

BGR Report

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Ausgabe 2012



Das Erbe des Okavango

Wie die Ressource Wasser im Cuvelai-Etosa-Becken in Namibia nachhaltig genutzt werden kann

Editorial



*Prof. Dr.
Hans-Joachim
Kümpel*

Präsident
der Bundesanstalt für
Geowissenschaften und
Rohstoffe

Liebe Leserinnen und Leser,

vielfältige Aufgaben, zum Teil überraschende Erkenntnisse, ausgeklügelte Labor- und Feldarbeit, spannende Einsätze zu Wasser, zur See und untertage, oft gemeinsam mit kompetenten Partnern, haben unsere Tätigkeitsfelder auch im vergangenen Jahr gekennzeichnet. Geothemen, das belegen das hohe gesellschaftliche Interesse, Medienbeiträge und der Beratungsbedarf aus Politik und Industrie, haben Konjunktur.

Alles Wissenswerte komprimiert in einem Heft – das ist das Ziel des neuen „BGR Reports“. Ein neues Layout, eine überarbeitete inhaltliche Gliederung und wichtige Zusatzinformationen geben einen noch besseren Überblick über unsere Arbeiten im zurückliegenden und laufenden Jahr.

Der „BGR Report“ erscheint künftig jährlich und löst den bisherigen „Tätigkeitsbericht“ sowie unsere Forschungsbroschüre „Resource“ ab.

Der „BGR Report“ ist in drei Kapitel gegliedert. Sie beschreiben die Projekte des Jahres 2012, enthalten einen „Ausblick“ auf kommende Aufgaben und geben in einem Magazinteil Einblicke in die Berufswelt der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der BGR. Farbbalken zu jedem Kapitel und Thema ermöglichen eine schnelle Navigation.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Projekte 2012

Energierohstoffe

- 06 Gasvorkommen unter der Nordsee
- 07 Ton mit Potential

Mineralische Rohstoffe

- 08 Chancen für Investoren
- 09 Asche mit Klasse
- 10 Rohstoffsiegel für guten Standard
- 11 Verwittert und doch edel
- 12 Der Schatz im Schlot
- 13 Auf Schatzsuche im Indischen Ozean
- 14 Der Schatz im Abraum
- 15 Schwierige Arbeiten im Kongo
- 16 Eine Welt im Umbruch

Geothermie

- 17 Freie Fahrt für GeneSys
- 18 Transparenz in Insheim

Kernwaffenteststop

- 19 Kontrolle nach dem Test

Georisiken

- 20 Erde in Bewegung

Geophysik

- 22 Von Zahlen zu Bildern
- 24 Auf der Suche nach dem Salzwasser

Boden

- 26 Puzzlespiel mit Hindernissen
- 28 Datenbank mit Zusatznutzen
- 30 Bodenwissen im Handumdrehen

Grundwasser

- 32 Gut geschützt im Untergrund
- 34 Im Tiefflug über das Thüringer Becken
- 36 **Titelthema: Das Erbe des Okavango**

Geoinformation

- 37 Italien im Schnelldurchgang
- 38 Geologie unter dem Meer
- 39 Durchblick im Datenwürfel
- 40 Markt für digitale Rohstoffe
- 42 Das steinerne Gedächtnis

CO₂-Speicherung

- 44 Die Wege des Salzwassers
- 46 Spürnasen am Erdboden
- 47 Wichtige Schaltstelle
- 48 Normen für CCS

Technische Zusammenarbeit

- 49 Von Goldsuche bis Umweltschutz
- 50 Kooperation auf Augenhöhe

Nutzung des tieferen Untergrundes

- 52 Speicher im Untergrund für die Energiewende

Endlagerung

- 54 Labor im Rechner
- 56 Wie Kohlenwasserstoffe ins Salz gelangen

Polarforschung

- 58 Erdgeschichte im Schnelldurchgang
- 59 Zurück im Niemandsland

„Der Planet Erde ist unsere Lebensgrundlage –
seine Ressourcen sind begrenzt.“

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

Ausblick

- 60 ■ Schwankungen im Boden
- 60 ■ Wasser für Afrika
- 61 ■ Energierohstoffpotential im Norden
- 61 ■ Spuren im Hintergrund
- 62 ■ Empfindliches Gleichgewicht
- 62 ■ Bauarbeiten am Südpol
- 63 ■ Aus zwei mach eins
- 64 ■ Auf zum Yukon

Spektrum 2012

- 65 Ressourcenpolitik rund um den Boden
- 65 Mineralogie-Labor auf dem Prüfstein
- 66 Neuer Standort für die DERA
- 67 Austausch mit Russland
- 67 Bessere Kooperation in Westasien
- 68 Besuch in Zentralafrika
- 68 Rohstoffeffizienzpreis verliehen
- 69 Rohstofftagung in Hannover
- 69 Trockengebiete im Fokus
- 69 Neue BÜK 200-Kartendienste online
- 70 Geologie-Kongress in Brisbane
- 70 Erdbeben durch Gasförderung?
- 70 Wo kommt das Wasser der Jeita-Quelle her?
- 71 In Filzpantoffeln zum Nordpol
- 71 Bohrpunkte in Deutschland
- 71 Kooperation mit AHK in Chile
- 72 BGR baut seismologisches Netz aus
- 72 BGR-Hubschrauber macht Wärmebilder
- 73 BGR wirkt bei Risikoanalyse mit
- 73 BGR und ANDRA setzen erfolgreiche Kooperation fort
- 74 Auswahl BGR-Publikationen 2012
- 77 Ansprechpartner
- 82 Impressum

Gasvorkommen unter der Nordsee

Seit 2008 untersucht die BGR die Entstehungsgeschichte der deutschen Nordsee. Im September 2012 setzte ein Team westlich von Helgoland erstmalig neue elektromagnetische Verfahren ein, um dort nach flachen Gasvorkommen zu suchen.

Erdgas im Meeresboden ist einerseits eine Energiequelle, andererseits auch eine Gefahr, wenn es nur wenige hundert Meter tief liegt. BGR-Forscher um Dr. Katrin Schwalenberg entwickeln daher neue Verfahren, mit denen sich solche Gasvorkommen und

auch andere marine Rohstoffe aufspüren lassen. Im September 2012 testete das Team auf dem Forschungsschiff METEOR westlich von Helgoland zwei neue Messsysteme der BGR und der University of Toronto.



Die Forscher verwenden das Verfahren Marine CSEM (von englisch: Controlled Source Electromagnetic). Diese Explorationsmethode bildet die elektrischen Eigenschaften im Meeresgrund ab. Freies Gas ist elektrisch nichtleitend und lässt sich damit von dem gut leitenden Meerwasser unterscheiden, das sich normalerweise in den Poren des Sediments befindet.

Schwalenberg und ihre Kollegen werteten die Fahrt als vollen Erfolg: Die vorläufige Auswertung der CSEM-Daten zeigt Hinweise auf eine gasführende Schicht. Zudem bestätigen die elektromagnetischen Daten die Ergebnisse seismischer Messungen aus dem gleichen Messgebiet.



Aussetzen des Geräteträgers.

Der Geräteträger mit dem CSEM-Sender wird vorbereitet.

www.geopotenzial-nordsee.de

Kontakt: **Dr. Katrin Schwalenberg**

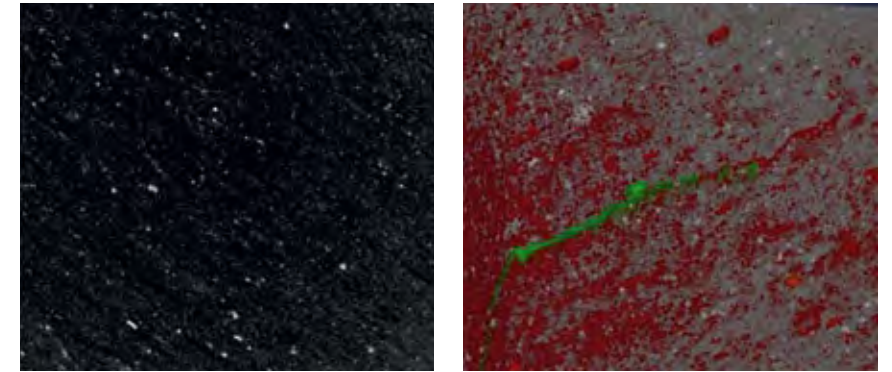
Ton mit Potential

Im Projekt NiKo untersucht die BGR Erdöl und Erdgas in Tonsteinen

Deutschland besitzt ein bedeutendes Potential an Schiefergas. 13 Billionen Kubikmeter Erdgas aus dichten Tonsteinen, schätzen Experten der BGR in einer 2012 veröffentlichten Studie, verbergen sich allein in drei Formationen aus Tonstein tief unter Norddeutschland und dem Rheingraben.

Das ist das erste Ergebnis des Projekts „NiKo“ (Erdöl und Erdgas aus Tongesteinen). BGR-Forscherinnen und Forscher erfassen darin das Potential von Erdöl und Erdgas, das in dichten Tonsteinen eingeschlossen ist. Vor allem Ablagerungen aus den Erdzeitaltern Karbon, Jura und Kreide kommen demnach als Quelle für das so genannte Schiefergas in Frage – eine nicht-konventionelle Erdgas-Ressource, aus der die USA bereits einen großen Teil ihres Bedarfs decken. Die BGR-Studie liefert jetzt eine erste Abschätzung dieser Vorkommen in Deutschland.

Bei den ermittelten Gasmengen handelt es sich um eine Abschätzung der möglichen Gesamtmenge („Gas-in-Place“) an Schiefergas. Von den ermittelten 13 Billionen Kubikmetern Schiefergas kann demnach etwa ein Zehntel gewonnen werden – also 1,3 Billionen Kubikmeter. Das sind deut-



Die Auswertung von computertomographischen Aufnahmen von Tonsteinen ermöglicht die Darstellung von Dichteunterschieden (linkes Bild), Porenräumen (rote Bereiche, rechts Bild) und Vernetzungen von Poren (grüne Bereiche, rechtes Bild).

lich mehr als Deutschlands konventionelle Erdgasressourcen, die bei etwa 0,15 Billionen Kubikmeter liegen. Die derzeitige Datengrundlage ist bisher nicht ausreichend für eine endgültige Bewertung des Erdgaspotentials. Es werden deshalb neue Daten gesammelt, um die potentiellen Muttergesteine zu charakterisieren, insbesondere das organische Material darin, aus dem unter den richtigen Umständen tief in der Erdkruste Kohlenwasserstoffe gebildet werden können.

In Laborversuchen ermitteln die Forscher außerdem, wie mobil Kohlenwasserstoffe in unterschiedlichen Gesteinen sind. Das hängt vor allem davon ab, wie der Porenraum aufgebaut ist. Da die Poren in Tonsteinen sehr klein sind, ist es allerdings sehr schwierig, ihre Eigenschaften zu be-

stimmen. BGR-Mineralogen setzen dazu nun neue analytische Methoden und Verfahren ein. Zusammen mit Kollegen des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik untersuchen sie, wie groß die Poren sind und wie sie miteinander vernetzt sind. Die neu gewonnenen Erkenntnisse tragen zu einer genaueren Abschätzung des Erdgaspotentials bei.

Die BGR-Experten befassten sich auch mit dem Fracking-Verfahren, das zur Gewinnung von Schiefergas eingesetzt wird. Dabei werden Flüssigkeiten unter hohem Druck in das Gestein gepresst um künstliche Risse zu erzeugen. Kohlenwasserstoffe, die in dichten Gesteinen wie Ton oder Schiefer eingeschlossen sind, können durch diese Risse zur Bohrung wandern und gefördert werden. In der



Verbreitung von Tonsteinen, die grundsätzlich die Voraussetzung für die Bildung von Schiefergas aufweisen können (graue Fläche) sowie mögliche prospektive Gebiete (rot schraffierten Flächen).

Studie wurde in einer Simulation beispielhaft gezeigt, dass die Ausbreitung eines künstlich erzeugten Risses im Untergrund zuverlässig modelliert werden kann. Das Entweichen von Fracking-Fluiden aus einem Riss in angrenzende Formationen und Grundwasserleiter lässt sich durch standortbezogene Planungen vermeiden.

Kontakt: **Stefan Ladage**

Chancen für Investoren

DERA-Forscher analysieren Rohstoffsituation in Südafrika

Südafrika gehört zu den wichtigsten Rohstoffanbietern der Welt. Die Vorräte an Platinmetallen, Gold, Stahlveredlern und Industriemineralen sind so groß, dass das Land auch in absehbarer Zukunft zu den fünf wichtigsten Produzenten der Welt gehören wird.

Um die deutsche Wirtschaft bei ihrem Engagement in Südafrika zu unterstützen, pflegt die an der BGR angesiedelte Deutsche Rohstoffagentur (DERA) seit 2011 eine Rohstoffländerkooperation mit Südafrika. Die DERA erarbeitet derzeit ein Handbuch für Investoren, in dem sie die Vorkommen strategisch wichtiger Rohstoffe analysiert. „Die Kooperation mit Südafrika ist ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands“, sagt DERA-Leiter Dr. Peter Buchholz.

Für das Investorenhandbuch untersuchen Forscher der DERA und der BGR Schwermineralsande, Seltenerdmetalle, Antimon, Flussspat, Chromit, Vanadium und Platinmetalle. Zusammen mit dem geologischen Dienst von Südafrika, dem CGS (Council for Geoscience), besuchen sie Bergwerke und weitere potentielle Lagerstätten, sammeln Daten und führen Analysen sowie Literaturrecherchen durch.

Im Mai und September 2012 fanden bereits Geländearbeiten für drei Einzelstudien zu Schwermineralsanden, Seltenen Erden und Antimon statt. Die Ergebnisse werden im ersten Teil des Investorenhandbuchs zusammengefasst. Im März 2013 werden die Rohstoffe Chromit und Flussspat untersucht.

Parallel dazu haben die Auslandshandelskammer, die offizielle Vertretung der deutschen Wirtschaft in Südafrika und Germa-

ny Trade and Invest (die deutsche Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing in Johannesburg), zusammen mit der DERA eine Rohstoffstudie erstellt. Darin tragen die Experten aktuelle Daten zu Metallen, Industriemineralen und Kohle zusammen. In dieser Studie werden insgesamt 18 Rohstoffe untersucht. Die Studie stellt die wirtschaftlichen, politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Südafrika für Investitionen im Bergbausektor dar. Zudem analysiert sie den Bedarf der südafrikanischen Rohstoffindustrie für deutsche Technologien und Dienstleistungen.

Kontakt: **Dr. Herwig Marbler**

Asche mit Klasse

Braunkohlen-Asche enthält wertvolle Rohstoffe



Braunkohle – ein wichtiger Rohstoff.

Mehr als eine Million Tonnen Asche produzieren die Braunkohlen-Kraftwerke im Mitteldeutschen Raum jedes Jahr. Die Reste, die nach der Verbrennung der Braunkohle übrig bleiben, enthalten Schwermetalle, Edelmetalle und Elemente der Seltenen Erden – darunter wichtige Industrie-Rohstoffe.

Im Verbundprojekt Urban Mining – Kraftwerksasche untersucht die BGR zusammen mit neun Partnern aus Forschung und Industrie, welche Methoden geeignet sind, um die Wertstoffe aus der Asche zurückzugewinnen.

Die Projektpartner erfassen in einem Kataster sowohl die Aschemengen,

die in den Kraftwerken anfallen, als auch die Bestände in Deponien und Restlöchern. Zudem untersuchen sie, welche Technologien geeignet sind, um die Wertstoffe anzureichern und abzutrennen. Dabei sollen sowohl chemische, thermische als auch biotechnologische Verfahren zum Einsatz kommen, etwa die Laugung durch spezielle Mikroorganismen. Schließlich prüfen die Projektpartner, wie gut sich die Konzentrate verwerten lassen und welche Gewinnungsprozesse am besten geeignet sind.

www.r3-innovation.de/karte.php

Kontakt:
apl. Prof. Dr. Axel Schippers

Rohstoffsiegel für guten Standard

BGR untersucht Erfolgsfaktoren für eine Zertifizierung von Rohstoffen

Für mineralische Rohstoffe wie Industriemetalle existiert bislang noch kein Zertifizierungssystem. Die BGR unterstützt allerdings seit 2008 den Aufbau eines solchen Systems für die zentralafrikanische Region der Großen Seen. Ziel ist es, den Handel mit so genannten Konfliktmineralen einzudämmen.

Ob Fischstäbchen, Möbel aus Tropenholz oder Diamanten – für viele international gehandelte Waren und Rohstoffe gibt es heute Zertifizierungssysteme. Teilweise auf Druck der Endverbraucher entstanden, sollen sie eine nachhaltige Produktion, ethische Standards oder transparente Handelswege sicherstellen. Oft zeigt ein Gütesiegel die einwandfreie Herkunft der Ware an – ein Beispiel ist das bekannte MSC-Siegel für Fisch aus nachhaltiger Produktion. Für mineralische Rohstoffe wie Industriemetalle existiert bislang noch kein Zertifizierungssystem.

Nach wie vor finden viele Konfliktminerale ihren Weg auf den Weltmarkt. Die BGR unterstützt die zentralafrikanische Region der Großen Seen seit 2008 dabei, ein solches System zu etablieren.

Um dessen Wirksamkeit sicherzustellen, hat die BGR die Ludwig-Maximilians-Universität München beauftragt, bei bestehenden Standard- und Zertifizierungsinitiativen zu untersuchen, welche Faktoren für den Erfolg einer Initiative entscheidend sind. Dabei analysierten die Forscher acht Systeme,

zum Beispiel den Kimberley-Prozess für Diamanten oder Fairtrade Labeling Organizations International (FLO), eine Dachorganisation für fairen Handel.

Wie sich zeigte, beruhte der Erfolg etwa der FLO vor allem darauf, dass regelmäßige Inspektionen („Polizeistreife“) durch unabhängige Drittanzen durchgeführt werden, um die Einhaltung der Regeln sicherzustellen. Sanktionen, wie sie beispielsweise beim Kimberley-Prozess vorgesehen sind, sind jedoch nicht so wirksam. Ein starkes Steuerungsgremium und ein gut ausgestattetes Sekretariat erwiesen sich ebenfalls als wichtig. Das Steuerungsgremium kann wichtige Gruppen in Entscheidungen einbeziehen, das Sekretariat stellt sicher, dass Entscheidungen zeitnah und gut umgesetzt werden können.

Kontakt: **Dr. Gudrun Franken**



Zinnerzförderung in Ruanda.



Zinnerz vor der Aufbereitung.

Verwittert und doch edel

BGR-Forscher untersuchen in Südafrika bislang ungenutzte Platinerze

Der Bushveld-Komplex in Südafrika ist die weltgrößte Lagerstätte von Platin und verwandten Elementen. Ein Teil der Erze ist allerdings stark verwittert und wird bislang wirtschaftlich nicht genutzt. BGR-Forscher suchen nach Lösungen.

Vor etwa zwei Milliarden Jahren stiegen unter dem heutigen Südafrika gewaltige Mengen Magma aus dem Erdmantel nach oben. Doch das flüssige Gestein blieb in der Kruste stecken und erstarrte zu einem Gebilde, das wie ein Schichtkuchen aussieht. In einigen Lagen konzentrierten sich Metalle wie Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin – die so genannten Platingruppen-Elemente.

Diese Metalle, die sich chemisch allesamt sehr ähnlich sind, sind heute gefragte Rohstoffe, beispielsweise



Rückstreuungsaufnahme eines oxidierten Platinerzes vom Platreef in Südafrika. Die hellen Phasen sind Platinoxide in einer Matrix aus Eisenhydroxiden (mittelgrau) und eisenreichen Silikaten (dunkelgrau).

für Abgaskatalysatoren oder in der Elektronikindustrie. Und 70 Prozent der weltweiten Vorräte befinden sich in jenem riesigen Gesteinskörper in Südafrika, dem Bushveld-Komplex. Südafrika ist bereits der wichtigste Exporteur der begehrten Metalle.

Ein Teil der Platinerze, der sich in der Nähe der Erdoberfläche befindet, ist allerdings stark verwittert. Diese Erze werden derzeit nicht abgebaut, sondern nur auf Halden gelagert. Ob sich ihre Aufbereitung lohnen würde, ist unklar. „Wir wissen nicht, wie sich die Platinmetalle bei der Verwitterung verhalten“, sagt BGR-Lagerstättenexperte Dr. Frank Melcher. Falls die verwitterten Erze noch genügend hohe Konzentrationen von technisch gewinnbaren Platinmetallen enthalten, könnte sich der Abbau lohnen. Geeignete Aufbereitungsmethoden gibt es allerdings noch nicht.

Innerhalb des Verbundprojektes GEOFLUXES wollen Melcher und Kollegen nun herausfinden, in welchen Mineralien sich die Platin-



Tagebau am Platreef in Südafrika. Die verwitterten Gesteine nahe der Oberfläche sind deutlich an ihrer braunen Färbung zu erkennen.

metalle während der Verwitterung anreichern. Im nördlichen Teil des Bushveld-Komplexes, im so genannten Platreef, untersuchen sie frische und oxidierte Erze. Neben Gelände- und Labor-Arbeiten führen sie auch experimentelle Untersuchungen durch. Anschließend wollen sie den Weg der Metalle während der Verwitterung modellieren – und so herausfinden, wie sich der Platinschatz am besten bergen lässt.

Kontakt: **Dr. Frank Melcher**

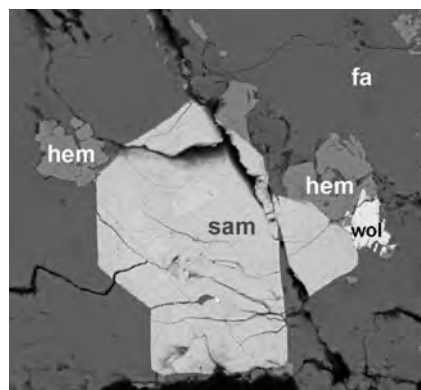
Der Schatz im Schlot

In der Lagerstätte Vergenoeg in Südafrika untersuchen BGR-Forscher, wie Lagerstätten von Hochtechnologiemetallen entstehen

Viele Hochtechnologiemetalle sind in Mineralen angereichert, die unter komplexen geologischen Bedingungen entstanden sind. Um sie ökonomisch nutzen zu können, entwickelt die BGR innovative Konzepte zur Lagerstättensuche, Rohstoffgewinnung und Aufbereitung.

Die Metalle der Seltenen Erden, von Lanthan über Europium bis Lutetium, haben eigentlich einen irreführenden Namen. Denn die Elemente der dritten Nebengruppe des chemischen Periodensystems sind gar nicht selten. Sie kommen allerdings nur selten in Lagerstätten angereichert in der Erdkruste vor, so dass es schwierig ist, sie zu gewinnen.

Dies ist problematisch, denn einige der Seltenerdmetalle sind begehrte Rohstoffe für die moderne Elektronik-



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Niob-Yttrium-Seltene Erden-Mineral (sam-Samarskit) im mineralisierten Gestein der Lagerstätte Vergenoeg (wol-Wolframit; hem-Hämatit; fa-Fayalit).

dustrie. Dementsprechend knapp sind sie derzeit auf dem Weltmarkt. Bislang ist China mit Abstand der größte Exporteur der Metalle, doch weltweit suchen Rohstoffexperten nach Alternativen. Darunter auch BGR-Forscher um Dr. Torsten Graupner: Sie haben die Lagerstätte Vergenoeg im Nordosten von Südafrika ins Visier genommen.

Diese Lagerstätte ist ein vulkanischer Schlot mit einem Durchmesser von 600 bis 900 Metern, der mit Mineralen aus großer Tiefe gefüllt ist. Bislang wird dort vor allem das Mineral Fluorit abgebaut. Doch Experten diskutieren seit längerem darüber, ob er nicht auch größere Mengen interessanter Spurenelemente enthalten könnte, zum Beispiel Niob, Yttrium und Metalle der Seltenen Erden.

Graupner und seine Kollegen haben nun in mehreren Feldkampagnen die Verteilung der Elemente untersucht, nach Anreicherungen gefahndet und Modelle entwickelt, um die Entstehung der Lagerstätte zu erklären. So wollen

sie herausfinden, wo sich die interessanten Elemente angereichert haben könnten.

Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend: Das BGR-Team entdeckte viele typische Niob-, Yttrium- und Seltenerd-Mineralphasen. Die Forscher wiesen zudem nach, dass diese Metalle sehr ungleichmäßig in der Lagerstätte verteilt sind, aber in bestimmten Einheiten gehäuft vorkommen. In einigen Mineralen fanden sie ungewöhnlich hohe Anteile der für hochwertige technische Anwendungen besonders wichtigen schweren Seltenen Erden.

Kontakt: **Dr. Torsten Graupner**

Auf Schatzsuche im Indischen Ozean

BGR-Wissenschaftler erkundeten den Meeresboden südöstlich von Mauritius

Die BGR hat 2012 die Suche nach Rohstoffen im Indischen Ozean fortgesetzt. Die Expedition INDEX 2012 sollte weitere Anhaltspunkte für die Frage liefern, ob ein Antrag für eine Explorationslizenz bei der Internationalen Meeresbodenbehörde (ISA) für diese Region lohnenswert ist.

Kupfer, Zink, Gold und Silber – diese begehrten Metalle fanden Forscher

der BGR im Herbst 2011 am Boden des Indischen Ozeans. Im Dezember 2012 kehrte das Team um Dr. Ulrich Schwarz-Schampera in das Messgebiet südöstlich von Mauritius zurück, um neue Abschnitte des Südostindischen Rückens zu erkunden.

Ziel der Forscherinnen und Forscher war das Umfeld der so genannten Schwarzen Raucher – heiße Quellen

am Meeresboden, die neben ätzenden Flüssigkeiten auch metallreiche Erze absondern. Schwarze Raucher treten meist in kleinen Feldern auf, vor allem entlang der so genannten Spreizungszonen. Dort driften die Platten der Erdkruste auseinander.

Die Forscher kartierten ein Gebiet von 980 Kilometern Länge und 65 Kilometern Breite. Zudem untersuchten sie Umweltparameter und Ökosysteme in der Tiefsee. In 3 000 Metern Tiefe entdeckten sie ein bislang unbekanntes, nicht mehr aktives Feld mit zink- und kupferreichen Erzen. Die üppige Fauna, wie sie für aktive Felder typisch ist, fehlte dort. „Wir konnten unseren Kenntnisstand über potentielle Rohstoffe in diesem Teil des Indischen Ozeans deutlich erweitern“, sagt BGR-Experte Schwarz-Schampera.



Schwarzer Raucher im Indischen Ozean.

Kontakt:
Dr. Ulrich Schwarz-Schampera

Der Schatz im Abraum

In den Halden des Westharzes verbergen sich wertvolle Rohstoffe

Abraum-Halden sind eine Gefahr für die Umwelt, aber auch eine potentielle Rohstoffquelle. Wie sich die Reststoffe darin nachhaltig aufbereiten und optimal verwerten lassen, soll das Verbundprojekt ROBEHA untersuchen.

ROBEHA

„Nutzung des Rohstoffpotentials von Bergbau- und Hüttenhalden unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit am Beispiel des Westharzes“

Der Harz gehörte einst zu den bedeutendsten Erzrevieren Deutschlands. Schon im frühen Mittelalter förderten Bergleute dort Silber, Kupfer, Blei und Eisen zutage, später auch Gold und Zink. Als Folge türmen sich zwischen den Bergen des Mittelgebirges zahlreiche Halden – künstliche Hügel, die den Abraum der Bergwerke und die Schlacke der Hütten aufgenommen haben.

Da die Nachfrage nach Rohstoffen in den letzten Jahren weltweit stark gestiegen ist, sind die bislang uninteressanten Reststoffablagerungen nun ins Visier von Rohstoffexperten geraten – als potentielle Quelle von Buntmetallen, Hochtechnologiemetallen sowie Bau- und Zuschlagstoffen.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes ROBEHA



Installation der Elektroden für die geophysikalische Vermessung einer Pochsand-/Bergehalde im Westharz.

untersuchen BGR-Forscher Halden aus unterschiedlichen Bergbaurevieren des Westharzes. An ein bis zwei vielversprechenden Halden wollen die Forscher detaillierte Untersuchungen durchführen, um herauszufinden, ob sich die Reststoffe überhaupt wirtschaftlich wiederaufbereiten lassen.

