

BGR Report

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE NOVEMBER 2020

Wo sich Deutschlands Erdoberfläche bewegt – jetzt online!



STRATEGIE BGR 2025+

Eine neue Strategie für drängende Herausforderungen, Seite 6

ENDLAGERUNG

Qualitätssicherung für die Endlagerforschung, Seite 32

INTERNATIONALE KOOPERATIONEN

60 Jahre Technische Zusammenarbeit mit Jordanien, Seite 34

Impressum

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2020)

Kontakt

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover
Telefon: +49 511 643 0
Telefax: +49 511 643 2304
E-Mail: info@bgr.de
www.bgr.bund.de

Redaktion

Sina Vollbrecht (verantw. für den Inhalt)
Andreas Beuge
Claudia Blume

Redaktionelle Mitarbeit

Sonja Göcke
Dr. Ralf Klingbeil
Bettina Landsmann
Dr. Rüdiger Lutz
Dr. Marc Filip Wiechmann

Texte

Dr. rer. nat. Tamara Worzewski

Gestaltung

René Winkler Grafik Design

Druck

Linden-Druck Verlagsgesellschaft mbH
Diese Ausgabe ist auf 100% Recyclingpapier gedruckt, das FSC-zertifiziert ist. Die Produktion erfolgte mit Strom aus erneuerbaren Energien, mit Farben aus nachwachsenden Rohstoffen sowie geruchsarmen Drucklack.

Bildquellen

Die Abbildungen und Fotos, zu denen keine anderen Quellen genannt sind, stammen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BGR.

Autorenfotos: BGR/BILDKRAFTWERK/Weiler, Ausnahmen: Fr. Rebscher, Hr. Günther, Hr. May (privat);
S. 1: Farknot_Architect iStock; S. 3: Stocktrek Images/Getty Images; S. 8, 2. Bild von oben: Zukunft ERDGAS iStock;
S. 20/21: LBEG, Dr. Stefan Frank; S. 23: Norsk Elektro Optikk (Norway); S. 24/25: ESA 2014;
S. 36 unten: Jozef August „Seppe“ Deckers; S. 42: Hoffotographen; S. 44, links: Heinke Träger; S. 45, rechts: IODP

Die vorliegende Broschüre wird kostenlos abgegeben und kann bei Bedarf angefordert werden bei: info@bgr.de

Erscheinungsmonat

November 2020

Der vorliegende BGR Report stellt Projekte und Arbeiten der BGR aus den Jahren 2018 bis 2020 vor.

ISSN 2364-7736

Der Planet Erde ist unsere
Lebensgrundlage,
seine Ressourcen sind begrenzt.

Deshalb setzt sich die BGR für die Sicherung unseres Lebensraumes
und die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ein.



Inhalt

- 5 Editorial
- 6 BGR 2025+ – Eine neue Strategie für drängende Herausforderungen

Projekte

Geo-Ressourcen

- 10 Neue Einblicke in Chinas Rohstoffwirtschaft
- 12 Unsere Böden: Eine Lebensgrundlage im Wandel

Geowissen

- 14 Nutzbare Informationen für Europa schaffen
- 16 Der Nervenstrang der Forschungs- und Beratungsleistung der BGR
- 17 Wasserstoffreaktionen im Hochdruckreaktor
- 18 Dem Nordsee-Methan auf der Spur
- 20 Die Gestalt der Moore: Im Fluge neu erfasst!
- 22 Drohnen im schwierigen Einsatz
- 24 Wo sich Deutschlands Erdoberfläche bewegt – jetzt online!

Endlagerung

- 28 Endlagersuche – lassen sich Prognosen zur vulkanischen Aktivität verbessern?
- 29 Die Numerik von Rissen im Gestein
- 30 Im Herzen des Berges forschen – Experimente unter Realbedingungen im Felslabor Mont Terri
- 32 Qualitätssicherung für die Endlagerforschung

Internationale Kooperationen

- 34 60 Jahre Technische Zusammenarbeit mit Jordanien
- 36 Bodeninformationen für Kameruns Raumplanung
- 38 Bangladesch: Wo Stadtentwickler gute Geoinformationen brauchen
- 40 Nachhaltige Alternativen zum illegalen Kleinbergbau



Perspektive

- 42 Vor welchen Herausforderungen steht die BGR? – Interview mit der Vorsitzenden des Kuratoriums, Prof. Dr. sc. Antje Schwalb

Karriere in der BGR

- 44 Forschung, Lehre und Geo-Management – Jochen Erbacher verbindet alles
- 46 Fachkompetenz von morgen – das Netzwerk des wissenschaftlichen Nachwuchses
- 47 Azubi und Azubine – die vielfältigen Ausbildungsmöglichkeiten in der BGR

Zahlen, Daten, Fakten

- 48 Die BGR
- 49 Beratung
- 50 Die Einsatzgebiete der BGR
- 52 Publikationen
- 53 Produktcenter
- 55 Organisationsplan der BGR



Prof. Dr. Ralph Watzel,
Präsident der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Liebe Leserinnen und Leser,

die BGR bietet mit der neuen Erweiterung ihres digitalen Informationsangebots, dem BodenBewegungsdienst Deutschland (BBD), einen wichtigen Service für die Allgemeinheit: Umfangreiche Satellitenmessungen werden nach aufwendiger Aufbereitung über eine benutzerfreundliche Web-Anwendung öffentlich zugänglich gemacht. Damit werden deutschlandweit die messbaren geogenen und anthropogenen Bewegungen der Erdoberfläche sichtbar gemacht. Ein nützlicher und hilfreicher Dienst angesichts der Bewegungsprozesse, die sich aus dem Untergrund an die Erdoberfläche durchpausen – mit unterschiedlichen Folgen wie Bodenhebungen und -senkungen oder Hangrutschungen. Der BBD ergänzt durch die Beobachtungen aus dem Weltall konventionelle, erdgestützte Monitoring-Techniken sinnvoll. Die Titelgeschichte dieses BGR-Reports „Wo sich Deutschlands Erdoberfläche bewegt – jetzt online!“ schildert, welche komplexe Technologie hinter dem BodenBewegungsdienst Deutschland steckt (Seite 24-27).

Seit 10 Jahren berät die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) als wichtiger Bestandteil der BGR die deutsche Wirtschaft in Fragen der Verfügbarkeit und nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen sowie zu aktuellen Marktentwicklungen. In einer Studie gab die DERA jüngst einen umfassenden Einblick in die Rohstoffwirtschaft Chinas, dem bedeutendsten Akteur auf den internationalen Rohstoffmärkten. Wie es gelang, einen Blick hinter die Kulissen des weltgrößten Produzenten und Verbrauchers von Rohstoffen zu werfen, erfahren Sie ab Seite 10.

Die BGR leistet auf dem Weg zu einem sicheren Endlager für die Verwahrung hochradioaktiver Abfälle wichtige Forschungsarbeiten. Das in der Gesellschaft so sensible Endlagerthema stellt besondere Anforderungen an die Aufgabe und erfordert ein hohes Maß an Transparenz und Qualitätssicherung. Lesen Sie ab Seite 32, auf welche Weise die BGR u. a. höchste Qualitätsstandards in der Forschung und eine langfristige Nachprüfbarkeit ihrer Ergebnisse sicherstellt.

60 Jahre – so lang wie noch keine andere deutsche Institution – engagiert sich die BGR im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit bereits in Jordanien. Während dieser Zeit haben sich die Aufgabenschwerpunkte deutlich verschoben. Heute unterstützt die BGR Jordanien, das zu den wasserärmsten Ländern der Erde gehört, beim Grundwassermanagement. Vor welchen Herausforderungen Jordanien dabei steht, zeigt der Beitrag ab Seite 34.

Wie sich die BGR insgesamt in den kommenden Jahren auf die drängenden Zukunftsaufgaben im Geosektor einstellt, haben wir in der neuen Handlungsstrategie „BGR 2025+“ umschrieben, die wir Ihnen ebenfalls in diesem Report vorstellen möchten (Seite 6-9).

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre!



Auftaktveranstaltung
zum Strategieprozess
am 19. Februar 2018.

EINE NEUE STRATEGIE FÜR DRÄNGENDE HERAUSFORDERUNGEN

Politik, Wirtschaft und Gesellschaft erwarten von der BGR als der zentralen Forschungs- und Beratungseinrichtung der Bundesregierung auf dem Gebiet der Geowissenschaften und Rohstoffe nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse, sondern auch konkrete Beiträge – etwa zur langfristigen Sicherung der Rohstoff- und Energieversorgung oder einem nachhaltigen Georessourcenmanagement. Um ihrem Auftrag im Licht nationaler und internationaler Herausforderungen noch besser gerecht zu werden, hat die BGR unter der Überschrift „BGR 2025+ - Strategie zum nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen der Erde“ ihre Handlungsfelder nachjustiert. Wesentliches Ziel der neuen thematischen Schwerpunktsetzung ist es, auch künftig die richtigen Antworten auf drängende Fragestellungen zu finden.

Zu den Entwicklungen, die auch unser Leben in Deutschland und Europa beeinflussen, gehören neben einer stetig wachsenden Weltbevölkerung und zunehmender Urbanisierung auch globalisierte Wirtschaftskreisläufe, verbunden mit einer teilweise sehr dynamischen Wirtschaftsentwicklung insbesondere in den Schwellenländern. Hinzu kommen die Auswirkungen des Klimawandels, der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien sowie das Thema Migration. Alle zusammen erhöhen die Nutzungskonkurrenz und den Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen der Erde.

Vor diesem Hintergrund hat sich die BGR in den beiden zurückliegenden Jahren intensiv mit der strategischen Ausrichtung ihrer Aufgabenstellung und Arbeit befasst, wobei auch die Empfehlungen der BGR-Evaluierung durch den Wissenschaftsrat im Jahr 2017 aufgegriffen wurden.

Die Strategie „BGR 2025+“ ist das Ergebnis einer breiten Diskussion innerhalb der BGR. Im Jahr 2018 hatte der BGR-Präsident den Beschäftigten erste strategische Überlegungen vorgestellt und sie anschließend unter Beteiligung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie des Kurato-

riums der BGR fortentwickelt. Ende 2019 war es dann soweit: Nachdem das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) seine Zustimmung erteilt hatte, trat die neue Strategie der BGR in Kraft und ist nun Grundlage der weiteren inhaltlichen Ausrichtung und Arbeitsplanung. Sie wird als „lebendes“ – also kontinuierlich weiter zu entwickelndes – Dokument verstanden und bildet den thematischen Handlungsrahmen für die wissenschaftlichen Arbeiten. Dies wurde vom BMWi durch eine daran orientierte Neufassung des Errichtungserlasses für die BGR unterstützt.

Ein wesentliches Ziel der BGR-Arbeiten ist die nachhaltige Sicherung der Lebensgrundlagen und des Wohlstands. Dabei stehen die Themen Wasser, Nahrung, Energie und Rohstoffe im Fokus. In diesen Themenfeldern gilt es geeignete Prognose- und Monitoring-Technologien zu entwickeln und damit belastbare Handlungsoptionen aufzuzeigen, mit denen Entscheidungsprozesse in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft unterstützt werden. Dies wird durch eine zielgerichtete Vernetzung mit anderen Institutionen unterstützt. Die BGR arbeitet beispielsweise mit den Staat-



BGR-Präsident Ralph Watzel bei der Präsentation der Zwischenergebnisse am 5. Juni 2018.



Kolleginnen und Kollegen in Diskussion zu den Themenfeldern bei der Auftaktveranstaltung am 19. Februar 2018.



Kolleginnen und Kollegen in Diskussion zu den Themenfeldern bei der Auftaktveranstaltung am 19. Februar 2018.



Exemplare der Strategie BGR 2025+ bei der Abschlusspräsentation am 7. Oktober 2019.



Diskussionsergebnis am 19. Februar 2018.

lichen Geologischen Diensten der Bundesländer und der EU-Mitgliedstaaten sowie zahlreichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf nationaler und internationaler Ebene zusammen.

Wesentliche Grundlage der Arbeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der BGR ist die Erhebung und Analyse von Daten. Zu einem erheblichen Teil kommen hierbei selbst erarbeitete Analyse- oder Erhebungsmethoden zum Einsatz. Auf diese Weise erschließt die BGR die physikalischen und chemischen Eigenschaften des geologischen Untergrunds – auch unterhalb der Meere – und die dort ablaufenden Prozesse. Dieses Wissen verwendet sie zur Einordnung unterschiedlicher Nutzungsoptionen bzw. zur Identifikation von Möglichkeiten zur Minderung oder Vermeidung von Georisiken. Unübersehbar ist die Notwendigkeit, adäquate Technologien zum Erstellen möglichst zuverlässiger Prognosen und Wirkungsbewertungen menschlicher Eingriffe in den Untergrund zu entwickeln. Spezielle Monitoring-Technologien ermöglichen es zusätzlich, Prognosen zu überprüfen und – sofern erforderlich – neue Handlungsoptionen zu entwickeln.

Durch die globalen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben Fragen nach den Folgen der menschlichen Einflussnahme auf die Geo-Ressourcen sowie die Notwendigkeit eines nachhaltigen Ressourcenmanagements einen zentralen Stellenwert erhalten. Der global wachsende Wohlstand führt einerseits zu einer Ausweitung der Nachfrage nach „klassischen“ und neuen Rohstoffen – insbesondere für die Versorgung mit Energie inklusive notwendiger Speichermedien und digitaler Technologie. Darüber hinaus rückt in Deutschland und zahlreichen anderen Teilen der Welt die Nachsorge von Bergbauflächen in den Fokus. Ziel der künftigen BGR-Arbeiten ist es, die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit und Beratungskompetenz auf die maßgeblichen Elemente der nachhaltigen Nutzung von Geo-Ressourcen zu fokussieren und durch eine fachliche Vernetzung der dabei berührten Themenfelder Mehrwert zu schöpfen.

Leitmotive der Arbeit der BGR sind daher Nachhaltigkeit, Verantwortlichkeit und Sicherheit. In ihren Projekten nimmt die BGR soweit als möglich eine ganzheitliche Perspektive ein. Neben der nationalen Gesetzgebung und Strategien der Bundesregierung akzentuieren auch einschlägige Programme internationaler Organisationen, wie UN und World Economic Forum, die Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcennutzung. Sie sind Mandat und Verpflichtung für die BGR, die im Bereich Geo-Ressourcen zu den Schlüsselakteuren gehört. ■

THEMATISCHE SCHWERPUNKTE DER STRATEGIE „BGR 2025+“



Mineralische Rohstoffe:

- Ausbau des globalen Rohstoff-Monitorings und der Lagerstättenforschung auch durch Kooperationen
- Verbesserung der Datenbasis bei heimischen Rohstoffen
- Unterstützung im Bereich der verantwortungsvollen Rohstoffgewinnung durch Beiträge zur Sorgfaltspflicht und Kontrolle in Lieferketten sowie zur guten Bergbaupraxis und Rohstoffeffizienz
- Gezielte Exploration mariner mineralischer Rohstoffe, flankiert durch Beiträge zu Umweltauswirkungen eines möglichen Tiefseebergbaus



Energierohstoffe:

- Bewertung von globalen Potenzialen zur Versorgungssicherheit
- Untersuchungen zu Umweltauswirkungen bei der Gewinnung von Energierohstoffen



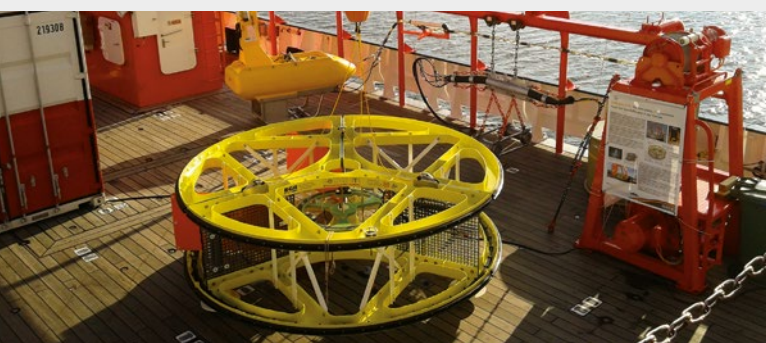
Grundwasser:

- Erhebung von Flächen- und Rauminformationen als Planungsgrundlagen
- Bewertung von Grundwasserpotenzialen weltweit
- Weiterentwicklung von Instrumenten zur Vorhersage der Entwicklung von Grundwasserdurchflüssen
- Strategien zur Grundwassernutzung in ariden Gebieten und Küstenzonen
- Nachhaltige Gestaltung von Bergbaufolgen



Boden:

- Erhebung von Flächen- und Rauminformationen als Planungsgrundlagen
- Untersuchungen zu Stoffbestandteilen und Prozessen in Böden
- Bewertung der Bodenfunktion für Ernährungssicherheit und Ressourcenschutz
- Nachhaltige Gestaltung von Bergbaufolgen



Endlagerung radioaktiver Abfälle:

- Charakterisierung von Wirtsgesteinen und geotechnischen Barrieren
- Beratung des Vorhabenträgers BGE bei der Umsetzung des Standortauswahlverfahrens für ein künftiges Endlager
- Entwicklung eines „Safety Case“ zur Langzeitsicherheit
- Unterstützung bei der Erkundung der derzeitigen Standorte Morsleben, Konrad und Schachtanlage Asse II

Nutzung des tieferen Untergrundes:

- Ermittlung von Potenzialen zur Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen
- Bewertung der Speicherpotenziale für Kohlendioxid
- Methodenentwicklung zur verstärkten Nutzung von Erdwärme

Kernwaffenteststopp und Geogefahren:

- Schaffung von Synergien als Nationales Datenzentrum für die Verifikation des Kernwaffenteststopps und Erdbebendienst des Bundes
- Strategien zur Erhöhung der Resilienz von Lebens- und Wirtschaftsräumen gegenüber Naturgefahren
- Weiterentwicklung des BodenBewegungsdienstes Deutschland und Mitgestaltung des Europäischen BodenBewegungsdienstes

Internationale geowissenschaftliche Zusammenarbeit:

- Stärkere Beteiligung an internationalen Kooperationen und Programmen
- Weiterentwicklung der Beratungskompetenz in der Entwicklungszusammenarbeit
- Fortsetzung der geologischen Forschung in der Antarktis (im Rahmen des Antarktisvertragssystems) und der Arktis (u. a. zum dortigen Rohstoffpotenzial einschließlich der Umweltbegleitforschung)

Fachliche Querschnittsaufgaben:

- Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Infrastruktur
- Einsatz und Weiterentwicklung von skalen- und themenübergreifenden Methoden
- Verstärkte Nutzung und Entwicklung von Potenzialen des maschinellen Lernens und der Künstlichen Intelligenz
- Ausbau der Geodateninfrastruktur

Die vollständige Strategie:

www.bgr.bund.de/bgr2025



NEUE EINBLICKE IN CHINAS ROHSTOFFWIRTSCHAFT

Interview mit Dr. Yun Schüler-Zhou von der Deutschen Rohstoffagentur, die hinter die Kulissen des weltgrößten Verbrauchers und Produzenten von Rohstoffen blickt.

China richtet sein Wirtschaftsmodell zunehmend zugunsten eines nachhaltigen Wachstums aus und ändert dadurch die Rahmenbedingungen für die Entwicklung seines Rohstoffsektors. Wie sich die rohstoffpolitischen Maßnahmen auf die globalen Rohstoffmärkte auswirken, war bislang kaum einzuschätzen. Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der BGR, die das rohstoffwirtschaftliche Kompetenzzentrum und die zentrale Informations- und Beratungsplattform für die deutsche Wirtschaft darstellt, hat sich daher mit der komplexen Analyse der Gesamtsituation auseinandergesetzt. Im September erschien ihre Überblicksstudie mit einem einzigartig umfassenden Einblick in die Strukturen von Chinas Rohstoffwirtschaft.

Frau Dr. Schüler-Zhou, wie kam es überhaupt zu dieser Studie und worum geht es?

Das Interesse kommt von vielen Seiten, denn China ist für viele schwierig zu verstehen: Der Marktmechanismus funktioniert anders als hierzulande, und die Wirtschaft befindet sich weiterhin in einem Transformationsprozess. Das bedeutet, dass sich die politischen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen ständig ändern. Daher soll die Überblicksstudie helfen, einen Einblick in das Wirtschaftssystem und dessen Zusammenhang mit der Rohstoffwirtschaft in China zu verschaffen. Sie beleuchtet, wie sich der Paradigmenwechsel in Chinas Wirtschafts- und Industriepolitik auf den Rohstoffverbrauch und die -produktion der Nichteisen-Metalle im Land auswirkt. Diese Konsequenzen beeinflussen unmittelbar die globalen Rohstoffmärkte, denn China ist seit 2002 der größte Rohstoffverbraucher und aktuell mit Abstand der größte Raffinadeproduzent – es verantwortet die Hälfte der weltweiten Produktion.

In Ihrem über 100 Seiten langen DERA-Dokument, das in Zusammenarbeit mit der deutschen Auslandshandels-

kammer in Peking entstand, befinden sich etliche Diagramme, Tabellen und detaillierte Erklärungen zu den rohstoffwirtschaftlichen Gesamtstrukturen in China. Was war bei dieser umfassenden Erörterung denn die eigentliche Herausforderung?

Speziell zur Rohstoffwirtschaft Chinas gibt es leider nur wenige wissenschaftlichen Untersuchungen – es ist eine sensible Branche, über die bislang kaum umfassend geforscht wurde. D. h. man muss selbst sehr viele Originaldokumente auf Chinesisch lesen und mit vielen Leuten vor Ort sprechen, um überhaupt einen Einblick zu bekommen, wie die rohstoffwirtschaftliche Gesamtstruktur in China aussieht.

Spätestens seit dem Führungswechsel 2013 fokussiert China seine Wirtschaft verstärkt auf Nachhaltigkeit – sehen Sie seither konkrete Auswirkungen auf das Angebot von Rohstoffen?

Die starke Fokussierung auf Nachhaltigkeit in der chinesischen Metallindustrie hat in der Vergangenheit häufig zu kurzfristigen Einschränkungen der Bergwerks- und Raffi-



Das Kupferbergwerk Lala des Bergbaukonzerns Chinalco in der chinesischen Provinz Sichuan.

nadeproduktion und somit zur Preisvolatilität auf dem Rohstoffmarkt geführt. Sie verändert aber auch die Branchenstruktur nachhaltig. Die erhöhten Umweltauflagen bedeuten höhere Produktionskosten. Auch beobachten wir, dass die Raffinadeproduktion der Nichteisen-Metalle (ausgenommen von einigen Hightech-Metallen) seit 2013 insgesamt deutlich langsamer wächst. Zwischen 2006 und 2010 lag die durchschnittliche Wachstumsrate jährlich bei knapp 14 %, seit 2016 sank sie jedoch auf unter 5 %. Investitionen in Rohstoffexploration und -gewinnung gehen ab dem Jahr 2013 insgesamt zurück.

Und wie hat sich die Nachfrage geändert?

Die wirtschaftliche Neuausrichtung führt zu einer differenzierten Entwicklung des Rohstoffbedarfs: Seit Jahren nimmt die Wachstumsdynamik in China ab. So wächst der Bedarf nach Basismetallen deutlich langsamer als in der Vergangenheit, während die Hightech-Metalle wie Lithium, Kobalt und Magnesium stärker nachgefragt werden. Der Raffinadeverbrauch von Nichteisen-Metallen insgesamt (Hightech-Metalle ausgenommen) wächst auch deutlich langsamer: von

15,5 % zwischen 2006 und 2010 auf voraussichtlich nur 4,1 % zwischen 2016 und 2020. Auf dem globalen Markt konkurriert China zunehmend mit der EU und den USA um den Zugang zu Rohstoffen für die Zukunftstechnologien.

Welche Strategie verfolgt China, um seine steigende Nachfrage nach begehrten Metallen zu decken und wie reformiert es seine Rohstoffwirtschaft?

Um die Rohstoffversorgung für die nachgelagerten Fertigungsindustrien sicherzustellen, verfolgt China eine sogenannte Zwei-Säulen-Rohstoffpolitik. Chinesische Unternehmen investieren einerseits zunehmend im Ausland, andererseits wird an der heimischen Rohstoffproduktion festgehalten. Damit ist das Land in der Lage, komplette Wertschöpfungsketten zu beherrschen. Darüber hinaus modernisiert und konsolidiert sich im Inland die gesamte Rohstoffbranche. Wir beobachten außerdem Reformmaßnahmen wie den Abbau von Überkapazitäten, verstärkte Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie die Anhebung von Umwelt- und Sozialstandards.

Was bedeutet die neu ausgerichtete chinesische Wirtschaftspolitik für die deutsche Industrie?

Chancen und Risiken zugleich. Die technologische Modernisierung der Bergbau- und Rohstoffverarbeitungsindustrie sowie die Umweltoffensive öffnen deutschen Maschinenbauern und Anbietern von Umwelttechnologien neue Absatzmöglichkeiten. Andererseits beabsichtigt China, strategisch wichtige Rohstoffe verstärkt für die eigene industrielle Fertigung einzusetzen und höherwertige Produkte herzustellen. Das kann die Versorgung der deutschen Industrien beeinträchtigen und zu einem intensiveren Wettbewerb führen. Eine stärkere Zusammenarbeit zwischen Deutschland und China ist unabdingbar – insbesondere bei den Nachhaltigkeitsthemen. ■



Dr. Yun Schüler-Zhou
B1.1 Deutsche Rohstoffagentur, DERA

✉ Yun.Schueler-Zhou@bgr.de

UNSERE BÖDEN: EINE LEBENSGRUNDLAGE IM WANDEL

Was halten Deutschlands Böden aus? Die BGR analysiert ihren Humusspeicher und zukünftige Auswirkungen des Klimawandels auf die langfristige Nutzbarkeit von Böden.

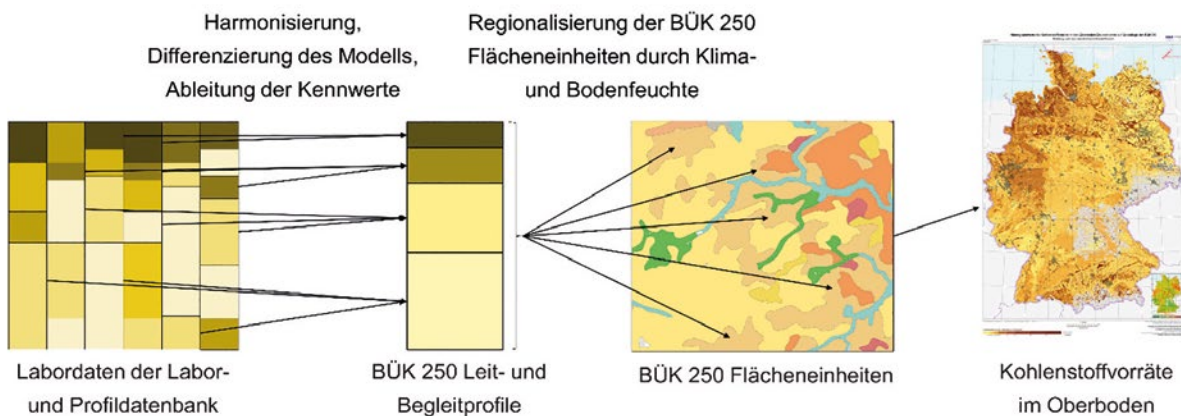
Böden sind wahrlich Wunderwerke: Sie sind Grundlage unserer Nahrungsmittelproduktion und sie dienen Tieren und Pflanzen als Lebensraum. Böden speichern Wasser, filtern Schadstoffe und speichern sogar mehr Kohlenstoff in ihrer organischen Substanz als die gesamte oberirdische Vegetation zusammen. Böden sind somit Kohlenstoffsinken, aber sie können beim Austrocknen auch Kohlenstoff freilassen und zur Kohlenstoffquelle werden – und damit sind sie klimarelevant.

