmeier zur Förderung der Biowissenschaften – die Humboldt-Bonpland-Stiftung – wurde stattgegeben. Bereits zum 01.01.2024 wurde sie mit einem finanziellen Vermögen von etwas mehr als 100 T€ eingerichtet und hat 2024 knapp 3 T€ zur Finanzierung der Durchführung von Dissertationen und Diplomarbeiten ausgeschüttet.

Der Vorsitzende dankte dem Vorstand der Heinisch-Stiftung und würdigte die gute Verwaltung des Anlagekapitals.

### Bericht des Rektors zur Entwicklung der TU Bergakademie Freiberg

Der Bericht wurde von Prof. Fieback (Prorektor für Forschung, Internationales und Transfer) vorgetragen. Aktuelle Punkte sind:

- Im Jahr 2024 gab es 1.874 Studienanfänger, die Zahl der aktuell Studierenden beläuft sich auf 4.383.
- Im Wintersemester ist ein neuer Studiengang gestartet „Space Resources – Weltraumtechnologien (Bachelor)“.
- Zum Sommersemester startet der Master „Geothermie“.
- Initiative Freiberg.Science.City, Vereinsgründung 2024
- Aktive Mitwirkung an internationalen Hochschulrankings
- Forschungsinformationssystem (Entwicklung und Implementierung seit 2021, Rollout geplant 2025)
- Digitalisierungsstrategie für die Bereiche Forschung und Transfer im Senat bestätigt im November 2024

- Abschluss der Zielvereinbarung zwischen SMWK und der TUBAF am 11. Dezember 2024
- Angespannte Haushaltslage, Personaleinsparungen vorgesehen, Defizit im Haushalt 7stellig bis 2028
- Frau Prof. Bernstein berichtet über die laufende System-Akkreditierung der TUBAF.
- TU Bergakademie Freiberg ist weltweit erste zertifizierte Ausbildungseinrichtung nach ISO 8804-1/2

### Preise/ Auszeichnungen

Der VFF konnte im Jahr 2024 seine ausgelobten Preise wie gewohnt vergeben.

#### Georgius-Agricola-Preise

Die Träger der Agricola-Medaillen – die Jahresbesten 2024 der sechs Fakultäten – wurden vom VFF mit je 500 € bedacht:

- Fakultät 1: Klara Liesegang
- Fakultät 2: Annika Charlotte Lehmann
- Fakultät 3: Simone Maria Schachner
- Fakultät 4: Patricia Kaiser
- Fakultät 5: Sepideh Memarbashi
- Fakultät 6: Yannik Carsten Kötteritzsch

#### Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preis

Der mit 500 € dotierte Friedrich-Wilhelm-von-Oppel-Preis 2024 für herausragende sozio-kulturelle Aktivitäten ging an Herrn Fabian Kaulfuß.

#### Julius-Weisbach-Preis

Für ihre hervorragenden Leistungen in der Lehre wurde Frau Dr. Claudia Funke mit einem Preisgeld in Höhe von 1.000 Euro ausgezeichnet.

#### ACAMONTA 2024

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 2024 der Zeitschrift ACAMONTA aus. In der Her-

ausgeberschaft von VFF, Universität und Frau Dr. Krüger weist der Jahrgang 2024 mit seinen 182 Seiten erneut 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 11 Förder- und Fachkreise aus den Fakultäten der Universität mit einem Finanzvolumen von 244 T€ in 2024. Die Leiter dieser Förderkreise werden jährlich entlastet.
- Anlauf eines Förderprogramms der Ingeborg-Gross-Stiftung (IGS) zur Vergabe eines Stipendiums an eine Promovendin am Institut für Anorganische Chemie über den VFF
- Finanzielle Förderung von laufenden Universitätsveranstaltungen wie z. B. Campustag der Studierenden, Mitarbei-

terfest der TUBAF-Angehörigen

- Preisverleihungen
- Halbjährliche Treffen der VFF-Geschäftsführung mit dem Studierendenrat (StuRa) und den Fachschaftsräten (FSR) der Fakultäten zwecks engerer Kooperation mit den Studierenden. Der Vorsitzende des StuRa nimmt als Gast an den VFF-Vorstandssitzungen teil.
- Mitgliederversammlung/Barbarafeier
- Die Pflege historischer Grabmale Freiburger Professoren auf dem Donatsfriedhof ist eine immer wiederkehrende, aber nicht zu unterschätzende Aufgabe.

# Neuartiges 3D-gedrucktes Ankersystem für Feuerfestanwendungen

Georgius-Agricola-Preis 2024

Patricia Kaiser<sup>1</sup>, Piotr Malczyk<sup>1</sup>, Serhii Yaroshevskiy<sup>1</sup>, Uwe Lohse<sup>2</sup>, Christos G. Aneziris<sup>1</sup>

## Ein neuartiges Ankersystem für Ofenauskleidungen

In der Zementindustrie steigt die Nutzung von Sekundärbrennstoffen, was zu verstärkter Korrosion der eingesetzten Ofenauskleidung führt, insbesondere durch eine vorherrschende Alkalisalz-Atmosphäre [1]. Dies verkürzt die Lebensdauer der Auskleidung und gefährdet zusätzlich das stahlbasierte Ankersystem, mit dem die keramische Ofenauskleidung in Position gehalten wird [1, 2, 3]. Trotz vergangener Untersuchungen zu verschiedenen Beschichtungssystemen bleibt die Stabilität der Ankersysteme unter wechselnden Temperaturen unzureichend, was zu unvorhersehbaren Schäden und infolgedessen zu hohen Instandhaltungskosten führen kann.

Daher ist die Entwicklung eines neuartigen Ankersystems erforderlich, das die mechanische Stabilität von Stahl

mit der Korrosionsbeständigkeit keramischer Materialien vereint. Ziel ist ein multifunktionales Ankersystem, das aus einer rein keramischen Außenhülle und einem metallokeramischen Kern besteht, in dem eine rein metallische Verschraubung integriert werden kann (siehe Abbildung 1). Auf diese Weise sollen thermische Spannungen, sowie die Korrosion des Systems reduziert werden. Die Kombination dieser Materialien soll mithilfe der Multimaterial-3D-Drucktechnologie auf Basis von Fused Filament Fabrication (FFF) realisiert werden.

## Additive Fertigung keramischer und metallokeramischer Materialien

Neben klassischen Formgebungsverfahren wie Gießen oder Pressen ist auch der 3D-Druck heutzutage ein weitverbreitetes Verfahren in der Keramikverarbeitung. Er ermöglicht die Herstellung komplexer

Geometrien und Prototypen, die mit herkömmlichen Methoden nicht realisierbar wären. Es wurden bereits verschiedenste Verfahren erfolgreich eingesetzt, darunter Binder Jetting (BJ), Stereolithographie (SLA), Digital Light Processing (DLP) sowie Materialextrusionstechniken wie Robocasting und Fused Filament/Granulate Fabrication. Jedes Verfahren bietet spezifische Vor- und Nachteile, weshalb die Auswahl der Technologie stets an den jeweiligen Anwendungsbereich und das zu fertigende Bauteil angepasst werden muss.

Das FFF-Verfahren beruht auf der Extrusion von erhitzten thermoplastischen Materialien, die schichtweise aufgetragen werden. Das Verfahren zeichnet sich vor allem durch seine unkomplizierte Handhabung und kostengünstige Instandhaltung aus. Beim keramischen filamentbasierten 3D-Druck werden keramische Pulver in ein thermoplastisches Bindemittel eingebettet. Im Rahmen des Forschungsprojekts kam ein filamentbasiertes duales FFF-3D-Drucksystem (XERION® Fusion Factory) mit zwei unabhängig ansteuerbaren Druckköpfen zum Einsatz. Nach dem Druck wird der thermoplastische Bindemittelanteil in einer so genannten Entbinderung ausgebrannt. Dieser Entbinderungsprozess gliedert sich üblicherweise in eine chemische und anschließend thermische Entbinderung. Ziel der Forschung war es unter anderem, eine ausschließlich thermische Entbinderung der Druckteile umzusetzen [4]. Der komplette Fertigungsprozess der Probekörper ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt.

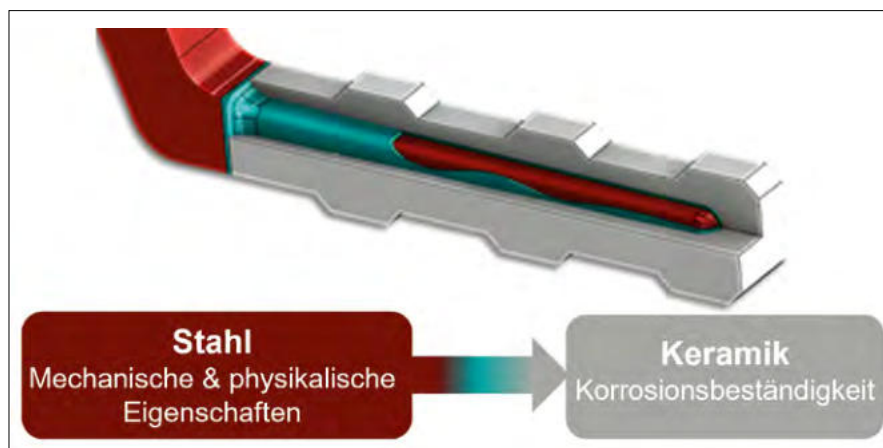


Abb. 1: Konzeptioneller Aufbau des neuartigen Multi-Anker-Systems [4]



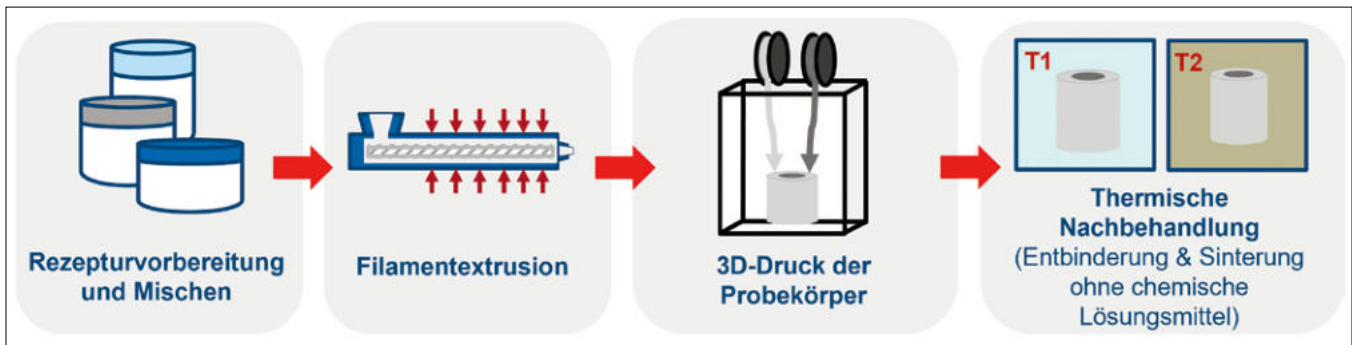


Abb. 2: Prozesskette zur Entwicklung und Fertigung der Probekörper [4]

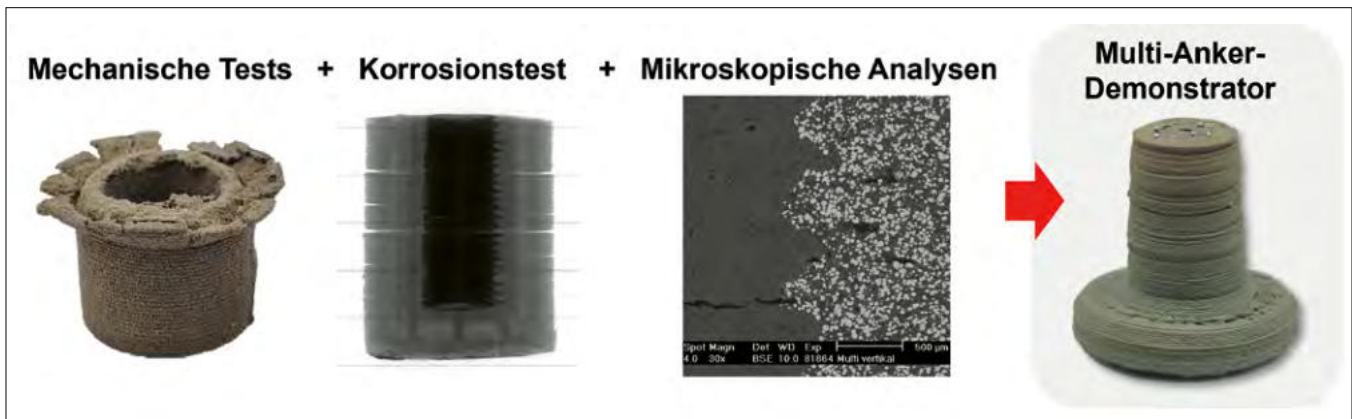


Abb. 3: Übersicht der Prüf- und Analysemethoden als Vorbereitung zur Herstellung eines Multi-Anker-Demonstrators [4]

### Entwicklung, Herstellung und Analyse der hergestellten Filamente

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden zwei thermoplastisch gebundene Filamente entwickelt: ein Spinell-reiches rein keramisches Filament sowie ein Stahl-Keramik-Verbundfilament. Diese wurden mittels Doppelschneckenextrusion hergestellt und optimiert. Das thermoplastische Bindersystem setzte sich aus verschiedenen Polyethylenverbindungen und Additiven zusammen, die die Extrusions- und Entbinderungseigenschaften positiv beeinflussen. Aufgrund des kombinierten Drucks in Multimaterial-Bauteilen war eine Anpassung der Entbinderungs- und Sinterungsregime der unterschiedlichen Filamente aufeinander erforderlich.

Schwerpunkte der Forschungsarbeiten waren deshalb die Bestimmung geeigneter Druckparameter, die Entwicklung einer erfolgreichen ausschließlich thermischen Entbinderung sowie der erfolgreichen Sinterung basierend auf DSC/TG-Analysen. Die mechanischen Eigenschaften von 3D-gedruckten Bauteilen wurden durch Biege-, Druck- und Spaltzugtests sowie E-Modul-Messungen an Einzelmaterial-Proben bewertet, ergänzt durch mikroskopische Analysen (LSM, REM, EDX). Um den Materialverbund in Multimaterial-Bauteilen zu bewerten, wurden die Grenzflächen der gedruckten Strukturen sowohl horizontal

als auch vertikal mittels Rasterelektronenmikroskopie untersucht. Diese Analyse ist unerlässlich, um die Qualität des Verbunds angesichts der unterschiedlichen thermischen Eigenschaften der verwendeten Materialien zu bewerten [4].

Abschließend wurde ein Korrosionstest eines hergestellten Multimaterial-Bauteils im  $\text{BaSO}_4$ -Salzbad bei  $850^\circ\text{C}$  für 4 h durchgeführt, um die Korrosionsbeständigkeit des neuartigen Ankersystems zu überprüfen. Die Korrosion wurde mithilfe von REM/EDAX-Analysen und CT-Aufnahmen bewertet [4].

Abbildung 3 gibt einen kleinen Überblick über die durchgeführten Prüf- und Analysemethoden, die als Grundlage für die Herstellung eines Multi-Anker-Demonstrators dienen.

### Ergebnisse des Forschungsprojekts

Die Filamente erwiesen sich als formstabil für den Druck von Einzel- und Multimaterial-Proben, wobei die thermische Entbinderung erfolgreich ohne einen vorherigen lösungsmittelbasierten Entbinderungsprozess durchgeführt werden konnte. Die Multimaterial-Proben zeigten eine gute Materialverbindung und die Korrosionsuntersuchung ergab keine nennenswerten Schäden der keramischen Ummantelung sowie der Grenzfläche zwischen der keramischen Außenhülle und

dem Verbundkern. Zudem verminderte der keramische Anteil des Verbund-Filaments die Korrosionsvorgänge im Stahl. Die Ergebnisse zeigten somit eine erfolgreiche Kombination von zwei Materialien zu einem Multimaterial-Bauteil mit einem metallokeramischen Kern und einer korrosionsbeständigen Keramikhülle für Feuerfestanwendungen [4].

Zukünftige Forschungen zielen auf eine Optimierung des Bindersystem ab, um flexiblere Filamente mit höherem Feststoffanteil zu entwickeln.

Der Forschungsarbeit lag ein gemeinsames ZIM-Projekt mit der Firma XERION BERLIN LABORATORIES® GmbH zugrunde (KK5283602CD1). Wir bedanken uns beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für die Förderung.



### Literatur:

- [1] Verein Deutscher Zementwerke e. V. (VDZ), Hg. Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2020: Environmental Data of the German Cement Industry 2020 (2021). Düsseldorf: Verein Deutscher Zementwerke e. V.
- [2] N. Brachhold, S. Schafföner, C. G. Aneziris, "Investigation of alkali corrosion resistance

of potassium aluminosilicates using statistical techniques" *Ceramics International*, Jg. 41, Nr. 1, S. 1447–1456, 2015, doi: 10.1016/j.ceramint.2014.09.079.

- [3] P. Kurth, A. Oexle und M. Faulstich, Hg. *Praxishandbuch der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft*, 2. Aufl. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg, 2022.
- [4] P. Kaiser, P. Malczyk, F. Kerber, S. Yaroshevskiy, C. Weigelt, M. Neumann, L. Clague, J. Hubálková, U. Lohse, C. G. Aneziris, "Fused filament fabrication based additive manufacturing of ceramic and metal-ceramic refractory parts for demanding thermal and chemical working condi-

tions" *Ceramics International*, Vol. 51, 36694–36709, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2025.05.380>

- 1 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe, Agricolastr. 17, 09599 Freiberg,  
**Kontakt:** patricia.kaiser@ikfww.tu-freiberg.de
- 2 XERION BERLIN LABORATORIES® GmbH, Gross-Berliner Damm 84 A, 12487 Berlin

## Metallurgiestudenten zu Freiberg e.V. in Leoben zum ISDM 2025

Janus Schaarschmidt<sup>1</sup>, Roy Rechenberg

Anlässlich des 28. International Students' Day of Metallurgy, einer Konferenz für Studierende, Absolventinnen und Absolventen sowie Doktorandinnen und Doktoranden der Metallurgie, die dieses Jahr an der Montanuniversität Leoben stattfand, nahmen insgesamt 38 Mitglieder unseres Vereins an der Veranstaltung teil.

Am frühen Morgen des 9. April 2025 startete unsere Reisegruppe am Institut für Eisen- und Stahltechnologie (IEST) in Freiberg. Nach der Ankunft in Leoben und dem Check-in im Hotel besuchten wir am Abend den feierlichen Empfang im Studienzentrum der Montanuniversität. Nach der Eröffnungsrede des lokalen Metallurgievereins sowie der Universitätsvertretung hatten wir die Gelegenheit, uns in entspannter Atmosphäre mit anderen Teilnehmenden – vorwiegend aus Österreich, Polen, Deutschland, Tschechien und Ungarn – auszutauschen und neue Kontakte zu knüpfen.

Am 10. April begann die eigentliche Konferenz, die durch eine Ansprache des Rektors der Montanuniversität Leoben sowie einen Fachvortrag des Hauptsponsors, der voestalpine AG, eröffnet wurde. In bis zu drei parallelaufenden Sessions hörten sich die Teilnehmenden verschiedene wissenschaftliche und technische Vorträge an, die ein breites Themenspektrum der Metallurgie abdeckten. Danach hatten sie die Möglichkeit, in offenen Frage- und Diskussionsrunden ihre Eindrücke zu teilen, Rückfragen zu stellen und sich aktiv mit den Vortragenden sowie anderen Teilnehmenden auszutauschen. Die Themen erstreckten sich von der additiven Fertigung über verschiedene Simulations- und Modellierungsthemen zur Ur- und Umformtechnik von Metallen, Möglichkeiten zur Qualitätsoptimierung in Recyclingprozessen, der Werkstoffcharakterisierung unterschiedlicher Materialkonzepte bis hin zu Prozessoptimierungen in verschiedensten Fertigungstechnologien und dem Datenmanagement in Stahlwerken.

Die TU Bergakademie Freiberg war mit insgesamt sieben Beiträgen von Wissenschaftlern des Instituts für Eisen- und Stahltechnologie, des Instituts für Nichteisenmetallurgie und Reinstoffe (INEMET) sowie des Instituts für Metallformung (IMF) vertreten. Neben den wissenschaftlichen Vorträgen der Angehörigen der Universität gab es auch verschiedene Industriepräsentationen, in denen sich Unternehmen vorstellten und über ihre aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen berichteten.

Diese Präsentationen wurden durch eigene Messestände im Aufenthaltsbereich ergänzt, die es den Teilnehmenden, insbesondere den Studierenden, ermöglichten, sich in den Pausen mit den Industrievertretern auszutauschen. Dabei hatten die Studierenden nicht nur die Möglichkeit, mehr über die praktischen



Galaabend des ISDM 2025 in Leoben

Herausforderungen der Metallurgie zu erfahren, sondern konnten sich auch über berufliche Perspektiven, Praktika und Einstiegsmöglichkeiten in die Industrie informieren. So kam es zu einem regen Dialog, der neue Kontakte förderte und wertvolle Einblicke in die Branche bot.

Im Anschluss an die Konferenz fand ein Galaabend im Live Congress Leoben statt. In einem äußerst angenehmen Ambiente ließen die Teilnehmer die Konferenz gebührend ausklingen und vertieften ihre neu gewonnenen Kontakte. Während der Abschlusszeremonie wurde den Sponsoren und Organisatoren für ihr Engagement gedankt und der Austragungsort des ISDM 2026 in Miskolc/Ungarn bekannt gegeben.

Außerdem wurde der beste Vortrag gekürt, der durch eine Abstimmung der Teilnehmer während der Konferenz ausgewählt wurde. Der Preis ging an Franziska Ueberschär vom IMF der TU Bergakademie Freiberg, die über die Mikrostruktur- und Texturentwicklung einer WZ73-Magnesiumlegierung unter verschiedenen Prozessbedingungen im Bandgießwalzprozess referiert hatte. In einem Quiz der voestalpine AG, das sowohl den Eröffnungsvortrag des Unternehmens als auch allgemeine technische Fragen zur Stahlproduktion beinhaltete, belegte Stefan Andrä vom IEST den zweiten Platz.

Am darauffolgenden Tag nahmen wir an einer Unternehmensexkursion zum integrierten Hüttenwerk der voestalpine Stahl Donawitz GmbH teil, das nur etwa 10 Minuten Fahrzeit vom Hotel entfernt liegt. Vor Ort hatten wir zunächst die Gelegenheit, zwei Fachvorträge zu hören, die sich mit den Themen Dekarbonisierung, Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Neutralität innerhalb der voestalpine AG befassten. Dabei lag der Fokus sowohl auf den rechtlichen Rahmenbedingungen und Prozessen als auch auf den technischen und logistischen Herausforderungen, die





Die Mitglieder des Metallurgiestudenten zu Freiberg e. V. vor dem Stahlwerk der voestalpine Stahl Donawitz GmbH

mit der Umstellung auf wasserstoffbasierte Verfahren in der Stahlerzeugung verbunden sind.

Im Anschluss daran führten uns die Mitarbeiter des Unternehmens durch die Produktionsanlagen. Dabei hatten wir die Möglichkeit, die beiden Hochöfen des Werks in Donawitz zu besichtigen und detaillierte Einblicke in den Betriebsablauf zu gewinnen. Weiterhin besuchten wir das Walzwerk des Standorts, das insbesondere diverse Schienenarten für den öffentlichen Personen-Nahverkehr produziert. Besonders beeindruckend war die Endproduktlänge von 120 Metern pro Schiene sowie die verschiedenen Geometrien, die auf die unterschiedlichen Anforderungen der weltweiten Schienennetze abgestimmt sind. Nach einer Verköstigung zum Mittag und der herzlichen

Verabschiedung durch die voestalpine Stahl Donawitz GmbH traten wir die Rückreise an und kamen spätabends wieder am IEST in Freiberg an.

Der Verein Metallurgiestudenten zu Freiberg e. V. möchte sich im Namen aller ISDM-Teilnehmer beim Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. für die Unterstützung bedanken, durch welche die Teilnahme so vieler Universitätsangehöriger am ISDM 2025 ermöglicht wurde.

1 Metallurgiestudenten zu Freiberg e. V., c/o Institut für Eisen- und Stahltechnologie, Leipziger Straße 34, 09599 Freiberg,  
**Kontakt:** [info@metallurgiestudenten.de](mailto:info@metallurgiestudenten.de)

## Fakultätstag Wirtschaftswissenschaften an der TUBAF

Jutta Stumpf-Wollersheim<sup>1</sup>, Alexander Leischnig

Am Donnerstag, dem 10. April 2025, hat sich die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der TU Bergakademie Freiberg unter dem Motto „Wissen schaffen – Wissen erleben – Wissen anwenden“ mit einem umfangreichen Angebot für Schülerinnen und Schüler sowie die interessierte Öffentlichkeit präsentiert.

Im Rahmen des Fakultätstags wurde in der Zeit von 10 bis 14 Uhr ein vielfältiges Programm angeboten. Dieses umfasste neben Schnuppervorlesungen zur Energieökonomik, zu Business & Law und zur Wirtschaftsgeschichte auch Vorträge zu den Themen Finanzen und Personalmanagement. Ferner wurden im Rahmen des Angebots „Fragen und Antworten zum Thema Studium“ unterschiedliche Perspektiven des Studierens beleuchtet. Verschiedene Mitmachaktionen und Führungen sowie eine interaktive Poster-Ausstellung, in der Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte präsentiert wurden, gaben Einblicke in die Welt der Wirtschaftswissenschaften und die Arbeit an den einzelnen Professuren.

Im persönlichen Austausch mit Professorinnen und Professoren, wissenschaftlichen Mitarbeitenden sowie Studierenden konnten Schülerinnen und Schüler sowie interessierte Besucherinnen und Besucher sich zusätzlich informieren. Ansprechpartner der Studienberatung waren ebenfalls vor Ort und beantworteten Fragen zum Studium an der TU Bergakademie Freiberg.



Fakultätstag Wirtschaftswissenschaften 2025

Der Fakultätstag Wirtschaftswissenschaften bildete zugleich die Abschlussveranstaltung des MINT-EC Management Camp – einem Angebot, bei dem Schülerinnen und Schüler über mehrere Tage hinweg zum Thema Wirtschaft und Wissenschaft forschen und experimentieren können. Weit über 100 Schülerinnen und Schüler aus Gymnasien der Region und darüber hinaus haben den Fakultätstag genutzt, um sich selbst davon zu überzeugen, wie interessant ein Studium in Betriebswirtschaftslehre,



Fakultätstag Wirtschaftswissenschaften 2025

Wirtschaftsingenieurwesen, Business and Law, Business Analytics oder Industriearchäologie sein kann.

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



**Sparkassen-Stiftung**  
**TU Bergakademie Freiberg**  
Sparkasse Mittelsachsen



1 **Kontakt:** [management@bwl.tu-freiberg.de](mailto:management@bwl.tu-freiberg.de);  
[btb-marketing@bwl.tu-freiberg.de](mailto:btb-marketing@bwl.tu-freiberg.de)

## Konferenz der Werkstofftechnischen und Materialwissenschaftlichen Studiengänge in Saarbrücken

Tabea Schwochow<sup>1</sup>

Wie in jedem Semester nahm auch dieses Mal ein Teil des Fachschaftsrats der Fakultät 5 für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der TU Bergakademie Freiberg an der Konferenz aller Werkstofftechnischen und Materialwissenschaftlichen Studiengänge (KaWuM) teil. Gastgeberin war diesmal die Fachschaft MatWerk der Universität des Saarlandes, die vom 8. bis 11. Mai 2025 nach Saarbrücken zu vier Tagen intensiven Austauschs und gemeinsamer Arbeit einlud.

Die Veranstaltung begann am 8. Mai mit einem Plenum, in dem Ziele und Themenschwerpunkte für die kommenden Tage formuliert wurden. Zahlreiche Arbeitskreise (AK) standen dabei zur Auswahl. Im AK Nachwuchs beispielsweise wurden unter anderem konkrete Maßnahmen zur Gewinnung neuer Studierender für materialwissenschaftliche Studiengänge erarbeitet. Der AK Vernetzen widmete sich dem Austausch über Struktur und Inhalte der Studiengänge an verschiedenen Hochschulen sowie dem Umgang mit und der Integration von Studienanfänger\*innen. Weitere AKs behandelten Themen wie Hochschulpolitik, Lehrveranstaltungsevaluationen, die Qualität der Lehre, Akkreditierung und Internationalisierung der Studierendenschaft.

Am Freitag standen zusätzlich drei Exkursionen auf dem Programm. Während die Exkursion zur Dillinger Hütte ohne

Beteiligung des Freiburger Fachschaftsrats stattfand, nahm ein Teil unserer Gruppe an der Besichtigung des Fraunhofer-Instituts für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) teil. Dort stellte man moderne Methoden zur Materialprüfung vor, unter anderem bildgebende Verfahren zur Detektion von Mikrorissen und inneren Defekten – ein spannender Einblick in die industrielle Anwendung werkstoffwissenschaftlicher Forschung.

Eine weitere Exkursion führte zum Leibniz-Institut für Neue Materialien (INM). Im Rahmen von Fachvorträgen wurden dort aktuelle Forschungsprojekte präsentiert. Besonders hervorzuheben war das Thema Living Materials, unter anderem anhand des Projekts zu selbstschmierenden Kontaktlinsen (self-lubricating contact lenses), das innovative materialwissenschaftliche Ansätze mit biomedizinischen Anwendungen verbindet.

Im Ergebnis stellte die Konferenz für unsere Teilnehmer erneut eine wertvolle Plattform für den fachlichen und hochschulpolitischen Austausch sowie zur bundesweiten Vernetzung zwischen Studierenden der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik dar.

1 **Fachschaftsrat für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie**  
**Kontakt:** [fsr5@stura.tu-freiberg.de](mailto:fsr5@stura.tu-freiberg.de)



# Zwei Länder – Eine Erinnerung? – Exkursionsbericht

## Spuren des Krieges: NS-Kriegswirtschaft und Zwangsarbeit in Niederschlesien

Freia Anders, Eva-Maria Roelevink<sup>1</sup>

Ziel- und Erkundungsort der in mehrfacher Hinsicht grenzüberschreitenden Exkursion zwischen 10.-14. Juni 2025 war Görlitz, die östlichste Stadt Deutschlands. Görlitz ist ein imposantes Flächendenkmal und als Stätte beeindruckender Architektur für ihre jahrhundertealte Stadtgeschichte weit bekannt. Spätgotik, Renaissance, Barock und dann natürlich „Görliwood“ – das alles wirkt auf den Betrachter altherwürdig, ein bisschen verträumt, in jedem Fall aber vormodern. Das Thema unserer Exkursion war aber nicht das mittelalterliche und das vormoderne Leben in einer prosperierenden Stadt, sondern ihre jüngere und jüngste Geschichte im 20. Jahrhundert. Uns interessierten dabei v. a. die ‚Spuren des Nationalsozialismus‘ und das Erinnern an die nationalsozialistische Zwangsarbeit. Der Fokus lag auf dem Umgang zweier Länder, der DDR/Bundesrepublik und Volksrepublik/Polen, mit der Geschichte, die Studierendengruppe waren aus ‚alten‘ und ‚neuen‘ Bundesländern zusammengesetzt, die Erkenntnisse waren entsprechend groß und die ‚Völkerverständigung‘ erfolgreich.

Die malerische Altstadt bildete den Treffpunkt unserer Exkursionsgruppe, die sich aus 18 Studierenden der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und des IWTG der TUBAF zusammensetzte. Erfreulicherweise hatte die Exkursionsleitung, Dr. Anders aus Mainz und Prof. Dr. Roelevink aus Freiberg, eine sowohl nach Geschlecht als auch nach Studienfächern variantenreiche Gruppe beisammen, sodass die Studierenden die Chance hatten und sie auch ergriffen haben, sich im intensiven Austausch das eine oder andere beizubringen.

Selbstverständlich war schon die Anfahrt nervenaufreibend und ereignisreich. Zum Get-Together waren erfreulicherweise alle Teilnehmenden mit Bahn oder Pkw eingetroffen und lernten sich zunächst noch verhalten kennen. Beim gemeinsamen Abendessen wurden erste Gespräche geführt und auch erste Vorurteile abgebaut. Das Thema des Abends war dann bemerkenswerterweise weniger das Spannungsverhältnis zwischen ‚alten‘ und ‚neuen‘ Bundesländern als vielmehr die Vor- und Nachteile des Studiums an einer großen Volluniversität, wie der in Mainz, und einer kleineren Fachuniversität, wie der in Freiberg.

Thematisch haben wir das Feld mit einem Besuch der Kulturhistorischen Sammlungen der Stadt Görlitz aufgemacht. Dort wird seit März des Jahres die Sonderausstellung „Nationalsozialismus in Görlitz“ gezeigt. Neben den Ausstellungsobjekten hat uns hier besonders die Ausstellungskonzeption interessiert. Dankenswerterweise wurden wir von einem der drei Kuratoren, Dr. Brajer, durch die Ausstellung geführt, der uns sowohl die Konzeption als auch die Auswahl der Objekte erläuterte und darüber hinaus auch intensiv mit uns diskutiert hat. Die Sonderausstellung lieferte den TeilnehmerInnen den übergreifenden und allgemeinen zeitgenössischen Kontext und vermittelte die großen Linien und Ereignisse, die für Görlitz im Besonderen zwischen 1933 und 1945 maßgeblich waren. Die Vertiefung besonders zum Kriegsgeschehen und dem Einsatz von ZwangsarbeiterInnen in Görlitz haben wir dann mittels einer Ortsbegehung und -führung gewinnen können.



Herr Breutmann vom Kulturbüro Görlitz führte uns zu einigen Orten der Zwangsarbeit in der Görlitzer Südstadt. Neben den noch sichtbaren Hinterlassenschaften ging es in diesem Teil um die Erinnerungs- und Gedenkpraxis, die sich nach 1945 herausgebildet hat. Die Erinnerungsstätten zeugen von einer kontroversen Nutzung. Während das Gelände des ehemaligen Konzentrationslagers heute eine Kleingartenanlage ist, werden andere Gelände aktuell von Siemens und anderen Unternehmen genutzt. Es existieren Gedenksteine, die allerdings von Besuchern offensichtlich nicht nur positiv, sondern auch kritisch gesehen werden. Unsere Tour endete auf dem jüdischen Friedhof. Und spätestens hier wurde deutlich: Es existiert eine ganze Reihe von Orten der Erinnerung und ebenso ist eine Gedenkpraxis erkennbar. Im Vergleich zu anderen deutschen Städten ist zudem eine starke Auseinandersetzung feststellbar. Die Erinnerungspraxis ist allerdings nicht unbestritten. Da macht Görlitz keine Ausnahme.

Die nächste Etappe führte uns nach Zgorzelec, dem polnischen Teil der durch die Oder-Neiße-Grenze geteilten, heutigen Europastadt. Hier konnten wir ein eindrucksvolles Beispiel zivilgesellschaftlicher Gedenkstättenarbeit besichtigen. Auf dem Gelände der polnischen Gedenkstätte des ehemaligen deutschen Kriegsgefangenenlagers Stalag VIIIA befindet sich heute das Europäische Zentrum Erinnerung, Bildung, Kultur e.V., das von der gleichnamigen Stiftung in Zusammenarbeit mit dem Meeting-point Memory Messiaen unterhalten wird. Dr. Bent führte uns durch die Dauerausstellung und das Außengelände. Die aktuelle archäologische Forschung war dabei ebenso beeindruckend wie der Besuch des Ehrenfriedhofs auf dem Gelände eines während der NS-Zeit angelegten Massengrabs. Den Höhepunkt der Exkursion bildete die in der Gedenkstätte abgehaltene Konferenz zur „Zwangsarbeit“, die von den ExkursionsteilnehmerInnen aus Mainz und Freiberg in Zusammenarbeit und selbsttätig organisiert wurde. Die Präsentationen und Diskussionsimpulse der Studierenden haben erkennbar von der Zusammenarbeit profitiert und die Zwangsarbeit im Görlitzer Raum, die Definitionskriterien für die ‚unfreie Arbeit‘, die Erinnerungskultur und -arbeit zum Thema gemacht. Für die engagierten Beiträge danken wir unseren Studierenden sehr!



Insgesamt durften wir erleben, wie regionspezifisch die transnational vorgenommene historische Forschung an der Zwangsarbeit immer noch ist. In Hinblick auf die Erinnerungsarbeit wurde deutlich, welche Hürden – sprachlicher, kultureller, aber auch politischer Art – weiterhin bestehen, aber auch überwunden werden können.

Für die Unterstützung des Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. danken wir sehr.

1 **Kontakt:** Eva.Roelevink@iwtg.tu-freiberg.de

## Von Freiberg nach Turku, Finnland

Internationaler 29. Nordic Workshop on Interorganizational Research

Victor Wolf<sup>1</sup>

Als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fakultät 6 nahm ich vom 23. bis 25. April 2025 an dieser traditionsreichen wissenschaftlichen Veranstaltung teil, die dieses Jahr die Åbo Akademi in Turku, Finnland, ausrichtete. Seit ihrer Etablierung in den 1990er Jahren führt sie jährlich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Bereich der interorganisationalen Forschung zusammen. Der Workshop findet kontinuierlich statt und wird – seinem Namen entsprechend – wechselnd in verschiedenen Ländern Nordeuropas abgehalten.

Nach der offiziellen Begrüßung durch die Gastgeberinnen Prof. Dr. Annika Laine-Kronberg sowie Prof. Dr. Malin Brännback, Dekanin der Fakultät, boten weitere einführende Worte einen gelungenen Auftakt und vermittelten Einblicke in die thematische Ausrichtung des Workshops sowie in die akademische Landschaft der Åbo Akademi. Besonders eindrucksvoll war die Keynote des finnischen Serienunternehmers und Gründers der Firma Aethos, der in seinem Vortrag eine reflektierte und persönliche Perspektive auf moderne Unternehmensführung vorstellte. Seine Ausführungen zu wertebasierter Führung, langfristiger Strategie und Unternehmenskultur regten die Teilnehmer zur kritischen Auseinandersetzung mit Führungsmodellen an. Anschließend folgte eine Paneldiskussion über den gegenwärtigen Zustand und die künftige Entwicklung von B2B-Beziehungen. Unter B2B-Beziehungen (Business-to-Business) werden Geschäftsbeziehungen zwischen zwei oder mehreren Unternehmen verstanden. Im Gegensatz hierzu spricht man bei Beziehungen zwischen Unternehmen und Endkonsumenten von B2C-Beziehungen (Business-to-Consumer). In der B2B-Paneldiskussion wurden zentrale Herausforderungen der digitalen Vernetzung, neue Kooperationsmodelle und Fragen nachhaltiger Wertschöpfung diskutiert.

Die nächsten beiden Tage standen ganz im Zeichen des wissenschaftlichen Austauschs. Alle Teilnehmenden waren dazu aufgefordert, im Vorfeld ein vollständig ausgearbeitetes wissenschaftliches Paper einzureichen. Diese wurden jeweils zwei Kolleginnen bzw. Kollegen zugewiesen, die diese dann im Vorhinein gelesen und zur Diskussion vorbereitet hatten. Im Workshop präsentierte jede Person ihr Forschungsvorhaben in einem 15-minütigen Vortrag, gefolgt von einer intensiven 25-minütigen Diskussion. Diese strukturierte und zugleich



offene Form der Rückmeldung ermöglichte einen konstruktiven, fachlich fundierten Dialog und bot wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung der jeweiligen Projekte.

Ich konnte dabei meine aktuelle Studienidee aus dem Bereich der interorganisationalen Forschung präsentieren: Im Zentrum steht das Konzept der Coopetition, also der Zusammenarbeit zwischen direkten Wettbewerbern. In meiner Dissertation untersuche ich u. a. inwiefern sich solche Beziehungsdynamiken in lokalen Netzwerken entfalten. Zeitnah plane ich dazu eine Interviewstudie mit mehreren Kaffeeröstereien aus der Berliner Spezialitäten-Kaffeeszene, um ein besseres Verständnis für kooperative Praktiken, geteiltes Wissen und die Wahrnehmung von Wettbewerb in urbanen Märkten zu erlangen. Die Präsentation stieß auf großes Interesse, und ich erhielt zahlreiche hilfreiche Rückmeldungen zur konzeptionellen Schärfung und methodischen Ausgestaltung meines Forschungsvorhabens. Darüber hinaus bot sich die Gelegenheit, mich mit Expertinnen und Experten aus dem Themenfeld zu vernetzen und bestehende Kontakte zu vertiefen.