Das Problem: Bergbauhalden sind sehr heterogen aufgebaut. Um Metallrohstoffe erfolgreich zurückzugewinnen, muss der Haldeninhalte detailliert charakterisiert werden. Dafür sind innovative Erkundungsmethoden und Aufbereitungstechniken nötig. Die Aufgabe der BGR



Probennahme auf einer Pochsandhalde mittels Rammkernsondierung.

innerhalb des Projektes besteht darin, Proben geochemisch und mineralogisch zu untersuchen sowie die Wertstoffe zu charakterisieren. Außerdem entwickelt die BGR geophysikalische Methoden weiter, um den inneren Aufbau der Halden möglichst kostengünstig zu erkunden. Die Ergebnisse werden schließlich in einer Wirtschaftlichkeitsstudie bewertet.

Kontakt: **Dr. Ursula Noell**

Schwierige Arbeiten im Kongo

BGR unterstützt Regierung bei Rohstoff-Zertifizierung

Die Mine Bibatama in der Demokratischen Republik Kongo ist kaum mehr als eine Schlammgrube. Ähnlich wie hier in der Provinz Nord-Kivu läuft der Bergbau im Osten des Kongo fast überall ab: Die lokale Bevölkerung gräbt auf eigene Faust nach Erzen wie Coltan, Kassiterit, Wolframit und Gold. Experten sprechen von „unreguliertem und informellem Kleinbergbau“.

Wie viel Erz in den Minen abgebaut wird und wohin es verkauft wird, weiß bislang niemand so genau. Nach Jahren des Krieges und Missmanagements könnten die Einnahmen aus dem Rohstoffhandel jedoch den Wiederaufbau der Republik im Herzen Afrikas ermöglichen.

Um einen transparenten Handel aufzubauen, unterstützt die BGR das kongolesische Bergbauministerium dabei, ein Zertifizierungssystem zu entwickeln und umzusetzen. Das Ziel besteht darin, Erzmengen zu registrieren, die Herkunft zu kontrollieren, gute Arbeitsbedingungen herzustellen und Steuereinnahmen für den Staat zu sichern.



Stolleneingang einer Zinnmine in Nyabibwe, Provinz Süd Kivu.



Trennung von Zinnerz mit Magneten in Lulingu, Provinz Süd Kivu.

Im ersten Teil des Projektes entwickelte eine Arbeitsgruppe in Kinshasa mit Unterstützung der BGR ein nationales Zertifizierungssystem, das 2011 in der Demokratischen Republik Kongo gesetzlich implementiert wurde. Im weiteren Projektverlauf wurden Bestandsaufnahmen in Pilotminen durchgeführt. Wegen der schlechten Sicherheitslage konnten die ersten Audits erst Ende 2011 beginnen. So genannte Compliance Audits, um die Einhaltung der Regeln zu überprüfen, fanden Anfang 2013 statt. Die ersten Minen könnten bis Mitte des Jahres zertifiziert werden. Projektleiter Uwe Näher ist zufrieden: „Schon jetzt haben sich die Arbeitsbedingungen in einigen Pilotminen verbessert.“



Frauen beim Erzwaschen, Zinnmine Manono.

Kontakt: **Antje Hagemann**

Eine Welt im Umbruch

Wenn die Rohstoffe knapp werden, können politische Spannungen auftreten. Die BGR analysiert die Risiken



Chromiterztagebau in Südafrika.

Wie sieht die Welt im Jahr 2040 aus? Wird China die beherrschende Wirtschaftsmacht sein, oder wird die Staatengemeinschaft in mehrere Blöcke zerfallen, die vor allem untereinander Handel treiben? Mit solchen Fragen hat sich das EU-Projekt POLINARES (POLIcy for NATural RESources) von 2010 bis 2012 beschäftigt.

Im Mittelpunkt des Projektes standen Rohstoffe – Öl, Gas und mineralische Rohstoffe. Forscher von zwölf europäischen Institutionen untersuchten, inwieweit knappe Ressourcen in Zukunft Spannungen auslösen könnten, und welche Risiken speziell für die europäische Wirtschaft bestehen.

„Aus geologischer Sicht sind keine Engpässe zu befürchten“, sagt Dr. Henrike Sievers von der BGR. Die Forscherin leitete eine Arbeitsgruppe, die Verfügbarkeit und Nachfrage bei den wichtigsten Rohstoffen analysierte. Allerdings kann Sievers keine Entwarnung geben: „Die größten Risiken für die Versorgung der EU hängen eher mit geopolitischen Faktoren zusammen.“ Die EU ist vor allem bei metallischen Rohstoffen wie Seltenen Erden, Vanadium, Magnesium, Kobalt und Platinmetallen komplett von Importen abhängig. Größere Vorkommen dieser Stoffe sind vor allem in Ländern zu finden, in denen es keine Marktwirtschaft gibt oder die po-

litisch instabil sind. Sievers und ihre Kollegen schätzten mögliche Versorgungsrisiken daher mithilfe von Indikatoren wie der Importabhängigkeit, der Länderkonzentration der Produktion oder der politischen Stabilität der Lieferländer ab.

Für mineralische Rohstoffe ziehen die Forscher mehrere Schlüsse. Durch die steigende Nachfrage in aufstrebenden Nationen wird sich in Zukunft zum Beispiel das Preisgefüge ändern. Preisschwankungen werden häufiger auftreten. Recycling, so ein Ergebnis, wird nicht ausreichen, um die steigende Nachfrage zu decken. Welche Stoffe als kritisch angesehen werden, kann sich je nach politischer Lage und technischer Entwicklung schnell ändern. Langfristige Vorhersagen sind den Forschern zufolge nicht möglich, daher muss die Lage regelmäßig analysiert werden.

www.polinares.eu

Kontakt: **Dr. Henrike Sievers**

Freie Fahrt für GeneSys

Die Salzbrücke in der Bohrung Groß Buchholz Gt1 ist beseitigt

Im Geothermieprojekt GeneSys will die BGR demonstrieren, dass sich auch aus den tiefen Gesteinsschichten Norddeutschlands Erdwärme gewinnen lässt. Die 2011 durch Salz verstopfte Bohrung in Hannover-Buchholz ist inzwischen wieder frei.

Manch einer hatte das Geothermie-Projekt GeneSys schon aufgegeben. Die Erdwärme-Gewinnung aus 3 900 Meter Tiefe am Geozentrum Hannover drohte zu scheitern, weil Salzausfällungen die Bohrung verstopften. Die Förderung des heißen Wassers war nicht möglich. Im November 2012 kam jedoch die Wende: Der niederländischen Firma Coil Service gelang es, den Pfropf zu beseitigen und die Bohrung wieder zum Leben zu erwecken.

Die Techniker pressten Frischwasser durch ein biegsames Rohr in die Bohrung. So konnten sie das Salz, das den



Umbau des Bohrlochkopfes zum Freispülen der Bohrung.

Förderstrang zwischen 650 und 1 300 Meter Tiefe verstopfte, auflösen und entfernen. Danach füllten sie die Bohrung komplett mit Frischwasser, um neue Salzausfällungen zu vermeiden. Damit könnte GeneSys doch noch zu einer Erfolgsgeschichte werden. Bereits 2009 erreichte die Bohrung eine Tiefe von 3 901 Meter, wo die Temperatur mit 170 Grad Celsius deutlich höher liegt als erwartet. Hydraulische Tests zeigten allerdings, dass das Gestein relativ undurchlässig ist. Um mit Hilfe heißen Wassers geothermische Energie zu gewinnen, mussten künstliche Fließwege geschaffen werden.

Das geschah im Mai 2011 mit einer massiven hydraulischen Stimulation, auch Fracking genannt. Bis zu siebzehn Hochdruckpumpen pressten fünf Tage lang insgesamt 20 000 Kubikmeter Wasser in die Bohrung. Anders als beim Fracking in der Mineralölindustrie kam dabei ausschließlich reines Wasser ohne Zusatz von Stützmitteln oder Chemikalien zum Einsatz. Die Operation lief technisch problemlos ab. Im unmittelbar angrenzenden

Wohngebiet waren, bis auf eine unvermeidbare Lärmstörung tagsüber, keine Beeinträchtigungen spürbar.

Das Fracking erzeugte in 3 500 bis 3 800 Metern Tiefe eine Rissfläche von etwa 0,5 Quadratkilometern und hoher hydraulischer Durchlässigkeit. Doch als das injizierte und inzwischen erhitzte Wasser im November 2011 wieder gefördert wurde, bildeten sich überraschend die Salzausfällungen.

Inzwischen ist die Bohrung wieder bis zu einer Tiefe von 3 700 Meter Tiefe frei. In weiteren Tests soll nun geklärt werden, ob wiederholte Frischwasser-Injektionen das Salz aus dem Gestein spülen können. Zudem wollen die BGR-Forscher untersuchen, welche geothermische Leistung dem Gestein über die erzeugte Rissfläche entnommen werden kann.

www.genesys-hannover.de

Kontakt:

Dr. Johannes Peter Gerling

Transparenz in Insheim

BGR begleitet Inbetriebnahme des Geothermiekraftwerks

Der Ausbau der Geothermie ist durch das Auftreten schwacher Erdbeben in der Nähe geothermischer Kraftwerke gefährdet. Im Projekt MAGS erarbeitet die BGR mit Projektpartnern neue Überwachungsmethoden und entwickelt Konzepte, um die Mikroseismizität zu begrenzen.

Im November 2012 ging im Örtchen Insheim das zweite industriell betriebene Geothermie-Kraftwerk in der Südpfalz in Betrieb. Aus 3 600 Metern Tiefe pumpt das Unternehmen Pfalzwerke geofuture GmbH 160 Grad Celsius heißes Wasser an die Oberfläche, um daraus Strom und Wärme zu gewinnen.

Da es beim Betrieb des Geothermiekraftwerks im benachbarten Landau spürbare Erdstöße bis zur Magnitude ML 2,4 gegeben hatte, bestehen in der Bevölkerung Bedenken gegenüber dem Kraftwerk. Die BGR begleitet daher die Inbetriebnahme wissenschaftlich innerhalb des Forschungsprojektes MAGS, um eine möglichst

große Transparenz herzustellen. Seit August 2012 ist im Raum Insheim ein Messnetz aus acht Seismometern in Betrieb. Es registriert auch kleinste Erschütterungen tief in der Erde, die für Menschen längst nicht mehr wahrnehmbar sind. Die Daten werden in Echtzeit zur BGR übertragen und sind online einsehbar. Die Stationen sollen bis August 2013 in Betrieb bleiben.

Die Forscher des MAGS-Projekts wollen anhand der Daten einen automatischen Auswertalgorithmus entwickeln, der die Stärke und den Ort eines Erdbebens in Echtzeit berechnet. So haben Betreiber von Kraftwerken später die seismische Gefährdung während der Stimulation jederzeit im Blick – und können sofort reagieren, sollte die Seismizität eine bestimmte Schwelle überschreiten.

www.mags-projekt.de

Kontakt: **Margarete Vasterling**



Schematische Darstellung des Stationsaufbaus der Mobilstationen um Insheim: Die Bodenbewegung wird durch das Seismometer registriert. Der Digitalisierer überträgt die Daten in Echtzeit an das Datenzentrum der BGR.



Seismische Messstation in Betrieb. Nach der Installation oder der Wartung wird die Kiste geschlossen. Die Messstation registriert kontinuierlich die Bodenbewegungen und sendet diese zur BGR.

Kontrolle nach dem Test

Zwei BGR-Forscher werden zu Inspektoren der CTBTO ausgebildet

Kernwaffentests sind selten geworden in den letzten Jahren. Zuletzt fiel lediglich Nordkorea durch verdächtige unterirdische Explosionen auf. Der Kernwaffenteststopp-Vertrag (CTBT – Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty), der 1996 von der UN-Vollversammlung angenommen wurde, soll Kernwaffentests aller Art verbieten. Er ist allerdings noch nicht in Kraft getreten, da ihn bislang nicht alle Länder unterzeichnet oder ratifiziert haben. Die Überwachungsorganisation CTBTO (Organisation des Vertrages über das umfassende Ver-

Der Schutz der Inspektoren bei einer Vor-Ort-Inspektion hat höchste Priorität und wird immer wieder trainiert. Spezielle Kleidung, wie hier im Bild zu sehen, wird zum Schutz vor möglichen Gefahren durch radioaktive Substanzen im Inspektionsgebiet eingesetzt.



bot von Nuklearversuchen) in Wien ist zwar noch provisorisch, baut aber seit 1997 ein weltweites Kontrollnetz auf, das die Einhaltung des Vertrages künftig überwachen soll, und ist bereits jetzt in der Lage, eine mögliche Vertragsverletzung aufzuspüren.

Inzwischen sind fast 300 Messstationen in Betrieb, die zum Beispiel seismische Wellen oder Infraschallwellen registrieren, die von nuklearen Explosionen erzeugt werden. Falls das Überwachungssystem einen Test nicht zweifelsfrei nachweisen kann, hat die Staatengemeinschaft ein letztes Mittel, um eine mögliche Vertragsverletzung zu überprüfen: die Vor-Ort-Inspektion (On-site Inspection, OSI). Dazu reist ein Team von Inspektoren für Messungen in das verdächtige Gebiet.

Die Inspektoren führen dort verschiedene Untersuchungen durch. Sie messen zum Beispiel Nachbeben, suchen an der Oberfläche nach Signaturen, die auf einen unterirdischen Test hinweisen, messen die Konzentration radioaktiver Stoffe oder fahnden mit geophysikalischen Verfahren z. B. nach Hohlräumen oder Änderungen des Grundwasserspiegels.

Zwei BGR-Forscher, Nicolai Gestermann und Malte Ibs-von Seht, nehmen seit 2010 an der dreijährigen Ausbildung zum OSI-Inspektor teil. In zwei bis drei Trainingskursen pro Jahr lernten die beiden zusammen mit 64 weiteren Teilnehmern aus aller Welt zum Beispiel die Rechte und Pflichten der Inspektoren kennen, spielten in Rollenspiel-Übungen mögliche Szenarien während einer Inspektion durch und erproben geophysikalische Messverfahren bezüglich ihrer Anwendbarkeit während einer Vor-Ort-Inspektion.

Bei praktischen Geländeübungen in Österreich und Ungarn vertieften sie Fähigkeiten wie Kommunikation, Navigation und Probennahme. Zum Abschluss der Ausbildung ist im Winter 2014 eine umfassende Feldübung in Jordanien geplant. Dabei sollen alle Phasen einer Inspektion unter realistischen Bedingungen durchgespielt werden.

Kontakt: **Nicolai Gestermann**

Erde in Bewegung

Im EU-Projekt Terrafirma messen BGR-Forscher Landabsenkungen in Norddeutschland millimetergenau

Langsame Senkungen und Hebungen des Landes sind bislang nur schwer zu überwachen. Im EU-Vorhaben Terrafirma soll ein europäischer Informationsdienst entstehen, der solche Bodenbewegungen per Satellitenradar identifiziert. BGR-Forscherinnen und Forscher untersuchen, welche Bereiche des Marschlandes im Elbe-Weser-Gebiet durch Überflutung gefährdet sind.

Flache, grüne Wiesen, soweit das Auge reicht: So sieht Marschland aus, Norddeutschlands typische Landschaftsform. Das flache Schwemmland, eine vom Meer angespülte Mischung aus Lehm, Schluff und feinem Sand sowie Torfen, ist erst nach der Eiszeit entstanden.

Bis heute setzt sich der kaum verfestigte Boden – insbesondere, wenn schwere Bauwerke darauf stehen. Im Norden von Bremerhaven sackt der Untergrund beispielsweise um bis zu sieben Millimeter pro Jahr ab. In manchen Wohngebieten sind die Hausfassaden dort von Rissen durchzogen.

Tatsächlich ist der Boden unter unseren Füßen vielerorts nicht so fest wie er aussieht. Nicht nur die Verfestigung von Sedimenten, auch der Druck der tektonischen Platten, das Magma unter einem Vulkan oder der Bergbau können die Erdoberfläche im Laufe der Zeit um ein paar Millimeter oder

sogar Zentimeter nach oben oder unten verschieben. Dieses Auf und Ab kann Gefahren mit sich bringen: Das Marschland um Elbe und Weser wird beispielsweise durch das Absinken anfälliger für Überschwemmungen.



Wohngebiet in Bremerhaven: Durch unzureichende Gründung der Gebäude in den Marschsedimenten kommt es zu Rissbildungen und Schiefstellungen.

In Bergbaugengebieten wie dem Ruhrgebiet können Senkungen anzeigen, wo ein altes Bergwerk einzustürzen droht. Auch Erdbeben kündigen

sich manchmal durch ein langsames Kriechen des Bodens an. Und wie die tektonische Spannung in einem erdbebengefährdeten Gebiet steigt, lässt sich unter Umständen anhand von Bodenbewegungen im Voraus erkennen.

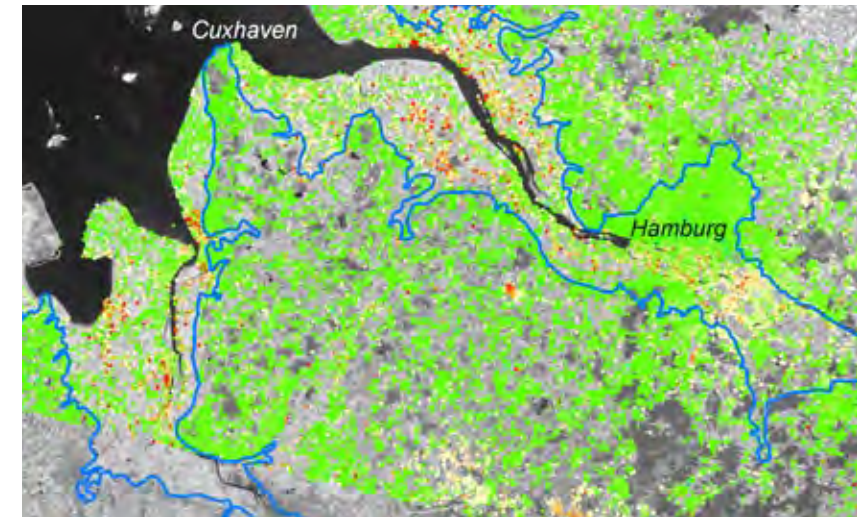
Im EU-Projekt Terrafirma arbeitet die BGR zusammen mit Partnern aus ganz Europa daran, einen Informationsdienst aufzubauen, der solche

Bodenbewegungen identifiziert, einschätzt, untersucht und überwacht. Das Vorhaben ist Teil des ESA-Programms Copernicus, das eine moderne Infrastruktur für Erdbeobachtung und Dienstleistungen im Bereich der Geoinformation schaffen soll.

Um das kaum merkbare Pulsieren der Erdoberfläche aufzuspüren, verwenden die Forscherinnen und Forscher das Verfahren der Persistent Scatterer Interferometrie (PSI). Dafür nutzen sie Daten der europäischen Radarsatelliten ERS-1 und ERS-2, die bereits seit 1992 verfügbar sind. Die Satelliten haben das gleiche Gebiet teilweise mehr als hundert Mal mit Radarwellen ab-

anlagen, Brücken und Strommasten, besonders intensiv reflektiert. Für solche festen Reflektoren, die im gesamten Messzeitraum ein stabiles Signal liefern, können Geländebewegungen mit einer Genauigkeit im Millimeterbereich berechnet werden.

Im Projekt Terrafirma wird ein sogenanntes Wide Area Processing (WAP) erprobt, mit dem größere Gebiete als bisher analysiert werden sollen. BGR-Forscherin Corinna Wolf und Dr. Friedrich Kühn haben die Aufgabe übernommen, die vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bereitgestellten Daten für die Norddeutsche Tiefebene zu untersu-



PSI-Bewegungsdaten im Untersuchungsgebiet: Absenkungen im Marschland entlang der Elbe und Weser (grün: stabiles Gelände, gelb/rot: Absenkung, blaue Linie: Grenze zwischen Marsch und Geest).

getastet und deren Reflexionen aufgezeichnet. Das Radarsignal wird dabei von Objekten an der Erdoberfläche, zum Beispiel Gebäuden, Industrie-

chen, insbesondere das Marschland rund um die Elbe- und die Wesermündung. Die Forscher prüften die Daten auf Plausibilität und nahmen eine geo-

logische Interpretation von Gebieten mit hohen Bewegungsraten vor.

Dafür analysierten sie insgesamt 191 Aufnahmen von ERS-1 und ERS-2, die zwischen 1992 und 2001 aufgenommen worden waren. Auf einer Fläche von 21 000 Quadratkilometern befanden sich gut eine halbe Million Punkte, die für das PSI-Verfahren geeignet waren. Das Ergebnis der Studie: Der Geestücken im Inland erscheint weitgehend stabil. Große Teile der Marschgebiete sinken aber um einen bis sieben Millimeter pro Jahr ab. Als Ursache dafür wird die Verfestigung der Marschsedimente vermutet. Besonders stark ist beispielsweise das Stadtgebiet von Bremerhaven betroffen, wo der wenig tragfähige Untergrund große Lasten aushalten muss.

Weitere Senkungen verzeichneten die Forscher in Gebieten, wo Erdgas gefördert wird oder wo Untergrundspeicher existieren.



www.terrafirma.eu.com

Kontakt: **Corinna Wolf**

Von Zahlen zu Bildern

BGR-Forscher wollen aerogeophysikalische Daten besser nutzbar machen

Aus einem Wust von Daten anschauliche Informationen über den Untergrund zu gewinnen, ist oft kein einfaches Unterfangen. Im Verbundprojekt AIDA arbeitet die BGR zusammen mit mehreren Partnern an diesem Ziel: Geophysikalische Messdaten sollen stufenweise in nutzbare Informationen umgewandelt werden. Die BGR konzentriert sich auf Verfahren der Hubschrauberelektromagnetik.

Hubschrauber und Flugzeuge sind bei Geophysikern sehr beliebt. Denn aus der Luft können die Forscher mit verschiedenen Messgeräten schnell genaue Informationen über den Untergrund sammeln – und zwar über große Flächen. Eine wichtige Größe ist zum Beispiel die elektrische Leitfähigkeit. Diese geophysikalische Größe gibt einen indirekten Hinweis darauf, wie der Boden aufgebaut ist. Eine hohe Leitfähigkeit deutet beispielsweise auf salziges Grundwasser oder auf Tongestein im Boden hin. Doch die Interpretation der Daten ist oft mehrdeutig. Das erschwert es den Anwendern – zum Beispiel Strukturgeologen, Hydrogeologen oder Ingenieuren – geologische Modelle zu entwickeln.

Im Projekt AIDA (From Airborne Data Inversion to In-Depth Analysis) entwickelt die BGR zusammen mit mehreren Projektpartnern Verfahren, die geophysikalische Daten stufenweise in nutzerorientierte In-

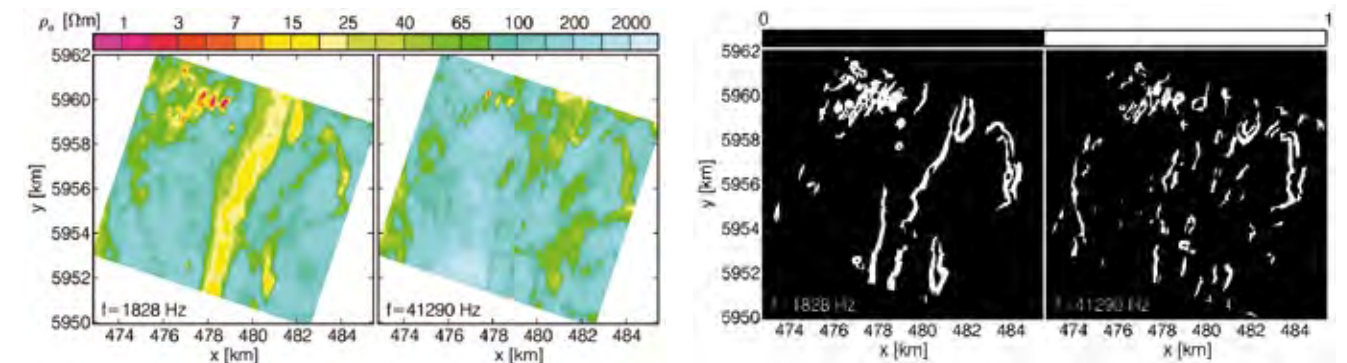
formationen umwandeln. Mit Hilfe von numerischen Verfahren sollen zum Beispiel räumliche Strukturen dreidimensional dargestellt werden.

Innerhalb des Projektes übernimmt die BGR die Aufgabe, bei Daten der Hubschrauberelektromagnetik (HEM) verschiedene Modellierungsansätze zu kombinieren. Die Forscher um Dr. Bernhard Siemon greifen auf bestehende Daten aus Gebieten zurück, die bereits gründlich untersucht wurden, sowohl durch aero- als auch durch bodengeophysikalische Messungen, etwa Seismik oder Bohrlochuntersuchungen. Das Messverfahren der Hubschrauberelektromagnetik ist bereits weitgehend optimiert, um die elektrische Leitfähigkeit so genau wie möglich zu ermitteln. Nun geht es darum, die Daten auch optimal zu prozessieren und zu interpretieren.

Um von den Daten zu einem Modell des Untergrundes zu kommen, verwenden Geophysiker so genannte In-

versionsverfahren: Sie geben zunächst ein einfaches Modell vor und rechnen aus, welche Werte in diesem Fall zu erwarten sind. Durch Vergleich mit den tatsächlichen Messwerten verfeinern sie ihr Modell schrittweise immer weiter, bis es die richtigen Werte liefert. Bei aerogeophysikalischen Messungen kommen allerdings häufig so gewaltige Datenmengen zusammen, dass die 3D-Inversion eines größeren Untersuchungsgebietes nicht praktikabel ist.

Bislang besteht die übliche Praxis in der Hubschrauberelektromagnetik darin, Inversionsmodelle nur für eine Dimension zu entwickeln. Die Forscher erhalten dann die Leitfähigkeitsverteilung im Untergrund unterhalb eines einzelnen Punktes. Aus mehreren aneinandergereihten 1D-Modellen lässt sich dann die Leitfähigkeit für das gesamte Gebiet in drei Dimensionen darstellen. Dieses Verfahren funktioniert allerdings nur, wenn sich die Leitfähigkeit im



Automatische Detektion von Bereichen (rechts), die nicht eindimensional interpretiert werden können (weiß) am Beispiel von Messergebnissen der Hubschrauberelektromagnetik (links, hier: Halbraumwiderstand im Bereich der Cuxhavener Rinne bei zwei Messfrequenzen, d. h. unterschiedlichen Tiefen).

Untergrund nicht plötzlich ändert. Die BGR-Forscher Angelika Ullmann und Dr. Bernhard Siemon entwickeln Methoden, um solche Sprünge automatisch zu erkennen. Anschließend werden die Anomalien dreidimensional modelliert und dann in das regionale Modell integriert.

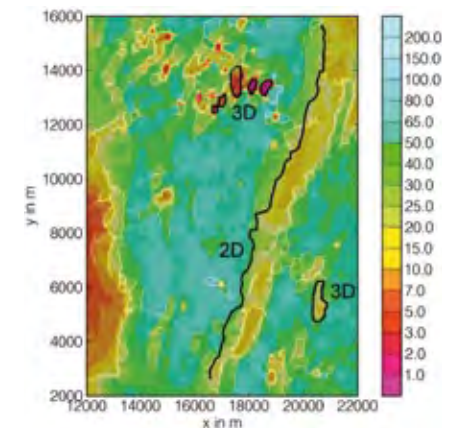
Inversionsverfahren liefern bessere Ergebnisse, wenn weitere Informationen über den Untergrund in die Modelle einfließen – etwa geologische Daten, die aus Bohrungen bekannt sind. Die BGR-Forscher entwickeln jetzt ein neues Programmpaket, das zusätzliche Datensätze in die Inversion einbeziehen kann. Schließlich soll das Programm mit dem Namen HEM1D+ alle Ergebnisse zu einem konsistenten Gesamtbild verknüpfen. Das Programm erhält eine zweckmäßige Benutzeroberfläche, die den

Import und Export von Daten steuert und verschiedene Modelle verknüpft. Das Team erwartet zwei Verbesserungen: Durch die Verwendung externer Daten wird die 1D-Inversion der Hubschrauberdaten genauer. Zudem lassen sich komplexe Strukturen wesentlich leichter interpretieren, wenn 1D- und 3D-Modelle kombiniert werden.