Wie genau Böden funktionieren, etwa wie sie Nährstoffe oder Wasser speichern und filtern, ist eine komplexe Angelegenheit. Schlüsselparameter zum Verständnis bilden die Bodenfeuchte und der Kohlenstoffgehalt, die wiederum von anderen Parametern wie beispielsweise Niederschlag, Wasserbilanz der Böden oder Bodenart abhängen. Diese Schlüsselparameter sind u. a. für die Landwirtschaftsplanung unabdingbar, werden aber nicht nur durch den Menschen in seiner Landnutzung, sondern auch durch den Klimawandel langfristig verändert.

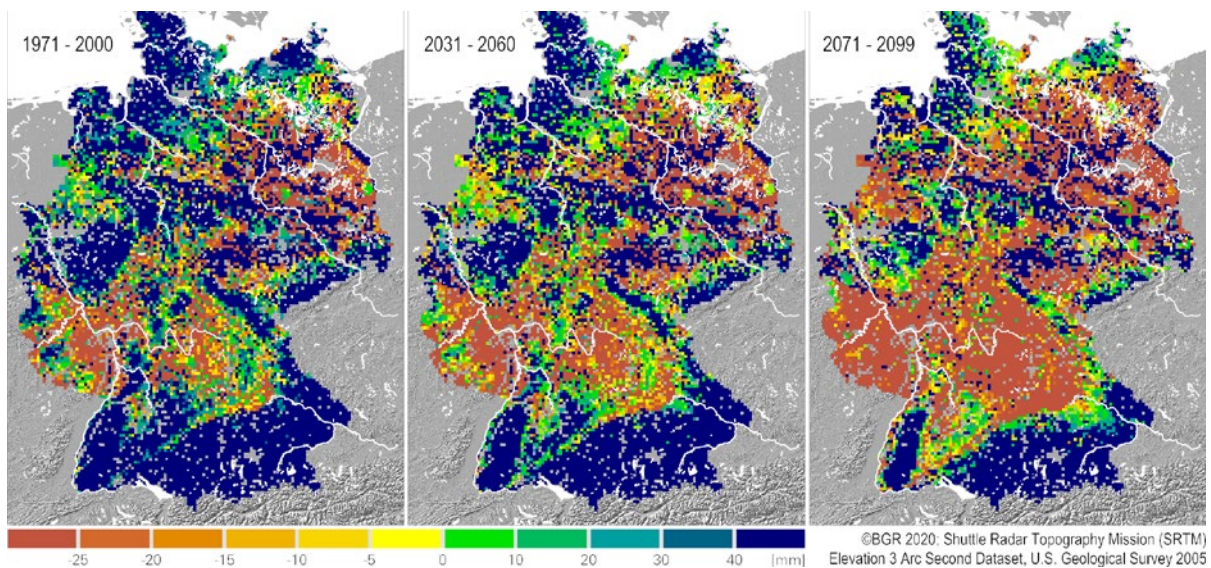
„Der Klimawandel stellt uns vor zusätzliche Herausforderungen, für die Anpassungsstrategien entwickelt werden müssen“, sagt Dr. Andreas Möller, dessen Forschungsschwerpunkt die organische Bodensubstanz als Schlüsselgröße für Bodenfunktionen wie Bodenfruchtbarkeit, Kohlenstoff-

speicher und Lebensraum ist. „Dazu müssen die komplexen Zusammenhänge im Boden entschlüsselt und als Datengrundlage für die Beratung von Politik und Gesellschaft bereitgestellt werden.“ Seit vielen Jahren untersucht der Boden-Experte die Zusammenhänge zwischen Umwelteinflüssen und der organischen Bodensubstanz – sprich: Humus. Dieser ist ein Garant für einen gesunden Boden. Humus ist Nährstoffdepot, Wasserspeicher, Nahrung für Kleinstlebewesen und lockert den Boden, wodurch dieser Regen besser aufnehmen und atmen kann. In enger Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten (SGD) der Bundesländer entwickelt Möller nun auf Basis von 106.000 Bodenproben aus Labor- und Profildaten ein detailliertes Bodenkohlenstoffmodell für ganz Deutschland.

Die aufwendige Datenaufbereitung erfolgt in mehreren Schritten: Zuerst müssen die punktuellen Daten aller SGD harmonisiert und qualitativ aufgearbeitet werden. Dann ordnet Möller die harmonisierten Punktmessungen nach strengen Kriterien den für die Flächeneinheiten repräsentativen Profilen und damit den Flächen einer „Bodenübersichtskarte“ (BÜK250) zu – einer Expertenkarte aus bodenkundlichen Kartierungen einzelner SGD (siehe Abbildung unten). Die so entstandene Übersichtskarte zeigt die Verteilung der organischen Kohlenstoffvorräte (ein Maß für Humus) in ganz Deutschland, und zwar als Mittel der letzten Jahrzehnte.



Schema der Methode zur Ableitung der organischen Kohlenstoffvorräte, ein Maß für Humus.



Mit Klimaprojektionsdaten berechnete Wasserbilanz der Böden im Sommer. Ohnehin schon trockene Böden (rote Flächen) werden in Zukunft voraussichtlich noch ausgedehnter und trockener sein.

„Es ist wichtig, Böden als unsere Lebensgrundlage zu schützen, damit auch zukünftige Generationen noch von diesem kostbaren Gut profitieren können.“

Dr. Andreas Möller

In die Zukunft hingegen blickt Sina Schulz. Die Geologin und Bodenkundlerin erarbeitet Verfahren, um die Vulnerabilität der Bodenfunktionen durch den Klimawandel zu erfassen. „Die zu erwartenden klimatischen Veränderungen beeinflussen auch die langfristige Nutzbarkeit von Böden“, erläutert die Wissenschaftlerin aus der Berliner Außenstelle der BGR. „Das betrifft sowohl die Anbaumöglichkeiten als auch die Erträge in der Land- und Forstwirtschaft.“

Schulz erstellt für das ganze Bundesgebiet Karten über die Verbreitung der Böden sowie deren Eigenschaften und kombiniert diese mit ausgewählten Klimaszenarien-Daten des Deutschen Wetterdienstes. Mit den prognostizierten Temperatur-, Niederschlags-, Windgeschwindigkeits- und Verdunstungsdaten berechnet sie die Reaktion der Böden auf veränderte Umweltbedingungen. Ihre Auswertungskarten zeigen wichtige Kennwerte für die Leistungsfähigkeit und Gefährdung der Böden: die effektive Wasserbilanz im Sommer (siehe Abbildung oben), die potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wasser und die jährliche Sickerwasserrate.

Solche Kennwerte dienen der Politik, Landwirtschaft und Industrie als Entscheidungsgrundlage in vielen Fragestellungen, darunter zum Bodenschutz. So beschreibt die Sickerwasserrate etwa, wieviel Wasser in den Boden versickert und den Wurzelraum verlässt, was ein quantitatives Maß für die Grundwasserneubildung ist. Darüber hinaus lassen sich qualitative Aussagen über die Stoffbelastung ableiten, denn je nach Beschaffenheit des Bodens und je länger sich Wasser im Boden aufhalten kann, desto besser erfüllt ein Boden seine Filterfunktion.

Bodenschutz ist somit eine Zukunftsinvestition, wie Möller resümiert: „Es ist wichtig, Böden als unsere Lebensgrundlage zu schützen, damit auch zukünftige Generationen noch von diesem kostbaren Gut profitieren können.“ ■



Sina Schulz
B2.2 Informationsgrundlagen
Grundwasser und Boden

✉ Sina.Schulz@bgr.de



Dr. Andreas Möller
B2.4 Boden als Ressource –
Stoffeigenschaften und Dynamik

✉ Andreas.Moeller@bgr.de

NUTZBARE INFORMATIONEN FÜR EUROPA SCHAFFEN

Welche eigenen Ressourcen haben Europa und die EU eigentlich? Um potentielle Rohstoffquellen zu identifizieren, fördert die EU-Kommission das „GeoERA“-Verbundvorhaben und erkundet Europas Geopotenziale. Die BGR wirkt in diesem bisher größten Zusammenschluss von Europäischen Geologischen Diensten mit. Im Interview erläutert Jörg-Uwe Damm die Hintergründe. Seit 2015 koordiniert er die Beteiligung der BGR im Verbundvorhaben.

Herr Damm, ein bekannter Spruch besagt „Geologie macht nicht an politischen Grenzen halt“, aber das erscheint oft anders, wenn man sich verschiedene Karten ansieht, oder?

Vergleicht man etwa Geoinformationen zweier Nachbarländer miteinander, stolpert man in der Tat häufig an der Grenze über große Unstimmigkeiten, die u. a. eine grenzübergreifend konsistente Bewertung von Geopotenzialen erschweren. Das liegt in der Regel an der Inkompatibilität der Daten in Deutschland zwischen Bundesländern bzw. in Europa zwischen den Mitgliedsstaaten: Die Geodaten sind nicht „harmonisiert“.

Warum lagen bislang keine „harmonisierten“ Daten vor und warum soll sich das jetzt ändern?

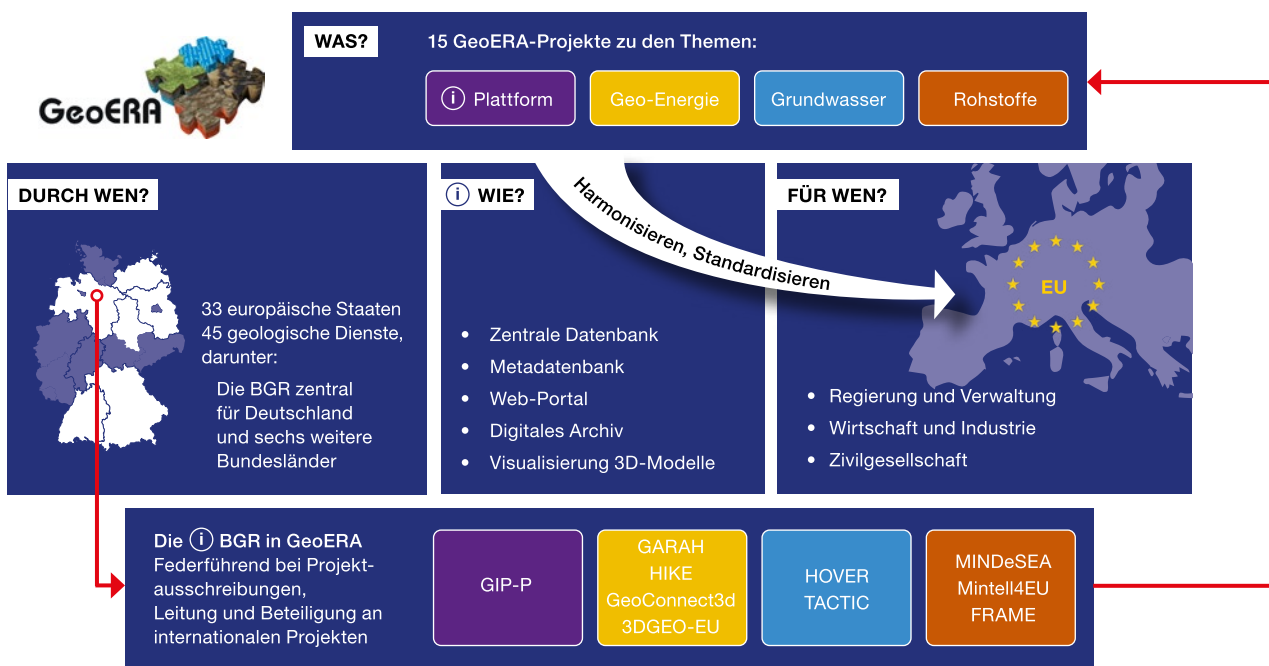
Die Datenstrukturen sind heterogen und historisch ge-

wachsen. Datenharmonisierung und -standardisierung sind Herausforderung der Stunde. Doch jetzt vereint die EU-Nationen ein gemeinsames, starkes Interesse: Zur Herstellung von Versorgungssicherheit sollen eigene Ressourcen in Europa ausfindig gemacht werden. Dazu gehört auch ein länderübergreifender Umweltschutz und die Gewährleistung der Versorgung mit sauberem Trinkwasser.

Innerhalb einer fünfjährigen EU-Fördermaßnahme schlossen sich 2017 insgesamt 45 geologische Dienste aus 33 Nationen zu dem Netzwerk „GeoERA“ zusammen. Was tun sie?

Gemeinsam führen die geologischen Dienste derzeit 15 Projekte im Rahmen der vier Themenbereiche Geo-Energie, Grundwasser, Rohstoffe und Informationsplattform durch, um neue und harmonisierte Informationsangebote

Die Rolle der BGR in GeoERA





Auf der Suche nach Rohstoffquellen: Bergbau-Halden können wertvolle Rohstoffe enthalten.

über die Landesgrenzen hinweg bereitzustellen. Dass sich geologische Dienste in so großer Zahl zu gemeinsamen Aktionen zusammenschließen, hat es bislang noch nicht gegeben.

Sie koordinieren den BGR-Anteil am GeoERA-Vorhaben. Welche Rolle spielt die BGR dabei?

Die BGR arbeitet aktuell auf verschiedenen Ebenen mit den internationalen und nationalen Partnern im GeoERA zusammen. So leitet sie z. B. das „3DGEO-EU“-Projekt, das u. a. dem Aufbau einer einheitlichen und standardisierten Informationsplattform dient. Hier testet und verbessert die BGR Harmonisierungsmethoden für 3D-Geomodelle des Untergrundes, sowohl zusammen mit Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer in Deutschland als auch mit denen seiner europäischen Nachbarländer. Das Ziel ist es, die länderübergreifende Geologie korrekt visualisieren und interpretieren zu können.

Was genau macht die BGR zum Thema Informationsplattform?

Da beteiligt sie sich u. a. am sogenannten GIP-P-Projekt. Hier wird eine technische Infrastruktur zur Speicherung von Projektdaten erarbeitet, damit die Nachnutzung der Daten auch für einen breiteren Anwenderkreis möglich wird: für Wirtschaft, Forschung, Administration oder interessierte Bürger (siehe auch „Der Nervenstrang der Forschungs- und Beratungsleistung der BGR“).

Und was tut die BGR in den anderen Themenbereichen Grundwasser und Rohstoffe?

Auch da wirkt die BGR aktiv und koordinierend an diversen internationalen Forschungsprojekten mit. Geodaten werden erhoben bzw. vorhandene aufbereitet und

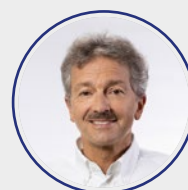
ÜBERSICHT ÜBER BGR-BETEILIGUNGEN AN EU-PROJEKTEN

- ANCORELOG – Analytical Core Logging System
- ENOS – Enabling Onshore CO₂ Storage in Europe
- EURAD – European Joint Programme on Radioactive Waste Management
- BEACON – Bentonite Mechanical Evolution
- KARMA – Karst Aquifer Resources Availability and Quality in the Mediterranean Area
- MiningImpact – Environmental Impacts and Risks of Deep-Sea Mining
- TOPSOIL – The climate challenge in the near subsurface

digitalisiert, harmonisiert und in die europäische Plattform übergeben bzw. neue standardisierte Datenbanken werden darin aufgebaut. So entstehen zudem neue Kartenwerke, ein Webportal mit Thesauren und einheitlich interpretierbaren Informationen.

Diese Informationen sollen der EU u. a. als Entscheidungsgrundlagen dienen?

Ja, genau, aber nicht nur: Die EU hat einen ausgebauten Verwaltungsapparat und will natürlich auch Geoinformationen auf EU-Ebene verbreiten. Da die EU aber nicht über originäre Geodaten verfügt, ist sie auf die Belieferung durch die einzelnen Staaten angewiesen. Mit GeoERA im 8. Europäischen Forschungsförderprogramm (Horizon2020) gelingt nun mit den standardisierten Belieferungen ein umfassender Einstieg in gemeinsame Geo-Plattformen. ■



Jörg-Uwe Damm

B4 Geowissenschaftliche Informationen,
Internationale Zusammenarbeit

✉ Joerg-Uwe.Damm@bgr.de

🌐 www.geoera.eu

DER NERVENSTRANG DER FORSCHUNGS- UND BERATUNGSLEISTUNG DER BGR

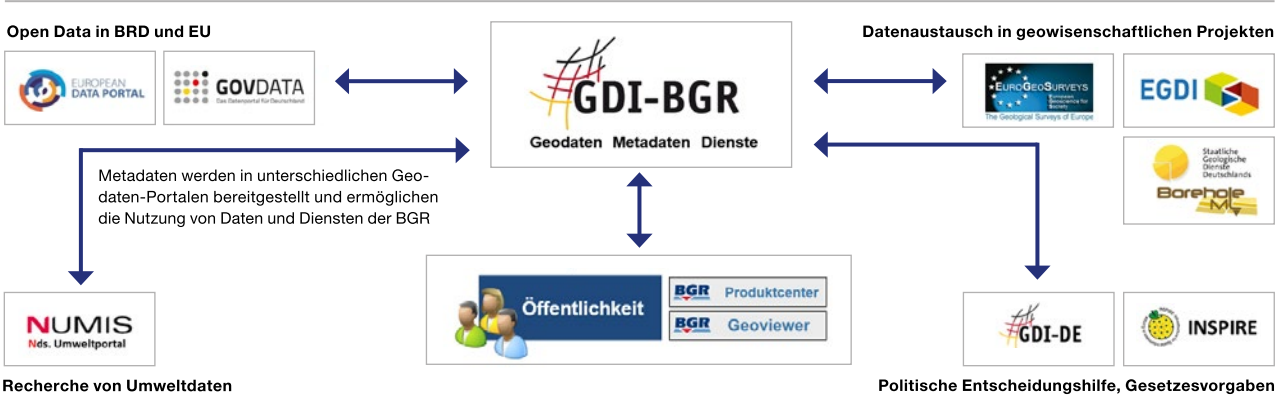
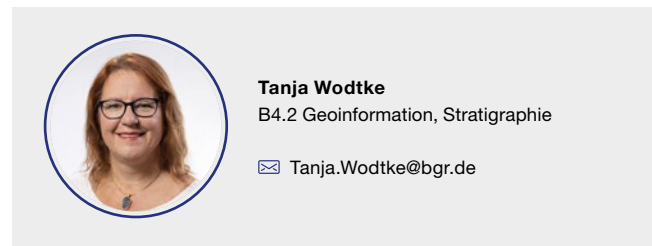
Das BGR-Datenmanagement baut innovative Infrastrukturen für Geoinformationen auf und beschleunigt den Wissensaustausch: Vernetzte, standardisierte Daten werden jederzeit zugänglich.

Wer geowissenschaftliche Daten von der BGR erhalten möchte, kommt an Tanja Wodtke nicht vorbei. In der Bundesanstalt kennt man sie, oder zumindest das wofür die Datenmanagerin steht: Innovation, Standardisierung und ein Faible für den technischen Fortschritt. Denn bei der von ihr gesteuerten GeoDatenInfrastruktur der BGR („GDI-BGR“) laufen die Daten verschiedener Forschungsgruppen und Fachrichtungen zusammen – „wie einzelne Nervenfasern“, veranschaulicht die Datenmanagerin. „Hier werden die Daten zu einem Nervenstrang für Forschung und Beratungsleistungen harmonisiert und gebündelt.“ Wenn in der BGR Fachinformationssysteme aufgebaut oder weiterentwickelt werden sollen – Tanja Wodtke steht mit ihrem Team beratend zur Seite.

Seit einem Jahrzehnt steuert der Fachbereich das interne und externe Datenmanagement der BGR. Das Team erstellt gemeinsam mit den Fachkolleginnen und Fachkollegen intern Anforderungsprofile, berät zum Aufbau des Wunschsystems und unterstützt dessen technologische Konstruktion. So konstruierte der Arbeitsbereich Geodatenmanagement kürzlich die technologische Infrastruktur des neuen BodenBewegungsdienstes (siehe Titelthema: „Wo sich Deutschlands Erdoberfläche bewegt – jetzt online!“) – auf Grundlage des sogenannten Geoviewers. „Dieser Geoviewer ist eine digitale Kartenkomponente und bildet zusammen mit dem zentralen Produktkatalog das Herzstück der GDI-BGR“, erklärt Tanja Wodtke. „Dank dieser digitalen Werkzeuge erhalten Bundesregierung, Wissenschaftscommunity, Wirtschaft und Öffentlichkeit einen einfachen Zugang

zu Geodaten, Rohdaten und Forschungsergebnissen“, sagt sie und weist auch auf die enge Vernetzung zu nationalen und internationalen Infrastrukturen durch eine moderne Dienst-Architektur hin (siehe Abbildung). Für die Datenbereitstellung konzipiert Wodtkes Team einen offenen, verlässlichen und vertrauenswürdigen Wissensspeicher nach dem „FAIR“ Prinzip. So wird gewährleistet, dass Daten auffindbar (Findable), zugänglich (Accessible), interoperabel (Interoperable) und wiederverwendbar (Reusable) bereitgestellt sind.

Eine umfassende Beratung, wie sie das Geodaten-Management bietet, wäre vor der Digitalisierung undenkbar gewesen. „Es ist noch nicht lange her, dass Geodaten handschriftlich und auf Papier erfasst oder dass Forschungsergebnisse ausschließlich in teuren Büchern publiziert wurden“, erinnert sich Tanja Wodtke. Parallel dazu fließt heute das Wissen der BGR gebündelt über viele neue Kanäle direkt und kostenlos zu den Partnern und Nutzern der ausgeklügelten Geodaten-Infrastruktur. Der Vorteil ist ein beschleunigter Wissensaustausch und die automatische Aktualisierung der Datenbestände und Karten für jedermann zu jeder Zeit. ■



Die GDI-BGR im nationalen und internationalen Kontext.



Einer der eingesetzten Hochdruckreaktoren.



Eine Mitarbeiterin und ein Mitarbeiter bei Forschungsarbeiten am Projekt H2_ReacT im Hochdrucklabor.

WASSERSTOFFREAKTIONEN IM HOCHDRUCKREAKTOR

Lassen sich große Mengen Wasserstoff im Untergrund speichern? Die Energiewende braucht Speichermöglichkeiten für erneuerbare Energien. Die BGR testet geologische Speicheroptionen.

Zehn besondere Tanks stehen in einem Hochdrucklabor der BGR: In diesen extrem dickwandigen Drucktöpfen wird Wasserstoff (H_2) auf seine potentielle Reaktionsfreudigkeit bei Speicherung im Gestein untertage erforscht.

Im Labor müssen aufgrund der Anwesenheit von Luftsauerstoff Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden: Gaswarnanlagen melden eine mögliche H_2 -Leckage und automatisierte Sicherheitsabschaltungen können das System bei auffälligen Temperatur- und Druckveränderungen herunterfahren. Nur Fachpersonal hat hier Zugang, wie Dr. Christian Ostertag-Henning, der Laborleiter mit Sicherheitsbrille in weißem Kittel, erklärt. „Hundertfacher Atmosphärendruck und Wasserstoff sind zwei Dinge, auf die man gut aufpassen muss“, erläutert der Geologe. Tage bis Monate bleiben seine Gesteinsproben zusammen mit Wasserstoff-Gas in den speziell entwickelten Hochdruckgefäßen unter Bedingungen, die so auch in ein bis drei Kilometern Tiefe herrschen. Denn in diesen Tiefen könnten große Mengen Wasserstoff aus erneuerbaren Energien in Poren von Sandstein oder in Salzkavernen zwischengespeichert werden – als Energieträger von umgewandelter überschüssiger Wind- oder Solarenergie.

„Unser Team ist hochmotiviert in einem Projekt mit so großer Relevanz forschen zu können“, sagt der Teamleiter. Der Forschungsbedarf ist drängend, denn es wird vermutet, dass das reaktionsfreudige H_2 im umliegenden Sandstein die Auflösung mancher Minerale und die Neubildung anderer Minerale bewirken könnte. Andere Experten befürchten zudem den biologischen Abbau von Wasserstoff: „Im Untergrund lebende Mikroorganismen können auch H_2 verbrauchen“, ergänzt Dr. Martin Krüger, Leiter

des Nachbarlabors. Der Mikrobiologe experimentiert in seinen Tanks mit Bakterien: „Es wäre nachteilig für den Betrieb, wenn Mikroorganismen untertage das gespeicherte H_2 verbrauchen und dann die Durchlässigkeit im Speicher durch wachsende Biofilme verringern würden.“

So untersuchen die Teams mikrobiologische und geochemische H_2 -Reaktionen in unzähligen Experimenten. Ihre Ergebnisse sind grundlegend für künftige Bewertungen von Speicherstrukturen hinsichtlich ihrer Eignung als Untertage-Wasserstoffspeicher, denn sie definieren zu vermeidende Kriterien: H_2 wird nur unter bestimmten Bedingungen mikrobiell umgesetzt und reagiert auch nur mit wenigen, besonders mit eisenhaltigen Mineralen. Ostertag-Henning und Krüger resümieren: „Generell sieht es vielversprechend aus für die Möglichkeit der untertägigen Speicherung von Wasserstoff in Deutschland!“ ■



Dr. Christian Ostertag-Henning
B1.5 Geochemie der Rohstoffe

✉ Christian.Ostertag-Henning@bgr.de



Dr. Martin Krüger
B1.5 Geochemie der Rohstoffe

✉ Martin.Krueger@bgr.de

DEM NORDSEE-METHAN AUF DER SPUR

Tritt an Altbohrungen das Treibhausgas Methan aus? In einem interdisziplinären Pilotprojekt untersucht die BGR den deutschen Sektor der zentralen Nordsee und findet zumindest außerhalb der Bohrlöcher Methanaustritte.