Daneben besuchte ich eine Vielzahl weiterer Vorträge, die sich mit unterschiedlichen Aspekten interorganisationaler Beziehungen beschäftigten – unter anderem mit methodischen Zugängen zur Erforschung von B2B-Interaktionen, der Rolle



von Nachhaltigkeit in unternehmensübergreifenden Netzwerken sowie den Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz und digitaler Transformation auf bestehende Geschäftsbeziehungen. Die Bandbreite der Themen unterstrich den interdisziplinären Charakter des Workshops und verdeutlichte die hohe Relevanz des Forschungsfelds für Wissenschaft und Praxis gleichermaßen.

Ergänzt und bereichert wurde das wissenschaftliche Programm durch kulturelle Angebote, die Einblicke in die finnische Kultur und insbesondere in die Geschichte Turku vermitteln. Die Stadt, bis 1812 Hauptstadt Finnlands, gilt als eines der historischen und kulturellen Zentren des Landes. Bei einer Altstadt-Führung lernten wir sie etwas näher kennen.

Für mich war die Teilnahme am 29. Nordic Workshop on Interorganizational Research überaus bereichernd. Der Workshop bot nicht nur die Möglichkeit zur Präsentation und Weiterentwicklung meines eigenen Forschungsvorhabens, sondern vermittelte durch den intensiven wissenschaftlichen Austausch auch neue Perspektiven auf interorganisatorische Dynamiken. Die Veranstaltung war inhaltlich wie organisatorisch exzellent gestaltet und wird mir sowohl fachlich als auch persönlich in sehr positiver Erinnerung bleiben.

1 **Kontakt:** victor.wolf@doktorand.tu-freiberg.de



## Studierende bei den 47th Intercollegiate International Mining Games in Großbritannien

Beatrice Tauber, Jonas Eckhardt, Marlene Mühlbach



Das Männerteam, bestehend aus Tobias Hörmann, Niclas Montag, Adrian Weigel, Jonas Eckhardt und Jonas Lüdtker sowie das Frauenteam, bestehend aus Sonja Heil, Vanessa Fritsch, Beatrice Tauber, Olivia Neger, Josephine Ludwig und Marlene Mühlbach

Vom 19. bis 23. März fanden die 47th Intercollegiate International Mining Games (IMG) in Cornwall (Großbritannien) statt, wo elf Studierende zum ersten Mal die TU Bergakademie Freiberg repräsentierten. Im Zentrum der Games stand die Beherrschung und Umgang mit alten bergmännischen Techniken. Dabei schlugen sich die Studierenden erfolgreich im Wettstreit mit 43 Teams von Bergbauuniversitäten aus aller Welt.

Der Wettkampf umfasste die sieben Disziplinen Hand Steeling (Bohren mit Hammer und Meißel), Mucking (Fördern mit Hunt),

Track Stand (Gleisbau), Swede Saw (Sägen), Gold Panning (Goldwaschen), Jackleg Drilling (Bohren mit Druckluftbohrhammer und Luftstütze) und Survey (Vermessung mit einfachem Theodolit). Die Disziplinen wurden meist als Team (fünf Personen) oder zu zweit bestritten.

In der Gesamtwertung behauptete sich das Männerteam gegen 16 starke Teams und erreichte den 11. Platz. Es konnte v. a. in den Disziplinen Survey (4. Platz), Mucking (5. Platz) und Track Stand (5. Platz) gute Leistungen erbringen. Das Frauenteam

erreichte im Wettstreit mit insgesamt neun gegnerischen Teams den 4. Platz. Es konnte sich den zweiten Platz in der Disziplin Jackleg Drilling sichern und legten eine gute Leistung im Gold Panning (4. Platz) hin.

Nach dem Wettkampf erkundeten die Studierenden die Region Cornwall, die durch eine lange Geschichte des Kupfer- und Zinnbergbaus geprägt ist. Sie ist heute Teil des UNESCO-Welterbes. So besuchten sie u. a. die Geevor Tin Mine, die original erhaltene Dampfmaschine Levant Beam Engine und das Museum der King Edward Mine, auf deren Gelände auch der Wettkampf ausgetragen wurde.

Das gesamte Team bedankt sich herzlich bei allen Unterstützern und Sponsoren, die die Teilnahme an den Games ermöglichen haben. Dazu zählen der Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V., der RDB e. V. BV Bergakademie

Freiberg, die Herrenknecht AG, die Redpath Deilmann GmbH, die K+S Aktiengesellschaft, die Schachtbau Nordhausen GmbH und die Hermann Paus Maschinenfabrik GmbH. Besonderer Dank gilt der Firma TS Bau GmbH Jena und dem Bergbauverein „Hülfe des Herrn Alte Silberfundgrube“ e. V., mit deren Unterstützung Trainingsmöglichkeiten auf dem Gelände des Besucherbergwerks „Wismut-Stolln“ in Biensdorf geschaffen wurden. Weitere Trainings konnten auf einem Privatgelände durchgeführt und durch das Institut für Markscheidewesen und Geodäsie realisiert werden.

Auf Basis der erfolgreichen Teilnahme am Wettkampf wurde durch die Studierenden die AG Mining Games gegründet, die den Zweck des Trainierens der Disziplinen und einer regelmäßigen Teilnahme am Wettkampf verfolgt. So möchten die Studierenden im März 2026 in Arizona (USA) erneut an den IMG teilnehmen.

## Pro-/Seminar der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften zu Gast in Brüssel

Karina Sopp



Studierende und Promovierende zu Gast bei der Europäischen Kommission

Im Rahmen eines Pro-/Seminars im Sommersemester 2025 der TU Bergakademie Freiberg waren Studierende und Promovierende zu Gast bei der Europäischen Kommission, im Europäischen Parlament, bei der Ständigen Vertretung Deutschlands bei der EU und der Deutschen Industrie- und Handelskammer (DIHK) in Brüssel. Anlass war das Seminar „EU-Kompass für Wettbewerbsfähigkeit“. Gemeinsam wurden zentrale Fragen zur Förderung der Wirtschaft im Einklang mit Nachhaltigkeitszielen auf politischer Ebene und bei Interessensverbänden diskutiert. Das zweitägige Programm bot spannende Besuche und Gespräche.

Am ersten Tag (10. Juni 2025) standen folgenden Programmpunkte auf der Agenda:

- Ständige Vertretung Deutschlands bei der EU – Einblicke in die wirtschaftspolitische Koordination mit Till Spannagel, Leiter der Abteilung Wirtschaft, Ständige Vertretung der Bundesrepublik Deutschland bei der EU,

- Europäische Kommission – Austausch mit Kerstin Jorna, Generaldirektorin der Direktion Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU, zur europäischen Industriepolitik,
- Deutscher Industrie- und Handelskammertag (DIHK) – Gespräche über EU-Förderinstrumente mit Sandra Zwick, Referatsleiterin Europapolitik, EU-Finanzierungsinstrumente, EU-Außenwirtschaftsförderung.

Am Folgetag (11. Juni 2025) wurden weitere Perspektiven eröffnet:

- Europäisches Parlament – Austausch mit Oliver Schenk und Axel Voss, beide Mitglieder des Europäischen Parlaments, zu aktuellen europapolitischen Entwicklungen
- Verband der Chemischen Industrie (VCI) – Diskussion über Industrieinteressen auf EU-Ebene mit Dr. Pierre Gröning, Geschäftsführung Europabüro Brüssel,





Zu Gast im Europäischen Parlament

- Evangelische Kirche in Deutschland – Einsichten zur EU-Förderpolitik von Ulrike Truderung, Referentin für EU-Förderpolitik und EU-Projekte,
- Zentralverband des deutschen Handwerks – Elisabeth Haeringer, Referatsleiterin Verbindungsbüro zur EU, liefert Einblicke in die Berücksichtigung der Interessen des Handwerksverbands in der EU-Regulatorik,
- Naturschutzbund Deutschland (NABU) – Nachhaltigkeit im politischen Dialog mit Dr. Raphael Weyland, Büroleiter Brüssel.

Der fachliche Austausch wurde betreut von Prof. Dr. Simon Glöser-Chahoud, Dr. Markus Pieper, Prof. Dr. Silvia Rogler und

Prof. Dr. Karina Sopp. Die Gastwissenschaftlerin Prof. Marina Stefanova von der Universität Sofia begleitete den Aufenthalt ebenfalls in fachlicher Hinsicht.

Insgesamt waren es zwei inspirierende Tage voller wertvoller Einblicke in die Schnittstellen von Politik, Wirtschaft und Nachhaltigkeit in Europa.

Finanziell unterstützt wurde die Reise nach Brüssel durch den Verein der Förderer der TU Bergakademie Freiberg. Diese Förderung hat es auf unkomplizierte Weise möglich gemacht, ein solch attraktives und lehrreiches Angebot zu konzipieren.

## Forschungsaufenthalt an der Durham University

Jasmin Wagner<sup>1</sup>

Die wissenschaftliche Bearbeitung und Lösung einer Fragestellung im Rahmen einer Qualifikationsarbeit kann Nachwuchsforschende vor vielfältige Herausforderungen stellen. Neben dem regelmäßigen Austausch mit den Betreuenden bieten Forschungsaufenthalte eine gute Möglichkeit, wertvolle Impulse für die Durchführung von Projekten zu erhalten. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin an der Professur für Business-to-Business Marketing der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften beschäftige ich mich mit dem Thema „Value Destruction“. Die Vernichtung von Wert kann in Unternehmen auf verschiedene Weise geschehen. Eine häufige Form ist dabei die Zerstörung von Produkten, welche Unternehmen bisweilen nutzen, um mit Produktrückgaben, Produktschäden oder Rückrufaktionen umzugehen. Die Vernichtung von Produkten kann jedoch eine Bandbreite von (oftmals negativen) Auswirkungen haben. Es ist daher wichtig zu verstehen, welche Gründe dieser Maßnahme zugrunde liegen, welche Facetten und Implikationen sie aufweist und welche Präventions- oder Gegenmaßnahmen geeignet sind.

Im Rahmen meines Promotionsvorhabens absolvierte ich im Jahr 2024 einen dreimonatigen Forschungsaufenthalt an



Blick auf das Ustinov College

der Durham University Business School. Die Durham University ist eine der führenden Hochschulen in Großbritannien und genießt national und international einen hervorragenden Ruf. Sie ist Mitglied der Russell-Gruppe, einem Verbund britischer Forschungsuniversitäten.

Während meines Aufenthalts in Durham konnte ich wesentliche Fortschritte in meinem Promotionsvorhaben erzielen. So war es mir möglich, erste Ergebnisse meiner Forschung zu den Ursachen, Erscheinungsformen und Auswirkungen der Produktvernichtung in einem Forschungsseminar zu präsentieren. Die Diskussion mit anderen Forschenden lieferte wertvolles Feedback und neue Impulse für die weitere Arbeit an der Studie. Zudem war es mir möglich, vertiefte Einblicke in Ansätze und Methoden der Datenauswertung zu erhalten.

Durch die Teilnahme an Forschungsseminaren und Workshops für Promovierende war es mir möglich, meine Theorie- und Methodenkenntnisse weiter auszubauen. Beispielsweise lernte ich neue Techniken zum effektiven Schnellessen akademischer Texte kennen. Außerdem gewann ich Einblicke in die Methoden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus angrenzenden Forschungsgebieten.

Der Aufenthalt in Durham bot mir zudem die Gelegenheit, ein internationales Netzwerk aufzubauen und mein Forschungsthema in einem breiten akademischen und praktischen Kontext zu diskutieren. Ich tauschte mich mit Dozierenden und



Jasmin Wagner vor der Durham University Business School

Promovierenden der Durham University Business School sowie mit internationalen Gastdozierenden aus. Auf einer Konferenz an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie konnte ich Kontakte zu Unternehmen knüpfen. Zudem lernte ich andere internationale Promovierende und deren Forschungsprojekte auf einer Konferenz des Ustinov Colleges kennen.

Schließlich sammelte ich wertvolle Eindrücke vom Leben auf dem Universitätscampus und in der Stadt. Die Stadt Durham hat rund 50.000 Einwohner und mit etwa 21.000 Studierenden und 4.000 Mitarbeitenden prägt die Universität das Stadtbild maßgeblich. Gemeinsam mit den

Studierenden der Universität verbrachte ich viel Zeit in der Bill Bryson Bibliothek. Ich lernte die britische Pub-Kultur kennen und unternahm Ausflüge in die Region. Dank zahlreicher Gespräche mit Universitätsangehörigen wurde ich mit verschiedenen regionalen Dialekten vertrauter.

Rückblickend war der Auslandsaufenthalt eine inspirierende und bereichernde Erfahrung. Besonders bedeutend für mich waren die Erweiterung meines Horizonts und der intensive Austausch mit anderen Forschenden. Trotz organisatorischer und finanzieller Herausforderungen möchte ich Promovierenden einen Forschungsaufenthalt im Ausland sehr empfehlen. Zurück in Freiberg plane ich nun, meine Forschungsarbeit fortzuführen und abzuschließen.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Herrn Professor Alexander Leischnig, und Frau Professor Zsófia Tóth von der Durham University Business School für ihre Unterstützung bei der Realisierung des Aufenthalts. Zudem danke ich dem Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. für die gewährte finanzielle Beihilfe.

1 Kontakt: Jasmin.Wagner@bwl.tu-freiberg.de

## Vom Mineral zum Rohstoff

### Die Chemie des Kupfers als roter Faden des zweiten Chemie-Sommercamps

Conrad Hübler<sup>1</sup>



Schülerinnen und Schüler während der Versuche in der Physikalischen und Analytischen Chemie

Am 23. und 24.05.2025 fand das zweite Chemie-Sommercamp an der Fakultät für Chemie, Physik und Biowissenschaften statt. Neun Schülerinnen und Schüler erhielten einen Einblick in die Chemie des Kupfers. Passend zum Profil der TU Bergakademie Freiberg wurden dabei einzelne Stationen der Gewinnung des Rohstoffs Kupfer, ausgehend vom Mineral bis hin zum Metall, beleuchtet. Die Schülerversuche wurden in den Praktikumslaboren der chemischen Institute (Analytische Chemie, Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie und Technische Chemie) sowie des Instituts für Biowissenschaften im Clemens-Winkler-Bau durchgeführt. Die Stationen beinhalteten Experimente zum anorganischen Aufschluss sowie der biologischen Laugung von Kupfermineralen, zur qualitativen und quantitativen Analyse von Kupfer mit Hilfe von Komplexbildungsreaktionen und Photometrie,

zur Extraktion und anschließenden Abscheidung von metallischem Kupfer sowie zur Verwendung von Kupfer als Pigment. Die Versuche wurden entsprechend der Institute auf sechs Stationen aufgeteilt, von denen die Schülerinnen und Schüler am Freitagvormittag und -nachmittag sowie am Samstagvormittag insgesamt drei in wechselnden Gruppen besuchten.

Als didaktische Neuerung im Vergleich zum Chemie-Sommercamp des letzten Jahres und als Abgrenzung zum jährlich an unserer Fakultät stattfindenden Schülerkolleg wurden alle Versuche unter der Überschrift „Vom Mineral zum Rohstoff am Beispiel Kupfer“ ausgerichtet. Die Schülerinnen und Schüler sollten einen Einblick in die chemischen Aspekte der Gewinnung eines Rohstoffs erhalten und dabei auch die biologische Laugung und Extraktion kennenlernen – Themen, die sich deutlich vom Schulstoff abheben. Des Weiteren wurde mit der Wahl dieses





Abschließende Postersession: Die Schülerinnen und Schüler stellen sich gegenseitig ihre Versuche und Ergebnisse vor.

Themenkomplexes die aktuelle Forschung der TU Freiberg in Bezug auf Ressourcen und Material in den Fokus gerückt und durch die verschiedenen Stationen bei der Gewinnung, Analyse und Abscheidung von Kupfer anschaulich demonstriert. Anhand der unterschiedlichen Versuche wurde deutlich, dass sich die Forschung zwar auf verschiedene Institute verteilt, die Vernetzung zwischen diesen und der wechselseitige Austausch von Informationen aber eine wichtige Rolle in der Forschung einnehmen.

Damit die Schülerinnen und Schüler den Überblick behielten und alle Versuche einordnen konnten, wurde ihnen ein Übersichtsheft mit einer thematischen Einordnung und kurzen Beschreibung der Versuche zur Verfügung gestellt. Um den direkten Austausch zu fördern sowie allen die Möglichkeit zu geben, die wichtigsten Informationen aller Versuche zu erfahren, wurde am Samstagnachmittag im Lessingbau eine Postersession durchgeführt. Für diese wurden im Vorfeld der Versuche Postervorlagen mit

Lücken erstellt, sodass ausreichend Platz für experimentelle Ergebnisse und farbige Fotos vorhanden war. Die Poster wurden im Vorfeld der Präsentation von den Schülergruppen fertiggestellt. Durch sie hatten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die übrigen Themen von den Instituten kennenzulernen, die sie nicht selbst besucht haben. Gleichzeitig sollte die Postersession Konferenzatmosphäre schaffen – inklusive eines Konferenzessens mit Pizza – und jedem die Möglichkeit geben, die durchgeführten Versuche zu reflektieren, wissenschaftlich zu präsentieren und somit das Gelernte zu festigen und in den Gesamtkontext einzuordnen. Neben den selbstgestalteten Postern zu den durchgeführten Versuchen wurden weitere zur Vorstellung der Institute gezeigt, sodass die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in noch andere Forschungsthemen der Fakultät 2 erhielten, die gleichzeitig das Profil der TU Bergakademie Freiberg repräsentieren. Die Posterpräsentation wurde von den Schülerinnen und Schülern sehr aufgeschlossen aufgenommen

und auch die Institutsposter wurden interessiert studiert.

Neben dem experimentellen Programm kam auch die soziale Komponente nicht zu kurz. Am Freitagabend fand ein gemeinsames Grillen statt, das vom Jungchemikerforum durchgeführt wurde. Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler konnten dabei mit Angehörigen der Fakultät 2 ungezwungen ins Gespräch kommen und neben dem fachlichen Einblick auch Eindrücke vom studentischen Leben an der TU Bergakademie Freiberg gewinnen. Abgerundet wurde das Abendprogramm durch eine Darbietung von chemischen Experimenten auf dem Hinterhof des Lessingbaus durch die Schauvorlesungsgruppe der Fakultät 2. Am Samstag zur Mittagszeit gab es außerdem noch eine kleine Labor- und Campustour vom Clemens-Winkler-Bau durch den Gellert-Bau, das ZeHS sowie die Universitätsbibliothek, sodass die Teilnehmer auch den Campus kennenlernten.

Das Feedback der Schülerinnen und Schüler war sehr positiv. Sie haben sich auch schon erkundigt, ob das Programm des Sommercamps im nächsten Jahr daselbe wie dieses Jahr sein wird. Spätestens zum Schülerkolleg am Anfang des neuen Schuljahres werden einige Schülerinnen und Schüler die TU Bergakademie Freiberg erneut besuchen und hoffentlich nach ihrem Schulabschluss ein Studium in Freiberg beginnen.

Das Chemie-Sommercamp wurde auch dieses Jahr dankenswerter Weise vom Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg unterstützt.

1 Institut für Physikalische Chemie und Fachreferent für die Fakultät 2, TU Freiberg (<https://orcid.org/0000-0003-4682-9909>)

## European Metallurgical Conference 2025 in Hamburg

Anne Pfohl



Konferenzprogramm und Goodies

Mein Name ist Anne Pfohl; ich studiere Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie mit der Vertiefung Nichteisenmetallurgie am Institut für Nichteisenmetallurgie und Reinstoffe. Im Juni hatte ich die Ehre, das Institut nach Hamburg zur European Metallurgical Conference (EMC) zu begleiten. Die EMC ist die größte europäische Metallurgiekonferenz und wird von der Gesellschaft der Metallurgen und Bergleute e. V. alle zwei Jahre organisiert.

Die diesjährige Konferenz stand unter dem Motto „Sustainability, Decarbonization, Circularity and Digitalization“. Mit über 300 Teilnehmenden aus der ganzen Welt, spannenden Vorträgen und einer breiten Themenvielfalt – von Pyro- und Hydrometallurgie über Biohydrometallurgie bis hin zu Vorträgen über Kupfer, Aluminium, Dekarbonisierung, Nachhaltigkeit und Batterierecycling – war die Konferenz fachlich wie persönlich



Gruppenfoto mit allen TUBAF-Teilnehmenden

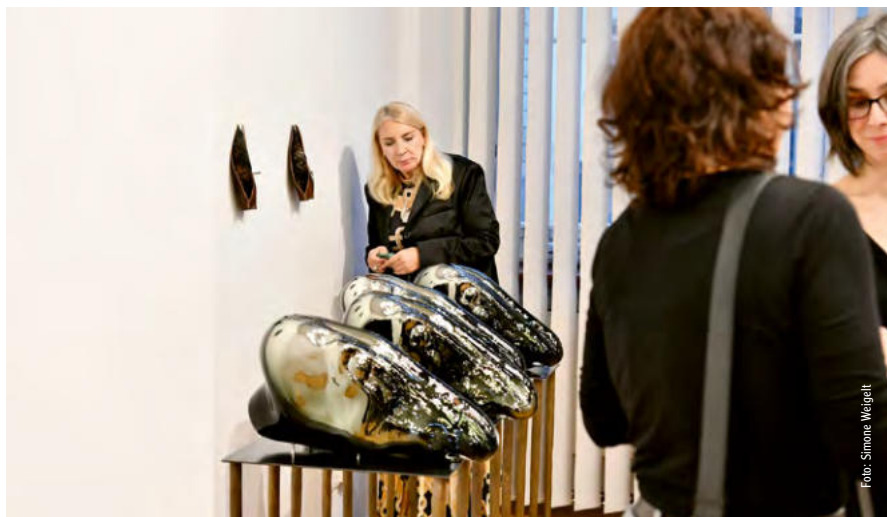
eine großartige Erfahrung. Neben dem intensiven fachlichen Austausch bot sich auch die Gelegenheit zum Networking und dazu, neue Menschen kennenzulernen. In den Abendstunden gab es zudem die Möglichkeit Hamburg zu entdecken und Freundschaften zu knüpfen.

Herzlichen Dank an Prof. Charitos und den VFF für diese einzigartige Möglichkeit!

## Minerale und High-Tech aus Freiberg neben sächsischer und internationaler Kunst

Zehn Minerale der Geowissenschaftlichen Sammlungen der TUBAF reisten im April nach Berlin, in die Sächsische Landesvertretung der Hauptstadt. Sie waren dort Teil einer ambitionierten Ausstellung, die von der Künstlerin und TUBAF-Alumna Susanne Roewer kuratiert wurde und von Ende April bis Mitte August 2025 für Besucherinnen und Besucher offenstand. Unter dem programmatischen Titel „Wir können mit dem Erfinden nicht aufhören, denn wir sitzen nun einmal auf dem Tiger“ stellte die Kuratorin, die auch die deutsch-polnisch-schweizerische Kooperation für den Roten Turm in Chemnitz initiiert hat, Menschen und Programme in den Fokus, die sich den Problemen der Gegenwart modern, innovativ, eigenverantwortlich und mutig nähern, um den „Durchbruch zum Besseren“ zu schaffen, so der Untertitel der Veranstaltung. Susanne Roewer ging es nicht allein darum, die Vielfalt der Kunst mit Bezug zu Sachsen darzustellen, sie schlug auch die Verbindung zu technischen Innovationen, die von hier ausgingen: Angefangen bei der Entwicklung des Eisengusses im 18. Jahrhundert in Wolkenburg beleuchtete sie z. B. auch die erfolgreichen Gründer Palitzsch und Röver von LuxChemTech, dem Freiburger Recyclingunternehmen, die ebenfalls Absolventen der TUBAF sind.

Eröffnet wurde der künstlerisch-wissenschaftliche Austausch, bei dem neben den Mineralien aus Freiberg auch 29 Skulpturen, Zeichnungen und Gemälde zu sehen waren, die diesen mutigen Erfindergeist sichtbar machen, am 29. April vom Chef der Sächsischen Staatskanzlei



Besucher der Vernissage



Holger John zeigt Franziska Koch seine Zeichnungen »Es geht in der Kunst immer ums Erfinden – denn wir sitzen auf dem Tiger«

Dr. Andreas Handschuh. Vor Ort waren zahlreiche Gäste der TUBAF, so auch VFF-Vorstandsmitglied Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva. Schirmherren des Projekts waren neben dem Esche Museum in

Limbach-Oberfrohna und Museum Schloss Wolkenburg der Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg.



# Internationale Höhlenforschung

## Expedition EXPLO THAILAND 2025

Liviu Valenas<sup>1</sup>

Die EXPLO THAILAND 2025 fand in zwei Teilen statt: der erste Teil zwischen dem 18. Februar und dem 5. März, der zweite Teil vom 15. März bis zum 5. April. Erforscht wurden Karst- und Sandsteinhöhlen in den Provinzen Ubon Ratchathani, Amnat Charoen, Sakon Nakhon, Udon Thani und Nong Khai im Nordosten Thailands, die überwiegend aus Quarzitsandstein bestehen. Die Expedition wurde vom Höhlenforschungsverein „Z“ aus Nürnberg organisiert. Teilnehmer waren: Liviu Valenas (Deutschland, Expeditionsleiter), Maliwan Valenas (Deutschland), Benjamin Robert (Großbritannien), Niamh Carman (Großbritannien), Calvin Dorn (USA), Rimma Jakovleva (Russland), Mihai Wittenberger (Rumänien) und Suphakit Khamloy (Thailand).

Insgesamt wurden 24 Höhlen erforscht und vermessen, von denen 18 bei dieser Expedition neu entdeckt wurden. Die insgesamt vermessene Länge betrug 1.406,8 m. Zwei außergewöhnliche Leistungen sollen hier erwähnt werden: Zunächst gelang uns die Durchquerung der Endhalle in Tham Din Pieng, der längsten Sandsteinhöhle Thailands. Wir drangen um zusätzliche 237 m vor und konnten durch fünf Eingänge, die bis zu dieser Expedition unbekannt waren, aus ihr wieder heraustreten. Das derzeitige Ende der Höhle ist ein unpassierbarer Siphon. Die Höhle hat eine Gesamtlänge von 2.747 m. Die zweite außergewöhnliche Entdeckung gelang uns in Tham Patihan: Hier fanden wir über einen 15 m tiefen Schacht einen unterirdischen Fluss, den wir auf einer Strecke von 205 m erkundeten. Der bekannte Teil der Höhle verlängerte sich dadurch von 660 m auf 1.029 m. Eine weitere überraschende Entdeckung wurde in der großen Tham-Meut-Höhle gemacht: Hier wurde ein neuer Eingang am Ende der Höhle gefunden, der selbst den Einheimischen bisher unbekannt war. Im Seri-Thai-System wurde eine Gesamtlänge von 1.124 m erkundet. Die Untersuchung dieser Höhle kann nun als abgeschlossen betrachtet werden. Zwei weitere sehr interessante Sandsteinhöhlen wurden vermessen: Tham Phusi Keuw (165,5 m lang) und Tham Din Pieng in der Provinz Udon Thani, 95 m lang.



Tham Phusi Keuw

Zusätzlich zu diesen Höhlenerkundungen verfolgte die Expedition ein ehrgeiziges wissenschaftliches Programm, das sich auf Untersuchungen der Geomorphologie, Hydrogeologie und Geochemie in den Karstsandsteinen im Nordosten Thailands konzentrierte. In den Provinzen Nong Khai, Amnat Charoen und Ubon Ratchathani wurden darüber hinaus verschiedene oberflächige Karstgebiete kartiert. Das wissenschaftliche Programm wurde von Forschenden der TU Bergakademie Freiberg begleitet.

Finanzielle Unterstützung für diese Expedition, für die wir uns herzlich bedanken möchten, erhielten wir unter anderem vom Verein Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V. (VFF) sowie von der Stiftung zur Förderung der „Wissenschaftlichen Schule Zunker-Busch-Luckner“.

### Thailands längste Sandsteinhöhlen, 2025 (Länge/ Höhenunterschied in m)

1. Tham Din Pieng, Nong Khai, 2,747 m/-33 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2024-2025)
2. Seri Thai System, Sakon Nakhon, 1,124 m/-22 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2023-2025)
3. Tham Patihan, Ubon Ratchathani, 1,029 m/-42 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2024-2025)
4. Tham Meut, Ubon Ratchathani, 525 m/-30.3 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2020-2025)



Tham Meut

5. Raid Air Shelter Cave, Phitsanulok, 361 m/? (Dunkley et al. 2017)
6. Tham Phu Pom No. 1, Amnat Charoen, 284 m/-8.6 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2019 - 2020)
7. Tham Nam Lot, Ubon Ratchathani, 181 m/-11.5 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2016)
8. Tham Phusi Keuw, Mukdahan, 165.5 m/+9 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2025)
9. Phu Phanom Di System, Ubon Ratchathani, 157 m/-9.0 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2018-2024)
10. Tham Ghia, Ubon Ratchathani, 133 m/-11.6 m (Valenas/ Speleological Club „Z“ 2020)
11. Tham Din Pieng, Udon Thani, 95 m/-5 m (Robert/ Speleological Club „Z“ 2025)







# HISTORIE



# Erfolgreich gescheitert. Gedanken zum 300. Geburtstag von Friedrich Anton von Heynitz

Norman Pohl<sup>1</sup>



Gedenktafel in der St. Bartholomäuskirche zu Belgern

Die Redaktion der Zeitschrift „Der Anschnitt. Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau“ stellte 2003 einem Beitrag von Johannes Mager über Friedrich Anton von Heynitz folgendes, hier auszugsweise zitiertes Vorwort voran:

„Über Friedrich Anton von Heynitz (auch Heinitz) ist viel geschrieben worden. Gewöhnlich wird sein beruflicher Werdegang fachmännisch referiert vorgestellt. Hier geht es vorwiegend um Streiflichter aus seinem Leben und um den Menschen, der es als gläubiger Christ und hoher Bergbeamter nicht immer leicht hatte, sich zu behaupten. Besonders soll sein Umfeld, in dem er als Glied eines alten, tief verwurzelten Meißner Adelsgeschlechtes segensreich wirkte, in den folgenden Ausführungen vorgestellt werden.“ In einer ergänzenden Fußnote heißt es: „In den letzten Jahren ist das Lebenswerk von Friedrich Anton von Heynitz immer wieder auf großes Interesse gestoßen. Das betrifft nicht nur die Bergakademie Freiberg, dessen [sic!] Mitbegründer er war, sondern den deutschen Bergbau allgemein, dem er Wesentliches und Neues gebracht hat. Man denke nur an die Heinitz-Grube im Saarland, die Kalksteingewinnung und -verarbeitung in Rüdersdorf bei Berlin, nicht zuletzt 1995 die 200-Jahr-Feier des Heinitz-Polders im Emsland. Im gleichen Jahr fand auch die Enthüllung einer Gedenktafel in der Kirche zu Belgern statt. Die Beschäftigung mit der Biographie dieses Mannes ist eng mit der großen technischen Entwicklung in der Welt verbunden, die Friedrich Anton auf zahlreichen Reisen durch Europa, insbesondere England und Frankreich kennengelernt hatte. (...) Friedrich Antons Einsatz für die vielfältigen Aufgaben, sein Weitblick und Ideenreichtum lassen sein Leben im Sinne des Wappenspruchs der Familie erscheinen: *Aliis in serviendo consumo* (Ich verzehre mich im Dienst an anderen), gez. Krafft von Heynitz.“

Da gemäß einer Sentenz von Johann Wolfgang von Goethe getretener Quark nur breit, aber nicht stark wird, sollen die Interessierten hier nur in aller Kürze auf Literatur zu Heynitz verwiesen werden. Die Vorträge der taggenau zum 300. Geburtstag durchgeführten Freiburger Geschichtsstunde am 14. Mai und der drei Tage später angesetzten Festveranstaltung in der St. Bartholomäuskirche Belgern in heute Belgern-Schildau, Heynitz' Geburtsstadt, mit einer musikalischen Würdigung durch die Freiburger Bergsänger, beruhten nicht auf eigenen Forschungen, sondern auf der Auswertung der angegebenen

Literatur. Ob auch im Wirkungsbereich von Heynitz' erster Lebensphase mit Verantwortung (1746-1763), also im vormaligen Herzogtum Braunschweig-Lüneburg, seines Wirkens gedacht wurde, entzieht sich der Kenntnis.

Insbesondere Wolfhard Weber setzte sich sehr kritisch mit Heynitz' Wirken auseinander – wenigstens ebenso kritisch wie Heynitz in seinen pietistisch fundierten Selbstreflexionen. Danach war Heynitz mit seinen Vorstellungen seiner Zeit in der Regel deutlich, wenn nicht sehr weit voraus, was darin seinen Niederschlag fand, dass etwa die Bestellung als Generalbergkommissar ihn mit einem wohlklingenden Titel versah, aber ohne Einfluss auf die tatsächlich im Kollegialorgan der Leitung des Oberbergamts getroffenen Entscheidungen beließ. Einen kurzen Überblick über alle wichtigen Lebensstationen bietet der noch von Walter Schellhas verfasste Eintrag in die Neue Deutsche Biographie, ausführlicher konnte sich Werner Lauterbach in den Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins äußern. Frei von der lokalpatriotischen Brille sind die Ausführungen von Mager – die Zeitschrift „Der Anschnitt“ ist im Freihandbereich der Universitätsbibliothek Freiberg verfügbar – sowie von Kadatz, wohingegen Benno von Heynitz die Lektüre von Originalquellen anbietet.

Jens Kugler war „Der landesherrliche Besuch 1765 im Freiburger Bergbau und Hüttenwesen“ so wichtig, dass er ihn als Bd. 2 in die von ihm im Selbstverlag herausgegebene Schriftenreihe „Akten und Berichte vom sächsischen Bergbau“ aufnahm.

Um am Beispiel der heutigen TU Bergakademie Freiberg die im Titel dieses Beitrags propagierte These des erfolgreichen Scheiterns zu unterlegen, sei ein längeres Zitat aus den Erinnerungen von Friedrich Wilhelm Heinrich von Trebra gegeben, veröffentlicht unter dem Titel „Bergmeister-Leben und Wirken in Marienberg, vom 1. Decbr. 1767. bis August 1779“. Trebra schreibt über seine Ausbildung:

„An der Universität Jena hatte ich mich gebildet. Philosophische und mathematische Wissenschaften mit Naturlehre trieb ich vorzüglich, neben [8] der mir weniger angenehmen Juristerei. Meine Lehrer waren die geachtetsten der damaligen Zeit, und ich hatte das Glück in ihre Familienzirkel mit gezogen zu werden. So genoß ich den Unterricht zwiefach, vom Lehrstuhle herab, und im geselligen Umgange, ward damit geübt, auch oft in großer Gesellschaft, in richtiger Anwendung der empfangenen Lehren; im Ordnen der Begriffe, und deren richtigen Auffassen bey vorgekommenen Anlässen; besonders auch in Menschenkenntniß. Vorzüglich übte ich mich zwischen diesen edlen Menschen im hellen, richtigen Blick jede Sache, und jeden Gegenstand, durchaus ohne alles Vorurtheil aufzufassen nach der Natur, wie diese sich aussprach, in voller Wahrheit. [9]

Dieß war zunächst mein Glück beim Bergbau, der bis hierher in allen seinen Theilen mir durchaus unbekannt geblieben war. Alle seine Neuheiten, die er mir in so großer Mannichfaltigkeit darbot, konnte ich leicht, und richtig auffassen, nach Wahrheit empfinden, und zu richtigen Gebrauch für große Vortheile, im schon aufgeräumten Kopfe ordnen. Damit konnte ich mein eigener Lehrer, zwischen einer Menge praktisch vom Bergbau, sehr unterrichteter





Ehemaliges Rittergut in Dröschkau (Belgern-Schildau) – Geburtsstätte des Friedrich Anton von Heynitz



Der Himmel ist hoch und die Elbe gemächlich - bei Niedrigwasser

*Leute werden, die nichts von seiner Theorie wußten, denn deren war damals noch keine, die mir also in diesen ersten Anfängen der Bergakademie, auch vom Lehrstuhle herab, nicht gelehrt werden konnte. Und ich mußte gar sehr eilen mit dieser Selbst- [10] Belehrung, denn kaum konnte ich ein volles Jahr, den vollen Unterricht der Bergakademie, wie er damals war, ohne Störung genießen: so mußte ich schon als Auditor im Bergamte Freyberg, und bald darauf in Begleitung der, damals den Bergbau örtlich untersuchenden, und neu sichernden Revisionscommission, die mir zugetheilten Lehrurse unterbrechen, und sehr bald darauf gar im wirklichen Dienste, auf einen heruntergekommenen Bergbau schon wirken, selbst mit Verbesserungen.*

*Collegia waren mir wenig zu hören, bey der noch ganz jungen Bergakademie.“*

Im Heynitzschen Sinne ist an dieser Stelle zunächst der selbstkritische Hinweis angebracht, dass nach Lektüre des Trebraschen Zeitzeugnisses die auch vom Autor dieser Zeilen an verschiedenen Stellen gegebene Einschätzung, von Beginn an sei der Charakter der Bergakademie unzweifelhaft wissenschaftlich gewesen, wohl unzweifelhaft auf den Prüfstand gehört.