Ein Nutznießer wäre die Industrie, die die Aerogeophysik seit Jahren bei der Exploration einsetzt. Hier gilt es, der deutschen Wirtschaft über verbesserte Auswertemethoden einen Vorteil zu verschaffen.

www.geotechnologien-aida.de/

Kontakt: **Angelika Ullmann**



Klassifizierung von Messergebnissen der Hubschrauberelektromagnetik (hier: Halbraumwiderstand im Bereich der Cuxhavener Rinne) in lokale Anomalien (3D) und langgestreckte Anomalien (2D).

Auf der Suche nach dem Salzwasser

Das Projekt D-AERO untersucht, wo salziges Wasser entlang der Nordseeküste in Grundwasserleiter eindringen könnte

Als Folge des Klimawandels droht in der Nähe der Küsten weltweit das Grundwasser zu versalzen. Auch Elbe- und Wesermündung sind betroffen. Im Projekt D-AERO hat die BGR das Gebiet vom Hubschrauber aus untersucht. Das Ziel der geophysikalischen Messungen besteht darin, die Verteilung von Süß- und Salzwasser zu erkunden.

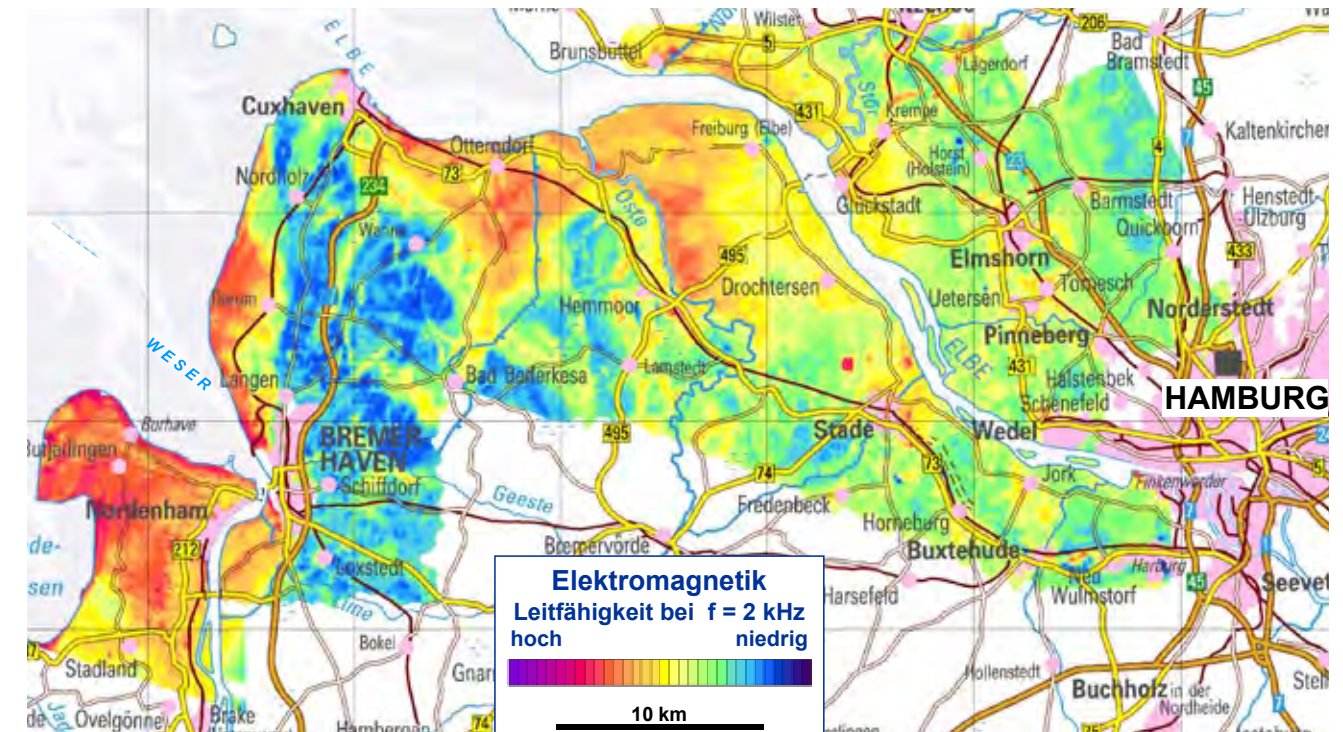
Salziges Grundwasser ist in Niedersachsen und Schleswig-Holstein weit verbreitet. Im Binnenland tragen dazu vor allem Salzstöcke bei, die in die Nähe der Oberfläche ragen. Außerdem hat salziges Meerwasser nach der letzten Eiszeit das süße Grundwasser in einem breiten Streifen entlang der Nordseeküste verdrängt. Durch den Klimawandel könnten in Zukunft weitere Bereiche versalzen, zum Beispiel rund um die Elbe- und die Wesermündung. Wenn der Meeresspiegel steigt, wird sich auch der Wasserstand der Flüsse erhöhen, deren brackisches Wasser wiederum in die umliegenden Grundwasserleiter eindringen könnte.

Wie groß diese Gefahr ist, klären Hydrogeologen mit Hilfe von geologischen Modellen und hydraulischen Strömungsmodellen. Als Grundlage dafür benötigen sie allerdings Daten

darüber, wie der Untergrund aufgebaut ist und wo die grundwasserführenden Schichten, die so genannten Aquifere, liegen. Im Projekt D-AERO untersuchen Forscherinnen und Forscher der BGR in Zusammenarbeit mit dem niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie und dem Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik derzeit den Untergrund im Weser-Elbe-Gebiet.

Der Messhubschrauber der BGR war daher in jüngster Zeit häufig nördlich von Hamburg und Bremen unterwegs. Er sollte dort die Sedimente in den obersten hundert Metern des Untergrundes flächendeckend kartieren. Die Forscherinnen und Forscher wollten herausfinden, wie sandige und tonhaltige Sedimente im Untergrund verteilt sind und wo Versalzungszone und Süßwasserbereiche anzutreffen sind.

Die BGR-Experten setzen im Projekt D-AERO gleichzeitig drei verschiedene geophysikalische Methoden ein, und zwar Elektromagnetik, Magnetik und Radiometrie. Die Sensoren für Magnetik und Elektromagnetik sind in einem zehn Meter langen, zigarrenförmigen Flugkörper untergebracht, der vom Messhubschrauber der BGR in parallelen Linien etwa 30 Meter über den Boden geschleppt wird. Das dritte Messgerät, ein Gammastrahlenspektrometer, ist im Hubschrauber installiert, der 70 bis 80 Meter hoch fliegt. Bei den Elektromagnetik-Messungen werden elektromagnetische Signale mit verschiedenen Frequenzen erzeugt, die unterschiedlich tief in den Untergrund eindringen. Als Ergebnis erhalten die Forscher die elektrische Leitfähigkeit, aus der sich wiederum die Art des Gesteins und der Salzgehalt des Grundwassers ermitteln lässt.



Die Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit zeigt Versalzungszone (rot) sowie vorwiegend tonige (gelb) und sandige (blau) Bereiche.

Mit Hilfe der Radiometrie konnten die Forscher verschiedene Sedimente unterscheiden. Da die Meeressedimente in den Marschen beispielsweise viel radioaktives Kalium enthalten, zeichnen sie sich durch eine hohe natürliche Gammastrahlung aus. Sande und besonders Hochmoore weisen eine geringere natürliche Strahlung auf.

Die Ergebnisse der Elektromagnetik stimmten ebenfalls mit der geologischen Karte überein. Sand hat eine geringere elektrische Leitfähigkeit als Geschiebemergel oder Ton. In den Messungen grenzen sich daher die eiszeitlichen Moränen-Sedimente des Geestrückens, die vor allem aus Sand

bestehen, durch ihre geringe Leitfähigkeit deutlich von den gut leitenden Marsch-Sedimenten ab. Die Forscher konnten auch Deponien oder Bereiche mit salzigem Grundwasser in den obersten Metern identifizieren. Die Messungen in größerer Tiefe machten Grundwasserversalzungen und quartäre Rinnen sichtbar. Dabei handelt es sich um Vertiefungen im Untergrund, die während der letzten Eiszeit in tiefere Sedimente eingegraben wurden und die heute oft mit Ton gefüllt sind. Sie waren anhand ihrer mittleren bis guten Leitfähigkeit erkennbar.

Die Magnetikmessungen enthüllten vor allem Informationen über den Aufbau des Norddeutschen Beckens

in mehreren Kilometern Tiefe. Nach der Bearbeitung der Daten zeigten sich aber auch Strukturen in geringeren Tiefen, zum Beispiel die Ränder der quartären Rinnen oder von Salzstöcken. Aus allen drei Datensätzen lässt sich nun der Aufbau des Untergrundes detailliert modellieren. Solche geologischen Modelle sind nicht nur für Hydrogeologen nützlich, sondern auch für die regionale Planung oder für Gewässerschutzkonzepte.

Kontakt: **Dr. Uwe Meyer,**
Dr. Bernhard Siemon

Datenbank mit Zusatznutzen

Das EU-Projekt e-SOTER untersucht, wie sich digitale Daten für die Bodenkartierung nutzen lassen

Digitale Bodendaten sind wichtig für Raumplanung, Ressourcenmanagement und Umweltüberwachung. Weltweit arbeiten Forscher daran, eine neue Datenbank mit digitalen Bodennformationen aufzubauen, die World Soils and Terrain Database (SOTER). Das EU-Projekt e-SOTER, an dem die BGR beteiligt ist, soll Kartierungsmethoden verbessern und einen webbasierten Service entwickeln, mit dem sich die Daten leicht nutzen lassen.

Böden sind die lebende Haut der Erde. Um sie nachhaltig nutzen zu können, brauchen Behörden und Forscher umfassende Informationen über ihre Eigenschaften. Sowohl in Europa als auch global fehlen diese Informationen aber vielfach.

Innerhalb des EU-Projekts e-SOTER haben BGR-Forscher um Dr. Rainer Baritz nun eine effiziente Methode entwickelt, mit der sie Bodendaten allein aus Daten zur Geologie und zum Relief erschließen können.

Die klassischen Methoden, um Bodendaten zusammenzutragen, sind



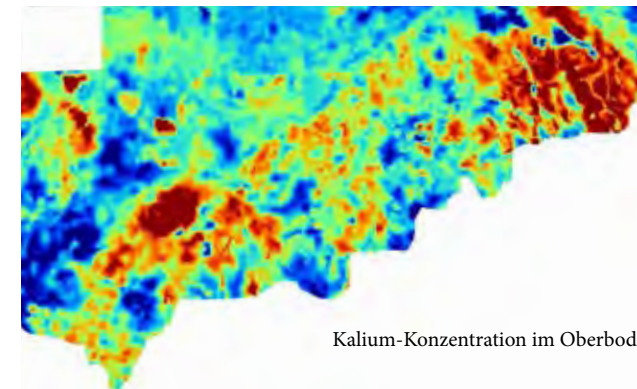
Reliefgliederung Blatt Fes (Marokko).

langsam und teuer: Die Kartierung im Feld nimmt viel Zeit in Anspruch, und auch die traditionelle Aufbereitung in Form von gedruckten Karten mit dazugehörigen Tabellen entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Die Nutzer wünschen sich digitale Bodendaten, die man im Internet herunterladen kann.

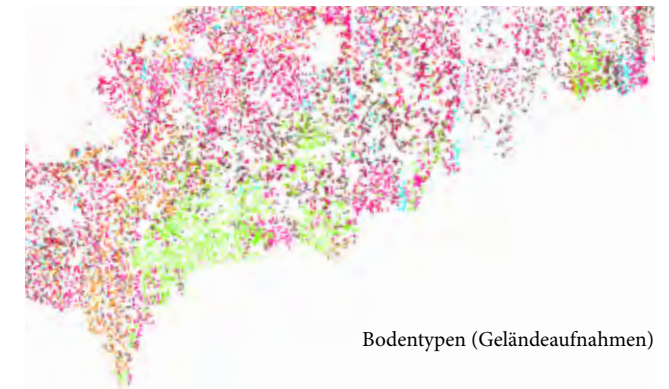
Ausgangspunkt von e-SOTER war eine Kartieranleitung aus den 80er Jahren. Die Forscher um Baritz entnahmen aktuelle digitale Grunddaten zum Relief aus Höhenmodellen. Daten zur Geologie erhielten sie aus existierenden geologischen Karten. „Wenn man Relief und Geologie verschneidet, ergeben sich allerdings noch keine sinnvollen Kartiereinheiten. Man muss zusätzlich die regionalen Gesetzmäßigkeiten der Bodenbildung berücksichtigen“, sagt Jan Willer, Bodenkundler und GIS-Modellierer an der BGR. Wenn solche Informationen vorliegen, lassen sich mit der

neuen Methode Kartierlücken füllen, zum Beispiel für eine neue Bodenkarte von Europa im Maßstab 1:250 000. Gebiete mit erheblichem Datenmangel, zum Beispiel Afrika, können zumindest vorkartiert werden, damit bodenkundliche Geländearbeiten effizient geplant werden können.

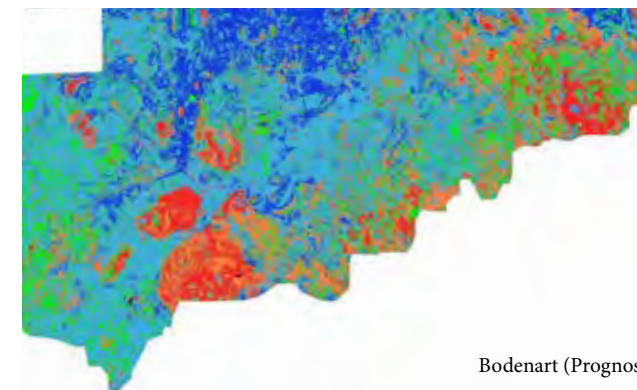
In Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und weiteren Projektpartnern haben die BGR-Forscher die neue Methode am Blatt Chemnitz im Maßstab 1:250 000 sowie am Blatt Fes in Marokko erprobt. Für das deutsch-tschechische Pilotgebiet um Chemnitz war die Datenlage ausgesprochen gut, sogar geophysikalische Befliegungsdaten lagen vor. In Marokko herrschte dagegen akuter Datenmangel. Die e-SOTER-Methode sollte ganz explizit in zwei gegensätzlichen Datenumgebungen getestet werden.



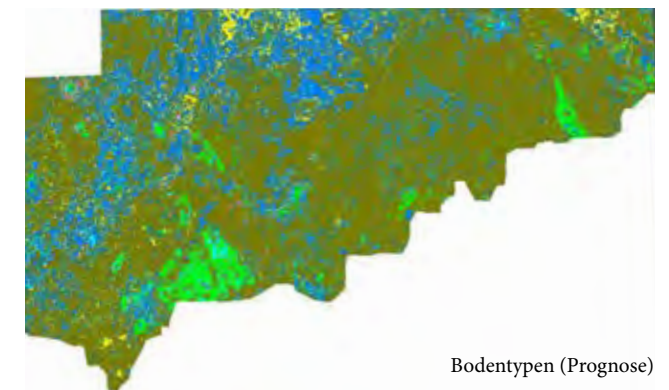
Kalium-Konzentration im Oberboden



Bodentypen (Geländeaufnahmen)



Bodenart (Prognose)



Bodentypen (Prognose)

Beispielkarten für die Modellierung im Blatt Chemnitz (Anteil Sachsen).

Auf die verbesserte Kartierung des Ausgangsgesteins konzentrierten sich die BGR-Forscher besonders. Bodenkarten weichen in diesem Punkt oftmals von geologischen Karten ab, weil das oberflächennahe Muttergestein durch Verwitterung und Umlagerung verändert wurde. Ein Schwerpunkt der BGR-Arbeiten lag darauf, die Gesteinsinformationen einheitlich zu erfassen und darzustellen. Derzeit werden in Europa zwei Gesteinsgliederungen bodenkundlich eingesetzt, einerseits diejenige des europäischen Bodennetzwerks bei der EU und andererseits ein System der Food and Agriculture Organization (FAO) der Vereinten Nationen. „Keine dieser

Gliederungen ist in sich konsistent“, sagt BGR-Experte Dr. Ulrich Schuler. Zudem können geologische Kartenlegenden nicht problemlos für die Bodenkartierung uminterpretiert werden. Schuler hat die FAO-Ausgangsgesteinsklassifikation nun überarbeitet und stellt diesen Entwurf in Fachkreisen zur Diskussion.

Die methodischen Ergebnisse von e-SOTER sollen in ein globales Bodeninformationssystem einfließen, das Bodendaten unterschiedlicher Herkunft in Form von Web-Diensten bereitstellt. „Die BGR-Bodenkunde will sich stärker am Aufbau des Erdüberwachungssystem GEOSS beteiligen,

vor allem in Form von Grundlagendaten und Auswertungsmethoden“, sagt Dr. Rainer Baritz, Leiter des BGR-Arbeitsbereiches ‚Fachinformationssysteme, Harmonisierung und Qualitätssicherung von Flächendaten‘. „Die neuen Methoden bilden dafür den Grundstock.“ Die digitalen Bodenkarten könnten in Gebieten mit Datenmangel ganz neue Möglichkeiten eröffnen – so könnten sie es zum Beispiel ermöglichen, die Folgen des Klimawandels für die Landnutzung zu modellieren.

Kontakt: **Dr. Rainer Baritz**

Bodenwissen im Handumdrehen

Die BGR will das Bewusstsein für die Bedeutung der Lebensgrundlage Boden stärken

Böden gehören zu den wichtigsten Lebensgrundlagen des Menschen. Sie sind ein dicht besiedelter Lebensraum, produzieren Nahrungsmittel und schützen das Grundwasser. In der öffentlichen Wahrnehmung ist das Bewusstsein dafür, dass Böden wertvoll und gefährdet sind, jedoch relativ gering ausgeprägt. Um das zu ändern, setzt die BGR bei den Jüngsten an – in spielerischer Form.

Dass Wasser, Luft, Pflanzen und Tiere vor Verschmutzung geschützt werden müssen, weiß heute jedes Kind. Der Boden unter unseren Füßen dagegen genießt nur wenig Aufmerksamkeit. „Politik und Öffentlichkeit nehmen die zunehmenden Bodenbelastungen und die Bodengefährdungen bisher nur unzureichend wahr“, sagt Klaus Kruse, Bodenforscher an der BGR.

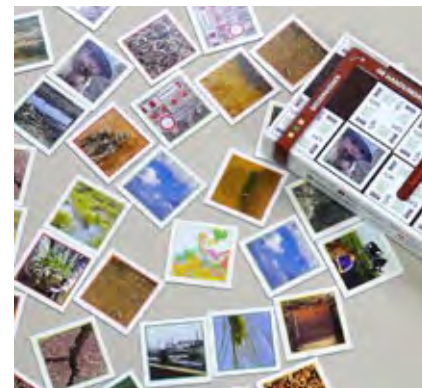
Dabei sind gesunde Böden mindestens genauso wichtig wie saubere Luft und sauberes Wasser. Doch zahlreiche Gefahren bedrohen die Ressource Boden: Erosion, Verdichtung, Schadstoffe, Versauerung, Versalzung und Versiegelung führen dazu, dass immer mehr wertvoller Boden verloren geht. „Allein in Europa verbrauchen wir für Siedlung und Verkehr täglich eine Bodenfläche, die größer ist, als die Fläche der Stadt Berlin“, sagt Klaus

Kruse. Bodenerosion gehört weltweit zu den größten Umweltproblemen.

Die BGR hat nun einen neuen Ansatz gewählt, um das Thema Boden in den Köpfen der Menschen zu verankern, berichtet Kruse: „Bodenwissenschaftlerinnen und Bodenwissenschaftler sind gefordert, eng mit Pädagoginnen und Pädagogen zusammenzuarbeiten.“ Die Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung müsse bereits früh beginnen – am besten schon im Kindergartenalter. Denn: „Wir schützen vor allem das, was wir kennen“, sagt Kruse. Daher sei „Bodenbildung“ in Schulen und Öffentlichkeit eine unabdingbare Voraussetzung für den Erhalt der wertvollen Ressource Boden.

„Kinder haben häufig noch einen ganz anderen Blick auf die Natur als wir Erwachsenen“, sagt Kruse. „Sie

drehen jeden Stein um und wollen wissen, was im Gras und im Kompost krabbelt.“ Kinder erobern die Welt zunächst spielerisch, doch mit zunehmendem Alter beginnen sie, mitzudenken und eigene Schlüsse zu ziehen. „Durch praktische Spiele, ansprechende Unterrichts- und Anschauungsmaterialien können wir ihr Bewusstsein für die Umwelt und den Boden schärfen“, sagt der BGR-Forscher.



Memoryspiel „Bodenwissen im Handumdrehen“



BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kumpel (rechts) mit dem Präsidenten des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) Ralf Pospich und der Präsidentin des Bundesverbandes Boden (BVB) Prof. Dr. Gabriele Broll bei der gemeinsamen Präsentation des neuen Spiels am 15. März 2012 im Museum für Naturkunde in Berlin.

An diesem Punkt setzen die BGR, das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) in Hannover sowie das Umweltbundesamt (UBA) in Dessau nun gemeinsam an. Die drei Institutionen haben gemeinsam ein Spiel nach dem Vorbild des Memory-Spiels entwickelt, mit dem Titel „Bodenwissen im Handumdrehen“. 24 Bildpaare zeigen die vielfältigen Funktionen des Bodens auf. Unter anderem geht es darum, welche Bedeutung der Boden für das Klima der Erde hat oder wie er entsteht – wie Steine verwittern, wie aus einer Schicht Laub langsam Humus wird und aus Sumpfpflanzen ein Moor. Auch die Ästhetik kommt nicht zu kurz. Querschnitte durch verschiedene Böden erinnern mit ihren fein zerlaufenden Brauntönen an

abstrakte Aquarelle. Das Spiel fördert faszinierende Schätze zutage, zum Beispiel eine Moorleiche aus dem Emsland, den „Roten Franz“, oder die europäische Bodenkarte. Wieder andere bilden Bodenforscher bei der Arbeit ab.

„Es ist wichtig, dass unsere Kinder lernen, dass unter unseren Füßen mehr ist als einfach nur Dreck“, betont Nicole Engel vom LBEG. Der Nachwuchs solle erfahren, dass eine Handvoll Erde mehr Lebewesen enthält als es Menschen auf der Erde gibt – und vor allem, dass Böden nicht vermehrbar sind, dass Erosion oder Versiegelung sie dauerhaft zerstören können. Weil Memory-Karten allein diese Informationen nicht lie-

fern können, gibt es zum Spiel ein achtseitiges Begleitheft, in dem die Abbildungen in leicht verständlichen Sätzen erläutert werden. All das soll als Anreiz dienen, sich stärker für den Boden zu interessieren.

Dieser Plan ist offenbar aufgegangen. Das Boden-Memo, das kostenfrei an Schulen, Kindergärten und anderen Bildungseinrichtungen im Umweltbereich abgegeben wird, war bereits nach wenigen Monaten vergriffen. Klaus Kruse verspricht: „Für Nachschub wird bald gesorgt.“

www.bgr.bund.de/boden-memo

Kontakt: **Klaus Kruse**

Gut geschützt im Untergrund

BGR-Forscherin entwickelt Leitfaden für künstliche Grundwasseranreicherung

Wasser ist in Jordanien ein äußerst knappes Gut. Eine Strategie gegen den Wassermangel besteht darin, übernutzte Grundwasserleiter mit Regenwasser aufzufüllen. Die Hydrogeologin Dr. Anke Steinel von der BGR hat ermittelt, welche Möglichkeiten es in Jordanien für die künstliche Grundwasseranreicherung gibt. Die Forscherin hat zudem einen Leitfaden für solche Projekte erstellt.

Wenn es in Jordanien regnet, dann richtig. In manchen Gebieten der jordanischen Wüste fällt jahrelang kein Tropfen. Doch wenn es so weit ist, dann gießt es wie aus Eimern. Die Niederschläge sammeln sich und rauschen sturzbachartig zu Tal. „Oft fließt das Wasser ins Tote Meer oder sammelt sich in abflusslosen Senken, wo es verdunstet“, berichtet Dr. Anke Steinel von der BGR.

Es lag daher nahe zu prüfen, ob diese zum Teil ungenutzte Ressource angezapft werden könnte. Denn unter bestimmten Umständen lässt sich das Wasser sammeln und in den Untergrund leiten. Dort ist es vor der Verdunstung geschützt und füllt ausgebeutete Grundwasserreservoirs auf. Das Verfahren, das als künstliche Grundwasseranreicherung (Managed Aquifer Recharge, MAR) bekannt ist, könnte womöglich die Wasserprobleme des Königreichs lindern.

Die Wasserknappheit in Jordanien ist schon jetzt kritisch und wird sich nach Meinung von Experten in den kommenden Jahren durch das Bevölkerungswachstum und den Klimawandel noch drastisch verschärfen. Steinel hat im Auftrag des jordanischen Wasserministeriums ein Jahr lang zwei große Wassereinzugsgebiete exemplarisch untersucht, um mögliche Standorte für kleinere Dämme zur künstlichen Grundwasseranreicherung zu finden.

Eines der Untersuchungsgebiete war das Amman-Zarqa Becken, ein Gebiet mit einer Fläche von 3 700 Quadratkilometern, das im Norden Jordaniens liegt. Mehr als 65 Prozent der jordanischen Bevölkerung lebt dort. Das zweite Untersuchungsgebiet, das östlich davon gelegene Azraq-Becken mit mehr als 11 000 Quadratkilometern, ist dagegen überwiegend von Wüste bedeckt.

Die kostengünstigste Methode, um das Regenwasser in den Untergrund zu bekommen, besteht darin, es mit einem Damm aufzustauen und direkt vor Ort oder in der Nähe einfach versickern zu lassen. Die Voraussetzung dafür sind durchlässige Böden über einem Grundwasserleiter. Die wichtigste Frage ist allerdings, ob überhaupt genügend Oberflächenabfluss zur Verfügung steht.

Um geeignete Einzugsgebiete zu ermitteln, sammelte Steinel Informationen über Niederschläge, Hangneigung, Landnutzung, Böden und Hydrogeologie. In die Bewertung zur künstlichen Grundwasseranreicherung bezog sie nur ländliche Gebiete ein, in denen mehr als 75 Millimeter Niederschlag pro Jahr fallen und in denen es noch keine Wasserspeicher gibt. Im zweiten Schritt zog sie weitere Kriterien wie die Beschaffenheit des Untergrundes, die Qualität des Grundwassers und die Infrastruk-



Beispiel für einen kleinen Infiltrationsdamm im Wadi Madoneh, Jordanien.

tur heran, um zu beurteilen, ob ein Standort für die Infiltration in einen Grundwasserspeicher geeignet ist. Anschließend überlagerte sie beide Karten, um stromaufwärts von geeigneten Standorten ein geeignetes Einzugsgebiet zu finden.

Das Ergebnis der Studie: In großen Teilen des untersuchten Gebietes regnet es zu wenig. Letztlich war der Abfluss nur auf 3 Prozent des Einzugsgebietes ausreichend. Es fanden sich auch kaum geeignete Standorte für Versickerungsbecken. Eine detailliertere Standortuntersuchung böte sich für 9 Prozent des Gebietes an.

„Die Auswertung zeigt, dass die Verfügbarkeit von Wasser der limitierende Faktor in trockenen Regionen ist“, so Steinel. Eine weitere wichtige Einschränkung: Die Sturzbäche führen viel Staub, Sand und Müll mit sich. Daher müssen Anlagen zur Versickerung regelmäßig gewartet werden. In Jordanien seien fehlende finanzielle Mittel für die Wartung allerdings ein großes Problem, sagt Dr. Anke Steinel. Für neue MAR-Projekte sollte Geld für die Wartung obligatorisch sein.

Ihre Erkenntnisse fasste die BGR-Expertin in einem Leitfaden zusam-

men. Er enthält Richtlinien dazu, wie künstliche Grundwasseranreicherung in Trockengebieten wie Jordanien umgesetzt werden sollte. Der Ansatz kann auf andere Länder übertragen werden, wobei die Kriterien den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden können.

Kontakt: **Dr. Anke Steinel**

Im Tiefflug über das Thüringer Becken

Vom BGR-Hubschrauber aus spüren Forscher Störungszonen nahe der Oberfläche auf

Das Forschungsvorhaben INFLUINS untersucht, wie sich Flüssigkeiten und Gase im Untergrund bewegen. Der Blick geht dabei von den obersten Bodenschichten bis zu Grundwasserleitern in einigen Kilometern Tiefe. IPHT Jena, Supracon AG, IGW der Friedrich-Schiller-Universität Jena und BGR übernehmen innerhalb des Verbundprojektes die Aufgabe, Störungen des Erdmagnetfeldes aus der Luft zu erkunden.