Der Wind peitscht ins Gesicht, die an Bord schwappenden Wellen durchnässen Sicherheitsschuhe. Da kann einem beim Arbeiten an Deck und im Labor schon einmal leicht schwummerig werden. Windstärke 8 ist zwar nicht ungewöhnlich auf der Nordsee und auch nicht problematisch für das deutsche Forschungsschiff FS Heincke. Aber die teils tonnenschweren Instrumente müssen auf ihren Einsatz warten, bevor der Kran sie wieder zum Meeresboden fieren darf. Nur die Hydroakustik läuft gerade: Wie eine Fledermaus sendet das unter dem Schiffsbug installierte Fächerecholot Schallwellen ausgewählter Frequenzen aus, um Gasblasen in der Wassersäule zu orten. Denn gesucht werden Methanaustritte am Meeresboden.

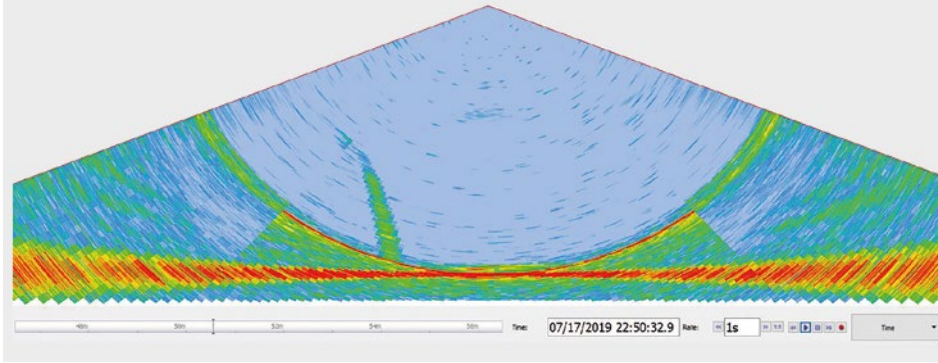
Methan ist nach CO₂ das zweitwichtigste Treibhausgas und entstammt sowohl anthropogenen als auch natürlichen Prozessen. Einen kleinen Anteil bilden wohl Methanaustritte bei der aktiven Erdgas- und Erdölförderung sowie bei Altbohrungen, die nun verstärkt in die öffentliche Diskussion rücken. Denn Methan kann auch durch Bohrprozesse freigesetzt werden, wenn zum Beispiel gasführende Schichten durchbohrt werden. „Unklar ist

jedoch, wie verbreitet diese Freisetzungen sind, entlang welcher Pfade wieviel Gas entweicht – auch im Vergleich zu natürlichen Gasaustritten am Meeresboden“, erläutert Dr. Martin Blumenberg, Leiter des aktuellen BGR-Pilotprojekts zum Thema Methan-Quellen in der Nordsee. Der Geochemiker will den sogenannten Entenschnabel näher untersuchen, denn in diesem Bereich des deutschen Nordseesektors ist bislang nur wenig über Methanaustritte bekannt.

Vor diesem Hintergrund sticht Blumenberg im Sommer 2019 in See. Mit an Bord der insgesamt 24-köpfigen Besatzung der FS Heincke sind neben der BGR und der Schiffscrew auch das Bremer MARUM, Potsdamer GFZ und Kieler GEOMAR.

Der Sturm tobt mehrere Stunden, die BGR-Fahrtleiterin Dr. Katrin Schwalenberg bricht schließlich auch die Hydroakustikmessungen ab – stark verrauschte Daten taugen nichts. „Da legt man sich nur noch in die Koje“, meint die Geophysikerin, die sonst ununterbrochen am Koordi-

GOLDEN EYE beim Einsatz auf dem Forschungsschiff FS Heincke in der Nordsee. Die BGR-eigene Tiefsee-Geräte-Plattform ist mit Kameras, verschiedenen elektromagnetischen Sensorsystemen und Navigationsinstrumenten ausgerüstet.



Schnitt aus einer Fächerecholot-Momentaufnahme. Deutlich zu erkennen: Ein aus vielen Methan-gasblasen bestehender „Flare“ (Gasaustritt).

nieren, Messen, oder Vermitteln zwischen Mannschaft, Brücke und wissenschaftlichem Personal ist. Es ist eine kurze Zwangspause für den Forschungsbetrieb auf der FS Heincke, der sonst Tag und Nacht durchgängig für die verschiedenen Disziplinen weiterläuft. „Ziel unseres interdisziplinären Ansatzes ist es, mit verschiedenen ozeanographischen, geophysikalischen und geochemischen Methoden die Wassersäule, den Meeresboden und die oberen Sedimentschichten zu untersuchen“, erläutert Katrin Schwalenberg und spezifiziert: „Im Bereich der Altbohrungen suchen wir nach Indikatoren von Methanaustritten und Gasansammlungen im Sediment.“

Tagsüber werden Wasser- und Sedimentproben mit einem „Kranzwasserschöpfer“ und einem „Mini-Multicorer“ gesammelt und im geochemischen Schiffslabor auf Methan und andere Kohlenwasserstoffe analysiert.

Aus dem geophysikalischen Gerätepark kommen u. a. das rhönradgroße BGR-eigene Messsystem GOLDEN EYE (siehe Abbildung links) und der NERIDIS-Messschlitten des MARUM – ähnlich wie ein riesiger Metalldetektor – zum Einsatz. Beide messen Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit im Meeresboden. „Gas ist elektrisch nichtleitend und bei entsprechenden Mengen in den Daten nachweisbar“, erklärt BGR-Wissenschaftler Dr. Hendrik Müller, der die elektromagnetischen Datensätze auswertet.

Nachts laufen zusätzlich zum Tagbetrieb alle hydroakustischen Systeme, um die stark reflektierenden Gasblasen in der Wassersäule und im Sediment aufzufinden. Eine zuweilen ermüdende Aufgabe, stundenlang auf den Monitor zu starren, um jeden plötzlich auftauchenden Gasaustritt („Flare“) per Screenshot zu erfassen (siehe Abbildung oben). Doch MARUM-Forscherin Dr. Miriam Römer weist fast täglich bislang unbekannte Flares im Untersuchungsgebiet nach, die in die Fahrtplanung für die dort folgenden geochemischen und geophysikalischen Untersuchungen einfließen.

Jeden Morgen geht die BGR-Doppelspitze aus Fahrleiterin und Projektleiter gespannt zu den Hydroakustik-Wachleuten auf die Brücke und lässt sich von den neuesten Funden der Nacht berichten. Mit den geophysikalischen und geochemischen Nachuntersuchungen formt sich so allmählich ein erfreuliches Gesamtbild mit neuen Fragestellungen.

„Wir haben keine Methan-Leckagen an den untersuchten Bohrlöchern gesehen, das ist schon mal gut“, fasst Katrin Schwalenberg die vorläufigen Ergebnisse zusammen. Anthropogene Methaneinträge durch kleinräumige Aufstiege an Altbohrungen ließen sich zwar nicht ganz ausschließen. Aber zumindest für neun der rund 200 Altbohrungen in der deutschen Nordsee stellt sie fest: „Die Methanwerte sind weder an den Altbohrungen erhöht, noch beobachten wir eine Häufung von Gasaustritten unmittelbar an den Bohrungen.“

Stattdessen verzeichnen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erhöhte Methankonzentrationen in einzelnen Untersuchungsgebieten in größerer Entfernung zu Altbohrungen. Auch wenn Blumenberg solche natürlichen Methanaustritte aus vielen anderen Ozeangebieten kennt, sei dieser Fund bemerkenswert. „Die große Anzahl an Gasaustritten in einem relativ begrenzten Gebiet ist überraschend“, sagt der Projektleiter, der jede Erkenntnis auch gleich verhältnismäßig einordnet: „Aber in Relation scheinen diese Austritte nur wenig Methan auszustoßen gegenüber anderen Sektoren wie beispielsweise der Viehwirtschaft.“

Die Expeditionsfunde werfen neue Fragen auf, etwa nach Ursprung und Gesamtausmaß der Methanquellen oder nach Gezeitenabhängigkeiten. Blumenberg hofft auf eine größer angelegte Fortsetzungsfahrt in der zentralen Nordsee, die aufgrund der Methanaustritte weiterhin brisanten Forschungsbedarf aufweist: „Das Verständnis möglicher Methanabgasungen an Bohrungen bleibt in einer Welt, die verstärkt auf Erdgas als Brückentechnologie setzt, sehr wichtig.“ ■



Dr. Martin Blumenberg
B1.5 Geochemie der Rohstoffe

✉ Martin.Blumenberg@bgr.de



Dr. Katrin Schwalenberg
B1.4 Marine Rohstofferkundung

✉ Katrin.Schwalenberg@bgr.de

DIE GESTALT DER MOORE: IM FLUGE NEU ERFASST!

Moore sind klimarelevant, denn sie speichern Kohlenstoff. Die gespeicherte Menge hängt von Ausdehnung und Tiefe des Moores ab. Eine neue Methodenkombination bestehender BGR-Hubschraubermessungen zeigt nun, wie künftig eine umfassende aerogeophysikalische Kartierung der Moortiefen möglich wird.

Bei der Feldarbeit hat Dr. Bernhard Siemon immer drei persönliche Highlights: Erstens, wenn der BGR-Hubschrauber mit seinen besonderen Messgeräten abhebt. An Bord ist dann ein sogenanntes Gammaskpektrometer, das ähnlich wie ein Hightech-Geigerzähler die natürliche radioaktive Strahlung misst. Weit unter dem Hubschrauber hängt eine 300 Kilogramm schwere, zigarrenförmige Flugsonde von etwa 10 Meter Länge, die ähnlich wie ein Metalldetektor elektromagnetische Signale aussendet und empfängt.

Das zweite Highlight ist für den Arbeitsbereichsleiter die Landung nach der systematischen Befliegung des Messgebiets. Das Fliegen selbst sei weniger spannend, es mache sogar manche übellaunig, da das für die Messmethode notwendige Steigen und Sinken wie im Fahrstuhl auf den Magen schlagen kann. Dafür sticht Siemons drittes Highlight die anderen: Wenn nämlich der Geophysiker die ersten Daten der Messungen noch im Feld sichten kann. „Die eingeflogenen Messdaten, die aussehen wie Hirnströme, lassen sich bereits im Gelände in vorläufige Karten umsetzen“, erläutert der Geophysiker und schwärmt: „Das erste grobe Bild vom Untergrund – das ist immer ein: Ahh!“

Nach der Feldarbeit beginnt der aufwändigste Teil der Arbeit: die gründliche Datenauswertung. Siemons Arbeitsgruppe suchte alte elektromagnetische Messdaten von 2004 heraus, die ursprünglich in Norddeutschland zur Untersuchung der Versalzung des Grundwassers akquiriert worden waren. Knapp 15 Jahre später geht die Arbeitsgruppe mit diesen Daten nun dem Mooregebiet in der Hadelner Marsch auf

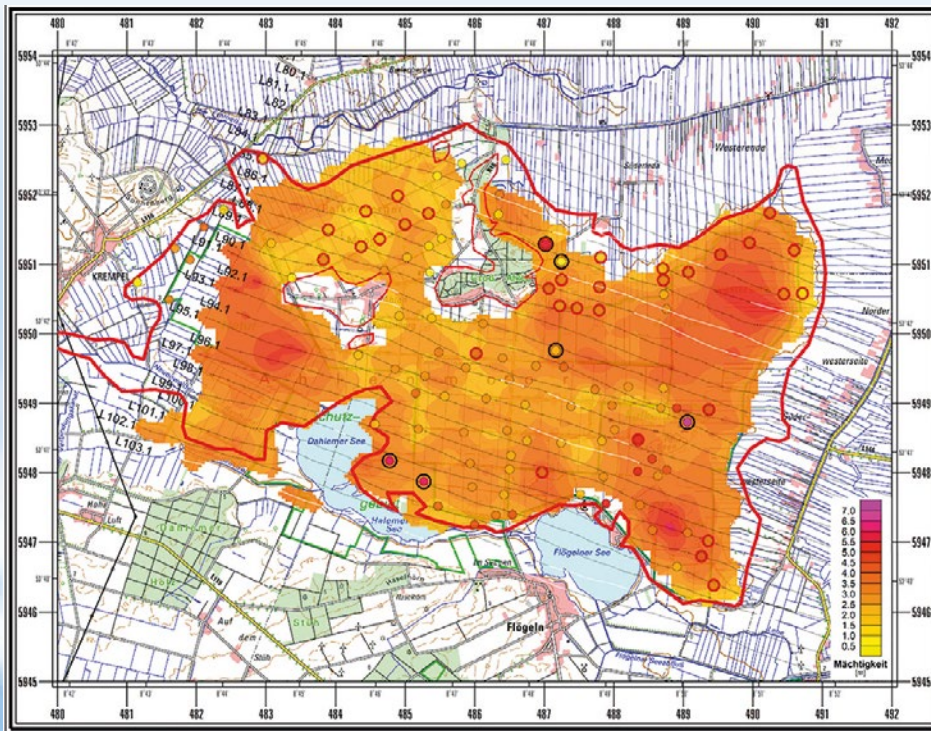
den Grund – genauer: auf den Moorgrund.



Moore spielen eine wichtige Rolle beim Klimaschutz. Intakte Moore sind aktive Kohlenstoffspeicher und wenn sie austrocknen, werden Treibhausgase frei (siehe auch [„Unsere Böden: Eine Lebensgrundlage im Wandel“](#)). Eine gute Kenntnis der Ausdehnung und Mächtigkeit von Mooren ist daher unerlässlich. Da man bei der Vielzahl von Mooren mit vereinzelt Bohrungen auf die Moorgründe aber nicht weit käme, stellte sich die Frage: Können die effizienteren aerogeophysikalischen Verfahren auch Ausdehnung und Untergrund von großen Moorflächen ermitteln?

Um das zu prüfen, kombinierte Siemons Team erstmalig die Messdaten zweier Methoden miteinander: der Aeroradiometrie und der Aeroelektromagnetik. In der Aeroradiometrie misst ein 100 kg schweres, waschkorbgroßes Gammaskpektrometer natürliche Gammastrahlen, die unter anderem aus dem Untergrund kommen (siehe auch [„Drohnen im schwierigen Einsatz“](#)). Da Wasser Gammastrahlen schluckt, empfängt dieser Hightech-Geigerzähler vergleichsweise geringere Strahlungswerte über Feucht-

BGR-Hubschrauber mit Flugsonde über dem Ahlen-Falkenberger Moor.



Karte der aerogeophysikalisch bestimmten Moormächtigkeit im Ahlen-Falkenberger Moor im Vergleich zu Bohrungen (Punkte).

gebieten, während sie im trockeneren Umfeld wesentlich höher sind. Nach einer aufwendigen Korrektur vieler Störeinflüsse, wie der kosmischen Hintergrundstrahlung oder der Eigenstrahlung des Hubschraubers, ermöglicht die Aeroradiometrie eine großflächige Kartierung von Moor-gebieten – zumindest, was die laterale Ausdehnung betrifft. Um die Moortiefen zu ergründen, zieht Siemons Team elektromagnetische (EM) Daten heran. In der Aeroelektromagnetik senden mehrere Spulen niederfrequente EM-Signale aus, die in den Boden eindringen. Hierbei entstehen wie bei einem Metalldetektor EM-Antwortsignale, die Informationen über die elektrische Leitfähigkeitsstruktur des Untergrunds beinhalten (siehe auch „Dem Nordsee-Methan auf der Spur“). So lassen sich mittels aufwendiger Datenauswertung schließlich die Moortiefen modellieren, denn wassergesättigter Torf ist oft leitfähiger als das darunterliegende überwiegend sandige oder teils tonige Sediment.

So ergänzen sich die Methoden perfekt: „Die EM-Daten liefern die Tiefe des Moorgrunds, können in diesen Mess-

gebieten aber keine klaren Aussagen über die seitliche Ausdehnung machen“, fasst Siemon zusammen. „Die Moore hier sind nämlich von ähnlich leitfähigen Marschgebieten umgeben – das kann die Elektromagnetik nicht unterscheiden. Daher brauchen wir die radiometrischen Daten zur lateralen Abgrenzung.“

Die neue Methodenkombination ist erfolgreich, wie der Vergleich mit ungefähr 100 Bohrlochdaten des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) aus dem Jahr 2007 zeigt: „Die aerogeophysikalisch gewonnenen Moormächtigkeiten stimmen im Mittel sehr gut mit den Bohrungsergebnissen überein“, stellt Siemon zufrieden fest und resümiert: „Aus den Ergebnissen der Elektromagnetik lassen sich zudem Informationen über den Mooruntergrund ableiten – ob es sich beispielsweise um Sand oder Ton handelt. Die aerogeophysikalischen Ergebnisse liefern also vielversprechende erste Ergebnisse zur berührungslosen Kartierung großer Moorflächen.“ ■



Dr. Bernhard Siemon
B2.1 Physikalische Erkundung –
Technische Mineralogie

✉ Bernhard.Siemon@bgr.de

DROHNEN IM SCHWIERIGEN EINSATZ

Drohnen sammeln effizient und flächendeckend Informationen und sind bei Feldeinsätzen in schwer zugänglichen oder gefährlichen Gebieten kaum noch wegzudenken. Doch es gibt Herausforderungen. Die BGR entwickelt innovative Methoden und neue Geräte für die unbemannte geowissenschaftliche Exploration.

Bei arktischen Temperaturen schraubt sich die Photogrammetriedrohne langsam in die Höhe. Das monotone Surren des Quadropters mischt sich in die sanfte Geräuschkulisse von Spitzbergens baumloser Kältesteppe auf 78° nördlicher Breite. Bei ihrem Flug über die Fjordküste liefert die Photogrammetriedrohne dank ihrer Spezialkamera wichtige Daten für ein hochaufgelöstes Geländemodell, denn hier verändert sich die Landschaft zunehmend durch die in der Arktis besonders verstärkte Klimaerwärmung. Der auftauende Permafrost führt zur Mobilisierung von Gesteinsmassen. Stürzen dabei große Felsmassen in den Fjord, können sie Tsunamis erzeugen – eine Gefahr für besiedelte Küstengebiete. Für den Geologen Dr. Jewgenij Torizin, der mit seinen Kollegen die Untersuchungen durchführt, ist Spitzbergen das ideale Labor, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Auslösung von Massenbewegungen zu studieren.

Doch nun schaut der Wissenschaftler besorgt in den Himmel: „O nein – nicht schon wieder“, stöhnt Torizin, als er die sogenannte Schmarotzerraubmöwe auf die Drohne zusteuern sieht. Schon einmal hatte eine solche Möwe die Hindernissensoren der Drohne irregeführt. Erst durch einen manuellen Eingriff in die sonst automatische Vermessungsroutine konnten Torizin und sein Kollege Dr. Michael Fuchs die Drohne in Sicherheit bringen. „Das hat uns echt Nerven und Zeit gekostet“, erinnert sich der Forscher. „Bei Geländearbeiten ist der Akkuvorrat begrenzt, da zählt jede Flugminute“, so Torizin. Zudem haben die Forscher bei dieser Feldkampagne nur diese eine Spezialdrohne dabei, deren Position sich dank einer bodengestützten mobilen Station und der sogenannten Real Time Kinematic (RTK) auf wenige Zentimeter genau ermitteln lässt.



RTK-Drohnenmodell des Untersuchungsgebietes Forkastningsfjellet in Spitzbergen.

Die technische Präzisionsleistung beeindruckt die Schmarotzerraubmöwe bei ihrem vermeintlichen Angriff auf die Drohne keineswegs. „Typisches Verhalten bei dieser Vogelart, die anderen Seevögeln die Fischfänge abjagt“, kommentiert der begleitende Guide das Szenario für die besorgten BGR-Forscher und erläutert: „Bedrängt lassen die Gejagten ihre Beute fallen oder würgen es aus.“

Dieses Mal bleibt die Drohne unbeirrt auf Kurs, und die Schmarotzerraubmöwe zieht ab. Solch unvorhersehbaren Herausforderungen entstehen schon mal bei einem Feldeinsatz – dafür läuft die photogrammetrische Datenauswertung der Drohnenbilder im Nachgang weitgehend automatisiert: Bereits nach wenigen Tagen erhält Torizin ein hochaufgelöstes 3D-Geländemodell.

So vielschichtig wie die Einsatzfelder der BGR sind auch die Methoden und Messgeräte. Das gilt auch für die von der BGR für wissenschaftliche Untersuchungen eingesetzten Drohnen. Zur Ausstattung gehört eine Thermaldrohne, die mit Hilfe einer Wärmebildkamera flächendeckende Ableitungen der Bodenfeuchte ermöglicht oder potenzielle Gebiete zur Erdwärmenutzung identifizieren kann. Mit der neuen Hyperspektraldrohne lassen sich dagegen organischer Kohlenstoff und Tonminerale im Boden sowie potentielle Lagerstätten von mineralischen Rohstoffen erkunden. Bei der dabei eingesetzten Hyperspektralanalyse zeichnen Sensoren das reflektierte Sonnenlicht von Oberflächen auf, woraus sich geowissenschaftliche Informationen gewinnen lassen. Zurzeit entwickelt ein Team um den Geologen Dr. Martin Schodlok anwendungsorientierte Auswertungsmethoden, die auch Satellitendaten zukünftiger Missionen behandeln sollen. Darunter fallen insbesondere die hyperspektralen Daten des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Erdbeobachtungssatelliten EnMAP.

Der BGR-Drohnenexperte Dr. Malte Ibs-von Seht beschreibt den wissenschaftlichen Ansatz: „Die Methodenentwicklungen sind skalenübergreifend von der Erdoberfläche bis hin zum Satelliten. Mit den Drohnen messen wir schneller und ungestörter als am Boden, aber gleichzeitig genauer als z. B. vom höher fliegenden Hubschrauber aus. Wir setzen die Drohnen für geowissenschaftliche Erkundungen im

i



Eine Hyperspektraldrohne im Einsatz.

DROHNENGESTÜTZTE MESSSYSTEME IN DER BGR

Photogrammetriedrohne

Eine 20 Megapixel-Kamera ermöglicht bei Aufnahmen aus 100 m Höhe eine Grundauflösung von 2,74 cm pro Pixel. Ein integriertes Echtzeitkinematik-Modul erlaubt eine zentimetergenaue Positionierung, sodass die Drohne für präzise Vermessungsaufgaben, Kartierungsarbeiten und die Modellierung von 3D-Oberflächen eingesetzt werden kann.

Thermaldrohne

Die Drohne ist mit einer Wärmebildkamera ausgestattet, die Wärmestrahlungen der Oberfläche aufzeichnet. Dadurch können Temperaturunterschiede flächenhaft gemessen werden. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf die Oberflächenfeuchtigkeit von Böden oder potenzielle Gebiete zur Nutzung von Erdwärme.

Hyperspektraldrohne

Die Hyperspektralanalyse wird u. a. zur Exploration mineralischer Rohstoffe und bei der Bodenerkundung eingesetzt. Beim Verfahren zeichnet ein Sensor in der Drohne das reflektierte Sonnenlicht einer Oberfläche auf. Auf Grundlage der unterschiedlichen Reflexionen können mineralogische, geochemische und physikalische Informationen abgeleitet werden.

Radiometriedrohne

Die Drohne trägt ein Gammaskpektrometer zur Messung der natürlichen und künstlichen radioaktiven Strahlung. Das Verfahren wird zur Kartierung von Altlasten des Uranbergbaus sowie zur Charakterisierung von Bodeneigenschaften u. a. für die Landwirtschaft eingesetzt. Dabei werden die Gehalte der natürlichen Radionuklide Kalium, Uran und Thorium im Boden gemessen.

der erhöhten natürlich-radioaktiven Strahlungsbelastung und bieten sich daher besonders für unbemannte Messungen an. Eine Radiometriedrohne trägt ein sogenanntes Gammaskpektrometer. Dessen Herzstück bildet ein Detektorkristall, der die einfallende Strahlung misst. „Die Messauflösung hängt vor allem von der Kristallgröße und -beschaffenheit ab“, erklärt Geologe Ibs-von Seht, dessen Gruppe die bestmögliche Auflösung anstrebt. „Wir setzen auf einen besonders effizienten Ceriumbromid-Kristall mit einer beachtlichen Größe von 700 Milliliter.“

Bisher hat noch keine Drohne auf der Welt einen so großen Ceriumbromid-Detektor getragen, denn dieser Kristall ist extrem bruchempfindlich und zudem besonders teuer. „Die technische Herausforderung ist es, unseren Kristalldetektor sicher in die Luft zu bringen und dort zuverlässig halten zu können“, erklärt der Wissenschaftler. Zusammen mit einer Bielefelder Firma entwickelt sein Team eine besonders absturzsichere Drohne, die trotz der schweren Zuladung des Gammaskpektrometers unter dem erlaubten Gesamtgewicht von 25 Kilogramm bleibt.

Bislang konnte der Wissenschaftler die zu erwartenden Auflösungen und äußere Einflüsse nur modellieren, doch echte Messdaten bergen oft unbekannte Herausforderungen, auf die er sich sogar freut. Ibs-von Seht: „Zwar wird Uranprospektion mittels Gammaskpektroskopie schon seit Jahrzehnten vom Boden oder Flugzeug bzw. Hubschrauber aus betrieben, aber für den Zwischenbereich mit Drohnen gibt es noch keine gut erprobten Auswerteverfahren – das wird also noch richtig spannend!“ 2021 soll der Prototyp die uranhaltigen Gelände der zentralasiatischen BGR-Partnerländer überfliegen. Schmarotzerraubmöwen wird es dort zwar nicht geben, aber welche anderen spontanen Herausforderungen dieser Feldeinsatz bringen wird, bleibt voller Spannung abzuwarten. ■

In- und Ausland ein, zunehmend auch in der Technischen Zusammenarbeit.“

Ibs-von Seht entwickelt mit einem anderen BGR-Team im Rahmen des Projektes „DUB-GEM“ eine neue Radiometriedrohne zur Kartierung von Uran-Bergbaualtlasten. Solche Gebiete sind für Menschen nicht ungefährlich wegen



Dr. Malte Ibs-von Seht
B2.1 Geophysikalische Erkundung –
Technische Mineralogie

✉ Malte.Ibs-vonSeht@bgr.de



Dr. Jewgenij Torizin
B4.4 Gefährdungsanalysen,
Fernerkundung

✉ Jewgenij.Torizin@bgr.de

WO SICH DEUTSCHLANDS ERDOBERFLÄCHE BEWEGT – JETZT ONLINE!

Die BGR hat mit dem BodenBewegungsdienst Deutschland (BBD) ein neuartiges, webbasiertes Informationsangebot geschaffen. Auf einer Karte im Internet sind Bewegungen der Erdoberfläche in Deutschland erkennbar. Die anschauliche Web-Ansicht ist das Ergebnis von Radaraufnahmen aus dem All. Mit Hilfe von Satelliten werden referenzierte Erdpunkte vermessen, mit rechenintensiven Big Data-Anwendungen aufbereitet und visualisiert. Die Technologie unterstützt das Erkennen möglicher Gefahren aus dem Untergrund – ein hilfreicher Service für Behörden und Bevölkerung.