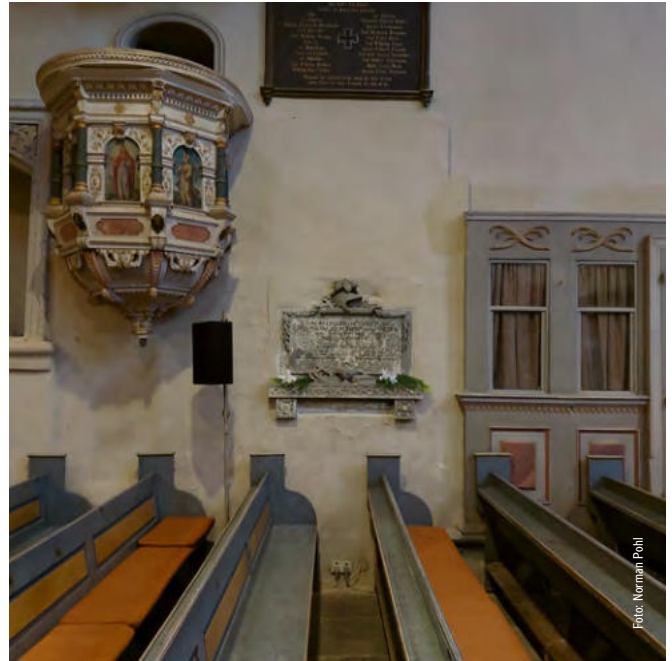
Dieses hier mit Absicht gegebene längere Zitat ist mit Bezug auf Weber im Hinblick auf die Lehrkonzeption zu kommentieren, die Friedrich Anton von Heynitz der von ihm mitangeregten Bergakademie zugrunde legte. Weber hebt die Konzeption einer – neuen – Bergakademie als „Traum“ der „Jugendfreunde“ Heynitz' und Oppel hervor und interpretiert sie als „konsequente institutionelle Weiterentwicklung der seit 1702 in Freiberg für die Ausbildung von Bergfachleuten gewährten Unterrichtsstipendien“ (Weber 1976: 155), irrt aber genau darin, indem er die Stipendienkasse als „Institution“, gleichsam als frühes BAFöG-Amt, ansieht, denn dies war die Stipendienkasse gerade eben nicht, wie Rainer Sennwald 2002 eindrucksvoll herausarbeitete. In den Vorschlägen, die von Heynitz unterbreitete, ist hier auch weniger die von ihm, je nach Sichtweise, geforderte, angeregte oder gewünschte Weiterentwicklung etwa der „*handwerklich ausgerichtete(n) Probierkunst*“ in eine auf naturwissenschaftlicher Grundlage fußende „*Schmelzkunst*“ oder die von Weber gleichfalls erwähnte chemische Analyse von Mineralien von Interesse (Weber 1976: 157). Reisekosten für junge Adlige, die sich andernorts in Wissenspraktiken unterrichten sollten, und zwar selbstständig, der Ansatz einer Mathematisierung durch

Unterricht im geometrisch fundierten Zeichnen, der Aufbau einer Bibliothek mit einschlägiger Literatur, einer Mineraliensammlung zur Verdeutlichung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge – erst Werner sollte an der Begründung der Geowissenschaften wie auch einer neuzeitlichen Mineralogie mitwirken – und einer Modellsammlung zur Veranschaulichung technischer Abläufe, wie sie der an der Universität Leipzig lehrende Jacob Leupold teils fehlerhaft in seinem dennoch als Lehrbuch verwendeten „*theatrum machinarum*“ in Schrift- und Bildform darbot – „*Verständigungsmedium unter Technikern war (...) in erster Linie nicht die Zeichnung, sondern das Modell*“ (Weber 1976: 152): dies waren von Heynitz' wesentliche didaktische Kernpunkte. Und eben zu allem gehörte die persönliche Unterweisung von charakterstarken jungen Lernenden durch eben charakterstarke ältere Lehrende, so dass zwischen Lehrenden und Lernenden ein persönliches Vertrauensverhältnis erwuchs, das zum Teil auch noch durch verwandtschaftliche Beziehungen gestützt und sozial gefestigt war, in Webers Worten „*die individuelle Vervollkommenung des Einzelnen zur Durchführung seines Berufes*“, und zwar auf der Basis von „*Fleiß, gute(r) Einsicht, Ernst, Eifer, Lebhaftigkeit und Redlichkeit*“ (Weber 1976: 165 f.). Und Weber präzisiert und bilanziert: „*Statt ‚Theorie und Praxis‘ oder Forschung und Lehre faßten Heynitz und Oppel dieses Verhältnis aber enger als ‚Unterricht und Anwendung‘. (...) Aus dieser Verbindung von Leibnizschem [sic!] Akademiiebegriff nützlich forschender Gelehrter und militärisch geführter Schule entwickelte sich ein neuer Typ des akademischen Unterrichts, der die alten akademischen Freiheiten der philosophischen Fakultäten nicht kannte.*“ (Weber 1976: 166)

Günstlingswirtschaft in extremer Sichtweise für die Einen, Charakterbildung und Lebensvorbereitung durch ein Studium mit offenem Geist für die Anderen, zielend in jedem Fall auf die Hebung des fachlichen Niveaus einer aus Heynitz' Sicht fachlich inkompetenten Montanverwaltung (Weber 1976: 156, mit Verweis auf StA Dresden Loc. 1327, fol. 10: Protokoll des Geheimen Kabinetts vom 08. Juni 1765 über die Ernennung von Heynitz zum Generalbergkommissar). Gerade die Person Trebras, der 1801 erstmalig als Absolvent der Bergakademie in das Amt des Freiburger Oberberghauptmanns als Nachfolger von Heynitz' Bruder Benno einrückte, nutzte Weber für seinen Hinweis: „*Heynitz' Neuorientierung bestand für Sachsen darin,*



Innenraum der Kirche St. Bartholomäus in Belgern



Gruft der Familie von Heynitz in der St. Bartholomäuskirche in Belgern

auch andere Adlige als nur Verwandte zu protegieren“ (Weber 1976: 163). Aber gerade für die von Weber hervorgehobene individuelle Vervollkommenung des Einzelnen ist auch ein vorangegangenes Studium, wie es von Trebra in Jena absolvierte nützlich, lernte er doch „im schon aufgeräumten Kopfe“, sine ira et studio, die Informationen zu „ordnen“, die er von den „praktisch vom Bergbau, sehr unterrichtete(n) Leute(n), die nichts von seiner Theorie wußten“, erhielt.

1774 aus sächsischen Diensten ausgeschieden, konnte Heynitz den weiteren Gang der Entwicklung nur aus seiner ab 1777 nachfolgenden preußischen Phase beeinflussen, indem er als Leiter des gesamten Berg-, Hütten- und Salinenwesens in Preußen, als Oberberghauptmann und Wirklicher Geheimer Rat, Etat-, Kriegs- und dirigierender Minister hoffnungsfrohe junge Männer zum Studium nach Freiberg sandte. Und abschließend nochmals Weber: „Den in der Wissensverbreitung enthaltenen ständezerstörenden Einfluß wollte er [Heynitz] durch den Aufbau eines neuen Standes auffangen. So erweist sich Heynitz, nach eigenem Urteil, in Sachsen als isolierter Verfechter seiner wirtschaftlichen wie wissenschaftlichen und politischen Vorstellungen.“ (Weber 1976: 167, mit Verweis auf StA Dresden Loc. 1327: Heynitz an von Ende am 21.8.1774). Erfolgreich gescheitert, eben.

Friedrich Anton von Heynitz verstarb am 15. Februar 1802 in Berlin und ist in der Familiengruft in der St. Bartholomäuskirche in Belgern-Schildau beigesetzt.

#### Literatur:

Heynitz, Benno von: Beiträge zur Geschichte der Familie von Heynitz und ihrer Güter. I.-III. Teil, als 2. Auflage neu bearbeitet und mit vielen Bildern und Briefen ausgestattet zur Erinnerung an die sächsische Heimat. Kirchrode 1971, darin: 4. Teil: Die ältere Linie Dröschkau-Miltitz (1692-1862), Kapitel: Friedrich Anton v. H. (1725-1802) a. Dröschkau, preuß. Minister u. Oberberghauptmann, S. 109-131; Friedrich Anton und Frhr. v. Stein, S. 131-142 a; Briefwechsel von Friedrich Anton v. Heynitz und Frhr. v. Stein mit dem Kammerdirektor Tiemann in Hamm in den Jahren 1792-1798, S. 180-206. IV. Teil: Urkunden, Briefe und Aufzeichnungen aus sechs Jahrhunderten. Hannover-Kirchrode 1966, darin: Friedrich Anton v. H. (1725-1802), S. 82-100.

- Kadatz, Hans-Joachim: Friedrich Anton Freiherr von Heynitz (1725-1802). Ein Reformator der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts aus Dröschkau bei Belgern. Belgern 2005.
- Kugler, Jens: Der landesherrliche Besuch 1765 im Freiburger Bergbau und Hüttenwesen. Kleinvoigtsberg 1997 (Akten und Berichte vom sächsischen Bergbau 2).
- Lauterbach, Werner: Zum 275. Geburtstag: Friedrich Anton von Heynitz, in: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins 86. Heft = N.S. 15 (2000), S. 25-61.
- Mager, Johannes: Friedrich Anton von Heynitz (1725-1802). Streiflichter aus seinem Leben und familiären Umfeld. In: Der Anschnitt. Bd. 55, (2003), Heft Nr. 1, S. 12-27. Hier S. 12 und S. 25.
- Schellhas, Walter: Heynitz (Heinitz), Friedrich Anton v., in: Stolberg-Wernigerode, Otto zu (Hrsg.): Neue deutsche Biographie, Band 9. Berlin 1972, S. 110-112.
- Sennewald, Rainer: Die Stipendiatenausbildung von 1702 bis zur Gründung der Bergakademie Freiberg 1765/66, in: Rektor der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Hrsg.); Stoyan, Dietrich; Albrecht, Helmut; Häfner, Frieder; Kohlstock, Harald (Red.-Kollegium): Technische Universität Bergakademie Freiberg. Festgabe zum 300. Jahrestag der Gründung der Stipendienkasse für die akademische Ausbildung im Berg- und Hüttenfach zu Freiberg in Sachsen. Freiberg 2002, S. 407-429.
- Trebra, Friedrich Wilhelm Heinrich von: Bergmeister-Leben und Wirken in Marienberg, vom 1. Decbr. 1767. bis August 1779. Freyberg 1818, Nachdruck Leipzig 1990, S. 7-10.
- Wagenbreth, Otfried; Pohl, Norman; Kaden, Herbert; Volkmer, Roland: Die Technische Universität Bergakademie Freiberg und ihre Geschichte dargestellt in Tabellen und Bildern. 3. Aufl., Freiberg 2012, insbesondere S. 36 f., S. 33-35 und S. 39-43.
- Weber, Wolfhard: Innovationen im frühindustriellen deutschen Bergbau und Hüttenwesen. Friedrich Anton von Heynitz. Göttingen 1976 (Studien zu Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft 6; Forschungsunternehmen „Neunzehntes Jahrhundert“ der Fritz Thyssen Stiftung).

1 Kontakt: Norman.Pohl@iwtg.tu-freiberg.de



# Aquasie Boachi, der erste Student aus Afrika an der Bergakademie Freiberg von 1847 bis 1850

Ulrich Thiel, Annett Wulkow Moreira da Silva

Aquasie Boachi war der erste Student der Bergakademie aus Afrika, der hier eine Ausbildung zum Bergingenieur erhielt.

Aquasie stammte aus dem westafrikanischen Aschanti-Reich. Geboren wurde er 1827 als ein Sohn des Aschanti-Herrschers Kwaku Dua I. Der Vater vertraute seinen Sohn und einen Neffen als eine Art Unterpand den Mitgliedern einer niederländischen Handelsmission an, denen gegenüber er vertragliche Verpflichtungen eingegangen war. Kwaku Dua I. erhoffte sich eine europäische Ausbildung beider junger Leute, die später seine Herrschaft unterstützen sollten. Sie reisten mit der Mission 1837 in die Niederlande.<sup>1</sup> Beide erfreuten sich des Wohlwollens des niederländischen Königs Wilhelm II. Verantwortlich für die Qualifizierung und das Wohlergehen der afrikanischen Prinzen war das niederländische Kolonialministerium. Aquasie erhielt in Delft an einer Privatschule eine erste Ausbildung, vornehmlich in europäischen Sprachen. Ab 1843 besuchte er in dieser Stadt die Königliche Akademie, um sich auf einen bergmännischen Beruf in seiner Heimat vorzubereiten. In den Niederlanden taufte man Aquasie außerdem nach den Regeln der Niederländisch-reformierten Kirche. Dem jungen Afrikaner lag nach Beendigung der Delfter Ausbildung daran, seine speziellen akademischen Kenntnisse weiter zu vervollkommen.<sup>2</sup> Dazu wählte er die Bergakademie Freiberg aus, die über einen ausgezeichneten Ruf im Ausland verfügte. Außerdem war die Entfernung zum Weimarer Hof, wo sich Herzog Bernhard von Sachsen-Weimar-Eisenach, den er in den Niederlanden als General kennengelernt hatte und mit dem er befreundet war, relativ gering. Mit Genehmigung des Kolonialministeriums trat der junge Prinz Anfang Juli 1847 seine Reise nach Sachsen an.<sup>3</sup> Von Dresden aus stellte Aquasie am 23. Juli 1847 an das Sächsische Oberbergamt in Freiberg den Antrag um Genehmigung zum Studium an der hiesigen Bergakademie. Dem Gesuch wurde umgehend stattgegeben. Aquasie durfte mit behördlicher Genehmigung nahezu alle Bergwerke sowie Hüttenwerke besichtigen. Als Betreuer fungierte offiziell Professor Bernhard von Cotta.

Als Aquasie Ende Juli 1847 in Freiberg eintraf, hießen ihn Honoratioren der Stadt im Wohnhaus des Bergmechanikus August Friedrich Lingke respektvoll willkommen. Bald darauf bezog Aquasie seine Unterkunft im Gebäude Rinnengasse 2, die für die gesamte Zeit des Aufenthalts in der Bergstadt sein Domizil blieb.<sup>4</sup>

Aquasie Boachie besuchte fleißig Vorlesungen an der Bergakademie. Den ausbildungsseitigen Höhepunkt dürfte für Aquasie schließlich die Exkursion durch die Alpen unter der Leitung seines Mentors von Cotta dargestellt haben.<sup>5</sup>

Aus den Niederlanden erhielt Aquasie wohl im Oktober 1849 die Aufforderung, sein Studium in Freiberg zu beenden.<sup>6</sup> Bernhard von Cotta musste ihm ein Abgangszeugnis erstellen, das das Oberbergamt, datiert auf den 17. November 1849, als offizielles Dokument ausfertigte. Dieses wichtige Schriftstück wirft erhellendes Licht auf das Studium des jungen Bergbaubeflissenen in Freiberg. Demnach besuchte er in den beiden Freiburger Jahren insgesamt neun verschiedene Lehrveranstaltungen.

Die Übersicht der von unserem jungen Afrikaner besuchten Lehrveranstaltungen mit dem jeweiligen „Zeugnis“ des entsprechenden Lehrers sieht folgendermaßen aus:<sup>7</sup>

Welche Bergwerke Aquasie Boachi in Freiberg oder dem Erzgebirge neben dem Alten Tiefen Fürstenstolln befuhr und welche Hüttenwerke und welchen bergmännischen Tätigkeiten er nachgegangen war, enthüllen die Quellen nicht. Aus dem fleißig absolvierten Pensum an Lehrveranstaltungen dürfte sich ergeben, dass Aquasie auch die praktische Bergmannsarbeit im empfohlenen Umfang tatsächlich absolvierte und er vermutlich ebenfalls wichtige Montanwerke besuchte. Außerdem fertigte er schriftliche Unterlagen zu seiner Bergbautätigkeit an.<sup>8</sup>

Aquasie pflegte trotz seines begrenzten Zeitfonds die Geselligkeit, wovon sein gelegentlicher Besuch eines Damenkränzchens, das nach ihm sogar „Aschanti-kränzchen“ genannt wurde, Zeugnis ablegt. Außerdem war er besonderes Mitglied im „Sächsisch bayrischen Kneipverein“, der ihm zu Ehren den Beinamen „Die Schwarzen“ führte. Die Teilnahme an Festen ist ebenso überliefert. Außerdem besuchte er seine Professoren und weitere Einwohner in ihren privaten Wohnungen. Der Student aus Afrika unterhielt darüber hinaus mit etlichen seiner Kommilitonen freundschaftliche Beziehungen. Aquasie weilte zudem wohl mehrfach am Weimarer Hof. Auch sein Betreuer von Cotta unterhielt dorthin Beziehungen.<sup>9</sup>

Lehrjahr	Vorlesung	Lehrer	Zeugnis des Lehrers
1847/48	Mineralogie	August Breithaupt	sehr fleißig, recht guter Erfolg
1848/49	Mineralogische Übung	Breithaupt	sehr fleißig, recht guter Erfolg
1847/48	Physik, 1. Kurs	Ferdinand Reich	sehr fleißig, gute Fortschritte
1847/48	theoretische Chemie	Reich	sehr fleißig, gute Fortschritte
1848/49	Physik, 2. Kurs	Reich	sehr fleißig, gute Fortschritte
1848/49	allg. Markscheidekunde	Julius Weisbach	sehr fleißig besucht
1847/48	Bergbaukunst, 1. Kurs	M. F. Gätzschnmann	Fleiß gut, Fortschritte nicht zu beurteilen
1848/49	Bergbaukunst, 2. Kurs	Gätzschnmann	Fleiß gut, Fortschritte nicht zu beurteilen
1848/49	Hüttenkunde	Carl Friedrich Plattner	ausgezeichneter Fleiß, Fortschritte nicht zu beurteilen

In Dresden hielt sich der junge Afrikaner vermutlich ebenfalls auf. Zu seinem Freundeskreis zählte die Familie Serre auf Gut Maxen, das sich zu einem Zentrum des Austauschs von Künstlern entwickelt hatte. Aquasie kam in Maxen außerdem in Kontakt mit dem Maler Carl Christian Vogel von Vogelstein, der von ihm ein Porträt anfertigte. Von diesem Gemälde wiederum schuf Ludwig Theodor Zöllner ebenfalls im Jahr 1849 eine Lithographie. Aquasie ließ sich noch im Ankunfts Jahr fotografieren und zwar in der damals üblichen Technik der Daguerrotypie (frühe Form der Fotografie) und verteilte die Aufnahmen, versehen mit einer Widmung, an Freunde.<sup>10</sup>

Unser Protagonist bemühte sich, die wohl verblasenden Erinnerungen an seine Kindheit im Aschantireich wach zu halten, indem er über diese Zeit und sein Herkunftsland schriftlich memorierte. Mit seinen Vorträgen und Publikationen erwies sich der Eleve der Bergwissenschaften als Zentralfigur eines transkontinentalen Kulturaustauschs, der von Afrika nach Europa führte.<sup>11</sup>

In Freiberg kam Aquasie in Kontakt mit Vertretern verschiedener sozialer Schichten. Die Freiburger Stadtgesellschaft zeigte sich dem Aschanti-Prinzen gegenüber als sehr aufgeschlossen, was nicht Wunder nimmt, da Fremde, Auswärtige aus den unterschiedlichsten Orten und Ländern seit der Gründungszeit der Kommune zum Straßenbild gehörten. Mit der Etablierung der Bergakademie und der schnellen Öffnung für junge Männer aus aller Welt erreichte der Zuzug an Ausländern eine neue Qualität. Respekt vor anderen und Toleranz ihnen gegenüber zählten zu den Markenzeichen des Zusammenlebens in der Stadt. Aquasie wiederum begegnete den Freibergern ohne Dünkel, dafür mit Achtung und pflegte mit einer Reihe von ihnen freundschaftliche Kontakte. Rassistische Ressentiments erlebte er in Freiberg oder Sachsen nicht. Anne-Sophie Arnold konnte deshalb resümieren: „*Boachi fühlte sich in dem Umfeld der Freiburger Akademie, in einer Atmosphäre aufgeklärter geistiger Interessen wohl und vorbehaltlos angenommen.*“<sup>12</sup>

Als ihn die niederländische Regierung im Herbst 1849 zur Abreise drängte, musste Aquasie sich schweren Herzens auf den Abschied vorbereiten. Er wehrte sich dem Kolonialministerium gegenüber – letztlich erfolgreich – vor allem dagegen, nach Afrika zurückgeschickt zu werden. Elf Freunde ließen zum Abschied Porträts



Foto von Aquasie Boachi, Prinz von Aschanti (Stadtarchiv Freiberg, FAV-Hs Ab 83)

von sich in Gestalt von Scherenschnitten, einer Bleistiftzeichnung anfertigen. Diese Abbildungen versahen sie mit persönlichen Widmungen. Diese Bildnisse gehörten zu den wichtigsten persönlichen Andenken von Aquasie. Auf die emotionale Verbundenheit des jungen Afrikaners mit seinem Studienort weist ganz deutlich der Kauf von bildlichen Ansichten Freibergs und der Darstellung eines betenden Bergmanns hin.<sup>13</sup>

Aquasie Boachi verließ am 24. Februar 1850 Freiberg. Die niederländische Regierung beorderte ihn als Außerordentlichen Bergwerksingenieur 3. Klasse nach Java in ihre Kolonie Niederländisch-Indien. Im Mai 1850 brach er dorthin auf. Nachdem er bereits bei seinem kurzen Aufenthalt in den Niederlanden schlecht verholenen Rassismus erlebt hatte, litt er in der Kolonie ganz erheblich unter den ihm offen entgegengebrachten rassistischen Vorurteilen und den menschlichen Diskriminierungen.<sup>14</sup>

Einmal noch kehrte Aquasie nach Europa zurück. Die Reise dauerte von 1856 bis 1858. Dabei besuchte er auch seinen ihm ans Herz gewachsenen sächsischen Studienort.<sup>15</sup> Nach der Rückkehr nach Java schied Aquasie aus dem Staatsdienst aus und betätigte sich fortan als Kaffeeplanzer. Auf der indonesischen Insel lebte er mit einer einheimischen Frau zusammen. Das Paar hatte fünf Kinder. Mit der sächsischen Bergstadt blieb Aquasie weiterhin in Kontakt.<sup>16</sup>

Aquasie Boachi starb am 9. Juli 1904 und wurde wohl in Bogor, das die Niederländer Buitenzorg nannten, beigesetzt. Anne-Sophie Arnold setzte ihm und seiner Freiburger Zeit mit folgenden Worten ein Denkmal: „*Aquasie Boachi war zweifellos ein Weltbürger.... Obwohl er 50 Jahre seines Lebens in Java Wurzeln schlug und für sich eine selbstbestimmte Existenz sichern konnte, haben ihn die kurzen Studienjahre in Sachsen ganz entscheidend geprägt. Koloniale Erfahrungen gab es für ihn in Sachsen nicht. Hier wuchs er über die Rolle als afrikanischer ‚Königssohn‘ hinaus, öffnete er sich für Wissenschaft, interessierte er sich für Literatur, zeigte sich als aufmerksamer Ethnograph – allesamt Fähigkeiten, die ihm letztlich Erfolg und Ansehen in Java einbrachten.*“<sup>17</sup>

Aquasie Boachi hinterließ in Freiberg zahlreiche Spuren. Nicht wenige Gebäude und montane Anlagen, die zu seinen Zeiten existierten, bestehen bis zum heutigen Tag.

Die erste Kontaktadresse in Freiberg war das Haus des Bergmechanikus August Friedrich Lingke, der Untermarkt 12 wohnte. Hier wurde Aquasie empfangen und hier nächtigte er sicher zunächst auch. Wohl wenig später dürfte er in das Geudtnersche Wohnhaus übersiedelt sein. Das heute dort befindliche Haus Rinnengasse 2 ist allerdings ein Nachfolgerbau des von unserem Protagonisten bewohnten Gebäudes.

Das Domizil des Sächsischen Oberbergamts Kirchgasse 11 kündigt davon, dass hier im Juli 1847 das Empfehlungsschreiben für den Aschanti-Prinzen sowie das Bewerbungsschreiben des jungen Mannes eingingen und von hier aus die behördliche Korrespondenz zur Genehmigung des Antrags sowie der regelgerechten Sicherstellung seines Studienaufenthalts stattfand. Das Hauptgebäude der Bergakademie in der Akademiestraße sah den wissbegierigen jungen Ausländer sicher öfters, wenn er an hier abgehaltenen Lehrveranstaltungen teilnahm. Aus dem gleichen Grund kann er Privathäuser einzelner Hochschullehrer aufgesucht haben. Sicher belegbar hingegen ist, dass Aquasie einige Male den Alten Tiefen Fürstenstolln im Muldental zu Ausbildungszwecken befuhr. Wir wissen zudem, dass er den Obersteiger dieses Stollns, Karl Gottlob Heerklotz, mehrfach zu Hause in der Stollngasse aufsuchte.

Handfeste zeitgenössische Dokumente und bildliche Darstellungen, die die ehemalige Präsenz des Afrikaners in





Haus Rinnengasse 2. Das Gebäude ist der Nachfolgebau des von Aquasie Boachi bewohnten Hauses.

Freiberg bezeugen, haben sich in den Archiven und Museen vor Ort erhalten. Da wären zum ersten die Unterlagen im Universitätsarchiv zu nennen. Sie betreffen einmal die Korrespondenz zur Immatrikulation. Besonders wichtig ist das oben bereits genannte Zeugnis, das Professor von Cotta seinem Schützling im Herbst 1849 ausstellte.<sup>18</sup> Im Bergarchiv befindet sich eine Akte mit Schriftstücken u. a. zur Zulassung des jungen Mannes nebst Genehmigung zum Besuch der Berg- und Hüttenwerke.<sup>19</sup> Erfreulicherweise blieb im Stadtarchiv Freiberg im Bestand Freiburger Altertumsverein eine Mappe mit mehreren Originaldokumenten bzw. Abschriften von Briefen von oder über Aquasie Boachi erhalten. Eine weitere Akte enthält behördlichen Schriftverkehr. Die Quintessenz aus diesen Unterlagen wurde von Rudolf Sachße in den „Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins“, Heft 46, 1911 veröffentlicht.<sup>20</sup> Schließlich bewahrt das Stadtarchiv fünf Fotos von Aquasie auf.

Im Stadt- und Bergbaumuseum werden das Gemälde aus den Pinseln Vogel von Vogelsteins und die bereits genannte Lithographie, auf der der eigenhändig von Boachi niedergeschriebene und signierte Wahlspruch zu lesen ist, aufbewahrt.<sup>21</sup>

Auch in zeitgenössischen Sekundärquellen finden sich Spuren, die auf Aquasie Boachi hinweisen. Insbesondere im „Kalender für den sächsischen Berg- und Hüttenmann“ ist unter der Rubrik Bergakademie/Studierende Aquasie Boachi in den Lehrjahren 1847/48 und 1848/49 als

„Prinz von Aschanti in Afrika“ vermerkt.<sup>22</sup>

Drei Mal sandte der „Königliche Niederländische Ober Berg-Ingenieur in Ost-Indien“ Cornelis de Groot Gesteinsproben aus seinem Verantwortungsbereich nach Freiberg an Bernhard von Cotta. Die letzte Position (Nr. 25) auf der Begleitliste des am 29. Dezember 1857 abgesandten zweiten Konvoluts beinhaltet vier Proben Kohlentonstein mit Pflanzenüberresten aus der Grube Oranje-Nassau, Insel Borneo, Residenz Süd- und Oster-Abteilung. Da Aquasie von 1854 bis 1856 diverse Kohlenvorkommen in der Kolonie erkundete, besteht theoretisch die Möglichkeit, dass die genannten und bis heute in den Geowissenschaftlichen Sammlungen der TU Bergakademie Freiberg aufbewahrten Mineralien aus seiner Prospektionstätigkeit stammen.<sup>23</sup>

Es soll schließlich nicht unerwähnt bleiben, dass die Freiburger Publizistik und Forschung sich in den letzten Jahren ebenfalls, wenn auch meist eher marginal mit Aquasie Boachi beschäftigt hat.<sup>24</sup>

Damit endet diese kleine Reminiszenz an einen besonderen Menschen, der Freiberg ganz schnell in sein Herz geschlossen hatte und der von tiefer Menschlichkeit und dem Gedanken der Toleranz durchdrungen war. Der Wahlspruch seines Lebens lautete dann auch: „Die Freundschaft ist unabhängig von Alter, Stand, Entfernung, Volk, Religion und Verhältnissen. Sie verbindet den kalten Norden mit dem glühenden Süden; ohne sie wäre diese Erde eine Wüstenei.“<sup>25</sup>

- 1 Sachße 1910, S. 21f.; Arnold 2024, S. 42f.
- 2 Wilsdorf 1977, S. 16.
- 3 Sachße 1910, S. 27.
- 4 Sachße 1910, S. 26; Arnold 2024, S. 41.
- 5 Arnold 2008, S. 26; Arnold 2024, S. 45.
- 6 UAF, OBA, Nr. 396 Acta Die den auf hiesiger Bergakademie Studirenden ausgestellten Testimonia betr. 1849, Bl. 144.
- 7 Ebd., Bl. 144–152.
- 8 StAF, Bestand Freiburger Altertumsverein, Ab 83: Aquasie Boachi, Prinz von Aschanti: Handschriftliches (gesammelt von Wappler, verarbeitet von Sachße MFA 46), Zeitungsartikel von Dedo Heerklotz im Freiburger Anzeiger und Tageblatt vom 6. März 1891.
- 9 Wagenbreth 1965, S. 113; Brentjes 1996, S. 114; Arnold 2024, S. 44.
- 10 Sachße 1910, S. 29.
- 11 Arnold 2024, S. 25; Amankwaa-Birago 2025, S. 25.
- 12 Arnold 2024, S. 44.
- 13 Ebd., S. 45, Anm. 14. – Informationen und Abbildungen stellte Dr. Holger Birkholz von den Staatlichen Kunstsammlungen Dresden zur Verfügung. Die Originale liegen im Stadtarchiv Delft.
- 14 Brentjes 1996, S. 114; Jones 2012, S. 467; Arnold 2024, S. 47.
- 15 Linse 1905, S. 11, 13; Sachße 1910, S. 32.
- 16 Ebd.
- 17 Arnold 2024, S. 47.
- 18 UAF, OBA, Nr. 204; Nr. 205 Acta Die auf eigene Kosten Studirenden bei hiesiger Bergakademie betr. 1847; Nr. 396, Nr. 452 Die zwischen dem hiesigen Officier Corps und den Bergakademisten stattgefundenen Irrungen betr. 1845.
- 19 Sächsisches Staatsarchiv, 40010 BA Freiberg, Nr. 1752 Admission der auf eigene Kosten an der Bergakademie studierenden Personen [sowie Erlaubnis zur Befahrung von Freiburger Berg- und Hüttenwerken] 1846–1850.
- 20 StAF, A Abt. X, Sekt. VII, Nr. 20 II, Acta die Ausländer, welche sich hier den Besuch der Berg-Academie oder ihrer bergwissenschaftlichen und praktischen Ausbildung halber hier aufhalten wollen und die Beibringung der Erfordernisse zu polizeilichen Aufenthalts Gestattung bey denselben betr., Bl. 62.
- 21 Sachße 1910, S. 27.
- 22 Kalender 1848, S. 172; Kalender 1849, S. 150.
- 23 Für ihre Unterstützung ist Frau Dr. Christin Kehrer von den Geowissenschaftlichen Sammlungen der TU Bergakademie herzlich zu danken. – Wagenbreth 1865, S. 97, 99, 105.
- 24 Schiffner 1935, S. 327–331; Lauterbach 2002; Wagenbreth/Kaden/Pohl/Volkmer 2008, S. 173; Dreßler 2011; Thiel 2022, S. 37, 139f., 290–292.
- 25 Wahlspruch von Aquasie Boachi 1849, zitiert nach Sachße 1910, S. 29.

#### Literaturverzeichnis abrufbar unter:

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

# Forschungsinstitut für Leder- und Kunstledertechnologie Freiberg (FILK)

Vom Anfang bis heute

Michael Stoll

*Redaktionelle Vorbemerkung: In Freiberg gab es zur DDR-Zeit neben der Bergakademie vier große Forschungsinstitute mit Industrienähe: das Deutsche Brennstoffinstitut (DBI), das Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK), das Forschungsinstitut für Aufbereitung (FIA) und das Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle (FNE). Über das 1949 gegründete FNE in seiner Entstehung, seiner Schwerpunkttätigkeit, seinen Erfolgen und nicht erreichten Zielen sowie dem Fortbestand in Nachfolgeunternehmen wurde in der ACAMONTA mehrfach berichtet<sup>1</sup>. In der ACAMONTA-Ausgabe 2024 erinnert Dr. Arnd Böttcher an das vormalige Deutsche Brennstoffinstitut (DBI) in der Zeit bis zur Wende.<sup>2</sup> Daran knüpft Prof. Hans-Jürgen Kretzschmar in der diesjährigen ACAMONTA-Ausgabe 2025 mit einem Überblick über die DBI-Entwicklung in der Nachwendezeit an und Prof. Michael Stoll berichtet über das FILK.*

Die Festschrift zu 125 Jahre FILK im Jahre 2014 beginnt mit der berechtigten Frage: „Warum gerade Freiberg?“. [1] Den Grund dafür kann man schnell nachvollziehen. Der Bergbau in der Freiburger Region sowie alle Nachfolgewerke hatten einen großen Bedarf am robusten Naturwerkstoff Leder – neben Holz und Metall. Werkstoffe wie Gummi oder Kunststoffe gab es in dieser Zeit noch nicht. Also wurden folgerichtig größere Gerbereien in Freiberg eingerichtet, denn die üblicherweise kleinen Handwerksbetriebe konnten den Bedarf nicht decken. Die entstandenen Betriebe erforderten natürlich auch eine gezielte und standardisierte Ausbildung sowie eine weitergehende Entwicklung neuer Produktqualitäten.

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts bestand die Forderung des Centralverbands der Deutschen Lederindustrie nach Aufbau einer Schule für Gerberhandwerk. Freiberg stellte sich als geeigneter Standort dar, eine derartige Einrichtung zu etablieren. Die Konzentration an Gerbereien, die Unterstützung durch die Stadt Freiberg und nicht zuletzt die enge Verbindung an die damals bereits über 100 Jahre bestehende Bergakademie waren für die Entscheidungsträger überzeugend, so dass am 1. Mai 1889 mit einer Feierstunde die erste Deutsche Gerberschule mit

Sitz in Freiberg gegründet wurde. Acht Jahre später wurde die Deutsche Versuchsanstalt für Lederindustrie eingerichtet. In den ersten Jahren wurde in den Räumen des Freiburger Realgymnasiums unterrichtet und die praktische Ausbildung fand in der Gerberei Moritz Stecher statt. Dank der finanziellen Unterstützung durch Zuwendungen der Lohgerberinnung Leipzig und der Stadt Freiberg in Höhe von 85.000 Reichsmark sowie die Überlassung einer Grundstücksfläche durch die Stadt von 2.000 qm konnten bereits im Jahre 1892 eine eigene Lehrgerberei und 1897 ein eigenes Schulgebäude am heutigen Standort des Instituts eingeweiht werden.

Schnell erzielte sowohl die Schule als auch die Versuchsanstalt einen hohen Bekanntheitsgrad. Neben Schülern aus Deutschland fanden Auszubildende aus Ländern Europas, Nord- und Lateinamerikas und noch darüber hinaus den Weg nach Freiberg. Allein in der Zeit zwischen 1889 und 1914 durchliefen mehr als 1.300 Schüler eine Ausbildung.

Auch die Versuchsanstalt erwarb durch ihre Forschungsarbeiten und stetig in ihrer Anzahl zunehmenden Prüfaufträgen große Anerkennung und Nachfrage. Folgerichtig wurde der Gebäudekomplex am Meißner Ring/Terrassengasse mehrfach erweitert.

Beide Einrichtungen konnten bereits nach wenigen Jahren auf eine erfolgreiche Entwicklung stolz sein. Weit über die Landesgrenzen Anerkennung fand beispielsweise die zweite internationale Tagung von Gerbereichemikern 1898, die nicht in Wien, sondern in Freiberg stattfand.

Trotz der unmittelbaren Nachbarschaft firmierten beide Einrichtungen bis 1938 rechtlich und organisatorisch selbständig. Aber die zunehmende fachliche Verzahnung und die teilweise sichtbaren Überschneidungen führten zu der logischen Konsequenz, beide Einrichtungen unter dem Namen „Deutsche Versuchsanstalt und Fachschule für Lederindustrie“ zu verschmelzen. Durch die Vereinigung war es möglich, umfassend weiter in Gebäude, Technik und Laborausstattung zu investieren. Wie bereits der erste Weltkrieg blieb natürlich auch der zweite



Das 1897 eröffnete Schulgebäude an der Terrassengasse



1904: Blick auf das Gebäudeensemble an der Terrassengasse



Weltkrieg nicht ohne Folgen. Die Schülerzahlen sanken, internationale Beziehungen brachen zusammen und Aufträge fielen weg. Die Forschungsschwerpunkte lagen aufgrund des entstandenen Rohstoffmangels nun eher – soweit es die finanziellen Mittel noch ermöglichten – auf der Entwicklung von Austauschwerkstoffen, wie Lederfaserwerkstoffen. Aufgrund der nach 1945 entstandenen unklaren gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Situation erschien eine erfolgreiche Fortsetzung der Einrichtung eher aussichtslos. Das Institut schaffte aber durch eine fachlich-inhaltliche Umstrukturierung den Sprung in eine neue erfolgreiche Etappe, die auch mit einer Änderung im Namen einherging. Ab 1. Januar 1948 führte das Institut den Namen „Deutsches Lederinstitut Freiberg“ (DLI). Dieser Namen ist noch heute bei vielen älteren Freibergern gegenwärtig.

Die im Ergebnis des Krieges und durch die Teilung Deutschlands herrschenden neuen wirtschaftlichen, aber auch politischen Bedingungen bestimmten natürlich maßgeblich die Schwerpunkte der Forschungstätigkeit. Beispielhaft sei die Entwicklung von Gerbverfahren zur Verarbeitung von Schweinhäuten genannt. Für eine umfassende Erweiterung der Forschungs- und Lehrinhalte sorgte 1964 dann ein Schuh aus Amerika, der sog. „Corfam-Schuh“. Amerikanischen und japanischen Chemikern war es gelungen, Polyurethane zu entwickeln, die durch Fällung offenporige, mikroporöse Strukturen erzeugten.

Es kam damit eine neue Generation von Ledersubstituten auf den Markt. Daraus resultierte nicht nur der Beginn der Kunstlederforschung am Institut, sondern wie sich später herausstellen sollte, war diese ausschlaggebend für das erfolgreiche Fortbestehen des Instituts im wiedervereinten Deutschland.

Mit diesem neuen bedeutenden Forschungsgebiet der Kunststoffverarbeitung war das Institut für unterschiedliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bis hin zur industriellen Einführung in der Industrie verantwortlich. Dabei wurden die Anwendungsgebiete, die von der Beschichtung von Textilien, der Herstellung von Folien und Verbundmaterialien bis hin zu Poliertüchern für die Halbleiterindustrie (z. B. VEB Spurenmetalle) reichten, immer umfassender. Aufgrund der Erweiterung der Aufgabengebiete erfolgte 1973 die Umbenennung in „Forschungsinstitut für Leder- und Kunstledertechnologie“ (FILK). Auch in der Ausbildung fanden nach dem



Corfam-Schuh

zweiten Weltkrieg deutliche Veränderungen statt. Neben dem Abschluss als Gerbereitechniker wurde der Gerberei-Ingenieur angeboten, den Studenten 1958 erstmalig erlangten. Der neue Forschungsschwerpunkt führte zur Erweiterung der Ingenieurausbildung. Man konnte sich nun in einem dreijährigen Studium zum „Ingenieur für Leder- oder Kunstledertechnologie“ qualifizieren. Dieses Angebot existierte bis 1993.

Zum 100-jährigen Jubiläum im Mai 1989 war trotz der sich andeutenden gesellschaftlichen Veränderungen infolge von Grenzöffnungen verschiedener sozialistischer Staaten nicht absehbar, dass das Institut erneut in seiner Existenz bedroht war. Bis zum Mauerfall gehörte das FILK als selbständige Forschungseinrichtung dem VEB Kombinat Kunstleder und Pelzverarbeitung Leipzig an. Das bedeutete, dass das Institut laut Einigungsvertrag unter das Treuhandgesetz fiel. Daher war Eile angesagt, ein Konzept zu entwickeln, um eine mögliche Abwicklung zu verhindern. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Fortführung waren alles andere als vielversprechend: Industrielle Forschungs- und Entwicklungsaufträge fielen weg. Prüfaufträge und Dienstleistungen wurden storniert. Die Folge war ein rigoroser Sparkurs und massiver Stellenabbau. Die wichtigsten Grundsatzzfragen mussten beantwortet werden: Welchen juristischen Status erlangt das Institut, wer übernimmt die Trägerschaft? Und ganz besonders die Frage: Welche Arbeitsgebiete sind tragfähig für einen Fortbestand?

Der erste Schritt war per Gesetz die Umwandlung der Rechtsform in eine GmbH

im Aufbau (i. A.). Im Anschluss war die Frage nach der Trägerschaft zu klären: Welche Rechtsform macht Sinn, um das Institut aus dem Kombinatverbund heraus zu lösen und zu privatisieren. Nach Abwägung aller möglichen Varianten erschien die Gründung eines Trägervereins am zielführendsten. Unternehmen aus ganz Deutschland, Industrieverbände, die Stadt Freiberg, die Bergakademie Freiberg und weitere Interessenten waren bereit, das Wagnis einzugehen und gründeten am 6. Mai 1992 den Verein zur Förderung des Forschungsinstituts für Leder- und Kunstledertechnologie (FILK) Freiberg/Sachsen e. V. Damit waren alle rechtlichen und formalen Bedingungen erfüllt, die Eigentumsübertragung des Instituts auf den Verein zu vollziehen. Dies erfolgte zum vereinbarten Preis von einer D-Mark, die tatsächlich bar gezahlt wurde.

Die formale Privatisierung war damit zwar abgeschlossen, aber jetzt musste



es gelingen, öffentliche Forschungsgelder einzuwerben, Industrieforschungs- und Prüfaufträge zu akquirieren und den eingeschlagenen Sparkurs konsequent fortzusetzen. Aber wie sollte das gelingen, wenn man nicht bekannt und keiner in der westlichen Welt von der Leistungsfähigkeit überzeugt ist? Dank des hohen Engagements der gesamten noch verbliebenen Belegschaft und der bereits erwähnten Ausrichtung der Forschungsgebiete in Richtung Kunststoffe konnte das breite Feld der flexiblen, polymeren Verbundwerkstoffe bearbeitet und damit auch Industriepartner neuer Branchen gewonnen werden. Es gelang zunehmend, Gelder aus Förderprogrammen des Freistaats Sachsen und des Bundes zu erschließen. Die Zahl der direkten Industrieforschungs- und Prüfaufträge wuchs stetig. Als Ergebnis dieser Konsolidierungsphase war feststellen, dass sich das Institut als außerunivers-

sitiäre industriennahe Forschungseinrichtung in der deutschen Forschungslandschaft erfolgreich etabliert hatte.