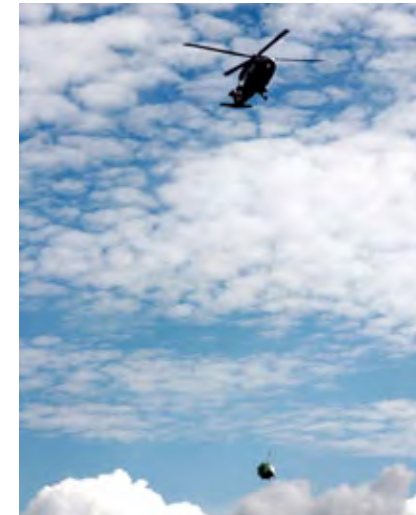
In nur 40 Metern Höhe knatterte der Hubschrauber der BGR im Sommer 2012 über die Städtchen Ohrdruf und Bad Salzungen sowie die Talsperre Schmalwasser in Thüringen, unter sich ein seltsames, tropfenförmiges Gebilde. Der orange-weiße Flugkörper, der unter dem Hubschrauber hing, enthielt den empfindlichsten Magnetfeldsensor, den es derzeit auf der Welt gibt. „Wir messen Verzerrungen des Erdmagnetfeldes“, erläutert Ronny Stolz vom Institut für Photonische Technologien (IPHT), wo das System entwickelt wurde. „Diese Anomalien geben uns Aufschluss darüber, wo sich Wasser entlang von geologischen Strukturen bewegt“.

Die Magnetfeldmessungen in Thüringen waren Teil des Projektes INFLUINS (Integrierte Fluidynamik in Sedimentbecken). Am Fallbeispiel

des Thüringer Beckens wollen insgesamt 50 Forscher von verschiedenen Forschungseinrichtungen unter Leitung der Universität Jena herausfinden, wie sich Fluide – also Gase und Flüssigkeiten – ihren Weg durch die Erdkruste bahnen. Dabei geht es den Forschern besonders darum, Zusammenhänge zwischen tiefen und oberflächennahen Stoffströmen zu erforschen. In zwölf Teilprojekten gewinnen sie Einblicke in die verborgenen Wege der Fluide und in die unterschiedlich durchlässigen Gesteine im Untergrund. Die Ergebnisse des interdisziplinären Projektes sind für die zukünftige Nutzung des Untergrundes wichtig, zum Beispiel für die Geothermie, die Speicherung von CO₂, Erdgas und Druckluft als Energiespeicher sowie für die Wasserversorgung.

Das Thüringer Becken ist ein Flachland im Zentrum Thüringens, das von mehreren Mittelgebirgen eingerahmt wird. Es ist aufgebaut wie eine weite, flache Schüssel. Die Sedimente im Untergrund wurden etwa vor 250 bis 180 Millionen Jahren abgelagert. Die heutige Beckenform entstand erst vor etwa 80 Millionen Jahren, als Afrika mit Europa kollidierte. Dabei bildeten sich Bruchzonen, an denen die Gesteine gegeneinander versetzt, gekippt und manchmal gefaltet wurden. Diese Störungssysteme sind für das INFLUINS-Team besonders interessant, da sie Fluide weiterleiten können.

Eine Möglichkeit, die Störungen aufzuspüren, besteht darin, das Erdmagnetfeld mit möglichst großer Genauigkeit zu erfassen. Manche Fluide, wie zum Beispiel mineralisiertes Grund-



Der speziell ausgerüstete BGR-Hubschrauber mit Messinstrument im Einsatz.



Der BGR-Hubschrauber kurz vor dem Start.

wasser, haben eine gute elektrische Leitfähigkeit. Strömen sie durch eine Störung, können sie eine Anomalie des Erdmagnetfeldes verursachen. An einer Störung wird zudem die regelmäßige Schichtung des Gesteins unterbrochen. Auch das kann Anomalien des Erdmagnetfeldes hervorrufen. Das IPHT, die Supracon AG, das IGW der FSU in Jena und die BGR haben für 2012 und 2013 eine Befliegung von vier größeren Arealen des Thüringer Beckens und seiner Randbereiche mit dem Hubschrauber der BGR organisiert. Als Messgerät kommt der weiß-oranger, tropfenförmige Flugkörper zum Einsatz. Er enthält ein so genanntes magnetisches Vollensorsystem. Dieser hochempfindliche Detektor erfasst die Änderungen des Erdmagnetfeldes in allen drei Raumrichtungen. Das Herzstück des Systems sind extrem empfindliche Detektoren,

sogenannte SQUIDs (Supraleitende Quanten-Interferenz Detektoren). Das Messsystem ist so konstruiert, dass selbst kleinste Abweichungen vom homogenen Erdmagnetfeld Signale liefern. Ein großer Vorteil der Methode: Der Kosten- und der Zeitaufwand sind gering. Das System arbeitet mehr oder weniger alleine, es fliegt nur zur Kontrolle ein Techniker mit.

Das Ziel des Gesamtprojektes besteht darin, ein dreidimensionales Modell des Untergrundes herzustellen. Die Magnetfeldmessungen tragen dazu bei, indem sie die Lage der Störungszonen und die Magnetisierung der Gesteine ermitteln. So ergänzen sie seismische und geochemische Messungen.

Die Messkampagnen begannen im Juli 2012. Die Fluggebiete wurden so

ausgewählt, dass sie große Störungssysteme innerhalb des Thüringer Beckens und in seinen Randbereichen beinhaltet. Die erste Flugphase war erfolgreich. Das Messinstrument funktionierte einwandfrei und lieferte Daten hoher Qualität. Es stellte sich heraus, dass die geologischen Strukturen innerhalb des Thüringer Beckens, anders als vorher angenommen, magnetisch kaum sichtbar waren. Im Randbereich des Beckens und im Thüringer Wald zeigen sich dagegen deutliche magnetische Anomalien, die die Forscher gut mit bekannten geologischen Strukturen in Einklang bringen konnten. Im Frühsommer 2013 sollen die Messungen fortgesetzt werden.

www.influins.uni-jena.de

Kontakt: **Dr. Uwe Meyer**

Das Erbe des Okavango

BGR entdeckt riesiges Grundwasservorkommen im Norden Namibias

Unterhalb von salzwasserhaltigen Schichten fand ein namibisch-deutsches Projektteam am Rand des Cuvelai-Etosha-Beckens ein großes Süßwasservorkommen. Die Forscher untersuchen jetzt, wie die Ressource nachhaltig genutzt werden kann.



Bohrarbeiten im Cuvelai-Etosha-Becken zur Erkundung des Grundwasserleiters.

Namibische und deutsche Wissenschaftler bei der Grundwasseranalyse, Region Oshana, Nord-Namibia.

Das Okavango-Delta in Botswana, gespeist von den Fluten des gleichnamigen Flusses, ist eines der wenigen Feuchtgebiete inmitten des trockenen südlichen Afrika. Vor mehreren Millionen Jahren hatte der Strom noch ein anderes Ziel: das Cuvelai-Etosha-Becken im Norden Namibias. Am Nordrand der Senke ließ der Fluss einen gewaltigen Sedimentfächer zurück, den Cubango-Megafan. „Wurzelröhren und Mikrofossilien zeigen, dass sich Seen mit Sümpfen und Savannen abgewechselt haben

müssen, ganz ähnlich wie im heutigen Okavango-Delta“, berichtet der Hydrogeologe Dr. Falk Lindenmaier von der BGR. In den Ablagerungen des Cubango-Megafan ist bis heute reichlich Wasser gespeichert. Ein Projektteam der BGR gab 2012 gemeinsam mit Experten des namibischen Wasserministeriums bekannt, dass sich in mehr als 250 Meter Tiefe, unterhalb von Schichten mit Salzwasser, ein mindestens fünf Kubikkilometer großes, nutzbares Grundwasservorkommen befindet. Die Menge ent-

spricht dem 400-fachen dessen, was die Bevölkerung im Norden Namibias derzeit pro Jahr verbraucht.

Wie die Forscher herausfanden, wird das Wasser in Richtung des Beckeninneren zunehmend salzig. Um das Süßwasser nachhaltig nutzen zu können, ist daher ein kluges Grundwassermanagement auf Basis der Neubildungsrate erforderlich.

Kontakt: **Antje Hagemann**

Italien im Schnelldurchgang

BGR-Forscher waren beim wissenschaftlichen Jungfernflug des Forschungsflugzeuges HALO dabei

Venedig, Rom, Florenz, der Vulkan Ätna und die Insel Elba: Alle Schönheiten Italiens an nur einem Tag – das bekam das Team an Bord des Forschungsflugzeuges HALO im Juni 2012 geboten.

Die Flugkampagne war die erste wissenschaftliche Mission des neuen Messflugzeuges HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft), das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt betrieben wird. Die Maschine ist eine umgebaute Gulfstream G550, ein Flugzeugtyp, in dem sonst Geschäftsleute sitzen. Der aufwändige Umbau hat HALO jedoch

in ein fliegendes Labor verwandelt, das bis zu zwölf Stunden am Stück in der Luft bleiben kann. Hoch über den Wolken sammelt das Flugzeug auch in entlegenen Gebieten Klimadaten. Durch die große Reichweite wird der gesamte Globus für die Forschung zugänglich – neben den Polen zum Beispiel auch abgelegene Regionen über den Ozeanen.

Nicht nur die Atmosphäre, auch der feste Erdboden zählt zu den Forschungsobjekten von HALO. Die BGR, die zur HALO-Nutzergruppe Geowissenschaften gehört, setzte beim Flug über Italien ein neues Gra-

vimetriesystem ein, um das Schwerfeld der Erde zu vermessen. An vier Tagen legte das Flugzeug von Oberpfaffenhofen aus insgesamt 16 150 Kilometer zurück. Die Mission GEOHALO hatte das Ziel, die Leistungsfähigkeit der geodätisch-geophysikalischen Instrumente an Bord von HALO zu demonstrieren.

Die erste Auswertung zeigt eine hohe Qualität der gewonnenen Schwerfelddaten. Die Erfahrungen sind wichtig für weitere geplante geowissenschaftliche Flugkampagnen mit HALO, zum Beispiel in der Antarktis.



Das Flugzeug HALO auf dem Rollfeld vor dem DLR Hangar in Oberpfaffenhofen.



Aerogravimetriesystem.

Kontakt: **Dr. Ingo Heyde**

Geologie unter dem Meer

Das EU-Projekt EMODNET sammelt geologische Informationen zu den europäischen Meeren

In der ersten Projektphase trugen die Teilnehmer marine geowissenschaftliche Daten aus der Nord- und Ostsee, dem Nordatlantik und dem Ärmelkanal zusammen. In der zweiten Phase geht es um die südeuropäischen Meere und den Atlantik.

Über den Meeresboden, so heißt es oft, weiß man weniger als über die Oberfläche des Mondes. Was die Meere rund um Europa betrifft, stimmt das allerdings nicht ganz so. Viele europäische Staaten kennen die Geologie der angrenzenden Meere recht gut: Anhand zahlreicher seismischer Messungen, Bohrungen und Proben haben Wissenschaftler bereits in vielen europäischen Meeresgebieten ermittelt, aus welchen Gesteinen der Meeresgrund besteht, wie alt die Sedimente sind und was für Bodenschätze sich in der Tiefe befinden. Wollen Forschung, Industrie oder Politik jedoch Vorhaben anschieben, die Grenzen überschreiten oder alle Meere rund um den Kontinent betreffen, gab es bislang häufig Probleme. Denn die Geodaten aus den verschiedenen Ländern waren nicht kompatibel. Jedes Land hatte zur Datengewinnung und Archivierung eigene Methoden entwickelt.

Verstreute Informationen

Die marinen Abteilungen der nord-europäischen geologischen Dienste, darunter auch die BGR, haben im

EU-Projekt EMODNET nun Lösungen erarbeitet, um die vorhandenen marinen geologischen Informationen zu vereinheitlichen. Zunächst nahmen sich die Forscher Nordsee, Ostsee, den britischen Kanal, die Atlantikküste vor dem nördlichen Frankreich und Irland sowie die Irische See vor. Das Mittelmeer, das Schwarze Meer, die Norwegische Küste, der Golf von Biskaya und der Atlantik vor der Iberischen Halbinsel folgen im nächsten Schritt, der in diesem Jahre anläuft.

Das BGR-Team um Dr. Kristine Asch kümmerte sich um die Bereitstellung und Harmonisierung der prä-Quartären Geologiedaten. Als Basis verwendeten die Forscher die von Asch erarbeitete digitale geologische Karte von Europa im Maßstab 1:5 Millionen, die sowohl die kontinentale als auch die marine Geologie Europas abbildet. Für EMODNET wurden die Informationen an die genauere Skala von 1:1 Millionen angepasst. In der nächsten Projektphase soll die Auflösung für die Gebiete noch weiter erhöht werden.

Freier Zugang zu den Daten

Die Forscher trugen eine Reihe von geologischen Informationen zusammen: Neben der Art der Sedimente und dem Aufbau der Gesteine im tieferen Untergrund erfassten sie auch Störungszonen und das Gesteinsalter.

Die Daten wurden von den teilnehmenden Geologischen Diensten korrekturegelesen und ergänzt. Die BGR-Forscher pflegten die Korrekturen ein und übernahmen die wissenschaftliche und technische Endredaktion. Andere Projektteams erarbeiteten Daten zu Erosionsraten, Oberflächensedimenten, Erdbeben und submarinen Rutschungen sowie Lagerstätten für Mineralien und Kohlenwasserstoffe. Über das Webportal „OneGeology-Europe“ stehen alle Daten in Form thematischer Karten erstmals frei zur Verfügung.

www.emodnet-geology.eu/

Kontakt: **Dr. Kristine Asch**

Durchblick im Datenwürfel

BGR-Forscher erkundeten die Nordsee mit 3D-Seismik

Es war eine Premiere für das Forschungsschiff METEOR. Das Team um Fahrtleiter Dr. Volkmar Damm von der BGR erprobte im August 2012 erstmals die so genannte 3D-Seismik der BGR.

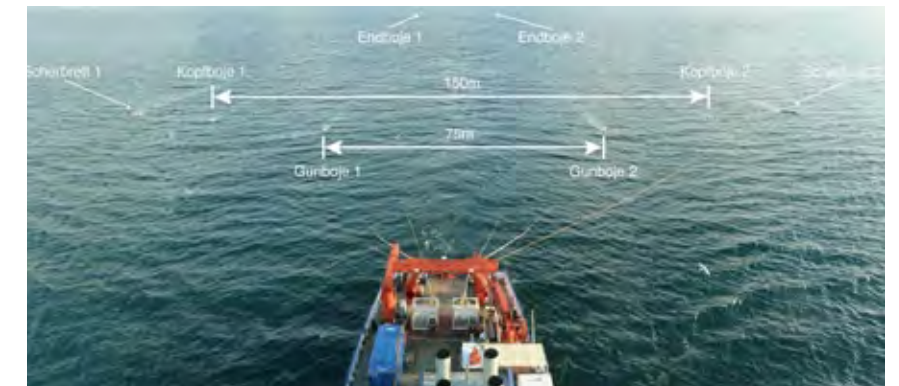
Normalerweise sind für dieses geophysikalische Verfahren teure Spezialschiffe nötig. Die BGR hat jedoch seit 2009 ein mobiles System speziell für die Forschung aufgebaut, das preiswerter und flexibler ist. „Es ist einmalig in der europäischen Forschungslandschaft“, erklärt Damm.

Die Seismik funktioniert ähnlich wie Ultraschall-Untersuchungen in der Medizin. Bei Messungen auf See erzeugen Druckluft-Pulser Schallwellen im Wasser. Diese Wellen werden an Schichtgrenzen im Meeresboden reflektiert. Spezielle Sensoren in langen Messkabeln hinter dem Schiff, so genannte Hydrophone, fangen das Echo auf.

Bei der gewöhnlichen 2D-Seismik schleppt das Schiff ein Messkabel hinter sich her. Als Ergebnis erhalten die Forscher ein vertikales Schnittbild durch den Untergrund. Bei der 3D-Seismik sind dagegen mindestens

zwei Messkabel nötig. „Ähnlich wie man mit zwei Augen räumlich sieht, können wir mit zwei Messkabeln die reflektierten Schallwellen räumlich zuordnen“, sagt Volkmar Damm.

Kilometer mal zehn Kilometer großen Messgebietes bei Helgoland bis in etwa 1 000 Meter Tiefe. Selbst kleinräumige geologische Strukturen wurden sichtbar. Damm und seine



Blick auf die geschleppte 3D-seismische Ausrüstung. Die beiden äußeren Schwertreiler erzeugen die notwendige Kraft, um alle Geräte seitlich auszulenken. Die beiden seismischen Messkabel (markiert durch die Kopfbojen) werden mit einem Abstand von 150 Metern geschleppt. Dazwischen befinden sich die beiden seismischen Quellen (markiert durch die Gunbojen).

Für die Schiffsbesatzung war das neue Verfahren eine Herausforderung. Die beiden 900 Meter langen Kabel mussten exakt im Abstand von 150 Metern zueinander hinter dem Schiff positioniert werden. Die METEOR musste die zehn Kilometer langen Messlinien zudem mit äußerster Präzision abfahren, um die hohen Anforderungen an die Datenqualität zu erfüllen.

Der Lohn der Arbeit war ein dreidimensionaler Datenwürfel des sechs

Kollegen wollten bei der Expedition vor allem oberflächennahe Gasanreicherungen im Meeresboden finden. Damit leisteten sie einen Beitrag zum Forschungsprogramm Geopotenzial Deutsche Nordsee. Das Verfahren kann auch dazu genutzt werden, um vor dem Bau von Offshore-Windparks den Baugrund zu erkunden.

Kontakt: **Dr. Volkmar Damm**

Markt für digitale Rohstoffe

GIW-Kommission macht Geoinformationen für die Wirtschaft nutzbar

Staatliche Geoinformationen sind ein bislang kaum genutztes Kapital. Die Kommission für Geoinformationswirtschaft (GIW) an der BGR stellt Standardprodukte für einheitliche Rahmenbedingungen zur Verfügung, um diese vielfältigen Daten nutzbar zu machen. Sie schiebt Projekte an, vermittelt zwischen Wirtschaft und Verwaltung, kümmert sich um angemessenen Datenschutz und um einheitliche Lizenzbedingungen.

Kommt mein Dach für eine Photovoltaikanlage in Frage? Normalerweise lässt sich diese Frage nur mit einem teuren Gutachten beantworten. Wer in Versmold in Nordrhein-Westfalen wohnt, braucht dazu jedoch nur wenige Mausklicks. Im Solardachkataster der Stadt, das sich jeder online anschauen kann, erscheinen geeignete Dächer rot, ungeeignete dagegen blau. Das Kataster ähnelt den Satellitenkarten von Google Maps und wurde für Versmold und mehrere andere Städte und Landkreise in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz eingerichtet. Grundlage dafür waren unter anderem Laser-Höhenmessungen aus der Luft. Diese Daten hatten die Bundesländer zuvor erhoben. Das Unternehmen, das diese Auswertung anbietet, ist Preisträger des GeoBusinessAWARD der Kommission.

Staatliche Geoinformationen wie die Daten der Laser-Altmetrie sind ein ungeheurer, bislang aber noch kaum

genutzter Schatz. Denn die Behörden sammeln jede Menge raumbezogene digitale Daten und Informationen, etwa über Gebäude, Gewässer, Vegetation, Naturschutz, Industrie und vieles mehr. Könnte die Wirtschaft all diese Informationen ungehindert nutzen, würden sich viele neue Möglichkeiten eröffnen. Rohstoffherzeuger könnten beispielsweise schnell feststellen, wo die Planung eines neuen Betriebes mit dem Naturschutz in Konflikt kommt. Wie beim Solarkataster könnten aber auch ganz neue Geschäftsfelder entstehen. Auch für die Behörden selbst ergeben sich innovative Anwendungen, zum Beispiel beim Artenschutz: Das Landesamt für Umwelt in Rheinland-Pfalz hat beispielsweise die App „Artenfinder“ für Smartphones entwickeln lassen. Spaziergänger, die im Wald einen Uhu, einen Hirschkäfer oder eine andere geschützte Tier- oder Pflanzenart entdecken, können die Sichtung über diese App entweder für sich selbst speichern oder an ein Service-

Portal melden. Das Handy vermerkt Zeit und Ort. So erweitert die Naturschutzbehörde ihren Datenbestand und kann die heimischen Arten besser schützen.

Experten schätzen das Potential staatlicher Geoinformationen auf einige Milliarden Euro. Die seit 2004 bestehende Kommission für Geoinformationswirtschaft (GIW-Kommission), deren Geschäftsstelle an der BGR angesiedelt ist, hat die Aufgabe, bereits vorhandene Geoinformationen der öffentlichen Verwaltung für die Wirtschaft zu erschließen. Die Kommission berät die deutsche Wirtschaft in allen Belangen des Geobusiness. Sie vermittelt zwischen Wirtschaft und Verwaltung, führt die Beteiligten zusammen, öffnet Türen in die Verwaltungen hinein, produziert Studien, Internet-Applikationen und Vereinbarungen.

Über politisch schwierige Themen wie Lizenzen, Preismodelle und Da-



Uneinheitliche Rahmenbedingungen erschweren häufig den Zugang zu staatlichen Geoinformationen.

tenschutz verhandelt die GIW-Kommission in so genannten Taskforces gemeinsam mit Wirtschaftsvertretern und den verantwortlichen Verwaltungen. In sechs Leitprojekten geht es darum, die Probleme zu identifizieren, die die Nutzung staatlicher Geoinformationen bislang hemmen.

Ein zentrales Hindernis sind uneinheitliche, schwer nachvollziehbare Lizenzbedingungen für die Nutzung der Daten. Inzwischen hat die GIW-Kommission ein einfaches, einheitliches Lizenzmodell mit acht Varianten entwickelt. Das Verfahren wurde bis

2012 von der Wirtschaft sowie von verschiedenen Behörden in einem Modellvorhaben erfolgreich erprobt. Die Nutzer konnten mit Hilfe eines einfachen Klick-Prozesses eine Lizenz für bestimmte Daten erwerben. Die Kosten waren sofort ersichtlich und wurden elektronisch abgerechnet. Künftig soll die Webanwendung in einen aktiven Betrieb überführt werden, um die Auswirkungen der einheitlichen Rahmenbedingungen auf den Markt zu beobachten.

Ein weiteres zentrales Thema der GIW-Kommission ist der Daten-

schutz. In der Taskforce GeoBusiness-Datenschutz arbeitet die Wirtschaft zusammen mit den Datenschutzaufsichtsbehörden des Bundes und der Länder an einer Selbstverpflichtungserklärung. Dieser Verhaltenskodex (GeoBusiness Code of Conduct) soll es den Unternehmen ermöglichen, datenschutzrechtlich kritische Daten einfacher und verlässlicher zu nutzen.

www.GeoLizenz.org
www.GeoBusiness.org

Kontakt: **Dr. Jörg Reichling**

Das steinerne Gedächtnis

Die BGR hat ein nationales Bohrkernlager eingerichtet

Am 28. September 2012 konnte die BGR nach zweijähriger Bauzeit in Berlin-Spandau ein nationales Lager für kontinentale Forschungsbohrungen einweihen. Auf einer Fläche von 1 200 Quadratmetern finden bis zu 60 Kilometer Bohrkern Platz. Wissenschaft, Wirtschaft und Behörden können hier auf Bohrkern aus verschiedenen Forschungsbohrungen zugreifen.

Bohrungen sind für Geologen die einzige Möglichkeit, an Proben aus dem tiefen Untergrund zu kommen. Nur die obersten Kilometer der Erdkruste, jener gut 30 Kilometer dicken Haut aus Stein, sind überhaupt direkt für den Menschen zugänglich. Um herauszufinden, wo sich Rohstoffe verbergen, Erdwärme fördern oder Kohlendioxid einlagern lässt, haben die Forscher daher nur eine Möglichkeit: Sie müssen Bohrtürme aufbauen, diamantbesetzte Bohrmeißel präparieren und dicke Stahlrohre in den Untergrund rammen.

Wenn alles gut geht, fördern spezielle Kernbohrer schließlich lange, säulenförmige Gesteinsbrocken aus dem Untergrund empor. Je nachdem, in welchem Erdzeitalter sich die durchbohrten Schichten gebildet haben, können solche Bohrkern aus Salz, Sandstein, Granit oder Kalkstein bestehen. Manche stecken voller Fossilien, andere enthalten interessante Mineralien. Alle bergen jedoch unschätzbare Informationen über die

Geschichte der Erde, den Aufbau der Kruste und die Vorgänge in der Tiefe. „Die langfristige und fachgerechte Lagerung dieser wertvollen Bohrkern-

Landesämter, Universitäten, Wirtschaftsunternehmen und auch die BGR bewahren die Früchte ihrer Bohrungen in eigenen Lagern auf.



ne ist eine Aufgabe von nationalem Rang“, sagt BGR-Forscher Dr. Jochen Erbacher.

Bislang sind Kerne aus verschiedenen Forschungsbohrungen in ganz Deutschland verstreut: Geologische

So unterschiedlich wie die Lagerbedingungen sind auch die Dokumentationen und die Zugänge zu den Bohrkernen. Auf Initiative des Deutschen Forschungsbohrkonsortiums GESEP e.V. wird sich das in Zukunft ändern. Die BGR hat im

September 2012 ein nationales Bohrkernlager für Forschungsbohrungen aus Festgestein an ihrer Außenstelle in Berlin-Spandau eingerichtet. Ein weiteres nationales Lager für Bohrungen aus Seen ist am Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) in Bremen entstanden. Dort befindet sich bereits eins der drei Lager des Internationalen Ozeanbohrprogramms IODP.

Die BGR-Außenstelle beherbergt bereits umfangreiche geologische

der BGR“, sagt Jochen Erbacher. Mit dem nationalen Bohrkernarchiv kann dieses Gedächtnis nun erheblich erweitert werden. Kerne neuer und alter Forschungsbohrungen aus Deutschland und dem Ausland werden in Zukunft in den insgesamt 1 200 Quadratmeter großen Lagerhallen in fünf Meter hohen Schwerlastregalen eingelagert. Auch Bohrungen, die von großem wissenschaftlichem Wert sind und die Geologische Dienste oder Wirtschaftsunternehmen aus Kapazitätsgründen

Die BGR rechnet damit, dass das Interesse groß sein wird. „Noch vor wenigen Jahren wurden vor allem die stratigrafischen und paläontologischen Teile unserer Sammlungen genutzt“, berichtet Jochen Erbacher, „doch inzwischen kommt der Großteil der Nutzerinnen und Nutzer aus dem Bereich der Lagerstättenforschung und der Wirtschaft.“ Themen wie Rohstofferkundung, CO₂-Speicherung oder Kavernenbau rücken immer mehr in den Vordergrund.

Damit alle Interessenten die Informationen aus den archivierten Kernen optimal nutzen können, ist das Lager mit Laboren ausgestattet, die modernste Geräte zur zerstörungsfreien Analyse enthalten. Die Nutzer können einen wichtigen Teil ihrer Untersuchungen direkt vor Ort tätigen. So soll das nationale Forschungsbohrkernlager ein zentraler Anlaufpunkt für Geowissenschaftler aus dem In- und Ausland werden.

Im Neubau des nationalen Bohrkernlagers in Berlin-Spandau sind Forschungsbohrungen aus Festgestein aufbewahrt.