Auch, wenn wir es nicht merken: An zahlreichen Orten ist der Boden unter unseren Füßen in Bewegung. Die Ursachen solcher Bewegungsprozesse sind vielfältig. Sie sind häufig das Ergebnis von natürlichen Prozessen im Untergrund, z. B. Gesteinslösungen durch das Grundwasser in Gips- und Kalkgesteinen oder Hebungsprozesse in quelfähigem Gestein. Aber auch der Mensch kann Bodenbewegungen an der Erdoberfläche auslösen, z. B. durch den Bergbau oder die Grundwassernutzung. Eingriffe in den Untergrund haben vielfach langfristige Folgen.

Beispiel Tagebau Hambach im Rheinischen Braunkohle-
revier: Um die Braunkohle zu fördern, müssen große Mengen Grundwasser abgepumpt werden. Der Wasserentzug führt

zur Kompaktion der Grundwasserleiter – mit der Folge, dass es in der Region zu großräumigen Absenkungen der Erdoberfläche um mehrere Zentimeter pro Jahr kommt. Steigt der Grundwasserpegel nach Beendigung der Bergbauaktivitäten wieder, so stellen sich an der gleichen Stelle Hebungen des Bodens ein. Im Verlauf von mehreren Jahrzehnten kann sich der Boden auf diese Weise um mehrere Dezimeter bewegen. Wir kennen Bodenbewegungen auch aus der Erdgasförderung. Die Senkungen verlaufen dort mit wenigen Millimetern pro Jahr allerdings deutlich langsamer als im Braunkohletagebau.



Solche langfristigen Bodenbewegungen haben ihre Ursachen nahezu immer in den geologischen Eigenschaften des Untergrunds, bzw. dessen Nutzung und Modifikation (siehe Infobox „Was verursacht Bodenbewegungen?“). Unerkannte Bodenbewegungen stellen eine potenzielle Gefahr für Bauwerke, Infrastruktur, Betriebe und Bevölkerung dar.

Umso wichtiger sind Monitoringmaßnahmen zur Früherkennung solcher Gefahren. Eine der zentralen Methoden ist die Fernerkundung. Das europäische Erdbeobachtungsprogramm „Copernicus“ hat der Fernerkundung vor einigen Jahren ganz neue Möglichkeiten eröffnet. „Mit Hilfe der Satellitendaten können jetzt großräumige Gebiete und selbst

kleinteilige Ereignisse erfasst und überwacht werden“, erklärt Dr. Michaela Frei. Die Geologin ist ausgewiesene Expertin auf dem Gebiet der Satellitenfernerkundung und das fachliche Kraftzentrum im BBD-Team der BGR. „Copernicus erhebt mit seinen Sentinel-1-Radarsatelliten wichtige Daten für Umwelt, Klimawandel, Verkehr, Wirtschaft und natürlich auch für die Sicherheit aus einem Orbit in 700 Kilometern Höhe“, erläutert sie. Der Satellit arbeitet in verschiedenen Aufnahmemodi und die Palette der Einsatzmöglichkeiten ist groß – von der Massenbilanzierung der kontinentalen Eisschilde über die Erfassung von Ölverschmutzungen bis hin zu einzelnen Bodenbewegungen, die der BBD abbildet. Michaela Frei: „Mit Copernicus waren hochwertige Satellitendaten plötzlich flächendeckend, langfristig und auch kostenfrei verfügbar – das war die Grundlage für unseren Bodenbewegungsdienst.“

Bis dahin hatten Monitoring-Techniken immer den Nachteil, dass sie nur dort konzentriert eingesetzt wurden, wo Bewegungen zu erwarten waren. „Diese Daten waren dann entweder nur punktuell oder für kleine Gebiete mit wenigen Wiederholungsmessungen verfügbar“, erklärt Dr. Thomas Lege, zuständiger Leiter des Fachbereichs „Gefährdungsanalysen, Fernerkundung“ und mit seinem Team Initiator des BBD.

WAS VERURSACHT BODENBEWEGUNGEN?

Langfristige Bodenbewegungen wie Hebungen, Senkungen, Setzung oder Kompaktionen können u. a. die Stabilität von Hängen und Baugründen beeinflussen. Mögliche Ursachen liegen in der Geologie und der anthropogenen Nutzung, wie beispielsweise:

- Erdöl-/Erdgasförderung
- Bodenkompaktion in Küstengebieten
- (Salz-) Tektonik
- (Alt-) Bergbau (z. B. Grubenwasseranstieg)
- Betrieb von Kavernenspeichern
- Erdbeben
- Subrosion (unterirdische Auslaugung und Verfrachtung von leicht löslichen Gesteinen wie Gips, Kalkstein oder Salz)
- Schrumpfen von Ton bei Trockenheit
- Schwellen von Ton, Anhydrit oder Gips bei Wasserkontakt
- Torfschwund, Renaturierung
- Geothermie (schadhafte Bohrungen)
- Grundwasserbewirtschaftung
- Hoch- und Tiefbaumaßnahmen

Radarpulse des Copernicus Satellit Sentinel-1 scannen die Erdoberfläche mit einer Streifenbreite von 250 km.

Die dem BBD zugrundeliegende Technologie kann dagegen Bodenbewegungen in Deutschland gleichzeitig und großflächig mit einer Wiederholrate von sechs Tagen bestimmen. In diesem Rhythmus umkreisen die beiden Sentinel-1-Satelliten des europäischen Copernicus-Programms die Erde. Auf ihren Daten basiert der BBD. Ein Radarsystem an Bord der beiden Satelliten vermisst in dieser zeitlichen Frequenz mit Radarimpulsen die Entfernung zu Millionen von Messobjekten auf der Erdoberfläche – auch in Deutschland. Fassadenteile, Schienen, Masten, Bauwerke, aber auch Felsformationen bilden als so genannte „Persistent Scatterer“ die Grundlage für das referenzbasierte Monitoring.

Die Flugbewegung des Satelliten ist so ausgeklügelt, dass eine synchronisierte Ausstrahlung von Radarimpulsen rechnerisch eine Radarantenne mit großer Abstrahlfläche simuliert: das sogenannte Synthetic Aperture Radar (SAR). Der SAR-Sensor des Sentinel-1-Satelliten scannt so alle sechs Tage die Erdoberfläche ab. Die von Objekten an der Erdoberfläche reflektierten oder gestreuten Radarimpulse werden alle einzeln und voneinander unterscheidbar aufgezeichnet. Dabei entsteht eine riesige komplexe Datenmenge, die pedantisch geordnet zur Erde gefunkt wird. In den daraus errechneten Radarbildern der Erdoberfläche können auf Grundlage einer Vielzahl von Überflügen die Persistent Scatterer (PS) als helle Punkte an jeweils der gleichen Position erkannt werden – vergleichbar den Glasfassaden, die beim Überflug für den Passagier eines Flugzeuges aufblitzen.

Andre Kalia aus dem BBD-Team erklärt die Messmethode: „Wenn man sich stark vereinfacht alle Radarwellen, die bei jedem Satellitenüberflug von einem einzelnen dieser hellen PS-Punkte reflektiert wurden, übereinandergelegt vorstellt, sieht man eine einzige sinusförmige Welle. Das passiert aber nur, wenn sich dieser PS-Punkt nicht bewegt hat. Hat sich der Punkt jedoch um wenige Millimeter bewegt, so sind die reflektierten Wellen gegeneinander verschoben. Aus der Größe der Verschiebung, der so genannten Interferenz, kann sehr genau die Bewegung des einzelnen PS-Referenzpunktes ermittelt werden.“

Das Verfahren heißt in der Fachsprache Persistent Scatterer Interferometrie (PSI) – eines von mehreren Verfahren der Interferometrischen SAR-Methoden (InSAR). Für solche Verfahren ist eine Verknüpfung vieler Fachdisziplinen erforderlich. Dazu gehören u. a. Statistik, Atmosphärenphysik und Satellitenbahnkorrekturen sowie IT-Technologie, Künstliche Intelligenz (KI) und die Geo-Expertise der BGR. So können Bodenbewegungen, die auch zeitliche Veränderungen im Jahresrhythmus abbilden, millimetergenau erfasst und analysiert werden.

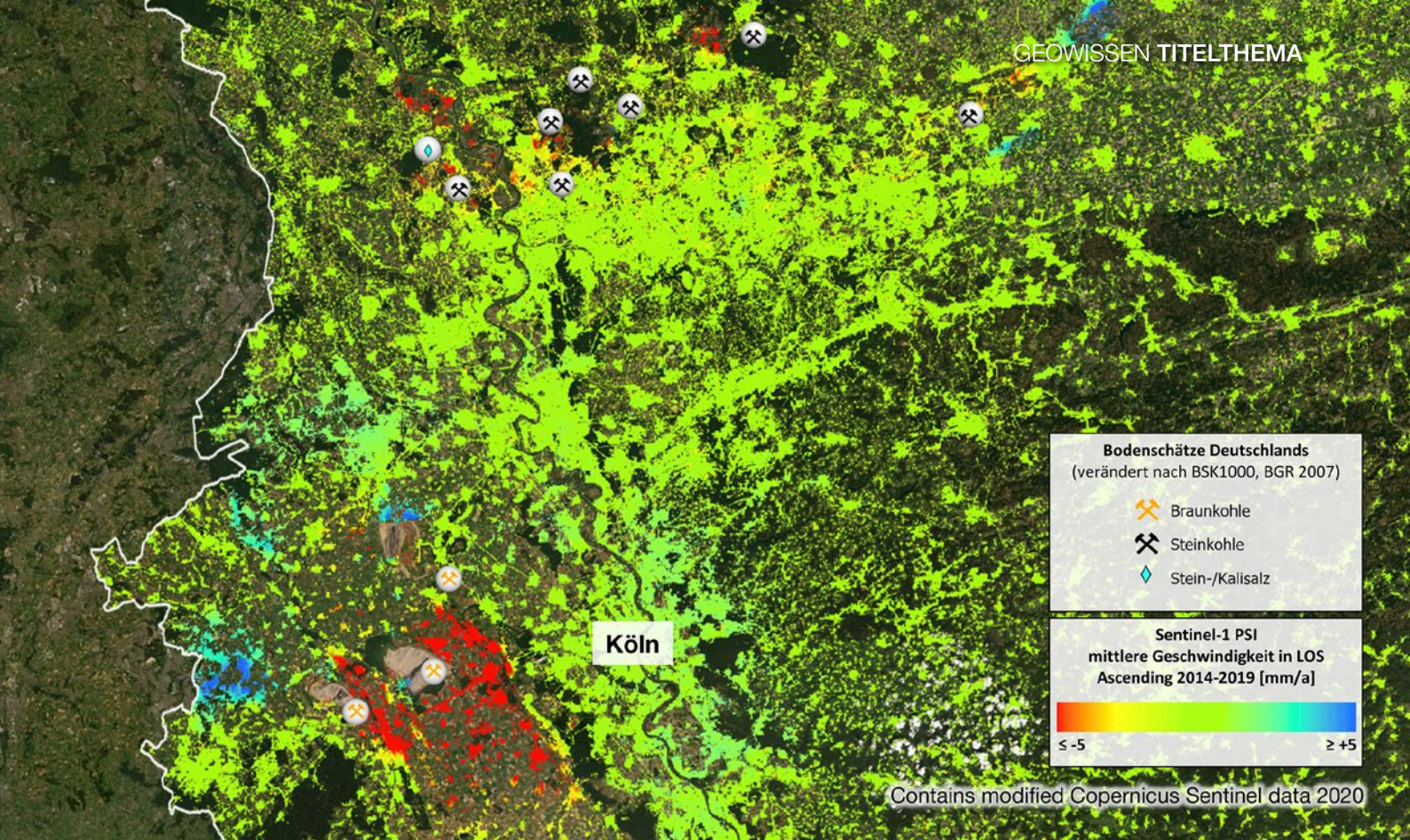


WAS LEISTET DER BODENBEWEGUNGSDIENST DEUTSCHLAND?

- Der BBD bereitet SAR-Daten der Copernicus Sentinel-1 Mission umfassend für ganz Deutschland auf und ermöglicht so Monitoring und Detektion zahlreicher Bewegungsprozesse.
- Die Präzision beträgt wenige Millimeter pro Jahr (mm/a) an mehr als 30 Millionen konsistent vermessener Lokationen in Deutschland.
- Die BBD-Daten sind online, kostenlos downloadbar und transparent aufbereitet. Die Online-Community erhält eine benutzerfreundliche Handlungsanweisung und kann Daten in eigene geographische Informationssysteme (GIS) einbinden und weiterverarbeiten.

Obleich das Messprinzip einfach erscheint – die Auswertung ist komplex. In der Radarfernerkundung tastet ein Satellitensensor die Erdoberfläche mit Mikrowellenstrahlung ab. Dabei sendet eine Radarantenne Mikrowellenimpulse aus und empfängt das von der Erdoberfläche zurückgestreute Echo. Diese Rückantwort kann mit speziellen Auswertemethoden zu Bild- und Datenprodukten prozessiert werden. Die Bewegungen der Erdoberfläche lassen sich bei jedem Überflug beobachten, unabhängig von Bewölkung und Tageszeit. Daher können die Sentinel-1-Satelliten kontinuierlich prozessierbare Daten erfassen. „Um die daraus resultierenden riesigen Datenvolumina aufzubereiten, mussten neue Algorithmen entwickelt werden, damit große Gebiete konsistent dargestellt werden können“, bemerkt Kalia, der im BBD-Team für die Algorithmen-Entwicklung zuständig ist.

Die Webanwendung des BBD visualisiert die wissenschaftliche Big Data-Anwendung in einer nutzerfreundlichen Art und Weise. Die aus dem All beobachteten Hebungen und Senkungen an der Erdoberfläche erscheinen in der Webansicht als farbige Markierungspunkte. Senkungen sind in Rot und Gelb dargestellt, Hebungen in Blau und Violett. Dort, wo es grün ist – und das ist der überwiegende Flächenanteil – wurden bisher keine signifikanten Bewegungen festgestellt. BBD-Mitinitiator Lege: „Der BodenBewegungsdienst ermöglicht so eine kontinuierliche Beobachtung möglicher Gefahren und damit entsprechende vorbeugende Maßnahmen.“



BBD-Produkt mit bundesweit über 1 Million Messpunkten.

Bei der Implementierung des BBD wurde die BGR von Forschungseinrichtungen, Universitäten, Behörden und der Industrie unterstützt. Für die Entwicklung und Prozessierung der ersten InSAR-Produkte des BBD beauftragte die BGR das Institut für Methodik der Fernerkundung (IMF) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen. Drei Jahre dauerte die methodische Entwicklung, ehe der BBD 2019 online gehen konnte. In der Webansicht des BBD werden Bodenbewegungen an mehr als 30 Millionen Datenpunkten in Deutschland konsistent angegeben (siehe Abbildung oben). Für jeden Datenpunkt ist der zeitliche Verlauf der Bewegung mit einem Klick online sichtbar (siehe Infobox „Was leistet der Boden-Bewegungsdienst Deutschland?“).

Das BBD-Monitoring hilft frühzeitig Gefahren zu erkennen und dadurch rechtzeitig Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen – beispielsweise, wenn Gebäude auf beobachtbar instabilem Grund stehen. Die Endnutzer erhalten Daten mit Handlungsanleitungen zur Nutzung in der anwenderfreundlichen Oberfläche des BBD-Web-Dienstes im Rahmen des „BGR-Geoviewer-Konzepts“ (siehe auch „Der Nervenstrang der Forschungs- und Beratungsleistung der BGR“). Dort lassen sich die Messdaten visualisieren und man erhält die entsprechenden Informationen.

Für die Bewertung von Bodenbewegungen wie etwa im Hambacher Tagebau sind die jeweiligen Geologischen

Dienste der Bundesländer zuständig. Die BGR als Nationaler Geologischer Dienst hat mit dem Boden-Bewegungsdienst Deutschland den nötigen Rahmen geschaffen, damit geogene Prozesse zukünftig noch besser beobachtet und analysiert werden können. ■



Andre Kalia
B4.4 Gefährdungsanalysen,
Fernerkundung
✉ Andre.Kalia@bgr.de



Dr. Michaela Frei
B4.4 Gefährdungsanalysen,
Fernerkundung
✉ Michaela.Frei@bgr.de



Dr.-Ing. Thomas Lege
B4.4 Gefährdungsanalysen,
Fernerkundung
✉ Thomas.Lege@bgr.de

ENDLAGERSUCHE – LASSEN SICH PROGNOSEN ZUR VULKANISCHEN AKTIVITÄT VERBESSERN?

Es klingt logisch: Vulkane und ein sicheres Endlager für radioaktive Abfälle schließen sich aus. Vulkanische Aktivität ist deshalb bei der Standortsuche ein Ausschlusskriterium. Die BGR hilft, die Anwendung dieses Kriteriums zu verbessern.

Das Standortauswahlgesetz (StandAG) sieht vor, dass alle Gebiete Deutschlands, in denen es in den vergangenen 2,6 Millionen Jahren (im Zeitalter des Quartär) Vulkanausbrüche gegeben hat, ausscheiden. Dies war in der Eifel und in der Oberpfalz der Fall. Aber auch überall dort, wo in Zukunft mit Vulkanismus zu rechnen ist, darf kein Endlager gebaut werden. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) hat die BGR beauftragt, Möglichkeiten der Prognose künftiger Vulkanausbrüche in Deutschland einzuschätzen. Als Vorhabenträger führt die BGE seit 2017 die Suche eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland durch. Die BGR bearbeitet auf Basis einer Zusammenarbeitsvereinbarung geowissenschaftliche und geotechnische Fragen zum Standortauswahlverfahren für die BGE, beispielsweise zu geowissenschaftlichen Ausschlusskriterien, Abwägungskriterien oder Sicherheitsuntersuchungen. Ziel des Verfahrens ist es, bis 2031 den bestmöglichen Standort in tiefen geologischen Formationen zu finden, der Mensch und Umwelt sicher vor der von den Abfällen ausgehenden ionisierenden Strahlung schützt – und zwar für eine Million Jahre.

Dieser Zeitraum ist auch die Vorgabe für die Prognose der „Vulkanischen Aktivität“. Aussagen zu Ausbrüchen können allerdings bisher nur für einige wenige große aktive Vulkane wie z. B. den Vesuv in Italien getroffen werden. Hier ermöglicht ein jahrzehntelanges wissenschaftliches Monitoring Voraussagen für einen Zeitraum von einigen Wochen oder Jahren. Schwieriger ist es, die Ausbrüche kleiner Vulkane, die gehäuft in „Vulkanfeldern“ auftreten, vorherzusagen. „Vulkane bilden sozusagen nur die ‚Spitze des Eisberges‘, denn Ausbrüche an der Erdoberfläche sind letztlich nur das Resultat mehrerer hundert Kilometer tief- und weitreichender magmatischer Prozesse im Untergrund, die etliche Millionen Jahre andauern“, erläutert BGR-Geologe Dr. Franz May das Problem. Der Wissenschaftler stammt aus dem Vul-

kangebiet der Eifel und der letzte Vulkanausbruch in seiner Heimat liegt gerade einmal 11.000 Jahre zurück. Der nächste Ausbruch ist dort längst überfällig – rein statistisch gesehen. „Aber um selbst in diesen gut erforschten Vulkanfeldern qualitative Aussagen über die zukünftig mögliche magmatische Entwicklung in Deutschland zu treffen, brauchen wir insgesamt ein besseres Prozessverständnis. Dafür ist es unter anderem erforderlich, weiter zurückzublicken und nicht nur die im Standortauswahlgesetz explizit genannten quartären Vulkanfelder zu betrachten“, sagt der Geologe. Geht es nach ihm und anderen Expertinnen und Experten, muss für derartige Prognosen auch der bis 50 Millionen Jahre zurückreichende (also tertiäre) Magmatismus betrachtet werden.

Etwa 25 verschiedene Phänomene, Prozesse und Eigenschaften könnten einer ersten Einschätzung zufolge als Indikatoren mit magmatischen Prozessen in Verbindung stehen und Hinweise auf zukünftige Aktivitäten geben. May und sein Team hoffen mit Hilfe der Kombination verschiedener Indikatoren, Gebiete identifizieren zu können, in denen die Möglichkeit von Ausbrüchen eher gegeben zu sein scheint als in anderen. Diese Indikatoren basieren auf Erkenntnissen, die sich beispielsweise aus den Laven und Aschen vergangener Vulkanausbrüche, Aufzeichnungen von Erdbeben, der seismischen Vermessung des Untergrundes und rezenten Gasaustritten sowie Modellen der Magmen-Entwicklung und Gesteinsuntersuchungen im Labor ableiten lassen. Gemeinsam mit externen Expertinnen und Experten entwickelt das Team im BGR-Forschungsprojekt „Magmatismus“ Verfahren, um räumlich differenzierte Aussagen zur Möglichkeit zukünftiger vulkanischer Aktivität in Deutschland treffen zu können. In interdisziplinären Arbeitsgruppen soll dabei der aktuelle Stand der Forschung zum Magmatismus zusammengetragen und bewertet werden. Die Ergebnisse sollen im Standortauswahlverfahren helfen, Begründungen für den Ausschluss von ungeeigneten Gebieten zu verbessern. ■

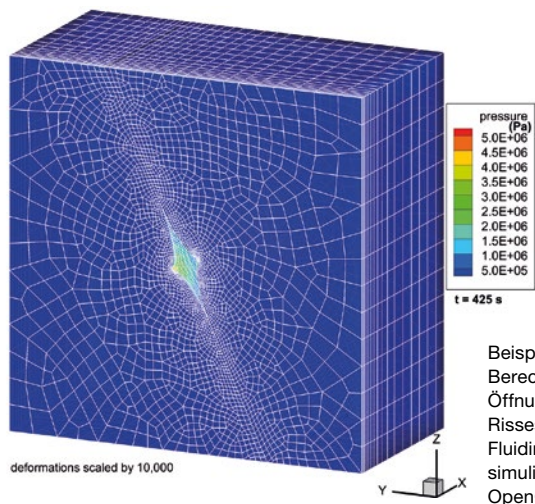
Der Laacher See Vulkan ist zuletzt vor 12.900 Jahren ausgebrochen. Im Hintergrund sind die vulkanischen Schlackenkegel des Hochstein und Hochsimmer zu sehen.



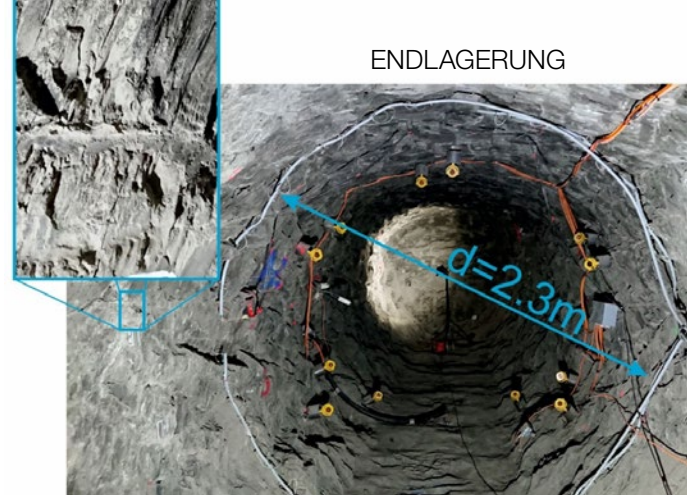
Dr. Franz May

B3.1 Nutzungspotenziale des geologischen Untergrundes

✉ Franz.May@bgr.de



Beispielhafte Berechnung der Öffnung eines Risses durch Fluidinjektion; simuliert mit OpenGeoSys.



Risse im Opalinuston an einer Auffahrung im Felslabor Mont Terri.

DIE NUMERIK VON RISSEN IM GESTEIN

Grundlagenarbeit zur Geomechanik im Wirtsgestein: Mit nationalen Partnern erforscht die BGR die Natur der Rissbildung – vom Experiment zum komplexen Computermodell und in die Praxis.

Fragt man Dr.-Ing. Jobst Maßmann, wozu genau numerische Modellierungen nützen, antwortet er gleich vierfach. Erstens lassen sich bei der Suche nach einem Endlagerstandort, für die man sehr weit in die Zukunft blicken muss, keine Aussage ohne Modellprojektionen treffen. Zweitens werden Modelle bei konkreten Problemen gebraucht, wie etwa zur Berechnung der Standsicherheit beim Bau eines Bergwerks. Drittens helfen Simulationen bei der Optimierung von Labor- und Feldmessungen, wenn man geeignete Sensor-Einstellungen und -Platzierungen im Vorfeld modelliert. Aber da gibt es viertens noch einen grundlegenden Aspekt, der für Maßmanns Team die wichtigste Rolle spielt: Modellierungen können das gesamte Systemverständnis verbessern, denn zur Gesteinsstabilität stehen viele Fragen im Raum. Zum Beispiel: Unter welchen Bedingungen reißt das Tiefengestein auf? Wie verändert sich das Gesamtsystem, wenn Parameter wie die Durchlässigkeit, Wärme oder Belastung variieren? Wie lassen sich die Prozesse mit physikalisch-mathematischen Methoden beschreiben und Voraussagen treffen? Die Antworten hierzu sucht das Verbundprojekt „[GeomInt](#)“ in Realexperimenten untertage (siehe auch „[Im Herzen des Berges forschen](#)“), sowie in Laborexperimenten, und in Maßmanns Fall vor allem: numerisch.

Mit realitätsnahen experimentell-numerischen Analysen untersucht sein Team, wie in Tongestein Fissuren, Risse und Klüfte entstehen. Denn solche „Diskontinuitäten“ schwächen das Gestein und könnten Fluiden ungewollte Wegsamkeiten öffnen. Für die Einlagerung radioaktiven Abfalls oder den Betrieb von Speicherkavernen sind das Risiken, die es zu kalkulieren gilt. Was allerdings einfacher gesagt als getan ist: „Die schwerste Entwicklung ist das mathematisch-physikalische Modell“, erklärt Projektkoordinator Maßmann. „Weil die thermischen, mechanischen und hydraulischen Prozesse so komplizierte Fragestellungen aufwerfen, gibt es dazu keine Software – die müssen wir selber entwickeln bzw. entwickeln lassen.“ Sein Projekt steht an der Schnittstelle zwischen

Code-Entwicklung und Anwendung. „Wir müssen einerseits die Numerik verstehen und andererseits die Praxis im Fels oder Labor kennen.“ Das Modellieren zum Systemverständnis gleiche dem Puzzeln. Man simuliert verschiedene Prozesse, koppelt diese, entwirft Experimente, vergleicht die Ergebnisse und verbessert stetig die Software.

