



# Tätigkeitsbericht *Activity Report*

# 2011

Tätigkeitsbericht  
*Activity Report*

2011

Der vorliegende Tätigkeitsbericht wird kostenlos abgegeben  
und kann bei Bedarf angefordert werden bei:

The Activity Report is free and can be obtained from:

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe**  
Referat Z.8 Öffentlichkeitsarbeit, Schriftenpublikationen  
Stilleweg 2, 30655 Hannover

**Telefon** (0511) 643 – 22 49

**Telefax** (0511) 643 – 23 04

**E-Mail** [info@bgr.de](mailto:info@bgr.de)

**Internet** <http://www.bgr.bund.de>

ISSN 0343-8147

**Info.** ■

# Vorwort

Der Präsident der BGR

## Liebe Leserin, lieber Leser,

die Arbeit der BGR gewinnt weiter an Bedeutung und wird in der Öffentlichkeit immer mehr wahrgenommen. Aktuelle Themen wie die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle, die Versorgung der Bundesrepublik Deutschland mit mineralischen- und Energierohstoffen und die Erkundung der Polarregionen rücken verstärkt in den Fokus der Medien. Hinzu kommen die Themenfelder Boden, Grundwasser, Gefährdungsanalysen, Erdbebenüberwachung und Internationale Zusammenarbeit. Mehr als 3000 Mal haben Fernseh- und Rundfunkanstalten, Presseagenturen sowie Zeitungen und Zeitschriften die BGR in ihrer Berichterstattung im Jahr 2011 erwähnt oder zitiert. Damit ist das Interesse an den geowissenschaftlichen Themen der BGR im Vergleich zu den Vorjahren noch einmal gewachsen.

Der jetzt vorliegende Tätigkeitsbericht ist eine Sonderausgabe. Er ist, anders als seine Vorgänger, ein Jahresbericht und zweisprachig in Deutsch und Englisch. Vom kommenden Jahr an werden der Tätigkeitsbericht und der bisher auch alle zwei Jahre herausgegebene Forschungsbericht „ResOURce“ als eine Publikation erscheinen, die noch aktueller über Arbeit und Aufgaben der BGR berichten wird.

Der zweisprachige Tätigkeitsbericht 2011 gibt einen detaillierten Überblick über alle Expeditionen, Forschungsergebnisse, Projekte und Veranstaltungen des vergangenen Jahres. Sei es die Erstellung eines Speicher-Katasters für den tieferen Untergrund, eines technischen Regelwerks zur Bewertung von Böden bei Trassenplanungen oder einer Studie zum Deutschen Auslandsbergbau – die Themenfelder der BGR sind aktuell und vielfältig. Mit diesem Bericht halten wir Sie, liebe Leserin, lieber Leser, geowissenschaftlich auf dem Laufenden – national und international. Sie erhalten zudem Informationen über BGR-Projekte in Afrika, Asien und Südamerika und erfahren, welchen Herausforderungen sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bundesanstalt stellen.



Der vorliegende Band zeigt auch, wie bedeutsam und zukunftsweisend die Tätigkeiten für unsere Gesellschaft und künftige Generationen sind. Ausdrücklich sei erwähnt, dass wir viele unserer Vorhaben in enger Abstimmung und Kooperation mit anderen Einrichtungen durchführen. Nennen möchte ich besonders die Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer und Europas, das Umweltbundesamt, die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, die geowissenschaftlich ausgerichteten Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft, das Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik und viele Partner aus Hochschulinstituten im In- und Ausland. Allen sei herzlich für die gute Zusammenarbeit gedankt. Sie ist unerlässlich, um die komplexen Aufgaben unserer Zeit zu meistern.

Ich hoffe, Ihnen gefällt diese Publikation und empfehle Ihnen zudem einen Blick auf unsere neu gestaltete Internetseite **[www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)**. Dort können Sie auch unseren Newsletter abonnieren, der jetzt alle zwei Monate erscheint.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ihr

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "H.-J. Kümpel". The signature is fluid and cursive.

Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel  
Präsident der BGR

# Foreword

The president of BGR

## Dear Readers,

BGR's work is gaining in importance and is increasingly in the public eye. The media are focusing ever more on current issues such as the final disposal of high-level radioactive waste, Germany's supply of mineral and energy resources, or the exploration of the polar regions. Other subjects include soil, groundwater, geohazard analysis, earthquake monitoring and international cooperation. In 2011, television or radio stations, news agencies, newspapers and magazines mentioned or quoted BGR in their reports more than 3,000 times. The interest in BGR's geoscience topics has risen again compared to previous years.

This activity report is a special issue. Unlike its predecessors, it is an annual report in German and English. From next year, the activity report and the research report "ResOURce", both published biannually up to now, will appear as one publication containing even more up-to-date information on the activities and responsibilities of BGR.

The bilingual 2011 activity report provides a detailed overview of all expeditions, research findings, projects and events of the past year. BGR's wide range of topics of current interest – from the creation of a storage catalogue for the deeper subsurface to a set of technical rules for the assessment of soils in pipeline and cable planning or to a study on German mining activities abroad. This report will keep you up to date with national and international geoscience issues. It will also tell you about our projects in Africa, Asia and South America and about the challenges BGR employees take on.

The report emphasises the importance and pioneering nature of BGR's work for society and future generations. We stress that many of our projects are implemented in close coordina-



tion and collaboration with other organisations. Of these, I would like to mention particularly the German and European state geological surveys, the Federal Environment Agency (UBA), the German Agency for International Cooperation (GIZ), the geoscientific centres of the Helmholtz Research Association, the Leibniz Institute for Applied Geophysics (LIAG) and many partners from university institutes in Germany and abroad. We would like to thank all of them for their excellent collaboration, which is essential for tackling the complex issues of today.

I hope you will like this publication. I also warmly recommend a visit to our newly designed website at [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de), where you can subscribe to our bi-monthly newsletter.

Enjoy a good read!

Kind regards,

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "H.-J. Kümpel". The signature is fluid and cursive.

Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel  
President of BGR

# Kuratorium

der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

# Board of Trustees

of the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources

Der Bundesminister für Wirtschaft und Technologie, vormals Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit, hat ein Kuratorium berufen, das ihn und den Präsidenten der BGR in allen die Arbeit der BGR berührenden Fragen berät.

Dem Kuratorium gehören Vertreter der Geowissenschaften aus Wirtschaft und Industrie, dem Hochschulbereich und außeruniversitären Forschungseinrichtungen an.

The Federal Minister of Economics and Technology established a board of trustees to provide the minister and the BGR-president with advice on all of the important aspects affecting the work of the BGR.

The Board of Trustees is made up of geoscientific representatives from industry and commerce, universities and non-university research organisations.

## *Vorsitzender des Kuratoriums / Chairman*

Dipl.-Ing. Gerd GRIMMIG  
Mitglied des Vorstandes  
K+S Aktiengesellschaft  
Kassel

## *Stellvertretender Vorsitzender des Kuratoriums / Vice Chairman*

Dipl.-Ing. Bernd TÖNJES  
Vorsitzender des Vorstands  
Deutsche Steinkohle AG  
Herne

## *Mitglieder / Members*

Dipl.-Geophys. Martin BACHMANN  
Mitglied des Vorstandes  
Wintershall Holding GmbH  
Kassel

Prof. Dr. rer. nat. Maria BONI  
Dipartimento Scienze della Terra  
Università di Napoli Federico II  
Neapel, Italien

Prof. Dr. Helga DE WALL  
GeoZentrum Nordbayern  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Krustendynamik  
Erlangen

Dr. Johnny FREDERICIA  
Direktor  
Geological Survey of Denmark and Greenland  
Kopenhagen, Dänemark

Dipl.-Kfm. Ulrich GRILLO  
Vorsitzender des Vorstandes  
Grillo-Werke AG  
Duisburg

Dipl.-Ing. Matthias HARTUNG  
CEO und Vorsitzender der Geschäftsführung  
RWE Technology GmbH  
Essen

Prof. Dr. Peter M. HERZIG  
Direktor  
GEOMAR I Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung  
Kiel

Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhard F. J. HÜTTL  
Wissenschaftlicher Vorstand  
Helmholtz-Zentrum Potsdam  
Deutsches GeoForschungsZentrum Potsdam  
Potsdam

Dr. Gernot KALKOFFEN  
Vorsitzender des Vorstandes  
ExxonMobil Central Europe Holding GmbH  
Hamburg

Dr. Norbert KLOPPENBURG  
Mitglied des Vorstands  
Kreditanstalt für Wiederaufbau  
Frankfurt/Main

Prof. Dr. Karin LOCHTE  
Direktorin  
Stiftung Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Bremerhaven

Prof. Dr. Dr. h.c. Volker MOSBRUGGER  
Generaldirektor  
Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum  
Frankfurt/Main