Sammlungen, darunter die Bestände der Preußischen Geologischen Landesanstalt und das nationale Polarprobenarchiv Deutschlands. „Die einzigartige Vielfalt an Gesteinsproben, Fossilien und Dünnschliffen bildet das steinerne Gedächtnis

abgegeben möchten, können in dem nationalen Lager unterkommen. „Das neue Kernlager ermöglicht es, wertvolle Bohrkern langfristig und qualitativ hochwertig zu archivieren“, erklärt BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel.

www.bohrkernlager.de

Kontakt: **Dr. Jochen Erbacher**

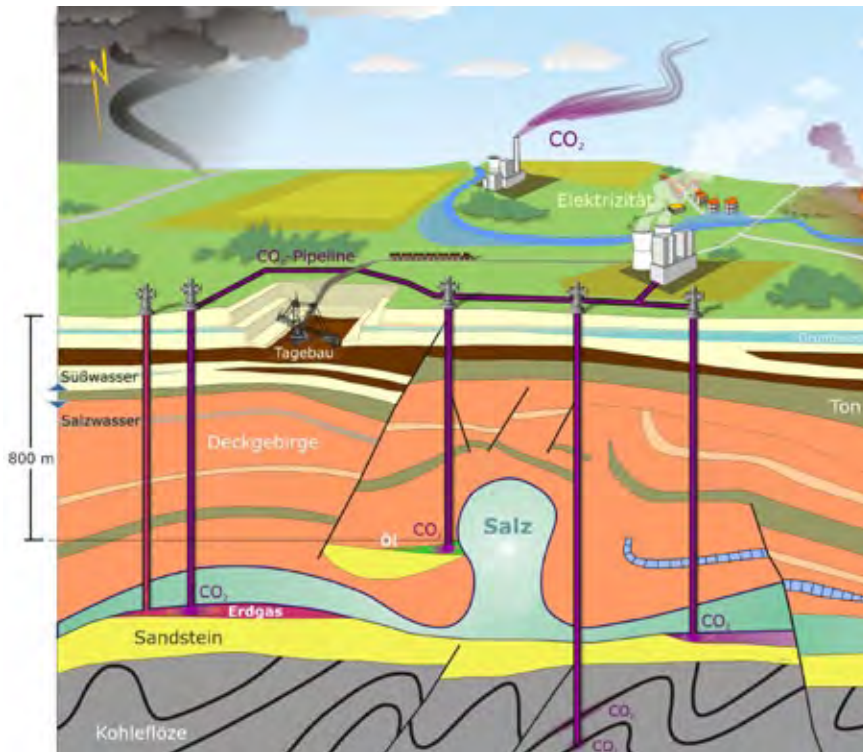
Die Wege des Salzwassers

Das Projekt CO₂BRIM untersucht geo- und sozialwissenschaftliche Aspekte der Kohlendioxid-Speicherung

Die Speicherung des Treibhausgases Kohlendioxid in tiefen, mit Salzwasser gefüllten Speichergesteinen gilt als wichtige Option im Kampf gegen den Klimawandel. Eine Schlüsselfrage ist dabei, inwieweit das verdrängte Salzwasser höher gelegene Trinkwasser-Aquifere versalzen könnte.

Wenn man Kohlendioxid (CO₂) in den Untergrund presst, schrumpft das Volumen drastisch: Aus 1 000 Kubikmetern an der Oberfläche werden in 800 Metern Tiefe nur noch 3,8 Kubikmeter. Das Gas verwandelt sich durch den zunehmenden Druck in eine so genannte überkritische Flüssigkeit. Dieses Phänomen macht die Erdkruste als CO₂-Speicher besonders attraktiv. Dennoch beansprucht das CO₂ Platz, der vorher von anderen Stoffen eingenommen wurde – meist Salzwasser, das die Poren des so genannten Speichergesteins ausfüllt.

Mit der Frage, inwieweit die CO₂-Injektion in industriellem Maßstab höher gelegene, mit Trinkwasser gefüllte Grundwasserleiter gefährden könnte, beschäftigt sich das Projekt CO₂BRIM. In einem interdisziplinären Ansatz untersuchen Forscherinnen und Forscher der BGR, des Instituts für Wasserbau der Universität Stuttgart und der DIALOGIK GmbH bis Februar 2015, inwieweit das ver-



In Kraftwerken wird CO₂ abgeschieden, verdichtet und über eine Pipeline zu den Speicherstätten transportiert.

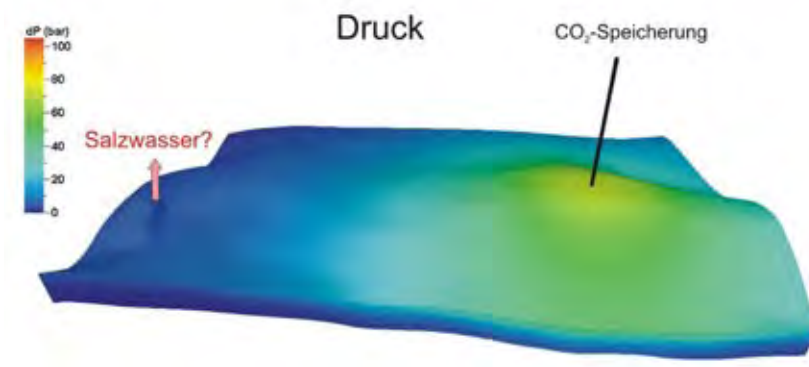
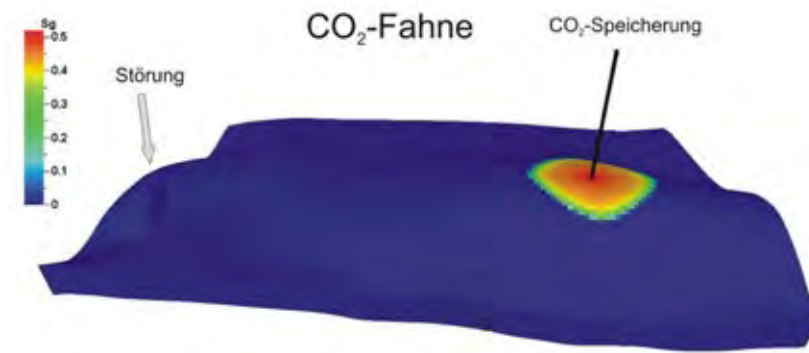
drängte Salzwasser entlang geologischer Störungen nach oben steigen kann. Dabei liegt ihr Fokus sowohl auf naturwissenschaftlich-technischen als auch auf sozialen Aspekten der CO₂-Speicherung.

Ein Schwerpunkt des Projektes sind numerische Computersimulationen. Zunächst simulieren die BGR-Experten für Modellgebiete auf regionaler Skala verschiedene CO₂-Speicherszenarien. Anschließend rechnen sie

aus, wie sich der Druck innerhalb des Speichers und in der Umgebung entwickelt, um schließlich herauszufinden, wie sich unterschiedliche Injektionsstrategien auf den Fluss des Salzwassers auswirken. Im letzten Schritt untersuchen sie, ob das Salzwasser nach oben steigen könnte. Dazu muss das Modell im Bereich von potentiellen Migrationswegen –

Eigenschaften der Migrationswege zu modellieren.

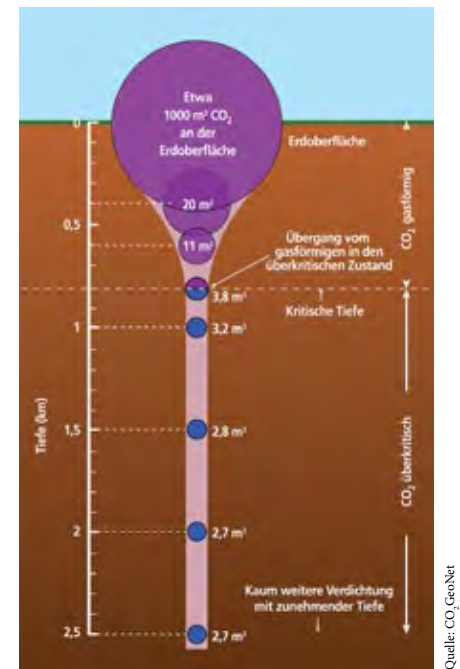
Im sozialwissenschaftlichen Teil des Projektes entwickeln die beteiligten Forscher ein Konzept, um verschiedene gesellschaftliche Gruppen an der Speichersuche zu beteiligen. Der zentrale Aspekt: Die einzelnen Arbeitsschritte werden gegenüber



Beispiel eines geologischen Modells: Wie breitet sich CO₂ im Umfeld einer Injektionsstelle aus (oben), wie entwickelt sich der Druck (unten)? Die numerische Simulation zeigt auch, ob Salzwasser an einer Störung (links) aufsteigen kann.

vor allem Störungszonen oder Salzstockflanken – wesentlich genauer sein und bis zur Erdoberfläche erweitert werden. Eine große Herausforderung besteht darin, die physikalischen

Nicht-Experten offengelegt. Interessensvertreter aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen, die so genannten Stakeholder, werden eingeladen, Randbedingungen



Wenn CO₂ in den Untergrund eingebracht wird, dann wird sein Volumen drastisch reduziert. Von 1000 m³ an der Oberfläche auf etwa 3,8 m³ bei typischen Untergrundbedingungen.

und Szenarien der Modellierung mit auszuwählen. Dieses Vorgehen, die „partizipative Modellierung“, ist ein völlig neuer Ansatz im Bereich der CCS-Forschung. Im Laufe des Projektes finden Workshops statt, bei denen Stakeholder und Forscher das bisherige Vorgehen bewerten und gemeinsam über weitere Arbeitsschritte nachdenken.

www.co2brim.hydrosys.uni-stuttgart.de/index.html

Kontakt: **Stefan Knopf**

Spürnasen am Erdboden

BGR entwickelt Monitoring für CO₂-Speicher

Manch ein Vulkan wird fast so gut überwacht wie ein Patient auf der Intensivstation. Treten Gase wie Kohlendioxid oder Schwefelwasserstoff aus dem Boden aus, kann das auf einen bevorstehenden Ausbruch hindeuten. Ähnliche Messstationen sind auch für unterirdische CO₂-Speicher geeignet. Denn eine zuverlässige Überwachung ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die Gesellschaft die so genannte CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage) akzeptiert, bei der Kohlendioxid aus Kraftwerken und Industrieanlagen unterirdisch gespeichert wird.

Im Projekt MONACO entwickelt die BGR nun zusammen mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) und der Bruker Corporation aus den USA ein Konzept, um mögliche



Installierte Messstation.



Rammkernsondierungen zur Bodenuntersuchung an einer CO₂-Messstelle.

che CO₂-Austritte aus einem unterirdischen Speicher an der Erdoberfläche zuverlässig aufzuspüren. Dabei werden Methoden aus Chemie, Hydrogeologie, Geophysik und Biologie kombiniert. Die Überwachung soll zudem hierarchisch sein. Potentielle Schwächezonen werden etwa sehr häufig und detailliert kontrolliert, während größere Gebiete seltener und in größeren räumlichen Abständen vermessen werden, zum Beispiel mit Fernerkundungsverfahren.

MONACO baut dabei auf das vom Bundesforschungsministerium geförderte Projekt CLEAN in Sachsen-Anhalt auf. Dort gibt es bereits seit 2009 ein weiträumiges Messnetz aus 15 Stationen, das CO₂-Bodengaskonzentration, Temperatur, Bodenfeuch-

te, den Pegel des Stauwassers im Boden sowie Wetterdaten kontinuierlich erfasst. Mit MONACO erproben die BGR und ihre Partner nun weitere Messtechniken, zum Beispiel die so genannte Eddy-Kovarianz-Methode, spezielle Emissionsmesskammern und Laserverfahren. Die Forscher wollen evaluieren, ob sich diese Technologien ebenfalls für das Monitoring eignen.

Das Konzept kann später auch zur Überwachung anderer unterirdischer Speicher genutzt werden, zum Beispiel von Porenspeichern oder Kavernen, in denen Druckluft, Wasserstoff oder Methan eingelagert werden.

Kontakt: **Dr. Stefan Schloemer**

Wichtige Schaltstelle

Das Kohlendioxid-Speicherungsgesetz bringt neue Aufgaben für die BGR mit sich

Im August 2012 ist ein Gesetz in Kraft getreten, das Projekte zur Speicherung von Kohlendioxid regelt. Seitdem sind hierzulande Demonstrationsprojekte möglich. Die BGR erarbeitet die geologischen Grundlagen für die neue Technologie.

Es ist ein Gesetz mit einem komplizierten Namen: Das „Gesetz zur Demonstration von Technologien zur Abscheidung, zum Transport und zur dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid“, kurz KSpG, ermöglicht aus Kraftwerken oder Industrieanlagen im Untergrund zu speichern – zu

Forschungs- und Demonstrationszwecken. Das Gesetz regelt also die Geo-Aspekte bei der Erforschung der so genannten CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage), die einmal dazu beitragen soll, die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zu begrenzen.

Der BGR kommt dabei dem Gesetz nach eine wichtige Rolle zu. So sollen die Experten der Bundesanstalt beispielsweise das Speicherpotential in Deutschland beurteilen. Dabei ermitteln sie auch, an welchen Orten Konflikte mit anderen Nutzungen auftreten könnten, beispielsweise mit der Tiefen Geothermie oder der Erdgasspeicherung. In diesem Kontext arbeitet die BGR eng mit den zuständigen Behörden der Bundesländer und der Nachbarstaaten zusammen.

Die BGR baut außerdem ein öffentliches Register auf, in dem Abscheidungsanlagen für CO₂, Transportleitungen und Speicher verzeichnet sind. Alle drei Jahre informiert die BGR die EU-Kommission über den Stand der CCS-Technologieentwicklung in Deutschland. Die BGR trägt dazu bei, den Wissensaustausch zwischen allen Beteiligten zu erleichtern.



Für eine nachhaltige Speicherung von CO₂ im Untergrund sind gute Speichergesteine (unten) und insbesondere langfristig wirksame Barrieregesteine (oben) erforderlich.

Kontakt:
Dr. Johannes Peter Gerling

Normen für CCS

BGR beteiligt sich an Aktivitäten auf nationaler und globaler Ebene

Die International Organisation for Standardisation (ISO) hat ein Technisches Komitee eingerichtet, um eine Norm für die CCS-Technologie zu entwickeln. Die BGR vertritt die deutschen Interessen und leitet die Arbeiten auf nationaler Ebene.

Mehr als 25 Millionen Tonnen Kohlendioxid ruhen bereits in zwei kanadischen Ölfeldern tief unter der Erde – so viel wie sechs Millionen Autos in einem Jahr freisetzen. Auch in Norwegen und Algerien kommt die sogenannte CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage) bereits in industriellem Maßstab zum Einsatz. Experten halten die geologische Speicherung von CO₂ für eine wichtige Option im Kampf gegen den Klimawandel.

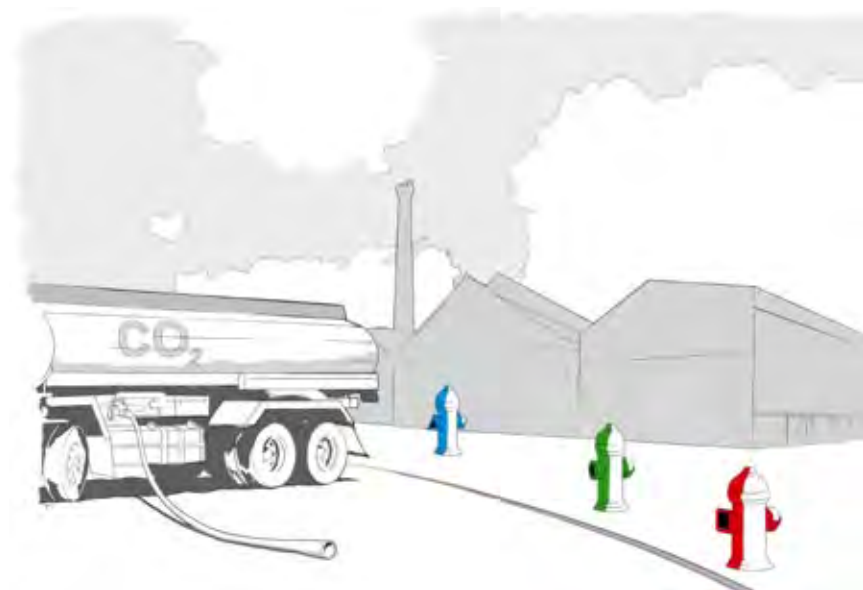
Allerdings ist die Technologie noch nicht weit verbreitet, unter anderem, weil es in vielen Ländern Akzeptanzprobleme gibt. Ein wichtiger Schritt, um Vertrauen zu schaffen, sind international harmonisierte Standards. Ein Technisches Komitee der International Organisation for Standardisation (ISO) soll solche Normen nun unter Leitung der kanadischen und chinesischen Normungsorganisationen entwickeln.

Im Juni 2012 fand in Paris die erste Sitzung des Komitees statt, bei der auch eine deutsche Delegation unter Leitung von BGR-Fachbereichsleiter Dr. Johannes Peter Gerling vertreten war. Um die deutschen Vorstellungen in den ISO-Prozess fundiert einbringen zu können, wurde im April 2012 in Berlin als Spiegelgremium ein DIN-Arbeitsausschuss gegründet. Die Teilnehmer, darunter Vertreter aus Industrie, Verbänden, Forschungseinrichtungen und Behörden, wählten Dr. Johannes Peter Gerling zum Obmann. Anschließend setzten die Teilnehmer fünf Unterausschüsse ein, die sich an der Aufgabenstruktur der ISO-Arbeitsgruppen orientierten.

www.iso.org

Kontakt:

Dr. Johannes Peter Gerling



Die Normung von Prozessen und Geräten für die CO₂-Speicherung kann das Leben erleichtern.

Von Goldsuche bis Umweltschutz

Mongolisch-deutsche Zusammenarbeit besteht bereits seit 50 Jahren

Scheinbar endlos erstreckt sich grünes Steppengras über die sanften Hügel der Mongolei. Die herb-schöne Landschaft hat es in sich: Der dünn besiedelte Staat, viereinhalbmal so groß wie Deutschland, gilt als eines der rohstoffreichsten Länder der Erde. Kupfer, Kohle, Gold und Flussspat zählen zu den häufigsten Bodenschätzen.

Bei der Entdeckung der Ressourcen spielten auch deutsche Geologen eine Rolle. Bereits seit 1962 arbeiteten die damalige Mongolische Volksrepublik und die DDR im Geosektor eng zusammen. 1963 fand die erste gemeinsame Expedition statt. Im Osten und Süden der Mongolei führten die deutschen Geologen Kartierungs- und Erkundungsarbeiten durch – und stießen dabei auf goldhaltige Erze.

In den folgenden Jahrzehnten folgten zahlreiche weitere gemeinsame Prospektionsarbeiten in der Mongolei. In den 1970er Jahren entdeckten die deutschen Experten beispielsweise die Zinklagerstätte von Tumurtijn Ovoo, die nach damaligen Berech-

nungen fast acht Millionen Tonnen Erz enthielt, mit einem Zinkgehalt von zwölf Prozent.

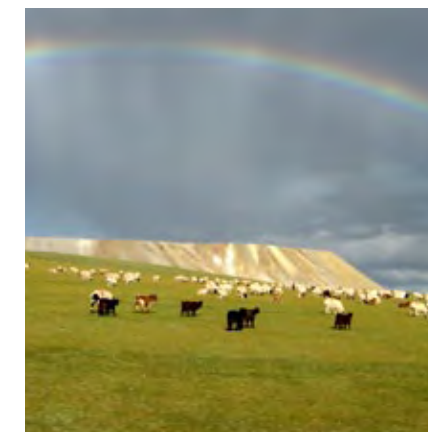
Die detaillierte Erkundung des Goldvorkommens Boroo, 110 Kilometer nordwestlich der Hauptstadt Ulaanbaatar, ließ in den 1980er Jahren deren hohes wirtschaftliches Potential erkennen. Seit 2004 wird das Gold von einem kanadischen Unternehmen abgebaut.

Nach der deutsch-deutschen Wiedervereinigung 1990/91 vereinbarten die Mongolei und die Bundesrepublik im Rahmen der Technischen Zusammenarbeit eine enge Kooperation. „Nur mit wenigen Ländern verbindet uns eine so lange und enge Partnerschaft“, sagte BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel anlässlich der Feier zum 50. Jubiläum der Kooperation im Dezember 2012.

Der Schwerpunkt der Zusammenarbeit liegt inzwischen auf Fragen wie Umweltschutz im Bergbau, nachhaltiger Entwicklung durch Nutzung des Bergbaupotentials und Organisationsentwicklung. 2011 gab die BGR

ein Investorenhandbuch für ausgewählte Rohstoffe heraus, 2012 wurde die Wertschöpfungskette für Gold analysiert.

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) unterstützt die Rohstoffpartnerschaft Deutschlands mit der Mongolei.



Außenhalde des Kupfertagebaus Erdenet in der Bergsteppe der nördlichen Mongolei.

Kontakt: **Ludwig Feldhaus**

Kooperation auf Augenhöhe

Die BGR bietet Partnerländern eine Beratung nach neuesten geowissenschaftlichen Erkenntnissen, zum Beispiel in Sambia, Paraguay oder in Zentralafrika. Die Technische Zusammenarbeit soll die Lebensbedingungen in den Partnerländern nachhaltig verbessern.

Mehr als zwei Millionen Menschen leben im Großraum von Lusaka, der Hauptstadt von Sambia. Da es kaum sanitäre Einrichtungen gibt, ist das Grundwasser in großen Teilen der Stadt verunreinigt. Wilde Müllkippen, das starke Bevölkerungswachstum und die wirtschaftliche Entwicklung gefährden das Grundwasser zusätzlich. Obwohl Sambia als wasserreichstes Land im südlichen Afrika gilt, schwinden die wertvollen Vorräte. Zusammen mit dem sambischen Wasserministerium entwickelte die BGR 2012 eine Strategie zum Schutz der Ressource. Dafür wurden Daten zusammengetragen und in ein Grundwasserinformations- und Ma-

nagementsystem eingespeist, das beide Partner vor Ort entwickelt haben. Mit diesen Informationen können die Behörden nun selbstständig planen.

Das Vorgehen in Sambia ist repräsentativ für die Technische Zusammenarbeit der BGR: Die Arbeit des Teams um Franca Schwarz zielt darauf ab, die Eigenverantwortung und Selbsthilfekräfte in den Entwicklungsländern zu fördern. Damit die Ergebnisse der Projekte auch umgesetzt werden, beraten die BGR-Mitarbeiter die Politik und bilden Kollegen in den Partnerländern aus. „Durch unsere Arbeit unterstützen wir die Partnerländer dabei, die Lebensgrundlagen für zukünftige

Generationen zu schützen“, sagt Franca Schwarz.

Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen Grundwasser, mineralische Rohstoffe, Energierohstoffe, Bergbau, Georisiken und Umweltgeologie. Derzeit führt die BGR rund 50 Projekte mit Entwicklungsländern durch.

Zum Beispiel in Zentralafrika: Dort unterstützt die BGR die Länder aus der Region der Großen Seen dabei, zertifizierte Handelsketten für mineralische Rohstoffe einzuführen. Gold, Coltan, Kassiterit und Wolframit werden zum Teil illegal und unter menschenunwürdigen Bedingungen



Fortbildung von Fachkräften des paraguayischen Partner-Institutes SEAM (Umweltministerium).

Kleine Müllrecycling-Anlage in der Nähe der Stadt Villarrica (Südost-Paraguay).



Trennung von Zinnerz mit Magneten. Männer beim Waschen von Coltanerz.



Praktische Weiterbildung des technischen Fachpersonals in Sambia im Bereich hydrogeologische Probennahme.



Verschmutztes Grundwasser im städtischen Karstgebiet. Über offene Grundwasserflächen wie diese gelangen Keime besonders leicht in das Grundwassersystem.

abgebaut. Seit Jahren schwelen regionale Konflikte.

Auf Initiative eines BGR-Projektes werden die Minen nun regelmäßig überprüft, um den Schmuggel einzudämmen, die Arbeitsbedingungen der Minenarbeiter zu verbessern und staatliche Strukturen zu stärken. Ein weiteres Beispiel für die Technische

Zusammenarbeit findet sich in Paraguay. Dort hat die BGR das Umweltministerium dabei unterstützt, geeignete Standorte für Mülldeponien zu finden. Im Zuge der Kooperation wurden ein neues Umweltraumplanungsgesetz und Richtlinien für die Auswahl von Deponiestandorten entwickelt. In vier Städten entstanden Planungs- und Umweltabteilungen.

Die BGR hat zudem Ausrüstung bereitgestellt und Fachkräfte ausgebildet. So ist sichergestellt, dass Ressourcen wie Wasser und Boden in Zukunft bei der Planung berücksichtigt werden – und den Menschen verfügbar bleiben.

Kontakt: **Franca Schwarz**

Speicher im Untergrund für die Energiewende

Salzkavernen könnten eine wichtige Rolle bei der Energiewende spielen – als Speicher für Druckluft oder Wasserstoff. Im Verbundforschungsprojekt InSpEE untersucht die BGR, wie groß das Speichervolumen in den norddeutschen Salzstrukturen ist.

Wollte man das Empire State Building im Boden verstecken, könnte man es gut in einer Salzkaverne unterbringen. 300 bis 400 Meter hoch sind solche künstlichen Hohlräume innerhalb von Salzstöcken, typischerweise haben sie einen Durchmesser von 50 bis 60 Metern – was ungefähr den Ausmaßen des New Yorker Wahrzeichens entspricht. Tatsächlich werden Salzkavernen meist gebaut, um Gase oder Flüssigkeiten darin zu speichern, bislang vor allem Erdgas und Erdöl. Doch für die Energiewende werden Speicher für erneuerbare Energien benötigt. Salzkavernen könnten dabei eine wichtige Rolle übernehmen, indem sie überschüssige Wind- und Solarenergie, umgewandelt in Druckluft oder Wasserstoff, aufnehmen.

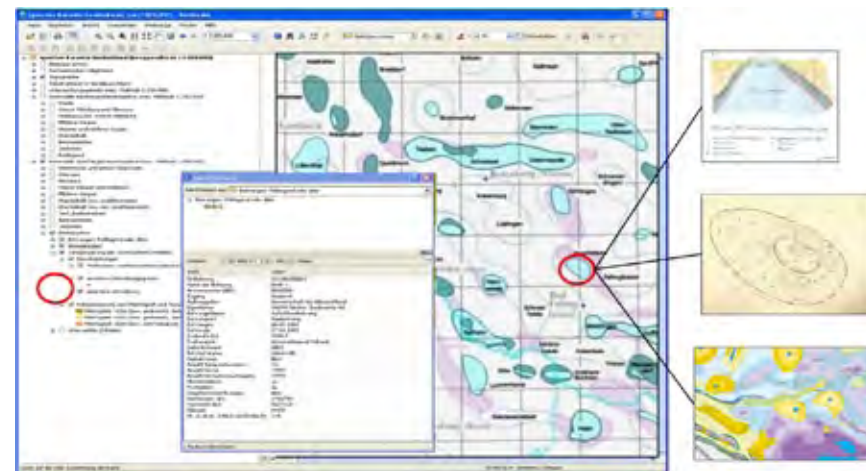
Salzkavernen haben mehrere Vorteile: Sie sind dicht, mechanisch stabil und chemisch gegenüber vielen Stoffen weitgehend inert. Zudem lassen sie sich schnell und flexibel befüllen und entleeren. Bislang lässt sich allerdings nicht realistisch abschätzen, welche

Energiemengen der Untergrund in Deutschland aufnehmen könnte.

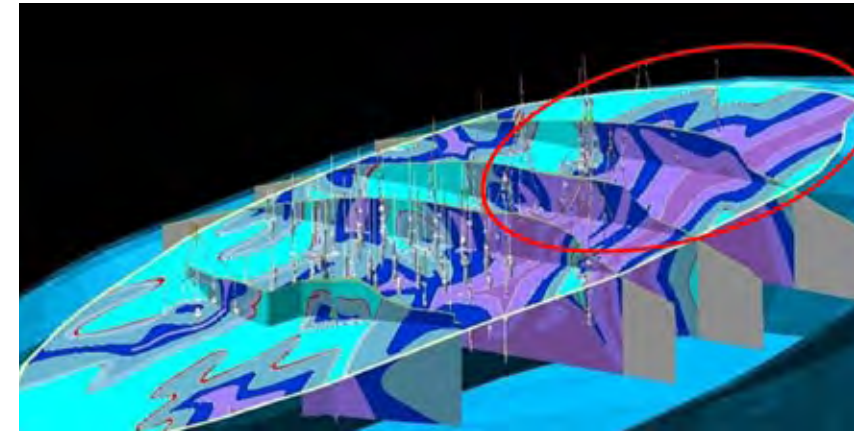
In dem durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Verbundprojekt InSpEE haben Forscherinnen und Forscher der BGR, der Leibniz Universität Hannover (LUH) und der KBB Underground Technologies GmbH vor, dieses Manko zu beseitigen. Sie wollen geologische und geotechnische Grunddaten bereitstellen und Kriterien für die Suche nach geeigneten

Standorten erarbeiten. BGR-Forscher erfassen alle verfügbaren Informationen zu den Salzstrukturen Norddeutschlands systematisch in einer neuen Datenbank und erstellen Schnittkarten (Abb. S. 52, l. u.) des Untergrundes für verschiedene Tiefen. Die Ergebnisse fließen in ein Geoinformationssystem ein (Abb. u.).