Unabdingbar ist daher die enge Zusammenarbeit mit der Umweltinformatik des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) Leipzig, die den Open-Source-Code OpenGeoSys maßgeblich entwickelt. Reger Austausch herrscht auch mit den anderen nationalen Partnern: Die BGR verteilt einerseits Bohrkernproben zum Experimentieren an die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und das Institut für Gebirgsmechanik GmbH Leipzig. Andererseits vergleichen die Partnerinstitutionen ihre Simulationen, denn ihre Codes unterscheiden sich. Und das ist auch gewollt: „Es gibt verschiedene Methoden, um Prozesse in ein numerisches Modell zu übersetzen“, erläutert Maßmann. „Ein Ziel von GeomInt ist es, verschiedene Ansätze zu verwenden und zu vergleichen.“ Codes könnten schließlich fehlerhaft sein, also dürfe man sich bei der Endlagerforschung nicht nur auf einen verlassen. „Wenn verschiedene Gruppen zum gleichen Ergebnis kommen, dann ist das schon mal eine gute Leistung“, resümiert Maßmann, der das Puzzle um die Natur der Risse mit seinen Kolleginnen und Kollegen in der BGR und den nationalen Verbundpartnern in GeomInt stetig weiter zusammensetzt. ■



Dr.-Ing. Jobst Maßmann
B3.5 Geotechnische
Sicherheitsnachweise

✉ Jobst.Massmann@bgr.de



BGR-Mitarbeiter bei der Installation einer Geoelektrik-Sonde zur Beobachtung von Veränderungen im Gebirge durch die Auffahrung einer Strecke.

IM HERZEN DES BERGES FORSCHEN – EXPERIMENTE UNTER REALBEDINGUNGEN IM FELSLABOR MONT TERRI

Experimente untertage liefern Forschungserkenntnisse zur Endlagerung und Fluidspeicherung. Im renommierten Forschungslabor Mont Terri in der Schweiz untersucht die BGR im engen Verbund mit internationalen Partnern die Eignung von Tongestein als Wirtsgestein.

Parallel zum vielbefahrenen Schweizer Autobahntunnel A16 in Richtung Frankreich liegt inmitten des Berges Mont Terri eine besondere Welt untertage. Zwei zugangsbeschränkte Sicherheitsschleusen gewähren nur denen Zugang, die einen Schlüssel leihen dürfen – zu ihnen gehören Dr. Dorothee Rebscher und Dr. Markus Furche. Das BGR-Team wartet in einer gespenstisch beleuchteten Sicherheitskammer auf die Öffnung des zweiten Tors. Dann kündigt das „klockende“ Einschnappen des zweiten Schleusentors die Portalöffnung zum internationalen Felslabor im Herzen des 800 Meter hohen Berges an. „Dieses ‚Klock‘ – das ist das typische Mont Terri-Geräusch beim Einlass zum Felslabor“, sagt Physikerin Dorothee Rebscher, für die es, genauso wie für ihren Physiker-Kollegen Furche, immer wieder spannend ist anzukommen. Nach einer stillen Fahrt durch zwei Kilometer Sicherheitstunnel freuen sich beide auf das hellbeleuchtete, weit verzweigte Tunnelnetz und die Arbeit untertage. Innerhalb einer einige Hundert Meter dicken Tonschicht, die sich quer durch den Mont Terri zieht, erstreckt sich das Felslabor, dessen Tunnelwände größtenteils zur Stabilität mit Spritzbeton verkleidet sind. 300 Meter unter Mont Terris Oberfläche ist es angenehme 17 Grad warm und außerhalb des Labors ganz still – abgesehen von stellenweise aufschlagenden Tropfen aus einer teils nassen Gesteinsdecke. Doch im hochgeschäftigen Felslabor selbst

ist es zeitweilig lauter als auf der A16, wenn mal wieder die Bohrmaschinen dröhnen. Dann wird es zudem staubig und alle tragen Helm, Ohrenschutz und Schutzmaske. Hier tropft es fast nirgendwo, denn das alles umgebende Tongestein lässt in der Regel kein Wasser hindurch.

Tongestein gilt als eines der potentiellen Wirtsgesteine in Deutschland für die dauerhafte Endlagerung von radioaktivem Material, da es eine gute Barriere gegen Flüssigkeiten darstellt – auch für andere Anwendungen wie etwa die Gasspeicherung im tiefen Untergrund (siehe zu Gasspeicherung auch „Wasserstoffreaktionen im Hochdruckreaktor“). Im Mont Terri-Projekt soll nun repräsentativ für alle Tongesteine untertage untersucht werden, inwieweit eine gefahrlose Lagerung für Mensch und Umwelt möglich ist. In Deutschland gibt es keinen Standort, an dem Tonstein untertage „in-situ“ nach seinen Eigenschaften und Wechselwirkungen in so einem internationalen Umfeld untersucht werden kann. Daher ist das reine Forschungslabor im Herzen des Schweizer Berges das „non plus ultra“, wie es Furche bezeichnet. Zumal dieses Labor zu den am besten ausgestatteten in der Welt zähle – zumindest für Tonuntersuchungen. Obwohl die sporadische Untertagearbeit für den Physiker nach knapp 10 Jahren zur Routine geworden ist, ist es für ihn hier unten immer wieder spannend.



Die Ammonitenart „Leioceras Opalinum“ aus Mont Terri. Wegen ihrer schimmernden, opalisierenden Oberfläche ist sie Namensgeberin des Opalinuston.



Feierlicher Durchbruch zu einem neuen Tunnel im Felslabor.

Das Felslabor entwickelt sich auch ständig weiter: Das BGR-Team trifft hier immer wieder auf neue Bohrungen, Experimentaufbauten und Leute. Auch Dorothee Rebscher kommt seit Jahren regelmäßig her, die BGR forscht sogar seit 1998 als Projektpartner des zwei Jahre zuvor gegründeten Felslabors. Heute besteht der Mont Terri-Forschungsverbund aus 22 gleichberechtigten Partnerinstitutionen aus neun Nationen, Dorothee Rebscher ist die Delegierte der BGR, die als Einrichtung insgesamt bereits 100 Experimente erfolgreich mit den Partnerinstitutionen abgeschlossen hat und aktuell an 22 mitwirkt.

Nicht nur die enge und sehr gute Zusammenarbeit zwischen den internationalen Institutionen sei hier bemerkenswert, schwärmt die BGR-Delegierte: „Alle hier widmen sich mit großem Engagement dem breiten Themenkomplex, um Politik und Gesellschaft faktenbasierte Entscheidungen im Bereich der sicheren Lagerung radioaktiver Abfälle zu ermöglichen.“ Die Themen sind fachübergreifend und erfordern viele verschiedene Expertisen, die hier zusammenkommen und zur Unterstützung aller dienen.

Wenn beispielsweise jemand aus dem Mont Terri-Verbund eine Expertin oder einen Experten für die sogenannte elektrische Widerstandstomografie oder kurz „ERT“ (Electrical Resistivity Tomography) braucht, fragt er nach Markus Furche. „Das Messprinzip ist simpel: man legt mehrere Elektroden in bestimmten Konfigurationen an, erzeugt durch die einen ein Stromfeld und misst durch die anderen die resultierenden Spannungsabfälle“, erläutert der Physiker und fügt hinzu: „Aber die praktische Umsetzung, sowie die Auswertung und Interpretation sind kompliziert und aufwendig.“

Der ERT-Experte hat diese Methode für den Einsatz untertage weiterentwickelt und wendet sie seit Jahren erfolgreich in Bohrungen und Tunneln im Felslabor an. Denn mit ERT kann er u. a. die Feuchtigkeit im Inneren eines Gesteins indirekt abbilden, weil Wasser in einem Gestein den spezifischen elektrischen Widerstand beeinflusst. Die innere Feuchtigkeit wiederum verantwortet u. a. das Schrumpfen und Aufquellen eines Tonsteins, und das beeinflusst wichtige Eigenschaften wie die Stabilität und die Durchlässigkeit. Da Tonstein eine Barriere für radioaktive Nuklide darstellen soll, müssen genau solche Charakteristika genauer untersucht werden. Wechselnde Bedingungen wie etwa jahres-

zeitliche Schwankungen und ein längerer Zeitraum müssen evaluiert werden. „Nur so verstehen wir die physikalischen Prozesse, die wir numerisch modellieren müssen“, erläutert Furche (siehe zu Modellrechnungen auch „[Die Numerik von Rissen im Gestein](#)“).

Dorothee Rebscher erklärt: „Zusätzlich zu den In-situ-Aktivitäten im Felslabor werden kleinskaligere Laborarbeiten in der BGR sowie umfangreiche computergestützte Modellierungen der komplexen Prozesse durchgeführt.“ Die Verbesserung des Prozessverständnisses einerseits und die Charakterisierungen von Tongestein als potentielles Wirtsgestein andererseits sind auch die Hauptschwerpunkte anderer Mont Terri-Experimente. Darüber hinaus zielen die Projekte darauf ab, die technischen Barrieren zu untersuchen und Demonstrationsexperimente zu realisieren. So wurden beispielsweise mit Heizelementen ausgestattete Probekammern in Nischen eingeschlossen, um den stark Wärme produzierenden radioaktiven Abfall zu simulieren. Die BGR begleitet solche Experimente u. a. mit Monitoringmessungen, um die Auswirkungen auf das umliegende Tongestein zu erfassen.

Oggleich schon eine Vielzahl von wichtigen Antworten in Mont Terri gefunden werden konnte, sind schon jetzt eine Menge neuer, relevanter Fragen aufgetaucht. Im Herzen des Mont Terris bleibt also für alle noch viel Forschungsbedarf. ■



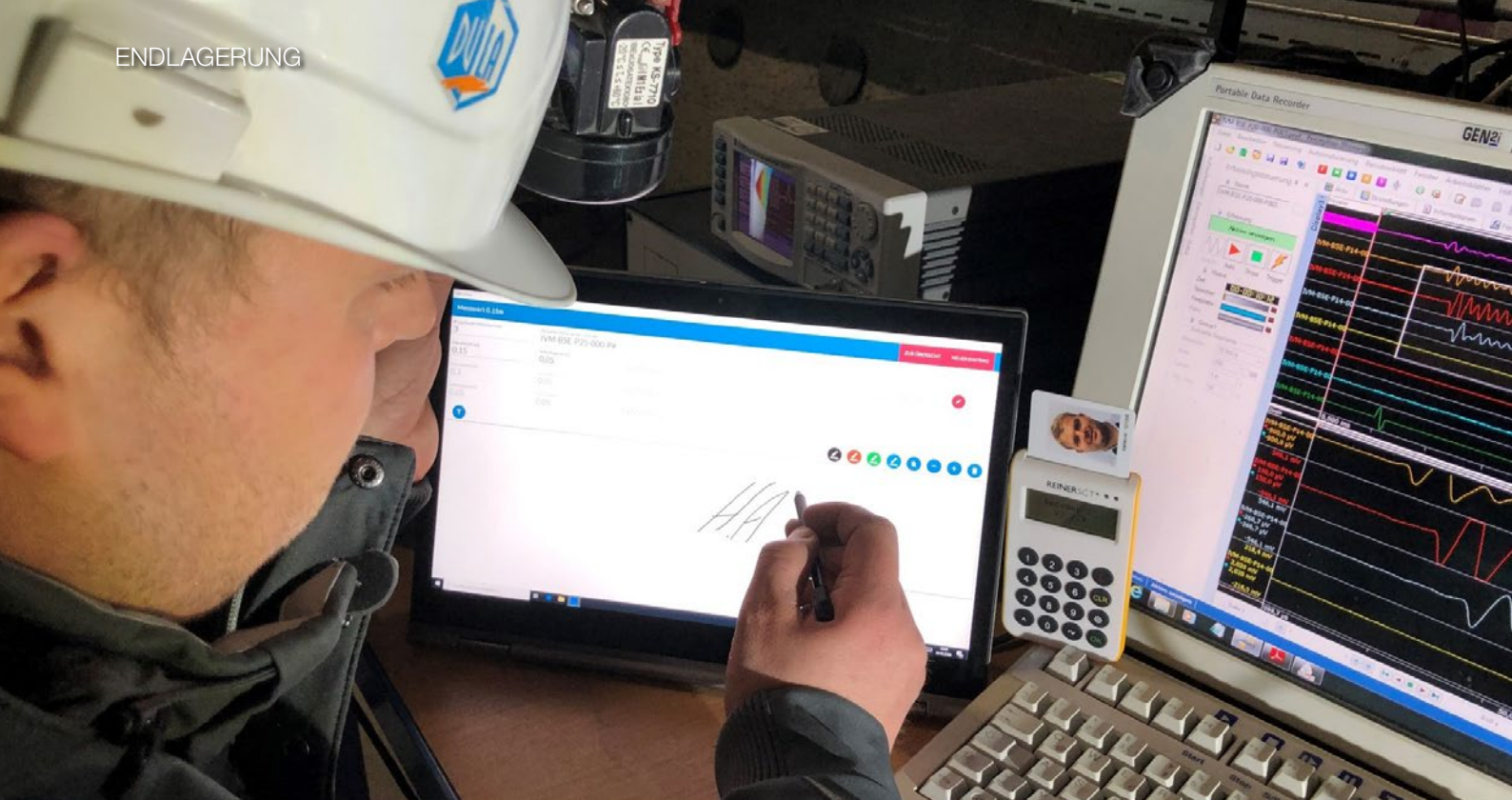
Dr. Dorothee Rebscher
B3.1 Nutzungspotenziale
des geologischen Untergrundes

✉ Dorothee.Rebscher@bgr.de



Dr. Markus Furche
B3.2 Geologisch-geotechnische
Standorterkundung

✉ Markus.Furche@bgr.de



Die Protokollierung einer Messung in einem Felslabor (in-situ) unter Verwendung der INIS-App und eines Signaturkartenlesegeräts.

QUALITÄTSSICHERUNG FÜR DIE ENDLAGERFORSCHUNG

Die BGR schafft Transparenz in der Endlagerforschung. Mittels digitaler Neuentwicklungen, Akkreditierung und beweiswerterhaltender Langzeitarchivierung gewährleistet sie dauerhaft Qualität.

Die Bestimmung eines Endlagerstandortes für hochradioaktive Abfälle war immer kontrovers und wird es voraussichtlich bleiben. Gegen einen Streitpunkt lässt sich aber Vorsorge treffen, wenn es um die Fragen der Transparenz und Qualität der in diesem Kontext stehenden Forschungsergebnisse geht. Bis zum gesetzlich angestrebten Entscheidungsdatum 2031 bleibt nicht viel Zeit, um alle bisherigen Forschungsergebnisse transparent zu dokumentieren und die Qualität der aktuellen Datenerfassung und Speicherung festzulegen. „Wir müssen in der Lage sein, alle Arbeiten lückenlos zu dokumentieren“, sagt die Physikerin Dr. Johanna Lippmann-Pipke, eine der Fachbereichsleiterinnen in der Endlagerforschung. „Die nachfolgenden Generationen müssen nachvollziehen können, was genau wir getan haben, welche Daten und Berichte wie und wo entstanden sind. Das wäre technisch nicht möglich ohne die Systeme, die wir hier gerade aufbauen.“

Das Team um die Physikerin begann daher vor einigen Jahren, das Qualitätsmanagement im Laborbereich für die Endlagerforschung durchgreifend zu reorganisieren. Das Ziel war es, das Gesteinsmechanische Labor der BGR als „Prüflabor“ akkreditieren zu lassen. Das bedeutet, dass die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) ihr Siegel anhand unabhängiger, externer Gutachten vergibt und damit eine hohe messtech-

nische Qualität nach DIN-Norm bestätigt. Diese besondere Auszeichnung kann in Deutschland nur die DAkkS vergeben – oder auch nehmen. Denn für jede Akkreditierung wird alle zwei Jahre erneut geprüft, ob alle experimentellen Tätigkeiten weiterhin den Normen für das „Prüflabor“ genügen.

Seit das Gesteinsmechanische Labor 2018 seine Akkreditierung erhielt, ist es offiziell: die BGR organisiert und dokumentiert alle Arbeitsläufe im Gesteinsmechanischen Labor nach definierten, hohen Qualitätsstandards. „Das neue Managementsystem beschreibt alle Tätigkeiten lückenlos: von der Probenentnahme von Bohrkernstücken untertage, dem Transport des Materials zum Labor, der Material-Charakterisierung im Labor bis hin zur Bearbeitung und Dokumentation der Ergebnisse“, erläutert Johanna Lippmann-Pipke. Man könne es sich so vorstellen, dass für jeden Prozess in dieser Kette ein Arbeitsauftrag an eine Fachperson gegeben wird. Diese Fachperson dokumentiert Ablauf und Ergebnisse ihres Arbeitsschrittes und übergibt die Probe der nächsten. Gleichzeitig beurteilt sie die Arbeit der vorangegangenen Fachperson per Zufriedenheitsabfrage. „So lässt sich stets zurückverfolgen, wer wann in welchem Projekt beteiligt war, bevor die Ergebnisse in Berichten niedergeschrieben werden“, erklärt die Fachbereichsleiterin.

Bestätigung des Qualitätmanagementsystems nach KTA1401 und DIN/ISO EN 9001 durch das BfS sowie nach DIN/ISO 17025 durch die DAkkS.

Doch Akkreditierung ist nur einer der Aspekte des Qualitätsmanagements. Ein anderer ist die Digitalisierung und deren Langzeitarchivierung: „Was vor zwei Jahren noch komplett in Papierform dokumentiert wurde, ist nun vollständig digital abgelöst worden“, sagt der Ingenieur Hendrik Albers, der im IT-Projektmanagement der geophysikalischen Standorterkundung arbeitet. Er hat parallel zum Akkreditierungsprojekt von Johanna Lippmann-Pipke eine digitale Neuentwicklung in der BGR koordiniert, welche die Qualität quasi fast von alleine managt: INIS. Oder genauer: das In-situ-Informationssystem, das in situ (vor Ort) gewonnene Roh- und Metadaten aus Endlagerprojekten zentral verwaltet, administriert, und zudem noch eine integrierte Handschrift-erkennungsoftware besitzt. Ein besonderes Highlight, denn das vereinfacht viele Prozesse.

„Früher wurden handschriftliche Notizen und Protokolle gemacht, denn gerade im Feld wäre eine Notiz mit Maus und Tastatur oft zeitaufwendiger gewesen, statt sie schnell ins Feldbuch zu schreiben“, erklärt Albers. Um diesen Effekt aufrecht zu erhalten, können in INIS handschriftliche Notizen und Skizzen gemacht werden, die dann in grafischer Form interpretiert werden. „Der elektronische Stift ist für den Arbeitsablauf eine wichtige Erleichterung für viele Kolleginnen und Kollegen, die lange an Zettel und Kugelschreiber gewöhnt waren“, erläutert Albers. Für den IT-Experten war es herausfordernd, alles unter einen Hut zu bringen: „Wir wollten ein System, in dem sich alle im Prinzip wiederfinden und zu ihren Gunsten nutzen können, um einen Mehrgewinn daraus zu ziehen. Ein System, das für die vielen Bereiche, Methoden und Personen gleichermaßen nutzbar ist.“ So sind derzeit 67 Messverfahren aus den Fachbereichen der Geomechanik, Geohydraulik, Geophysik und Bohrlochcharakterisierung in INIS unter einem Dach vereint. Hier werden alle notwendigen Informationen gespeichert, die zu einer Reproduzierbarkeit der Messergebnisse befähigen.

Die Messdaten und Notizen werden hierbei mit einer Reihe von sogenannten Metadaten miteinander verknüpft. Dazu gehören beispielsweise an jedem Messpunkt der genaue Ort und Zeitpunkt, Änderungen einer Messgröße, Parameter-Einstellungen usw., deren Eintragung mit Zeitstempel und einer qualifizierten elektronischen Signatur der zuständigen Person versehen wird. „Die Signaturkarte ersetzt die Unterschrift. So ist stets nachvollziehbar, wer die Daten erfasst hat, damit Plausibilität und Vertraulichkeit gegeben sind und die Vollständigkeit der Messdaten bestätigt wird“, sagt Albers.

Mit INIS und der Akkreditierung des Gesteinsmechanischen Labors ist die Qualitätssicherung in der BGR hinsichtlich Beratung und Forschung zur Standortauswahl auf dem derzeit höchstmöglichen Niveau. Johanna Lippmann-Pipke ist überzeugt: „Transparenz ist nur möglich, wenn man auch



die technische Grundlage dafür legt, dass es lesbar ist und Arbeiten zeigen kann, die vor vielen Jahren gemacht wurden.“

Dazu gehört aber auch die Altdatenpflege, d. h. die Digitalisierung alter analoger Messdaten und Protokolle in Papierform, ihr Einpflegen in das bestehende System und eine Langzeitaufbewahrung. Für den Ingenieurgeologen Benjamin Paul ist dies die größte Herausforderung. Zusammen mit Albers leitet er das INIS-Projekt und ist selbst sowohl für Datenmanagement als auch Datenauswertung zuständig. Er kennt die Tücken, die bei langen Aufbewahrungen lauern: „Bei technischem Fortschritt treten ständig Aktualisierungen auf und Datenformate ändern sich“, erläutert Paul. „Zertifikate laufen irgendwann ab, daher müssen wir vor allem in den großen Zeiträumen ständig dem aktuellen Stand der Technik folgen.“

Letztes Jahr begann das Team damit, Daten aus dezentralen Rechnern und Notizblöcken für alle verfügbar zu machen und nach dem FAIR-Prinzip aufzubereiten (siehe zu FAIR auch „Der Nervenstrang der Forschungs- und Beratungsleistung der BGR“). Für die sichere Aufbewahrung geowissenschaftlicher Daten sowie deren langfristige Nachprüfbarkeit hat die BGR im Dezember 2019 eine Verwaltungsvereinbarung mit dem Bundesarchiv geschlossen, dem Dienstleister für oberste Bundesbehörden bzgl. digitaler Daten. Das Bundesarchiv bietet einen zentralen Langzeitspeicher an, welcher die rechtssichere Aufbewahrung sowie deren Integrität, Authentizität und Vollständigkeit gewährleistet. Der optimale Ort also, um die BGR-Forschungsergebnisse und Abläufe transparent zu verewigen. Für das Qualitätsmanagement der BGR in der Endlagerforschung ein weiterer wichtiger Schritt zur Qualitätssicherung. ■



Dr. Dipl. Phys.
Johanna Lippmann-Pipke
 B3.3 Charakterisierung von Speicher- und Barrieregesteinen

✉ Johanna.Lippmann-Pipke@bgr.de



60 JAHRE TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT MIT JORDANIEN

Von der Pionierarbeit beim Aufbau des geologischen Dienstes von Jordanien zu Beratungsaufgaben im Ressourcenschutz in einem der wasserärmsten Länder der Erde.

Jordanien gilt heute als Anker für Stabilität in einer Region, die seit Jahrzehnten von Krisen und Konflikten geprägt ist. Die BGR führt dort seit mehr als 60 Jahren Projekte im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) durch. Aktuell unterstützt die BGR Jordanien beim Schutz und Management der Grundwasserressourcen, da das Grundwasser in atemberaubenden Tempo schwindet. Im nachfolgenden Doppelinterview erörtern Landschaftsökologe Alexander Jokisch und Hydrogeologe Dr. Falk Lindenmaier die kritische Trinkwassersituation und die besondere Rolle der BGR in Jordanien.

Herr Jokisch, Herr Dr. Lindenmaier, die BGR, damals noch Bundesanstalt für Bodenforschung, begann ihre Zusammenarbeit mit Jordanien 1959, nur wenige Jahre nachdem es seine Unabhängigkeit erlangte. Was hat sich seitdem verändert?

Das Land, das wir heute unterstützen, hat wenig mit dem Land von vor 60 Jahren zu tun. Früher lebten dort weniger als eine Millionen Menschen, heute sind es über 10 Millionen. Die Strukturen und Bedarfe haben sich massiv verändert. Das einst von Subsistenzlandwirtschaft und Nomadentum geprägte Land hat nun große Industrien und Städte. Trinkwasserknappheit und andere Probleme sind erst dadurch entstanden. Daher gibt es für Deutschland und damit das BMZ als unseren Auftraggeber gute Gründe, Jordanien weiter zu unterstützen.

Sie beide arbeiten seit einigen Jahren in aktuellen BGR-Projekten in Jordanien und fahren auch mehrmals jährlich dorthin. Was genau ist Ihre Aufgabe?

Als Partner des Wasserministeriums ist die BGR in Jordanien intensiv beratend tätig. Wir klären über Ressourcen wie Trinkwasservorräte, deren Qualität und Verteilung im Untergrund auf. Die Projektleitung vor Ort und die tägliche Beratung der jordanischen Partnerbehörde ist Aufgabe der sechs durch die BGR entsandten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die dort mit ihren Familien leben, sowie der fünf lokalen Projektangestellten. Solche Projekte funktionieren nur mit Expertinnen und

Experten vor Ort, und hier zusätzlich mit den engagierten Kolleginnen und Kollegen des jordanischen Wasserministeriums. Wir unterstützen und koordinieren von Hannover aus fachlich und strategisch. In Jordanien führen wir Gespräche mit der Regierung und dem Team, organisieren Projektworkshops und öffentliche Veranstaltungen.

In der Gesamtschau: inwieweit bedingt die frühere Technische Zusammenarbeit die gegenwärtige?

Unsere aktuelle Arbeit baut systematisch auf den früheren Arbeiten in Jordanien auf. Am Anfang der Kooperation machte die BGR eine geologische Landesaufnahme und baute den damaligen geologischen Dienst auf. Ende der 1960er folgten mithilfe der erstellten Karten erste Studien zum Grundwasservorkommen. Seither fokussierte sich die Zusammenarbeit auf hydrogeologische Arbeiten und die Ausbildung der Projektpartner. Mit neuen Methoden erstellte die BGR in den 1990ern eine erste umfassende Bewertung der Grundwasserressourcen und erkannte: Der Schutz des Grundwassers vor Verunreinigung ist ein entscheidender Faktor zur Sicherung der Trinkwasserversorgung. Daher verlagerte sich der Arbeitsschwerpunkt hin zum Wasserressourcenschutz. Zusammen mit dem jordanischen Wasserministerium erarbeitete die BGR die Grundlagen zur Ausweisung von Schutzzonen für die wichtigsten Trinkwasserquellen und bildete ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus. Jetzt entwickeln wir zusammen Managementpläne für die noch vorhandenen Grundwasserressourcen.

Das Wadi Rum im äußersten Süd-Osten Jordaniens. Der Sandstein der Ram-Gruppe im Hintergrund beinhaltet einen wichtigen Aquifer mit fossilem Grundwasser.



BGR-Fahrzeuge in der jordanischen Wüste bei der geologischen Erkundung im Jahr 1959.



BGR-Fahrzeug bei einer gemeinsamen Kontrolle von Quellen zusammen mit dem jordanischen Partnerministerium MWI im Jordan Graben im Jahr 2019.

Sie haben das Wasserministerium unterstützt, ein „Wasserjahrbuch“ zu veröffentlichen. Darin wird die Bevölkerung Jordaniens über ihre aktuelle und zukünftige Trinkwassersituation informiert. Welche Rolle hatten Sie konkret bei der Erstellung?

Das jordanische Wasserministerium ist sowohl kompetent als auch offen, und hat den Anspruch und den Willen, der jordanischen Bevölkerung gegenüber die kritische Versorgungslage zu kommunizieren. Wir haben eine gute, gewachsene Beziehung miteinander, weil wir schon so lange vor Ort sind. Die BGR versuchte stets auf die Bedürfnisse im Land zu hören und sich fachlich einzubringen – so wurde mit der Zeit eine große Vertrauensbasis geschaffen. Wir können gerade heraus auf Probleme hinweisen und mahnen, dass die Ressource versiegt, wenn sich die Nutzungsweise nicht ändert.