Dr. Peter SEIFERT  
Direktor  
Geologische Bundesanstalt  
Wien, Österreich

Prof. Dr. Georg TEUTSCH  
Wissenschaftlicher Geschäftsführer  
Helmholtz-Zentrum für  
Umweltforschung GmbH – UFZ  
Leipzig

Prof. Dr. rer. nat. Bruno THOMASKE  
INBK – Institut für Nuklearen Brennstoffkreislauf  
RWTH Aachen  
Aachen

## Inhaltsverzeichnis Content

Vorwort des BGR-Präsidenten .....	3	Foreword from the president of BGR .....	4
Kuratorium .....	5	Board of Trustees of the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources .....	5
Inhaltsverzeichnis .....	7	Content .....	7

### Energierohstoffe

<b>Einführung</b> .....	14
GeneSys: Künstliche Wärmetauscher für die Erdwärmegewinnung .....	15
Thermalfernerkundung im Rift Valley in Kenia .....	17
NIKO: Erdöl- und Erdgaspotenzial aus Tonsteinen .....	20
<b>SPEKTRUM</b>	
DERA informiert: Erdöl & Erdgas in Libyen .....	22
DERA informiert: Erdöl und Erdgas in Syrien .....	24
<b>Ausblick</b> .....	26

### Mineralische Rohstoffe

<b>Einführung</b> .....	28
<b>INDEX: Metall-Quellen in der Tiefsee</b> .....	29

### Energy Resources

<b>Introduction</b> .....	14
GeneSys: An artificial heat exchanger for producing geothermal energy .....	15
Thermal remote sensing in Kenya's Rift Valley .....	17
NIKO: Oil and gas potential from shales .....	20
<b>SPECTRUM</b>	
News from DERA: Oil & natural gas in Libya .....	22
News from DERA: Oil & natural gas in Syria .....	24
<b>Outlook</b> .....	26

### Mineral Resources

<b>Introduction</b> .....	28
<b>INDEX: Metal resources in the deep sea</b> .....	29





## SPEKTRUM

Seltene Erden: „Grüne Technologien“ durch kritische Versorgungslage gefährdet? .....	32
Studie zum Potenzial mineralischer Rohstoffe Grönlands .....	33
Studie „Deutscher Auslandsbergbau“ veröffentlicht .....	34
<b>Ausblick</b> .....	35

## SPECTRUM

Rare earths: Supply shortages threaten “green technologies”? .....	32
Study to establish the potential of Greenland’s mineral resources .....	33
Study “Deutscher Auslandsbergbau” published .....	34
<b>Outlook</b> .....	35

## Grundwasser

<b>Einführung</b> .....	37
Hubschrauber-Messungen für das Projekt CLIWAT .....	38
Neue globale Grundwasserkarte im Maßstab 1 : 50 Millionen .....	40
Paraguays Grundschüler lernen mit Grundwasser-Comic .....	41

## SPEKTRUM

Neue hydrogeologische Arbeitshilfe erschienen .....	44
„Europäische Grundwasserkörper“: Internationaler Workshop in Berlin-Spandau .....	46
<b>Ausblick</b> .....	47

## Groundwater

<b>Introduction</b> .....	37
Helicopter surveys for the CLIWAT-project .....	38
New global groundwater map at the scale of 1:50 Million .....	40
Groundwater comic for primary school children in Paraguay .....	41

## SPECTRUM

New guide for hydrogeological data published .....	44
European Groundwater Bodies: Second international workshop held in Berlin .....	46
<b>Outlook</b> .....	47



## Boden

<b>Einführung</b> .....	49
Neues Verfahren zur Bewertung von Böden bei Trassenplanungen .....	50
Bodenregionen in Europa .....	52
Mobilität von Silbernanopartikeln in Böden .....	54
BGR-Patent verbessert Herstellung von Biodiesel .....	56
Mineralogen verbessern und normen Methode zur Bodenbestimmung .....	58
BÜK 200: Norddeutscher Bereich liegt komplett vor .....	60
<b>Ausblick</b> .....	62

## Soil

<b>Introduction</b> .....	49
New procedure to assess soil ability for cable laying and pipeline construction .....	50
Soil regions in Europe .....	52
Mobility of silver nanoparticles in soils .....	54
BGR patent improves biodiesel production .....	56
Mineralogists enhance and standardise method for soil characterisation .....	58
BÜK 200: Northern German section now available .....	60
<b>Outlook</b> .....	62

## Endlagerung radioaktiver Abfälle

<b>Einführung</b> .....	64
Georadar-Verfahren kommt in Gorleben zum Einsatz .....	65
BGR koordiniert EU-Endlager-Projekt .....	68
<b>SPEKTRUM</b>	
Vierter Teil von Gorleben-Bericht als englische Fassung zum Download .....	70
<b>Ausblick</b> .....	71

## Final Disposal of Radioactive Waste

<b>Introduction</b> .....	64
Georadar method used in Gorleben .....	65
BGR coordinates EU project on waste repositories .....	68
<b>SPECTRUM</b>	
Fourth Gorleben report in English available online .....	70
<b>Outlook</b> .....	71



## Nutzung des tieferen Untergrunds, CO<sub>2</sub>-Speicherung

Einführung .....	73
Speicher-Kataster Deutschland: .....	74
Methoden zur Überwachung von Unterwasser-Gas-Austritten .....	77
Ausblick .....	80

## Subsurface Use, Geological Storage of CO<sub>2</sub>

Introduction .....	73
Storage Catalogue of Germany .....	74
Methods for monitoring underwater gas leakages .....	77
Outlook .....	80

## Geowissenschaftliche Informationen und Grundlagen

Einführung .....	82
IQUAME: Aufbau eines europäischen quartärgeologischen Informationssystems .....	83
Vernetzte Geodaten: Mehr Wert durch Interoperabilität .....	85
Geheimnisse in der Tiefsee .....	87
Blick in den Untergrund mit Aero-Georadar .....	89
Forscher untersuchen geologischen Aufbau der Nordsee .....	91
Hubschrauber Sikorsky S-76B wieder startbereit .....	94
Ausblick .....	95

## Geoscientific Information and Principles

Introduction .....	82
IQUAME: Development of a European Quaternary geological information system .....	83
Linking geodata: interoperability adds value .....	85
Secrets of the deep sea .....	87
A view below the surface with airborne GPR .....	89
Researchers study geological structure of North Sea .....	91
Sikorsky S-76B helicopter ready again for takeoff .....	94
Outlook .....	95



## Kernwaffenteststopp, Gefährungsanalysen

Einführung .....	97
Erdbebensicherheit an Standorten deutscher Kernkraftwerke.....	98
BGR modelliert Ausbreitung von Radioaktivität in der Atmosphäre .....	100
Geogene Gefährungsabschätzung in Nord-Pakistan .....	102
Globale Erdbebendaten 2011 .....	105
Ausblick .....	106

## Nuclear Test Ban, Risk Analysis

Introduction .....	97
Earthquake safety at german power station sites.....	98
BGR models transport of radioactivity in the atmosphere.....	100
Geohazard Assessment in Northern Pakistan .....	102
Global earthquake data 2011 .....	105
Outlook .....	106

## Nationale/Internationale Geowissenschaftliche Zusammenarbeit

Einführung .....	108
Herkunftsnachweis mineralischer Rohstoffe in Afrika.....	109
Zertifikate für konfliktfreien Rohstoffhandel..	113
GIRAF: Geoinformationsnetzwerk zur Verbesserung der Lebensqualität in Afrika.....	116
SPEKTRUM	
BGR berät UN-Regionalkommission ESCWA im Wassersektor .....	120
Delegationen aus Paraguay und Jordanien informieren sich über Trinkwasserschutz .....	122

## National/International Geoscientific Cooperation

Introduction .....	108
Proof of origin for mineral resources from Africa .....	109
Certificates for responsible supply chains .....	113
GIRAF: Geoscience information to improve quality of life in Africa .....	116
SPECTRUM	
BGR advises regional UN-ESCWA commission .....	120
Delegations from Paraguay and Jordan learn about drinking water protection .....	122



Investorenhandbuch Mongolei informiert  
über Rohstoffpotenziale..... 124

**Ausblick** ..... 126

Investors handbook for Mongolia:  
information about resources potentials..... 124

**Outlook** ..... 126

## Polarforschung

**Einführung** ..... 128

CASE: Neue Erkenntnisse über die  
Entstehung des Polarmeeres ..... 130

GEA I + II: Entstehung und Zerfall eines  
Superkontinents ..... 135

**Ausblick** ..... 141

## Polar Research

**Introduction** ..... 128

CASE: New findings on the development  
of the Arctic Ocean ..... 130

GEA I and II: Emergence and disappearance  
of a supercontinent ..... 135

**Outlook** ..... 141

## BGR-Literatur

GeoShop nun auch in englischer Sprache ..... 143

Bausandsteine in Deutschland, Band 2 ..... 143

Composition, Formation and Leaching Beha-  
viour of Supergene, Polymetallic Ores from the  
Sanyati Deposit (Zimbabwe), A Case Study ..... 144