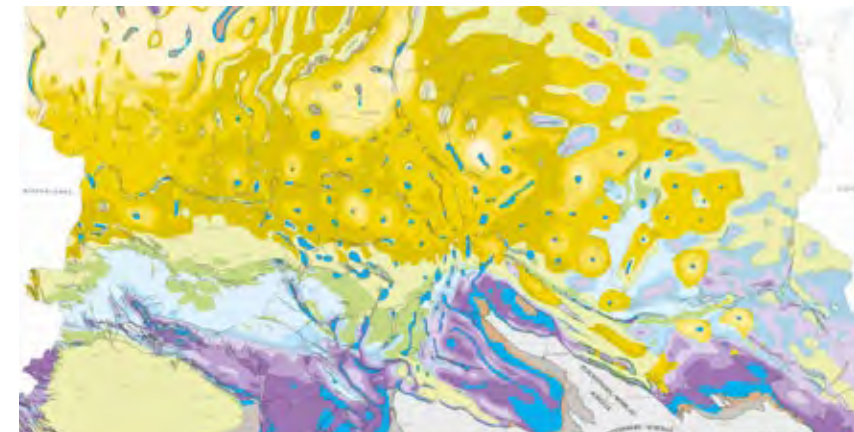
Das Speichervolumen einzelner Salzstrukturen hängt eng mit ihrem inneren Aufbau zusammen. Ein wichtiges Ziel des Projektes besteht darin, eine



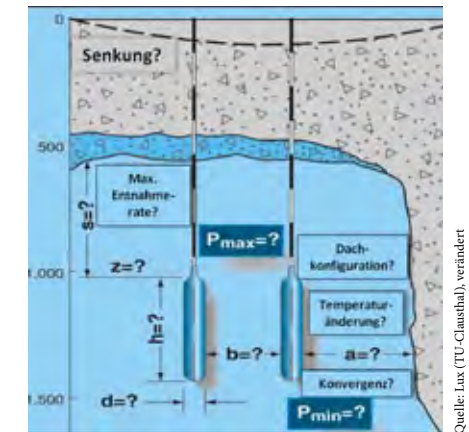
Integration der Ergebnisse aller Projektpartner in einem Informationssystem, das den Anwendern die gezielte Recherche und Auswahl der für die weitere Planung relevanten Daten ermöglicht.



Prognostizierter Internbau (rot) im 3D-Modell eines Salzstocks zur Planung weiterer Kavernenbohrungen.



Niveauschnittkarte der Tiefe -500 NN.



Anforderungen und Kriterien für die Anlage und Dimensionierung von Speicherkavernen für Wasserstoff und Druckluft.

Methodik zu entwickeln, um den inneren Aufbau noch nicht erkundeter Salzstöcke zu prognostizieren. Dazu erstellen die BGR-Forscher unter anderem 3D-Modelle bereits erschlossener Strukturen. Die Ergebnisse können dann auf unangetastete Salzstöcke übertragen werden (Abb. o.).

Die Projektpartner von der LUH berechnen zudem die mechanischen Anforderungen für die Kavernen neu. Die Daten von Erdgaskavernen lassen sich nicht unbedingt auf Speicherkavernen für Druckluft und Wasserstoff übertragen, da Erdgas in der Regel über mehrere Monate gespeichert wird, Druckluft aber täglich ein- und ausgelassen werden muss. Dabei ergeben sich ganz andere Druckänderungen. Bei Wasserstoffkavernen spielen zusätzlich Sicherheitsaspekte eine Rolle, da das Gas sehr mobil ist.

Die Forscher der LUH wollen Kriterien dazu erarbeiten, wie groß die Kavernen sein sollten, in welcher Tiefe man sie baut und welche Sicherheits-

abstände zwischen einzelnen Kavernen und zum Rand des Salzstocks nötig sind (Abb. r. u.). Aufgabe des Projektpartners KBB ist es, basierend auf den Ergebnissen der Forscher der BGR und LUH das Energiespeicherpotential der norddeutschen Salzstrukturen abzuschätzen.

Kontakt: **Stephanie Fleig**

Labor im Rechner

BGR-Forscher entwickeln derzeit das erste virtuelle Untertagelabor der Welt

Das Computerprogramm VIRTUS bildet Endlagerbergwerke in Salzstöcken detailgetreu nach – auch die komplizierten physikalischen Prozesse, die nach dem Einlagern hochradioaktiven Abfalls ablaufen. Das virtuelle Labor stellt Pläne und Versuchsergebnisse anschaulich dar und hilft bei der Vorbereitung von Experimenten. Gleichzeitig ist es ein digitales Archiv.

Die Fahrt in die Grube geht rasend schnell. Erst in 800 Metern Tiefe verlangsamt sich die Geschwindigkeit. Der Schacht öffnet sich plötzlich zu einem größeren Raum, von dem mehrere Bergwerksstrecken abgehen. Nun verändert sich der Blickwinkel, die Kamera betrachtet das Grubengebäude von außen. Die verzweigten Strecken und Stollen bilden ein Untertagelabor ab – allerdings kein echtes, sondern ein virtuelles Labor im Computer sozusagen.

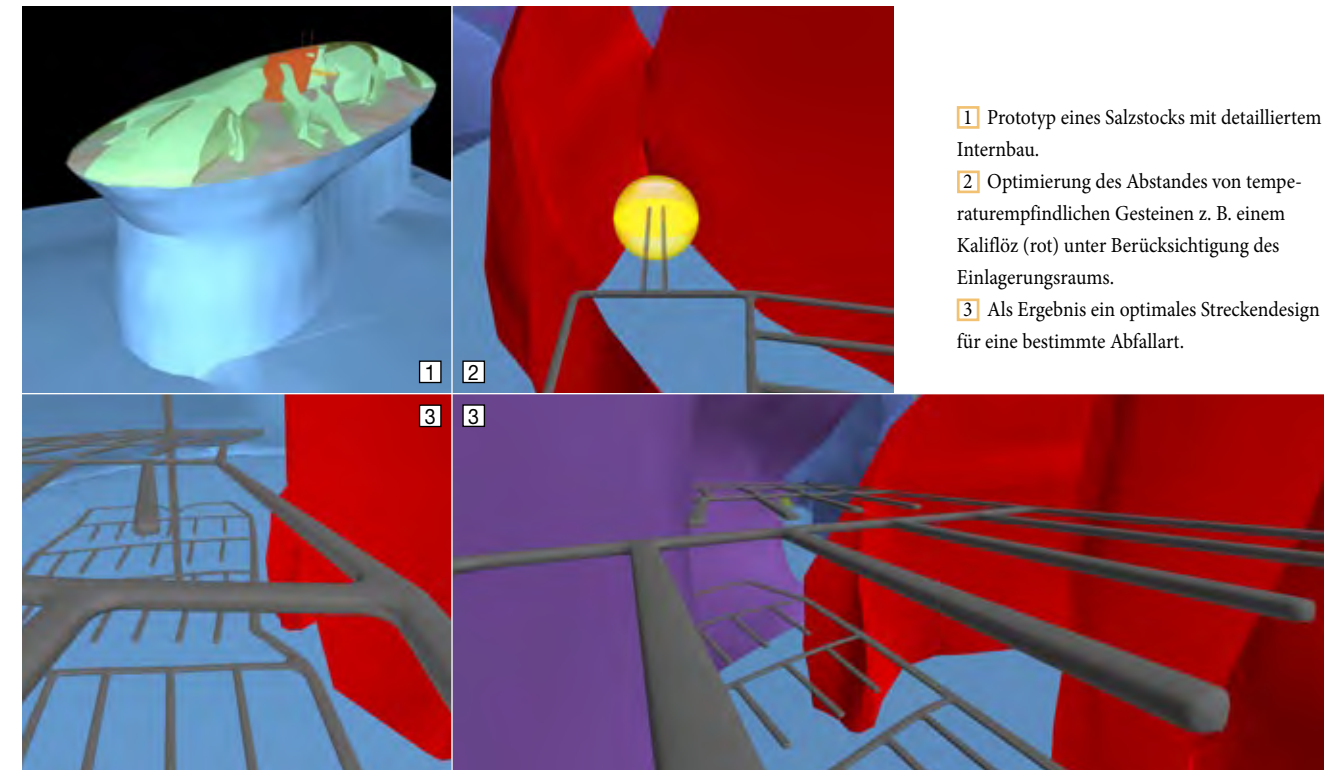
Forscher der BGR entwickeln das virtuelle Untertagelabor VIRTUS derzeit zusammen mit Kollegen von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), der Firma DBE Technology GmbH und dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF). Es ist ein mächtiges Werkzeug: VIRTUS stellt nicht nur die geologischen Verhältnisse (Abb. 1) und das Bergwerk anschaulich dar, sondern simuliert auch physikalische Veränderungen in der

Umgebung der Abfallbehälter und im Gebirge. Das erleichtert die Planung echter Experimente in Untertagelabors, auf die Endlagerforscher für ihre Arbeit angewiesen sind.

Die Wissenschaftler können zum Beispiel berechnen, wie sich die radioaktive Wärme im Salzgrus ausbreitet, das die Abfallbehälter umgibt, und dann ins umliegende Gestein vordringt (Abb. 2). Später können sie ihr Versuchsdesign optimieren und das Experiment tatsächlich in natura durchführen. Langfristig sollen Forscher auf der ganzen Welt auf die VIRTUS-Daten zugreifen, online damit experimentieren und Ergebnisse austauschen können. Ergänzend zu den Arbeiten im Salzgestein können in Zukunft auch Prozesse in Ton- und Granitgestein simuliert werden.

Die mit VIRTUS erzielten Ergebnisse können auch bei der Auswahl eines Endlagerstandorts berücksichtigt werden. Will man die Eignung eines

möglichen Standorts untersuchen, so muss dazu das Endlagerbergwerk mit seinen technischen Einrichtungen und den verwendeten Behältern konzipiert werden. Erst auf dieser Grundlage können Experten beurteilen und gegebenenfalls nachweisen, dass radioaktive Abfälle an dem betreffenden Standort über den geforderten Zeitraum von einer Million Jahre sicher gelagert werden können. Mit VIRTUS können Planer den besten Platz für die Abfälle mit Hilfe verschiedener Modellvarianten ermitteln. Zum Beispiel können sie vorgeben, dass das Lager einen sicheren Abstand von temperaturempfindlichen Gesteinen (Abb. 2) aufweist, gleichzeitig aber möglichst wenig potentieller Einlagerungsraum vergeudet wird. Ähnliche Optimierungen können für viele verschiedene physikalische Prozesse durchgeführt werden. Am Ende ergibt sich ein optimales Streckendesign für eine bestimmte Abfallart (Abb. 3). Mit VIRTUS kann ein Endlagerkonzept



- 1 Prototyp eines Salzstocks mit detailliertem Internbau.
- 2 Optimierung des Abstandes von temperaturempfindlichen Gesteinen z. B. einem Kaliflöz (rot) unter Berücksichtigung des Einlagerungsraums.
- 3 Als Ergebnis ein optimales Streckendesign für eine bestimmte Abfallart.

also wesentlich effizienter erarbeitet werden als bisher. Die anschließenden Sicherheitsanalysen werden nachvollziehbarer.

In VIRTUS sind das Wissen und die Erfahrungen aus über 30 Jahren Endlagerforschung eingeflossen. Die vier beteiligten Forschungsinstitutionen haben dabei ihre Kompetenzen zusammengeführt: Die BGR hat geologische, thermische und geomechanische Daten sowie geologische Modelle zur Verfügung gestellt. DBETEC lieferte die Daten für das Grubengebäude des virtuellen Untertagelabors. Die GRS nimmt die Projektleitung wahr. Alle drei Institutionen verfügen über

langjährige Erfahrungen in der Erforschung und Modellierung von gekoppelten Prozessen in Endlagern. Das Fraunhofer IFF ermöglichte mit seiner Expertise im Digital Engineering und in der optischen 3D-Messtechnik die räumliche Darstellung der Ergebnisse.

Die anschauliche Visualisierung der in einem Endlager ablaufenden komplexen Prozesse ist nicht nur für die Forscher hilfreich, sondern soll es auch erleichtern, die Öffentlichkeit einzubinden. Indem VIRTUS die Ergebnisse verschiedener Forschungsdisziplinen zusammenführt, hilft es den beteiligten Institutionen dabei,

den Standort auszuwählen, das Endlager zu planen, die Ergebnisse zu archivieren und die Langzeitsicherheit nachzuweisen.

Kontakt:
Joachim Behlau, Christian Dresbach

Wie Kohlenwasserstoffe ins Salz gelangen

BGR-Wissenschaftler erkunden den Salzstock Gorleben

Um zu klären, ob der Salzstock Gorleben für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle geeignet ist, untersucht die BGR den inneren Aufbau und die Zusammensetzung des Salzstocks. Von März 2011 bis Dezember 2012 lag ein Schwerpunkt der geologischen Erkundungsarbeiten darauf, Kohlenwasserstoff-Vorkommen in denjenigen Salzschiechten zu untersuchen, die als Einlagerungsmedium vorgesehen sind.

Ein Meer, das zu Stein geworden ist – so könnte man die Salzvorkommen Norddeutschlands bezeichnen. Das flache Gewässer, das vor etwa 250 Millionen Jahren das norddeutsche Becken bedeckte, trocknete mehrfach aus und ließ dabei mächtige Schichten verschiedener Salze zurück: vor allem Steinsalz (Natriumchlorid), aber auch Karbonate wie Kalzit, außerdem Anhydrit (Kalziumsulfat) und Kalisalze. In jüngeren Erdzeitaltern legten sich neue Ablagerungen über das Salz. Da Steinsalz sich plastisch verformen kann und leichter ist als das umliegende Gestein, begann es vor etwa 150 Millionen Jahren aufzusteigen und bildete die typischen Salzstöcke – zum Beispiel in Gorleben.

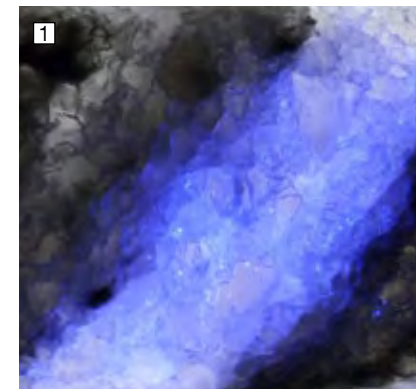
Der dortige Salzstock enthält wie jeder andere Salzstock neben den unterschiedlichen Salzmineralen geringe Mengen gasförmiger und flüssiger

Kohlenwasserstoffe wie Erdgas und Erdöl. Diese Stoffe sind in frühen Phasen der Salzstockbildung aus älteren Gesteinen in das Salz eingedrungen. Da Kohlenwasserstoffe für ein Endlager mit wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen ein Sicherheitsrisiko darstellen könnten, untersucht die BGR im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz, wie sie sich zusammensetzen, in welchen Teilen des Salzstocks sie sich befinden und wie hoch ihre Konzentration ist. Zudem erkunden die BGR-Experten, wie sich die Kohlenwasserstoff-führenden Gesteine verhalten, wenn sie aufgeheizt werden und wie die Kohlenwasserstoffe die mechanischen Eigenschaften der Salzgesteine beeinflussen.

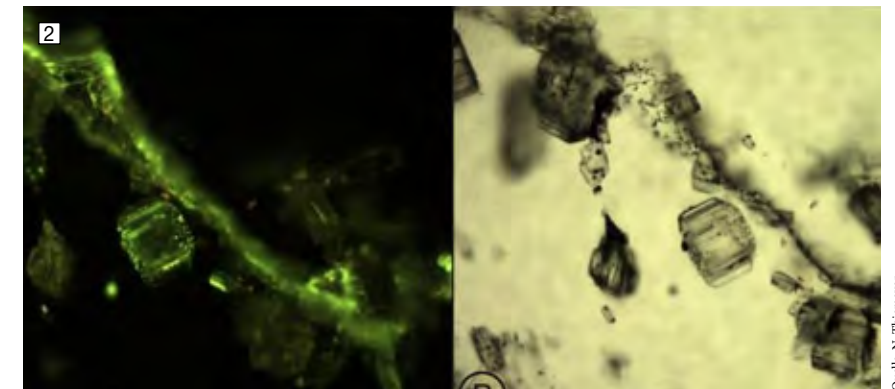
Als mögliches Einlagerungsmedium wird im Salzstock Gorleben das sogenannte Staßfurt-Hauptsalz untersucht. Diese Einheit lässt sich wieder

um in drei Bereiche untergliedern, die nach ihrer strukturellen Beschaffenheit Knäuelsalz, Streifensalz und Kristallbrockensalz genannt werden. Die Schichten haben neben der charakteristischen Struktur auch eine typische chemische Zusammensetzung und weisen unterschiedliche Kohlenwasserstoff-Gehalte auf. Die höchsten Gehalte werden im Knäuelsalz beobachtet. Die BGR untersucht derzeit die Kohlenwasserstoffe in dieser Schicht, um sie sicherheitstechnisch zu bewerten.

Dabei arbeitet die BGR mit mehreren Kooperationspartnern zusammen und nutzt moderne Untersuchungsverfahren. Die Forscherinnen und Forscher analysieren zum Beispiel Dünn- und Dickschliffe, setzen verschiedene mikroskopische und tomographische Verfahren ein und führen chemische Analysen durch. Im Er-



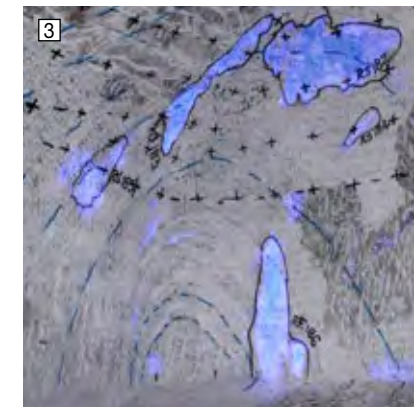
1 Lagenweise Anreicherung von bläulich-weißlich lumineszierenden Kohlenwasserstoffen im Hauptsalz des Salzstocks Gorleben.



2 Verteilung der lumineszierenden Kohlenwasserstoffe im Mikrogefüge der Salzgesteine (links: Aufnahme im Fluoreszenz-Mikroskop; rechts: Aufnahme im Durchlicht im Polarisationsmikroskop; Bildbreite: ca. 1,6 mm).

kundungsbergwerk Gorleben untersuchen sie, wie die Kohlenwasserstoffe auf Druckentlastung reagieren und erproben Methoden, um die Kohlenwasserstoffe indirekt mit geophysikalischen Methoden aufzuspüren.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Kohlenwasserstoffe überwiegend in rekristallisierten Steinsalz-Bereichen vorkommen. Dort finden sie sich an den Korngrenzen von Steinsalz- und Anhydritkristallen, in Kapillaren innerhalb von Anhydritkristallen oder in seltenen Fällen auch in Rissen, die durch die Bohrung oder Probennahme entstanden sind (Abb. 1 und 2). Im Streifensalz und im Kristallbrockensalz finden sich nur wenige, kleine Kohlenwasserstoff-Einschlüsse. Es zeigt sich, dass die Kohlenwasserstoffe sehr ungleichmäßig, sozusagen nestartig im Staßfurt-Hauptsalz verteilt sind (Abb. 3). Die Gehalte variieren selbst innerhalb einzelner Bohrungen stark und reichen von 0,02 bis



3 Verteilung der bläulich lumineszierenden Kohlenwasserstoffe in einer ca. 8 m hohen bergmännischen Auffahrung.

443 mg/kg Salzgestein. Das entspricht einem Anteil von maximal etwa 0,05 Gewichtsprozenten.

Die neuen Erkundungsergebnisse bestätigen ältere Daten, wonach die Kohlenwasserstoffe ursprünglich nicht zum Hauptsalz gehörten, sondern nachträglich während der Aufstiegsphase eindringen. Als das Salzgestein emporstieg, bildeten sich vorübergehend Risse, über die

die Kohlenwasserstoffe aus tieferen Gesteinsschichten hineingelangen konnten. Die flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffe wurden zusammen mit dem umgebenden Salzgestein in höhere Bereiche des Salzstocks transportiert. Zusammen mit salzigen Restlösungen sammelten sie sich unter anderem an den Korngrenzen von Steinsalzkristallen und in anhydritreichen Partien.

Um Aussagen über die sicherheitstechnische Bedeutung der Kohlenwasserstoffe für ein potentes Endlager im Salzstock Gorleben treffen zu können, werden weitere Forschungsarbeiten durchgeführt.

Kontakt: **Dr. Jörg Hammer**

Erdgeschichte im Schnelldurchgang

Auf Spitzbergen untersuchten BGR-Forscher Ablagerungen aus den Erdzeitaltern Karbon, Perm, Trias und Jura

Zwischen den Inseln des Svalbard-Archipels und der kanadischen Arktis liegen heute 2 000 Kilometer. Doch vor mehr als 150 Millionen Jahren waren die beiden Landmassen benachbart – so ein Ergebnis der Expedition CASE 14, die im Sommer

Ein Ziel der Geologen war das berühmte Festningen-Profil, eine Gesteinsfolge, in der 175 Millionen Jahre der Erdgeschichte fast lückenlos aufgeschlossen sind, darunter zum Beispiel die Zeit des schlimmsten Massensterbens der Erdgeschichte

zu ermitteln, vervollständigten die BGR-Forscher 2012 ihre Probenserie aus Spitzbergen. Bei früheren Expeditionen hatten sie bereits potentielle Erdölmuttergesteine mit einem Alter zwischen 65 und 45 Millionen Jahren sowie zwischen 275 und 100 Millio-



Morgendliche Abfahrt mit dem Schlauchboot zu den bis zu 20 Kilometer entfernten geologischen Küstenaufschlüssen im Billefjorden.



Kanadischer Kollege bei der Probennahme im Festningen-Profil im Isfjorden, Spitzbergen.



Winziger Ammonit in dunklen Siltsteinen der Trias mit hohem Erdöl-Potential.

2012 die norwegische Inselgruppe zum Ziel hatte. Das BGR-Programm CASE (Circum-Arctic Structural Events) soll die Geschichte des Arktischen Ozeans entschlüsseln. Bei der 14. Expedition untersuchte ein internationales Team unter Leitung von Dr. Karsten Piepjohn (BGR) geologische Formationen im Westen und im Zentrum der Hauptinsel Spitzbergen.

vor 250 Millionen Jahren. Wie sich zeigte, sind jüngere Gesteinsfolgen des Festningen-Profiles nahezu identisch zu Ablagerungen im Norden Kanadas – ein Hinweis darauf, dass beide Becken einen gemeinsamen Ursprung haben.

Um das Kohlenwasserstoff-Potential der arktischen Sedimentbecken

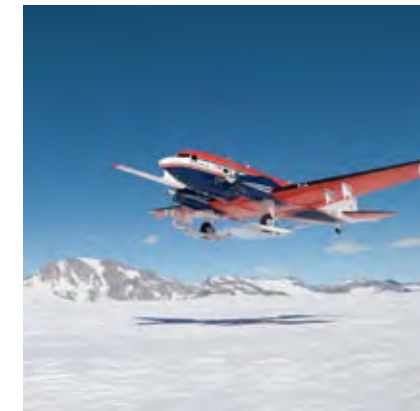
nen Jahren geochemisch untersucht. Bei CASE 14 nahmen sie Proben aus bis zu 385 Millionen Jahre alten Schichten.

Kontakt: **Dr. Karsten Piepjohn**

Zurück im Niemandsland

Zum zweiten Mal besuchte die BGR das Gebirge Sør Rondane in der Antarktis

Das Dronning-Maud-Land in der Antarktis zählt zu den einsamsten Gegenden unseres Planeten. Dennoch zieht es Forscher der BGR immer wieder in die abgelegene Eiswüste. Denn unter dem dicken Eispanzer verbergen sich einzigartige Hinweise auf die Geschichte der Antarktis.



Das Forschungsflugzeug Polar-6 beim Start zu einem Messflug.



Die Wissenschaftler erkunden das Gelände auf Schneemobilen.

Mindestens zweimal in der Erdgeschichte war es Teil größerer Landmassen. Vor einer Milliarde Jahre lag es im Zentrum des Superkontinentes Rodinia. Später bildete Antarktika das Herzstück des riesigen Gondwana-Kontinents, der alle heutigen Südkontinente in sich vereinte. Bei den Kollisionen, die mit der Geburt Gondwanas verbunden waren, türmte sich ein Hochgebirge auf, das so gewaltig war wie heute der Himalaya. Die Reste dieses Gebirges finden sich heute in Ostafrika und im Dronning-Maud-Land.

Nach der Nahtstelle der kontinentalen Kollision sucht ein BGR-Team um Dr. Andreas Läufer. Die Forscher vermuten diese Naht im Gebirgszug Sør Rondane, dessen Spitzen aus dem Eispanzer des Dronning-Maud-Landes herausragen. Im Rah-

men des Projektes GEA (Geodynamic Evolution of East Antarctica) hat ein Forscherteam Sør Rondane Ende 2012 zum dritten Mal besucht. Die zusammen mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung durchgeführte Expedition GEA III nutzte erneut das Forschungsflugzeug Polar-6, um die rätselhaften Berge zu erkunden.

Die Forscher setzten die geophysikalischen und geologischen Messungen fort, die sie 2011 und Anfang 2012 bei den Expeditionen GEA I und II begonnen hatten. Zu den eingesetzten Verfahren zählten Magnetik, Gravimetrie, Eisdickenbestimmungen, Abtastungen mit dem Laserscanner, Luftbildaufnahmen und

Messungen. Zusätzlich bauten die Forscher magnetische Bodenstationen und GPS-Bodenstationen an der russischen Station Novolazarevskaya und der belgischen Basis Princess Elisabeth auf.

Durchgängig gute Wetterbedingungen machten die Messkampagne GEA III zu einem vollen Erfolg. Bei 13 Messflügen legte die Polar-6 insgesamt 21 000 Kilometer zurück. Damit konnten die Forscher das Flugnetz über dem Sør-Rondane-Gebirge schließen.

Kontakt: **Dr. Andreas Läufer**

■ Boden

Schwankungen im Boden

Wie wirkt sich zusätzliches CO₂ aus dem Untergrund auf den Boden aus?

Kohlendioxid (CO₂) ist ein natürlicher Bestandteil des Bodens: Tiere und Mikroorganismen atmen das Gas aus, zudem entsteht es beim Zerfall organischer Materie. Die Speicherung von CO₂ in tiefen Gesteinsformationen – auch bekannt als CCS (Carbon Capture and Storage) – ist dennoch umstritten. Kritiker befürchten, das Gas könnte aus den unterirdischen Speichern austreten und das Ökosystem Boden schädigen.

BGR-Forscher um Dr. Florian Stange untersuchen daher, welche Umwelt Risiken die Technologie birgt. In der ersten Projektphase stellte das Team

fest, dass es schwierig ist, die Auswirkung von flächenhaften CO₂-Flüssen durch den Boden in die Atmosphäre zu bewerten. Falls gespeichertes CO₂ an vielen Stellen aus dem Untergrund durch das Porensystem des Bodens nach oben diffundiert, erhöht sich die CO₂-Konzentration im Boden. Derzeit entwickeln sie ein Modell, das eine erste Optimierung ermöglicht.

Bisherige Rechnungen zeigen, dass dies vor allem von zwei Größen abhängt: Zum einen natürlich davon, wie viel CO₂ zusätzlich in den Boden gelangt, zum anderen vom Wasserhaushalt. Auch wenn gleich viel CO₂

aus der Tiefe nach oben strömt, kann die CO₂-Konzentration im Boden unterschiedlich hoch ausfallen. In sandigem, eher trockenem Boden ist sie gering, weil das Gas aus der Tiefe schnell in die Atmosphäre weitergeleitet wird. In lehmigen, feuchten Böden verweilt es dagegen länger, so dass die Konzentrationen dort höher ausfallen. Das Fazit von Stange: „Bei der Bewertung des Risikos muss immer berücksichtigt werden, wie der Standort aussieht.“

Kontakt: **Dr. Florian Stange**

■ Grundwasser

Wasser für Afrika

BGR-Forscher wollen die Wasserversorgung im südlichen Afrika verbessern

In Namibia, Botswana und Sambia ist Wassermangel ein Dauerthema – wie auch in den Nachbarländern Südafrika und Angola. Der Klimawandel könnte das Problem noch verschärfen. Die BGR unterstützt die fünf Länder zusammen mit anderen deutschen Forschungsinstitutionen innerhalb der Initiative SASSCAL dabei, mit dem Wandel fertig zu werden.