Die Unterzeichnung des Kooperationsvertrags mit der Technischen Universität Bergakademie Freiberg im Jahre 1993 brachte für das Institut den Status eines An-Instituts. Damit wurden die Voraussetzungen geschaffen, durch Beteiligung an der Lehre, Nutzung der Ressourcen der Universität sowie der gemeinsamen Betreuung von Diplom-, Master- und Promotionsarbeiten qualifizierten wissenschaftlichen Nachwuchs aufzubauen.

Aber auch die berufliche Weiterqualifikation verlor man nicht aus den Augen. Gemeinsam mit der Sächsischen Bildungsgesellschaft Dresden (SBG) bietet das Institut eine berufliche Weiterqualifizierung für die Gerberei- und Lederindustrie an. Nach erfolgreichem Abschluss der IHK-geprüften Qualifikation zum Industriemeister Fachrichtung Chemie ist eine anschließende Zusatzqualifikation „Polymere Werkstoffe – Gerberei und Ledertechnik“ möglich.

Die erfolgreiche Entwicklung des Instituts ging mit einer stetig steigenden Mitarbeiterzahl einher; ebenso fanden umfassende Modernisierungsmaßnahmen an Gebäuden und der Ausrüstung statt. In den Jahren 2012-2014 wurde das Hauptgebäude komplett umgebaut. Der neue Gebäudekomplex konnte anlässlich der 125-Jahrfeier am 9. Mai 2014 in Betrieb genommen werden. [2] Im Jahre 2020 erfolgte der Umzug des Thermoplasttechnikums



FILK nach Umbau 2014

in eine neue Betriebsstätte, die sich etwa ein Kilometer Luftlinie vom Hauptstandort entfernt befindet.

Der „alte“ Standort erfuhr eine Weiterentwicklung: Im ersten



Neues Thermoplasttechnikum

Schritt wurde der freigewordene Gebäudeteil im Inneren zurückgebaut. Im Untergeschoss wurde 2023 ein modernes Gerbereitechnikum eröffnet. In Räume im Erdgeschoss zogen Teile des akkreditierten Prüflabors ein. Es entstand unter anderem ein 250 m<sup>2</sup> großer Konstantklimaraum. Außerdem beherbergt das Gebäude nun ein Technikum zur Gewinnung und Aufbereitung kollagener Rohstoffe für Biomaterialien und Medizinprodukte. [3] Das breitgefächerte Arbeits-, Forschungs- und Dienstleistungs-



Konstantklimaraum



Gerbereitechnikum

spektrum, das allein mit den Begriffen Leder und Kunststoffbahnen nicht mehr zu beschreiben ist, war Anlass, über eine neue Außendarstellung des Instituts nachzudenken. Auf Beschluss des Gesellschafters wurde der Name deshalb in FILK Freiberg Institute gGmbH geändert.

Natürlich stellen die gegenwärtigen gesellschaftspolitischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen das Institut immer wieder vor neue Herausforderungen. Aber das FILK ist zukunftsorientiert aufgestellt. Die Geschäftsführung hat das berechtigt im Jahresbericht 2024 festgestellt:

*„Gerade in solchen Zeiten zeigt sich jedoch, was ein starkes Team und ein belastbares Netzwerk ausmachen. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben mit großem Engagement, Fachwissen und Loyalität daran mitgewirkt, unseren Kurs zu halten, Stabilität zu wahren und Perspektiven zu entwickeln...“ [4]*

Das FILK kann optimistisch auf das 150-jährige Jubiläum hinarbeiten und bereits jetzt für die Festschrift formulieren „Auch in Zukunft in Freiberg“.



#### Quellen:

- [1] Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (Hrg.): FILK 125 Jahre Geschichte von Leder, Polymeren und Plasma. Aue. 2014
- [2] Jahresbericht 2020
- [3] Jahresbericht 2023
- [4] Jahresbericht 2024

#### Abbildungen:

FILK Freiberg Institute gGmbH

- 1 Siehe Jäckel, G.: Vom Silber über einen Umweg zum Silicium. Die Grundlegung der Fabrikation von Elektronik-Werkstoffen in Freiberg durch das FNE Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle Freiberg. ACAMONTA 25 (2018), S. 28ff. und Jäckel, G.: Erinnerungsstele für das Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle. ACAMONTA 29 (2022), S. 233f.
- 2 Siehe Böttcher, A.: Abriss der Geschichte des Deutschen Brennstoffinstituts (DBI). ACAMONTA 31 (2024), S. 139ff.

## Das Deutsche Brennstoffinstitut (DBI) Freiberg nach 1990

Hans-Jürgen Kretzschmar

In der vorangegangenen ACAMONTA 2024 wurde die Geschichte des DBI als eine der in Freiberg ansässigen außeruniversitären Forschungseinrichtungen bis zum Ende der DDR dargestellt. Diesem historischen Abschnitt seit dem Gründungsdatum 1. Oktober 1956 folgt nun der nächste Abschnitt über 35 Jahre DBI seit 1990; und das in einer wahrlich starken Umbruchzeit, denn das DBI war 1989 in den Komplex des Gaskombinats Schwarze Pumpe (GSP) mit rund 40.000 Beschäftigten direktionsmäßig eingeordnet. Mit der deutschen Wiedervereinigung war klar, dass das GSP keine Geschäftszukunft hat und damit auch die Zukunft des DBI neu organisiert werden musste.

### Das DBI ab 1990

Anfang 1990 waren 940 Wissenschaftler, Techniker und Angestellte im DBI als einem der zentralen Energieinstitute der DDR in folgenden breit aufgestellten Fachlinien beschäftigt:

- Kohlen,
- Gase,
- Kernenergie – Entsorgung.

Durch Umstrukturierung und Personalentlassung erfolgte ab 1990 die Privatisierung mittels verschiedener Gesellschafter in die DBI GmbH. Während die Fachlinie Kernenergie bald „abgewickelt“ wurde, gingen aus den Fachlinien Kohlen und Gase in den Jahren 1990 bis 1992 vier privatwirtschaftliche Unternehmen hervor:

- DBI – EWI GmbH,
- NOELL – DBI Energie- und Entsorgungstechnik GmbH,
- DBI Rohstoff- und Anlagentechnik GmbH,
- DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH (DBI GUT).

Weitere Ausgründungen erfolgten 1995 mit:

- Gas Service Freiberg GmbH (GS),
- DBI – AUA GmbH,
- sowie im Jahr 1997 mit der TAF Thermische Apparate Freiberg GmbH.

Die DBI – EWI bietet ingenieurtechnische Prüf- und Beratungsleistungen im Erd-, Deponie- und Wasserbau an. Die NOELL – DBI setzte die Entwicklungsarbeiten des früheren Fachbereichs Gaserzeugung aus Kohlen mit der Beratung, Planung, Errichtung und Inbetriebnahme von Anlagen der Kohlevergasung und Entsorgungstechnik fort und ging bald geschäftlich in die „Siemens Fuel Gasification Technology GmbH & Co. KG“ über. Die schon zu DDR-Zeiten entwickelten Kohle-Vergasungsverfahren wurden in den USA, China, Australien eingesetzt. Mit Beendigung der GmbH-Tätigkeit wurden die



Abb. 1: Gesamtansicht des DBI-Gewerbeparks (Foto: SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH; Detlef Müller)

technischen Anlagen, speziell die markanten Vergasungstürme, an die DBI GmbH verkauft und seit 2018 an die DBI-Virtuhcon vermietet. Die TAF als ein Unternehmen der Pörner Gruppe nutzt diese Türme für Pyrolyse-Verfahren und bietet Vergasungstechnologien sowie Sonderlösungen im Maschinen- und Anlagenbau für höhere Prozesstemperaturen und -drücke an. Die DBI Rohstoff- und Anlagentechnik fokussierte auf Forschung, Beratung und Planung der Rohstoff-, Umwelt- und Anlagentechnik für die Entsorgung und Verwertung von Müll und Abprodukten, stellte später den Geschäftsbetrieb ein.

Die ursprüngliche Fachlinie Gase mit den Bereichen Gastransport und -speicherung (FB GTS Leipzig und Freiberg) sowie Gasanwendung (FB GA Freiberg und Leipzig) fand in den Unternehmen DBI GUT und GS Fortsetzung. DBI GUT bedient als Entwicklungs- und Ingenieurunternehmen bis heute die gesamte Gastechnik-Kette: Gas-/Öl-Förderung und -Speicherung, Gastransport, örtliche Gasverteilung, Gaschemie mit Schwerpunkt Produktreinheit und -sicherheit, Gasanwendung in Haushalt, Gewerbe und Industrie. Die GS ist der Spezialist für Prüfung, Reparatur, Instandhaltung und Nachrüstung von Gasmesstechnik/Gaszählern.

Die DBI GUT nahm bereits im Dezember 1989 die ersten Privatisierungskontakte zu den späteren Gesellschaftern Verbundnetz Gas AG Leipzig (VNG) und Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Dortmund (VEW, später RWE Essen) auf, denen sich später und zeitweise GdF Paris (Gaz de France) und BG London (British Gas) anschlossen. Der Gründungsprozess war bereits im Juni 1990 abgeschlossen und die DBI GUT formal aus dem DBI ausgetreten. Die genannten Gesellschafter übernahmen dann auch die DBI GmbH, die schließlich im Jahr 2007 als die DBI Vermögensverwaltung GmbH in die SAXONIA Standortentwicklungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH überführt

wurde und damit in „heimischen Gefilden“ des Landkreises Mittelsachsen und der Universitätsstadt Freiberg als Gesellschafter gelandet war.

Heute befindet sich auf dem DBI-Gelände ein Gewerbepark, in dem sich etwa 80 Unternehmen mit insgesamt 400 Beschäftigten eingemietet haben.

### DBI – Gaskompetenz

Die Freiburger Gaskompetenz lässt sich an der Bergakademie bis auf Prof. Wilhelm August Lampadius zurückführen, der 1811/12 in seiner Freiburger Wohnung Fischerstraße und auf dem Obermarkt die ersten Gaslaternen in Deutschland mit Leuchtgas aus der Kohlevergasung zum Leuchten brachte. Lampadius eröffnete 1815 im Amalgamierwerk Halsbrücke auch die erste deutsche Gasanstalt zur Hüttenbeleuchtung. Er gilt als „Vater“ der deutschen Gastechnik.

Die DBI-Gaskompetenz begründet sich seit 1969, indem in Leipzig aus zwei Vorgängereinheiten der DBI-Fachbereich Gastransport und -speicherung einschließlich der Forschungsgruppe Verfahrenstechnik Untergrundspeicherung im DBI Freiberg eingerichtet wurde. Am DBI Freiberg entstanden weiterhin die Fachbereiche Gasanwendung und Gaserzeugung. Die Hauptleistungen dieser Fachbereiche zu DDR-Zeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Ausbau und Neubau der drei Gasnetzsysteme diverser Gasqualitäten unter VNG-Direktion
  - Stadtgas-Netz für Ferngas aus dem GSP anstelle städtischer Gaswerke,
  - Importerdgas-Netz für russisches Erdgas seit 1973, ab 1975 auch Trassenbau in der Sowjetunion,
  - Eigenerdgas-Leitungen geringer Energiequalität aus den Altmark-Lagerstätten.
2. Aufbau aller vier geologisch möglichen Untergrundgasspeicher (Gaslagerstätten, Aquiferstrukturen, Salzkavernen, Salzbergwerke) in der DDR durch VNG und im RGW (Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe = Comecon = Ostblock) in ČSSR, Polen, Bulgarien, Russland,
3. Gasanwendungstechniken für Haushalte, Gewerbe und Industrie für alle drei Gasqualitäten,
4. Gaserzeugungsanlagen auf Kohlenbasis für Flugstaub-Verfahren.

Fußend auf dieser Gaskompetenz gelang nach der Friedlichen Revolution 1989/90 der neugegründeten DBI GUT ein relativ leichter Unternehmensstart. Dieser wurde auch getragen von der enormen Investitionswelle in die ostdeutsche Gaswirtschaft (ca. 10. Mrd. DM in den ersten Jahren), wodurch der Gasanteil am ostdeutschen Primärenergieeinsatz von 8 auf 30 % anstieg. Allerdings verlagerte sich in den etwa „ersten“ zehn Jahren auch das Arbeitsprofil der DBI GUT von der früher hauptsächlich erfolgten Forschungs- und Entwicklungstätigkeit zu Projekt-ingenieur- und Bautätigkeiten:

- Aufbau und Ausbau neuer Gasnetze in Städten und Regionen als Generalunternehmer im Rohrleitungsbau,
- Regionale Gasumstellungen vom energetisch „schwachen“ Stadtgas auf hochkalorisches Erdgas einschließlich Gasinstallateuraufgaben,
- Weltweites Engineering für Untergrundgasspeicher, beginnend in Westdeutschland (mit Technologietransfer Ost – West), fortsetzend in Amerika und Asien (z. B. Beteiligungsfirmen in Kasachstan und Türkei).

Nach „Beruhigung dieser ersten Wild-Ost-Zeit“ konnte DBI GUT verstärkt zur Forschungs- und Entwicklungsarbeit zurückkehren. Dazu wurde 1998 das DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg (DBI - GTI) als An-Institut der TU Bergakademie Freiberg, gemeinsam mit dem dortigen Gas-Institut, gegründet. In dieser Profildordnung:

- Engineering und Industrieprojekte bei DBI GUT Leipzig plus Freiberg,
- F/E- und Prüf-Zertifizierungs- sowie Weiterbildungsaufgaben bei DBI-GTI Freiberg plus Leipzig

wurde nunmehr die DBI-Gruppe mit etwa 150 Beschäftigten geschaffen, die somit auf über 60 Jahre inhaltliche Gaskontinuität und -kompetenz bauen kann.

Zur Komplettierung der DBI-Gruppe gehörte dann auch der GmbH-Gesellschafterwechsel im Jahr 2007 von den Industrie-eignern VNG und RWE zum DVGW Bonn, Deutscher Verband der Gas- und Wasserwirtschaft als technisch-wissenschaftlicher Verein, der sich mit Regelsetzung, Normung und Forschung in den Bereichen Gas- und Wasserversorgung befasst. In dieser Konstellation „Engineering für die Wirtschaft und Innovation aus der Wissenschaft“ geht die DBI-Gruppe weiter auf ihrem soliden Weg.

### Gaskompetenz der DBI-Gruppe

Die vielfältigen Aktivitäten der DBI-Gruppe werden zusammengefasst und plakativ in den Abbildungen 2 bis 5 dargestellt. Im Forschungssektor besteht eine fruchtbare Kooperation mit mehreren Instituten der TU Bergakademie; im Wirtschaftssektor bildet die Zusammenarbeit mit zahlreichen Energieunternehmen der EU eine tragende Basis.



Abb. 2: Gasförderung & Gasspeicherung



Abb. 3: Gasnetze & Gasanlagen





Abb. 4: Gasanwendung



Abb. 5: Gaschemie & Gasaufbereitung

Abschließend sei mit einem Schmunzeln auf den Gasstart mit Prof. Lampadius durch folgendes Zitat seines „Bekannten“ und Besucher des Lampadius-Labors im Jahr 1810, nämlich Johann Wolfgang von Goethe, hingewiesen, der in seinem *Faust II*, 4. Akt, Hochgebirg zum poetischen, nicht-geologischen Bild der Entstehung von Erdgaslagerstätten schrieb:

*„Als Gott der Herr – ich weiß auch wohl, warum –  
Uns aus der Luft in tiefste Tiefen bannte,  
Da, wo zentralisch glühend, um und um,  
Ein ewig Feuer flammend sich durchbrannte,  
Wir fanden uns bei allzugroßer Helling  
In sehr gedrängter, unbequemer Stellung.  
Die Teufel fingen sämtlich an zu husten,  
Von oben und von unten auszupusten;  
Die Hölle schwoll von Schwefelstank und -säure,  
Das gab ein Gas! Das ging ins Ungeheure ...“*

In Tradition mit erfolgreichen Männern wie Lampadius und Goethe geht die DBI-Gruppe nunmehr in das 67. Gas-Geschäftsjahr.

Der Autor dankt Frau Laura Schröter und Herrn Dr. Jörg Nitzsche aus dem DBI-Haus für Datenübermittlungen.

# Die Bergakademie Freiberg kommt in Fahrt

## Schlaglichter zur automobilen Motorisierung

Malte Krüger

### 1. Vorbemerkung

Gelegentlich kann sich aus Alltagssituationen ein inneres Fragezeichen entwickeln. Wie sinnvoll ist es, die Wegstrecke vom Hauptgebäude der Bergakademie Freiberg in der Akademiestraße bis zur neuen Universitätsbibliothek mit Fahrer im Dienstwagen zurückzulegen?<sup>1</sup>

Geht es da in möglichen Bedeutungszumessungen zuvorderst um Status bzw. Repräsentation und wie passt das generell zum Selbstverständnis einer Ressourcenuniversität?

Gleichwohl ist es sturzöde bis müßig darüber nachzudenken, wie und von wem Terminplanungen von Magnifizenzen mit etwaigen Anschlussterminen unter Berücksichtigung gesundheitlicher Fitness von hochrangigen Amtsträgern und meteorologischen Eventu-

alitäten individuell abgewogen werden. Behelfsweise kann die Ambiguitätstoleranz zu Rate gezogen werden, in Köln prägnant übersetzt mit: *Jede Jeck is anders*.

### 2. Quellenlage und Aktenbestände zu Automobilen der Bergakademie Freiberg

Mit diesem „Gedankengepäck“ führte sodann der Weg in das Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg. Fragestellung und Thema lauteten erstmalig offen:

#### Automobil & Bergakademie Freiberg Wie war das eigentlich früher?

Ob bzw. welche Professoren der Bergakademie bereits in den 1910er bzw. 1920er Jahren ein Automobil privat besaßen, war im Zuge der Recherchen nicht herauszufinden.

Die Überlieferung von Akten im Universitätsarchiv zu „akademieeigenen“ Fahrzeugen der Bergakademie Freiberg ist äußerst lückenhaft. Teile der Akten

zum bergakademischen Fuhrpark wurden bereits vor Jahrzehnten kassiert.<sup>2</sup> Bedauerlicherweise sind keine Fahrtenbücher überliefert, die im Rahmen von Bestandsbildungen auch schon zu früheren Zeiten kassiert wurden, jedoch einen durchaus wertvollen historischen Aussagewert liefern könnten im Sinne von: wer war wann wo mit wem zu welchem Anlass?

Das früheste überlieferte Dokument datiert vom 6. August 1929 mit einem mahnenden Schreiben der Staatskanzlei aus Dresden, das am 20. August 1929 dem Rektor der Bergakademie zur Unterschrift zuzug.

<sup>2</sup> So beispielsweise die Akte 9188/187 zum Fuhrpark der Jahre 1951-1954, siehe hierzu Kassationsvermerk im Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg (UAF). Auch die den Fahrzeugen zugeordneten Reparaturkarten sind nicht überliefert, ebenso wenig Akten zu Fahrzeugaussonderungen. Ggfs. vorhandenen Hinweisen in den Rektoratsakten konnten aufgrund von Schutzfristen derzeit nicht nachgegangen werden.

<sup>1</sup> Pardon - unvermeidliche Polemik: Wegstrecke mit dem Auto – je nach Route 1500 Meter mit 2 Ampeln auf der Strecke, per pedes 750 Meter mit einer Ampel unterwegs.

„Die Führer der staatlichen Kraftwagen, die der Staatskanzlei unterstehen, geben bei einlaufenden Anzeigen wegen Übertretung der Verkehrsvorschriften, insbesondere wegen Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zu ihrer Entlastung vielfach an, daß diese Übertretung im dienstlichen Interesse erfolgt und sie von Insassen der Wagen zu schnellerem Fahren veranlaßt worden seien.

Die Staatskanzlei sieht sich daher veranlaßt, darauf hinzuweisen, daß auch die Führer der staatlichen Kraftwagen den Verkehrsvorschriften unterliegen und daß keine Möglichkeit besteht, sie von deren Einhaltung zu entbinden.<sup>3</sup>

Welches Automobil der Bergakademie Freiberg Ende der 1920er Jahre zur Verfügung gestellt wurde, ist derzeit noch ungeklärt. Im Januar 1930 erhielt die Bergakademie Freiberg vom Sächsischen Finanzministerium Mitteilung darüber, dass das Reichswehrministerium vergünstigte Rahmenverträge mit 9 Firmen zur Lieferung von Kraftstoff für Kraftfahrzeuge abgeschlossen habe.<sup>4</sup>

Ab Februar 1937 wurden Dienstfahrten von mehr als 100 km grundsätzlich untersagt, Ausnahmen waren dem Reichsstatthalter in Sachsen beim Ministerium für Volksbildung anzuzeigen. Auf vorherigen Antrag konnten Professoren der Bergakademie ihre Privatwagen gegen Reisekostenerstattung nutzen; ab dem 14. November 1939 besaß die Bergakademie keinen staatseigenen Kraftwagen mehr.<sup>5</sup> Aus den überlieferten Akten geht hervor, dass besonders die NSDAP-Mitglieder Prof. Dr. phil. Carl Willy Bielenberg<sup>6</sup> (Parteieintritt 1932) und Prof. Dr. Ing. Maximilian Freiherr von Schwarz<sup>7</sup> (Parteimitglied seit dem 1. Mai

1935) ihre Verbindungen ins Rektorat der Bergakademie nutzten, um ihre privaten Automobile zu sichern.<sup>8</sup>

### 3. Automobile Anlaufschwierigkeiten nach 1945

Nach dem 2. Weltkrieg kam die Bergakademie in automobilen Angelegenheiten nur unter größten Schwierigkeiten wieder in Fahrt. Vermutlich über den Umweg der Deutschen Zentralverwaltung der Brennstoff-Industrie in Berlin wurde zunächst eine Adler Trumpf 1,7 Liter Limousine (Baujahr 1935, Fahrgestellnummer 163733, Motornummer 77895) im Februar 1946 erworben, allerdings fehlten hierzu die Papiere und ein Versicherungsschutz ebenso wie zuteilungsbedürftige Betriebsmittel (Kraftstoff, Autoöl und Abschmierfett, weiterhin Reifen, Schläuche und technische Ersatzteile).<sup>9</sup>

Anfang Juli 1946 schaltete das Rektorat der Bergakademie in der Sächsischen Zeitung ein Inserat: „*Fahrbereiten PKW und LKW sofort zu kaufen gesucht.*“ Kurz nach dem zweiten Weltkrieg waren fahrbereite Fahrzeuge, wenn dann nur gebraucht und unter erschwerten Umständen erhältlich. Exemplarisch für diese Schwierigkeiten steht der Erwerb eines Hanomag Sturm mit dem amtlichen Kennzeichen SF 5-81-05 (55 PS, Baujahr 1937, Fahrgestellnummer 306030 / Motornummer 302880) durch die Bergakademie Freiberg, für den ein Antrag auf Kraftfahrversicherung am

7. Mai 1946 gestellt wurde. Dieser Hanomag wurde durch polizeiliche Verfügung wiederum am 24. Juli 1947 gemäß Befehl 160 der SMA durch den Leiter des Kreispolizeiamtes Freiberg sichergestellt und beschlagnahmt.

Im Mai 1949 meldete der kriegsversehrte, bergakademische Verwaltungsdirektor Härtig den Fahrzeugbestand der Institute und Institutionen der Bergakademie an den Kreisrat Freiberg, Dezernat: Industrie & Verkehr, Abteilung Straßenverkehr:

- Rektor Prof. Dipl.-Ing. Ernst Diepschlag: Mercedes, Baujahr 1937, Pol. Kennzeichen: SL 27-1116 (Dienstwagen)<sup>10</sup>
- Verwaltungsdirektor Härtig (Hochschulverwaltung): DKW Meisterklasse, Baujahr 1938 (Dienstwagen bzw. Privatwagen, zu 95 % als Dienstwagen verwendet)
- Prof. Dr.-Ing. Werner Lange, Leiter Institut für Metallhüttenkunde (privat PKW)
- Prof. Dr. phil. nat. habil. Friedrich Leutwein: Leiter Mineralogisches Institut (Brennhausgasse 14)/ Schloss Freudenstein, stellvertretender Leiter Institut für Brennstoffgeologie, (privat Pkw)

Alle anderen Professoren der Bergakademie verfügten demnach 1949 über keine Dienstwagen. Der Ende April 1949 gestellte Antrag als Beschaffungsanfrage der Bergakademie Freiberg für den Kauf eines Horch Lastkraftwagens Typ H3 bei der Vereinigung Volkseigener Fahrzeugwerke Werk Horch in Zwickau wurde am 13. Juli 1949 aufgrund von „Beständemangel“ seitens der Landesregierung Sachsen durch das Ministerium für Volksbildung, Abteilung Hochschulen und Wissenschaft negativ beschieden.<sup>11</sup>

Am 18. Juli 1949 wurde der Bergakademie Freiberg zudem eine blaue Wanderer WL 24 Limousine (Fahrgestellnummer: 104500, Motornummer 104582; vormaliges Kennzeichen SL 01-0184) durch die Landesregierung Sachsen über das Ministerium für Industrie und Verkehr

Freiherr von Schwarz scheint im Rahmen seiner Berufung im Jahr 1938 ein Einstellplatz bzw. eine Garage für sein Auto seitens der Bergakademie zugesagt worden sein, den er am 15. November 1944 in einem im Hof gelegenen Häuschen in der Prüferstr. 9 auch erhielt, gegen Zahlung einer reduzierten Jahresmiete von 36 Reichsmark, wie vom Leiter des Landesbauamtes Dresden festgelegt. Vgl. UAF, Akte Rektorat 166 (Kraftfahrzeuge 1929-1948), Bd. 1, Bl. 5053.

8 Ergänzend für die Zeit vor 1945: Eine der traurigsten Akten mit nur einer Seite Inhalt ist die Mitteilung der Bergakademie an die AUTO UNION Rechtsabteilung vom 15. August 1941, wonach der seit April 1939 mit einer finanziellen Patenschaft in Höhe von monatlich 50 Reichsmark von der Auto Union AG geförderte Student der Metallhüttenkunde Gottfried Rudolph am 29. Juli 1941 im Osten als Gefreiter gefallen war; vgl. UAF, Akte Rektorat 613/2.

9 Die engen Beziehungen zwischen der Bergakademie Freiberg und dem Oberbergamt vermag auch der Umstand veranschaulichen, dass der österreichische Nachkriegsrektor der Bergakademie Freiberg Prof. Dr. phil. habil. Friedrich Maria Regler seinen Dienstwagen dem Berghauptmann am 11. Juli 1946 für eine Dienstfahrt nach Görlitz überlassen hatte. Vgl. UAF, Akte Rektorat 166, Bd. 1, Bl. 86.

10 Vgl. hierzu die ergänzenden Angaben der Schätzungsurkunde der Kraftfahrzeug-Schätzungsstelle der Techn. Prüfstelle Dresden Nr. 2009 vom 25. März 1949 sowie den Kaufvertrag vom 30. März 1949 in: UAF, Akte Rektorat 166/1 und 2. Es handelte sich um eine schwarze Mercedes Benz Limousine, Typ 170 V, (4 Zylinder mit 38 PS und 95.000 km Laufleistung; Fahrgestell- & Motornummer 162263, im April 1949 immer noch ausgerüstet mit einer Holzkohle-Generatoranlage), angekauft von dem Angestellten Rudolf Nestler (Freiberg) am 30. März 1949 durch die Bergakademie Freiberg.

11 Vgl. UAF, Akte Rektorat 166/2.

3 UAF, Akte Rektorat 166 (Kraftfahrzeuge 1929-1948), Bd. 1, Bl. 1.

4 Für den Bezug von Kraftstoffen in Fässern wurden 15 % Rabatt eingeräumt, an Tankstellen 7 % bei entsprechend vorgelegtem schriftlichen Berechtigungsnachweis; vgl. UAF, Akte Rektorat 166 (Kraftfahrzeuge 1929-1948), Bd. 1. Am 10. September 1936 wurde dieser Behördennachlass jedoch widerrufen, „da die Bergakademie seitens der massgebenden Stellen nicht als reine Staatsbehörde, sondern als eine Körperschaft des öffentlichen Rechts bezeichnet wird.“; vgl. Schreiben der Rhenania-Ossag Mineralölwerke AG, Zweigniederlassung Dresden an Professor Franz Brenthel. (wie vor).

5 UAF, Akte Rektorat 166 (Kraftfahrzeuge 1929-1948), Bd. 1, Bl. 29.

6 Siehe hierzu: Schleiff, Hartmut / Volkmer, Roland / Kaden, Herbert: Catalogus Professorum Freibergensis, Freiberg 2015, S. 145, im folgenden CPF.

7 Wie Fußnote 6: CPF, S. 147. Für Prof. Dr. Ing.



(Abteilung Kraftverkehr) für die Nutzung durch die Professorenschaft übergeben. Zudem erfolgte am 4. Oktober 1949 der Kauf eines DKW F8 Lieferwagens (ab Februar 1950 mit dem Kennzeichen 27-2333) über das Erfassungslager für sicher-gestellte Wagen im Kreis Marienberg in Wolkenstein/Sachsen. Weiterhin schaltete die Bergakademie am 12. Dezember 1949 erneut eine Anzeige bei der Sächsischen Tageszeitung Freiberg mit einem Kaufge-such für einen Pkw bis 1000 ccm, sowie am 7. Februar 1950 erneut „Pkw bis 2 Ltr. sofort zu kaufen gesucht“.<sup>12</sup>

Dem Studentenrat der Bergakademie Freiberg stand ab 1950 ein DKW 500 ccm Motorrad aus Privatbesitz zur Ver-fügung, dessen Nutzung aber aufgrund von Benzinmangel nur eingeschränkt möglich war. So schrieb der Referent für Materialbeschaffung Dittrich am 21. Juni 1950 an die Landesregierung Sachsen, Abteilung Verkehr: „*Leider war es bisher nicht möglich, diese Fahrgelegenheit zu Dienstfahrten voll auszulasten, da uns keine Benzinzuteilung zur Verfügung steht. Auch dem Herrn Verwaltungs-Direktor Wallner der Bergakademie war es nicht möglich, uns in dieser Beziehung behilflich zu sein, weil die Benzinzuteilung für die Akademie durch Dienstreisen des Verwaltungsdirektors und der Herren Professoren und Dozenten voll ausgelastet ist. Wir bitten Sie nun, uns eine Zuteilung für den Studentenrat direkt zu genehmigen.*“<sup>13</sup>

#### 4. Mangelwirtschaft – Benzinmarken und Fahrbereitschaft

In der generell schwierigen frühen Nach-kriegszeit waren für die Bergakademie nur gebrauchte Fahrzeuge zu erwerben, zudem war der Benzin- bzw. Kraftstoff-mangel ein ständiges Thema, so dass auch vorhandene Fahrzeuge nicht voll-umfänglich eingesetzt werden konnten. Anfänglich wurden einzelne Benzinfä-sser in der Prüferstr. 7 hofseitig gelagert. Im Zeitraum Ende der 1940er Jahre bis ca. 1952 betrug die Zuweisung (in der Menge schwankend, abhängig von Be-antragung und bewilligenden Stellen) zwischen 2.500 bis um die 4.000 Liter für die Bergakademie monatlich, wobei jedoch die Bedarfe bereits Ende 1952 mit bis zu 6.500 Liter benannt wurden. Begründet wurden diese folgendermaßen vom Verwal-tungsdirektor (der Bergakademie Freiberg) Sauerbier, der an den Minister für Hütten-

12 Vgl. zu den der Bergakademie Freiberg angebo-tenen Fahrzeugen UAF, Akte Rektorat 166/2.

13 Vgl. UAF, Akte Rektorat 166/2.



Abb. 1: „Wimmelbild“ mit sechs EMW 340 Limousinen, aufgenommen anlässlich der bergakademischen Agricolafest am 15. Juni 1955. (Foto Nr. 1202 aus dem noch nicht digitalisierten Bestand der früheren Hochschulbildstelle im Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg)

wesen und Erzbergbau Fritz Selbmann am 17. März 1953 schrieb: „*Die Bergakade-mie hat rd. 900 Angestellte. (...) Die Arbeit unserer Wissenschaftler geht nicht etwa vom Schreibtisch oder vom Laboratorium aus, sondern es sind laufend Besuche bei den verschiedensten Bergbaubetrieben und Hüttenwerken erforderlich.*“<sup>14</sup>

Seit dem 1. April 1952 wurde der Treib-stoff vom Straßenverkehrsamt Freiberg be-zogen, dazwischen erfolgte die Lieferung (vermutlich auf Weisung des Ministeriums für Schwerindustrie) aus Zwickau.<sup>15</sup> Den Akten lässt sich weiterhin entnehmen, dass ab Mitte der 1950er Jahre innerhalb der Mitarbeiter der bergakademischen Fuhrparkabteilung ein Ringen um Status einsetzte, d. h. welcher Fahrer darf welches Fahrzeug bewegen und von ausgelobten Leistungsprämien profitieren. Aus den Protokollen der Arbeitsbesprechungen der Fahrbereitschaft aus dem Jahr 1956 geht bspw. hervor, dass von den Mitarbei-tern eine sog. „Kollektivprämie“ ablehnt worden war. Als ungerecht empfunden wurde, dass Fahrer von „leistungsstar-ken“ und neuen Automobilen aufgrund von Fernfahrten erhebliche Vorteile bei der Prämienreicherung (sog. 100.000 km Bewegung Prämie) hatten, während Fahrern von schwach motorisierten und älteren Fahrzeugen der Bergakademie die-se Option mit Einsätzen im umliegenden Freiburger Stadtverkehr noch nicht einmal

14 Dieses und weitere Schreiben, darunter auch an den Rat der des Bezirks Chemnitz, Abtei-lung Verkehr (9. Dezember 1952) finden sich in UAF, Akte IVD 4c (Abteilung Fuhrpark/Ver-kehrssicherheit).

15 Vgl. Fußnote 14.

theoretisch zufallen konnte.<sup>16</sup>

Rolle und Bedeutung der bergakade-mischen Fahrbereitschaft veranschaulicht auch eine von dem Freiburger Geophysiker Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Militzer über-lieferte Erinnerung an seinen Doktor- und Habilitationsvater Prof. Dr. Otto Meißer (NSDAP-Mitglied 1933-1945, ab 1941 SA Sturmführer, Rektor der Bergakademie Freiberg von 1955 bis 1957), die zeitlich in dessen Amtszeit als Rektor zu verorten ist:

„*Prof. Meißer hat sich eigentlich immer nach Hause, zu Sitzungen und überall hin fahren lassen – Gottfried Giersch war Kraftfahrer mit allen damit verbundenen Verpflichtungen, Geländemechaniker, ‚Uni-versalgehilfe‘ und für Prof. Meißer absolu-te Vertrauensperson – ,eine gute Seele des Instituts.‘ Die Notwendigkeit der Existenz von Herrn Giersch wurde eines Tages be-sonders unterstrichen, als Prof. Meißer den eben angelieferten nagelneuen ‚Wolga‘ – ein Repräsentationsfahrzeug der damaligen Zeit in der DDR – selbst ‚einweihen‘ wollte. Er war als Rektor im Hauptgebäude gewe-sen, Herr Giersch hatte den Wagen bis vor den Eingang gefahren. Prof. Meißer setzt sich ans Steuer und fährt ... vielleicht 10 m. An der Hausecke Akademiestraße/ Non-nengasse war die Fahrt zu Ende – Kotflügel beschädigt – Hausecke beschädigt. Der Ort hieß künftig ‚Meißer’s Ecke‘ – Ich habe Prof. Meißer nie wieder an einem Steuer sitzen gesehen!‘“<sup>17</sup>*

16 Wie Fußnote 14. Ab 1957 galt zudem für die Fahrer der Fahrbereitschaft die Regelung, dass die monatliche Überstundenzahl von 75 Stun-den nicht überschritten werden durfte.

17 Vgl. Militzer, Heinz: MIT und NACH OTTO MEISSER, Reminiszenzen eines Emeritus über

Um 1962 waren in der Bergakademie 25 Kraftfahrer<sup>18</sup> beschäftigt; Anfang Juni 1972 umfasste die gesamte Abteilung Fahrbereitschaft der Bergakademie schon 39 Personen, deren Einsätze aus der Nonnengasse über das Direktorat für Planung und Ökonomie koordiniert wurden. Die Werkstätten mit eigenen Mechanikern samt Garagen für die Fahrzeuge befanden sich bis Anfang der 1990er Jahre hofseitig an der um 1870 errichteten Kaserne für das Königlich-Sächsische 1. Jäger-Bataillon Nr. 12 (zu DDR-Zeiten bekannt als ABE/Arbeiter- und Bauernfakultät) in der Lessingstraße.<sup>19</sup>

Bedauerlicherweise sind aus der Zeit von 1945 bis 1989 in den Fotobeständen der TU Bergakademie Freiberg – nach derzeitigem Stand – fast keine Fotografien überliefert, die die Automobile der Bergakademie zeigen. Ursächlich könnte hierfür mutmaßlich sein, dass die Professoren und Mitarbeiter der Bergakademie sich generell ihrer „automobilen“ Privilegien im Vergleich zur übrigen Bevölkerung bewusst waren und demzufolge keinen Neid schüren oder unangepasste Aufmerksamkeit auf sich ziehen wollten. Für den Zeitraum 1974 bis 1989 sind besonders die Akten 9643/7, 9643/39 sowie 9643/49 im Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg aufschlussreich. Den Akten sind einerseits die Begründungen für die Nutzung der jeweiligen Privatfahrzeuge (oftmals aus Abrechnungsgründen auch das Pkw-Modell) der Wissenschaftler der Bergakademie für Dienstreisen zu entnehmen samt Reisezweck und -zielen sowie Hinweise auf transportierte Gegenstände. Andererseits wurden bis Ende der 1980er Jahre von zahlreichen Professoren der Bergakademie über das Rektorat „formulierungsstarke“ Anträge gestellt, um über den Ministerrat der DDR bzw. das Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen

in Berlin aus entsprechenden Sonderkontingenten ein neues Auto zugewiesen zu bekommen.

In zahlreichen dieser Anträge kommen nicht nur dienstliche Motivationslagen, gesundheitliche Zustandsbeschreibungen und politische Einstellungen deutlich zum Ausdruck, sondern auch Frustrationen über die langen Wartezeiten für die generelle Zuteilung eines Pkws ohne eine individuelle Wahlmöglichkeit. Im Jahr 1982 umfasste das Sonderkontingent des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen für beantragende Wissenschaftler ausschließlich Pkw der Fabrikate Wartburg, Trabant und Skoda.

Überliefert ist eine Liste aus dem Jahr 1956 mit dem Betreff: *Verteilung von Benzin und Ölmarken an Professoren, Assistenten und sonstige Angehörige der Bergakademie, die im Besitz eines PKW oder Motorrades sind, im Auftrag der Bezirks-Direktion für Kraftstoffe. Ermittlung des Differenzbetrages zwischen Marken- und HO-Preis.*<sup>20</sup>

25 Professoren der Bergakademie erhielten monatlich für ihren jeweiligen privaten Pkw demnach vergünstigt 20 Liter Benzin sowie 0,8 Liter Öl, Assistenten mit Pkw entsprechend 15 Liter Benzin sowie 0,6 Liter Öl. Weitere Bedienstete der Bergakademie mit Motorrädern erhielten 10 Liter Benzin und 0,4 Liter Öl, Bedienstete mit Motorrollern 5 Liter Benzin und 0,2 Liter Öl. Aus der Liste geht hervor, dass 1956 insgesamt 74 Personen Vergünstigungen erhielten, davon 4 Besitzer von Motorrollern, 23 Besitzer von Motorrädern und 47 Automobilbesitzer.

Am 1. Juni 1954 wies der Fahrdienstleiter Bock den Verwaltungsdirektor Sauerbier darauf hin, dass die gesamte zugeteilte Kraftstoffmenge im Jahr 1953 im monatlichen Durchschnitt 4.200 Liter betrug, im 1. Quartal 1954 jedoch bereits 5.300 Liter monatlich. Entsprechend der monatlichen Abgabe von 1.000 Litern für Privatfahrzeuge für Bedienstete der Bergakademie sowie 1.400 Litern an weitere Institute und Personen, sei ein reibungsloser Fahrbetrieb (auch mit dem Horch LKW) für die Fahrbereitschaft nicht ausführbar.