Bibliografie ..... 146

Autorenverzeichnis ..... 147

Bildnachweis ..... 148

Impressum ..... 150

## BGR-Literature

English version of GeoShop ..... 143

Bausandsteine in Deutschland, Volume 2 ..... 143

Case study on supergene polymetallic  
ores at the Sanyati deposit ..... 144

Bibliography ..... 146

Authors ..... 147

Picture Reference ..... 148

Imprint ..... 150

# Energierohstoffe



# *Energy Resources*

# Einführung

# Introduction

Der Beginn des 21. Jahrhunderts war gekennzeichnet durch einen rasanten Anstieg des globalen Primärenergieverbrauchs. Während die Kernenergie in dieser Zeit weitgehend konstant blieb, nahm die Bedeutung von Erdöl, Kohle und Erdgas als Energieträger weiter zu. Als Industrienation ist Deutschland auf die sichere Versorgung mit kostengünstiger Energie angewiesen. Auch in Deutschland erfolgt die Energiegewinnung überwiegend aus Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran. Dabei ist Deutschland in hohem Maße von Importen an Energierohstoffen abhängig. Zwar hat auch die Geothermie bei uns ein großes Potenzial für die Energieversorgung, insgesamt wird jedoch der Ausbau der erneuerbaren Energieformen absehbar noch lange Zeit bis zu einer signifikanten Grundversorgung beanspruchen.

Aus geologischer Sicht sind weltweit noch große, bislang wenig genutzte Vorkommen an Energierohstoffen vorhanden. Über die künftige Nutzbarmachung dieser Vorkommen werden aber nicht nur die geologischen Gegebenheiten und die technischen Möglichkeiten entscheiden. Es gilt, wirtschaftliche Notwendigkeiten im Hinblick auf einen verantwortungsvollen Umgang mit der Umwelt abzuwägen. Beispiele für Erdöl sind Schwerstöl, Ölsande und Ölschiefer sowie Erdöl in Tiefstwasserregionen und in der Arktis. Bei Erdgas ist in den vergangenen Jahren mehr und mehr die Nutzung nicht-konventioneller Vorkommen wie Schiefergas und Kohleflözgas in den Fokus der Aktivitäten gerückt.

Die BGR beschäftigt sich mit der Erkundung der fossilen Energierohstoffe Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran, sowie der tiefen Geothermie. Die BGR erforscht Potenziale und Risiken der möglichen künftigen Nutzung dieser Energierohstoffvorkommen. Dabei werden nicht-konventionelle Rohstoffvorkommen auch in Deutschland betrachtet. Mit Forschungsarbeiten an Kontinenträndern weltweit wird das Potenzial von Erdöl und Erdgas in Regionen bewertet, die noch nicht im Fokus der Industrie liegen. Mit der dabei erworbenen wissenschaftlichen Kompetenz berät die BGR die Bundesregierung, die Wirtschaft und die Öffentlichkeit zu Fragen der künftigen Verfügbarkeit der Energierohstoffe. Die BGR berichtet regelmäßig über die fossilen Energierohstoffe in Form von Publikationen und Berichten.

Since the start of the 21st century, global consumption of primary energy has rocketed. While nuclear energy has remained more or less constant, the importance of oil, coal and natural gas as sources of energy has increased further. As an industrialised country, Germany depends on the reliable supply of low-cost energy. In Germany as in other countries, energy is produced mainly from oil, natural gas, coal and uranium, with Germany depending to a large extent on imports of energy resources. And even though geothermal energy has a great potential as an energy source for Germany, the development of renewable forms of energy will apparently take a long time before it contributes significantly to the basic supply.

From a geological perspective, there are large deposits of energy resources worldwide that still remain largely untapped. But geological conditions and technical capabilities will not be the only criteria that determine whether these deposits are exploited in future. Economic necessities need to be weighed up against a responsible treatment of the environment. Examples of oil resources are extra-heavy oil, oil sands and oil shale, as well as oil in very deep sea regions and in the Arctic. With natural gas, the focus of activities in recent years has shifted to the use of unconventional deposits such as shale gas or abandoned coal bed methane.

BGR studies the exploration of the fossil energy resources oil, gas, coal and uranium, as well as deep geothermal energy. BGR researches the opportunities and risks presented by a possible future use of these energy resources. In this context, BGR also studies unconventional resources in Germany. Research activities studying the continental margins worldwide are assessing the potential of oil and gas deposits in regions that are not yet the focus of industry. Relying on the scientific expertise thus acquired, BGR advises the German federal government, industry, and the public on issues concerning the future availability of energy resources. BGR reports regularly on fossil energy resources in publications and reports.



Übersicht über den Bohrplatz während der Fracoperation im Mai 2011.

View of the drilling site during the "frack" operation in May 2011.

## GeneSys: Künstlicher Wärmetauscher für die Erdwärmegewinnung

Das Geozentrum soll künftig mit Erdwärme aus knapp 4000 m Tiefe beheizt werden. Hierfür realisiert die BGR das GeneSys-Projekt. Dieses Vorhaben soll zudem zeigen, dass die Erdwärmegewinnung aus tiefen, gering durchlässigen Gesteinen Norddeutschlands möglich ist. Geplant ist ein Einbohrlochverfahren, bei dem im zyklischen Betrieb Kaltwasser verpresst und nach einer definierten Verweilzeit als Heißwasser rückgefördert wird.

Nachdem die Bohrarbeiten für das Projekt im Jahr 2009 erfolgreich beendet sowie umfangreiche Bohrlochmessungen und erste hydraulische Tests durchgeführt worden waren, begannen in diesem Jahr die Erschließungsarbeiten. Kern der Erschließungsarbeiten ist die Schaffung eines künstlichen Wärmetauschers im tiefen Untergrund durch hydraulische Risszerzeugung („Frac“).

Zur technischen Sicherung der Bohrung für diese Fracarbeiten wurde im Winter/Frühjahr 2011 eine zusätzliche Verrohrung („Linerverlängerung“) in die Bohrung eingebaut, die eine höhere Druckfestigkeit aufweist.

## GeneSys: An artificial heat exchanger for producing geothermal energy

The Geozentrum will in future be heated with geothermal energy from almost 4,000 m below the surface. This is the purpose of BGR's GeneSys project, which also aims to show that geothermal energy can be generated from sedimentary rocks with very low permeability, as typically found in Northern Germany. The plans are for a single well method, which means here a cyclical operation that involves injecting cold water into a borehole and extracting it again as hot water after a defined residence time.

The drilling work for the project, which was completed in 2009, was followed by extensive borehole logging and first hydraulic tests. Exploitation, which started this year, focuses on creating an artificial heat exchanger in the deep underground by hydraulic fracturing ("fracking").

To secure the borehole for the "frack" operation, an additional casing ("tie-back string") with a higher compressive strength was installed in the borehole in winter/spring 2011.



Ende Mai 2011 war es dann soweit: Siebzehn Hochdruckpumpen, von denen ca. zehn immer gleichzeitig im Betrieb waren, verpressten fünf Tage lang insgesamt 20000 Kubikmeter Wasser mit mehr als 400 bar Kopfdruck in die Bohrung auf dem BGR-Grundstück an der Buchholzer Straße. Anders als bei der Erdgasgewinnung wurde bei diesem „Frac“-Verfahren reines Wasser ohne Zusätze in Form von Stützmitteln und Chemikalien verwendet. Das Wasser war aus dem Mittellandkanal entnommen und vor der Injektion von Schwebstoffen gereinigt worden.

Mit Rücksicht auf die Anwohner waren die täglichen „Frac“-Arbeiten auf einen Zeitraum von 6 bis 22 Uhr beschränkt. Eine 10 Meter hohe Lärmschutzwand sorgte dafür, dass der Lärmpegel auf ein Mindestmaß beschränkt blieb.

Auf diese Weise wurde ein geologischer Wärmetauscher in einer Größe von 0,5 Quadratkilometern erzeugt. In den Rissen der Gesteinsschichten kann sich das Wasser später bis auf etwa 160 Grad Celsius erwärmen. Der „Frac“ erstreckt sich, laut der Simulationen, über eine Ausdehnung von etwa 3000 m horizontal und 300 m vertikal. Dichte Gesteinsformationen oberhalb des Bundsandsteins in ca. 3400 m Tiefe verhinderten eine Ausbreitung des „Fracs“ nach oben.

Die „Frac“-Arbeiten wurden durch ein seismisches Monitoring-System der BGR permanent überwacht. Im Umkreis von 1 km um den Bohrplatz waren Geophone in bis zu 200 m tiefe Bohrlöcher abgehängt worden. Zusätzlich waren Oberflächen-Geophone in einem Umkreis von 4 km installiert. Das engmaschige Kontrollnetz umfasste insgesamt 13 Stationen. Während der gesamten Injektionsphase wurden keine seismischen Ereignisse gemessen. Dies ist ein positives Signal für die Nutzung der tiefen Geothermie in Norddeutschland, da das seismische Risiko hier äußerst gering ist.