Mal abgesehen von dem steigenden Bedarf durch das rasante Bevölkerungswachstum und die Verstädterung – welche Belastungen gibt es außerdem für Jordaniens Grundwasserressourcen?

Ganz klar die steigende Bewässerung der u. a. für den Export bestimmten industriellen Landwirtschaft. Die Grundwasserressourcen müssen den Großteil des jordanischen Wasserverbrauchs decken, werden aber seit den 1980er Jahren übernutzt. Lokal sind bereits zahlreiche Brunnen trockengefallen, und Grundwasserabsenkungen von 5 bis lokal über 10 Meter im Jahr sind keine Seltenheit. Seit einigen Jahren schwinden die Grundwasserressourcen in diesem atemberaubendem Tempo.

Welche Folgen ergeben sich aus der schwindenden Verfügbarkeit des Grundwassers?

Die Grundwasserentnahme hat sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend weiter nach Osten und in die fossilen (also nicht erneuerbaren) Grundwasserleiter im Süden verlagert. Im Endeffekt handelt es sich hier um ein Wettrennen zwischen der industriellen Landwirtschaft und den öffentlichen Wasserversorgern um die letzten Reserven. Auch die häufig illegale Wasserentnahme durch die Landwirtschaft verschärft den Konflikt.

Inwieweit spürt die Bevölkerung die Trinkwasserknappheit bereits jetzt im Alltag?

Die öffentlichen Wasserversorger müssen Einschränkungen machen: Wasser gibt es nicht den ganzen Tag, sondern in

Städten wochenweise für nur 8 Stunden. Überall im Land speichert die Bevölkerung Wasser in großen Tanks, die im mehrwöchigen Turnus aufgefüllt werden. Falls es nicht reicht oder mal die Versorgung ausfällt, wird das Wasser privat per teurer Tanklastertour geliefert.

Welche weiteren Maßnahmen plant die BGR in der Technischen Zusammenarbeit mit Jordanien?

In den kommenden Jahren werden wir mit dem jordanischen Wasserministerium die ökonomischen Aspekte der Grundwasserentnahme betrachten, immerhin entfallen geschätzte 15% des Energieverbrauchs in Jordanien auf die Trinkwassergewinnung. Mittelfristig bleibt Grundwasser das Rückgrat der jordanischen Trinkwasserversorgung, daher sollte seine Entnahme energie- und damit kosteneffizient erfolgen. Dazu gehört bei tiefen Brunnen mit über 200 m Förderhöhe eine sehr feine Abstimmung vom Ausbau der Brunnen und Einstellung der Pumpen. Denn schlecht ausgebaute Brunnen führen zu hohem Energieverbrauch und hohen Betriebskosten – wodurch wiederum die Investitionsmittel für bessere Brunnen fehlen. ■



Alexander Jokisch
B4.1 Internationale Zusammenarbeit,
Arbeitsbereich Asien & Ozeanien

✉ Alexander.Jokisch@bgr.de



Dr. Falk Lindenmaier
B2.3 Grundwasserressourcen –
Beschaffenheit und Dynamik

✉ Falk.Lindenmaier@bgr.de



Bild oben:
Gemeinsame Beschreibung und
Klassifizierung eines Bodens bei
einer Trainingsmaßnahme.

Bild unten:
Profil eines Plinthosol genannten
Bodens in der Gemeinde Ngong.

BODENINFORMATIONEN FÜR KAMERUNS RAUMPLANUNG

Die BGR unterstützt Kamerun beim Aufbau und der Sicherung bodenkundlicher Datengrundlagen.

Will ein Staat seine Flächennutzung strukturieren, muss er für diese sogenannte Raumordnungsplanung verschiedene Interessen abwägen. Ist beispielsweise der Schutz einer bestimmten natürlichen Ressource angebrachter als deren ökonomische Nutzung? Oder: Welche landwirtschaftliche Bodennutzung eignet sich am besten für die konkrete Fläche? Solche Abwägungen erfordern Informationen und „mit qualitätsgesicherten Daten funktioniert die Raumplanung besser als ohne“, sagt der Geograf Thomas Rehmann, der ein Projekt der BGR im Rahmen der Technischen Zusammenarbeit (TZ) in Kamerun koordiniert.

Eine Raumordnungsplanung kann vor dem Entstehen von Interessenkonflikten einen Ausgleich schaffen, doch in der kamerunischen Politik wurde dieses Thema lange vernachlässigt. Daher setzte das kamerunische Ministerium für Wirtschaft, Planung und Raumordnung (MINEPAT) diesbezüglich einen neuen Prozess in Gang und kooperiert dabei mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). „Gemeinsam mit den kamerunischen Partnern stellt die BGR Bodeninformationen bereit, um die ansässige ländliche Bevölkerung besser vor den negativen Auswirkungen von Landnutzungskonflikten und Ressourcenübernutzung zu schützen“, erläutert Rehmann das Ziel des Projektes, das vom BMZ finanziert wird.

Die Geoökologin Lisa Heise ergänzt: „Wir unterstützen die geowissenschaftlichen Fachbehörden im Land bei der Erhebung und Bereitstellung harmonisierter und qualitätsgeprüfter Daten und Karten zum Schwerpunkt Boden.“ Zusammen mit den Kamerunerinnen und Kamerunern plante und vollzog das BGR-Team wissenschaftliche Studien zur Bodenkartierung, aber auch zur Grundwasserqualität. Gemeinsam ging es ins Feld. In einer 4.000 Hektar großen Pilotzone in einem Wassereinzugsgebiet der Gemeinde Ngong wurden Daten akquiriert und Proben von 22 Bodenprofilen genommen. Diese klassifizierte das Team nach dem Bodenklassifikationssystem WRB („World Reference Base for Soil Resources 2014“). Dieses internationale System sei grundlegend für alle weiteren Datenerhebungen, betont Heises Kollege, der Geoökologe Dr. Daniel Rückamp: „Denn so kann Kamerun auch international verglichen, wie es um seine Flächennutzungsmöglichkeiten steht.“



Kolleginnen und Kollegen aus Kamerun bei einer Schulung im bodenchemischen Labor der BGR.

Die Felddaten bildeten die Grundlage für eine großmaßstäbige Kartierung des Wassereinzugsgebiets: So wurde Kameruns erste WRB-„Draft-Bodenkarte“ im Maßstab 1:25000 auf Grundlage internationaler Kartier- und Laborstandards erstellt. Die prekäre Sicherheitslage in einer zweiten Pilotzone in Süd-West verhinderte in dieser Region zwar weitere Aktivitäten wie etwa Geländekampagnen, doch die Partner wurden bei den Ausbildungsaktivitäten weiter miteinbezogen.

Das Team um Lisa Heise und Daniel Rückkamp schulte ihre Kolleginnen und Kollegen aus Kamerun nach dem Prinzip „Train-the-Trainer“.

Das Ziel der beiden Geoökologen des BGR-Teams war es, dass ihre kamerunischen Partner künftig eigenverantwortlich Schulungsmodule konzipieren und anschließend als Trainerinnen und Trainer weitere Schulungen selbstständig durchführen. So wie die Kamerunerin Zocpé Elisabeth. „Erst digitalisierten die Kolleginnen und Kollegen der BGR die bestehenden Karten, dann tat es Elisabeth, und jetzt zeigt sie ihren Landsleuten, wie das funktioniert“, so Rückkamp.

Die Digitalisierung des Informationsgehaltes einer bodenkundlichen Karte ist komplizierter als man meinen könnte. In der Bodenkunde gibt es nämlich grundlegend verschiedene Systeme, um Böden zu klassifizieren. Das erschwert eine einheitliche Einordnung. „Die Kamerunerinnen und Kameruner wissen genau, welcher Boden sich für welche Ackerfrucht eignet“, stellt Rückkamp klar, „aber wie dies international einzuordnen ist – das ist schwieriger. Es gebe keine Algorithmen, um etwa das alte französische oder amerikanische System in die internationale WRB zu überführen, so der BGR-Geoökologe. Daher überlegten sich seine Kolleginnen und Kollegen neue Strategien, um den Altbestand an Karten mit dem WRB-System zu harmonisieren.“

Diese qualitätsgesicherte Digitalisierung ist nur ein Aspekt der technischen Zusammenarbeit, denn seit 2015 stärkte die BGR ihre kamerunischen Partner in einer Vielzahl von Themenkomplexen. So umfassten die Schulungsmaßnahmen auch die Bereiche „Free and Open Source“ Geoinformationssysteme, statistische Datenauswertungen, die Archivierung von bestehenden Datensätzen bzw. Karten sowie den Aufbau und die Anwendung von Literaturverwaltungsdatenbanken.

Ein besonderer Aspekt der Zusammenarbeit waren für Rückkamp die Laborarbeiten, bei denen die Proben auf bodenchemische und -physikalische Parameter gemeinschaftlich analysiert wurden. Während für die Bodenfachleute aus Kamerun der Besuch in den BGR-Laboren in Hannover ein Highlight darstellte, begeisterte sich Rückkamp für die Laborfertigkeiten des Partners IRAD in Kamerun: „Unsere kamerunischen Kolleginnen und Kollegen nutzen zum Teil grundlegende Methoden, die ich aus der Literatur kenne, aber selbst nie angewendet habe, weil wir automatisierte Instrumente dafür haben“, sagt der Bodenkundler. „Die Kamerunerinnen und Kameruner machen vieles selbst mit soliden chemischen Arbeitsmethoden, die vielleicht zeitaufwendiger, aber keinesfalls schlechter als unsere sind. Das zu verfolgen war schon sehr spannend.“

Der erste große Schritt ist getan: Die gemeinschaftliche Erhebung, Analyse und Archivierung der Daten haben dazu beigetragen, die Bodendaten zu harmonisieren und die Qualität zu verbessern. Jetzt folgt die nächste Phase. „Es geht nun darum, die Brücke zu bauen zwischen den Fachleuten und den Personen, die die Daten nutzen, den planenden Personen und Menschen in der Politik“, erklärt Projektkoordinator Rehmann. „Wir müssen verdeutlichen, warum die Daten wichtig sind und wie man sie nutzen kann.“ Schließlich sollen diese Informationen dem kamerunischen Ministerium künftig als Entscheidungsgrundlage für die Planung einer ausgleichenden und nachhaltigen Landnutzung dienen. ■



Thomas Rehmann
B4.1 Internationale Zusammenarbeit,
Arbeitsbereich Afrika

✉ Thomas.Rehmann@bgr.de



Dr. Daniel Rückkamp
B2.4 Boden als Ressource –
Stoffeigenschaften und Dynamik

✉ Daniel.Rueckamp@bgr.de



Errichtung von Pfahl-Fundamenten in Dhaka.

BANGLADESCH: WO STADTENTWICKLER GUTE GEOINFORMATIONEN BRAUCHEN

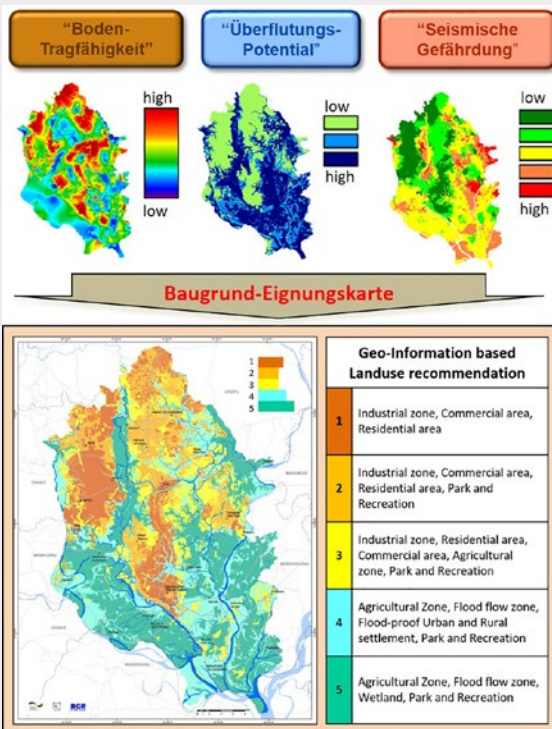
Überflutung, Erdbebengefahr und Baugrundinstabilität: Im Rahmen der Technischen Zusammenarbeit hilft die BGR, Geogefahren für die Stadt Dhaka zu ermitteln.

Von der Hauptstadt Dhaka sind es zwar nur 120 Kilometer gen Norden zum Workshop nach Sirajganj, die Annette Lisy über gut ausgebaute, erhöhte Straßen fährt. Aber Bangladesch gehört zu den am dichtesten besiedelten Flächenstaaten der Welt, und der Verkehr ist quasi immer dicht. Daher durchkreuzt das BGR-Team um Projektkoordinatorin Annette Lisy die unzähligen Flüsse und von Teichen übersäten Felder fast fünf Stunden lang. Abgesehen von der Flora des feuchtheißen tropischen Klimas erinnere das Landschaftsbild stark an eine deutsche Marschlandschaft, findet Annette Lisy. Während der heftigen Monsunregenfälle kann das Wasser nur langsam abfließen und verbleibt als „Stauäссе“ auf den Feldern. „Hier fährt man keine fünf Kilometer ohne Wasser gesehen zu haben“, bemerkt die Geowissenschaftlerin, „und die Teiche sind nicht blau, sondern in einem durch Wasserhyazinthen gefärbtem Grün.“

Annette Lisy begeistert sich für das Land und seine Leute ebenso wie für die Arbeit, die sie für Bangladesch leisten darf. Als ausgebildete Projektmanagerin für internationale Zusammenarbeit koordiniert die Geographin in der BGR Projekte im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit (BMZ). Speziell geht es darum, in den Städten wiederkehrende Verluste gegenüber Geogefahren und negative Auswirkungen des Klimawandels langfristig zu mindern. Denn Expertinnen und Experten prognostizieren, dass Bangladesch in den nächsten 30 Jahren ein Fünftel seiner Landmasse verlieren könnte und in den kommenden 50 Jahren womöglich mit bis zu 50 Millionen Klimaflüchtenden zu rechnen sei. Starke Niederschläge und Überflutungen, Meeresspiegelanstieg, Grundwasser-

versalzung und zunehmende Stürme setzen dem Land aber bereits heute zu. Landabsenkungen und schlechte infrastrukturelle Planung verstärken diese Probleme – insbesondere in den Städten.

„Mit Hilfe verbesserter Stadtplanungen auf Basis von verlässlichen Geoinformationen können wir klimabedingte Risiken für die Bevölkerung vermindern“, erläutert Annette Lisy. Daher unterstützt die BGR ihren Partner, den staatlichen Geologischen Dienst von Bangladesch (GSB), bei der Erfassung belastbarer Geoinformationen zu Baugrundstabilität, Erdbebengefährdung, Landsenkung und Überflutung durch Hochwasser. Wie das erfolgreich funktioniert, erprobte das Expertenteam in der 20 Millionen Menschen zählenden starken Hauptstadt, eine der am schnellsten wachsenden Mega-Cities weltweit. „Für Dhaka gab es eigentlich bereits einen Masterplan zur Stadtplanung. Als wir aber Gefährdungspotentiale und Baugrundeignungskarten mit unserem Partner vorstellten, wurde dieser Plan entsprechend der neuen Geoinformationen angepasst“, erklärt Dr. Andreas Günther, BGR-Experte im Themenfeld Ingenieurgeologie. Hierfür führten GSB und BGR eine umfangreiche Datenerhebung und Analyse in drei Bereichen durch: Die Ingenieurgeologie ermöglicht die Bestimmung der Bodentragfähigkeit durch das Niederbringen von 30 m tiefen Bohrungen in engem Raster über das Stadtgebiet verteilt. Mit Hilfe von Geophonen in diesen Bohrungen und entlang der Oberfläche kann die Geophysik mit seismischen Methoden ein 3D-Modell des Untergrundes sowie der Erdbebengefährdung ableiten. In der Fernerkundung ermöglicht die Analyse der Satellitenbilder von den maximalen Überflutungen der letz-



Konzept für die Erstellung der Karte der Baugrundeignung: Die einzelnen Geo-Faktoren (Boden-Tragfähigkeit, Überflutungs-Potential, Seismische Gefährdung) werden überlagert und die resultierende Karte wird in fünf Klassen der Baugrundeignung unterteilt.

ten Jahrzehnte und deren Abgleich mit Dhakas Höhenprofilen die Definition des Überflutungsrisikos verschiedener Gebiete. „Uns ging es auch um die Verbesserung der Messmethodik und -qualität beim Partner“, sagt Günther. So statteten sie den geologischen Dienst GSB mit IT aus, trainierten deren Personal und führten Standards für die Auswertung und Dokumentation ein. Herausgekommen ist ein umfangreicher „Atlas“ an validierten Geoinformationen über Dhaka – ein wegweisendes Produkt für die Stadtentwicklung.

„In diesem Winter geht unser ‚Atlas on Urban Geo-Information of Dhaka Metropolitan Region‘ für die interessierte Öffentlichkeit in Druck“, freut sich Günther. „Den Stadtplanenden und Entscheidungstragenden hatten wir die Informationen natürlich bereits im Vorfeld intensiv kommuniziert.“

Kommunikation auf allen Ebenen fiel Annette Lisy schon immer leicht und ist dabei ein Schlüssel für den Erfolg. Gelassen variiert sie in ihren Funktionen als Organisatorin, Moderatorin, Vermittlerin und Beraterin zwischen dem Geologischen Dienst, dem BGR-Expertenteam vor Ort und in Hannover und auch gegenüber dem BMZ, wenn es beispielsweise um Länderstrategien geht. Auch der breite Dialog zwischen den beteiligten Berufsgruppen sei in diesem Projekt sehr wichtig. So wie bei den themenübergreifenden Workshops in den sechs Pilotgebieten, für die nun Berichte und Karten erstellt werden.

Mit Projektleiter Rüdiger Ludwig, dem BGR-Experten vor Ort, ist Annette Lisy nach der stundenlangen Fahrt endlich beim Workshop angekommen. Dort diskutiert ein junger Stadtplaner angeregt mit den BGR-Fachleuten, dem Bürgermeister, sowie Vertreterinnen und Vertretern der örtlichen

Planungsbehörden, des geologischen Dienstes GSB, der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) und der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Der Stadtplaner fordert diverse hochwertige und nutzbare Geoinformationen, um diese für die Stadtplanung berücksichtigen zu können. „Es ist ein gegenseitiger Abstimmungs- und Anpassungsprozess“, erläutert Annette Lisy. „Ein Nutzer, wie dieser Stadtplaner, soll valide Infos vom Geologischen Dienst derart aufbereitet erhalten, dass er etwas damit anfangen kann. Denn erst die Nutzung verbesserter Methoden bringt eine Veränderung im Land. Darauf zielt unsere Technische Zusammenarbeit ab.“ Eine sehr engagierte, fachliche Diskussion findet statt, wie es das Projektteam hier ständig erlebt. „Durch die BGR werden offenbar auch gedankliche Räume erweitert“, umschreibt sie die zugleich vermittelnde als auch katalysierende Rolle der BGR. „Denn häufig werden offene Diskussionen durch kulturelle Besonderheiten wie Hierarchie oder Machtpolitik erschwert.“

Eine der aktuellen Fachdiskussionen betrifft die Fernerkundung. Denn als nächstes soll die Erfassung von Bodenbewegungen (wie z. B. Absenkungsprozesse) ermöglicht werden, um potentielle Georisiken frühzeitig erkennen zu können – wie beim neuen BodenBewegungsdienst Deutschland (siehe Titelthema: „[Wo sich Deutschlands Erdoberfläche bewegt – jetzt online!](#)“). In Bangladesch rüstet die BGR den Partner GSB mit der dafür relevanten Hard- und Software aus, trainiert die Methodik der Radarinterferometrie und stellt sich dabei auch fernerkundlichen Herausforderungen: Denn die Satellitenradare erkennen die Wasserflächen nicht, wenn sie von Wasserhyazinthen überbedeckt sind. Daher müssen die Expertinnen und Experten vor Ort Rückstreuungswerte der „grünen“ Wasserflächen ermitteln, um diese in die Auswertungsalgorithmen einbinden zu können. So hat Annette Lisy auf dem Rückweg des Workshops vorbei an den grünen Wasserfeldern beides freudig im Blick: den Zauber einer Landschaft, die es ihr angetan hat und die geowissenschaftlichen Aufgaben, die noch auf das Team warten. ■



Annette Lisy
B4.1 Internationale Zusammenarbeit,
Arbeitsbereich Asien & Ozeanien

✉ Annette.Lisy@bgr.de



Dr. Andreas Günther
B2.2 Informationsgrundlagen
Grundwasser und Boden

✉ Andreas.Guenther@bgr.de

NACHHALTIGE ALTERNATIVEN ZUM ILLEGALEN KLEINBERGBAU

In Indonesien gelang der BGR eine Pilotkooperation zur Rekultivierung von ehemaligen Zinnbergbauflächen.

In jedem Smartphone, Fernseher, Computer ist es enthalten: Zinn. Das Metall wird zum Lötten von Elektronikbauteilen gebraucht, aber auch zur Herstellung von Weißblech, Chemikalien, Medikamenten und Verpackungen. Weltweit steigt der Bedarf – und global gehört Deutschland zu den größten Importeuren von Raffina-zinn. Daher sollte man sich gerade hierzulande über die Nachhaltigkeit des Zinnabbaus Gedanken machen.

„Nachhaltigkeit im Bergbau betrifft den gesamten Zyklus, von der Exploration und Förderung bis zur Renaturierung oder Rekultivierung“, erklärt BGR-Wirtschaftsgeologe Dr. Philip Schütte. Da beim Schürfprozess von Zinnerz in Seifenlagerstätten die feinen Bodenpartikel ausgewaschen werden, verbleibt nach dem Abbau ein vornehmlich sandig-kiesiger Boden, dessen Bodenfunktionen langfristig beeinträchtigt sind. Er ist „degradiert“, wie es BGR-Bodenkundler Dr. Andreas Möller fachmännisch nennt, und „das hat Unfruchtbarkeit zur Folge“. Um den degradierten Boden wieder nutzbar zu machen, etwa für die Landwirtschaft, muss er rekultiviert werden. Genau das erprobten die BGR-Kollegen Schütte und Möller mit den innovativen Ansätzen zweier BGR-Fachbereiche auf Bangka, einer der indonesischen „Zinninseln“ östlich von Sumatra*.

Indonesien ist nach China zurzeit der weltweit zweitgrößte Zinnproduzent. Der dort seit Jahrhunderten betriebene Abbau ist eine wichtige Einkommensquelle für die lokale Bevölkerung. Allerdings hinterlässt er bei Ausbleiben einer fachgerechten Rekultivierung großflächige Kraterlandschaften mit unfruchtbaren Böden. Verschärft wird die Situation durch den Kleinbergbau. Nach Beendigung der industriellen Förderung wird zurückgebliebenes „Restzinn“ mit einfachen Methoden zumeist illegal weiter abgebaut und der Boden so noch stärker degradiert.

Berichte über die flächenhafte Zerstörung auf den indonesischen Zinninseln erlangten bereits vor einigen Jahren internationale Aufmerksamkeit. Im Sinne nach-

haltiger Lieferketten sollten sich daher verantwortungsvolle Unternehmen in Deutschland, die indonesisches Zinn oder daraus gefertigte Produkte beziehen, fragen: Wie lassen sich diese negativen Folgen der Zinn-gewinnung mindern?

Eine Antwort können die beiden BGR-Experten Schütte und Möller liefern, denn in ihrem erfolgreichen Pilotprojekt haben sie zweierlei geschafft: Einerseits demonstrierten sie auf einer 18 Hektar großen Fläche, dass auf dem degradierten Boden mittels experimenteller Bodenverbesserung und ausgeklügelter Erosionsschutzmaßnahmen Nutzpflanzen wieder gedeihen können. Andererseits nahmen sie von Anfang an die lokale Bevölkerung mit an Bord, um mit ihnen gemeinsam zukunftsweisende und nutzbringende Alternativen zum illegalen Kleinbergbau zu entwickeln.

In Bangka stehen die Weichen jetzt auf Grün – mit Rückendeckung des indonesischen Bergbauministeriums, des staatlichen Bergbaubetreiber PT Timah als Unterstützer des Projekts, der Lokalregierung und der Zivilgesellschaft. Und mit Hilfe der Wissenschaft. „Insbesondere die enthusiastischen Fachkräfte der Universitäten Bogor und Bandung lieferten entscheidende wissenschaftlichen Beiträge“, sagt Bodenexperte Möller voller Respekt. „Denn was auf welchem Boden am besten wachsen könnte, wussten sie genau. Wir haben dabei selbst viel gelernt“, schwärmt der Bodenkundler, der die intensiven, partnerschaftlichen Dialoge während der vielen mehrtägigen Workshops besonders schätzte.

„Von Anfang an war der Wissensaustausch als wichtige Komponente in unserem Projekt geplant“, ergänzt Schütte. Die BGR brachte Wissenschaft, Politik, und Lokalbevölkerung an einen Tisch oder auch schon einmal in einer lokalen WhatsApp-Gruppe zusammen. Als unabhängige Drittpartei mit Partnern im Ministerium konnte die BGR manche Prozesse beschleunigen, bemerkt Schütte.

* Siehe auch Film zum Projekt auf YouTube im BGR GeoChannel „Rekultivierung im indonesischen Zinnabbau“.

„Nachhaltigkeit im Bergbau betrifft den gesamten Zyklus, von der Exploration und Förderung bis zur Renaturierung oder Rekultivierung.“ Dr. Philip Schütte

Das Rekultivierungsprojekt auf der indonesischen Zinninsel Bangka.