20 Enthalten in UAF, Akte IVD 4c (Abteilung Fuhrpark/Verkehrssicherheit).

## 5. Automobile Besonderheiten an der Bergakademie Freiberg

Aus heutiger Perspektive ist der im August 1955 beschaffte sog. Röntgenwagen<sup>21</sup> (Abb. 2 und 3), der später noch um einen Anhänger ergänzt wurde, interessant. Eingesetzt wurde dieses Fahrzeug vom Institut für Werkstofftechnik und Metallkunde der Bergakademie zur Beprobung von Erzen. Leider fehlen zu konkreten Verwendungszwecken, technischer Ausstattung, späterer Aussonderung bzw. Verbleib jegliche Informationen.<sup>22</sup> Ältere Freiberginnen und Freiburger können sich ggfs. auch noch an die bergakademischen EMW 340 Limousinen im Stadtbild erinnern (Abb. 4).

Der Anschluss an die automobile, repräsentative Oberklasse gelang innerhalb der Bergakademie Freiberg jedoch erst Anfang der 1960er Jahre.

Hinweise zu Umständen und Datum der Beschaffung von drei Tatra 603 Limousinen waren den gesichteten Akten im Universitätsarchiv nicht zu entnehmen. Erhalten geblieben ist allerdings die Kundenliste der Kraftfahrzeugwerkstatt Alfred Heyde aus Dresden-Pieschen, die als Spezial-Werkstatt den Service für Tatra Fahrzeuge in Sachsen bzw. praktisch den gesamten südlichen Teil der DDR unterhalb Berlins entscheidend prägte.<sup>23</sup>

Mit Stand von Februar 1963 verzeichnete die Firma Heyde insgesamt 84 Stammkunden mit Tatra 603 Fahrzeugen. Kunde Nr. 17 besagter Liste ist die Bergakademie Freiberg mit „Magnifizenzwagen“ (sic!) sowie weiterhin die beiden hochdekorierten Braunkohle-Kapazitäten der DDR Prof. Dr. tech. habil. Anton Lissner<sup>24</sup> und Prof. Dr.-Ing. Erich Rammler.

21 Bereits im Oktober 1914 entwickelte Marie Curie mit der Hilfe von Freunden und Unterstützern zwei mit Röntgengeräten ausgestattete Lastwagen für den Einsatz an der Front.

22 Einzig dem glücklichen Umstand, dass die Nichte einer früheren Mitarbeiterin der Bergakademie den Nachlass ihrer verstorbenen Tante im Sommer 2015 sorgfältig sichtete, ist es zu verdanken, dass seitdem im Fotobestand des Medienzentrums der TU Bergakademie vier Fotoalben (noch unverzeichnet) überliefert sind. Die Fotoalben stammen von Frau Brunhilde Freyer, geb. Pahlitzsch, die von 1952 bis 1986 als Fotolaborantin beim Institut für Werkstofftechnik und Metallkunde an der Bergakademie beschäftigt war.

23 Vgl. hierzu den dokumentarischen Beitrag von Gabel, Thomas: Tatra-Werkstätten in der DDR, Teil 4 (Auto-Heyde Dresden, Teil 2, 1960–1973), in: Club-Info Nr. 96 (2/2023) vom Tatra Register Deutschland, Kapitel VI, S. 1–15.

24 Lissner (\*21. August 1885 in Groß Schönauf/Böhmen, heutiges Velký Šenov im nordböhmischen Erzgebirge).

die Entwicklung der Angewandten Geophysik an der Bergakademie Freiberg zwischen 1940 und 1987, Privatdruck, (vermutlich Freiberg), 2013, S. 51/52. Zum Lebenslauf von Prof. Dr. Militzer (\*2. Mai 1922 in Freiberg, † 23. April 2017) siehe CPF, S. 233.

18 Siehe hierzu die Personalliste, UAF, Akte I A 100.

19 Die Garagen, teils noch bis in Jahr 2023 von der unter völlig anachronistischen Raumbedingungen wirtschaftenden Kustodie als suboptimales Zwischenlager genutzt, wurden samt der vormaligen Elektrowerkstatt inzwischen abgerissen, um Platz für den Neubau des Zentralen Sächsischen Bohrkernarchivs für das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) sowie die TU Bergakademie Freiberg zu schaffen.



Es ist nicht abwegig anzunehmen, dass der aufgrund einer fast sechzigjährigen Lebensphase in Böhmen und Mähren mit den Produkten der Automobilmarke Tatra sicherlich vertraute Prof. Lissner, zumal er auch rund 16 Jahre älter als Prof. Rammler war, diesen zu einer solchen „Marken- und Modellwahl“ inspirierte. Beide waren NSDAP-Mitglieder, beide Ehrensensatoren der Bergakademie (Lissner 1960/Rammler 1971), beide Ehrenbürger der Stadt Freiberg (Rammler 1961/Lissner 1965) sowie in ihren auch für die Wirtschaft der DDR politisch bedeutsamen Forschungsgebieten eng verbunden, u. a. leitete Prof. Lissner von 1956 bis 1959 das Deutsche Brennstoffinstitut, Prof. Rammler fungierte dort zunächst ab 1956 als stellvertretender Direktor und übernahm dann 1959 bis 1963 als direkter Nachfolger von Prof. Lissner den Direktorenposten.<sup>25</sup>

Die Zuteilung der mährischen Luxuslimousinen mit 2,5 Liter V8 Heckmotor an die beiden Professoren war Anfang der 1960er Jahre somit nicht verwunderlich.

Gut dokumentiert sind auch die zahlreichen Auslandsreisen der beiden Rektoren Prof. Dr.-Ing. habil Joachim Wrana (Rektor der Bergakademie von 1963 bis 1965) und Prof. Dr.-Ing. Karl-Friedrich Lüdemann (Rektor der Bergakademie 1965 bis 1967) mit dem Rektoren-Tatra 603 (Kennzeichen TS 07-85). Chauffiert vom routinierten Fahrer des Rektors, Gerhard Thielmann, ging für den am 1. Mai 1950 zum ordentlichen Professor für Elektrotechnik ernannten Wrana, der vor seiner Amnestie 3 Jahre im Arbeitslager verbracht hatte, zunächst vom 16. April bis zum 30. April 1964 nach Westdeutschland, anschließend von Freiberg aus vom 8. Juni bis zum 19. Juni 1964 rund 500 Kilometer gen Osten in die CSSR zur Berg- und Hüttenakademie Ostrava.

Besser als im Tatra 603, der nur 39 Kilometer südlich von der Hochschule in Kopřivnice gefertigt wurde, konnte man

schen Bezirk Okres Děčín, † 6. Februar 1970 in Freiberg) studierte von 1904 bis 1908 Chemie an der Technischen Universität in Prag, leitete von 1910 bis 1920 das chemische Labors in der Gießerei und Maschinenfabrik Ignaz Storek in Brünn und wurde 1920 für Chemische Technologie an die dortige Deutsche Technische Hochschule zum Professor berufen. Nach Lehrtätigkeit an der Prager Deutschen Technischen Hochschule in den Jahren 1942 bis 1945 war Lissner anschließend von 1945 bis 1955 Professor für anorganische Chemie an der Bergakademie Freiberg.

<sup>25</sup> Vgl. zu den Wechselbezügen der beiden Professoren die Lebensläufe im CPF, S. 173 (Lissner) und S. 193 (Rammler).



**Abb. 2:** Der sog. Röntgenwagen, aufgenommen im August 1955 in der Prüferstr. vor dem heutigen Eingang zum Medienzentrum. Fahrzeug mit nach dem 2. Weltkrieg individuell angefertigter Sonderkarosserie, vermutlich auf einem 1,5 t Steyr 1500 Chassis um 1944. Das mit „TP“ beginnende Kennzeichen verweist auf den vormaligen Kreis Oelsnitz im Bezirk Karl-Marx-Stadt der DDR. (Foto aus dem Nachlass von Frau Brunhilde Freyer im Bestand des Medienzentrums der TU Bergakademie Freiberg)



**Abb. 3:** Der sog. Röntgenwagen aus rückwärtiger Perspektive. Gut zu erkennen sind die Peilstäbe auf dem vorderen Kotflügel, die Zwillingssbereifung auf der Hinterachse und der recht hohe Einstieg in den Kofferaufbau. (Foto aus dem Nachlass von Frau Brunhilde Freyer im Bestand des Medienzentrums der TU Bergakademie Freiberg)



**Abb. 4:** Hoppala: Verunfallte EMW 340 Limousine der Bergakademie (vermutlich im Jahr 1962). (Foto aus UAF, Akte I A 100, ohne nähere Angaben zum Unfallhergang)



Abb. 5: Ansicht der handwerklichen Fertigung von Tatra 603 Karosserien im mährischen Kopřivnice aus dem Jahr 1962. (Foto: Privatsammlung Malte Krüger)



Abb. 6: Fabrikneue Tatra 603 Limousinen der 1. Serie mit den charakteristischen 3 Frontscheinwerfern unter einer Glasabdeckung. Die Serienfertigung setzte ab Februar 1957 ein. (Foto: Privatsammlung Malte Krüger)



Abb. 7: FDJ Begrüßung beim Besuch von Siegmund Jähn an der Bergakademie Freiberg im Jahr 1980. Im Hintergrund ein Tatra 613 der 1. Serie mit von der Firma Vignale (Turin) entworfener Karosserie, dazu links hinten das Schild mit der Aufschrift: „Aus jeder Vorlesung, aus jedem Semester, aus jeder Stunde Selbststudium, einen höheren Wissenszuwachs!“ (Foto 24670 aus dem Altbestand der Hochschulbildstelle, Fotograf Knopfe)

vor der 1849 als Montanistische Lehranstalt gegründeten, 1865 zur Bergakademie und 1904 zur technischen Hochschule erhobenen Berg- und Hüttenakademie Ostrava im Jahr 1964 für die Anbahnung eines Freundschaftsvertrages sicherlich nicht vorfahren.<sup>26</sup> Auch der auf Prof. Wrana nachfolgende Rektor, der Eisenhüttenkundler Prof. Dr.-Ing. Karl-Friedrich Lüdemann, NSDAP-Mitglied von 1937 bis 1945, der im Zweiten Weltkrieg schwer verwundet wurde, vertiefte die Beziehungen zur Berg- und Hüttenakademie Ostrava mit zwei Besuchen (27. März bis 31. März 1966 sowie im August 1966), die auch mit dem bergakademischen Rektoren-Tatra 603 absolviert wurden.

Im Zuge der Niederschlagung des Prager Frühlings am 21. August 1968 kam es zu einer Sondersituation. Tschechoslowakische Gaststudenten der Bergakademie aus Košice (heutige Ostslowakei) befanden sich in Leipzig, durften jedoch aufgrund der angespannten Situation nicht zurück nach Freiberg und mussten direkt am nächsten Tag aus der DDR per Zug zurück in Richtung Prag ausreisen. Allerdings befand sich das gesamte Gepäck der Studenten noch im Freiburger Studentenwohnheim. Götz Rosetz konnte sich unter Vermittlung der Fahrbereitschaft den geräumigen und schnellen Rektoren-Tatra 603 kurzerhand ausleihen und brachte so das gesamte Gepäck der Studenten nach Leipzig.<sup>27</sup> Die Rückfahrt von Leipzig im geliehenen Tatra 603 führte dann vor 57 Jahren durch die Panzerkolonnen der Russen zurück nach Freiberg.

Von den 3 beschriebenen Tatra 603 mit bergakademischen Kontexten ist einzig der Tatra 603, Baujahr 1960, aus dem Vorbesitz von Prof. Rammler bis heute in fahrbereitem Originalzustand erhalten geblieben.

<sup>26</sup> Vgl. zu den Dienstreisen der Rektoren mit dem Tatra 603 der Bergakademie UAF, Akte I A 287/5. Mitte Juni 1965 wurde Prof. Wrana auch im Tatra 603 nach Österreich zur 125-Jahresfeier der Montanistischen Hochschule Leoben in die Steiermark chauffiert. Wer nach 1990 das Vergnügen hatte mal in einem Tatra 603 (mit-)zufahren: durch die stromlinienförmige Karosserie wird der luftgekühlte V8 umso leiser „blubbernd“, je schneller man unterwegs ist, was einen in einen fast meditativen Zustand versetzen kann. Vor 1989 hingegen sind Fahrzeuge diesen Typs auch mit völlig konträren Assoziationen verbunden, da die Staatssicherheit der DDR Systemkritiker bzw. Oppositionelle mit Fahrzeugen dieses Typs „abholte“.

<sup>27</sup> Persönliche Mitteilung von Erinnerungen durch den Freiburger Dipl.-Mineralogen Götz Rosetz an Malte Krüger (Verfasser) am 24. Juli 2025.



Für die kompetente und geduldige Unterstützung der Recherchen geht mein Dank an Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva und Florian Fichtner vom Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg sowie für wertvolle Hinweise

an den langjährigen Leiter des Medienzentrums Herrn Andreas Ludwig. Ohne die Pixel-Zauberei von Patrick Morgenstern (Medienzentrum Tu Bergakademie Freiberg) hätten die Fotos dieses Beitrags weitaus weniger Detailschärfe.

Hinweise, Ergänzungen und Korrekturen zum Textteil sind herzlich willkommen.

Malte Krüger - Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IWTG der TU Bergakademie Freiberg,  
**Kontakt:** elitewerke@gmx.de

## Friedrich Ludwig Wilhelm Kolbeck und die mineralogische Sammlung der Bergakademie Freiberg

Götz P. Rosetz



Abb. 1: Friedrich Kolbeck

Die Berufung von Friedrich Kolbeck zum ordentlichen Professor für Mineralogie und Lötrohrprobierkunde an der Königlich Sächsischen Bergakademie in Freiberg erfolgte am 1. Oktober 1901. Das Lehrgebiet der Mineralogie hatte in dieser Zeit eine herausragende Bedeutung für die Ausbildung der Bergbauingenieure, die zum Teil auch als Prospektoren tätig waren. So war man bestrebt, die erfolgreiche Ausbildung von Prof. Albin Weisbach fortzuführen. Kolbeck war in Freiberg und auch im Ministerium in Dresden wohlbekannt (Abb. 1).

Im Jahre 1883, nach Abschluss seines Studiums der Naturwissenschaften (Chemie, Mineralogie, Geologie) und der Promotion in Leipzig bei dem bekannten Mineralogen Prof. Zirkel, beschloss er, sich den Ingenieurwissenschaften in Freiberg zu widmen (Matrikel 3271). Nach einem Jahr Studium bot man ihm am 1. Oktober 1884 eine Assistentenstelle für Hüttenkunde, Probier- und Lötrohrprobierkunde am Hütteninstitut von Prof. Hieronymus Theodor Richter an. Dr. Kolbeck

verzichtete auf das Ingenieurdiplom und widmete sich fortan mit großem Eifer der Lötrohrprobierkunde. Diese war im 19. Jahrhundert in Freiberg eine Paradedisziplin; das Lehrbuch von Carl Friedrich Plattner aus dem Jahre 1835 „Probierkunst mit dem Lötrohr“ galt international als Standardwerk. Im Jahre 1893, nach 9-jähriger Assistententätigkeit, wurde er als Dozent für Probier- und Lötrohrprobierkunde in den Staatsdienst übernommen. Er vereinfachte seinen Namen, indem er ein l strich, und nannte sich fortan Dr. Kolbeck (1). Drei Jahre später erfolgte die Ernennung zum Professor für Probier- und Lötrohrprobierkunde am Institut für Hüttenwesen in der Nachfolge seines Förderers Prof. Hieronymus Theodor Richter, der Kolbeck zwischenzeitlich beauftragt hatte, eine erneute Auflage des Standardwerks von Plattner herauszugeben.

Als der Mineraloge Prof. Albin Weisbach im Dezember 1900 schwer erkrankte, wurde Kolbeck als Vertretung eingesetzt. Seine Liebe zu den Mineralen, verbunden mit einer ausgezeichneten Mineralkenntnis, und das bereits bewiesene große

pädagogische Geschick garantierten wohl die Fortführung der mineralogischen Ausbildung im Sinne von Albin Weisbach.

Nach 17 Jahren erfolgreicher Tätigkeit auf dem Gebiet der Lötrohrprobierkunde hatte sich Kolbeck (Abb. 2) zu einem geschätzten Spezialisten entwickelt. Er gehörte nach Plattner und Richter zu den drei Koryphäen der Lötrohrprobierkunde in Freiberg. Man muss wissen, dass der Einsatz eines Lötrohrs nur dann ein voller Erfolg wird, wenn der Akteur über ein fundiertes Wissen in Mineralogie und Chemie verfügt, die notwendigen Materialien wie Lötrohrprobierbesteck und die notwendigen Chemikalien besitzt sowie in der Lage ist, einen entsprechenden Luftstrom zu erzeugen, vergleichbar dem eines Musikers bei einem Blasinstrument. Viel Übung gehört dazu; Plattner sprach deshalb immer von der Lötrohrprobierkunst.

Seinen reichen Erfahrungsschatz hat Kolbeck in der 8. Auflage von Plattners Probierkunst im Jahre 1927 niedergeschrieben (2). Es ist das letzte große, detailreiche Werk über Lötrohrprobierkunde. Im Werner-Bau zeigt das Institut für Mineralogie



Abb. 2: Praktikum Lötrohrprobierkunde mit Kolbeck (hinten, links)

im 1. Stock in den Wandvitruinen historisch wertvolle Gerätschaften zur Lötrohrprobierkunde, darunter auch das von Kolbeck benutzte Lötrohr.

Im 20. Jahrhundert verdrängte die Entwicklung der analytischen Chemie die Lötrohrprobierkunde fast vollständig. Nur in Freiberg hielten Kolbeck und auch sein Nachfolger Prof. H. von Phillipsborn noch Lehrveranstaltungen ab. Die allerletzte fand 1956 als fakultative Lehrveranstaltung für Mineralogiestudenten statt. Vortragender war der in den Ruhestand gegangene Direktor der Mineralienniederlage, Dipl. Ing. Felix Edelmann, ein Schüler von Kolbeck. Der Autor dieses Artikels nahm an dieser Veranstaltung teil.

Als Kolbeck im Jahre 1901 die Professur für Mineralogie und Lötrohrprobierkunde übernahm, war er 41 Jahre alt; er war am 12. Januar 1860 in Dresden als Sohn des Schneidermeisters Friedrich Wilhelm Kollbeck geboren worden. Er hatte sich gut in Freiberg eingelebt, war aktives Mitglied mehrerer Vereine (Bergmännischer Verein, Freiburger Altertumsverein, Naturwissenschaftlicher Verein), später dann in der Freiburger Geologischen Gesellschaft und ab 1920 in der Gesellschaft der Freunde der Bergakademie im Vorstand. Als sangesfreudiger Professor war er ein gern gesehener Gast bei studentischen Veranstaltungen, besonders beim Corps Franconia Fribergensis, das ihn mit dem dreifarbigem Bierzipfel auszeichnete (3). Freundschaftliche Kontakte pflegte er zu seinen älteren Kollegen, dem Chemiker Clemens Winckler und dem Geologen Alfred Stelzner.

Er bezog mit seiner Frau – Kolbeck heiratete 1892 in Dresden Sophie Elisabeth geb. Cracau und ein Jahr später kam seine Tochter Ilse Maria in Freiberg zur Welt – eine schöne Villa im damaligen Freibergsdorf, heute Freiberg, Marienstraße 1 (4) (Abb. 3). Hier wurde seine zweite Tochter, Erika Ida, geboren; nach 1945 vielen Freibergern als Ärztin in der Poliklinik bekannt.

Die Ausbildung der Studenten im Fach Mineralogie führte Kolbeck im Sinne von Weisbach fort. Auch er legte großen Wert auf die Nutzung der Mineralsammlung als Anschauungsmaterial und Übungsgegenstand. Bereits im Jahre 1903 gab er das damals anerkannte Lehrwerk von Albin Weisbach „Tabellen zur Bestimmung der Mineralien nach äußeren Kennzeichen“ überarbeitet in der 6. Auflage heraus und modernisierte dieses Werk ständig bis zur 13. Auflage im Jahre 1923.



Abb. 3: Wohnhaus Kolbecks in der Marienstraße



Abb. 4: Dienstzimmer von Kolbeck mit Treppe zur Sammlung

Auch das Einteilungssystem von Weisbach übernahm er und ordnete neu entdeckte Minerale in die Sammlung entsprechend ein. Es verwundert nicht, dass er auch Weisbachs „Synopsis mineralogica“ nochmals als 5. Auflage 1906 herausgab. Mit großer Leidenschaft widmete er sich der Mineralsammlung. Die Sammlung war, als Kolbeck die Nachfolge von Weisbach antrat, in den Räumen des heutigen Hauptgebäudes – nach dessen Umbau 1897 stark verbessert – untergebracht. Sie war für die breite Öffentlichkeit nicht zugänglich. Für die studentischen Übungen stand eine spezielle Sammlung zur Verfügung.

Kolbeck war bemüht, die große Sammlung ständig zu erweitern. So schaffte er es, dank seiner guten Kontakte zum Oberbergamt, im Jahre 1912 die reichhaltige Revierversammlung zu übernehmen. Da wurde es dann doch etwas eng in den Räumen der Hauptsammlung, aber die Staatsregierung war gewillt, ein modernes Institut für das Geologische und Mineralogische Institut zu bauen (5). Die Initiative zu diesem Bau kam zwar von dem Professor für Geologie und Lagerstättenlehre Prof. R. Beck, aber Kolbeck hat sich ebenso von der Planung bis zur Fertigstellung dieses modernen Institutsbaus stark engagiert.



Ihm lag die Präsentation der Minerale am Herzen (viel Platz und Licht) und er benötigte größere Räume für die Lötrohrprobierkunde. Da sein Dienstzimmer im 1. Stock lag, wurde auf seinen Wunsch hin eine Holztreppe zum darüberliegenden mineralogischen Hauptsammlungssaal eingebaut (Abb. 4).

Nach Fertigstellung des neuen Institutsbaus kam mit dem Umzug und der Einrichtung der Sammlung im 2. Obergeschoss als Mineralogisches Museum eine riesige Aufgabe auf ihn zu. Nachdem er verblissen um die staubfreien Glasschränke der damals führenden Firma Kühnsherf gekämpft hatte, kam es anschließend darauf an, sie mit ästhetisch schönen Mineralen unter Berücksichtigung der Einteilungsprinzipien zu bestücken. Unterstützung für diese Arbeiten bekam er von seinem Assistenten Dr. P. Berberich.

Mit ihm zusammen gab er zur Eröffnung der Ausstellung einen Führer durch das Reich der Steine heraus: „Ein Führer dem Freunde der Minerale, eine Hilfe für unsere Studierenden beim Studium der Sammlung – das will vorliegende Schrift sein“ (6). Die Einweihung des neuen Instituts, heute Werner-Bau, fand am 29. Juli 1916 unter Anwesenheit des sächsischen Königs Friedrich August III. statt, der anlässlich der 150-Jahrfeier zur Bergakademie gekommen war. Kolbeck führte die Festversammlung durch das Mineralogische Museum und beeindruckte sie tief mit der Vorführung der Fluoreszenz (7). Er bestrahlte einige Minerale mit ultravioletterm Licht und regte sie so zu einem bunten Leuchten an. Dieser faszinierende Effekt ist auch heute noch, mehr als hundert Jahre später, in der Mineralausstellung *terra mineralia* im Schloss von Freiberg eine besondere Attraktion. Natürlich gibt es eine UV-Vitrine auch im Institut für Mineralogie im 1. Stock des Werner-Baus zu sehen.

Nach der Eröffnung des Mineralogischen Museums ging die Arbeit mit der Sammlung für Kolbeck weiter. Er stellte Teilsammlungen zusammen, wie die Sammlung technischer Minerale, Kennzeichensammlung, Pseudomorphosensammlung, veränderte die Übungssammlung und legte eine Prüfungssammlung an, die er in seinem Dienstzimmer unter Verschluss hielt. Ständig war er bemüht, den Bestand der mineralogischen Sammlung zu vergrößern. Das alles geschah neben seiner umfangreichen Lehrtätigkeit im Fach Mineralogie und dem Spezialgebiet der



Abb. 5: Bronzerelief in der Sammlung

Lötrohrprobierkunde. Alle Ingenieurstudenten legten in Freiberg eine Diplomprüfung im Fach Mineralogie ab. Zur Unterstützung genehmigte ihm die Landesregierung ab 1905 eine Assistentenstelle. Zu den Assistenten, die längere Zeit bei ihm beschäftigt waren, zählen: 1905-1907 Dr. Hubrecht, 1907-1910 Dr. Henglein, 1910-1917 Dr. Berberich und ab 1919 bis zu seiner Emeritierung Dr. Tetzner. Während seiner Tätigkeit an der Bergakademie wurde Kolbeck zwei Mal vom Kollegium der Professoren zum Rektor gewählt (1913-1915 und 1922-1923); er versuchte, die Geschicke der Bergakademie auch in diesen schwierigen Zeiten in rechte Bahnen zu lenken.

So wundert es nicht, dass in Anerkennung seiner Leistungen im Laufe des Arbeitslebens zahlreiche Ehrungen erfolgten: 1907 die Ernennung zum Oberbergat, 1916 Verleihung des Titels Geheimer Bergat und des Ritterkreuzes 1. Klasse, 1917 Auszeichnung mit dem Kriegsverdienstorden. Dazu verlieh ihm im Jahre 1922 die Technische Hochschule in Prag den Titel eines Dr. der technischen Wissenschaften e.h. Sicher wird sich Kolbeck auch gefreut haben, dass sein Schüler Felix Edelmann vorschlug, einem neu entdeckten Mineral den Namen Kolbeckit zu geben (9).

Als Kolbeck am 31. März 1928 offiziell emeritiert wurde, setzte er sich nicht zur Ruhe; auch sein Interesse an der Entwicklung der Bergakademie und der Mineralogie erlahmte nicht. Bis zum Jahr 1942 nahm er noch regelmäßig an den Sitzungen des Professorenkollegiums teil. Zum Sommersemester 1928 wurde als sein

Nachfolger Prof. Dr. Hermann Steinmetz, ein Mineraloge und Kristallograph von der Universität München, als ordentlicher Professor für Mineralogie und Lötrohrprobierkunde berufen, aber schon nach einem Semester verließ dieser wieder Freiberg und folgte einem Ruf an die Technische Hochschule in München. Bis zur erneuten Berufung am 1. Mai 1929 übernahm Kolbeck alle Lehrverpflichtungen. Berufen wurde nun Dr. Hellmut von Philipsborn, der den Lehrstuhl bis 1945 innehatte. Kolbeck unterstützte ihn noch einige Jahre durch die Übernahme der Lehrveranstaltung Lötrohrprobierkunde. Bis zum Jahr 1942 nahm er noch regelmäßig an den Sitzungen des Professorenkollegiums teil. Auch als er 1930 gebeten wurde, die große Mineralsammlung des Geheimrats Carl Bosch in Heidelberg zu ordnen und zu katalogisieren, hielt er im Mineralogischen Institut von Prof. Viktor Goldschmidt Kurse zur Lötrohrprobierkunde ab, die gut besucht waren (10).

Sein stetes Interesse an der Entwicklung des Mineralogischen Instituts und auch der Bergakademie bis kurz vor seinem Tod führten dazu, dass seine Jubiläen – das Goldene Doktorjubiläum 1933, sein 75. Geburtstag 1935 und sein 80. Geburtstag 1940 – immer mit ihm im großen Saal der Mineralogischen Sammlung, dem Mineralogischen Museum, gefeiert wurden. Dort wurde auch ein Bronzerelief von Kolbeck angebracht, dass an „den Schöpfer der Neuaufstellung erinnert, der zeit seines Lebens stille, einfache in sich gekehrte Mensch, Lehrer und Forscher geblieben war“ (11).

Das Bronzerelief schuf der Dresdener Bildhauer Prof. Heinrich Wedemeyer (1867-1941) (Abb. 5).

Am 6. Februar 1943, kurz nach dem 83. Geburtstag, verstarb Friedrich Kolbeck – eine Trauerfeier fand am 9. Februar in der Feierhalle des Donatsfriedhofs statt. Seine Urne wurde im engsten Familienkreis in Dresden auf dem Inneren Neustädter Friedhof beigesetzt. Ein Grabstein ist heute nicht mehr vorhanden. Nach Auskunft der Friedhofsverwaltung wurde das Familiengrab Kolbeck (Grabstätte Nr. 75) am 27. Dezember 1985 der Enkelin, Frau Jutta Bauer, zugeschrieben. Diese Enkelin hatte dem Wissenschaftlichen Altbestand der Universitätsbibliothek der Bergakademie Freiberg im Januar 1988 die wenigen „Nachlass-Splitter“ von Kolbeck übergeben (12). Nachrufe über Kolbeck erschienen in der Tagespresse (13), im Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und

Paläontologie (14) und in den Mineralogischen und Petrologischen Mitteilungen (11). Nach dem Kriege (1947) erinnerte das Mineralogische Magazin in London an Kolbeck (15). Es ist interessant und ergreifend zugleich, dass er selbst kurz vor seinem Tode einen kleinen Nachruf verfasste: „Er war keiner jener bahnbrechenden Geister, die in der Entwicklung der Wissenschaften mit neuen Ideen eingreifen und ihr für lange Zeit den Stempel ihres Geistes aufprägen; aber er war eine von den für die gedeihliche Fortentwicklung ebenso unentbehrlichen Naturen, die das Errungene sorgsam pflegen und ausbilden. In diesem Sinne hat er die Freiburger Tradition gepflegt und erhalten und zahlreiche Schüler mit dem Rüstzeug ausgestattet, das für ihre Tätigkeit in aller Welt notwendig war.“ (13)

Dieser selbstverfasste Nachruf verschweigt allerdings eine Lebensleistung von Kolbeck, die auch nach 100 Jahren noch wirkt: der Aufbau einer auch für die breite Öffentlichkeit interessanten und allgemein zugänglichen Mineralausstellung nach wissenschaftlichen und auch ästhetischen Gesichtspunkten geordnet – sein Mineralogisches Museum im heutigen Werner-Bau. Tausende Besucher lockte es nach der Eröffnung 1916 an, und durch die ständige Modernisierung ist es bis heute eine überaus sehenswerte Ausstellung geblieben. Im vergangenen Jahr

wurde die Mineralogische Sammlung der TU Bergakademie Freiberg von dem 37. Internationalen Geologischen Kongress der IUGS als einzige Mineralsammlung der Welt in die Gruppe der IUGS Geo-collection des Geoheritage gewählt. Diese Ausstellung ist zur Keimzelle geworden für eine Entwicklung, die ihren Höhepunkt mit den Mineralausstellungen „terra mineralia“ im Schloss Freudenstein 2008 und der Mineralogischen Sammlung Deutschland im Krügerhaus 2012 erreichte und Freiberg so zur international anerkannten, führenden Ausstellungsstätte für Minerale machte.

Für die Unterstützung bei der Recherche bedanke ich mich ganz herzlich bei der Leiterin des Universitätsarchivs, Frau Dr. Wulkow Moreira da Silva, beim Archiv der Stadt Freiberg, dem Altbestand der Universitätsbibliothek und bei Frau Dr. Kehr von den Geowissenschaftlichen Sammlungen.

#### Quellen:

- (1) Universitätsarchiv der TU Bergakademie Freiberg, Personalakte PK 14 Kolbeck
- (2) Friedrich Kolbeck: Plattner's Probierkunst mit dem Lötrohr, Leipzig 1927

- (3) Horst-Ullrich Textor: Das Corps Franconia Freiberg, Aachen 2005
- (4) Stadtarchiv Freiberg: Einwohnermeldebücher Band K1.50
- (5) Stadtarchiv Freiberg, Kammerkästchen KK 90.523
- (6) Dr. F. Kolbeck und Dr. P. Berberich: Das Mineralogische Museum der Königlichen Bergakademie Freiberg; Sonderdruck: Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1916
- (7) Stadtarchiv Freiberg: Freiburger Stadt-, Land- und Berg-Kalender 1917, Jahrgang 273; Artikel über die 150 Jahrfeier der Bergakademie
- (8) Universitätsarchiv der TUBAF, Personalakten von Assistenten
- (9) Edelmann, Felix: Kolbeckit, ein neues sächsisches Mineral im Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen, 1926, S. 73-74
- (10) Carl Schiffner: Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten Bd. 2, Verlag Mauckisch, Freiberg 1935, S. 284-286
- (11) Schreiter, R.: Friedrich Kolbeck in Mineralogische und Petrologische Mitteilungen Bd. 55, 1943, Heft 4-5, S. 271-273
- (12) Peter Schmidt: Erinnerungen an den 50. Todestag des Mineralogen Friedrich Ludwig
- (13) Wilhelm Kolbeck (1860-1943) im Nachrichtenblatt zur Geschichte der Geowissenschaften 3, 1993, S.116-119
- (14) Stadtarchiv Freiberg: Freiburger Anzeiger und Tagesblatt vom 9. Februar 1943, Friedrich Kolbeck
- (15) S. von Gliszczynski: Friedrich Kolbeck im Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Monatshefte Abteilung A, Stuttgart 1943, S. 56-63
- (16) Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society of Great Britain, London 1947, Bd. 28, S. 203-204

## Ernst Rietschel

### Zum Schöpfer der Freiburger Denkmalbüste Abraham Gottlob Werners

Peter Hauschild

1775 – vor 250 Jahren – war Abraham Gottlob Werner als Inspektor und als Lehrer für Mineralogie an die Bergakademie in Freiberg bestellt worden. Aufgrund seines herausragenden Rufes zog er Studenten aus ganz Europa an. Zu seinen bekanntesten Schülern zählen unter anderem Alexander von Humboldt, Franz von Baader, Leopold von Buch, Friederich Mohs oder der Paläobotaniker Ernst Friedrich von Schlotheim. Zudem stand Werner mit anderen berühmten Zeitgenossen in Kontakt, unter anderem mit Johann Wolfgang von Goethe, den er mehrmals in Weimar traf. Werner hielt erstmals Vorträge über Geognosie als die Wissenschaft von der physischen und mineralogischen Beschaffenheit der Erde insgesamt. Durch Werner entwickelte sich die Mineralogie

zu einem von der Bergbaukunde getrennten Fachgebiet. Er führte zudem eine erste Mineraliensystematik ein. Diese umfasste dabei neben Mineralien nach heutiger Definition auch Erden, Gesteinsarten und dem Mineralreich zugeordnete organische Naturprodukte. Einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Geologie als Wissenschaft spielte seine Rolle im Streit der Neptunisten und Plutonisten über den Ursprung der Bildung von Gesteinen und Mineralien. Als überzeugter Neptunist geriet er später in Konflikt mit ehemaligen Schülern wie Johann Carl Wilhelm Voigt und Leopold von Buch. Werner verstarb am 30. Juni 1817 bei einem Aufenthalt in Dresden. Er wurde wenige Tage später unter großer öffentlicher Anteilnahme nach Freiberg überführt und

auf dem Grünen Friedhof des Freiburger Doms St. Marien beigesetzt. Werner war zeitlebens unverheiratet und blieb ohne Nachkommen.<sup>1</sup>

Auf Grund seiner Bedeutung für die Bergakademie und des prägenden Einflusses für die Wissenschaft seiner Zeit ist es wenig verwunderlich, dass entschieden wurde, Abraham Gottlob Werner in der Stadt seines Wirkens ein würdiges Denkmal zu setzen. Im Jahr 1851 wurde dieses

1 Zur Biografie Werners vgl. u. a. Wagenbreth, Otfried; Pohl, Norman; Kaden, Herbert; Volkmer, Roland: Die Technische Universität Bergakademie Freiberg und ihre Geschichte. Freiberg 2008, S. 131-132 und Schleiff, Hartmut; Volkmer, Roland; Kaden, Herbert: Catalogus Professorum Friburgensis. Freiberg 2015, S. 26.





**Abb. 1:** Die Büste von Abraham Gottlob Werner – gestaltet 1850 von Ernst Rietschel und auf einem Sockel nach dem Entwurf von Eduard Heuchler.

schließlich in den Promenaden unweit des Schlosses am ehemaligen Kreuztor errichtet und zum 34. Todestag Werners enthüllt. Das Denkmal besteht aus einer bereits 1850 von Ernst Rietschel geschaffenen Büste, die einen von Johann Eduard Heuchler gestalteten und vom Dresdner Bildhauer Julius Moritz Seelig gefertigten Sockel schmückt.<sup>2</sup> Heuchler ist sowohl als Professor der Freiburger Bergakademie als auch für sein künstlerisches Wirken in

2 Als Stifter der bronzenen Büste trat Graf Detlef von Einsiedel auf, in dessen Eisenwerk Lauchhammer auch der Guss erfolgte. Die ursprüngliche Idee war, diese Büste zum 100. Geburtstag Werners zu stiften, unter der fälschlichen Annahme, dieser sei im Jahr 1750 geboren und nicht wie in Wirklichkeit bereits 1749. Dies findet sich so auch auf der Büste selbst wieder, wo das falsche Jahr ablesbar ist. Eine Plakette auf der Rückseite des Sockels gibt dagegen das korrekte Geburtsjahr an. Der von Julius Moritz Seelig (1809-1887) entworfene Sandsteinsockel verwitterte in den nachfolgenden Jahrzehnten so stark, dass 1967 als Ersatz eine Kopie gefertigt wurde. Diese Sockelkopie unterzog man wiederum 1999 einer aufwendigen Sanierung, vgl. Lorenz, Ines: Denkmale in Freiberg. In: Hoffman, Yves; Richter, Uwe (Hrsg.): Denkmale in Sachsen. Stadt Freiberg. Beiträge Band II, Freiberg 2003, S. 510. Auch Lorenz, Ines: Werner-Denkmal. In: Rektor der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Hrsg.): Wissenschaft vor Ort. Bilder zu Geschichte und Gegenwart der TU Bergakademie Freiberg. Freiberg 2005, S. 56. Bei der Abbildung des Denkmals auf S. 57 wird in der zugehörigen Bildbeschriftung fälschlicherweise Julius Moritz Seelig als Erschaffer der Werner-Büste benannt.

seiner Geburtsstadt Freiberg gut bekannt. Doch wer war Ernst Rietschel, der vor 175 Jahren Werners Büste schuf?<sup>3</sup>

Ernst Friedrich August Rietschel wurde am 15. Dezember 1804 als drittes Kind des Beutlers Friedrich Ehregott Rietschel und dessen Frau Caroline im sächsischen Pulsnitz geboren.<sup>4</sup> Er begann bereits 1820 ein Studium an der Königlichen Sächsischen Kunstakademie zu Dresden, nachdem er zuvor schon ersten Zeichenunterricht erhalten und eine Kaufmannslehre abgebrochen hatte. In den folgenden Jahren gelangen ihm erste kleinere Erfolge und er erfuhr Anerkennung für seine Zeichnungen. Ab 1823 lernte er im Atelier bei Franz Pettrich, wo er als junger Künstler Aufmerksamkeit erregte.<sup>5</sup> So entstand im Auftrag der Gräflin Einsiedelschen Eisenwerke Lauchhammer mit der Figur des Meeresgottes Neptun für den Marktbrunnen in Nordhausen seine erste eigenständige Arbeit. 1826 vermittelte der Graf von Einsiedel Rietschel die Möglichkeit, nach Berlin ins Atelier des bekannten Bildhauers Christian Daniel Rauch zu wechseln.<sup>6</sup> Er erhielt 1827 ein Romstipendium für einen Studienaufenthalt in Italien, den er aber zunächst aufschob, um an verschiedenen Projekten von Rauch mitzuarbeiten. So nahm er als Vertreter von dessen Werkstatt im Jahr 1828 an der Grundsteinlegung für das Dürer-Standbild in Nürnberg teil. Auf

3 Vgl. zu Rietschels Biografie u. a. Stephan, Bärbel, „Rietschel, Ernst“. In: Neue Deutsche Biographie 21 (2003), S. 613-614 [Online-Version]; URL: <https://www.deutsche-biographie.de/pnd11874528X.html#ndbcontent>.