Für die Bewertung der „Frac“-Operation ist letztlich die Frage entscheidend, mit welchen Förderraten und bei welchem Druck Heißwasser gefördert werden kann. Um erste Informationen darüber zu bekommen, begann am 10. November die Rückförderung des im Mai injizierten Wassers. Die Rückförderung war aus hydraulischer Sicht problemlos möglich. Entgegen vielfacher Befürchtungen hat der künstlich erzeugte Riss weiterhin eine hohe hydraulische Durchlässigkeit, so dass tatsächlich aus dem sehr dichten Gestein Heißwasser produziert werden konnte.

Leider zeigte sich jedoch auch, dass sich in dem ursprünglich beim „Frac“ eingesetzten Frischwasser in 3500 bis 3800 m Tiefe große Mengen Salz gelöst haben. Die mit dem Aufstieg des erwärmten „Frac“-Wassers nach oben verbundene Abkühlung führte zu erheblichen Salzausfällungen in der Bohrung und letztlich zu deren hydraulischer Blockade. Die Rückförderung musste daher frühzeitig abgebrochen werden.

Jetzt wird geprüft, wie das Problem zu beheben ist und das innovative Einbohrlochkonzept weitergeführt werden kann. Vor allem ist durch weiterführende Untersuchungen zu klären, ob sich auch bei wiederholter Injektion von Frischwasser, das produzierte Thermalwasser immer wieder bis zur Sättigung aufsalzen wird.

At the end of May 2011, everything was ready. Over five days, seventeen high-pressure pumps, of which about ten were working concurrently at any one time, injected a total of 20,000 m<sup>3</sup> of water with a wellhead pressure of more than 400 bar into the borehole at the BGR Buchholzer Straße site. Unlike with the extraction of natural gas, this “frack” operation used pure water without any additives in the form of proppants or chemicals. The water had been taken from the Midland Canal and cleaned of suspended solids prior to injection.

Out of consideration for local residents, the daily fracking work was restricted to the hours between 6 am and 10 pm. A 10 m high sound insulation wall ensured that the noise level was kept to a minimum.

In this operation, a geological heat exchanger, half a square kilometre in size, was created. The temperature of the water in the fracture will later rise to about 160 °C. According to simulations, the fractures extend over an area of about 3,000 m horizontally and 300 m vertically. Dense rock formations above the Bunter sandstone at a level of about 3,400 m below the surface prevented an upward spreading of the fractures.

The “fracking” work was permanently monitored using BGR’s seismic monitoring system. In a 1 km radius around the borehole site, geophones had been placed in boreholes up to 200 m deep. Additional surface geophones had been installed in a 4 km radius around the site. The dense monitoring network comprised a total of 13 stations. Throughout the entire injection phase, no significant seismic events were recorded. This is a positive signal for the use of deep geothermal energy in Northern Germany, as the seismic risk in this area is very low.

For an assessment of the “fracking” operation, the crucial issues will ultimately be what pumping rates can be achieved and at what pressure hot water can be extracted. To obtain first answers to these questions, extraction of the water that had been injected in May started on 10 November. From a hydraulic point of view, extraction was no problem. Despite many fears voiced, the artificial fracture still has a high hydraulic permeability, so it was actually possible to generate hot water from this very dense rock.

Unfortunately, at a depth of 3,500 to 3,800 m, large amounts of salt were shown to have dissolved in the fresh water originally used for the “fracking” operation. As the fracking water rose, it cooled down, which resulted in considerable salt scaling in the borehole and ultimately to a hydraulic blockage of the borehole. Extraction therefore had to be terminated earlier than planned.

Ways of solving the problem and of a continuation of the innovative single well concept are currently under investigation. Further tests are needed to establish particularly whether, with repeated injection of fresh water, the salinity of the thermal water will decrease below the point of saturation.

## Thermalfernerkundung im Rift Valley in Kenia

Die BGR hat 2011 ein neues Erdwärmeprojekt in Kenia gestartet. Das Projekt ist Bestandteil des „GEOTHERM-Programms zur Förderung der Nutzung geothermischer Energie“. Es unterstützt die staatliche „Geothermal Development Company (GDC)“ bei der Erschließung von geothermalen Energiequellen im nördlichen Rift Valley Kenias.

Die BGR unterstützt Kenia seit 2005 bei Geothermie-Vorhaben. Im Vordergrund steht dabei die Umsetzung der Regierungspläne durch Ausbildungsmaßnahmen und den Einsatz von Fernerkundungsmethoden. Derzeit deckt Kenia etwa 22 % seines Energiebedarfs über Erdwärme ab. Hauptenergiequelle mit einem Anteil von 75 % ist nach wie vor die Wasserkraft. Eine anhaltende Trockenheit hat in den vergangenen Jahren in dem ostafrikanischen Staat jedoch zu einer Versorgungskrise mit Strom geführt. Um eine kontinuierliche Stromversorgung zu garantieren und die Abhängigkeit von Wasserkraft zu verringern, setzt Kenia daher mittlerweile auf andere Energiequellen. Vor allem die Nutzung von Erdwärme ist dabei eine Alternative.

Dabei profitiert Kenia von seiner Lage am sogenannten Rift Valley, welches Teil des Ostafrikanischen Grabenbruchs ist. Das Rift Valley zeichnet sich durch erhöhte vulkanische und hydrothermale Aktivität aus und besitzt damit sehr gute geologische Voraussetzungen für die Erkundung, Erschließung und Nutzung geothermischer Energieressourcen.

## Thermal remote sensing in Kenya's Rift Valley

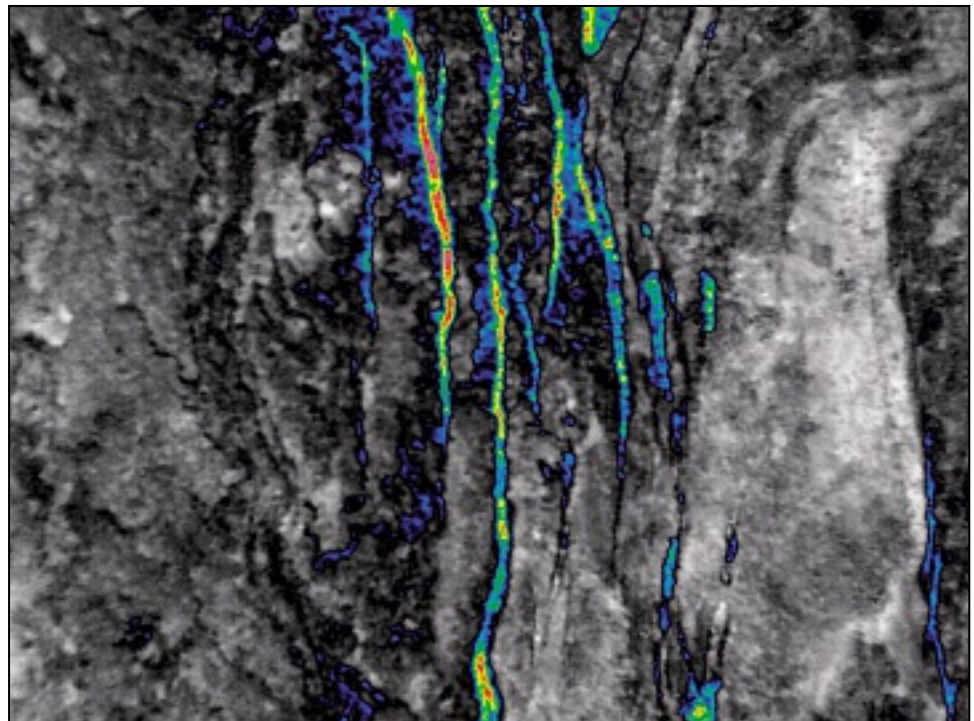
In 2011, BGR started a new geothermal project in Kenya. The project is part of the "GEOTHERM programme – Promoting the Utilization of Geothermal Energy in Developing Countries". It supports the state-owned Geothermal Development Company (GDC) in the exploration of geothermal energy resources in the northern part of Kenya's Rift Valley.

BGR has been supporting Kenya in geothermal projects since 2005. Focus is the implementation of the government's plans with training schemes and the use of remote sensing methods. Kenya currently covers about 22 percent of its energy needs with geothermal energy. With a share of 75 percent, water power remains the main source of energy. However, in recent years, a continuing drought has caused a power supply crisis also in this East African state. To ensure a continuous power supply and reduce the dependency on water power, Kenya is now seeking to exploit alternative sources of energy, particularly geothermal energy.

In this respect, Kenya benefits from its geographical location within the East African Rift Valley. The Rift Valley is characterised by increased volcanic and hydrothermal activity and therefore has excellent geological conditions for the development and utilization of geothermal energy resources which beforehand have to be explored.