Die bisher gängigen Rekultivierungsmaßnahmen waren nicht nachhaltig, so die Erkenntnis. Die Bepflanzung der ehemaligen Bergbauflächen nach den gesetzlichen Mindeststandards brachte wenig Nutzen für die breite Lokalbevölkerung. Für das BGR-Pilotprojekt wurden daher geeignete Nutzpflanzen von den indonesischen Expertinnen und Experten ausgewählt und von der lokalen Gemeinde befürwortet. Sodann ging es zügig an die Umsetzung der neuen Rekultivierungspläne: Auf verschiedenen Testflächen bauten die Inselbewohnerinnen und Inselbewohner mit Unterstützung der BGR u. a. Auberginen, Tomaten und Ananas an – inklusive spezieller „Bodenverbesserer“. Da Kompost auf der Insel Bangka teuer ist und auch nicht ausreichend zur Verfügung steht, experimentierte das BGR-Team mit alternativ zur Verfügung stehenden Bodenzusätzen: Hühnermist, Reisspelzen, Ton sowie Pflanzenkohle aus verkohlten Fruchtständen der Ölpalme. Da feine Bodenpartikel während der Regenzeit zu erodieren drohten, wurde zudem ein stabilisierendes Entwässerungssystem auf der Pilotfläche installiert. Nach vielen Monaten trugen die Bemühungen dann so viele Früchte, dass selbst Möller staunte: „Wir konnten es kaum glauben, dass alles so gut funktioniert hat.“

Mit ihren gesammelten Projekterfahrungen entwickelten die Projektpartner ein Handbuch mit Empfehlungen zur Rekultivierung im indonesischen Zinnabbau und druckten es auf Englisch und Indonesisch. „Das Handbuch steht jetzt vor Ort zur Verfügung und soll als Diskussionsbasis dienen“, sagt Schütte stolz. „Es gibt den lokalen Bergbaubetreibern und der lokalen Regierung einen Leitfaden, wie nach dem Bergbau Perspektiven für die weitere wirtschaftliche Entwicklung geschaffen werden können.“ Darüber hinaus seien die Erfahrungen aus diesem Pilotprojekt auch für die BGR wichtig, erläutert er: „Wir haben umfangreiche Erkenntnisse zu den Kosten und Herausforderungen der Rekultivierung in Indonesien gewonnen. Dieses Wissen können wir für weitere Projekte weltweit nutzen.“

Die Rekultivierung von ehemaligen Bergbauflächen sei in vielen Ländern ein noch zu wenig beachteter Bereich, findet Möller. Dabei sind Böden weltweit durch Degradation bedroht und „der Boden ist neben Wasser und Luft unser kostbarstes Gut auf der Erde“, mahnt der Bodenkundler (siehe auch „Unsere Böden: Eine Lebensgrundlage im Wandel“).

In ihrem Projekt in Indonesien empfanden Schütte und Möller die ausgeprägte soziale Komponente als besonders spannend und die Arbeit mit den engagierten lokalen Partnern als sehr entspannt: „Viele verschiedene Beteiligte haben an einem Strang gezogen. Auf diese Weise ist eine positive Gesamtdynamik entstanden.“ Das BGR-Team wird weiter Kontakt zu den Beteiligten halten. Das Projekt ist 2019 offiziell übergeben worden. Der staatliche Bergbaubetreiber PT Timah führt es weiter. Die Gemeinde hat sich verpflichtet, die rekultivierte Pilotfläche während der nächsten drei Jahre zu erhalten. „Es ist ein erster Meilenstein. Wir haben gezeigt, dass nachhaltige Alternativen für den illegalen Kleinbergbau funktionieren können“, so die beiden BGR-Wissenschaftler. ■



Dr. Philip Schütte
B1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe

✉ Philip.Schuette@bgr.de



Dr. Andreas Möller
B2.4 Boden als Ressource – Stoffeigenschaften und Dynamik

✉ Andreas.Moeller@bgr.de



VOR WELCHEN HERAUSFORDERUNGEN STEHT DIE BGR?

Interview mit der Vorsitzenden des Kuratoriums, Prof. Dr. sc. Antje Schwalb

Als Vorsitzende des Kuratoriums beraten Sie gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft die BGR und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) bei der fachlichen und organisatorischen Ausrichtung der BGR. Wie unterstützt das Kuratorium die BGR bei ihren Aufgaben?

In seinen jährlich zwei Sitzungen informiert sich das Kuratorium über die wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftsberatenden Aktivitäten sowie wichtige Organisations- und Personalfragen der BGR. Wir diskutieren aktuelle Fachthemen, beschäftigen uns mit zukünftigen Handlungsfeldern einer Ressortforschungseinrichtung, beraten die BGR bei Fragen der nationalen und internationalen Vernetzung sowohl im Bereich von Kompetenzen als auch Institutionen oder erörtern Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit. Hier kann das Kuratorium mit seinen Mitgliedern aus Forschungsinstitutionen, Universitäten, Industrie und Ministerien Fragestellungen und Probleme aus vielfältigen Perspektiven beleuchten. Auf diese Weise unterstützen wir

die BGR in ihrem kontinuierlichen Reflexionsprozess zur strategischen Ausrichtung und Schwerpunktsetzung und können ihr Handlungsempfehlungen geben.

Der Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen der Erde wächst zunehmend. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Arbeit der BGR?

Unser Leben wird zunehmend von globalen Entwicklungen beeinflusst, allen voran durch das weltweite Bevölkerungswachstum – begleitet von zunehmender Urbanisierung und Migration –, durch die Globalisierung der Wirtschaftskreisläufe, den Umstieg auf erneuerbare Energien und die Auswirkungen des Klimawandels. Die BGR stellt sich diesen Herausforderungen. Das Kuratorium unterstützt den Ansatz der BGR nachdrücklich, Strategien und Standards für einen nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen der Erde zu entwickeln, um im Rahmen ihres Auftrags Umweltbelastungen infolge der Erschließung und Nutzung von natürlichen Ressourcen auf ein Minimum zu begrenzen oder, wo



PROF. DR. SC. ANTJE SCHWALB

- Leiterin Institut für Geosysteme und Bioindikation, Technische Universität Braunschweig (seit 2012)
- Mitglied des Kuratoriums der BGR (seit 2015), Vorsitzende (seit 2019)
- Habilitation, Universität Göttingen (2002)
- Docteur ès Sciences, Université de Neuchâtel (1992)
- Diplom in Geologie/Paläontologie, Universität Göttingen (1987)

„Rasant wachsende Datenmengen stellen die Geowissenschaften vor immer neue Herausforderungen, bieten aber auch große Möglichkeiten.“

Prof. Dr. sc. Antje Schwalb

immer möglich, ganz zu vermeiden. Auf diese Weise leistet die BGR einen wichtigen Beitrag zur Sicherung unserer eigenen Lebensgrundlagen und flankiert gleichzeitig Entwicklungs- und Schwellenländer beim Aufbau von Wohlstand.

Mit ihrer neuen Handlungsstrategie BGR 2025+ verfolgt die BGR das Ziel, den drängenden Zukunftsaufgaben noch gerechter zu werden. Wie kann die BGR weiterhin Forschung und Beratung auf höchstem Niveau leisten?

Zur Stärkung ihrer wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit hat die BGR eine neue thematische Schwerpunktsetzung vorgenommen, die zugleich eine noch intensivere themenübergreifende Bearbeitung von Aufgaben erlaubt. Ich finde es wichtig, dass die BGR den Ausbau von Prognose-Techniken verstärkt, um die Auswirkungen von menschlichen Eingriffen in den Untergrund noch gezielter abschätzen zu können. Gleichzeitig werden auf wissenschaftlicher Grundlage geeignete Monitoring-Technologien und Nachsorgemaßnahmen entwickelt. Hier profitiert die BGR von ihrer ohnehin schon sehr guten Infrastruktur mit modernsten Laboren, hochspezialisierten Methoden und einer sehr guten wissenschaftlichen Vernetzung auf Grundlage langjähriger nationaler und internationaler Kooperation. Als Hochschullehrerin freut es mich besonders, dass zu den ergänzenden Maßnahmen zur Stärkung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit z. B. auch die Anerkennung der Hochschullehre der Kolleginnen und Kollegen von der BGR und gemeinsame Berufungen mit Universitäten gehören. Ebenso wichtig sind Forschungs Kooperationen mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Das stärkt die Vernetzung der Geolandschaft in Deutschland und auch mit dem Ausland – das schafft Voraussetzungen für weitere zukünftige innovative Forschungsvorhaben.

Zu Beginn des Jahres hat die BGR im BMWi eine vielbeachtete internationale Konferenz zum Thema „Big data und machine learning“ veranstaltet. Wie sieht die Zukunft der angewandten Geowissenschaften aus?

Rasant wachsende Datenmengen stellen die Geowissenschaften vor immer neue Herausforderungen, bieten aber auch große Möglichkeiten. Satelliten liefern Daten, die z. B. zur Bewertung der Auswirkungen von Klimawandel und Naturkatastrophen oder auch von anthropogenen Einflüssen herangezogen werden können. Eine intelligente Verknüpfung von unterschiedlichen Datensätzen kann zum Management von Georisiken beitragen oder z. B. für eine nachhaltige Landnutzung eingesetzt werden. Sie eröffnet Entscheidungshilfen in der Erdölexploration und -produktion oder in der Erkundung von Grundwasserressourcen. Durch die skalenübergreifende Kombination von Beobachtungstechnologien und eine intensive fachliche Vernetzung setzt die BGR schon jetzt neue Standards in der Erdbeobachtung.

Die BGR beschäftigt sich mit Fragestellungen von hoher gesellschaftspolitischer Relevanz. Welches sind die Schlüsselkriterien für eine erfolgreiche Wissenschaftskommunikation?

Um die Akzeptanz von Geotechnologien in der Öffentlichkeit zu erhöhen, ist die transparente und nachvollziehbare Kommunikation von wissenschaftlichen Daten, Fakten und Bewertungen sowie eine Erläuterung der Notwendigkeit von Begleitforschung von entscheidender Bedeutung. Die BGR leistet hierzu einen ganz wichtigen Beitrag. Es geht darum, Verbraucherinnen und Verbraucher für eine nachhaltige Nutzung unserer Georessourcen noch stärker zu sensibilisieren. Dazu gehört z. B., dass wir das Wissen über die Herkunft der Rohstoffe, die für die Herstellung unserer Alltagsgegenstände essentiell sind, verbreitern. Zudem gilt es, in der Gesellschaft das Bewusstsein für die Umwelt- und Sozialbedingungen, unter denen diese Rohstoffe gefördert werden, weiter zu schärfen. Mit zunehmendem Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen werden zukünftig verstärkt Plattformen für Austausch und Vermittlung von Wissen benötigt, die einen kritischen und kontroversen, aber vor allem konstruktiven Diskurs mit und in der Gesellschaft ermöglichen. ■



Jochen Erbacher während Geländearbeiten im Harz.



Jochen Erbacher untersucht eine Quarzsandgrube bei Uhr in Niedersachsen.

Der BGR-Wissenschaftler (links) begutachtet mit einem Kollegen eine Bohrprobe, die aus dem Atlantik vor Surinam entnommen wurde.

FORSCHUNG, LEHRE UND GEO-MANAGEMENT – JOCHEN ERBACHER VERBINDET ALLES

Seit knapp 15 Jahren koordiniert Prof. Dr. Jochen Erbacher neben seinen Aufgaben als BGR-Arbeitsbereichsleiter für Stratigraphie und Sammlungen den deutschen Beitrag am internationalen Forschungsprogramm IODP. Gleichzeitig lehrt er als Honorarprofessor an der Universität Heidelberg und ist Herausgeber eines wissenschaftlichen Fachmagazins. „Als Ressortforschungseinrichtung bietet mir die BGR ein breites Spektrum an Möglichkeiten, um wissenschaftlich zu arbeiten und gleichzeitig meinen vielseitigen Interessen nachzugehen“, sagt der Geologe

Begonnen hat die wissenschaftliche Karriere von Jochen Erbacher 1991. Nach seinem Studium der Geologie und Paläontologie an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen schrieb Erbacher seine Dissertation über die Entwicklung von Radiolarien (kieselschalige planktonische Einzeller) in den Ozeanen der Kreidezeit. Dazu forschte er in Italien und an Bohrkernen des Ocean Drilling Program (ODP), aus dem sich später das International Ocean Discovery Program (IODP) entwickeln sollte. Als „Postdoc“ setzte Erbacher seine Arbeiten auf diesem Gebiet mit einem Projekt im Südosten Frankreichs fort. Es folgten mehrere Schiffsausfahrten, darunter auch eine ODP-Expedition vor Florida. In dieser Zeit übernahm er auch einen Lehrauftrag (Mikropaläontologie, Kartierkurse) an der Tübinger Universität.

Zur BGR kam Erbacher 1997. Er begann zunächst als Angestellter in einem Drittmittelprojekt, bei dem er die damals in der BGR angesiedelte deutsche Koordinations-

stelle für das Forschungsprogramm ODP unterstützte. Dort, im damaligen Referat für Meeresgeologie, fasste der junge Geologe drei Jahre später endgültig Fuß, als er sich erfolgreich auf eine unbefristete Stelle bewarb.

Danach gewann die Karriere des aufstrebenden Wissenschaftlers in der BGR sehr schnell an Fahrt. 2003 leitete Erbacher seine erste Expedition. Auf dem damals größten Forschungsschiff der Welt, der JOIDES Resolution, untersuchte er im Rahmen des Programms ODP vor Surinam die Auswirkungen extremer Treibhausklimabedingungen während der Kreidezeit sowie die Entstehung von Erdölmuttergesteinen. 2006 übernahm Erbacher die Leitung des deutschen Koordinationsbüros für das Nachfolgeprogramm IODP, mit dessen Organisation die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ebenfalls die BGR betraut hatte. „Mit ihrer Arbeit im global aufgestellten Projekt IODP erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 23 Staaten bisher unzugängliche Bereiche des Meeresbodens“, beschreibt Erbacher die Aufgabe des internationalen Programms.

An fünf Expeditionen hat Erbacher selbst mitgewirkt. Inzwischen ist er vorrangig Programmmanager. Erbacher: „Gemeinsam mit meinem Team im IODP-Büro organisieren wir die Teilnahme deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Expeditionen und Projekten des Programms und sind außerdem zuständig für die jährlichen Berichte, das Führen von Publikationslisten und die Durchführung von Kolloquien und Arbeitstreffen.“



Der BGR-Wissenschaftler (links) an Bord des Forschungsschiffs FS Heinke in der Deutschen Nordsee.

„Als Ressortforschungseinrichtung bietet mir die BGR ein breites Spektrum an Möglichkeiten, um wissenschaftlich zu arbeiten und gleichzeitig meinen vielseitigen Interessen nachzugehen.“

Prof. Dr. Jochen Erbacher

Die Arbeit für das Programm IODP lässt sich gut mit seinen Hauptaufgaben in der BGR vereinbaren. Nachdem Erbacher zwischenzeitlich unter BGR-Federführung mit dem Aufbau eines deutschen Verbundprojekts zur Untersuchung der Geopotenziale in der Deutschen Nordsee sowie mit der Gründung des Nationalen Bohrkernlagers in Berlin-Spandau betraut war, übernahm er 2008 die Leitung des BGR-Arbeitsbereichs für Stratigraphie und Sammlungen. „Zu unseren Aufgaben gehören zum Beispiel die Kuratierung der Sammlungen und Bohrkernlager in Hannover, Spandau und Grubenhagen sowie die Durchführung von stratigraphischen Forschungsbohrungen“, sagt er.

Als BGR-Arbeitsbereichs- und – seit 2009 – stellvertretender Fachbereichsleiter („Geoinformationen, Stratigraphie“) sowie IODP-Koordinator ist Erbacher vorrangig als Forscher und Geo-Manager gefragt. Als Herausgeber des Fachmagazins „Newsletters on Stratigraphy“ (seit 2008) und Mitglied zahlreicher wissenschaftlicher Gremien ist der Geologe ein fester Bestandteil der internationalen wissenschaftlichen Community. „Fachliche Vernetzung ist für mich ein wesentliches Element erfolgreicher Forschung“, betont Erbacher.

Seine wissenschaftliche Leidenschaft gehört aber auch weiter der Lehre. Seit 2014 engagiert sich der BGR-Beamte ehrenamtlich an der Universität Heidelberg – zunächst als Lehrbeauftragter, seit 2018 als Honorarprofessor an der Fakultät für Chemie und Geowissenschaften. Erbacher: „Ich möchte mein Wissen an junge Generationen weitergeben.“ ■



DAS INTERNATIONAL OCEAN DISCOVERY PROGRAMM (IODP)

Das „International Ocean Discovery Program“ ist ein Tiefseebohrprogramm, in dem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus 23 Ländern unzugängliche Bereiche des Meeresbodens erkunden. Das für Deutschland zuständige IODP-Koordinationsbüro ist in der BGR ansässig. Es organisiert im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) die Teilnahme deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Expeditionen und Projekten des internationalen Programms und ist außerdem für die jährlichen Berichte, Publikationslisten sowie die Durchführung von Kolloquien und Abstimmungstreffen zuständig. Die BGR ist seit 1975 deutsche Durchführungsorganisation von IODP und seinen Vorgängerprogrammen.

Das Programm IODP begann im Oktober 2013. Es baut auf früheren wissenschaftlichen Ozean-Bohrprogrammen auf.

Im Wissenschaftsplan „Illuminating Earth's Past, Present, and Future“ sind die wissenschaftlichen Ziele des Bohrprogramms zusammengefasst worden. Darin sind vier Forschungsschwerpunkte festgelegt: „Climate and Ocean Change“, „Biosphere Frontier“, „Earth Connections“ und „Earth in Motion“.



Prof. Dr. Jochen Erbacher
B4.2 Geoinformationen, Stratigraphie

✉ Jochen.Erbacher@bgr.de



Erstes Treffen der jungen Forscherinnen und Forscher aus dem neuen „Early Career Scientists Club“ mit den Amtsleitungen des Geozentrums.

FACHKOMPETENZ VON MORGEN – DAS NETZWERK DES WISSENSCHAFTLICHEN NACHWUCHSES

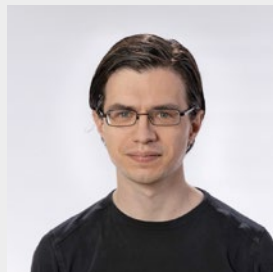
Um dem Anspruch der wissenschaftlichen Exzellenz auch in Zukunft gerecht zu werden, legt die BGR besonderen Wert auf den akademischen Nachwuchs. Die BGR unterstützt die jungen Forscherinnen und Forscher nachdrücklich bei ihrer Arbeit. Dazu gehört auch die Möglichkeit, sich zu vernetzen: Zunächst in einem „Doktoranden-Club“, heute im „Early Career Scientists Club“ des Geozentrums Hannover, der auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und dem Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) offen steht. In diesem Kreis kann sich der wissenschaftliche Nachwuchs, zu denen aktive und angehende Doktorandinnen und Doktoranden sowie Postdocs gehören, ausgiebig austauschen, Fragen zur Promotion erörtern und wissenschaftliche Themen diskutieren. Mehr als 25 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler – teilweise mit internationaler Herkunft – gehören zum Netzwerk, unter ihnen die beiden Sprecher des Early Career Scientists Club, Dr. Sarah Wehmann und Konstantin Kühnel.



Die Nachwuchswissenschaftlerin **Dr. Sarah Wehmann** arbeitet seit einem Jahr als Postdoktorandin bei der BGR. Ihr Forschungsfeld sind geotechnische Sicherheitsnachweise, die im Rahmen der Standortauswahl für ein Endlager für hochradioaktive

Abfälle in Deutschland eine besondere Rolle spielen. Die Wissenschaftlerin hat ihr Ziel dabei immer im Blick: sie möchte sich für eine Berufung zur Professur in diesem Themenfeld qualifizieren. Die Tätigkeit in der BGR ermöglicht es ihr, unmittelbar an ihre Promotionsarbeit in der Geomechanik (Fluid Flow in Fractures) anzuknüpfen. „Hier kann ich meine fachlichen Kenntnisse und Kompetenzen im in-

terdisziplinären Kontakt ausbauen“, erläutert Sarah Wehmann. In den kommenden Jahren möchte sie Erfahrungen in den zentralen Aufgabenbereichen einer wissenschaftlichen Qualifizierung sammeln. „Neben meiner Projektarbeit in der BGR werde ich an der Universität lehren, mich um die Einwerbung von Drittmitteln kümmern und mein Augenmerk auf die Publikation in hochrangigen internationalen Journals richten“, erzählt Sarah Wehmann.



Konstantin Kühnel arbeitet in der BGR im Fachbereich „Geologie der mineralischen Rohstoffe“ als wissenschaftlicher Mitarbeiter und ist gleichzeitig Doktorand an der Technischen Universität Berlin. Für seine Promotion beschäftigt er sich mit der

Frage, wie eine sichere und zugleich nachhaltige Versorgung mit mineralischen Rohstoffen gewährleistet werden kann. „Bereits während meines Studiums des Bergbauingenieurwesens konnte ich Einblicke in dieses Themenfeld gewinnen“, so Kühnel. Die BGR bietet ihm die Möglichkeit, sich in den wissenschaftlichen Diskurs zum Thema Nachhaltigkeit in der Rohstoffgewinnung einzubringen. Daneben nimmt er an internationalen Konferenzen teil und sammelt Erfahrungen beim interdisziplinären Austausch mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Geo-, Rohstoff- und Umweltwissenschaften. „Das alles fließt auch in die Arbeit für meine Promotion ein. Dadurch fühle ich mich gut aufgestellt, um die für die Promotion erforderliche Veröffentlichungen meiner Forschungsergebnisse in anerkannten Fachzeitschriften vorzubereiten“, erklärt Konstantin Kühnel. ■

Early Career Scientists Club
✉ ECS-Club@bgr.de

AZUBI UND AZUBINE – DIE VIELFÄLTIGEN AUSBILDUNGSMÖGLICHKEITEN IN DER BGR

Derzeit bildet die BGR in sieben unterschiedlichen Berufen aus, dazu zählen u. a. die Fachrichtungen Büromanagement, Chemie, Fachinformatik, Geomatik und Kraftfahrzeugmechatronik.



Einer von gegenwärtig insgesamt 12 Auszubildenden in der BGR ist **David Schlecht** (Foto). Als angehender Kaufmann für Büromanagement befindet er sich im 2. Ausbildungsjahr. Im Laufe seiner Ausbildung durchläuft er mehrere verschiedene Stationen innerhalb des Verwaltungs- und Organisationsbereichs der Dienststelle. „Auf diese Weise kann ich eine Vielzahl von Kernkompetenzen für meinen späteren Beruf erlernen“, sagt David Schlecht. Neben einer umfangreichen Ausbildung legt die BGR auch viel Wert auf die Eigenständigkeit ihrer Azubinen und Azubis. Die Auszubildenden lernen so Aufgaben selbstständig zu bearbeiten und zu lösen. Außerdem können die Auszubildenden immer mit ehrlichem und konstruktivem Feedback rechnen. „Mir gefällt die Zusammenarbeit mit den Auszubildenden sehr. Sie sind kompetent, bei Fragen bekommt man immer sofort eine Antwort und das Arbeitsklima ist gut“, erzählt David Schlecht. Nach Abschluss der Ausbildung will er seine Kenntnisse weiter vertiefen. „Ich möchte mich weiterbilden, vielleicht noch ein Studium beginnen“, sagt David Schlecht über seine Zukunft.



Alana Zimmer (Foto) absolviert das zweite Ausbildungsjahr als Chemielaborantin. Sie engagiert sich zudem in der Jugend- und Auszubildendenvertretung der BGR. Bei der Auswahl der Ausbildungsstätte war ihr die Forschungsrichtung sehr wichtig. „Ich wollte meine Ausbildung in einem Betrieb machen, der mehrere Bereiche abdeckt und sich nicht nur auf einen spezialisiert hat“, berichtet Alana Zimmer. Sie schätzt die unterschiedlichen Aufgabenstellungen in ihrer Ausbildung. „Ich komme mit fast allen chemischen Aspekten in Berührung, lerne etliche Geräte und Verfahren kennen, die bei der Analyse von Stoffen helfen“, erzählt Alana Zimmer. Neben der Berufsschule bekommt sie in der BGR zusätzlich Unterricht – hier werden die theoretischen Inhalte ausführlicher erklärt und offene Fragen beantwortet. „Das ist nicht selbstverständlich und ich bin sehr dankbar dafür“, sagt Alana Zimmer. Nach der Ausbildung möchte sie bei der BGR bleiben und Berufserfahrung sammeln. Anschließend kommt für sie auch ein Studium in Frage. „Ich möchte eines Tages in der Forensik Fuß fassen“, ergänzt Alana Zimmer.

i

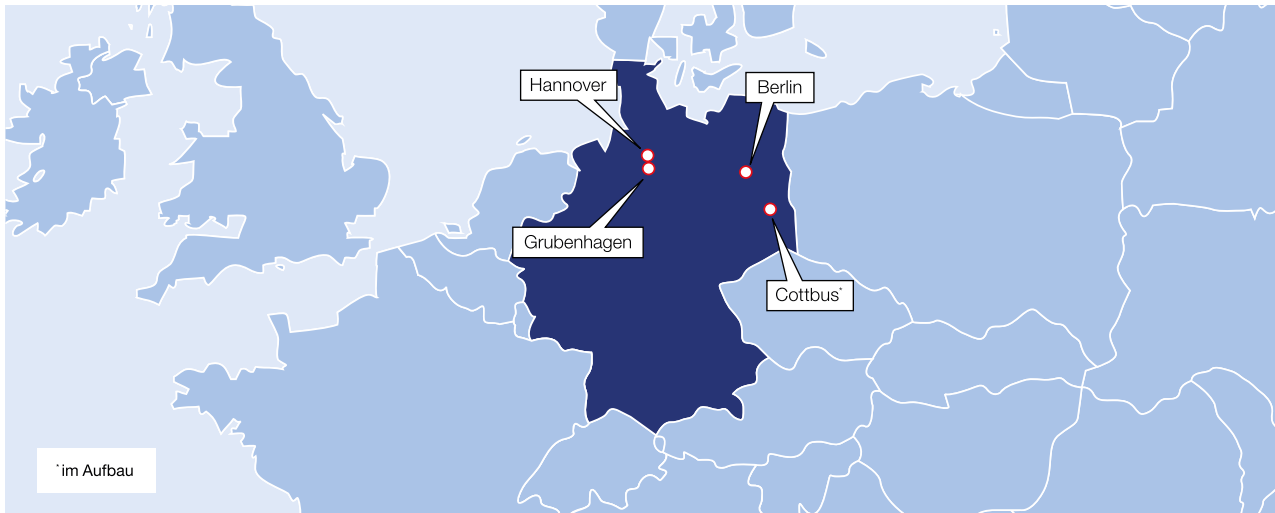
AUSBILDUNGSBERUFE IN DER BGR:

- Chemielaborant/in (3 ½ Jahre)
- Kaufmann / Kauffrau für Büromanagement (3 Jahre)
- Fachangestellte/r für Medien- und Informationsdienste (3 Jahre, dual)
- Fachinformatiker/in (3 Jahre)
- Feinwerkmechaniker/in (3 ½ Jahre)
- Geomatiker/in (3 Jahre)
- Kraftfahrzeugmechatroniker/in (3 ½ Jahre)

Jugend- und Auszubildendenvertretung (JAV)
✉ JAV-BGR@bgr.de

DIE BGR

Dienstbereiche der BGR

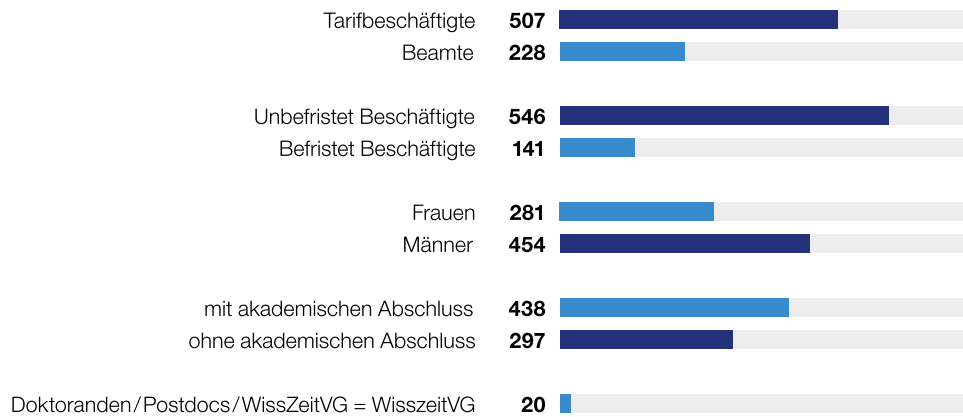


Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der BGR



735

+ 22 AZUBIS



Stichtag: 01.07.2020

Haushalt 2019

Einnahmen (Drittmittel)

21.811.782,88 €

Ausgaben

99.661.999,95 €

Ausgaben für
Aufträge anderer
Bundesbehörden
und Dritter (insbe-
sondere BMZ)

20.379.565,41 €

BERATUNG

Die BGR ist die zentrale Forschungs- und Beratungseinrichtung der Bundesregierung auf den Gebieten der Geowissenschaften und Rohstoffe. Zu ihren Kernaufgaben zählt die Beratung und Information der Bundesregierung, der deutschen Wirtschaft und der Öffentlichkeit insbesondere zu den Themen der langfristigen Sicherung der Rohstoff- und Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland, der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle und des nachhaltigen Georessourcenmanagements. Auf Grundlage von Forschung und Entwicklung sowie unter Einbindung institutioneller und wissenschaftlicher Netzwerke berät und informiert die BGR auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Zu den Adressaten gehören auch Akteure in den Partnerländern der Entwicklungszusammenarbeit. Die BGR veröffentlicht Studien, Stellungnahmen und Mitteilungen. Ihre Expertinnen und Experten stellen wissenschaftliche Expertise in Vorträgen und Veranstaltungen bereit. Sie treten als Sachverständige in Parlamentsausschüssen auf, beantworten Anfragen des Deutschen Bundestages und unterstützen Institutionen wie die Vereinten Nationen, die EU-Kommission, die Weltbank oder die Kreditanstalt für Wiederaufbau.