4 Noch heute gibt es aus Pulsnitz, die für ihre Pfefferkuchen berühmte Stadt, einen sogenannten Rietschelkuchen. Dieser wird von der Firma Pulsnitzer Pfefferkücherei E. C. Groschky in der Rietschelstr. 15 hergestellt. Die Namensgebung des Backwerks ist dem Umstand geschuldet, dass 1825 Ernst Rietschels Schwager E. C. Groschky hier seine Pfefferkücherei einrichtete. Neben der Delikatesse erinnert zudem ein Rietschel zeigendes Bronzestandbild auf dem Pulsnitzer Marktplatz an den berühmten Sohn der Stadt.

5 Franz Seraph Johann Nepomuk Pettrich (1770-1844) war ein deutscher Bildhauer, der bis heute insbesondere für seine aufwendig gestalteten Grabmäler, wie zum Beispiel für den in Dresden wirkenden Maler Giovanni Battista Casanova, bekannt ist.

6 Der Bildhauer Christian Daniel Rauch (1777-1857) war einer der bedeutendsten Vertreter des deutschen Klassizismus und Begründer der Berliner Bildhauerschule. Zu seinen bekanntesten Werken zählen unter anderem das Reiterdenkmal Friedrich des Großen in Berlin und das Denkmal für Albrecht Dürer in Nürnberg.



**Abb. 2:** Eine von Johannes Schilling geschaffene Büste zu Ehren Ernst Rietschels steht heute auf der Brühlschen Terrasse in Dresden am Ort des ehemaligen Brühlschen Gartenpavillons. Unweit davon befindet sich eine weitere seiner Wirkungsstätten: die Dresdner Akademie der Künste.

seiner Rückreise nach Berlin besuchte er Goethe in Weimar, ein weiterer Besuch bei diesem folgte 1829 gemeinsam mit Rauch. Im August 1830 trat Rietschel schließlich seine Reise nach Italien an. Im Jahr 1832 erhielt er die Professur für Bildhauerei an der Dresdner Kunstakademie. Im gleichen Jahr heiratete er Albertine Trautscholdt und ein Jahr später wurde seine erste Tochter Adelheid geboren. Seine zweite Tochter Johanna starb bereits im April 1835 und kurz darauf im Juli seine Frau. Trotz dieser persönlichen Krisen hielt sein schöpferisches Schaffen an. Im Jahr 1833 bezog er sein neues Atelier im Brühlschen Gartenpavillon.<sup>7</sup> In Zusammenarbeit mit bedeutenden Architekten seiner Zeit, wie zum Beispiel Gottfried Semper, war er für den bauplastischen Schmuck vieler Gebäude, vor allem in Dresden, verantwortlich. Anfang 1836 wurde er zum ordentlichen Mitglied der Berliner Akademie der Künste ernannt, nur Wochen später zum Ehrenmitglied der Kunstakademie in Wien. Im November 1836 heiratete er seine zweite

7 Der um 1740 errichtete Brühlsche Gartenpavillon war Teil des für den Grafen von Brühl geschaffenen Brühlschen Palais in Dresden. Rietschel nutzte das Gebäude von 1833 bis 1854. Dieses wurde Anfang der 1860er Jahre geschliffen. Nahe der ehemaligen Stelle des Gartenpavillons befindet sich heute das 1876 eingeweihte Rietscheldenkmal mit einer von Johannes Schilling geschaffenen Büste des Künstlers.



**Abb. 3:** Rietschels König-Friedrich-August-Denkmal, ursprünglich 1843 im Zwinger aufgestellt, ist heute in Dresden auf dem Schlossplatz vor dem Ständehaus zu finden.

Frau Charlotte Carus, eine Tochter des bekannten Dresdner Arztes und Künstlers Carl Gustav Carus, die ihm am 28. August 1837 den Sohn Wolfgang gebär. Bereits im Mai 1838 musste er einen weiteren Schicksalsschlag hinnehmen, als auch seine zweite Frau starb. In den folgenden Jahren erhielt er viele wichtige Aufträge, an denen er zum Teil jahrelang arbeitete. Am 2. Mai 1841 heiratete er seine dritte Frau Marie Hand, das sechste Kind des Jenaer Professors Ferdinand Gotthelf Hand. Am 10. Mai des darauffolgenden Jahres wurde sein zweiter Sohn Christian Georg geboren, dem 1845 die Tochter Margarethe Charlotte folgte. Sie verstarb allerdings bereits im ersten Lebensjahr. Maria Hand starb nach sechsjähriger Ehe am 18. Juli 1847, wenige Monate nach der Geburt des Sohnes Hermann Immanuel.

Am 30. April 1851 heiratete Ernst Rietschel ein letztes Mal. Seine vierte Frau Frederike Oppermann brachte am 4. Juli 1853 die gemeinsame Tochter Gertrud Charlotte Marie zur Welt. Von Ende 1851 bis Anfang 1852 reiste Rietschel zusammen mit seinem Schwager Andreas Oppermann nach Italien und Sizilien, um dort sein seit längerer Zeit bestehendes Lungenleiden zu kurieren. 1855 beteiligte er sich an der Pariser Kunstausstellung mit einer Lessing-Statue. Im gleichen Jahr wurde er mit der Großen Ehrenmedaille ausgezeichnet und zum Ritter der Französischen Ehrenlegion ernannt. Im Jahr 1856 ernannte ihn die Stockholmer Akademie zum Ehrenmitglied. 1857 besuchte er noch einmal seinen alten Meister Christian Daniel Rauch in Berlin. Zu dieser Zeit erhielt Rietschel weitere Ehrenmitgliedschaften in vielen Akademien und Instituten wie denen von Paris, Brüssel, Kopenhagen, Rom und Antwerpen. Zudem nahm ihn am 31. Mai 1858 der preußische Orden „Pour le Merite für Wissenschaft und Künste“ auf. Am 21. Februar 1861 erlag Rietschel seiner langjährigen Lungenkrankheit. Drei Tage nach seinem Tod wurde er auf dem Dresdner Trinitatisfriedhof beigesetzt, wo sein Grab bis heute zu finden ist.

Ein Großteil des umfangreichen Nachlasses Ernst Rietschels wurde nach dessen Tod zwischen 1869 und 1889 im Palais des Großen Gartens in Dresden, im sogenannten Rietschel-Museum, präsentiert. Danach wechselte der Bestand in den Besitz der Dresdner Skulpturensammlung im Albertinum an der Brühlschen Terrasse, wo er sich immer noch befindet und zum Teil ausgestellt wird. Rietschels bekannteste Arbeiten sind bis heute sicherlich das Goethe- und Schiller-Denkmal vor dem Deutschen Nationaltheater in Weimar und das Lutherdenkmal in Worms. Aber auch wichtige sächsische Persönlichkeiten



**Abb. 4:** Das Denkmal für den Komponisten Carl Maria von Weber befindet sich nahe der Semperoper in Dresden.

verewigte er als Skulptur. Zu diesen gehört das König-Friedrich-August-Denkmal in Dresden auf dem Schlossplatz am Ständehaus.<sup>8</sup> Dem Komponisten Carl Maria von Weber setzte er ebenfalls ein Denkmal in Dresden, das am Zwinger unweit der Semperoper steht.<sup>9</sup> Somit reiht sich das denkmalgeschützte Freiburger Kunstwerk mit der Büste Abraham Gottlob Werners hervorragend in das Oeuvre eines der großen deutschen Bildhauer des Spätklassizismus im 19. Jahrhundert ein.

<sup>8</sup> In die Lebenszeit von Kurfürst Friedrich August III. (1750-1827), ab 1806 dann als erster sächsischer König Friedrich August I., fällt auch die Gründungsphase der Freiburger Bergakademie.

<sup>9</sup> Carl Maria von Weber (1786-1826) erlangte Berühmtheit für Freiberg, da dessen Oper „Das Waldmädchen“ im Jahr 1800 seine Uraufführung im dortigen Stadttheater feierte.

„... die Welt, die ein jeder in sich trägt, ist das Wertvollste, es liegt in unserer Hand, sie groß, schön und reich auszugestalten ...“

(Werner Beck 1907-1994, Prof. für Strömungslehre, Turbo- Arbeits- und Kraftmaschinen)

Angela Kugler-Kießling

Wer in den alten Nachlässen der Universitätsbibliothek (UB) stöbert, findet so manche spannende Geschichte.

Als um 2005 die Nachlässe der UB im Rahmen eines DFG-Projektes erfasst wurden, gehörte dazu auch der Nachlass von

Prof. Werner Beck, des Mannes, ohne den die IJuschin II-18 wahrscheinlich nie abgehoben wäre. Seine und die Biografie seiner Familie sind faszinierende Zeitdokumente. Geboren in Paramaibo/Suriname, wuchs er in einem Elternhaus auf, das von der Idee

der Herrnhuter Brüdergemeine geprägt war. Als die Eltern 1914 von Herrnhut nach Surinam zurückkehren, bleibt der Siebenjährige in der Gemeinde. Er besucht die Schulen in Herrnhut und Bautzen, studiert in Dresden Maschinenbau und wird



schließlich 1932 Assistent bei Prof. Otto Fritzsche am Lehrstuhl für Maschinenkunde der Bergakademie Freiberg. 1935 wechselt er von Freiberg zu den Junkerwerken nach Dessau und ist ab 1937 als selbständiger Konstrukteur für Flugzeugantriebe tätig. Es folgen Promotion und Familiengründung und dann kommt der Bruch in der bis dahin geradlinigen Biografie.

Werner Beck wird mitsamt seiner Familie (Frau und zwei kleine Kinder, geb. 1943 und 1946) Mitte Oktober 1946 morgens um 5:00 Uhr ohne Vorwarnung von Dessau nach Tuschino/Russland abtransportiert. Was die Familie dann von 1946-1954 erlebte, schrieben die Eheleute Adelheid und Werner in zwei getrennten Tagebüchern auf – eine höchst spannende Lektüre, die einen faszinierenden Einblick in eine Zeit des ungewollten Aufenthalts in Russland bietet. Persönlich angelegt sind es zwei völlig unterschiedliche und sehr denkwürdige Dokumente der Zeitgeschichte. Während Frau Beck mit den beiden Kindern bereits 1953 nach Deutschland und dann auch Freiberg zurückkehren darf, muss Werner Beck noch ein Jahr des Vergessens in Sawjowo nördlich von Moskau verbringen. Als er Ende Juni 1954 gemeinsam mit 200 Spezialisten endlich

in Pirna ankommt, holt ihn seine Frau mit den Kindern nach frisch bestandener Fahrprüfung im eigenen Auto ab. Beck erhält sofort eine Anstellung als Dozent an der Bergakademie. Von 1958-1972 hatte er dann die Professur für Strömungslehre, Turbo-Arbeits- und Kraftmaschinen inne. Prof. Beck reist mehrfach auch nach Suriname und übernimmt dort tatsächlich 1982/83 noch einen Lehrauftrag an der Technischen Fakultät der Universität, kehrt aber wegen der politischen Unruhen wenige Monate später nach Freiberg zurück, wo er bis kurz vor seinem Tod am 24. Oktober 1994 noch Vorlesungen hält. 2007, anlässlich des 100. Geburtstags von Beck präsentierte die UB in einer Ausstellung einen Teil des Nachlasses. Bei dieser Gelegenheit fanden wir auch den Hinweis auf die folgende Anekdote, die uns sein Sohn Prof. Arnold Beck genauer erzählt hat ...

„In der Familie Beck wurden in den 1960er Jahren alle Kirschkerne sorglich gesammelt, hinlänglich gereinigt und getrocknet, wie man es heute vielleicht für ein Kirschkernkissen macht. Aber der Verwendungszweck galt eher der ingenieurtechnischen Verwertung in Forschung und Lehre. Genauer gesagt, wurden die Kirschkerne durch eine Rohr-

leitung geblasen. Es ging um das Verhalten von grobkörnigem Schüttgut bei pneumatischem Transport. Das Verhalten der Kirschkerne bei diesem Prozess in Abhängigkeit des Luftstromes und wahrscheinlich auch der geometrischen Daten der Röhre wurde dabei sorgsam dokumentiert und anschließend ausgewertet. Dokumente zu diesen Versuchen liegen leider nicht mehr vor, aber Betrachtungen zu ähnlicher Thematik, dem pneumatischen/hydraulischen Schüttguttransport, existieren noch (z. B. Bericht über Versuche zur pneumatischen Rußförderung an der Modellanlage von 12/1963). Bei einem der Versuche mit Ruß platzte wohl mal irgendetwas und alle waren kohlrabenschwarz.

Die Angelegenheit des Kirschkernesammelns entschärfte sich für uns schlagartig, als mein Bruder, der damals in Dresden studierte, ein oder zwei Marmeladeneimer voller Kirschkerne meinem Vater zum Geburtstag schenkte. Er hatte sie in der Marmeladenfabrik „Lockwitzgrund“ in Dresden erworben.

(Streng genommen handelt es sich um Kirschsteine, da Kirschen dem Steinobst zugehören, aber von Kirschsteinen war nie die Rede.)“ (Zitat Arnold Beck, 2007)

## Chronik 2026

### 1726 – 300 Jahre

- Christian Ehrenfried Seyffert, Pfarrer in Liebertwolkwitz, schlägt dem Kurfürsten vor, in Bräunsdorf bei Freiberg eine „Schola metallica“ zu gründen.

### 1751 – 275 Jahre

- (unbekannt) Andreas Heinrich Klotzsch geboren, Student 1768, 1777/1802 Lehrer der Probierkunst, Oberschiedswarden in Freiberg

### 1776 – 250 Jahre

- (18.08.) Siegmund August Wolfgang von Herder geboren, Student 1797/99, 1819/21 Vizeberghauptmann, 1821/26 Berghauptmann, 1826/38 Oberberghauptmann in Freiberg, Straße in Freiberg nach ihm benannt
- (26.12.) Christian Friedrich Brendel geboren, Student 1797/1801, Kunstmeister und Maschinendirektor des sächsischen Bergbaus

### 1801 – 225 Jahre

- (08.02.) Johann Friedrich Lempe gestorben, Student 1773/77, 1783/1801 Professor für Mathematik, Physik, Mechanik, theoretische Markscheidekunst und Bergmaschinenlehre
- (25.03.) Georg Philipp Friedrich von Hardenberg (Novalis) gestorben, Student 1797/99, romantischer Dichter, Bergbeamter in Thüringen
- (21.04.) Carl Wilhelm Benno von Heynitz gestorben, 1785/1801 Berghauptmann (Leitung des Oberbergamts in Freiberg, ohne den Titel Oberberghauptmann zu führen)
- (31.12.) Eduard Heuchler geboren, Student 1820/22, 1829/73 Zeichenlehrer (1844 Titel Professor), hält Vorlesungen und Übungen in Freihandzeichnen, Situationszeichnen, geometrischem Zeichnen und Maschinenzeichnen, 1865 Professor für Zeichen- und Zivilbaukunst

### 1826 – 200 Jahre

- (27.03.) Adolph Faber du Faur geboren, Student 1846, Hütteningenieur in Newark, New Jersey/USA, Konstrukteur eines Kippofens in der Zink- und Gold-Silber-Metallurgie
- (29.07.) Wolfgang Moritz Vogelgesang geboren, Student 1843/47, Bergbeamter in Baden, bedeutender Erzlagerstättenkundler, Professor und Direktor Realgymnasium in Mannheim

### 1851 – 175 Jahre

- Einführung eines Vorpraktikums für Bewerber zum Studium der Hüttenkunde
- Anlegung eines Karzerbuchs
- Geologie-Professor Bernhard von Cotta beginnt, regelmäßig Vorlesungen über Erzlagerstättenlehre zu halten
- (26.05.) Hans Caspar Hirzel gestorben, Student 1811/12, Eisenwerksbesitzer in der Schweiz, Lehrer der Mineralogie am Technischen Institut Zürich

### 1876 – 150 Jahre

- (28.03.) Carl Müller geboren, 1924 Ehrensensator, Direktor der Deutschen Petroleum A. G. und Rütgers-Werke A. G., Berlin
- (11.04.) Wilhelm Pfanhauser geboren, 1929 Ehrendoktor, Mitinhaber und Leiter der Langbein-Pfanhauser-Werke A. G. in Leipzig
- (14.05.) Fritz Seidenschnur geboren, 1921/34 Professor für Wärmewirtschaft und Leiter der Chemischen Abteilung des Braunkohlen-Forschungsinstituts
- (19.05.) Karl Kegel geboren, 1918/50 Professor für Bergbaukunde, Bergwirtschaftslehre und Brikettieren, Direktor der bergtechnischen Abteilung des Braunkohlen-Forschungsinstituts, 1956 Ehrensensator, Straße in Freiberg und Gebäude der Bergakademie nach ihm benannt

- (26.06.) Julius Ambrosius Hülbe gestorben, Student 1830/34, 1840/50 Professor für Mathematik und mechanische Technologie und Direktor der Gewerbe- und Baugewerkschule Chemnitz (Vorläufer der TU Chemnitz), ab 1850 Professor für mechanische Technologie und Volkswirtschaftslehre sowie Direktor der Technischen Bildungsanstalt Dresden (Vorläufer der TU Dresden)
- (28.09.) Heinrich Credner gestorben, Student 1838/41, Bergmeister in Gotha, Oberbergrat in Hannover, Geheimer Bergrat in Halle, Geologe in Thüringen und Hannover
- (18.10.) Georg Hartmann geboren, Student 1898/99, 1921 Ehrendoktor, Direktor der Ilseder Hütte
- (02.11.) Engelbert Leber geboren, Student 1898/1902, 1917/20 hält u. a. Vorlesungen über ausgewählte Bereiche der Gießereikunde und ab 1919 die ersten eigenständigen gießereikundlichen Vorlesungen
- (10.11.) Oskar Kösters geboren, Ehrendoktor 1927, Generaldirektor der Bayerischen Braunkohlen-Industrie AG
- (18.12.) Edmund Gräfe geboren, 1924 Ehrendoktor, Fachmann der Braunkohlenveredlung, u. a. Vorstandsmitglied der Fa. Deutsche Öl- und Asphalt AG; Vertreter des sächsischen Staates in der Braunkohlenstiftung, Dresden

#### 1901 – 125 Jahre

- Habilitation als „Privatdozent“ erstmals im Statut der Bergakademie verankert; mit der Reichshabilitationsordnung vom 13.12.1934 erst ein akademischer Grad
- (18.01.) Walter Ehrenreich Tröger geboren, Student 1921/25, Professor für Mineralogie an der TH Darmstadt und an der Universität Freiburg/Br.
- (19.01.) Kurt Hofmann geboren, 1959/67 Professor für Allgemeine Energiewirtschaft (Lehrauftrag)
- (30.01.) Otto Fleischer geboren, 1950/52 Professor für Kohlenbergbau und Bergwirtschaftslehre, Institutsdirektor, 1953 (Verhaftung Ende 1952) politisch motivierter Prozess gegen ihn mit langjähriger Haftstrafe, 1991 posthume Rehabilitierung
- (06.02.) Robert Höltje geboren, 1934/45 Professor für Anorganische Chemie, 1937/39 Rektor
- (26.02.) Albin Weisbach gestorben, Student 1850/54, liest 1860/67 Physik (ab 1863 Professor), 1866/1900 Professor für Mineralogie
- (09.03.) Fritz Regler geboren, 1941/47 Dozent, ab 1942 außerplanmäßiger Professor für angewandte Physik, ab 1945 o. Professor für Physik und Direktor des Physikalischen Instituts; 1947 aufgrund der Nachkriegsverhältnisse zurück nach Wien gegangen, 1945/46 Rektor
- (28.04.) Hans Matschak geboren, Student 1919/25, 1956/66 Professor für Bergmännische Wasserwirtschaft und Bodenmechanik
- (09.07.) Erich Rammler geboren, Student 1920/25, 1949/66 Professor für Wärmewirtschaft, Brennstofftechnik und Brikettierung, 1959/63 nebenamtlich Direktor des Deutschen Brennstoffinstituts Freiberg, 1971 Ehrensensator, Gebäude der Bergakademie nach ihm benannt
- (14.07.) Karl Kaiser geboren, 1968 Ehrendoktor, Direktor für Forschung und Entwicklung im VEB Vereinigte NE-Metall-Halbzeugwerke Hettstedt
- (09.09.) Hans Froberg geboren, Student 1920/25 und 1931/32 (Promotion), Montangeologe und Bergingenieur in Kanada, 1966 Präsident der Mineralogischen Gesellschaft von Kanada
- (10.12.) August Götte geboren, 1965 Ehrendoktor, Professor und Direktor des Instituts für Aufbereitung, Kokerei und Brikettierung, Rheinisch-Westfälische TH Aachen

#### 1926 – 100 Jahre

- (05.01.) Walther Leisler Kiep geboren, 1994 Ehrensensator, 1997 Ehrendoktor, Vorsitzender des Atlantik-Brücke e. V., Bonn
- (10.03.) Shambyn Batmunch geboren, 1988 Ehrendoktor, u. a. Vorsitzender des Präsidiums des Großen Volkshurals (Parlament) der Mongolischen Volksrepublik
- (09.04.) Rogier Diederick Marius Verbeek gestorben, Student 1865/66, 1922 Ehrendoktor, Bergingenieur und Geologe, ab 1885 Hauptingenieur des Bergwesens von Niederländisch-Indien
- (24.04.) Gerhard Wunsch geboren, 1964/80 Professor für Thermische Verfahrenstechnik und Apparatewesen, ab 1969 für Thermische Verfahrenstechnik
- (07.05.) Alfred Ludwig Dittmarsch gestorben, Student 1854/58, Bergingenieur in Frankreich, Colorado/USA und Norwegen, Direktor der Zwickauer Bergschule
- (26.06.) Emil M. Sedlacek gestorben, Student 1863/67, Direktor der Berg- und Hüttenverwaltung Eisenerz/Steiermark

- (31.07.) Louis Fadé gestorben, Student 1882/84, 1921 Ehrendoktor, Direktor der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt Frankfurt a. M. (Degussa)
- (02.08.) Horst Bachmann geboren, Student 1949/54, 1966/90 Professor für Organisation und Planung der geologischen Erkundung, ab 1969 Professor für Sozialistische Betriebswirtschaft (Prognose, Planung und Marktforschung) und ab 1984 für Ökonomie mineralischer Rohstoffe
- (30.09.) Eckard Macherauch geboren, 1998 Ehrendoktor, em. Professor für Werkstoffkunde an der Universität Karlsruhe, Mitglied des Kuratoriums der TU Bergakademie Freiberg

#### 1951 – 75 Jahre

- Abschluss der seit 1949 von Erich Rammler und Georg Bilkenroth durchgeführten Arbeiten zur Erzeugung von Braunkohlen-Hochtemperatur-Koks
- Marxismus-Leninismus wird Pflichtfach für alle Studenten in der DDR; Gründung Institut für Gesellschaftswissenschaften an der Bergakademie mit den Abteilungen „Grundlagen des Marxismus-Leninismus“ sowie „Grundlagen der Politischen Ökonomie“
- Russischunterricht wird für alle Studenten in der DDR obligatorisch; Bildung eines Lektorats für Russisch an der Bergakademie
- Sportunterricht wird für alle Studenten obligatorisch; „Referat für Körpererziehung“ an der Bergakademie gebildet
- (05.09.) Konrad Piatscheck gestorben, Student 1891/95, 1921 Ehrendoktor, 1924 Ehrensensator, Generaldirektor der Anhaltinischen Kohlewerke Halle
- (05.10.) Hans Müller gestorben, 1935/46 Professor für Markscheidewesen und Bergschadenkunde, Institutsdirektor

#### 1976 – 50 Jahre

- (17.07.) Hans-Georg Neumann gestorben, Student 1952/57, 1968/76 Dozent für Bohrlochhydraulik und dynamische Prozesse beim Tiefbohren
- (25.08.) Fritz Regler gestorben, siehe 1901 (125. Geburtstag)
- (01.09.) Einrichtung einer Ingenieurschule an der Bergakademie, besteht bis 1993; Ausbildung von ca. 1000 Studenten; Abschlüsse der Ingenieurschule: Erkundungsgeologie (Geologieingenieur) und Tiefbohrtechnologie (Tiefbohringenieur)

#### 2001 – 25 Jahre

- Verleihung des Titels Ehrenbürger der TU Bergakademie Freiberg ab 2001
- fakultätsübergreifender Diplom-Studiengang Archäometrie/Industrie-archäologie eingeführt: Abschlüsse als Diplom-Archäologe und Diplom-Industriearchäologe
- Neuer Studiengang Geoinformatik: Abschluss Diplom-Geoinformatiker
- Rekonstruktion Tagungszentrum Alte Mensa, Petersstraße
- Auslandspartnerschaft mit der State University of New York at Stony Brook, New York
- (25.02.) Pavle Pavlovic gestorben, Student 1941/45, 1979 Ehrendoktor, Professor und Direktor des Metallurgischen Instituts Sisak
- (01.03.) Georg Gruson gestorben, 1953/69 Professor für Gaserzeugung und Institutsdirektor
- (21.06.) Peter Beuge gestorben, Student 1957/62, 1992/2001 Professor für Geochemie
- (23.10.) Tilo Döring gestorben, Student 1952/57, 1971/91 Dozent für Theoretische Geomechanik, ab 1980 Professor für Fels- und Gebirgsmechanik
- (05.11.) Gottfried Porstendorfer gestorben, Student 1951/54, 1966/90 Professor für Angewandte Geophysik
- (27.12.) Bernhard Kahn gestorben, Student 1947/52, Abt.-Leiter Produktion und Technik, VVB Braunkohle Halle, Direktor des Deutschen Brennstoffinstituts Freiberg, Direktor des Instituts für Energetik, Leipzig

■ Roland Volkmer





# PERSONALIA



# Jutta Emes – neue Rektorin der TU Bergakademie Freiberg

Mit der Bestellung durch den sächsischen Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow und der Überreichung der Urkunde durch Staatssekretärin Professorin Heike Graßmann wurde Professorin Jutta Emes am 21. Juli 2025 zur neuen Rektorin der TU Bergakademie Freiberg ernannt. Sie trat die Nachfolge von Professor Klaus-Dieter Barbknecht an, der die Universität zehn Jahre lang führte. Die Amtszeit beträgt 5 Jahre.

Gewählt wurde Professorin Jutta Emes am 6. Februar 2025 vom Erweiterten Senat. Dieser besteht aus den stimmberechtigten Mitgliedern des Senats sowie den in den Erweiterten Senat gewählten Vertreterinnen und Vertretern der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer, der akademischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, der Studentinnen und Studenten und der Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Verwaltung und Technik. Die Wahl erfolgte geheim.

Prof. Dr. Jutta Emes hatte zwischen 2011 und 2025 die Professur für Marketing & Medien an der Bauhaus-Universität Weimar inne. Von Februar 2022 bis Februar 2023 war sie vorläufige Leiterin der Bauhaus-Universität; zuvor, zwischen 2014 und 2022, Prorektorin für Studium und Lehre, Vizepräsidentin für Internationalisierung und Digitalisierung und



Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow überreicht Professorin Jutta Emes die Bestellsurkunde (im Hintergrund v. l. n. r.: P. Weckbrod, Prof. Benndorf, Prof. Höck).

schließlich Vizepräsidentin für Internationales, Diversität und Transfer.

„Es ist mir eine große Ehre und Freude, neue Rektorin der TU Bergakademie Freiberg zu sein und als erste Frau – in 260 Jahren – an der Spitze dieser wunderbaren Universität zu stehen“, sagte Professorin Jutta Emes. „Die Tradition trifft an der TUBAF aber auch auf das Moderne. Ein Punkt, an dem ich ansetzen möchte, ist es, einen Hub für Künstliche Intelligenz fakultätsübergreifend voranzubringen.“ Als einen weiteren Schwerpunkt ihrer Arbeit nannte Jutta

Emes die Stärkung Europas: „Die TUBAF ist eine internationale Universität und sie hat das große Glück, Mitglied in einer von der EU geförderten Europäischen Universitätsallianz zu sein. Das ist eine Riesenchance. Wer in Freiberg studiert, forscht oder arbeitet, der hat die Möglichkeit, dies auch an acht Partneruniversitäten zu tun.“

Die Amtseinführung der neuen Rektorin mit geladenen Gästen erfolgte am 16. Oktober mit der feierlichen Investitur und der Übergabe der Amtskette.

## Neue Prorektoren gewählt



Die neu gewählten Mitglieder des Rektorats der TU Bergakademie Freiberg, v. l. n. r.: Prof. Karina Sopp, Prof. Jutta Emes, Prof. Martin Bertau, Prof. Swanhild Bernstein.

Der Senat der TU Bergakademie Freiberg hat am 7. Oktober 2025 drei neue Prorektoren gewählt. Dem neuen Leitungsteam um Rektorin Professorin Jutta Emes gehören neben dem Kanzler, Jens Then, ab sofort folgende Personen an: Professorin Swanhild Bernstein als Prorektorin für Lehre, Studium und Lebenslanges Lernen, Professor Martin Bertau als Prorektor für Forschung und Transfer sowie Professorin Karina Sopp als Prorektorin für Nachhaltigkeit und Entrepreneurship.

Neuen Rektorinnen und Rektoren obliegt es nach Sächsischem Hochschulgesetz (SächsHSG), dem Senat Personen für das neue Leitungsteam zur Wahl vorzuschlagen. Die Senatorinnen und Senatoren der TUBAF folgten dem Vorschlag von Rektorin Emes und wählten die neuen Prorektorinnen und den Prorektor mit klarer Mehrheit ins Amt.



„Mit dem neuen Rektoratsteam setzen wir ein starkes Signal für Kontinuität und Aufbruch zugleich. Ich gratuliere den neuen Prorektorinnen und Prorektoren sehr herzlich zur Wahl und freue mich auf die gemeinsame Arbeit für die Zukunft unserer TUBAF. Ich bin froh, Swanhild Bernstein, Martin Bertau und Karina Sopp für die Mitarbeit im Rektorat gewonnen zu haben, und danke dem Senat für sein Vertrauen. Swanhild Bernstein war bereits im vorherigen Rektorat bei Klaus-Dieter Barbknecht als Prorektorin tätig und hat stark zur Weiterentwicklung des Bereichs Bildung beigetragen. Martin Bertau ist ein forschungsstarker Kollege. Er gehört unter anderem zum Präsidium der Sächsischen Akademie der Wissenschaften (Technikwissenschaftliche Klasse). Als Gruppenleiter für Recycling und Grüne Batterie beim Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS ist er in Sachsen und darüber hinaus gut vernetzt. Karina Sopp wird als ausgewiesene Expertin für Nachhaltigkeitsberichterstattung und für Unternehmensgründungen diese wichtigen Zukunftsthemen an der TU Bergakademie Freiberg voranbringen. Ich freue mich sehr auf die Zusammenarbeit im neuen Rektoratsteam.“ so Professorin Jutta Emes.

Ergänzt wird die neue Hochschulleitung durch drei Bevollmächtigte für spezifische Aufgabenbereiche, die von der Rektorin ebenfalls am 7. Oktober dem Senat vorgestellt wurden. Diese sollen in enger Abstimmung mit dem Rektorat Verantwortung in definierten Themenfeldern übernehmen und zu einer effizienten und zielführenden Weiterentwicklung der TU Bergakademie Freiberg beitragen. Die künftigen Bevollmächtigten sind Professor Urs Peuker für TUBAFdigital, Professor Henning Zeidler für Eureca-Pro und Professorin Yvonne Joseph für Chancengerechtigkeit und Vielfalt.

Ein Studium stellt für junge Menschen eine entscheidende Grundlage für ihren Lebensweg dar. Deshalb setze ich mich dafür ein, dass die TU Bergakademie Freiberg exzellente und begehrte Studiengänge anbietet, in denen Studierende und Lehrende mit Freude zusammenarbeiten. Um die Attraktivität dieser Studiengänge weiter zu steigern, möchte ich innovative Lehrformate, internationale Lehrkooperationen und Joint-Degree-Programme fördern, praxisnahe Projekte in den Studienalltag integrieren und die TU Bergakademie Freiberg zu einem Lebensraum für Studierende und Lehrende entwickeln. So wird ein inspirierendes Lernumfeld geschaffen, das junge Menschen optimal auf ihre berufliche Zukunft vorbereitet.

Professorin Swanhild Bernstein

In Zeiten globaler Herausforderungen ist es mir wichtig, das Renommée der Bergakademie als Deutschlands Ressourcenuniversität zu stärken. Dabei setze ich insbesondere auf die Unterstützung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – sei es während der Promotion, in der Postdoc-Phase oder im Aufbau ihrer Professur. Wir haben hier in Freiberg europaweit einzigartige Arbeitsbedingungen und überdurchschnittliche Absolventen. Dieses Potenzial gilt es zu nutzen – gerade auch, was den Transfer unserer hier erarbeiteten Lösungen in die industrielle Anwendung betrifft. Davon profitieren nicht nur sächsische Firmen, sondern Freiberg als Studienort wird noch attraktiver.

Professor Martin Bertau

Nachhaltigkeit stellt an der TU Bergakademie Freiberg als Ressourcenuniversität ein zentrales Thema dar, bei dem es gilt, eine Vorbildfunktion unter den Hochschulen einzunehmen. Unter Berücksichtigung der Interessen der vielfältigen Stakeholder der TU Bergakademie Freiberg möchte ich dabei mitwirken, die wesentlichen Nachhaltigkeitsaspekte der TU Bergakademie Freiberg in den Bereichen Umwelt, Soziales und Governance systematisch zu identifizieren, strategische Nachhaltigkeitsziele zu formulieren, daraus Maßnahmen abzuleiten und nachhaltigkeitsbezogene Auswirkungen, Chancen und Risiken transparent zu machen.

Parallel dazu möchte ich die Rahmenbedingungen für erfolgreiche Ausgründungen weiter stärken. Dazu zählt die Förderung des Gründungsnetzwerks SAXEED, das mit einem breiten Unterstützungsangebot einen maßgeblichen Einfluss auf das Gründungsverhalten an der TU Bergakademie Freiberg hat. Weitere positive Effekte sehe ich in der Berücksichtigung der besonderen fachlichen Ausrichtung der TU Bergakademie Freiberg, bei interdisziplinären (Lehr-)Ansätzen sowie in einer engen Zusammenarbeit mit der Wirtschaft.

Professorin Karina Sopp

## Neue Leitungen in den Dekanaten der TUBAF

Am 1. Mai 2025 nahmen fünf neue Dekane sowie eine neue Dekanin der TUBAF ihre Arbeit auf. Eine Wiederwahl gab es an den Fakultäten für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik und für Wirtschaftswissenschaften. An den übrigen Fakultäten fand bei den turnusmäßigen Fakultätswahlen ein Führungswechsel statt.

Als Leitungen für die Dekanate für die kommenden drei Jahre wurden folgende Persönlichkeiten bestimmt:

- Fakultät für Mathematik und Informatik:  
**Professor Marcus Waurick**
- Fakultät für Chemie, Physik und Biowissenschaften:  
**Professor Gero Frisch**
- Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau:  
**Professor Jörg Benndorf**
- Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik:  
**Professor Andreas Bräuer**

- Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie:  
**Professorin Olena Volkova**
- Fakultät für Wirtschaftswissenschaften:  
**Professor Michael Höck**

Die Dekanin oder der Dekan vertritt die Fakultät innerhalb der Hochschule und leitet sie. Die Zuständigkeiten sind in Paragraph 94 des Sächsischen Hochschulgesetzes geregelt.

# Zum 75. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Groß

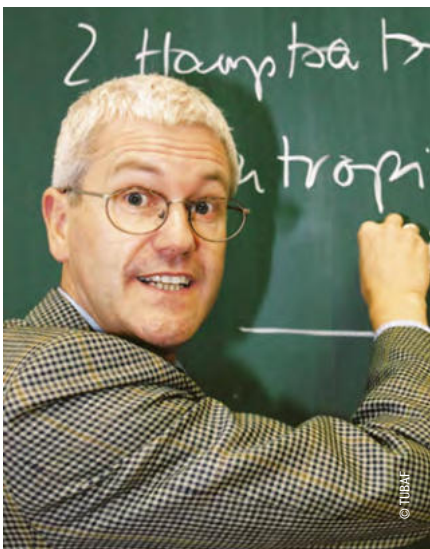
Engagierter Hochschullehrer, Forscher und Ehrensena-  
tor der TUBAF

Rhena Wulf



Am 21. Januar 2025 beging Prof. Ulrich Groß seinen 75. Geburtstag. Zum Ehrenkolloquium mit ca. 90 Teilnehmern, das an diesem Tag stattfand, konnte er die herzlichen Glückwünsche von Kollegen, Freunden und Wegbegleitern entgegennehmen.

Ulrich Groß hat Maschinenbau an der Universität Stuttgart studiert und dort auch seine Promotion und Habilitation abgelegt. Im November 1992 wurde er als Professor für Technische Thermodynamik an die Bergakademie Freiberg berufen.



In dieser Zeit war noch sehr vieles im Umbruch – politisch, organisatorisch, thematisch und personell. In den folgenden 23 Jahren seiner aktiven Tätigkeit an der TUBAF widmete er sich mit großem Engagement seinen Aufgaben als Hochschullehrer und Forscher.

Darüber hinaus bestimmte er die Entwicklung der TUBAF maßgeblich mit, da er von Anfang an Verantwortung in vielfältigen Funktionen übernahm – am Institut, an der Fakultät, an der Universität und weit darüber hinaus. Sein Wirken für die Universität war 2015 mit seinem Eintritt in den (Un-)Ruhestand nicht beendet. Im gleichen Jahr wurde ihm die Ehrensena-  
torwürde der TUBAF verliehen.

Die Lehre lag Prof. Groß immer besonders am Herzen. Technische Thermodynamik ist für viele Studierende kein leichtes Fach. Daher legte er viel Wert auf anschauliche Beispiele, ansprechende Erläuterungen und den intensiven Kontakt zu den Studierenden. Die Vorlesungen waren trotz des hohen Anspruchs sehr beliebt, anerkannt und wurden überaus positiv bewertet. Prof. Groß entwickelte viele weitere Vorlesungsreihen – für die Grundlagenausbildung oder für höhere Semester und auch in englischer Sprache. Wichtiger Bestandteil seines Lehrkonzepts waren die didaktisch hervorragenden Vorlesungsskripte, die zum Teil in überarbeiteter Fassung in einigen Modulen noch heute im Einsatz sind und von früheren Studenten im Berufsleben gern in die Hand genommen werden. Verdientermaßen wurde Prof. Groß im Jahr 2008 mit dem Julius-Weisbach-Preis für hervorragende Lehre ausgezeichnet.

Aktuelle und attraktive Forschungsprojekte bilden das Rückgrat jeder Professur. Die Forschungsaktivitäten von Prof. Groß waren eine Kombination aus Themen, die einerseits engen Bezug zur vorherigen Tätigkeit in Stuttgart hatten, andererseits an in Freiberg bereits bestehende Gebiete anknüpften oder komplett neu hinzukamen. Zum erstgenannten Bereich gehörten Projekte zur Film- und Tropfenkondensation sowie zu Geothermie und Phasenwechselsonden, die mit dem Bau beeindruckender Versuchsanlagen einhergingen. Das bereits vorhandene Labor zur Bestimmung thermophysikalischer Stoffdaten wurde modernisiert und durch kommerzielle und selbst konstruierte Anlagen erweitert. Numerische Untersuchungen zum Wärme- und Stofftransport, z. B. beim Aluminothermischen Schweißen oder bei der Erstaufheizung



von Feuerfestbeton, ergänzten die experimentellen Arbeiten. Viele Themen waren in der Grundlagenforschung und damit bei der DFG angesiedelt (u. a. im SFB 920). Es gab weiterhin eine Reihe von EU- und Industrieprojekten. Im Rahmen dieser Forschungsaktivitäten wurden von Prof. Groß 21 Promotionen und zwei Habilitationen betreut. Es entstanden zahlreiche Publikationen in renommierten Fachzeitschriften und Konferenzbeiträge auf nationaler und internationaler Ebene.