*Thermalbild mit Wärmeanomalien an einem Spaltensystem, aufgenommen aus 3000 m Höhe (vom Bild erfasste Fläche: 1920 m × 1440 m).*

*Thermal image with geothermal anomalies of a fault system, taken from an altitude of 3,000 m (area covered by the image: 1,920 m × 1,440 m).*



Innerhalb des Projektes wurde die geothermisch vergleichsweise unbekannt Region um den Vulkan Silali im nördlichen Rift Valley in Zusammenarbeit mit deutschen und kenianischen Partnern mit einer Thermalkamera befliegen. Dabei wurde ein Gebiet von 2000 km<sup>2</sup> Ausdehnung mit 32 Profilen von je 50 km Länge befliegen und lückenlos mit mehr als 6000 einzelnen Thermalbildern abgedeckt. Die Flüge erfolgten jeweils in der zweiten Nachthälfte in mehr als 3000 m Höhe über der Geländeoberfläche. Bei thermalen Kameramissionen sind Nachtflüge oft zwingend erforderlich. Insbesondere in von Klima und Lage abhängigen sehr heißen Regionen der Erde wie Zentralafrika heizen sich die Geländetemperaturen im Lauf des Tages durch die Sonneneinstrahlung auf. Wärmeanomalien, deren Quellen im Erdinneren liegen, werden dadurch überlagert und sind bei Aufnahmen am Tag oft schwer oder nicht zu erkennen.

Bereits die erste Sichtung der gewonnenen Daten lässt Erfolg versprechende Ergebnisse erwarten. Eine Vielzahl geothermisch auffälliger Zonen konnte schon in den Rohdaten identifiziert werden. Diese reichen von lokal begrenzten „Hot Spots“ bis hin zu ausgedehnten Spaltensystemen (Abb.), über welche Wärme aus dem Erdinneren an die Geländeoberfläche gelangt. Gemeinsam mit Satellitenbildern lassen sich aus den Ergebnissen geologische Informationen ableiten, mit denen im Anschluss schnellere und gezieltere Explorationsarbeiten möglich sind. In Verbindung mit den Datenflügen wurden ausgewählte Anomalien für Referenzzwecke mittels Temperaturmessungen im Gelände überprüft (Abb. unten).

The geothermal potential of the region around the Silali volcano is only barely known. As part of the project, an airborne exploration mission was carried out in collaboration with German and Kenyan partners. Therefore, an area of 2,000 km<sup>2</sup> was covered by 32 flight lines of 50 km length each. Altogether, more than 6,000 individual thermal images have been recorded. The flight missions were conducted during the second half of the night at an altitude of more than 3,000 m above surface. Night flights are essential in climatically hot regions e.g. Central Africa, to record undistorted thermal images which are not dependent on sun-heating of the surface during daytime. Temperature anomalies, which can be linked with steam discharge and fumaroles, are then superimposed and can only hardly be detected from images taken during daytime.

Initial screening of recorded thermal data has yielded very promising results. Numerous distinct geothermal anomalies were identified from raw thermal images. These vary from locally defined "Hot Spots" to extensive fault and fissure systems (Fig.) where heat from the interior of the earth reaches the surface. From these results, together with satellite images, geological information will be derived. These results presents a faster and more appropriate surface exploration tool for a rapid field appraisal and exploration. Simultaneous to the flight mission, in-situ temperature measurements of selected anomalies were carried out for reference reasons (Fig. below).



Überprüfung von „Hot Spots“ durch Temperaturmessungen im Gelände (Bild links). Diese sind oft Teil eines Systems von Spalten (im Bild rechts diagonal von links unten nach rechts oben verlaufend). Oberflächentemperaturen von mehr als 80 °C sind dort keine Seltenheit.

Investigation of "Hot Spots" by in-situ temperature measurements (left image). These often form part of a fault system (right image; fault running diagonally from bottom left to top right). Surface temperatures of 80 °C and higher are common.

Neben der Thermalkamera wurde ein Laser Scanner eingesetzt, der das Gelände in einem engen Raster mit einem Laserstrahl abtastet. Über die Messung der Laufzeit, welche der Laserstrahl benötigt, um die Distanz zwischen Flugzeug und Gelände zurückzulegen, können Reliefinformationen sehr präzise ermittelt werden. Solche Informationen sind vor allem für weitere Planungen zur Erschließung des Geländes, z. B. für den Bau von Straßen, Bohranlagen und letztlich auch Erdwärmestrassen, dringend erforderlich. Ziel der Laser Scanner Flüge war auch die Demonstration der Leistungsfähigkeit des Verfahrens, um damit die Nutzung modernster Verfahren der Erdbeobachtung für die Erschließung alternativer Energieressourcen in Kenia zu unterstützen.

Eine zentrale Komponente des Vorhabens war die Ausbildung von Geologen des kenianischen Projektpartners in der Nutzung moderner und leistungsfähiger Flugzeug gestützter Verfahren bei der Erkundung von Erdwärmeressourcen. Damit soll der Partner in die Lage versetzt werden, diese Verfahren künftig selbst anwenden zu können. So ist geplant, diese Methodik im Anschluss an dieses Projekt für die Erkundung weiterer Standorte im nördlichen Rift Valley einzusetzen.

Additionally to the thermal camera, a laser scanning mission was conducted, at which the surface was scanned with a laser beam in a narrow raster. By measuring the travelttime the laser beam needs to cover the distance between aircraft and surface, the relief can be determined very precisely. Such information is necessary for further planning of site developments like roads, water supply for drilling rigs and the steam field. The laser scanning mission also aimed to demonstrate the efficiency of this method and to support the use of modern remote sensing methods in the exploration of alternative energy resources in Kenya.

A major component of the project was the training of the Kenyan counterpart in the use of modern and effective airborne methods for the survey of geothermal resources. This will enable the partner to use such methods themselves in the future. Plans to use this method to explore other sites in the northern Rift Valley once this project is completed already exist.

## NIKO: Erdöl- und Erdgaspotenzial aus Tonsteinen

**S**chiefergas (Shale Gas) – Erdgas aus Tonsteinen wird inzwischen weltweit als bedeutende zusätzliche Erdgasressource angesehen. Auslöser dafür war die Erschließung zahlreicher Schiefergas-Vorkommen in Nordamerika. Die USA decken mittlerweile ihren Erdgasbedarf vollständig aus eigenen Quellen.

Deutschland hingegen versorgt sich zu 89 % aus Importen mit Erdgas. Angesichts des von der Bundesregierung beschlossenen Ausstiegs aus der Kernenergie und im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien wird Erdgas auch in den kommenden Jahrzehnten eine bedeutende Rolle bei der Energieversorgung Deutschlands einnehmen. Die besondere Rolle von Erdgas ergibt sich dabei aus seiner flexiblen und vielfältigen Anwendbarkeit in der Strom- und Wärmeenergiegewinnung und durch die im Vergleich zu Erdöl und Kohle geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Aufgrund der fortschreitenden Erschöpfung der konventionellen heimischen Erdgas-Lagerstätten kann daher mit einem weiteren Anstieg der Erdgasimporte gerechnet werden.

Aus der Kenntnis der Geologie Deutschlands begründet sich die Annahme, dass erhebliche, bislang ungenutzte Potenziale in nicht-konventionellen Erdgasvorkommen existieren können. Zu diesen zählen insbesondere Kohlegas und Schiefergas (Gas aus dichten Tonsteinen). Gleichzeitig wird die Aufsuchung und Erschließung von Schiefergasvorkommen angesichts möglicher Umweltgefahren in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert.

Vor diesem Hintergrund hat die DERA im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie das Projekt „NIKO“ initiiert. Primäres Ziel dieses Vorhabens ist die Erfassung des heimischen Nutzungspotenzials von Erdgas in Tonsteinen. In einem zweiten Schritt soll auch das Potenzial von Erdöl in Tonsteinen ermittelt werden. Bislang sind belastbare Informationen zum tatsächlichen Rohstoffpotenzial dieser Ressourcen für Deutschland nicht verfügbar. Untersuchungsobjekt sind dabei Tonsteine, die Öl und Gas gebildet und gespeichert haben können (Abb.). Dabei fließen Kenntnisse der regionalen Geologie, der Charakterisierung von Tonsteinen und der Beckenmodellierung in die Ressourcenabschätzung mit ein. Angesichts möglicher Risiken bei der Aufsuchung und Erschließung vor allem von Schiefergasvorkommen greift die Studie Aspekte der Umweltverträglichkeit sowie technologischer Entwicklungen und Fragen der Nachhaltigkeit auf. Das mehrjährige Projekt der BGR wird mit den bereits in der Industrie sowie in wissenschaftlichen Institutionen bestehenden Initiativen verzahnt. Eine enge Abstimmung mit den geologischen Diensten der Bundesländer ist in diesem Projekt essentiell.

## NIKO: Oil and gas potential from shales

**R**ecently shale gas has been recognised worldwide as an important additional natural gas resource. The trigger was the economic development of shale gas deposits in Northern America. Today, the United States can cover their entire natural gas requirement from domestic sources.