Beispiele für Beratungsaufgaben der BGR



DERA

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der BGR berät deutsche Unternehmen bei der nachhaltigen und sicheren Rohstoffversorgung. In den Jahren 2018 und 2019 wurden in der Publikationsreihe „DERA Rohstoffinformationen“ sieben Studien und Berichte veröffentlicht, u. a. Risikobewertungen zu den Rohstoffen Magnesium (Metall), Tantal und Kobalt sowie eine Untersuchung zu den Kooperationspotenzialen für deutsche Unternehmen im kanadischen Rohstoffsektor und die aktuelle DERA-Rohstoffliste. Die DERA diskutierte die Ergebnisse ihrer Analysen in Industrieworkshops mit Unternehmen und Wirtschaftsverbänden, darunter auch ihre Studie zur Rohstoffwirtschaft Chinas. Seit 2019 veröffentlicht die DERA ergänzend zu ihrem Preismonitor den Newsletter „Rohstoff-Trends“.



SEKTORVORHABEN GRUNDWASSER

Angesichts von Bevölkerungswachstum, dynamischer Wirtschaftsentwicklung und Klimawandel nimmt vor allem in den Trockenregionen der Welt der Nutzungsdruck auf die immer knapper werdenden Wasserressourcen zu. Das Sektorvorhaben „Politikberatung Grundwasser“ der BGR unterstützt das BMZ bei Strategien und Konzepten für ein nachhaltiges Grundwasser-Management in der deutschen Entwicklungszusammenarbeit. So liefert die BGR Beiträge für Fachkonferenzen, moderiert Veranstaltungen, erstellt Publikationen sowie Stellungnahmen und führt Trainingsmaßnahmen durch. Derzeit unterstützt das Sektorvorhaben den afrikanischen Wasserministerrat AMCOW beim Aufbau eines panafrikanischen Grundwasserprogrammes.



SEKTORVORHABEN ROHSTOFFE

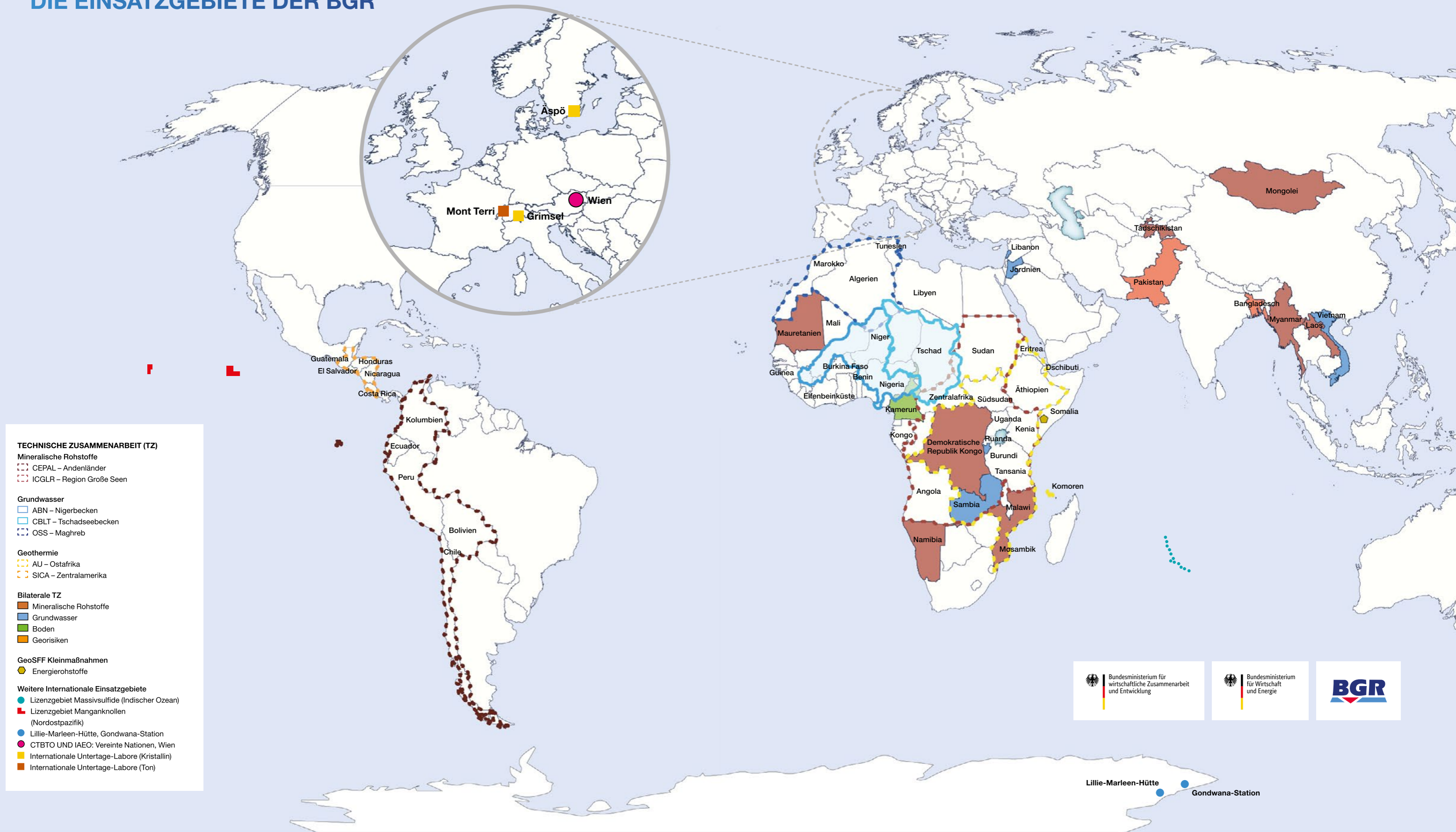
Das Sektorvorhaben „Rohstoffe und Entwicklung“ der BGR berät das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) und unterstützt das Ministerium in internationalen Dialogen sowie bei Initiativen („European Partnership for Responsible Minerals“), Veranstaltungen und Veröffentlichungen. Es war an der Einrichtung eines Netzwerks für Stakeholder über den verantwortungsvollen Bezug von Gold aus dem Kleinbergbau sowie an der Entwicklung des Tools „Local Investment Opportunities in Natural Resource Projects“ (LION) beteiligt. Ziel von LION ist eine bessere Nutzung von Potenzialen rohstoffreicher Länder für eine breite wirtschaftliche Entwicklung. Dabei wird die Beschaffung und Nachfrage in Projekten der Rohstoffförderung modelliert, um zu erkennen, in welchen Beschaffungskategorien Förderungsprojekte die größten Bedarfe haben. Die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse sollen helfen, den Local Content-Anteil in der Wirtschaft zu steigern und damit zu lokaler Wertschöpfung beizutragen. LION wurde bisher beim Goldabbau in Westafrika sowie im Kupfergürtel in der DR Kongo und Sambia eingesetzt.



ENDLAGERUNG

Die BGR berät die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) auf Grundlage einer Vereinbarung zur Zusammenarbeit im Bereich der Standortauswahl und bei den Endlagerstandorten des Bundes. Für die derzeitigen Endlagerstandorte des Bundes „Schacht Konrad“ und das „Endlager Morsleben“ sowie für die „Schachanlage Asse II“ führt sie von der BGE beauftragte geowissenschaftliche und geotechnische Untersuchungen durch und bewertet diese. Zusätzlich zu den untertägigen Untersuchungen in Bereichen des Grubengebäudes Asse II begleitet die BGR im Auftrag der BGE die über-tägigen seismischen Untersuchungen. Mit Hilfe der gewonnenen Daten leistet die BGR einen wichtigen Beitrag zur Charakterisierung der dortigen Salzstruktur.

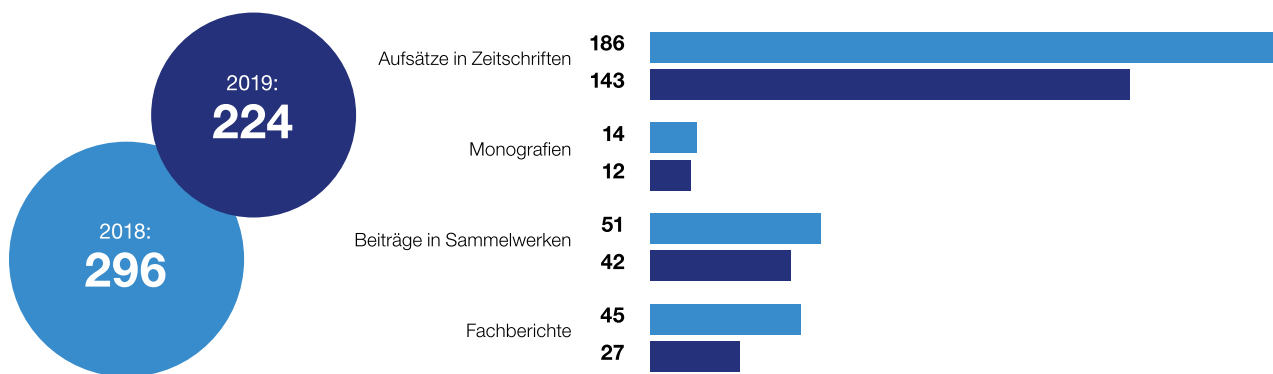
DIE EINSATZGEBIETE DER BGR



PUBLIKATIONEN

Wissenschaftliche Publikationen der BGR¹⁾

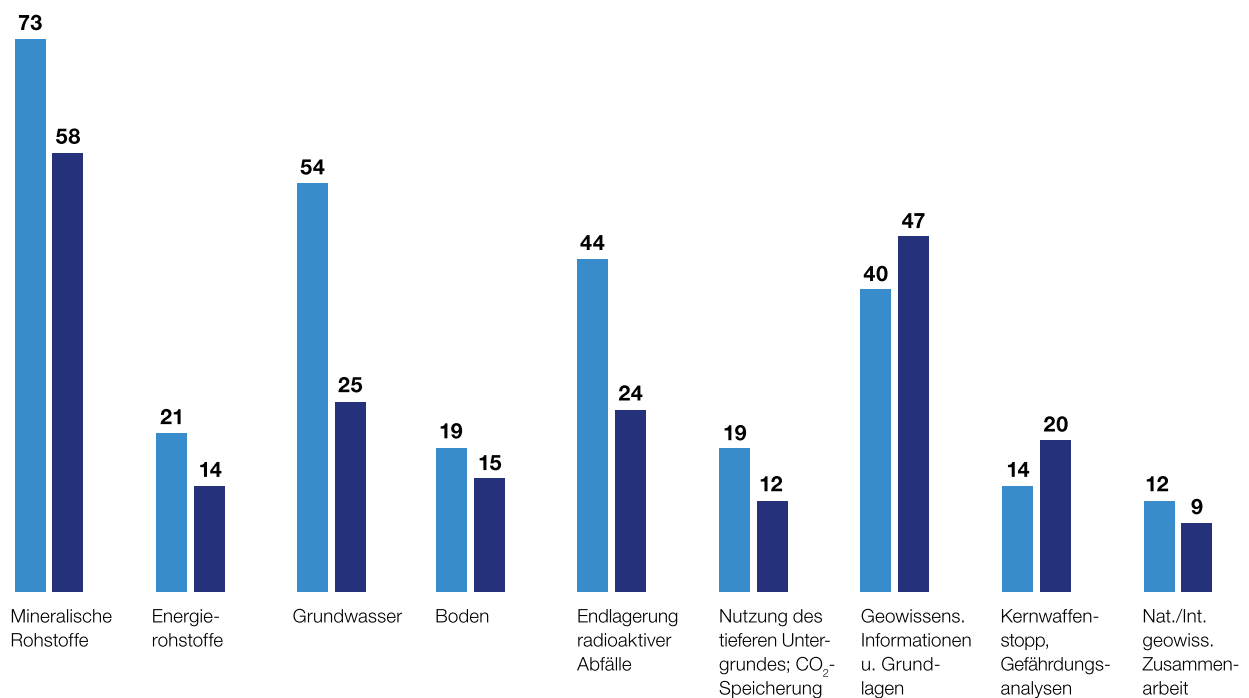
■ 2018 ■ 2019



¹⁾ Von bzw. unter Mitwirkung von BGR-Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Publikationen nach Themenfeldern²⁾

■ 2018 ■ 2019



Quelle: Zentraler Schriftennachweis der BGR (<https://zsn.bgr.de/>, Abruf 30. Juni 2020).

²⁾ Zu den Publikationen zählen auch Open Access-Beiträge.

PRODUKTCENTER

Die digital verfügbaren Fachinformationen der BGR sind über das Produktcenter auf der BGR-Website zugänglich. Aktuell erschließt das Produktcenter rund 600 geowissenschaftliche und rohstoffwirtschaftliche Fachdatensätze, insbesondere Karten(-blätter).¹⁾ Letztere unterliegen einer kontinuierlichen Aktualisierung. Zudem passt die BGR ihre nationalen Kartenwerke unter der Richtlinie für eine europäische Geo-Dateninfrastruktur (INSPIRE) zunehmend an die technischen Anforderungen einheitlicher europäischer Karten an.

Nationale Fachdatensätze (Auswahl)

BODEN



Ackerbauliches Ertragspotential der Böden in Deutschland 1:1.000.000 (SQR1000)
 Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:250.000 (BÜK250)
 Hintergrundwerte von Spurenelementen in Böden Deutschlands 1:1.000.000 (HGW1000)
 Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wasser in Deutschland 1:1.000.000 (PEGWASSER1000)
 Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind in Deutschland 1:1.000.000 (PEGWIND1000)
 Wasserspeicherkapazität (Feldkapazität) der Böden Deutschlands bis in 1m Tiefe (FK10dm1000_250)

GEOLOGIE



Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:250.000 (GÜK250)
 Geologische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (GK1000)
 Geowissenschaftliche Karte der Bundesrepublik Deutschland 1:2.000.000 – Geologie (GK2000 Geologie)
 Salzstrukturen in Norddeutschland (InSpEE-Salzstrukturen)
 Niveauschnitte von Norddeutschland (InSpEE-Niveauschnitte)



GEOPHYSIK

Deutscher Erdbebenkatalog (GERSEIS)
 Hubschrauber-Elektromagnetik (HEM)

HYDROGEOLOGIE



Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen von Deutschland 1:000.000 (ERGW1000)
 Hintergrundwerte im Grundwasser von Deutschland (HGW)
 Hydrogeologische Übersichtskarte 1:250.000 von Deutschland (HÜK250)
 Mittlere jährliche Grundwasserneubildung von Deutschland 1:1.000.000 (GWN1000)



ROHSTOFFE

Bodenschätze der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BSK1000)
 Karte der Bergbau- und Speicherbetriebe der Bundesrepublik Deutschland 1:2.000.000 (BergSP)
 Karte der oberflächennahen Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 (KOR200)

Weltweite und europaweite Datensätze (Auswahl)



BGR Emodnet 2 – Offshore Geology (EMODnet2)
 Global Groundwater Vulnerability to Floods and Droughts (WHYMAP GWV)
 Groundwater Resources of the World (WHYMAP GWR)
 Internationale Geologische Karte von Europa und den Mittelmeerregionen 1:1.500.000 (IGK1500)
 Internationale Geologische Karte von Europa und den angrenzenden Regionen 1:5.000.000 (IGME5000)
 Internationale Hydrogeologische Karte von Europa 1:1.500.000 (IHME1500)
 Marine Seismic Survey Profiles (MSSP)
 Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1:5,000,000 (EUSR5000)
 Weltweite Verbreitung präkambrischer Gesteine (Precam)
 World-wide Hydrogeological Map Information System (WHYMIS)

¹⁾ Die über das Produktcenter zugänglichen Datensätze wurden von der BGR in Abstimmung mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Länder auf Bundesebene bzw. auf europäischer Ebene erhoben oder durch Standardisierung und Harmonisierung von Datensätzen der Länder erarbeitet.

Die BGR

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ist eine wissenschaftlich-technische Oberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Als geowissenschaftliches Kompetenzzentrum berät und informiert sie die Bundesregierung und die deutsche Wirtschaft in allen geowissenschaftlichen und rohstoffwirtschaftlichen Fragen. Ihre Arbeit dient einer ökonomisch und ökologisch vertretbaren Nutzung und Sicherung natürlicher Ressourcen und somit der Daseinsvorsorge. Als nationaler Geologischer Dienst von Deutschland nimmt die BGR zahlreiche internationale Aufgaben wahr. Im Inland hat sie überwiegend koordinierende Funktionen. Zusammen mit dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und dem Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) bildet die BGR das GEOZENTRUM Hannover.

◀ Organisationsplan der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

BGR Report

Als PDF zum Download:



www.bgr.bund.de/Report2020

Organisationsplan der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

<p>Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Postanschrift: Stilleweg 2, 30655 Hannover Postfach 51 01 53, 30631 Hannover Telefon: 0511 643-0 bzw. Durchwahl Telefax: 0511 643-2304</p> <p>Deutsche Rohstoffagentur (DERA)/Dienstbereich Berlin Postanschrift: Wilhelmstr. 25-30, 13593 Berlin Telefon: 030 36993 - 0 bzw. Durchwahl Telefax: 030 36993 - 100 Internet: http://www.bgr.bund.de E-Mail: Poststelle@bgr.de</p>	<p>PRÄSIDIALER STAB¹⁾, PRESSESTELLE</p> <p>C. Blume 2835 Pressesprecher: A. Beuge 2679</p>	<p>PRÄSIDENT</p> <p>Prof. Dr. R. Watzel 2101</p>	<p>INTERNE REVISION</p> <p>K. Krämer 3840</p>	<p>Datenschutzbeauftragte A. Schenk 3688</p> <p>Fachkraft für Arbeitssicherheit gem. § 5 ASiG D. Reinert 2248</p> <p>Gleichstellungsbeauftragte K. Harder 2234</p> <p>Vertrauensperson gem. Ziffer 3.5 der Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis Dr. U. Lanzendorf 2312</p> <p>Personalrat Vorsitz: K. Kruse 3036</p> <p>Vertrauensperson der schwerbehinderten Menschen U. Fabel-Schulz 2876</p>
		<p>VIZEPRÄSIDENT</p> <p>Dr. V. Steinbach 2352</p>	<p>DEUTSCHE KONTROLLSTELLE EU-SORGFALTPFLICHTEN IN ROHSTOFFLIEFERKETTEN (DEKSOR)</p> <p>M. Baier 2069</p>	
<p>ABTEILUNG Z¹⁾ Zentrale Dienste</p> <p>F. Sieling 2494 Vertr.: C. Jahn 2155</p> <p>Abteilungscontrolling A.-C. Woodyard 2279</p>	<p>ABTEILUNG 1 Energierohstoffe, Mineralische Rohstoffe</p> <p>Dr. V. Steinbach 2352 Vertr.: Dr. H. Wilken 2362</p> <p>Abteilungscontrolling Dr. I. Heyde 2782</p>	<p>ABTEILUNG 2 Grundwasser und Boden</p> <p>Prof. Dr. T. Himmelsbach 3794 Vertr.: Dr. U. Meyer 3212</p> <p>Abteilungscontrolling Dr. S. Costabel 3489</p>	<p>ABTEILUNG 3 Unterirdischer Speicher- und Wirtschaftsraum</p> <p>G. Enste 2442 Vertr.: N. N.</p> <p>Abteilungscontrolling H.-D. Bähre 2273</p>	<p>ABTEILUNG 4 Geowissenschaftliche Informationen, Internationale Zusammenarbeit</p> <p>Dr. C. Bönnemann²⁾ 3134 Vertr.: N. N.</p> <p>Abteilungscontrolling Dr. S. Donner 3904</p>
<p>REFERAT Z.1 Personal</p> <p>K. Fischer</p>	<p>FACHBEREICH 1.1 Deutsche Rohstoffagentur (DERA)</p> <p>Dr. P. Buchholz 030/36993228 Vertr.: Dr.-Ing. S.-U. Schulz 030/36993235</p>	<p>FACHBEREICH 2.1 Geophysikalische Erkundung – Technische Mineralogie</p> <p>Dr. U. Meyer 3212 Vertr.: Dr. B. Siemon 3488</p>	<p>FACHBEREICH 3.1 Nutzungspotenziale des geologischen Untergrundes</p> <p>Dr. G. von Goerne²⁾ 3101 Vertr.: N. N.</p>	<p>FACHBEREICH 4.1 Internationale Zusammenarbeit</p> <p>N. N. Vertr.: Dr. A. Hoffmann-Rothe 2651</p>
<p>REFERAT Z.2 Betriebstechnik, Innerer Dienst</p> <p>R. Schwier 3042</p>	<p>FACHBEREICH 1.2 Geologie der mineralischen Rohstoffe</p> <p>Dr. H. Wilken 2362 Vertr.: Dr. G. Franken 2370</p>	<p>FACHBEREICH 2.2 Informationsgrundlagen Grundwasser und Boden</p> <p>Dr. J. Reichling 2366 Vertr.: Dr. E. Eberhardt 3733</p>	<p>FACHBEREICH 3.2 Geologisch-geotechnische Erkundung</p> <p>N. Schubarth-Engelschall²⁾ 2436 Vertr.: N. N.</p>	<p>FACHBEREICH 4.2 Geoinformationen, Stratigraphie</p> <p>T. Wodtke 3455 Vertr.: Hon.-Prof. Dr. J. Erbacher 2795</p>
<p>REFERAT Z.3 Organisation, Zentrales Controlling</p> <p>G. Lopez Wismer 2156</p>	<p>FACHBEREICH 1.3 Geologie der Energierohstoffe, Polargeologie</p> <p>Prof. Dr. C. Gaedicke 3790 Vertr.: Dr. D. Franke 3235</p>	<p>FACHBEREICH 2.3 Grundwasserressourcen – Beschaffenheit und Dynamik</p> <p>N. N. Vertr.: Dr. G. Houben 2373</p>	<p>FACHBEREICH 3.3 Charakterisierung von Speicher- und Barrieregesteinen</p> <p>Dr. J. Lippmann-Pipke 2848 Vertr.: N. N.</p>	<p>FACHBEREICH 4.3 Erdbebedienst des Bundes, Kernwaffenteststopp</p> <p>N. N. Vertr.: Dr. L. Ceranna 2252</p>
<p>REFERAT Z.4 Haushalt und Finanzmanagement</p> <p>F. Lichtenberg 2303</p>	<p>FACHBEREICH 1.4 Marine Rohstofferkundung</p> <p>Dr. C. Müller 3129 Vertr.: N. N.</p>	<p>FACHBEREICH 2.4 Boden als Ressource – Stoffeigenschaften und Dynamik</p> <p>Dr. habil. E. Fries 2814 Vertr.: Dr. F. Stange 3071</p>	<p>FACHBEREICH 3.4 Langzeitsicherheit</p> <p>Dr.-Ing. J. R. Weber 2438 Vertr.: S. Mrugalla 3764</p>	<p>FACHBEREICH 4.4 Gefährdungsanalysen, Fernerkundung</p> <p>Dr.-Ing. T. Lege 3001 Vertr.: Dr. D. Balzer 2742</p>
<p>REFERAT Z.5 Beschaffung, Materialwirtschaft</p> <p>C. Jahn 2155</p>	<p>FACHBEREICH 1.5 Geochemie der Rohstoffe</p> <p>Dr. K. Beckmann 2053 Vertr.: Prof. Dr. A. Schippers 3103</p>	<p>AUFBAUSTAB 2.5 zur Einrichtung des Forschungs- und Entwicklungszentrums Bergbaufolgen</p> <p>N. N. Kontakt: 2223</p>	<p>FACHBEREICH 3.5 Geotechnische Sicherheitsnachweise</p> <p>Dr.-Ing. S. Fahland 2584 Vertr.: N. N.</p>	
<p>REFERAT Z.6 Zentrale Informationstechnik</p> <p>H.-G. Möws 3181</p>				
<p>REFERAT Z.7 Bibliothek, Archiv</p> <p>Dr. J. Gersemann 3204</p>				
<p>REFERAT Z.8 Schriftenpublikationen</p> <p>Dr. J. Gersemann³⁾ 3204</p>				

¹⁾ gemeinsame Verwaltung von BGR und LBEG gem. Verwaltungsabkommen betr. die Einrichtung einer Bundesanstalt für Bodenforschung vom 17./26.11.1958 (ausgenommen Z.1)

²⁾ kommissarisch / auf Probe

³⁾ mit der Wahrnehmung der Geschäfte beauftragt

⁴⁾ zuständig für das Risikomanagement

www.bgr.bund.de

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Stilleweg 2

30655 Hannover

Telefon: +49 511 643 0

E-Mail: info@bgr.de

Die BGR ist eine wissenschaftlich-technische Oberbehörde im
Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