Dabei konzentriert sich das BGR-Team um Prof. Dr. Thomas Himmelsbach und Dr. Falk Lindenmaier

darauf, oberflächennahe Grundwasserleiter zu erkunden. Zwei Doktoranden untersuchen unterschiedliche Grundwasservorkommen mit Verfahren der Hydrogeologie und der Isotopenhydrochemie. Sie wollen herausfinden, wie viel Wasser vorhanden ist und wie viel sich jedes Jahr neu bildet.

Die Informationen sollen in integrierte Management-Systeme einfließen, damit die Ressourcen nachhaltiger genutzt werden können. Ein weiteres Ziel besteht darin, die numerische

Modellierung der Grundwasserneubildung in ariden Gebieten generell zu verbessern.

Die BGR unterstützt zudem den Aufbau eines Master-Studiengangs für Umweltgeologie an der University of Namibia, um die afrikanischen Partner fachlich zu qualifizieren.

Kontakt: **apl. Prof. Dr. Thomas Himmelsbach**

■ Energierohstoffe

Energierohstoffpotential im Norden

BGR setzt Schwerpunkt auf Forschung zu Öl- und Gas-Lagerstätten in der Arktis

Zwischen Norwegen, Spitzbergen, Grönland und Island liegt ein kaum erkundetes Gewässer: das Europäische Nordmeer. Dieses Randmeer des Atlantiks dürfte in Zukunft eine wichtige Rolle für die Versorgung Deutschlands mit Öl und Gas spielen. „Bereits jetzt bezieht Deutschland seine Gasimporte zu mehr als 70 Prozent aus Anrainerstaaten des Europäischen Nordmeeres und aus Randgebieten der Arktis“, sagt BGR-Forscher Dr. Christian Reichert. Nach Studien des Geologischen Dienstes der USA befinden sich 25 Prozent der bislang unentdeckten Erdöl- und

Erdgaslagerstätten nördlich des Polarkreises.

Die Bundesregierung empfiehlt daher die Erkundung der zirkumarktischen Schelfgebiete. Erdöl und Erdgas werden in Deutschland, wie anderswo auch, in den kommenden Jahrzehnten noch eine große Rolle spielen. Erdgas ist der fossile Energierohstoff mit den geringsten Schadstoffemissionen, und Erdöl wird auch weiterhin als wichtiger chemischer Rohstoff benötigt. Da die Förderung in Deutschland sinkt, nimmt die Importabhängigkeit allerdings zu.

Um die deutsche Versorgung auf eine breitere Basis zu stellen, hat die BGR den Forschungsschwerpunkt PANORAMA eingerichtet, in dem sämtliche Arbeiten der BGR zur Energierohstoff-Forschung der Arktis von 2013 bis 2018 zusammengeführt werden. Künftige Forschungsprojekte in der Region sollen Daten für Fachleute aus Politik und Wirtschaft bereitstellen und die Umweltauswirkungen der Förderung untersuchen.

Kontakt: **Dr. Volkmar Damm**

■ Boden

Spuren im Hintergrund

BGR-Forscher ermitteln Hintergrundgehalte anorganischer Schadstoffe in Böden

Cadmium, Blei und andere Schwermetalle sind im Boden unerwünscht. Sie kommen aber natürlich in vielen Gesteinen und daher auch im Boden vor – in manchen Gegenden mehr, in anderen weniger. Zudem werden Spurenstoffe überall diffus in den Boden eingetragen, etwa durch Autoabgase oder Feinstaubpartikel. Bodenforscher bezeichnen den natürlichen Gehalt und den diffusen Eintrag zusammen als Hintergrundgehalt eines Schadstoffes im Boden. Diese Werte sind wichtig, um überhaupt Grenzwerte für Schadstoffe festlegen zu können.

Zudem benötigt man sie, um zusätzliche Verschmutzungen nachweisen zu können. Nach 15 Jahren erarbeiten BGR-Bodenexperten um Prof. Dr. Wilhelmus Duijnsveld nun erneut repräsentative Hintergrundgehalte für Böden in Deutschland. Dabei können sie auf wesentlich bessere Messdaten zurückgreifen als bei der letzten Erhebung.

Bei der Auswertung berücksichtigen die Forscher das Ausgangsgestein, aus dem ein Boden besteht, die Landnutzung und die Klimaregion. Aktuali-



Bodenforscher bei der Arbeit.

siert werden unter anderem die Werte für Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink, Quecksilber und Arsen.

Kontakt: **Prof. Dr. Wilhelmus Duijnsveld**

■ Grundwasser

Empfindliches Gleichgewicht

Süßwasserlinsen versorgen viele ostfriesische Inseln mit Trinkwasser. Wie lassen sie sich nachhaltig bewirtschaften?

Tausende von Touristen besuchen jeden Sommer die Nordseeinsel Langeoog. Das Wasserwerk der autofreien Insel läuft dann auf Hochtouren – der Wasserbedarf ist groß. Die Insel versorgt sich aus einer so genannten Süßwasserlinse. Solche linsenförmigen Süßwasservorkommen entstehen im Untergrund von Inseln, da sich versickerndes Süßwasser nicht mit dem Meerwasser mischt. Da Süßwasser eine geringere Dichte hat als Salzwasser, schwimmt es sozusagen oben. Durch Niederschlag werden Süßwasserlinsen immer wieder aufgefüllt. Wird jedoch an einer Stelle

zu viel gepumpt, kann Salzwasser in einem kegelförmigen Bereich nach oben dringen – einen Vorgang, den Hydrogeologen als „Up-Coning“ bezeichnen. Wenn das Salzwasser bis in das Bohrloch eindringt, ist dieses auf lange Sicht kontaminiert.

Um solche bösen Überraschungen zu vermeiden, erkunden BGR-Forscher um Dr. Georg Houben im Forschungsvorhabens FLIN das empfindliche Gleichgewicht zwischen Salz- und Süßwasser mit neuen Untersuchungsmethoden. So kartierten sie die Süßwasservorkommen

auf Langeoog mit dem Verfahren der Hubschrauber-Elektromagnetik bereits in 3D. Den Salzgehalt des Grundwassers und die vorhandene Wassermenge ermittelten die Forscher mit weiteren geophysikalischen Verfahren vom Boden aus. Die entscheidende Größe für die Bewirtschaftung, die Grundwasserneubildung, ermitteln die Forscher anhand von Messungen und Experimenten vor Ort und im Labor.

Kontakt: **Dr. Georg Houben**

■ Polarforschung

Bauarbeiten am Südpol

BGR renoviert Gondwana-Station



Die Antarktis-Station Gondwana an der Terra-Nova-Bucht des Rossmeeres.

2013 feiert die Gondwana-Station an der Terra-Nova-Bucht ein Jubiläum: Die Antarktis-Station der BGR wird in diesem Jahr 30 Jahre alt. Die roten Container dienen im antarktischen Sommer als Ausgangspunkt für Forschungsexpeditionen ins Nordviktoraland, eine der wenigen nicht vollständig von Eis bedeckten Regionen des Kontinents. Doch nun sind einige Renovierungsarbeiten fällig. Die Energietechnik soll auf einen modernen Stand gebracht werden. Für antarktischen Sommer 2013/2014 sind zu-

nächst Vermessungsarbeiten geplant. Die eigentliche Renovierung beginnt dann voraussichtlich in der Saison 2015/2016.

Parallel zu den Vermessungsarbeiten wird die Expedition GANOVEX XI durchgeführt. Zusammen mit koreanischen und italienischen Kollegen untersuchen BGR-Forscher erneut die Geburt und den Zerfall des Superkontinents Gondwana.

Kontakt: **Dr. Andreas Läufer**

■ Geoinformation

Aus zwei mach eins

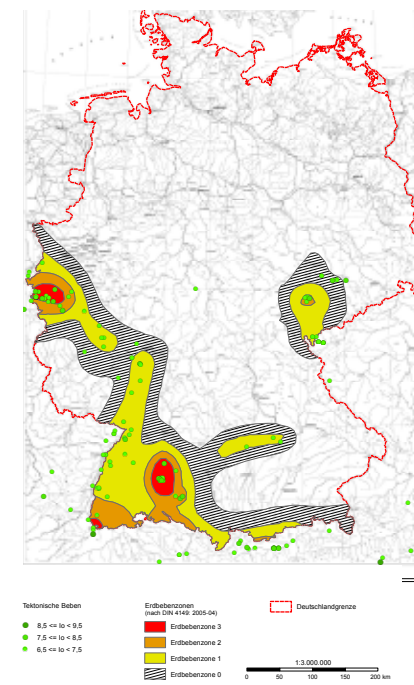
Eine neue Datenbank soll Erdbebenkataloge der BGR zusammenführen

12 677-mal bebte die Erde in Deutschland vom Jahr 800 bis 2008. So viele Ereignisse sind zumindest im „Erdbebenkatalog für Deutschland“ des ehemaligen BGR-Seismologen Günther Leydecker erfasst. Die Liste historischer Erdbeben – ein computerlesbarer Katalog, in dem zum Beispiel Herdort und Intensität verzeichnet sind – ist die Grundlage für ingenieurseismologische Gefährdungsanalysen.

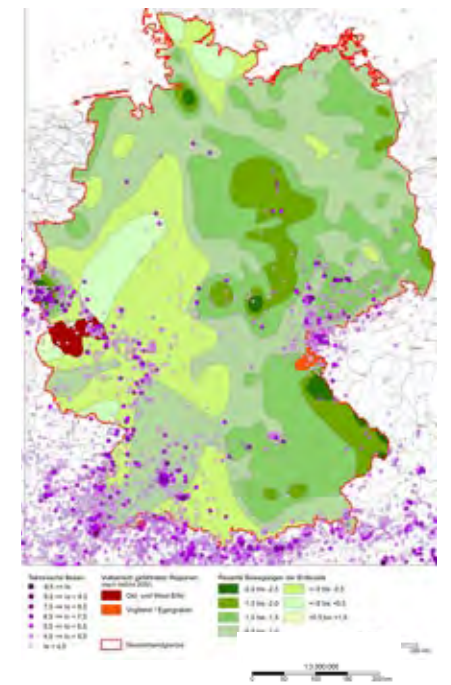
Die BGR führt allerdings noch einen zweiten Erdbebenkatalog, den „Data Catalogue of Earthquakes in Germany and Adjacent Areas“. Darin sind alle instrumentell erfassten Erdbeben seit 1975 aufgelistet.

Damit in Zukunft nicht mehr zwei Kataloge getrennt voneinander gepflegt und aktualisiert werden müssen, werden nun beide in einer Datenbank zusammengeführt. Eine bereits vorhandene Datenbankstruktur dient als Grundlage. Um die Daten effizient bearbeiten zu können, wird zusätzlich neue Software entwickelt. Auch die seismologischen Daten werden überprüft und ergänzt, damit kein Erdbeben doppelt gezählt wird.

In Deutschland gibt es mehrere Gebiete mit erhöhter Seismizität: den Alpennordrand, das Bodenseegebiet, den Oberrheingraben, die Schwäbische Alb, das Mittelrheingebiet und die Nie-



Schadenbeben in Deutschland und Erdbebenzonen nach der Norm DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten.



Erdbeben in Deutschland für die Jahre 800 bis 2008, rezente Bewegungen der Erdkruste und vulkanisch gefährdete Regionen.

derrheinische Bucht, das Vogtland, die Region um Gera und die Leipziger Bucht. Um auch dort erdbebensichere Gebäude planen zu können, müssen Bauingenieure wissen, welche seismischen Belastungen an einem Ort auftreten können. Denn entsprechende Bauvorschriften können verhindern, dass Erdbeben größere Schäden anrichten.

Die Voraussetzung für solche statistischen Abschätzungen ist zum einen die genaue Kenntnis der tektonischen Verhältnisse, zum anderen ein Erdbebenkatalog, der weit genug in die Ver-

gangenheit reicht. Um die vorhandene Datenbasis zu erweitern und zu verbessern, wollen die BGR-Forscher um Dr. Diethelm Kaiser und Dr. Gernot Hartmann nicht nur die Unterschiede zwischen den Katalogen beseitigen und die Magnituden historischer Erdbeben abschätzen, sondern auch weitere externe Kataloge einbinden, Paläobebeben untersuchen und historische Quellen neu bewerten.

Kontakt: **Dr. Diethelm Kaiser**

Auf zum Yukon

Arktis-Expedition führt BGR Forscher in den Norden Kanadas



Blick über das innere Mackenzie-Delta auf die Richardsen Mountains, die zu dem Arbeitsgebiet der Expedition CASE 15 gehören.

In den einsamen Richardson Mountains im kanadischen Yukon-Territorium sagen sich normalerweise Grizzlybären und Schnee-Eulen gute Nacht. Im Juli und August 2013 bekommen die Wildtiere allerdings Gesellschaft. Ein internationales Forscherteam unter der Leitung des BGR-Geologen Dr. Karsten Piepjohn besucht die karge Gegend am Rande des Eismeer.

Auf der Expedition CASE 15 wollen die Forscher nach Spuren des Zerfalls des Urkontinents Laurasia suchen. Zu dieser riesigen Landmasse gehörten einst Nordamerika, Eurasien und Grönland. Als Laurasia auseinan-

derbrach, öffnete sich zwischen den Bruchstücken ein neues Meer – der Arktische Ozean. Wie der Zerfall plattentektonisch ablief, ist allerdings noch nicht genau geklärt. Piepjohn und seine Kollegen wollen im Yukon-Territorium vor allem herausfinden, wie das Meer zwischen der kanadischen Arktis und Sibirien entstand, das Amerasische Becken.

Dafür untersuchen sie geologische Störungen, die sich von Alaska zum Mackenzie-Delta am Nordrand des Kontinents ziehen. Bei früheren Expeditionen auf den arktischen Inseln Elles Ringnes Island und Ellesmere Island sowie in Nordgrönland hat

die BGR ähnliche Störungssysteme erforscht. Nun gehen Piepjohn und Kollegen der Frage nach, ob diese Nahtstellen der Erdkruste eine gemeinsame Herkunft haben.

Wo die Forscher ihr Basislager errichten, steht noch nicht genau fest. Denn die Wildnis hat ihren eigenen Rhythmus: Das Team darf die Wanderungen der großen Karibu-Herden nicht stören.

Kontakt: **Dr. Karsten Piepjohn**

Ressourcenpolitik rund um den Boden

Auf der „Global Soil Week“ in Berlin ging es um nachhaltiges Bodenmanagement

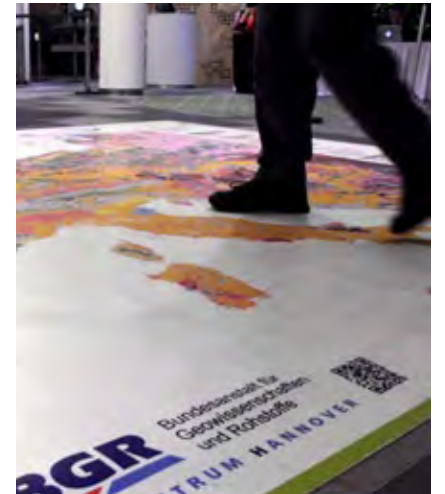
Der nachhaltige Schutz von Böden war im November 2012 das Thema des internationalen Kongresses „Global Soil Week 2012“. Die BGR präsentierte als Blickpunkt zwei begehbare Bodenkarten – eine von Deutschland und eine von Europa.

In Deutschland gibt es eine Vielfalt von Böden. Über das farbenfrohe Mosaik, das die heimischen Böden abgeben, konnten sich Besucher der Global Soil Week in Berlin im November 2012 einen ungewohnten Überblick verschaffen: Die BGR präsentierte die Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200 000 (BÜK 200) in Form einer drei Meter mal fünf Meter großen Installation auf dem Fußboden.

Die Global Soil Week, die 2012 erstmals stattfand, war vom Global Soil Forum und dem Potsdamer Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) initiiert worden. Etwa 400 Teilnehmer

diskutierten darüber, wie nachhaltiges Bodenmanagement und zukunftsfähige Landwirtschaft aussehen könnten.

Die Teilnehmer erarbeiteten einen Aktionsplan, der einen besseren Schutz und eine nachhaltige Nutzung der Böden sicherstellen soll. Der Aktionsplan diente als Grundlagenpapier für die späteren Klimaverhandlungen in Doha. Oft wird der Boden bei Diskussionen über Themen wie Klimawandel, nachwachsende Rohstoffe oder Ernährungssicherung vergessen. Der Zeitpunkt für die Welt-Boden-Woche lag daher bewusst vor der Klimakonferenz.



Begehbare Bodenkarte Mitteleuropas im Foyer der Tagung in Berlin.

Mineralogie-Labor auf dem Prüfstein

Forscher der BGR erreichen fünften Platz im weltweiten Vergleich

Beim internationalen Wettbewerb „Reynolds Cup“ sicherte sich das Mineralogie-Labor der BGR und des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) unter 59 Teilnehmern den fünften Platz. Das Unternehmen Chevron Texaco rief diesen Ringversuch im Jahr 2000 ins Leben, um herauszufinden, welche Genauigkeit bei mineralogischen Analysen von

Tonmineralen erreicht werden kann. Die Teilnehmer erhalten je drei künstlich hergestellte Ton-Mischproben mit bekannter Zusammensetzung. Die Mineralpalette ähnelt der von typischen Lagerstätten-Gesteinen. Aufgabe der Teilnehmer ist es, die Proben zu analysieren und die quantitative Mineralzusammensetzung herauszufinden.

Die Teilnahme an solchen Ringversuchen ist für die Labors an der BGR Routine. Die Tonmineralogie stellt allerdings eine besondere Herausforderung dar. 2012 mussten Ölschiefer, Nickel-Laterit und Bauxit untersucht werden. Das gute Abschneiden bescheinigt dem BGR-Labor ein hohes Niveau.

Neuer Standort für die DERA

Rohstoffagentur berät deutsche Wirtschaft von Berlin aus

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) hat ihren Sitz seit August 2012 in Berlin. Zur Eröffnung kam Bundeswirtschaftsminister Philipp Rösler. Die 2010 gegründete DERA, ein Fachbereich der BGR, war zunächst in Hannover angesiedelt.



Bei der Eröffnung der DERA in Berlin (Foto von links): Dr. Peter Buchholz (Leiter der DERA), Dr. Volker Steinbach (BGR-Abteilungsleiter), Dr. Peer Hoth (Referatsleiter im BMWi), Prof. Dr. Hans-Joachim Kumpel (Präsident der BGR), Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler, Ulrich Grillo (BDI-Präsident) und Werner Rissing (Abteilungsleiter im BMWi).



Ulrich Grillo, Präsident des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI), und Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler bekamen von BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kumpel die neue DERA-Studie zur „Angebotskonzentration bei Metallen und Industriemetallen – Potentielle Preis- und Lieferrisiken“ überreicht (Foto von links).

Die BGR-Außenstelle in Berlin-Spandau hat Zuwachs bekommen: Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) ist in das imposante rote Backsteingebäude eingezogen, das einstmals die Stallungen einer preußischen Kaserne beherbergte. Die Eröffnung nahm Bundeswirtschaftsminister Rösler am 28. August 2012 vor.

Aufgabe der DERA ist es, die deutsche Wirtschaft in Rohstofffragen zu beraten. Der Hintergrund: Die weltweite Rohstoffsituation hat sich seit einigen Jahren verändert. Die Preise schwanken, es treten Lieferengpässe auf, und die Industrie benötigt neue High-Tech-Metalle.

Damit Deutschland trotz dieser Herausforderungen weiterhin zuverlässig versorgt werden kann, analysieren die Experten der DERA die internationalen Rohstoffmärkte ständig. Sie zeigen auf, welche Rohstoffe in Zukunft knapp werden könnten oder wo Preisschwankungen drohen. Sie ermitteln neue Rohstoffpotentiale und untersuchen, wie sich Rohstoffe effizienter nutzen lassen. Zudem baut die DERA Kooperationen mit rohstoffreichen Ländern auf.

Der Umzug in die Hauptstadt stärkt die Rohstoffagentur in ihrer Rolle als Informationsplattform.

Austausch mit Russland

BGR vereinbart engere Zusammenarbeit bei Rohstoffen

Deutschland und Russland stärken ihre Zusammenarbeit in den Bereichen Geologie und mineralische Ressourcen. Der Präsident der BGR, Prof. Dr. Hans-Joachim Kumpel, unterzeichnete im November 2012 im Rahmen der deutsch-russischen Regierungsgespräche in Moskau eine Absichtserklärung mit dem russischen Ministerium für natürliche Ressourcen und Ökologie. Bei der Unterzeichnung des Memorandums waren auch der russische Staatspräsident Wladimir Putin und Bundes-

kanzlerin Angelika Merkel anwesend. Im Mittelpunkt soll der Austausch von Fachwissen in den Bereichen Geologie, Geophysik, und Lagerstättenbewertung stehen. Auch das Thema Umweltverträglichkeit bei Erkundungs- und Bergbauarbeiten ist Teil der Zusammenarbeit. Nationale Bergbaugesetze und rechtliche Regelungen bei der Nutzung mineralischer Rohstoffe spielen ebenfalls eine Rolle. Zudem vereinbarten die beiden Nationen gemeinsame Untersuchungsprogramme, Projekte,



Der russische Minister für natürliche Ressourcen und Ökologie S. J. Donskoj und der Präsident der BGR Prof. Dr. H.-J. Kumpel nach der Unterzeichnung der Absichtserklärung (von rechts).

Seminare und Ausstellungen. „Mit der Absichtserklärung wird die seit 1995 bestehende gute wissenschaftliche Zusammenarbeit fortgeführt und intensiviert“, so BGR-Präsident Hans-Joachim Kumpel.

Bessere Kooperation in Westasien

BGR und UN-ESCWA präsentierten Bericht auf der Weltwasserwoche

Der Nahe und Mittlere Osten steht vor der Herausforderung, die Wasserversorgung langfristig zu sichern. Die BGR unterstützt die UN-Regionalkommission ESCWA (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia) seit 2005 dabei, die bislang unzureichende regionale Zusammenarbeit der ESCWA-Mitgliedsländer im Wassersektor zu verbessern.

Im August 2012 haben Experten beider Institutionen auf der Weltwasserwoche in Stockholm ihr Projekt zum

integrierten und grenzüberschreitenden Wasserressourcenmanagement vorgestellt. Die Wasserexperten trugen erstmals Informationen aus 13 arabischen Staaten in Westasien sowie dem Iran, Israel und der Türkei zusammen. Sie untersuchten jede Wasserressource der Region in Bezug auf Hydrologie, Hydrogeologie, Nutzung, den Status der internationalen Vereinbarungen und grenzüberschreitende Management-Bestrebungen. Der Bericht soll Wasserexperten eine Entscheidungsgrundlage bieten.



Abflussmessung an der Karstquelle Naber al Labane im Libanon.

Besuch in Zentralafrika

BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel war im Februar 2012 eine Woche lang in Ruanda, der Demokratischen Republik Kongo und in Burundi zu Gast. Mit Regierungsvertretern und Partnerorganisationen sprach er über Rohstoff- und Grundwasserprojekte.

In Burundis Hauptstadt Bujumbura unterzeichneten Kümpel und Jean-Marie Nibirantije, der burundische Wasser- und Umweltminister, ein Abkommen zum Grundwassermanagement. Es soll eine bessere Versorgung der Bevölkerung mit sauberem Trinkwasser sicherstellen.

für Kleinbergbau. Dort soll u. a. ein Labor untergebracht werden, in dem künftig die Herkunft von Proben mit einem von der BGR entwickelten geochemischen Verfahren bestimmt wird. Dieser geochemische Fingerprint bildet die Grundlage, um Handelsketten für mineralische Rohstoffe zu zertifizieren.

Bei seinem Aufenthalt in der Demokratischen Republik Kongo eröffnete der BGR-Präsident in der Provinzhauptstadt Bukavu ein Beratungs- und Informationszentrum

Zentral- und Ostafrika bilden den Schwerpunkt der Beratungstätigkeit der BGR in Afrika. „Ziel ist es, die Partnerländer mit technischen



Etienné Babunga, Innenminister der kongolesischen Provinz Südkivu (li.), und Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel (re.) eröffnen das Beratungs- und Informationszentrum für Kleinbergbau.

Kenntnissen und modernen Instrumenten zu unterstützen“, betont Kümpel.

Rohstoffeffizienzpreis verliehen

Auszeichnung ging an vier Unternehmen und ein Forschungsinstitut

Die Preisträger des Deutschen Rohstoffeffizienz-Preises 2012 waren die Accurec Recycling GmbH, die NANO-X GmbH, die RecoPhos Consult GmbH, das Technische F&E-Zentrum für Oberflächenveredelung und Hochleistungserspannungswerkzeugbau sowie das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik (IFAD) der TU Clausthal. Die ausgezeichneten Unternehmen entwickelten zum Beispiel neuartige Beschichtungen für Maschinenteile,

einen Katalysator ohne Edelmetalle und ein Verfahren zur thermischen Verwertung von Klärschlämmen.

Der mit 10 000 Euro dotierte Wettbewerb wird jährlich vom Bundeswirtschaftsministerium und der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der BGR durchgeführt. Der Preis zeichnet anwendungsorientierte Forschungsergebnisse aus und prämiert Unternehmen, die Rohstoffe und Materialien effizient einsetzen.



Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel und Dr. Bernhard Heitzer, Staatssekretär im BMWi, mit den Gewinnern des Rohstoffeffizienz-Preises 2012 (von rechts).

Rohstofftagung in Hannover

Rohstoffe für das 21. Jahrhundert standen Anfang Oktober 2012 im Mittelpunkt der Tagung GeoHannover an der Leibniz Universität Hannover. „Erstmals fand in Deutschland eine internationale Tagung mit dem Themenschwerpunkt Rohstoffe statt“, so Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel, Präsident der BGR. Zahlreiche Aussteller und mehr als 600 Experten nahmen an der Veranstaltung teil,

die vom Geozentrum Hannover, der Deutschen Geologischen Gesellschaft, der Leibniz Universität und der Akademie für Geowissenschaften und Geotechnologie organisiert wurde. Das Themenspektrum reichte von Industriemetallen über Shalegas und Geothermie bis zu marinen Rohstoffen. Auch Themen wie nachhaltige Nutzung und Umweltverträglichkeit hatten einen großen Stellenwert.

Neue BÜK 200-Kartendienste online



BÜK 200-Kartenviewer.

Die Bodenübersichtskarte 1:200 000 (BÜK 200) der BGR und der Geologischen Dienste der Länder steht nun auch online zur Verfügung. Über einen Kartendienst (WMS) lassen sich die Kartenbilder im Rasterformat direkt in Geografische Informationssysteme einbinden. Von den insgesamt 55 Kartenblättern der BÜK 200

sind bislang 48 erschienen. Die BÜK 200 liefert erstmals eine bundesweit einheitliche Informationsgrundlage im mittleren Maßstab. Ein spezieller Kartenviewer dokumentiert den Bearbeitungsstand des Kartenwerks und erlaubt einfache Datenabfragen.

www.bgr.bund.de/buek200-viewer

Trockengebiete im Fokus

An der BGR fand 2012 eine internationale Grundwassertagung statt

„Grundwasser ist in den Trockengebieten der Erde oftmals die einzige Ressource, um Bevölkerung und Landwirtschaft mit Wasser zu versorgen“, sagt Prof. Dr. Thomas Himmelsbach, Leiter des BGR-Fachbereiches Grundwasser-Ressourcen, „durch falsche Nutzung geht das Grundwasser in einigen Gebieten bereits gefährlich zur Neige“. Über Lösungsansätze für die vielfältigen Wasserprobleme sprachen 200 internationale Experten auf der Konferenz „Hydrogeology of Arid Environments“, die im März 2012 im GEOZENTRUM Hannover stattfand.

Die Teilnehmer aus 31 Ländern diskutierten darüber, wie die Hydrogeologie in ariden Gebieten technisch weiterentwickelt werden kann. Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen die Themen nachhaltiges Grundwassermanagement, Grundwasserexploration, Grundwasserreinhaltung und Grundwassermodellierung.

Geologie-Kongress in Brisbane

BGR war mit Stand vertreten



Messestand der BGR beim „International Geological Congress“.