Germany, by contrast, relies on imports for up to 89 percent of its natural gas. In view of the German federal government's decision to abandon nuclear energy and with the expansion of the renewable energy sector, natural gas will continue to play a major role in providing Germany's energy supply in the decades to come. The special role of natural gas results from its flexible and varied application in the production of electricity and heat, and from its low level of CO<sub>2</sub> emissions compared to oil or coal. Since domestic conventional natural gas deposits are being depleted, an increase in the level of natural gas imports can be expected.

Based on Germany's geology, it can be assumed that a considerable, so far untapped potential in unconventional natural gas deposits may exist. These include particularly coal gas and shale gas (gas from impermeable shales). However, there is much controversy in the public debate over the exploration and exploitation of shale gas deposits, in view of the potential environmental hazards.

In this context, DERA has been commissioned by the German Federal Ministry of Economics and Technology to initiate the NIKO project. The primary project aim is to establish the resource potential of domestic natural gas from shales. In a second step, the potential of shale oil will be established. To date, there is no reliable information about the actual potential of these energy resources for Germany.

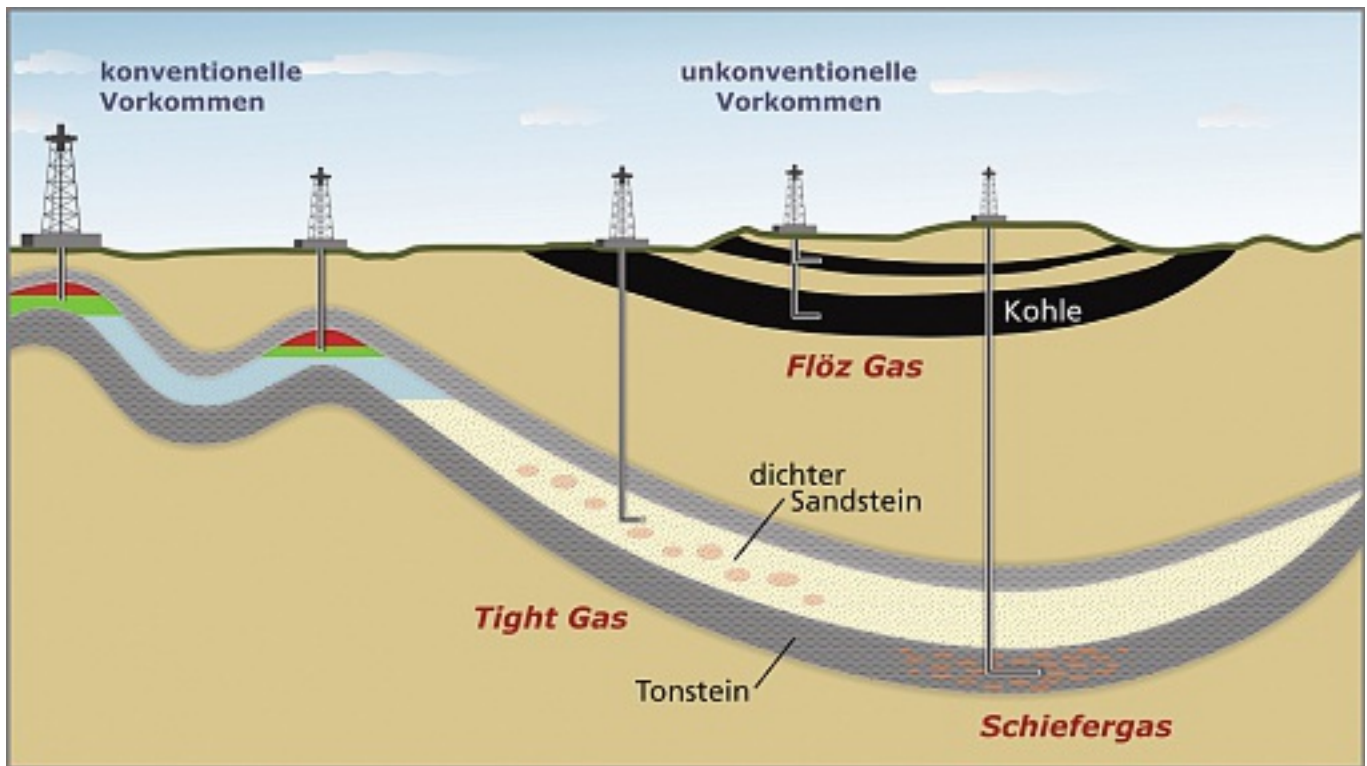
The subject of the investigation is shales in which oil and gas may have formed and been trapped (Fig.). Regional geology studies, the characteristics of shales, and basin modelling will be considered in assessing the unconventional resources. In view of the potential hazards associated with the development and exploitation, particularly of shale gas deposits, the study will also address aspects such as environmental impacts, technological developments, and sustainability issues. This BGR project, which is to run over a number of years, will be integrated with existing initiatives from industry and research institutes. Close coordination with the geological surveys of the federal states is essential for this project.

Zunächst ist vorgesehen eine überregionale auf den großen Sedimentbecken Deutschlands basierende Abschätzung vorzunehmen, die eine vorläufige Größenordnung des zu erwartenden Potenzials liefern soll.

Für die vertiefende Betrachtung werden die Formationen detailliert untersucht, die in Deutschland potentielle Vorkommen für Schiefergas und Schieferöl darstellen könnten. Wichtige Auswahlkriterien, die die Formationen als potentielle Vorkommen definieren, sind a) der Gehalt an organischem Kohlenstoff, b) die thermische Reife des organischen Materials und c) die Mächtigkeit und flächige Verbreitung der Formation. Kenntnisse über die regionalen Muttergesteinsqualitäten und das Kohlenwasserstoffbildungspotenzial werden durch eigene organisch-geochemische und petrographische Laboruntersuchungen ergänzt. Laborexperimente unter naturnahen Druck- und Temperaturbedingungen dienen zur Untersuchung der Bildung und Speicherung von Öl und Gas in Tonsteinen.

Initially an assessment focussed on Germany's large sedimentary basins will give preliminary figures of the unconventional shale gas potential in Germany.

The in-depth survey will then investigate in greater detail those formations in Germany where potential shale gas and shale oil deposits might be found. Important criteria that define formations with potential deposits are a) the organic carbon content; b) the thermal maturity of the organic material; and c) the thickness and expanse of the formation. Regional source rocks and its potential for the formation of hydrocarbons are supplemented with BGR's own organic-geochemical and petrographic laboratory studies. New laboratory experiments under natural pressure and temperature conditions serve to study the formation and storage of oil and gas in shales.



Konventionelle und unkonventionelle Gasvorkommen.

Conventional and unconventional gas deposits.

### DERA informiert: Erdöl & Erdgas in Libyen

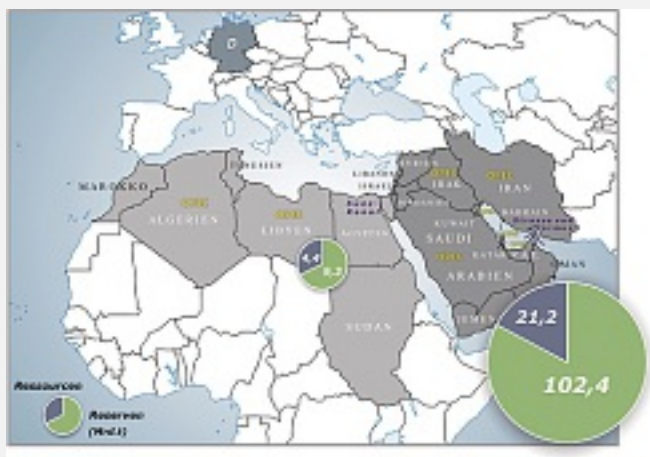
Libyen ist für Deutschland ein wichtiger Lieferant für Erdöl und Erdgas. Schon seit den 1950er Jahren engagieren sich deutsche Firmen in dem nordafrikanischen Land aktiv in der Auffindung und Produktion von Erdöl und Erdgas. Noch Anfang des Jahres 2011 unterhielten die Unternehmen Wintershall AG und RWE Dea AG verschiedene Projekte, die aufgrund der unklaren Sicherheitslage unterbrochen wurden. Vor diesem Hintergrund gibt die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Informationen zu Vorräten und Potenzialen von Erdöl und Erdgas sowie den Energierohstofflieferungen nach Deutschland.

Die Erdöl- und Erdgasförderung bildet das Rückgrat der libyschen Wirtschaft. Sie stand in den vergangenen Jahren für etwa 97 % der Gesamtexporte und generierte rund 92 % der staatlichen Einnahmen.