Von den neben der Lehre und Forschung ausgeübten Funktionen können hier nur Beispiele genannt werden. Bereits nach nicht mal einem Jahr an der TUBAF war Prof. Groß Dekan der Fakultät (1993-1996) und kurz darauf Gründungsdirektor des Interdisziplinären Ökologischen Zentrums (IÖZ). Später setzte er sich als Studiendekan für die Weiterentwicklung der Studiengänge der Fakultät ein und war Mitglied im Hochschulrat. Das Redaktionskollegium der *ACAMONTA* schätzt bis heute seine wertvolle Mitarbeit, um die Zeitschrift inhaltlich auf hohem Niveau und stilistisch anspruchsvoll zu gestalten. Außerhalb der Universität sind die Aktivitäten im DFG-Fachkollegium, im VDI-Fachausschuss, beim DAAD sowie bei der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu nennen. Sehr anspruchsvoll war die langjährige Editoren-Tätigkeit für die renommierte Fachzeitschrift *International Journal of Thermal Sciences*.

Diese und weitere Verdienste wurden zum Ehrenkolloquium in oft sehr persönlich gehaltenen Grußworten gewürdigt. Es klang aber immer noch ein weiterer Aspekt mit an – die Persönlichkeit von Herrn Prof. Groß. Mit seiner besonnenen Art, mit Freundlichkeit und Respekt sowie Geduld und Offenheit für die Probleme



und Meinungen anderer konnte und kann er bis heute Menschen für sich gewinnen, Vertrauen schaffen und bei Bedarf vermitteln. Auch der feinsinnige Humor,

die große Herzlichkeit beim Umgang mit anderen und eine spürbare Dankbarkeit zeichnen Prof. Groß in besonderer Weise aus. Die Gratulationen zu seinem

Ehrentag waren verbunden mit herzlichen Wünschen für bestmögliche Gesundheit, Kraft und Zuversicht für die kommenden Lebensjahre.

## Prof. Dr. rer. nat. Christian Wegerdt zum 90. Geburtstag

Gottfried Jäckel

Christian Wegerdt feierte am 8. August 2025 seinen 90. Geburtstag. Nachdem er bereits 2014 eine Ehrenurkunde des Rektors für das goldene Promotionsjubiläum erhalten hatte, wurde er in der Mitgliederversammlung des Vorjahres als Erster und bisher Einziger unseres Fördervereins mit einer Ehrenurkunde des Rektors für das eiserne Jubiläum seines Diplomabschlusses am Eisenhütteninstitut ausgezeichnet. Er bemerkte in seiner Art dazu, dass eine derartige Würdigung an zwei Voraussetzungen gebunden ist: Man müsse erstens alt genug und zweitens Mitglied des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg sein. Für die Wiedergründung des Vereins hatte er sich von Anfang an engagiert. Er war über mehrere Jahrzehnte Mitglied des VFF-Vorstands und Juror bei der Vergabe des Cotta-Preises.

### Aus seinem beruflichen Lebens- und Arbeitsweg sei auszugsweise Folgendes genannt:

- Abitur 1953 am Lessing-Gymnasium Döbeln
- Ein praktisches Jahr am FNE Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle Freiberg bewirkte die Abkehr von den ursprünglichen Studienwünschen Germanistik und Chemie sowie die lebensbestimmende Entscheidung, ein Studium der Metallurgie aufzunehmen.
- Studium der Eisenhüttenkunde 1954-1959, anfangs in Berlin bei Prof. E. Maurer, fortgesetzt an der Bergakademie Freiberg bei Prof. K.-F. Lüdemann und abgeschlossen mit der Diplomarbeit zu „Erhöhung des Reibungswiderstandes von Stählen in den Formkanälen für die Brikettierung“
- 1959-1963 Assistent und später Oberassistent am Institut für Metallkunde und Metallphysik der Bergakademie Freiberg
- 1964 Promotion zum Thema „Beitrag zur Klärung des Einflusses metallurgischer Reaktionen im Schweißlichtbogen auf das Abschmelzverhalten der Elektroden für die Lichtbogenhandschwei-



Urkundenüberreichung Eisernes Diplom zur Mitgliederversammlung am 29. November 2024

- „Angewandte Metallkunde“ (Gutachter: Prof. W. Lange und Prof. K.-F. Lüdemann) unter dem Rektorat von Joachim Wrana und Dekanat Alfred Kneschke
- danach Hauptabteilungs- bzw. Bereichsleiter Wissenschaftsorganisation im FNE Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle Freiberg
- 1970 Direktor für Forschung und Technologie im Bergbau- und Hüttenkombinat „Albert Funk“ Freiberg als Nichtgenosse
- 1983-1990 im zentralen Forschungsrat der DDR: anfangs Sekretär, später Leiter der Gruppe „Metallische Werkstoffe“ in Nachfolge von Prof. Dr. Werner Lange sowie Vorstandsmitglied des Forschungsrats
- 1988 Direktor des 1955 gegründeten Instituts für Leichtbau Dresden-Klotzsche (als der Flugzeugbau in Dresden begann) und später geschäftsführender Gesellschafter der daraus durch Management-Buy-Out der vier leitenden Angestellten hervorgegangenen IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH Dresden
- seit 1988 korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR
- 1990 Berufung zum Honorarprofessor für „Metallische Werkstoffe der Elektronik“ durch die TUBAF

- Mit IMA Dresden war er 1992 Gründungsmitglied des Vereins Innovativer Unternehmen, dem originären Zusammenschluss der früheren Industriezweigforschungsinstitute der DDR, die drei Viertel des Forschungspotentials der DDR verkörperten und im deutschen Einigungsvertrag schlichtweg vergessen worden waren. Im Bunde mit anderen tatkräftigen Mitstreitern war er der erste und zehn Jahre lang (1992 bis 2002) den Verband nachhaltig prägende Vorstandsvorsitzende. Der VIU-Verband ernannte ihn danach zu seinem Ehrenvorsitzenden.

### In den 1990er Jahren:

- Aufsichtsratsfunktionen in der metall-erzeugenden Industrie
- Mitglied des Technologiebeirats des Freistaates Sachsen
- Mitglied des Forschungsausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute
- Mitglied des Wissenschaftlichen Rates der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsgemeinschaften „Otto von Guericke“
- Kuratoriumsmitglied der Studiengesellschaft Stahlanwendung
- Mitglied des Beirats der Leipziger Messe GmbH
- Auf ein angebotenes Amt als Staatssekretär in der Modrow-Regierung der DDR verzichtete er, weil seine Frau Steffi das nicht wollte.

### Staatliche Auszeichnungen:

- 1979 „Verdienter Techniker“
- 1983 „Nationalpreis für Wissenschaft und Technik“

Mit dem Namen Christian Wegerdt verbindet sich eine Vita in Wissenschaft und Technik und deren Umsetzung in produktionsseitige Anwendungen, die ihresgleichen sucht. Unser Aller guten Wünsche zu anhaltender Gesundheit begleiten seinen weiteren Lebensweg. Und dazu ein herzhaftes Glück auf von Prof. Dr. Gottfried Jäckel!

# Erinnerung an Prof. Dr. Siegfried Ziegenbalg

Gerhard Haake, Gottfried Jäckel

Am 4. August 2025 hätte Siegfried Ziegenbalg, langjähriger Bereichsleiter NE-Metallgewinnung und stellvertretender Institutsdirektor im FNE (Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle Freiberg), seinen 100. Geburtstag gefeiert. Dem FNE gehörte er von Juli 1956 bis August 1990 an; ab September 1976 war er Honorarprofessor für Anorganisch-technische Chemie an der TU Bergakademie Freiberg.

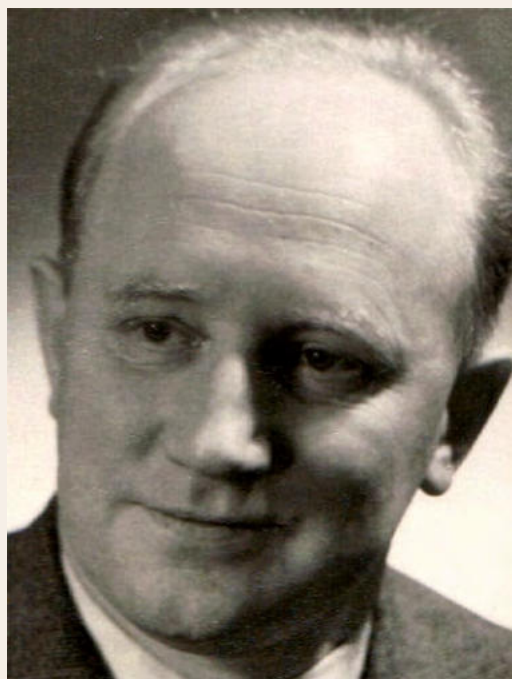
Siegfried Hermann Ziegenbalg wurde am 4. August 1925 in Zschachwitz bei Dresden geboren. Im Jahre 1930 übersiedelte die Familie nach Zittau, wo er Ostern 1932 in die Schule kam. Vier Jahre später trat er in das damalige Gymnasium für Jungen in Zittau ein. Noch vor Ablegung des Abiturs musste er den Schulbesuch unterbrechen, da er zum Wehrdienst einberufen wurde.

Nach der Rückkehr aus dem Krieg fand er zunächst ab Juni bis September 1945 in der mechanischen Weberei Zittau Arbeit. Im September 1945 nahm er eine Beschäftigung in der chemischen Abteilung der VVB Braunkohlen- und Großkraftwerk Hirschfeld bei Zittau auf. Hier wurde er als Betriebsassistent und später Betriebsingenieur eingesetzt. Im Winter 1946 konnte er dann sein Abitur ablegen und begann zwei Jahre später ein Studium der Chemie an der Technischen Hochschule Dresden. Dies beendete er im Juni 1953 mit einer Diplomarbeit auf dem Gebiet der Elektrochemie. Dank seiner guten Leistungen verblieb er am Institut für Elektrochemie und physikalische Chemie (Direktor: Professor Dr. mult. Kurt Schwabe) als wissenschaftlicher Assistent und wurde 1956 zum Dr. rer. nat. promoviert, nachdem er eine Arbeit zu „Untersuchungen über die Azidität und den Lösungsmittel einfluß in nichtwässrigen und gemischten Lösungsmitteln“ fertiggestellt hatte.

Schon vor Abschluss des Promotionsverfahrens trat er in das Forschungsinstitut für Nichteisen-Metalle in Freiberg (Direktor: Professor Dr. Werner Lange) ein. Hier beauftragte man ihn mit dem Aufbau einer Abteilung, später Hauptabteilung, für Physikalisch-Chemische Metallurgie. Sein Aufgabengebiet war umfangreich: Es umfasste u. a. die Gewinnung, Trennung und Reinigung seltener Metalle und Spurenmetalle unter Einbeziehung moderner physikalisch-chemischer Methoden wie Ionenaustausch und Extraktion sowie den Einsatz radioaktiver Isotope u. a. m. Ein besonderes Arbeitsgebiet waren Entwicklungen zur Herstellung reinsten Metalle und Halbleiterwerkstoffe, womit auch wesentlich die Basis zur Gründung eines neuen Industriezweiges in Freiberg gelegt wurde: der Herstellung von Produkten für die Halbleitertechnik.

Seit 1968 erfolgte eine Bündelung aller gewinnungsseitigen Arbeiten des Instituts zur NE-Metallurgie in dem Geschäftsbereich NE-Metallgewinnung. Dessen Leitung übernahm Dr. Ziegenbalg; er wurde zugleich mit der Funktion des stellvertretenden Institutsdirektors betraut.

Zu einem speziellen Arbeitsgebiet von Siegfried Ziegenbalg entwickelte sich seit Ende der 1960er Jahre die Thematik „Ton-erde aus einheimischen Rohstoffen“. Rund um den Globus war man auf der Suche nach Alternativen für Bauxit, dem klassischen Rohstoff für die Herstellung von Aluminium, da sich dessen Haupterzeuger nach dem Vorbild der OPEC (Organisation erdölexportierender Länder) zu einem Kartell vereinigt hatten. Die Arbeiten im Forschungsinstitut für NE-Metalle zu dieser



Prof. Dr. Siegfried Ziegenbalg 1925-1998

Thematik bildeten einen Schwerpunkt und gipfelten im Aufbau und der Inbetriebnahme einer großtechnischen Versuchsanlage im Aluminiumwerk Lauta. Die Ergebnisse der Arbeiten wurden schließlich mit der Verleihung des Nationalpreises der DDR gewürdigt.

Die außergewöhnlichen Fähigkeiten von Siegfried Ziegenbalg belegen auch seine Mitgliedschaften in verschiedenen Gremien. So war er seit 1969 ordentliches Mitglied im Forschungsrat der DDR und seit 1975 ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR. Für die Ergebnisse seiner Forschungsarbeiten wurde er mit den Ehrentiteln „Verdienter Techniker“ (1963) und „Verdienter Erfinder“ (1974) ausgezeichnet sowie mit dem Nationalpreis (1986) geehrt. Er war Träger der Clemens-Winkler-Medaille der Chemischen Gesellschaft der DDR (1980).

Der Name Ziegenbalg war auch international ein Begriff. So leitete er die DDR-Vertretung im „Wissenschaftlich-Technischen Rat Leichtmetalle“ der Ständigen Kommission für Buntmetalle des Rates für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) und genoss durch seine fundierten Kenntnisse hohe Anerkennung. 1976 berief ihn die Bergakademie Freiberg zum Honorarprofessor für das Fachgebiet Anorganisch-technische Chemie. Am 31. August 1990 schied Siegfried Ziegenbalg altersbedingt aus dem aktiven Berufsleben aus.

Er verstarb am 12. Oktober 1998 in Freiberg.



# Neue Zusammensetzung des Hochschulrats der TUBAF

Zum 1. Mai 2024 begrüßte der Hochschulrat mit Juliane Schmidt und Prof. Dr. Volker Steinbach zwei neue Mitglieder. Beide wurden vom Sächsischen Ministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus als Mitglieder des Hochschulrats der TU Bergakademie Freiberg berufen. Die erfahrene Wissenschaftsmanagerin Juliane Schmidt ist kaufmännische Direktorin des Dresdner Leibniz-Institut für Festkörper und Werkstofforschung. Prof. Steinbach ist Abteilungsleiter für Rohstoffe in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und deren Vizepräsident. Er wurde 2023 zum Honorarprofessor an der TU Bergakademie Freiberg ernannt.



Juliane Schmidt und Prof. Dr. Volker Steinbach

Weiterhin wurde zum 16.12.2024 Kerstin Schultheiß, Geschäftsführerin der LW Leipziger Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH, durch den Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow in den Hochschulrat berufen. Frau Schultheiß war zwischen 1995 und 2023 bei der Verbundnetz Gas AG (VNG) in verschiedenen Positionen beschäftigt, unter anderem als Geschäftsführerin der VNG-Handel & Vertrieb. „Wir freuen uns, mit Frau Schultheiß eine herausragende Persönlichkeit für den Hochschulrat gewonnen zu haben. Mit ihrer Erfahrung und Wissen wird sie einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der TU Bergakademie Freiberg leisten“, äußerte der Vorsitzende des Hochschulrats der TU Bergakademie Freiberg, Prof. Bernhard Cramer.



Kerstin Schultheiß

Dr. Michael Harz, Geschäftsführer der Freiberg Compound Materials GmbH (FCM), wurde zum 8. Februar 2025 vom sächsischen Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow auf Vorschlag des Senats der TU Bergakademie Freiberg in den Hochschulrat berufen. Herr Dr. Harz promovierte 1996 zur Microsystemtechnik an der TU Dresden und arbeitete seitdem in verschiedenen technischen und Management-Positionen in der internationalen Halbleiterindustrie. Seit 2011 ist er COO bei FCM, seit 2019 Geschäftsführer (CEO). „Herr Dr. Harz verfügt über umfangreiche Erfahrungen in der regionalen und internationalen Wirtschaft und bringt eine ausgewiesene Kompetenz in der Werkstoffentwicklung und Fertigung ein. Als Geschäftsführer eines in Freiberg ansässigen Unternehmens ist er hervorragend vernetzt und kann wertvolle Impulse für die strategische Entwicklung der TU Bergakademie Freiberg geben, insbesondere in den Bereichen Innovation, Technologietransfer und Industriekooperation“, erklärte der Vorsitzende des Hochschulrats.



Foto: André Fomer Photography

Dr. Michael Harz

Außerdem wurden die Hochschulratsmitglieder Prof. Dr. Hans Michael Esslinger (berufen ab 1. September 2024), Prof. Dr. Burkhard Schwenker, Prof. Dr. Andreas Tünnermann, Prof. Dr. Monika Mazik und Dr. Claudia Dommaschk (berufen ab 16. Dezember 2024) für weitere fünf Jahre durch den Staatsminister bestätigt. Prof. Mazik, Dr. Dommaschk und Prof. Schwenker wurden durch den 9. Senat der TUBAF als Hochschulratsmitglieder im Juni d. J. wiedergewählt.

Prof. Reinhard Schmidt wurde nach fast drei Jahrzehnten zum 1. Mai 2024 aus seiner Hochschulrattätigkeit als Mitglied und Vorsitzender des Hochschulrats der TU Bergakademie Freiberg verabschiedet. 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. Gleichzeitig verabschiedet die Universität 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.



Verabschiedungsveranstaltung am 23. April 2024,  
v. l. n. r.: Prof. Kümpel, Prof. Schmidt, Prof. Barbknecht, Prof. Cramer

Dr. Simone Raatz (Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie) und Wolf-Dieter Jacobi (Freier Journalist) haben ihre Tätigkeit als Mitglieder des Hochschulrats der TU Bergakademie Freiberg nach Ablauf ihrer jeweiligen Amtszeiten im Dezember 2024 bzw. Februar 2025 beendet.

Der Hochschulrat der TU Bergakademie Freiberg setzt sich damit aus den folgenden ehrenamtlichen Mitgliedern zusammen:

- Herr Prof. Dr. Bernhard Cramer Vorsitzender (Oberberghauptmann, Sächsisches Oberbergamt), Vorsitz
- Frau Dr. Claudia Dommaschk (Stellv. Institutsleiterin Gießereinstitut, TU Bergakademie Freiberg), Stellv. Vorsitz
- Herr Prof. Dr. Hans Michael Eßlinger (ehem. Geschäftsführer Brauhaus Freiberg)
- Herr Dr. Michael Harz (Geschäftsführer Freiberg Compound Materials GmbH)
- Frau Prof. Dr. Monika Mazik (Institutsleiterin Institut für Organische Chemie, TU Bergakademie Freiberg)
- Frau Juliane Schmidt (Kaufmännische Direktorin, Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden e. V.)
- Herr Prof. Hans-Ferdinand Schramm (Vorstandsvorsitzender, Sparkasse Mittelsachsen)
- Frau Kerstin Schultheiß (Geschäftsführerin, Leipziger Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH)
- Herr Prof. Dr. Burkhard Schwenker (ehem. CEO Roland Berger Consulting)
- Herr Prof. Dr. Volker Steinbach (Vizepräsident, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
- Herr Prof. Dr. Andreas Tünnermann (Direktor IOF und Friedrich-Schiller-Universität Jena)

Der Hochschulrat ist Beratungs- und Kontrollorgan, er wirkt an der Strategiebildung sowie an der Struktur- und Entwicklungsplanung der Hochschule mit. Die Zuständigkeiten des Hochschulrats sind in § 91 SächsHSG geregelt.

## Prof. Carsten Drebenstedt mit Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet



Ministerpräsident Kretschmar überreicht den Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland an Prof. Dr. Carsten Drebenstedt

Am 10. Dezember 2024 erhielt der TUBAF-Professor Carsten Drebenstedt den Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland. Sachsens Ministerpräsident Michael Kretschmar überreichte ihm in Dresden die Auszeichnung im Namen des Bundespräsidenten.

Dazu hieß es aus der Sächsischen Staatskanzlei: „Prof. Dr. Carsten Drebenstedt (65) gilt auf dem Gebiet des Bergbaus als herausragender Wissenschaftler und genießt national und international einen sehr guten Ruf. Seit 1999 ist er an der TU Bergakademie Freiberg Leiter des Lehrstuhls für Bergbau-Tagebau und bringt sich neben seiner wissenschaftlichen Tätigkeit zudem

ehrenamtlich ein. Beispielhaft steht hierfür das von der TU Freiberg gegründete Weltforum der Ressourcenuniversitäten für Nachhaltigkeit mit 100 Mitgliedsuniversitäten aus mehr als 50 Ländern. Prof. Drebenstedt war wesentlicher Initiator und setzt sich seit der Gründung als Generalsekretär für die Entwicklung globaler Rohstoffstrategien ein. Besondere Akzente setzte er auch beim Aufbau eines globalen Netzwerks für die Bergakademie. Heute bestehen Wissenschaftskooperationen zu Partnern in 40 Ländern. Damit trägt er zu guten Wissenschaftsbeziehungen und zugleich zur Förderung der Bergbausicherheit in Ländern wie Mosambik, Indien, Vietnam und der Ukraine bei.“

Der Rektor der TUBAF Professor Klaus-Dieter Barbknecht erklärte dazu: „Internationalität ist an der TU Bergakademie Freiberg kein Lippenbekenntnis, sondern gelebte Praxis. Wir haben rund 50 % internationale Studierende, unsere Universität genießt auf der ganzen Welt einen ausgezeichneten Ruf. Das unermüdliche Engagement Professor Drebenstedts hat maßgeblich dazu beigetragen. Nun hat er den Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschlands erhalten, die höchste Auszeichnung, mit der unser Land Verdienste um das Gemeinwohl auszeichnet. Dazu gratuliere ich Carsten Drebenstedt von ganzem Herzen und danke ihm für seinen Einsatz für unsere Universität!“

Mit dem Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland, kurz Bundesverdienstkreuz genannt, werden Bürgerinnen und Bürger geehrt, die sich in den Bereichen Politik, Soziales, Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur in besonderer Weise um das Gemeinwohl verdient gemacht haben.



# Ehrennadeln und Universitätsmedaillen verliehen

Für ihr außergewöhnliches Engagement in Forschung, Lehre, Verwaltung und gesellschaftlicher Zusammenarbeit hat die TU Bergakademie Freiberg in den Jahren 2024 und 2025 zahlreiche Persönlichkeiten mit der Universitätsmedaille sowie der goldenen und silbernen Ehrennadel ausgezeichnet. Die Ehrungen werden gemäß §29 der Grundordnung durch den Rektor an Einzelpersonen verliehen, die sich in besonderer Weise um die Universität oder ihre Ziele verdient gemacht haben – unabhängig von einer Zugehörigkeit zur Hochschule.

Einen großen Beitrag zur Entwicklung der Universität haben in ihrem Berufsleben die emeritierten Professoren Michael Schlömann und Jörg Matschullat geleistet und wurden dafür mit besonderen Ehrungen der TU Bergakademie Freiberg ausgezeichnet: Sie erhielten am 15. Januar 2025 im Rahmen des Neujahrsempfangs des Rektorats die Ehrenmedaille.

Vor 26 Jahren wurde der Mikrobiologe Prof. Dr. Michael Schlömann an die TU Bergakademie Freiberg berufen. Mit seiner Lehre und Forschung trug er maßgeblich dazu bei, die Biologie als eigenständige Disziplin an der Universität zu etablieren. Darüber hinaus prägte er die Hochschule in verschiedenen Leitungsfunktionen: als Dekan, Prorektor Bildung und im Jahr 2008 auch kommissarisch als amtierender Rektor.

Ebenfalls auf eine langjährige und prägende Tätigkeit kann Prof. Dr. Jörg Matschullat zurückblicken, der derzeit als Gastprofessor am Dartmouth College (USA) tätig ist. Von 1999 bis 2023 forschte und lehrte er an der TU Bergakademie Freiberg, insbesondere im Studiengang Erdsystemwissenschaften – Geoökologie, dessen langjähriger Studiengangleiter er war. Zusätzlich engagierte er sich als Dekan und Studiendekan der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau sowie viele Jahre als Direktor des Interdisziplinären Ökologischen Zentrums. Vom 1. November 2020 bis 30. September 2023 war er zudem Prorektor für Forschung und Transfer.

Ebenso über viele Jahre engagierte sich der Geophysiker Prof. Dr. Klaus Spitzer an der TU Bergakademie Freiberg. Neben seiner Lehrtätigkeit und seinem Einsatz für die Studierenden in der Angewandten Geophysik wirkte er auch als Dekan und Prodekan der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau. In Anerkennung seiner langjährigen Verdienste wurde auch ihm besonderer Dank ausgesprochen.

Außerdem überreichte der Rektor der TU Bergakademie Freiberg zum Neujahrsempfang zwei silberne Ehrennadeln an Lars Pickhardt (Lederzentrum GmbH Rosdorf) und Annett Wolf (Geschwister-Scholl-Gymnasium Freiberg).

2024 wurde Frau Dr. Regina Hüttel mit der Universitätsmedaille der TU Bergakademie Freiberg für ihr jahrzehntelanges Engagement in der akademischen Selbstverwaltung, ihre Arbeit im Senat sowie ihren Beitrag zur Wiedereinführung des Diplomstudiengangs Chemie ausgezeichnet.

Des Weiteren zeichnete der Rektor Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht in den Jahren 2024 und 2025 Personen, die die TU Bergakademie Freiberg über viele Jahre hinweg mitgestaltet und gestärkt haben, für ihr außerordentliches Engagement in Forschung, Lehre, Verwaltung und gesellschaftlicher Zusammenarbeit aus.

Die Ehrennadel in Gold und Silber sind Ausdruck der Wertschätzung und Dankbarkeit der Universität für geleistete Beiträge



Auszeichnungen im Januar 2025 (v. l. n. r.): Rektor Prof. Klaus-Dieter Barbknecht mit Prof. Michael Schlömann, Prof. Klaus Spitzer und Annett Wolf. (Prof. Jörg Matschullat war zum Zeitpunkt der Veranstaltung wegen eines Auslandsaufenthalts am Dartmouth College verhindert.)



V. l. n. r.: Rektor Prof. Klaus-Dieter Barbknecht, Frau Dr. Regina Hüttel, Dekan Prof. Jens Kortus

zur Weiterentwicklung von Wissenschaft, Internationalisierung, Hochschulstruktur und gesellschaftlicher Verantwortung.

## Ehrennadel in Gold

### 2025:

- Martin Ade (Dirigent Wood 'N' Brass Big Band TUBAF)
- Prof. Dr. Michal Chehlár (TU Košice, Slowakei)
- Dr. Ulrike Mörters (TUBAF)
- Dr. Sabine Schellbach (TUBAF)
- Uwe Schellbach (TUBAF)
- Thomas Schmalz (Geschäftsführer Studentenwerk Freiberg)
- Simone Schmiedel (TUBAF)
- Dr. Jürgen Weyer (TUBAF)
- Dr. Kristina Wopat (TUBAF)

### 2024:

- Prof. Dr. Helmut Albrecht (TUBAF)
- Prof. Dr. Alfons Ams (TUBAF)
- Prof. Dr. Dashgunsen Bayar (Mongolian University of Science and Technology, Mongolei)
- Prof. Dr. Carsten Drebenstedt (TUBAF)

- Prof. Dr. Maksud Isokov (Rektor der Universität für Geologie, Taschkent)
- Dr. Obidjon Kodirov (Ministerium für Bergbau, Usbekistan)
- Ingrid Lange (TUBAF)
- Prof. Dr. Jörg Matschullat (TUBAF)
- Prof. Dr. Bayan Rakyshev (ehem. Rektor der Kasachischen TU Almaty)



Ingrid Lange (ehem. Direktorin des International Office) mit ihren Kolleginnen und Kollegen

- Prof. Dr. Michael Schlömann (TUBAF)
- Prof. Dr. Klaus Spitzer (TUBAF)
- Dr. Ellen Weißmantel (TUBAF)
- Prof. Dr. Gerhard Wolf (TUBAF)

### Ehrennadel in Silber

#### 2025:

- Cornelia Brückner (TUBAF)
- Dirk Damaschke (TUBAF)
- Dr. Andrea Dög (TUBAF)
- Prof. Jens-Uwe Götze (TUBAF)
- Heike Hoffmann (TUBAF)
- Philipp Preißler (Referent OB Stadt Freiberg)
- Dr. Dirk Renker (TUBAF)

#### 2024:

- Steffen Braun (TUBAF)
- Wolfgang Gaßner (TUBAF)
- Katrin Küttner (TUBAF)
- Prof. Dr. Armin Müller (Honorarprof. TUBAF, ehem. Geschäftsführer der Deutschen Lithium GmbH)
- Andreas Schwinger (Stadt Freiberg, u. a. ehem. Leiter des collegium musicum)

## „Die Bibliothek als hybriden Lernort entwickeln“

Dr. Julia Meyer leitet seit Februar die Universitätsbibliothek Freiberg

Anfang Februar 2025 begrüßten der Prorektor Forschung, Internationales und Transfer Professor Tobias Fieback und das Team der UB Freiberg deren neue Direktorin Dr. Julia Meyer. Meyer war zuvor seit 2021 als Stellvertretende Generaldirektorin der Sächsischen Landesbibliothek, Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) tätig, im vergangenen Jahr als Vertretungsprofessorin für Bibliotheksmanagement an der HTWK Leipzig. Mit Blick auf ihre neuen Aufgaben in Freiberg sagte sie: „Mich reizt es, den wunderschönen Bibliotheks-Neubau mit Leben zu füllen.“

### Physischer Wohlfühlort in der digitalen Welt

Neben dem konsequenten Ausbau der Services steht auch dieses Thema auf Julia Meyers Agenda: „Ich möchte die Bibliothek zu einem hybriden Lernort entwickeln.“ Es gehe darum, den physischen Raum, also das Bibliotheksgebäude samt seiner Ausstattung, optimal mit der digitalen Welt zu einer techno-sozialen Arbeitswelt zu verbinden. Laut Meyer sind rund ⅔ der Bücher im Bestand inzwischen E-Books. „Die könnten die Studierenden auch zu Hause lesen, aber es besteht ein großes Bedürfnis, in Gemeinschaft zu lernen. Wenn viel online verfügbar ist, werden der physische Ort und das soziale Miteinander umso wichtiger.“



Dr. Dana Kuhnert, stellv. Leiterin der UB Freiberg, (l.) und Professor Tobias Fieback (r.) bei der Begrüßung von Dr. Julia Meyer (M.) in der Universitätsbibliothek

Die Bibliothek sei ein Lernort, an dem vielfältige digitale Services angeboten werden. Neben dem E-Book-Angebot seien das Online-Tutorials und Webinare zu fachspezifischen Themen.

„Zunächst geht es darum, die Universität bei deren Zielerreichung mit unseren Services bestmöglich zu unterstützen. Die Perspektive ist dabei konsequent nutzerorientiert, unsere Zielgruppen sind die Studierenden, Forschenden und Beschäftigten der TUBAF.“

### Die Universitätsbibliothek – offen für alle

Doch nicht nur die: „Ich würde darüber hinaus gerne unseren Aktionsradius in die Stadt und in das Land ausweiten und partizipative Formate entwickeln, denn Bibliotheken sind seit jeher Orte der Teilhabe und der Demokratie. Wir bieten einen kommerzfreien Aufenthaltsort, wo man kostenfrei gesicherte Informationen erhält.“

Geplant sind daher Veranstaltungen, die nicht allein ein akademisches Publikum ansprechen, sondern offen sind für alle.

### Weiterentwicklung bibliothekarischer Dienste

Von ihrem letzten Wirkungsort, der HTWK Leipzig, bringt Julia Meyer mehrere anwendungsorientierte Forschungsprojekte mit, die an der TUBAF fortgeführt werden können, etwa zum Themenfeld KI in bibliothekarischen Diensten wie die automatische Sacherschließung.



## Nachruf für Prof. Dr. Gert Wolf

Am 17. Oktober 2024 verstarb Prof. Dr. Gert Wolf in Freiberg im Alter von 85 Jahren. Er war seit 1965 wissenschaftlicher Mitarbeiter, seit 1985 Dozent und seit 1992 Professor für Physikalische Chemie bis zu seiner Emeritierung 2006 am gleichnamigen Institut der TU Bergakademie Freiberg.

Gert Wolf wurde am 27.08.1939 in Geithain geboren. Nach dem Abitur 1957 studierte er an der TU Bergakademie Freiberg Chemie. Nach Abschluss des Studiums mit der erfolgreichen Diplomprüfung 1962 folgten am Institut für Physikalische Chemie die Promotion 1965 und die Habilitation 1972 unter seinem Lehrer Prof. Dr. Walter Mannchen. Grundlegende Themen der Arbeiten waren die Kalorimetrie und Wasserstoff in Metallen, die er bis zur Emeritierung verfolgte. Unterbrochen wurde seine Tätigkeit am genannten Institut mit einem dreijährigen Aufenthalt von 1976 bis 1979 am Moskauer Institut für Physikalische Probleme. Im Laufe seiner Tätigkeit erweiterte Gert Wolf seine Arbeitsgebiete. Dazu gehörten die Supraleitung, die Thermodynamik von Elektrolytlösungen, die Kinetik von enzymatischen Reaktionen und chemische Reaktionen für die Energiespeicherung. Die friedliche Revolution 1989/1990 brachte für Gert Wolf ungewohnte neue Herausforderungen. Er wurde auf die Eckprofessur Physikalische Chemie berufen. Zunächst als Prodekan, ab Oktober 1991 bis 1996 als Dekan der Fakultät für Chemie und Physik und damit Mitglied des

Senats sowie als Mitglied der Personal- und Fachkommission hatte er schwerwiegende und zukunftsweisende Entscheidungen zu fällen und zu tragen. Er wurde zum Direktor des neu gegründeten Instituts für Physikalische Chemie gewählt. In dieser Funktion verstand er es, in sehr kurzer Zeit für das Institut ein tragendes Profil sowohl in der Lehre als auch in der Forschung zu erarbeiten. Während seiner Zeit als Dekan von 1991 bis 1996 wurde unter seinem maßgeblichen Anteil der neue Studiengang Angewandte Naturwissenschaft 1996 eingeführt, der bis heute erfolgreich und eine tragende Säule der Fakultät für Chemie, Physik und Biowissenschaften ist. Gert Wolf war ein international bekannter Wissenschaftler. Insbesondere seine Arbeiten mit dem Kern Kalorimetrie im umfangreichsten Sinne, mit methodischen Entwicklungen und Anwendungen auf verschiedensten Gebieten, wie der Tieftemperatur-, der Lösungs-, Mikro- und Chipkalorimetrie, fanden weltweit Anerkennung. Nach seiner Emeritierung beschäftigte er sich weiter mit den offenen Problemen der chemischen Energiespeicherung.

**Mit Gert Wolf verliert die TU Bergakademie einen langjährigen international überaus anerkannten wirkungsvollen Akteur. Mit tiefer Trauer werden wir sein Andenken in ehrender Erinnerung behalten.**

■ Klaus Bohmhammel

## Nachruf auf Professor Norbert Piatkowiak

Norbert Piatkowiak ist am 17.06.1933 in Großräschen in der Niederlausitz geboren worden. Die Oberschule und das Gymnasium besuchte er in Senftenberg und Altdöbern, wo er 1951 das Abitur ablegte. Schon früh entschloss er sich den Beruf des Bergmannes zu wählen, weshalb er seine Berufspraktika in Bergwerken absolvierte, so im Neuaufschluss des Braunkohlentagebaus Sedlitz und im Braunkohlentiefbau der Grube Conrad bei Döbern, auf dem Steinkohlenwerk Deutschland in Oelsnitz, auf dem Kalischacht Krügershall bei Halle und bei den Bleierzgruben „Albert Funk“ in Freiberg.

Das Studium an der Bergakademie Freiberg schloss er 1957 als Diplombergingenieur ab. In seiner Diplomarbeit befasste er sich mit einem Thema zur Sprengtechnik in Tagebauen, was dazu führte, dass er als Betriebsassistent im Braunkohlentagebau Böhlen dann auch die Funktion des Beauftragten für das Sprengwesen innehatte; ab 1958 war er dort Abteilungsleiter Fahrbetrieb.

Am 1. April 1961 nahm Norbert Piatkowiak bei Prof. Härtig am Institut für



Tagebaukunde als wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung seine Tätigkeit an der Bergakademie Freiberg auf, ab 1965 wurde er Oberassistent an diesem Institut. Seine Dissertation hatte „Rückarbeiten in Tagebauen“ zum Thema. 1964 promovierte

er zum Dr.-Ing. In dieser Zeit wurde Dr. Norbert Piatkowiak zum Lehrbeauftragten für Tagebaukunde ernannt, eine Funktion, die er auch am „Industrieinstitut“ wahrnahm.

Auf Basis seiner Habilitation „Zur Rationalisierung von kleinen Tagebauen“, die im Jahr 1981 abgeschlossen wurde, konnte Dr. Piatkowiak 1982 zum Ordentlichen Hochschuldozenten für das Lehrgebiet Abbau von Bau- und Silikatrohstoffen (Steine und Erden) berufen werden. Ab 1991 war Doz. Norbert Piatkowiak Prodekan des Fachbereichs Geotechnik und Bergbau an der Bergakademie Freiberg. 1993 wurde er zum außerplanmäßigen Professor für Bergbau auf Steine und Erden berufen.

Prof. Piatkowiak war wiederholt im Ausland tätig, so in Vietnam, Guinea-Bissau, der Mongolei und in Bolivien. Von 1991 bis 93 hielt er sich in Papua-Neuguinea auf, wo er sich fachlich mit Industriemineralien, Steine und Erden beschäftigte.

Ab 1995 bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1999 vertrat Professor Piatkowiak

den Lehrstuhl für Bergbau-Tagebau an der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der TU Bergakademie Freiberg. Professor Piatkowiak war Referent bei vier und Korreferent bei drei Dissertationen. Er veröffentlichte weit über

100 wissenschaftliche Artikel sowie sieben Bücher. Am 18. Januar 2025 verstarb Prof. Norbert Piatkowiak im Alter von 91 Jahren.

Prof. Piatkowiak war ein hochgeschätzter Vorgesetzter, väterlicher Freund und treuer

Bergkamerad. Sein aufrichtiger Führungsstil und seine freundliche Art haben stets für ein angenehmes Arbeitsklima gesorgt. Wir behalten ihn in würdiger und ehrender Erinnerung.

■ Wolfgang Gaßner

## Nachruf auf Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider

Mit Prof. Schneider ist am 15. März 2025 im Alter von 83 Jahren ein hochgeschätztes Mitglied des Vorstands im Förderverein VFF sowie ein weithin anerkannter Stifter und Honorarprofessor der TU Bergakademie Freiberg von uns gegangen.

In seiner fast 30-jährigen VFF-Mitgliedschaft, davon 25 Jahre im Vorstand, wirkte er als ein wahrer Freund und Förderer der TU Bergakademie Freiberg. Sein ausgesprochen engagiertes Wirken hat unsere Ressourcen-Universität nachhaltig geprägt. Er hat die Lehre und Forschung in den Ingenieur- und Werkstoffwissenschaften, insbesondere auf dem Gebiet der Gießereitechnik, großzügig unterstützt. Dank des „Prof. Eckart Flemming Preises“ hat er die praxisbezogene und interdisziplinäre wissenschaftliche Ausbildung und Forschung gefördert.

Seine enge Verbundenheit mit der Alma Mater Fribergensis drückte sich besonders durch Einrichtung des „Stiftungsfonds Ursula und Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider“ im Jahr 2007 aus. Vorrangiges Ziel des Fonds und der 2019 zusätzlich eingerichteten „Ursula und Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider Stiftung“ ist die Förderung von Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften



V. l. n. r.: Prof. Dr. Rudolf Kawalla, Prof. Dr. Georg Unland, Prof. Wolf-Dieter Schneider, Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbnacht und Jens Then bei der Überreichung der Stiftungsurkunde im Jahr 2019.

an der TU Bergakademie Freiberg. Gleichzeitig soll insbesondere die Ausbildung von Gießereistudenten an der Bergakademie vorangebracht werden. Den Stiftern war es zudem daran gelegen, den internationalen Austausch der Studenten zu unterstützen. Durch außerordentliches persönliches Engagement ist es gelungen, zahlreiche Projekte sowohl in der Lehre als auch im Bereich der Forschung zu realisieren.

Prof. Wolf-Dieter Schneider war auch als ehemaliges Vorstandsmitglied verschie-

dener metallurgischer Unternehmen sowie als Vorstandsvorsitzender der Deutschen Gießerei- und Industrie-Holding AG eine angesehene Persönlichkeit in der Wirtschaft.

Der Verein der Freunde und Förderer sowie die TU Bergakademie Freiberg werden Prof. Dr. Wolf-Dieter Schneider in dankbarer und ehrender Erinnerung behalten.