Rohstoffe, Boden, Wasser, Geothermie und Internationale Zusammenarbeit waren die Themen des BGR-Standes auf dem „International Geological Congress“ in Brisbane,

dem weltweit größten Geologie-Kongress. Dieses Treffen wird seit 1878 regelmäßig alle vier Jahre in einem anderen Land veranstaltet, 2012 in Australien waren rund 5 000 Teilnehmer dabei. Auf der Veranstaltung präsentierten sich die nationalen geowissenschaftlichen Dienste, Rohstoff- und Bergbauunternehmen sowie Institute und Verbände aus dem Geo-Sektor. Die Experten der BGR stellten dort eine 3D-Animation vor, in der sich Bergwerke virtuell befahren lassen. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus verschiedenen Fachbereichen der Bundesanstalt tauschten sich mit Geowissenschaftlern aus anderen Ländern aus, stellten ihre Projekte vor und beteiligten sich an Workshops.

Wo kommt das Wasser der Jeita-Quelle her?

Die Wege des Schmelzwassers in den schneebedeckten Bergen des Libanon- und Anti-Libanon-Gebirges haben BGR-Forscher jetzt mit Hilfe stabiler Isotope entschlüsselt – also schwerer Varianten der Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Stabile Isotope geben Einblicke in komplizierte hydrologische Prozesse: Ihr

Gehalt in einer Wasserprobe kann zum Beispiel anzeigen, in welcher Höhe der Niederschlag zu Boden fiel. In einem neuen Labor der BGR werden stabile Isotope seit 2011 mit innovativen Methoden analysiert. Im Rahmen der technischen Zusammenarbeit mit dem Libanon und Syrien sammelten die Forscher Was-



Jeita-Quelle.

serproben der Karstquellen Jeita bei Beirut und Figh bei Damaskus. Die Ergebnisse zeigen, dass der Isotopengehalt in den Quellwässern saisonal stark schwankt.

Erdbeben durch Gasförderung?

In der Umgebung der Erdgasfelder der Völkersen und Söhlingen in der Nähe von Rotenburg an der Wümme und Verden an der Aller sind in den letzten Jahren mehrere schwache Erdbeben mit Magnituden zwischen 1,9 und 2,9 aufgetreten, zuletzt im November 2012.

Dieses Ereignis wird zurzeit von den Seismologen der BGR untersucht. Sie hatten im Juni 2012 in der Nähe des Epizentrums mehrere mobile Erdbebenstationen aufgestellt. Erste Ergebnisse weisen auf eine Herdtiefe zwischen 3 und 7 Kilometer hin – im Tiefenbereich der Erdgasentnahme.

In Filzpantoffeln zum Nordpol

Wer wollte nicht schon einmal zum Nordpol wandern? In Hannover war das im November 2012 sogar in Filzpantoffeln möglich. Gemeinsam mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft (AWI) zeigte die BGR die Ausstellung „Expedition:Arktis – Zukunftsforschung im Hohen Norden“ an der Leibniz Universität Hannover. Kernstück war eine begehbare Boden-Karte der Arktis mit einem Durchmesser



Ausstellung „Expedition:Arktis – Zukunftsforschung im Hohen Norden“.

von zehn Metern. Rundherum wurden aktuelle Forschungsprojekte zu Themen wie Klima, Rohstoffe und Geologie der Arktis präsentiert.

Bohrpunkte in Deutschland

Daten zu Bohrungen in Deutschland sind bald online verfügbar. Die BGR baut derzeit gemeinsam mit den Staatlichen Geologischen Diensten und der Bundesanstalt für Wasserbau ein bundesweites Online-Portal auf. Dort sollen sämtliche verfügbaren Bohrlochdaten abrufbar sein,

neben Stammdaten wie Lage, Bohrlochlänge und Art der Bohrung auch vertiefende Informationen, etwa zur Stratigraphie oder zur Grundwasserbeobachtung. Die Daten sind über das Internetportal „Bohrpunktkarte Deutschland“ erhältlich.

www.bgr.de/app/eEarth/main.php



Internetportal „Bohrpunktkarte Deutschland“.

Kooperation mit AHK in Chile

Die Auslandshandelskammer Chile in Santiago und die Deutsche Rohstoffagentur DERA an der BGR haben eine engere Zusammenarbeit im Rohstoffbereich vereinbart. Beide Institutionen wollen sich regelmäßig austauschen und deutsche und chilenische Unternehmen unterstützen. „Als bedeutendes Bergbauland produziert Chile wichtige Metalle für die deutsche Industrie. Die Wirtschaftskontakte sind daher für beide Länder von großer Bedeutung“, so Cornelia Sonnenberg, Leiterin der Auslandshandelskammer in Santiago.

BGR baut seismologisches Netz aus

Etwa 60 Erdbeben mit einer Magnitude von mehr als 2,0 treten pro Jahr in Deutschland auf, die meisten weitgehend unbemerkt. Dem seismologischen Netz der BGR entgeht das schwache Zittern freilich nicht. Das Netz, bestehend aus 27 über ganz



Installation des Seismometers einer Erdbeben-Messstation im niedersächsischen Rethem (großes und kleines Bild)

Deutschland verteilten Messstationen, in Mecklenburg eingerichtet werden. wird jetzt erweitert: Im September 2012 kam eine Station im niedersächsischen Rethem dazu, eine weitere soll in Mecklenburg eingerichtet werden. Damit die Seismometer möglichst ruhig stehen, werden sie in 200 Meter tiefen Bohrlöchern versenkt.



BGR-Hubschrauber macht Wärmebilder

Die Temperaturmuster der Erdoberfläche können BGR-Forscher neuerdings mit dem hauseigenen Hubschrauber vermessen. Das Luftfahrtbundesamt erteilte Mitte 2012 die Zulassung für eine Thermalkamera-Ausrüstung am BGR-Hubschrauber. Zwischen Mai und November 2012 wurde die Kamera bei Flugkampa-



Der BGR-Hubschrauber „Sikorsky S-76B“ mit der Thermalkamera-Ausrüstung bei einer Geländebefliegung (großes und kleines Bild).

gnen zwischen Kassel und Hildesheim, im Leinetal zwischen Einbeck und Kreiensen und bei Demmin in Mecklenburg-Vorpommern erprobt. Bereits seit 1992 führt die BGR Thermalfernerkundung von Flugzeugen aus durch, um beispielsweise Süßwasseraustritte in Küstenbereichen oder geothermische Anomalien aufzuspüren, die bei der Suche nach nutzbarer Wärmeenergie im Untergrund bedeutend sind.



BGR wirkt bei Risikoanalyse mit

Welcher Gefahr ist die Bevölkerung ausgesetzt, wenn es im Frühjahr ein extremes Schmelzhochwasser an allen großen deutschen Flüssen gibt, oder wenn eine bundesweite Pandemie durch ein gefährliches Virus auftritt? Um auf solche Ereignisse vorbereitet zu sein und die Zivilbevölkerung schützen zu können, erstellt die Bundesregierung eine Risikoanalyse bundesrelevanter Gefahren. Die BGR bringt dabei ihre Expertise auf dem Gebiet der Gefah- ren ein. 2012 war sie an zwei Fachtagungen des Arbeitskreises „Risikoanalyse Bevölkerungsschutz BUND“ beteiligt.

BGR und ANDRA setzen erfolgreiche Kooperation fort



Luftaufnahme der übertägigen Anlage des Untertagelabors Meuse/Haute-Marne (Frankreich).

Die BGR und die französische Gesellschaft für die Entsorgung und Endlagerung radioaktiver Abfälle (ANDRA) verlängern ihre Zusammenarbeit bis 2016. Im Mai 2012 unterschrieben BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel und Marie-Claude Dupuis, die Präsidentin der ANDRA, einen neuen Kooperationsvertrag. Die beiden Institutionen führen im französischen Untertagelabor Meuse/Haute-Marne gemeinsam Forschungen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle durch. Die BGR erweitert dort ihr geotechnisches Wissen über das Wirtsgestein Ton. Die BGR arbeitet seit 2001 mit der ANDRA zusammen. Die ANDRA betreibt im Auftrag der französischen Regierung das Untertagelabor Meuse/Haute-Marne am Standort Bure, circa 175 Kilometer westlich von Straßburg.

Auswahl BGR-Publikationen 2012

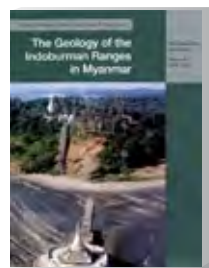
Die BGR veröffentlicht zu ihrer Arbeit eine Vielzahl von Kartenmaterial und Büchern. Alle Titel sind über die Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (www.schweizerbart.de) oder als digitales Dokument (www.bgr.bund.de) erhältlich.



G. Leydecker
Erdbebenkatalog für Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 bis 2008
 [Geologisches Jahrbuch E 59]
 198 Seiten, Deutsch
 ISBN 978-3-510-95989-1 18,50 Euro

Erdbebenkatalog für Deutschland

Das Geologische Jahrbuch „E 59“ enthält Informationen über mehr als 12 000 Erdbeben mit der Magnitude ≥ 2.0 in Deutschland und angrenzenden Gebieten. Für die Erstellung des neuen Erdbebenkataloges wurden umfangreiche seismologische Daten zusammengetragen, überarbeitet und aktualisiert. Die Publikation beschäftigt sich mit den Betrachtungen historischer Quellen und den Ergebnissen moderner seismografischer Registrierungen. Elf Karten vermitteln erdbebenthematische Inhalte. Die beigefügte CD enthält u. a. den kompletten Erdbebenkatalog in digitaler Form.



D. Bannert, A. Sang Lyen & Than Htay
The Geology of the Indoburman Ranges in Myanmar
 [Geologisches Jahrbuch B 101]
 101 Seiten, Englisch
 ISBN 978-3-510-95993-8 34,80 Euro

Geologisches Jahrbuch zur Geologie von Myanmar

In dem Geologischen Jahrbuch „B101“ wird die Geologie der Indoburman Ranges in Myanmar beschrieben. Diese 500 km lange, N-S verlaufende Bergkette trennt das fruchtbare und dicht besiedelte Tal des Irrawaddy vom Golf von Bengalen. Basierend auf mehrjährigen Untersuchungen deutscher und birmanischer Geologen werden die angetroffenen Schichtfolgen und der Prozess der noch recht jungen Gebirgsbildung vorgestellt. Eine kritische Diskussion der plattentektonischen Entwicklung aus heutiger Sicht rundet die Arbeit ab.

Studie zum Schiefergas-Potential in Deutschland

Wissenschaftler der BGR haben die wichtigsten Gesteinsformationen mit Schiefergaspotential in Deutschland untersucht. Die Ergebnisse wurden jetzt in einer Studie veröffentlicht. Neben der Abschätzung des Rohstoffpotentials wurden auch mögliche Auswirkungen der Erschließung von Schiefergas-Lagerstätten durch Fracking auf die Umwelt untersucht. Die Studie steht als kostenloser Download zur Verfügung.



Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland (PDF, 8 MB):
www.bgr.bund.de/Schiefergas-Studie

BGR komplettiert Gorleben-Berichte

Die BGR hat mit dem vierten Teil die deutschsprachigen Berichte zur Standortbeschreibung Gorleben komplettiert. In dem letzten Band gehen die Autoren auf den Stand der geotechnischen Erkundungsarbeiten mit den erzielten Ergebnissen der geomechanischen, geophysikalischen und markscheiderischen In-situ-Messungen bis zum Beginn des Moratoriums im Jahr 2000 ein. Es werden ergänzende Laborversuche und erkundungsbegleitende Modellberechnungen dargestellt.

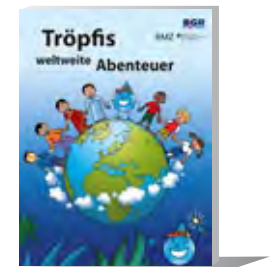


Standortbeschreibung Gorleben Teil 4: Geotechnische Erkundung des Salzstocks Gorleben [Geologisches Jahrbuch C 74]
 194 Seiten, Deutsch
 ISBN 978-3-510-95988-4 49 Euro

Die englische Version steht als kostenloser Download auf der Internetseite der BGR zur Verfügung: www.bgr.bund.de/Standortbeschreibung-Gorleben-Teil4

Grundwasser-Comic für Schüler entwickelt

Die BGR hat den spanischsprachigen Grundwasser-Comic „Las Aventuras de Ytyky“ jetzt auch in fünf weiteren Sprachen veröffentlicht. Der Comic wurde für junge Schüler entwickelt, um sie für das Thema Wasser zu sensibilisieren. Die Leser begleiten einen Wassertropfen bei acht Abenteuern, die Bereiche wie den Wasserkreislauf, Wasserschutz, Gesundheit und Schwermetalle berühren. Im Anhang befindet sich ein Glossar, in dem verschiedene Fachbegriffe verständlich erläutert werden. Der Comic ist kostenlos über die BGR zu beziehen (Vertrieb@bgr.de) und steht auch als kostenloser Download auf der Webseite der BGR zur Verfügung.



Sprachen (Printversion):
 Deutsch, Englisch, Französisch, Arabisch

Sprachen (PDF):
 Russisch, Spanisch, Deutsch, Englisch, Französisch, Arabisch
www.bgr.bund.de/Grundwassercomic



H.-J. Stephan, B. Urban, G. Lüttig, B. Menke, M. Sierralta (Hrsg.)
Palynologische, petrographische und geochronologische Untersuchungen an Ablagerungen der Leck-Warmzeit (spätes Mittelpleistozän) und begleitender Sedimente
 [Geologisches Jahrbuch A 160]
 80 Seiten, Deutsch
 ISBN 978-3-510-95997-6 29,80 Euro

Geologisches Jahrbuch „A 160“ erschienen

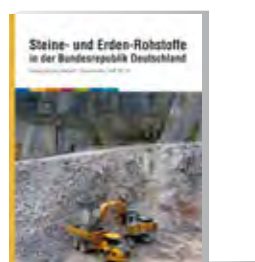
Der vorliegende Band stellt die Untersuchungsergebnisse von Proben aus neun Bohrungen bis maximal 300 Meter Tiefe im Nordwesten Schleswig-Holsteins vor. Es wurden mittel- bis jungpleistozäne Schichten bis einschließlich der Leck-Warmzeit durchteuft. Die petrographischen und geochemischen Untersuchungen betreffen Korngröße, Karbonatführung und Kohlenstoffgehalt. Für die Abschnitte mit organischem Material werden die Pollenvergesellschaftungen dargestellt.



Steinzeugen aus 500 Millionen Jahren Erdgeschichte im Park der Sinne Laatzten
 80 Seiten, Deutsch
 ISBN 978-3-510-95994-5 19,90 Euro

Buch über Gesteine im Park der Sinne Laatzten

Unter Mitwirkung von BGR-Experten und der Verwendung von Kartenmaterial der BGR hat das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ein Buch herausgegeben, das über mehr als 50 ausgestellte Gesteinsarten im Park der Sinne bei Hannover informiert. Sie erklären die Entstehung, Verwitterungsphänomene, Bearbeitung und Verwendungsart der Gesteine. Der Park der Sinne kann seit der Expo im Jahr 2 000 kostenlos besucht und unter dem Motto „Sehen, Fühlen, Hören, Riechen, Schmecken“ erkundet werden.



Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland
 [Geologisches Jahrbuch Sonderhefte SD 10]
 356 Seiten, Deutsch
 ISBN 978-3-510-95995-2 39,80 Euro

Neue Publikation zu Steine und Erden veröffentlicht

Gemeinsam mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer (SGD) hat die BGR eine Veröffentlichung über die vielfältigen Steine- und Erden-Rohstoffe in Deutschland erstellt. Im Mittelpunkt der Monographie stehen rohstoffgeologische Sachverhalte sowie der wirtschaftliche Nutzen der heimischen Steine und Erden. Die Autoren der Publikation beschreiben in zehn Fachkapiteln die Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung und Nutzung der Steine- und Erden-Rohstoffe. Die Themen Recycling, Verfügbarkeit und Sicherung der Rohstoffe kommen ebenfalls zur Sprache.



Dr. Kristine Asch
 Arbeitsbereichsleiterin im Fachbereich „Geodaten, Geologische Informationen, Stratigraphie“
 Arbeitsschwerpunkte: Geologische Fachinformationssysteme und Karten (Deutschland, Europa), geologische Klassifizierung und Standards (national, international), semantische Datenharmonisierung
 Kristine.Asch@bgr.de



Dr. Volkmar Damm
 Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Marine Rohstofferkundung“
 Arbeitsschwerpunkte: Seismische Abbildung geologisch-tektonischer Strukturen
 Volkmar.Damm@bgr.de



Dr. Rainer Baritz
 Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Informationsgrundlagen Grundwasser und Boden“
 Arbeitsschwerpunkte: Fachinformationssysteme Boden und Hydrogeologie
 Rainer.Baritz@bgr.de



Christian Dresbach
 Mitarbeiter im Fachbereich „Geologisch-geotechnische Erkundung“
 Arbeitsschwerpunkte: Geologische 3D-Modellierung, Datenbankerstellung
 Christian.Dresbach@bgr.de



Joachim Behlau
 Vorsitz der Koordinationsgruppe für geologische 3D-Modelle im GEO-ZENTRUM
 Arbeitsschwerpunkte: Salzgeologie, Lagerstätten erkundung, 3D-Standortmodelle, geophysikalische Erkundung
 Joachim.Behlau@bgr.de



Prof. Dr. Wilhelmus Duijnsveld
 Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Boden als Ressource – Stoffeigenschaften und Dynamik“
 Arbeitsschwerpunkte: Erfassung und Modellierung von Wasser- und Stofftransport in Böden
 Wilhelmus.Duijnsveld@bgr.de



Dr. Einar Eberhardt
 Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Informationsgrundlagen Grundwasser und Boden“
 Arbeitsschwerpunkte: Bodendatenmodellierung, Datenharmonisierung, Bodenklassifikation und Standards in der Bodendatengewinnung und -haltung
 Einar.Eberhardt@bgr.de



Dr. Jochen Erbacher

Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Geodaten, Geologische Informationen, Stratigraphie“
 Arbeitsschwerpunkte: Stratigraphie, geologische Sammlungen
Jochen.Erbacher@bgr.de



Ludwig Feldhaus

Mitarbeiter im Fachbereich „Internationale Zusammenarbeit“
 Arbeitsschwerpunkte: Projektkoordination „Internationale Zusammenarbeit“
Ludwig.Feldhaus@bgr.de



Stephanie Fleig

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich „Geologie der Barrieren und Wirtsgesteine“
 Arbeitsschwerpunkte: Geologischer Aufbau und 3D-Modellierung von Salzstrukturen in Norddeutschland
Stephanie.Fleig@bgr.de



Dr. Gudrun Franken

Arbeitsbereichsleiterin im Fachbereich „Geologie der mineralischen Rohstoffe“
 Arbeitsschwerpunkte: Bergwirtschaft, Nachhaltigkeit im Bergbau (insbesondere in Entwicklungsländern), Zertifizierung mineralischer Rohstoffe
Gudrun.Franken@bgr.de



Dr. Johannes Peter Gerling

Leiter des Fachbereiches „Nutzung des Untergrundes, geologische CO₂-Speicherung“
JohannesPeter.Gerling@bgr.de



Nicolai Gestermann

Mitarbeiter im Fachbereich „Seismologisches Zentralobservatorium, Kernwaffenteststopp“
 Arbeitsschwerpunkte: Verifikation des Kernwaffenteststoppvertrags, Induzierte Seismizität Norddeutschlands
Nicolai.Gestermann@bgr.de



Dr. Torsten Graupner

Mitarbeiter im Fachbereich „Geologie der mineralischen Rohstoffe“
 Arbeitsschwerpunkte: Lagerstättenforschung, Rasterelektronenmikroskopie
Torsten.Graupner@bgr.de



Antje Hagemann

Mitarbeiterin im Fachbereich „Internationale Zusammenarbeit“
 Arbeitsschwerpunkte: Projektkoordinatorin im Arbeitsbereich Afrika für die DR Kongo (mineralische Rohstoffe) und Namibia (Grundwasser)
Antje.Hagemann@bgr.de



Dr. Jörg Hammer

Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Geologisch-geotechnische Erkundung“
 Arbeitsschwerpunkte: Mineralogisch-geochemische und strukturelle Untersuchungen von potentiellen Wirtsgesteinsformationen für die Endlagerung radioaktiver Abfälle
Joerg.Hammer@bgr.de



Dr. Ingo Heyde

Mitarbeiter im Fachbereich „Marine Rohstofferkundung“
 Arbeitsschwerpunkte: See- und Aero gravimetrie, marine Wärmestrommessungen
Ingo.Heyde@bgr.de



apl. Prof. Dr. Thomas Himmelsbach

Leiter des Fachbereiches „Grundwasserressourcen – Beschaffenheit und Dynamik“
 Arbeitsschwerpunkte: Karst- und Kluftgrundwasserleiter, Dynamik von Grundwassersystemen
Thomas.Himmelsbach@bgr.de



Dr. Georg Houben

Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Grundwasserressourcen – Beschaffenheit und Dynamik“
 Arbeitsschwerpunkte: Grundwasserbeschaffenheit, Süßwasserlinsen auf ozeanischen Inseln
Georg.Houben@bgr.de



Dr. Diethelm Kaiser

Mitarbeiter im Fachbereich „Gefährdungsanalysen, Fernerkundung“
 Arbeitsschwerpunkte: Ingenieurseismologie, Erdbebengefährdung, Erdbebenkataloge, mikroakustische Messungen
Diethelm.Kaiser@bgr.de



Stefan Knopf

Mitarbeiter im Fachbereich „Nutzung des Untergrundes, geologische CO₂-Speicherung“
 Arbeitsschwerpunkte: CO₂-Speicherung (CCS), Verbreitung und Quantifizierung von CO₂-Speicherpotenzialen in Deutschland
Stefan.Knopf@bgr.de



Klaus Kruse

Mitarbeiter im Fachbereich „Informationsgrundlagen Grundwasser und Boden“
 Arbeitsschwerpunkte: Bodenfunktionsbewertung, Bodeninformationssysteme und Bodenbewusstsein
Klaus.Kruse@bgr.de



Dr. Stefan Ladage

Mitarbeiter im Fachbereich „Geologie der Energierohstoffe, Polargeologie“
 Arbeitsschwerpunkte: Kohlenwasserstoff-Geologie, Ressourcenabschätzung, Umweltaspekte „Fracking“
Stefan.Ladage@bgr.de

Ansprechpartner



Dr. Andreas Läufer

Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Geologie der Energierohstoffe, Polargeologie“

Arbeitsschwerpunkte: Strukturgeologie Antarktis

Andreas.Laeufer@bgr.de



Dr. Ursula Noell

Arbeitsbereichsleiterin im Fachbereich „Geophysikalische Erkundung – Technische Mineralogie“

Arbeitsschwerpunkte: 3D-Geoelektrik, Transientenelektromagnetik

Ursula.Noell@bgr.de



Dr. Herwig Marbler

Mitarbeiter im Fachbereich „Deutsche Rohstoffagentur (DERA)“

Arbeitsschwerpunkte: Rohstoffländerkooperation (derzeit Südafrika und Chile)

Herwig.Marbler@bgr.de



Dr. Karsten Piepjohn

Mitarbeiter im Fachbereich „Geologie der Energierohstoffe, Polargeologie“

Arbeitsschwerpunkte: Strukturgeologie Arktis

Karsten.Piepjohn@bgr.de



Dr. Frank Melcher

Mitarbeiter im Fachbereich „Geologie der Mineralischen Rohstoffe“

Arbeitsschwerpunkte: Untersuchung von Lagerstätten von kritischen Hochtechnologiemetallen, ortsauflösende mikroanalytische Methoden

Frank.Melcher@bgr.de



Dr. Jörg Reichling

Leiter der Geschäftsstelle der Kommission für Geoinformationswirtschaft

Arbeitsschwerpunkte: Konzeption, Management, Moderation, Mediation, Lizenzrecht, Datenschutzrecht

Joerg.Reichling@GeoBusiness.org



Dr. Uwe Meyer

Leiter des Fachbereiches „Geophysikalische Erkundung – Technische Mineralogie“

Arbeitsschwerpunkte: Aerogeophysik, angewandte Geophysik

Uwe.Meyer@bgr.de



apl. Prof. Dr. Axel Schippers

Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Geochemie der Rohstoffe“

Arbeitsschwerpunkte: Geomikrobiologie, Biomining

Axel.Schippers@bgr.de

Ansprechpartner



Dr. Stefan Schloemer

Mitarbeiter im Fachbereich „Geochemie der Rohstoffe“

Arbeitsschwerpunkte: Geochemie allgemein, Gasisotope Kohlenwasserstoffe, Gas-Monitoring, fachtechnische Infrastruktur und Service

Stefan.Schloemer@bgr.de



Dr. Bernhard Siemon

Arbeitsbereichsleiter im Fachbereich „Geophysikalische Erkundung – Technische Mineralogie“

Arbeitsschwerpunkte: Aerogeophysikalische Erkundung, Modellierung von elektromagnetischen Daten

Bernhard.Siemon@bgr.de



Dr. Katrin Schwalenberg

Mitarbeiterin im Fachbereich „Marine Rohstofferkundung“

Arbeitsschwerpunkte: Gashydrate, Erkundung von marinen Massivsulfiden, Entwicklung von marin-elektromagnetischen Verfahren und Geräten

Katrin.Schwalenberg@bgr.de



Dr. Henrike Sievers

Mitarbeiterin im Fachbereich „Geologie der mineralischen Rohstoffe“

Arbeitsschwerpunkte: Mineralische Rohstoffe

Henrike.Sievers@bgr.de



Franca Schwarz

Leiterin des Fachbereiches „Internationale Zusammenarbeit“

Arbeitsschwerpunkte: Internationale Kooperation im Geosektor

Franca.Schwarz@bgr.de



Dr. Florian Stange

Mitarbeiter im Fachbereich „Boden als Ressource – Stoffeigenschaften und Dynamik“

Arbeitsschwerpunkte: Stoffkreisläufe in Böden, Ökosystemmodellierung

Florian.Stange@bgr.de



Dr. Ulrich Schwarz-Schampera

Mitarbeiter im Fachbereich „Geologie der mineralischen Rohstoffe“

Arbeitsschwerpunkte: Lagerstättengeneese, Geochemie wirtschaftskritischer Metalle, marine Rohstoffe

Ulrich.Schwarz-Schampera@bgr.de



Dr. Anke Steinel

Mitarbeiterin im Fachbereich „Grundwasserressourcen – Beschaffenheit und Dynamik“

Arbeitsschwerpunkte: Künstliche Grundwasseranreicherung, Grundwasserschutz, Hintergrundwerte im Grundwasser

Anke.Steinell@bgr.de

Ansprechpartner



Angelika Ullmann

Mitarbeiterin im Fachbereich „Geophysikalische Erkundung – Technische Mineralogie“

Arbeitsschwerpunkte: Weiterentwicklung von Interpretationsverfahren für die Hubschrauberelektromagnetik

Angelika.Ullmann@bgr.de



Margarete Vasterling

Mitarbeiterin im Fachbereich „Seismologisches Zentralobservatorium, Kernwaffenteststopp“

Arbeitsschwerpunkte: Geothermie, Mikroseismizität

Margarete.Vasterling@bgr.de



Corinna Wolf

Mitarbeiterin im Fachbereich „Gefährdungsanalysen, Fernerkundung“

Arbeitsschwerpunkte: EU-Copernicus-Projekte „TerraFirma“ und „Pan-Geo“, Radarinterferometrie

Corinna.Wolf@bgr.de

Die BGR

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ist als Bundesoberbehörde die zentrale geowissenschaftliche Beratungseinrichtung der Bundesregierung. Sie gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. 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.

Impressum

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2013)

Kontakt BGR

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Stilleweg 2

D-30655 Hannover

Telefon +49 511 643-0

Telefax +49 511 643-2304

E-Mail info@bgr.de

www.bgr.bund.de

Redaktion

Janine Seibel

Dr. Thomas Schubert (verantwortl. für den Inhalt)

Redaktionelle Mitarbeit

Klaus Kruse

Bettina Landsmann

Dr. Karsten Piepjohn

Tanja Wodtke

Fotos Ansprechpartner

Siegfried Pietrzok

Texte

Ute Kehse

Konzeption und Gestaltung

Image Marketing GmbH

Oldenburger Straße 167

26180 Rastede

Druck

Werbedruck GmbH Horst Schreckhase

Dörnbach 22

34286 Spangenberg

Bildnachweis

Die Abbildungen und Fotos, zu denen keine anderen Quellen genannt sind, stammen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des GEOZENTRUMS Hannover und von der Bildagentur „fotolia“.

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

BGR Report, Ausgabe 2012

Auch als pdf-Version zum Download.



www.bgr.bund.de/Report2012

www.bgr.bund.de

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
D-30655 Hannover

Telefon: +49 511 643-0

Telefax: +49 511 643-2304

E-Mail: info@bgr.de