### News from DERA: Oil & natural gas in Libya

Libya is an important supplier of oil and natural gas to Germany. As early as the 1950s, German companies were actively engaged in the exploration and production of oil and gas in Libya, and at the start of 2011, the companies Wintershall AG and RWE Dea AG still ran a number of projects there. However, in view of the uncertain security situation, these were interrupted. In this context, the German Natural Resources Agency (DERA), part of the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), provides information about reserves and potential oil and gas resources and about the supply of energy commodities to Germany.

The production of oil and natural gas is the backbone of the Libyan economy. Over the past years, it accounted for about 97 percent of total exports, generating around 92 percent of state revenue.



Verteilung der Erdölreserven und -ressourcen in Nordafrika und im Nahen Osten (MENA-Region).  
Distribution of oil reserves and resources in the Middle East and North Africa (MENA region).

### Erdöl

Libyen verfügt mit rund 6 Mrd. t (Ende 2009) über die größten Erdölreserven Afrikas und steht damit weltweit an 7. Stelle. Etwa 80 % der Erdölreserven wurden bisher im Sirte Becken nachgewiesen. Insgesamt gilt Libyen aber keineswegs als ausexploziert. Sanktionen und strenge Vertragsbedingungen für Ölfirmen haben die Explorations- und Fördertätigkeiten in der Vergangenheit stark eingeschränkt.

Libyen war 2009 mit rund 77 Mio. t hinter Nigeria, Angola und Algerien der viertgrößte Erdölproduzent Afrikas. Seit Aufhebung der Wirtschaftssanktionen 2004 sind die

### Oil

With around 6 billion t (as at the end of 2009), Libya has the biggest oil reserves in Africa and ranks 7th in the world. About 80 percent of oil reserves found so far are located in the Sirte Basin. But overall, Libya is considered not at all fully explored. In the past, sanctions and strict contractual terms for oil companies placed great restrictions on exploration and production activities.

In 2009, Libya was Africa's fourth biggest oil producer after Nigeria, Angola and Algeria, with around 77 million t. Since the economic sanctions were lifted in 2004, the total pro-

Fördermengen insgesamt angestiegen, sie liegen aber noch weit unter den Werten der frühen 1970er Jahre mit rund 150 Mio. t pro Jahr. 2009 wurden etwa 59 Mio. t Rohöl exportiert. Die Exporte erfolgten vorwiegend in den europäischen Raum, seit 2005 auch wieder in die USA. Deutschland hat 2009 gut 7 Mio. t Rohöl aus Libyen bezogen, also fast 8 % seiner gesamten Importe. Damit ist Libyen der fünft wichtigste Rohöllieferant Deutschlands hinter Russland, Großbritannien, Norwegen und Kasachstan.

Die fünf staatlich geführten Erdölraffinerien des Landes haben eine Kapazität von annähernd 19 Mio. t pro Jahr. Die Exportterminals für Rohöl und Erdölprodukte liegen an der Mittelmeerküste bei Tripolis im Nordwesten, in Ras Lanuf im Zentrum des Landes und in Marsa El Hariga im Nordosten. Der technische Zustand der Raffinerien und Terminals gilt insgesamt als veraltet.

### Erdgas

Die nachgewiesenen Erdgasreserven Libyens lagen Ende 2009 bei 1540 Mrd. m<sup>3</sup>, die Ressourcen bei 600 Mrd. m<sup>3</sup>. Damit verfügt Libyen hinter Nigeria, Algerien und Ägypten über die viertgrößten Reserven Afrikas. Libyens Erdgasförderung betrug 2009 rund 15 Mrd. m<sup>3</sup> und lag damit in der gleichen Größenordnung wie die Deutschlands im selben Jahr. 10 Mrd. m<sup>3</sup> Erdgas wurden exportiert. Seit Aufhebung der UN-Sanktionen konnte Libyen seine Erdgasförderung stark steigern, 2004 lag die Förderung nur bei 7 Mrd. m<sup>3</sup>.

Der größte Teil des libyschen Erdgases wird seit 2004 über die Green Stream Pipeline von Melitah im äußersten Nordwesten des Landes durchs Mittelmeer nach Europa exportiert. Ein kleinerer Teil des Erdgases wird in verflüssigter Form (LNG) transportiert. Bereits 1971 exportierte Libyen als zweites Land weltweit nach Algerien Erdgas als LNG. Die Anlage bei Marsa El Brega entspricht nicht zuletzt auf Grund des früheren Embargos nicht mehr den heutigen Erfordernissen, die Verarbeitungskapazität liegt mittlerweile bei höchstens 20 % der nominellen Kapazität von 3,5 Mrd. m<sup>3</sup>.

Weitere Informationen:

Commodity Top News 34 (2011) (Sprache: Deutsch): MENA. Der Nahe Osten und Nordafrika – eine Schlüsselregion für die Erdölversorgung der Welt.

duction output has risen; however, it still remains well below the figures achieved in the early 1970s of around 150 million t per year. About 59 million t of crude oil were exported in 2009. Exports have been largely to Europe and, since 2005, also to the United States. Germany imported over 7 million t of crude oil from Libya in 2009, accounting for almost 8 percent of total oil imports. This makes Libya the fifth most important supplier of crude oil to Germany, after Russia, the United Kingdom, Norway and Kazakhstan.

Libya's five state-run oil refineries have an output capacity of almost 19 million t per year. The export terminals for crude oil and oil products are located on the Mediterranean coast near Tripoli in the northwest, at Ras Lanuf in the centre, and at Marsa El Hariga in the northeast. The technical state of the refineries and terminals is considered to be outdated.


### Natural gas

At the end of 2009, Libya had proven natural gas reserves of 1,540 billion m<sup>3</sup> and resources of 600 billion m<sup>3</sup>, making Libya the country with the fourth biggest reserves in Africa after Nigeria, Algeria and Egypt. Libya's natural gas production in 2009 amounted to around 15 billion m<sup>3</sup>, putting it at about the same level of production for that year as Germany. Ten billion m<sup>3</sup> of gas were exported. Since the lifting of UN sanctions, Libya has been able to considerably increase its production of natural gas; in 2004, production amounted to just 7 billion m<sup>3</sup>.

Since 2004, the largest share of Libya's natural gas has been exported from Mellitah in the extreme northwest of Libya through the Mediterranean Sea to Europe via the Green-stream Pipeline. A smaller share of gas is transported in liquid form (LNG). As early as 1971, Libya was the second country worldwide after Algeria to export natural gas in the form of LNG. The plant at Marsa El Brega no longer meets today's standards, not least because of the earlier embargo; now its processing capacity amounts to no more than 20 percent of its nominal capacity of 3.5 billion m<sup>3</sup>.

Further information:

Commodity Top News 34 (2011) (Language: German): MENA. Der Nahe Osten und Nordafrika – eine Schlüsselregion für die Erdölversorgung der Welt (The Middle East and North Africa – a key region for the world's oil supply), Language: German.

 [www.bgr.bund.de/CTN-34](http://www.bgr.bund.de/CTN-34)

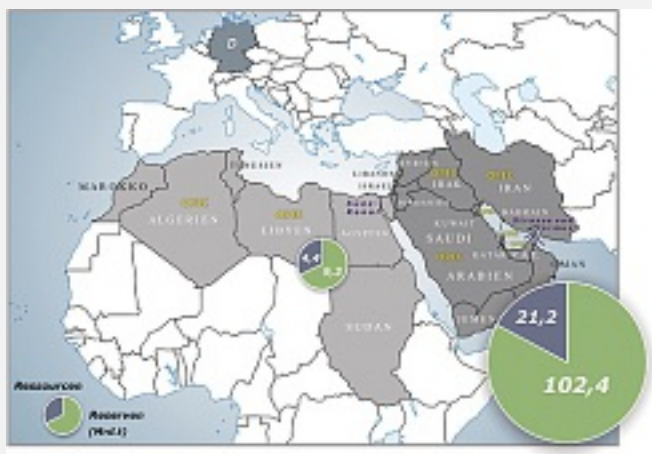


## DERA informiert: Erdöl & Erdgas in Syrien

Deutschland ist der wichtigste Abnehmer für Erdöl aus Syrien. Deutsche Firmen sind aber nicht in der Produktion von Erdöl und Erdgas in Syrien engagiert. Vor dem Hintergrund der derzeitigen politischen Entwicklung in Syrien gibt die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der BGR Informationen zu Vorräten und Potenzialen von Erdöl und Erdgas sowie den Energierohstofflieferungen nach Deutschland heraus.

## News from DERA: Oil & natural gas in Syria

Germany is the main buyer of Syrian oil, but German companies are not engaged in the production of oil and natural gas in Syria. In view of current political developments in Syria, the German Natural Resources Agency (DERA), part of the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), provides information about reserves and potential oil and gas resources and about the supply of energy commodities to Germany.