■ Hans-Jürgen Kretzschmar,  
Annett Wulkow Moreira da Silva

## In memoriam Dr. Herbert Pforr

Kurz nach seinem 94. Geburtstag starb am 22.07.2025 in Dresden Dr. Herbert Pforr. Damit endet ein reiches, erfülltes Leben.

Herbert Pforr wurde am 24. Juni 1931 in Sünna, einem kleinen Ort in der Vorderrhön, geboren. Von seinem Elternhaus kann man Unterbreizbach mit der bekannten Kaligrube, die die ganze Gegend prägt, sehen. So ist es nicht verwunderlich, dass der an Technik interessierte Jugendliche nach erfolgreichem Abitur in Vacha 1951 ein Bergbaustudium an der Bergakademie Freiberg begann und mit dem Diplom 1956 abschloss. In dieser Zeit fand er auch die Frau fürs Leben, er heiratete 1955 und

gründete mit seiner Frau Sigrid eine Familie, aus der drei Kinder hervorgingen. Prof. Gimm bot dem erfolgreichen Absolventen eine Assistentenstelle an; er wurde fortan dessen rechte Hand bei allen Fragen des Kalibergbaus. Sein Spezialgebiet waren die Gebirgsschläge und die Gesteinsmechanik. Als 1961 die Arbeitsstelle für Geomechanik der Deutschen Akademie der Wissenschaften gegründet und Prof. Gimm in Personalunion zu deren Leiter berufen wurde, wechselte Pforr als wissenschaftlicher Arbeitsleiter an diese neue Institution. Da sie in den Räumen der Bergakademie untergebracht war,

konnte er seine bisherigen Forschungsarbeiten ohne Unterbrechungen fortsetzen. Im Jahre 1964 promovierte er mit der Thematik „Untersuchungen zur Gebirgsschlaggefährlichkeit von Gesteinen des Kalibergbaus“ bei Prof. Gimm und dem Geophysiker Prof. Meißer. Für seine umfangreichen gesteinsmechanischen Forschungen erhielt er auf der Jahrestagung der Gesellschaft Deutscher Berg- und Hüttenleute im Juni 1965 in Berlin den Ledebur-Preis.

Prof. Gimm als Mitglied des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik, einem Gremium der führenden Gebirgs- und



Felsmechaniker aus aller Welt, ermöglichte Dr. Pforr die Teilnahme an der Jahrestagung als Gast zu ausgewählten Themen. Pforr wurde als Vertreter der DDR in die Arbeitsgruppe für Festigkeitsuntersuchungen gewählt. Die Früchte dieser internationalen Zusammenarbeit waren die von ihm als Freiburger Forschungsheft herausgebrachten IBG-Richtlinien. Die interessante Forschungsarbeit bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften endete 1966 mit der Angliederung der Forschungsstelle an die Bergakademie und den Veränderungen infolge der III. Hochschulreform. Prof. Gimm war für die Einrichtung der Fachrichtung Geotechnik verantwortlich, wobei er von den ehemaligen Mitarbeitern der Arbeitsstelle für Geomechanik, darunter Dr. Pforr, unterstützt wurde. Neue Lehrgebiete wurden etabliert, und die Forschungsschwerpunkte veränderten sich.

Dr. Pforr war forschungsseitig in Großversuche im Bergbau (Zinnerz Ehrenfriedersdorf, Altenberg) und im Felsbau (PSW Markersbach, Tsp. Bautzen) involviert; in der Lehre übernahm er die Vorlesung Baustoffe und weiterhin die Geosteinsmechanik. Bei den Studenten war er als Gruppenberater sehr beliebt; auch an der Ausarbeitung der Lehrbriefreihen von Prof. Gimm war er beteiligt. 1977 erwarb er die *facultas docendi*. Im gleichen Jahr starb sein Förderer Prof. Gimm, und durch den Leitungswechsel im Wissenschaftsbereich Geomechanik veränderte sich auch das Tätigkeitsfeld von Dr. Pforr.

Mit Neubesetzung der Leitung der Lehrgrube Alte Elisabeth 1981 ergab sich für ihn die Möglichkeit, seinen Interessen für die Bergbauhistorie auch beruflich nachzugehen, und damit begann seine zweite Schaffensperiode. Auf Vorschlag von Prof. Arnold wurde innerhalb der Montanwissenschaftlichen Gesellschaft der DDR ein Fachausschuss zur „Geschichte des Bergbaus der DDR“ gebildet, dessen Vorsitz Dr. Pforr bis zur Auflösung im Jahre 1990 innehatte. Dieser Ausschuss gab zahlreiche Anregungen für die Bewahrung historisch wichtiger Zeugen des Bergbaus und des bergmännischen Brauchtums.

Als wissenschaftlicher Leiter der Lehrgrube Alte Elisabeth kümmerte er sich zunächst um die denkmalgerechte Sanierung der übertägigen Anlagen (Betstube, Scheidebank, Bergschmiede). Insbesondere lag ihm die denkmalgerechte Restaurierung der Betstube mit dem historischen Orgelpositiv am Herzen. Sie wurde ab diesem

Zeitpunkt das ganze Jahr über für bergbaukulturelle aber auch musikalische Veranstaltungen genutzt.

Er setzte sich auch dafür ein, dass die Bergakademie den verwahrten Schacht Reiche Zeche übernahm und zu einem Lehr-, Forschungs- und Besucherbergwerk ausbaute.



In Folge wurde er Direktor des Sächsischen Lehr- und Besucherbergwerks „Himmelfahrt Fundgrube“ und leitete mit viel Engagement die übertägige und vor allem untertägige Sanierung (Verbindung zum Schacht Alte Elisabeth, Sicherung der Versuchsfelder, Aufwältigung historisch interessanter Grubenteile, Schaffung von Praktikums- und Forschungsorten). Nachzulesen ist das alles in der Ausgabe der ACAMONTA aus dem Jahre 1999.

Auch in der schwierigen Zeit der Wende konnte er die Himmelfahrtfundgrube als integralen Bestandteil der Bergakademie Freiberg bewahren. Sicher war es auch von Vorteil, dass zu dieser Zeit mit Prof. Horst Gerhardt ein Bergmann als Rektor an der Spitze der Hochschule stand. So konnte die Sanierung fortgeführt und auf die neu übernommenen übertägigen Gebäude ausgedehnt werden. Eine Betreibergesellschaft für den Besucherverkehr nahm ihre Arbeit auf. Die in den dreizehn Jahren seiner Leitung geschaffenen Sanierungsleistungen sind im Einzelnen in dem oben erwähnten Artikel aufgelistet.

Neben diesen umfangreichen Dienstaufgaben befasste sich Dr. Pforr kontinuierlich mit der Montanhistorie. Um das

reiche Erfahrungswissen im Freiburger Raum zu bündeln und zu bewahren organisierte er einen bergmännischen Stammtisch in der Stadtparkgaststätte, zu dem er die wichtigsten Wissensträger über den Freiburger Bergbau Dr. Wagenbreth, Dr. Douffet, Prof. Arnold, den Markscheider Jobst, den technischen Leiter im BHK Schubert und auch den ehemaligen Bibliothekar der Bergakademie Schellhas sowie einige jüngere Mitarbeiter der Bergakademie einlud. Das war der Beginn des Freundeskreises Bergbaugeschichte, den er über 40 Jahre lang am Leben hielt und mit großem Ideenreichtum leitete. Nachdem der Verein der Freunde und Förderer der TU Bergakademie sich neu gegründet hatte, wurde dieser zur Heimstatt für den Freudenkreis. Anlässlich des 20. Jahrestages im Jahre 2000 veröffentlichte Dr. Pforr in der ACAMONTA einen Bericht über das Wirken des Freundeskreises Bergbaugeschichte. Bei der Mettenschicht am 14.12.2023 musste er dann den Freundeskreis auflösen, da er keinen Nachfolger fand.

Bis ins hohe Alter beschäftigte sich Dr. Pforr aktiv mit Fragen der Bergbauhistorie. Zahlreiche Anregungen gab er für die Brauchtumspflege (Mettenschicht, Barbarafeier, Förderung der Freiburger Bergsänger), wies in vielen Veröffentlichungen auf die besonderen Leistungen Freiburger Bergleute hin und gab für Besucher Freibergs interessante, reich bebilderte Broschüren heraus. Die Universitätsbibliothek in Freiberg listet insgesamt 69 Veröffentlichungen auf; nicht mitgezählt sind die zahlreichen Zeitungsartikel und groß ist auch die Anzahl seiner Vorträge.

Kraft für diese enorme Leistung bezog er aus einem glücklichen Familienleben. Er feierte gern im Freundeskreis, mit der Familie und den Verwandten in der Rhön. Seine letzte Veröffentlichung galt der Geschichte seines Heimatortes Sünna, und so schloss sich ein Kreis.

Eine offizielle Würdigung der Verdienste von Dr. Pforr für die Bergbauhistorie von Freiberg ist ihm nicht vergönnt gewesen. Unterstützung für seine bergbauhistorischen Arbeiten bekam er aber von der Saxonia-Freiberg-Stiftung.

**Die Wegbegleiter und Freunde von Dr. Herbert Pforr werden seine Leistungen stets würdigen und in Ehren halten.**

■ Karl-Heinz Eulenberger, Götz P. Rosetz

## Johannes Hofmann verstorben

Am 2. März 2025 ist Johannes Hofmann, langjähriger Leiter des Universitätsarchivs, im Alter von 90 Jahren verstorben.

Johannes Hofmann wurde am 24.10.1934 in Freiberg als Sohn des Postangestellten Alfred Hofmann und dessen Frau Marie, geb. Schicketanz, geboren. Nach dem Abschluss der Grundschule 1949 und einer Lehre als Chemielaborant im VEB Zinnhütte Freiberg 1952 arbeitete er bis 1956 als Laborant am Institut für Aufbereitung der Bergakademie und wechselte dann im April 1956 in das neu erbaute Forschungsinstitut für Aufbereitung, an dem er als Vertreter des Laborleiters fungierte. Ab 1957 war Johannes Hofmann mit verschiedenen Arbeitsaufgaben – so als Chemotechniker, wissenschaftlicher Mitarbeiter und anderen Funktionen in Laboren des Geologischen Dienstes Freiberg bzw. Freital tätig.

Im März 1960 nahm Hans<sup>1</sup> Hofmann sein erstes Fernstudium an der Fachschule für Chemie Berlin, Außenstelle Freiberg, auf und schloss dieses drei Jahre darauf als Chemotechniker ab. Ein zweites Fernstudium absolvierte er ab 1967 an der Ingenieurschule für Chemie Magdeburg, Außenstelle Leipzig. Dieses konnte er im Juli 1971 als Ingenieurökonom beenden. Noch im gleichen Jahr nahm Hans Hofmann an der Bergakademie Freiberg, Sektion Betriebswirtschaft, ein weiteres Fernstudium auf, diesmal in der Fachrichtung Betriebswirtschaft/Ingenieur-Ökonomie, das er im März 1976 mit dem akademischen Grad eines Diplom-Ingenieurökonoms abschloss.

Am 1. März 1979 wurde Hans Hofmann zum Leiter des Hochschularchivs der Bergakademie (ab 1993 Universitätsarchiv) ernannt. In dieser Funktion wirkte er über 20 Jahre lang.

In Würdigung seiner „herausragende(n) Verdienste um die Technische Universität Bergakademie“ wurde Johannes Hofmann am 21. April 1999 vom Senat der TU Bergakademie Freiberg die Universitätsmedaille verliehen. Der damalige Rektor, Prof. Ernst Schlegel, betonte, dass sich unter Hofmanns Leitung „sowohl der Leistungsumfang als auch die Qualität der Leistungen des Universitätsarchivs deutlich verbessert“ hätten. Die Archivbestände „seien unter Herrn Hofmann systematisch erweitert und fachkundig für die wissenschaftliche Nutzung aufgearbeitet worden.“

Hans Hofmann hat als Leiter des Universitätsarchivs auch selbst wissenschaftlich gearbeitet. Aus seiner Feder stammen einige wichtige „Beiträge zur Geschichte der Bergakademie“, darunter Aufsätze zu Absolventen bzw. zum studentischen Leben an dieser traditionsreichen Einrichtung des Montanwesens, aber auch zu Persönlichkeiten der Bergakademie, wie etwa Abraham Gottlob Werner.

Johannes Hofmann war zweimal verheiratet; er hinterlässt aus beiden Ehen insgesamt sechs Kinder.

Am 31. Oktober 1999 ist Johannes Hofmann offiziell aus seiner Tätigkeit als Leiter des Universitätsarchivs ausgeschieden.

Seine früheren Berufs- und Arbeitskollegen werden ihn in dankbarer Erinnerung behalten.

■ Herbert Kaden<sup>2</sup>

<sup>1</sup> So nannte sich Johannes Hofmann stets selbst.

<sup>2</sup> Dr. Herbert E. Kaden, Nachfolger von Johannes Hofmann als Leiter des Universitätsarchivs zwischen April 2000 und November 2017.

## Nachruf auf Professor Rainer Wolf

Am 12. September 2025 ist in Dresden Herr Professor Dr. jur. habil Rainer Wolf im Alter von 75 Jahren verstorben.

Rainer Wolf wurde in Coburg geboren und ging dort zur Schule. 1969 begann er seine Studien der Rechtswissenschaften und der politischen Wissenschaft in Marburg und setzte diese ab 1971 an der Freien Universität Berlin fort. Die Politikwissenschaft schloss er 1974 mit dem Diplom ab, die Rechtswissenschaften mit dem Ersten Juristischen Staatsexamen 1975 und mit dem Assessorexamen 1978.

Von 1979 bis 1984 war Rainer Wolf wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Juristischen Fakultät der Universität Hannover, die ihn 1984 mit der Abhandlung „Der Stand der Technik – Geschichte, Strukturelemente und Funktion der Verrechtlichung technischer Risiken am Beispiel des Immissionsschutzes“ (Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Forschung, Band 75, Westdeutscher Verlag, Opladen,



1986) zum Dr. jur. promovierte. Anschließend war er ein Jahr lang Hochschulassistent an der Universität Hamburg, bevor er 1986 in das Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des

Landes Nordrhein-Westfalen wechselte. 1991 kehrte er aus der Praxis wieder an die Hochschule zurück und wurde Akademischer Direktor am Fachbereich Wirtschafts- und Rechtswissenschaften der Universität Oldenburg. Dort erfolgte 1997 auf der Grundlage seiner Schrift „Der ökologische Rechtsstaat“ auch seine Habilitation zum Dr. jur. habil. mit der Verleihung der Lehrbefugnis für das Fachgebiet Öffentliches Recht.

Im selben Jahr folgte Rainer Wolf dem Ruf auf die Gründungsprofessur für Öffentliches Recht an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der TU Bergakademie Freiberg, der er bis zum Eintritt in den Ruhestand im Jahre 2015 treu geblieben ist.

In Freiberg hatte Rainer Wolf einen maßgeblichen Anteil an der Etablierung des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Umweltrecht an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften im Jahre



1999, dessen stellvertretender Direktor er bis zu seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst blieb. 2008 engagierte er sich an der Gründung der ersten rechtswissenschaftlichen Studiengänge an der TU Bergakademie Freiberg, nämlich dem Masterstudiengang „Technikrecht“ und dem Bachelorstudiengang „Business and Law“, als dessen Studiendekan er über viele Jahre hinweg wirkte.

Professor Wolfs Forschungsinteresse in Freiberg erfasste die gesamte Bandbreite des Öffentlichen Rechts, vom Umwelt- über das Bau-, Technik-, Natur-, Ressourcen- bis hin zum Artenschutzrecht. Zu erwähnen sind vor allem seine umfassenden Beiträge zum Öffentlichen Baurecht, zur Bauleitplanung, zum Bauordnungsrecht und zum Denkmalrecht im Freiburger Handbuch zum Baurecht (hrsg. von Jacob, Ring und Wolf, 3. Aufl. Köln, 2008) – aber auch zur Ressourcennutzung und zum Ressourcenschutz in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (in Trierer Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts, 2008, S. 93 ff.). Seine wissenschaftlichen Interessen

erstreckten sich aber weit über das Öffentliche Recht hinaus. Davon zeugt exemplarisch sein Festschriftbeitrag „Vom Seeraub zum Seerecht – Annotierungen eines ‚Freizeit-Historikers‘ zur Werk- und Wirkgeschichte von Hugo Grotius“ (dem Begründer einer eigenständigen systematischen Völkerrechtswissenschaft im 17. Jahrhundert) in Waechter (Hrsg.), Grenzüberschreitende Diskurse, Festschrift für Treiber, Wiesbaden, 2010, S. 379 ff. oder „Rechtspolitische Implikationen der Entwicklung und der Herausforderungen des humanitären Völkerrechts“ in der Festschrift „Werbung und Recht“ (hrsg. von Klose, Löschnigg und Möller-Klapperich, Baden-Baden 2023, S. 421 ff.).

Lupus, wie ich ihn freundschaftlich zu nennen pflegte, lag – nomen est omen – selbstverständlich auch der „Wolf“ am Herzen. Hiervon zeugen eine Reihe von Veröffentlichungen, die sich mit den rechtlichen Implikationen der Zuwanderung von Wölfen in Mitteleuropa befassen, beispielsweise „Der Schutz des Wolfs im Lichte des europäischen Gemeinschaftsrechts“

(Natur und Recht 2014, 463) oder „Der Wolf als strenggeschützte Art und möglicher Gegenstand des Jagdrechts“ (Zeitschrift für Umweltrecht 2012, 331).

Der Schaffensdrang Rainer Wolfs reichte bis in die letzten Jahre seines Lebens hinein, gespeist durch sein nie nachlassendes, von klarem Sachverstand und Diskussionslust geprägtes immerwährendes Interesse an Jurisprudenz, Geschichte, Politik, Gesellschaft und Philosophie. Seine Belesenheit war beeindruckend.

Die TU Bergakademie Freiberg und deren Fakultät für Wirtschaftswissenschaften verlieren mit Rainer Wolf eine wichtige Stimme im Öffentlichen Recht, einen engagierten Forscher und akademischen Lehrer.

In Dankbarkeit blicken meine Frau und ich nicht nur auf einen anregenden fachlichen Austausch mit Rainer Wolf zurück, sondern auch auf vergnügliche gemeinsame und gesellige Stunden in Freiberg und Dresden.

■ Gerhard Ring

## Neuberufene Professorin und Professoren

**Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexandros Charitos**

zum Professor für Hochtemperaturprozesse in der Metallurgie an der Fakultät 5 zum 01.02.2025 (nach erfolgreichem Abschluss des Tenure-Track-Verfahrens)

**Herr Univ.-Prof. Dr. Michal Szucki**

zum Professor für Gusswerkstoffe und Gießverfahren an der Fakultät 5 zum 01.02.2025 (nach erfolgreichem Abschluss des Tenure-Track-Verfahrens)

**Herr Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Tappe**

zum Professor für Mineralische Lagerstätten und Petrologie an der Fakultät 3 zum 01.02.2025

**Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Weidner**

zum Professor für Automatisierte und Autonome Systeme an der Fakultät 4 zum 01.03.2025

**Frau Jun.-Prof. Dr.-Ing. Sindy Fuhrmann**

zur Professorin für Energie- und Rohstoffeffiziente Glastechnologie an der Fakultät 4 zum 01.07.2025 (zuvor bereits Jun.-Prof.)

**Herr Dr.-Ing. Ulf Kirsten**

zum Professor für Bohrtechnik und Bohrungskomplettierung an der Fakultät 3 zum 01.09.2025

**Herr Dr. Stefan Vögele**

zum Professor für Energieökonomik an der Fakultät 6 (Gemeinsame Berufung mit dem FZ Jülich) zum 01.10.2025

**Herr Dr.-Ing. Martin Kreßner**

zum Professor für Tagebau und Rekultivierung an der Fakultät 3 zum 01.11.2025

Zudem ist **Herr PD Dr. rer. nat. habil. Jörg Pfänder** mit Wirkung vom 01.01.2025 zum außerplanmäßigen Professor der Fakultät 3 bestellt worden.

Weiterhin wurde die Bestellung von **Herrn Prof. Dr. Felix Bilek** zum 01.04.2025 als Honorarprofessor für Stofftransport und Mehrphasenströmung im Vordergrund an der Fakultät 3 unbefristet verlängert.

## Wir trauern um unsere Vereinsmitglieder

† Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Helmut Kratzsch, Berlin  
04.09.1927 – 16.12.2024

† Prof. Dr.-Ing. Lutz Meyer, Voerde  
03.07.1936 – 30.12.2024

† Dr.-Ing. Joachim Schlegel, Hartmannsdorf  
07.05.1949 – 17.01.2025

† Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Piatkowiak, Großschirma  
17.06.1933 – 18.01.2025

† Dr.-Ing. Walter Hofmann, Freiberg  
23.08.1940 – 29.01.2025

† Brigitte Hegenberg, Freiberg  
07.06.1936 – 14.02.2025

† Dipl.-Ing. Johannes Hofmann, Freiberg  
24.10.1934 – 02.03.2025

† Prof. Dr.-Ing. Wolf-Dieter Schneider, Essen  
02.10.1942 – 15.03.2025

† Rolf Luszcz, Körbelitz  
22.11.1961 – 21.03.2025

† Prof. i. R. Johannes Köhler, Olbersdorf  
08.12.1925 – 22.03.2025

† Dipl.-Ing. Hans Redlich, Freiberg  
05.11.1936 – 30.04.2025

† Prof. Dr. Dr. h. c. Lothar Kolditz, Fürstenberg/Havel  
30.09.1929 – 07.05.2025

† Dr.-Ing. Gottfried Klepel, Markkleeberg  
13.07.1928 – 13.06.2025

† Dr.-Ing. Herbert Pforr, Freiberg  
24.06.1931 – 22.07.2025

## Geburtstage unserer Vereinsmitglieder

### 60. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Alm, Olaf, Kassel
- Prof. Dr. Cramer, Bernhard, Freiberg
- Dr. Funke, Claudia, Freiberg
- Frau Hoffmann, Heike, Freiberg
- Dipl.-Ing. Jochmann, Andreas, Senftenberg
- Dipl.-Ing. Köhler, Hartmut, Gerlingen
- Dipl.-Ing. Napierkowski, Nico, Nachrodt
- Dipl.-Ing. Nehr Korn, Dirk, Ferna
- Prof. Dr. Rafaja, David, Oederan
- Dipl.-Ing. Reinhart, Michael, München
- Dipl.-Ing. Sachse, Ulf, Oberasbach
- Dipl.-Ing. Schmidt, Thomas, Pirna
- Herr Werner, Siegfried, Kurort Seiffen

### 65. Geburtstag

- Prof. Dr. Amro, Mohammed, Freiberg
- Dipl.-Ing. Balke, Dietmar, Neuhausen/Spree
- Dr. Bräutigam, Bernd, Bobritzsch-Hilbersdorf
- Prof. Dr.-Ing. Dahlhaus, Frank, Freiberg
- Frau Grafe, Romy, Freiberg
- Frau Hellweg-Schlömann, Elke, Freiberg
- Dr. rer. nat. Hüttel, Regina, Oberschöna
- Herr Ickelsheimer, Henry, Reinsdorf
- Dipl.-Ing. Jonek, Rainer, Sommersdorf
- Prof. Dr. Konietzky, Heinz, Freiberg
- Dr.-Ing. habil. Lychatz, Bernd, Freiberg
- Prof. Dr. Nindel, Reinhardt, Chemnitz
- Frau Pirner, Roswitha, Burglengenfeld

- Dr. Richter, Thomas, Großschirma
- Dipl.-Ing. Rieper, Holger, Freiberg
- Univ.-Prof. Dr. Rogler, Silvia, Freiberg
- Prof. Dr. Schiermeyer, Ingo, Ilmenau
- Dipl.-Ing. Schulze, Dietmar, Freiberg
- Prof. Dr. Vogt, Carla, Freiberg

### 70. Geburtstag

- Prof. Dr. phil. habil. Albrecht, Helmuth, Freiberg
- Prof. Dr. Breitkreuz, Christoph, Berlin
- Frau Engel, Marianne, Starnberg
- Prof. Dr.-Ing. Eßlinger, Hans Michael, Freiberg
- Univ.-Prof. Jacob, Dieter, Berlin
- Dipl.-Ing. Jechel, Thomas, Waiblingen
- Dipl.-Ing. Lagerpusch, Karlheinz, Freiberg
- Dr.-Ing. Lippmann, Günter, Freiberg
- Dr.-Ing. Schmidt, Olaf, Radebeul
- Herr Schwinger, Andreas, Zug
- Dipl.-Ing. Stary, Matthias, Bautzen
- Dr. Strzodka, Michael, Cottbus
- Frau Unland, Renate, Freiberg
- Herr Voigt, Christof, Meißen
- Prof. Dr. Wegert, Elias, Chemnitz
- Dr.-Ing. Zeiß, Hartmuth, Senftenberg

### 75. Geburtstag

- Dipl.-Chem. Böhme, Rainer, Königsbrück
- Dipl.-Ing. Böhme, Barbara, Chemnitz
- Dipl.-Ing. Eckenigk, Heinz, Winsen/Aller

- Dipl.-Ing. Grabner, Hanjürgen, Rhade
- Prof. Dr. Groß, Ulrich, Oberschöna
- Dr. oec. Heuse, Hans-Joachim, Floh-Seligenthal
- Dipl.-Ing. Kronbügel, Jörg, Borsdorf
- Prof. Dr. Kuna, Meinhard, Oberschöna
- Dr.-Ing. Morgenstern, Rolf, Zwickau
- Prof. Dr. Otto, Matthias, Oberschöna
- Dr.-Ing. Schink, Dietrich, Weischlitz
- Dr.-Ing. Stöcker, Horst, Voerde
- Prof. Dr. Wagner, Steffen, Freiberg
- Dipl.-Ing. Weber, Horst, Freiberg
- Dr.-Ing. Wollenberg, Ralf, Brand-Erbisdorf

### 80. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Beutler, Dietmar, Heideblick
- Dipl.-Ing. Buschmann, Bernd, Döbeln
- MtA Fischer, Irmtraud, Dannenberg
- Prof. Dr. Gillo, Martin, Dresden
- Dipl.-Buchhandelswirtin Hackel, Barbara, Freiberg
- Dipl.-Ing. Hentze, Dieter, Leipzig
- Dr.-Ing. habil. Hunger, Hans-Jörg, Erfstadt
- Prof. Dr. Kohaupt, Ludwig, Berlin
- Dr. e. h. Middelschulte, Achim, Essen
- Dr. Richter, Klaus, Freiberg
- Dr.-Ing. Serrano, Carlos, POTOSI
- Dipl.-Ing. Vielmuth, Walter, Rückersdorf
- Dr. rer. nat. Voigt, Reinhard, Krefeld



### 81. 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, Drebber
- Dr. Höhne, Detlef, Freiberg
- 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

### 82. 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. 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

### 83. 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. 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. Lodl, Wilhelm, Freiberg
- Dr. Neuhofer, Richard, Petersberg
- Dipl.-Ing. Nitzsche, Wolfgang, Heidenau
- Herr Oehme, Rolf, Freiberg
- Dipl.-Ing. Otto, Gerhard, Bobritzsch-Hilbersdorf
- Prof. Dr. Schüler, Wolfgang, Chemnitz
- Frau Ulbricht, Trude, Freiberg
- Prof. Dr. Walter, Gerd, Dresden

### 84. Geburtstag

- Dr. Adam, Jochen, Dresden
- Dr. Dobry, Ulrich, Freiberg
- Dr. Dornburg, Dieter, Freiberg
- Dipl.-Geol. Dörfer, Hubertus, Freiberg
- Dipl.-Ing. Einkenkel, Peter, Leipzig
- Dipl.-Kfm. Finger, Bodo, Bochum
- Dipl.-Ing. Fischer, Karl-Heinz, Thoßfeld
- 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, Dietmar, Freiberg
- Dr. Zöllner, Wolfgang, Leipzig

### 85. 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. 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, Oranienburg
- Dr. Schüttöff, Michael, Dresden
- 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

### 86. Geburtstag

- Dr. Breiter, Bernhard, Erfurt
- Dipl.-Ing. Bretschneider, Conrad, Rudolstadt
- Prof. Dr. Henkel, Egon Hermann, Essen
- 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, Bal-lenstedt
- Dr. Schmid, Karl, Berlin
- 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

### 87. Geburtstag

- Dr. Bayer, Manfred, Oberschöna
- Dr. Bittner, Horst, Wilsdruff
- Dipl.-Ing. Bormann, Frank, Großpösna
- Prof. Dr. Born, Manfred, Freiberg
- Dipl.-Ing. Egemann, Heinz, Aschersleben
- 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

### 88. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Albrecht, Fritz, Leipzig
- Dr. Dombrowe, Helfried, Freiberg
- Prof. Dr. Döring, Karl, Eisenhüttenstadt
- 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, Hoyerswerda
- Prof. Dr. Seidelmann, Peter, Freiberg
- Dr. Wieschebrink, Günter, Leipzig

### 89. Geburtstag

- Dr. Altmann, Walter, Leipzig
- Prof. Dr. Fenk, Jürgen, Dresden
- Dipl.-Ing. Irmer, Dieter, Chemnitz
- Dr. Jagnow, Hans-Joachim, Dortmund
- BergAss. Kegel, Karl-Ernst, Köln
- Dr. h. c. Krüger, Erika, München
- Dr. Modde, Peter, Freiberg
- Prof. Dr. Oehlstötter, Gerhard, Magdeburg
- 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. Tröger, Hans-Jürgen, Chemnitz
- Prof. Dr. Wiehe, Jürgen, Freiberg

### 90. 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

### 91. Geburtstag

- Prof. Buhrig, Eberhard, Dresden
- Dr. Ebel, Klaus, Ingersleben
- Dipl.-Ing. Gottschalk, Jürgen, Hamburg
- 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
- Dipl.-Ing. Wiesenfeldt, Ludwig, Mülheim

### 92. Geburtstag

- Dr. Denecke, Albrecht, Buchholz
- Prof. Dr. Förster, Wolfgang, Halsbrücke
- Dr. Hahn, Manfred, Freiberg
- Dr. Harzt, Dietmar, Freiberg
- Dr. Krüger, Walter, Freiberg
- Dr. Rocktaeschel, Gottfried, Dresden
- Dr. Schmidt, Tankred, Hoyerswerda

### 93. Geburtstag

- Prof. Dr. Lehnert, Wolfgang, Freiberg
- Dr. Mitzinger, Wolfgang, Berlin
- Dipl.-Ing. Schölzel, Helmut, Muldestausee
- Dr. Strasse, Wolfgang, Berlin

### 94. Geburtstag

- Prof. Dr. Brand, Paul, Freiberg
- Dr. Göhler, Peter, Freiberg
- Prof. Dr. Marx, Claus, Owingen

### 95. Geburtstag

- Prof. Dr. Engshuber, Manfred, Ilmenau
- Prof. Dr. Heyne, Karl-Heinz, Leipzig
- Dipl.-Ing. Knickmeyer, Wilhelm, Essen
- Dipl.-Ing. Meinig, Klaus, Dresden
- Herr Mester, Egon, Buxtehude
- BergAss. Worringer, Dieter, Essen

### 97. Geburtstag

- Dipl.-Ing. Bannert, Horst, Neuhoof

Herzliche  
Glückwünsche  
und Glückauf  
allen Jubilaren!

## Autorenverzeichnis

- Max Albertus, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Helmuth Albrecht, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Freia Anders, Johannes Gutenberg Universität Mainz
- Prof. Dr. Christos G. Aneziris, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Arzu Arslan, TU Bergakademie Freiberg
- Katerina Barta, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Ammar A. Basmaji, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Andreas Benz, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Swanhild Bernstein, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Christiane Biermann, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Horst Biermann, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Klaus Bohmhammel, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Jan Bongaerts, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Constance Bornkamp, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Anja Buchwalder, Fachhochschule Nordwestschweiz
- Prof. Dr. Alexandros Charitos, TU Bergakademie Freiberg
- M. Sc. Aqeel A. Chaudhry, TU Bergakademie Freiberg
- M. Sc. Steffen Cramer, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Peter Czolbe, Freiberg
- Dr. André Dietrich, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Carsten Drebenstedt, TU Bergakademie Freiberg
- Jonas Eckhardt
- Martin Ennulat, Chemnitz
- Dr. Karl-Heinz Eulenberger, Freiberg
- Prof. Dr. Sindy Fuhrmann, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Claudia Funke, TU Bergakademie Freiberg
- Samuel Gadekah
- M. A. Christian Gardt, TU Bergakademie Freiberg
- Susanne Gasda, TU Bergakademie Freiberg
- Dipl.-Ing. Wolfgang Gaßner, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Martin Gräbner, TU Bergakademie Freiberg
- M. Sc. Juliane Grahl, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Jens Grigoleit, TU Bergakademie Freiberg
- Dr. Gerhard Haake
- Dr. Werner Hauenherm, Leipzig
- Dipl.-Ind. Arch. Peter Hauschild, Dresden
- Dipl.-Ing. Kathrin Häußler, TU Bergakademie Freiberg
- Dipl.-Ing. Christine Hecker, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Sabrina Hedrich, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Gerhard Heide, TU Bergakademie Freiberg
- Andreas Hiekel, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Ralf Hielscher, TU Bergakademie Freiberg
- Felix Hildebrandt, CAC ENGINEERING GmbH
- Dr. Conrad Hübler, TU Bergakademie Freiberg
- Prof. Dr. Gottfried Jäckel, Freiberg
- Dr. Mark Jacob, TU Bergakademie Freiberg
- Steffen Jankowski, Freie Presse Freiberg
- Dr. Eberhard Janneck, G.E.O.S. Ingenieur Gesellschaft mbh, Halsbrücke
- Prof. Dr. Sören Jensen, Universidad de Extremadura, Spanien
- Dr. André John, TU Bergakademie Freiberg



- 
- Dr. Herbert E. Kaden, Freiberg
  - Dipl.-Ing. Christoph Kaden, TU Bergakademie Freiberg
  - Dipl.-Ing. Patricia Kaiser, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Katayoun Karimi, TU Bergakademie Freiberg
  - Darlene Ann Kilian, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Reinhard Kleeberg, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Rostislav Knoplin, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Christian Köhler, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Heinz Konietzky, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Thomas Krampitz, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Katina Krell, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Hans-Jürgen Kretzschmar, VFF
  - Prof. Dr. Lutz Krüger, TU Bergakademie Freiberg
  - Malte Krüger, TU Bergakademie Freiberg
  - Dipl.-Bibl. (FH) Angela Kugler-Kießling, Kleinvoigtsberg
  - Romy Kühne, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Victoria Kühnemann, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Sven Kureti, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Mario Kuschel, CAC ENGINEERING GmbH
  - M. Sc. Ching Yin Kwok, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Dirk Labudde, Hochschule Mittweida
  - Dr. Toni Laurila Sensmet Oy, Finnland
  - Prof. Dr. Alexander Leischnig, TU Bergakademie Freiberg
  - Ass. Iur. Theresa Lemser, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Holger Lieberwirth, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Uwe Lohse, XERION BERLIN LABORATORIES® GmbH
  - Karin Löttsch, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr.-Ing. Piotr Malczyk, TU Bergakademie Freiberg
  - Mirko Martin, G.E.O.S. Ingenieur Gesellschaft mbh, Halsbrücke
  - Dipl.-Min. Andreas Massanek, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Jacqueline Mbonguach
  - Prof. Dr. Guido Meinhold, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Stephan Meschke, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Dirk C. Meyer, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Sarvenaz Mogdahhan, G.E.O.S. Ingenieur Gesellschaft mbh, Halsbrücke
  - M. Sc. Alexandra Morgenstern, TU Bergakademie Freiberg
  - Marlene Mühlbach
  - Dr. Stefanie Nagel, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Thomas Nagel, TU Bergakademie Freiberg
  - M.A. Julius Nordheim, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Stefan Nottelmann, TU Bergakademie Freiberg
  - Raymond Nuer
  - Dr. Michel Oelschlägel, TU Bergakademie Freiberg
  - Dennis Oßmann, TU Bergakademie Freiberg
  - Walter Pado
  - M. Sc. Malena Peuker, TU Bergakademie Freiberg
  - Anne Pfohl
  - Dr. Jana Pinka, G.E.O.S. Ingenieur Gesellschaft mbh, Halsbrücke
  - Dr. Norman Pohl, TU Bergakademie Freiberg
  - Katja Polanski, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Tim Pöschl, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Ullrich Prah, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. David Rafaja, TU Bergakademie Freiberg
  - Dipl.-Ing. Roy Rechenberg
  - M. Sc. Felix Reichel, TU Bergakademie Freiberg
  - Andrea Riedel, terra mineralia
  - Prof. Dr. Gerhard Ring, Bernau
  - Prof. Dr. Eva-Maria Roelevink, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Silke Röntzsch, TU Bergakademie Freiberg
  - Aappo Roos, Sensmet Oy, Finnland
  - Dipl.-Min. Götz P. Rosetz, Freiberg
  - M. Sc. Katharina Rosin, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Stephan A.H. Sander, TU Bergakademie Freiberg
  - Janus Schaarschmidt
  - Prof. Dr. Michael Schlömann, TU Bergakademie Freiberg
  - Dipl.-Ing. Thomas Schmalz, Studentenwerk Freiberg
  - Susanne Scholze, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Hans-Ferdinand Schramm, Sparkasse Mittelsachsen
  - Dr. Thomas Schumann, TU Bergakademie Freiberg
  - Tabea Schwowchow
  - Dr. Peter Seifert, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Julia Sishchuk, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Karina Sopp, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Julia Sorgatz, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Johannes Stephan, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Michael Stoll
  - Prof. Dr. Jutta Stumpf-Wollersheim, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Bernstein Swanhild, TU Bergakademie Freiberg
  - Beatrice Tauber
  - M. Sc. Valerij Teltevschij, CAC ENGINEERING GmbH
  - B. Sc. Lena Theis, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Ulrich Thiel, Bobritzsch-Hilbersdorf
  - M. Sc. Andre Uhlmann, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Madlen Ullmann, TU Bergakademie Freiberg
  - Liviu Valenas, Nürnberg
  - Prof. Dr. Carla Vogt, TU Bergakademie Freiberg
  - Dipl.-Archiv. (FH) Roland Volkmer, Freiberg
  - M. Sc. Jasmin Wagner, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Christian Wegerdt, Freiberg
  - Antje Wehmeyer, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Ellen Weißmantel, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Bastian Wiggershaus, TU Bergakademie Freiberg
  - M.Sc. Victor Wolf, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Kristina Wopat, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Rhena Wulf, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Annett Wulkow Moreira da Silva, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Erik Wünsche, TU Bergakademie Freiberg
  - M. Sc. Serhii Yaroshevskiy, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Thomas Zinke, TU Bergakademie Freiberg
  - Dr. Mareen Zöllner, TU Bergakademie Freiberg
  - Prof. Dr. Sebastian Zug, TU Bergakademie Freiberg
-



Peter Czolbe: Freiburger Obermarkt mit Petrikirche, Aquarell, 2012

*Mit diesem Aquarell unseres Mitglieds Dr. Peter Czolbe  
wünschen wir allen Vereinsmitgliedern,  
Leserinnen und Lesern unserer ACAMONTA  
eine besinnliche Weihnachtszeit und ein gesundes neues Jahr 2026!*









Herausgeber: Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e. V.,  
Rektorin 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/Sachsen 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, Dr. Steffen Krzack,  
Prof. Dr. Peter Seidelmann, Dipl.-Slaw. Birgit Seidel-Bachmann  
Rubriken-Titelbilder: Stiftung (S. 6): H. Meyer  
Forschung (S. 11): IMF, TU Bergakademie Freiberg  
Studium (S. 55): Melina Camilo, TU Bergakademie Freiberg  
Internationales (S. 71): Andreas Hiekel, TU Bergakademie Freiberg  
Universität (S. 87): Melina Camilo, TU Bergakademie Freiberg  
Vereinsleben (S. 131): Andreas Hiekel, TU Bergakademie Freiberg  
Historie (S. 149): TU Bergakademie Freiberg  
Personalia (S. 175): Andreas Hiekel, TU Bergakademie Freiberg

Gestaltung/Satz: Nadine Richter/avecfilm Film- und Medienproduktion  
Druck: printworld.com GmbH/Siebenlehn  
Auflage: 1.100

Die ACAMONTA 2025 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.