*Verteilung der Erdölreserven und -ressourcen in Nordafrika und im Nahen Osten (MENA-Region).*

*Distribution of oil reserves and resources in the Middle East and North Africa (MENA region).*

## Erdöl

Die Erdölreserven Syriens betragen Ende 2009 rund 340 Mio. t, die Ressourcen werden auf etwa 450 Mio. t geschätzt. Im weltweiten Vergleich rangiert das Land damit auf den Plätzen 33 (Reserven) und 38 (Ressourcen). 2009 wurden knapp 19 Mio. t Erdöl gefördert, mit 12,5 Mio. t ging ein großer Anteil davon in den Export. Deutschland ist Syriens größter Abnehmer für Erdöl. Das Land war 2009 achtgrößter Öllieferant für Deutschland und ist Mitglied der Organisation der erdölexportierenden arabischen Länder (OAPEC). Seit Jahren ist ein stetiger Rückgang der Fördermengen von etwa 30 Mio. t im Jahr 1996 auf das gegenwärtige Niveau bei gleichzeitig steigendem Inlandsverbrauch zu verzeichnen. Bei einer Fortsetzung dieses Trends wird sich Syrien künftig vom Exporteur zum Importeur für Erdöl entwickeln.

Syrien verfügt über zwei staatliche Raffinerien in Homs und in Banyas mit einer Verarbeitungskapazität von insgesamt 11 Mio. t pro Jahr, die aber den inländischen Bedarf an

## Oil

At the end of 2009, Syria had oil reserves of around 340 million t and resources are estimated at about 450 million t. In a worldwide comparison, this puts the country in 33rd place for reserves and in 38th place for resources. In 2009, just under 19 million t of oil were produced; a large share of this, 12.5 million t, was exported. Germany is Syria's main customer for oil. In 2009, Syria ranked eighth among oil suppliers to Germany. It is a member country of the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC). Output has been falling steadily for years, from about 30 million t in 1996 to the current level; at the same time, domestic consumption has risen. If this trend continues, Syria's role will switch from an exporter to an importer of oil.

Syria has two state-owned refineries in Homs and in Banyas, with a joint processing capacity of 11 million t annually; however, these are unable to cover the domestic demand for petrol and diesel. The building of two more refineries has been planned for a number of years. The installed capacity

Benzin und Diesel nicht decken können. Der Bau von zwei weiteren Raffinerien ist seit Jahren geplant. Mit der installierten Kapazität dieser beiden Raffinerien würde die eigene Ölfördermenge deutlich überschritten und das Land auf Erdölimporte, vor allem aus dem Irak, angewiesen.

## Erdgas

Die Erdgasreserven Syriens betragen Ende 2009 rund 241 Mrd. m<sup>3</sup>, die Ressourcen werden auf 300 Mrd. m<sup>3</sup> geschätzt. Die Förderung belief sich 2009 auf fast sechs Mrd. m<sup>3</sup> bei einem Verbrauch von etwa sieben Mrd. m<sup>3</sup>. Das in Syrien geförderte Erdgas wird derzeit zu rund 80 % zur Elektrizitätserzeugung in Kraftwerken eingesetzt, daneben wird es in Haushalten und in der Industrie genutzt.

Das bisher etwa 2300 km lange Gaspipeline-Netz soll in den kommenden Jahren weiter ausgebaut werden. Die Arab Gaspipeline (AGP) aus Ägypten über Jordanien soll bis 2012 an das türkische und damit europäische Gaspipelinnetz angeschlossen werden. In Homs wurde 2004 ein nationales Gaskoordinierungs- und Verteilungszentrum errichtet. Damit versucht Syrien seine geographische Mittellage zwischen Europa und den öl- und gasreichen Staaten des Nahen Ostens (insbesondere Irak und Ägypten) als „oil and gas hub“ zu nutzen.

Weitere Informationen:

Commodity Top News 34 (2011) (Deutsch): MENA. Der Nahe Osten und Nordafrika – eine Schlüsselregion für die Erdölversorgung der Welt.

of these two refineries would considerably exceed domestic oil production and Syria would become dependent on oil imports, particularly from Iraq.

## Natural gas


At the end of 2009, Syria had natural gas reserves of around 241 billion m<sup>3</sup> and resources are estimated at 300 billion m<sup>3</sup>. Production in 2009 amounted to almost 6 billion m<sup>3</sup> and consumption was about 7 billion m<sup>3</sup>. Around 80 percent of the gas produced in Syria is currently used for power generation in power stations; it is also used by households and in industry.

There are plans to extend the gas pipeline network, currently about 2,300 km long, over the next years. The Arab Gas Pipeline (AGP), which runs from Egypt via Jordan, is due to be connected to the Turkish and thus the European gas pipeline network in 2012. In 2004, a national centre for the coordination and distribution of gas was set up in Homs. This represents an attempt by Syria to exploit its geographic location between Europe and the oil and gas-rich countries of the Middle East (particularly Iraq and Egypt) as an "oil and gas hub".

Further information:

Commodity Top News 34 (2011): MENA. Der Nahe Osten und Nordafrika – eine Schlüsselregion für die Erdölversorgung der Welt (The Middle East and North Africa – a key region for the world's oil supply), Language: German.

---

 [www.bgr.bund.de/CTN-34](http://www.bgr.bund.de/CTN-34)

# Ausblick

# Outlook

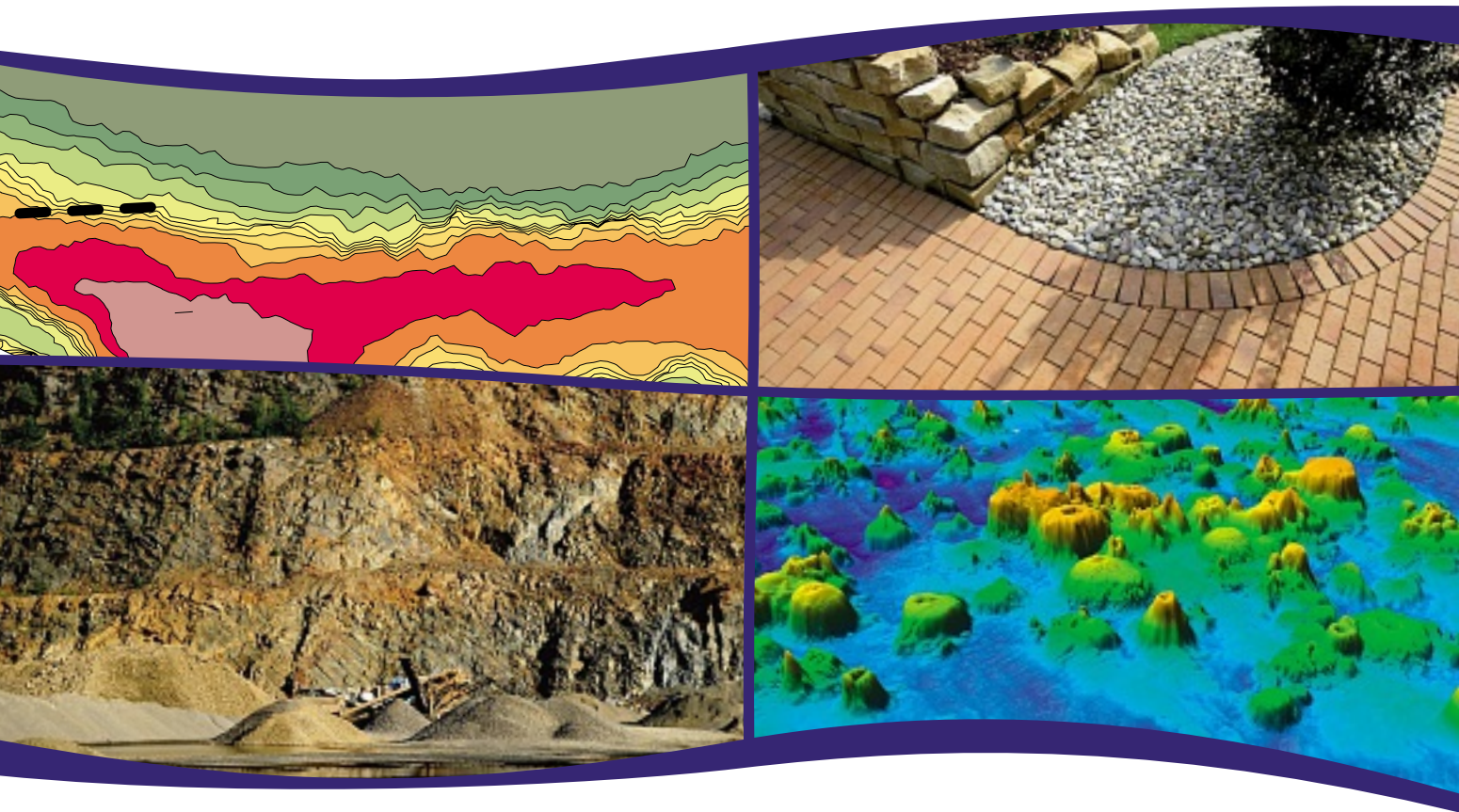
**A**ngesichts der sich langfristig abzeichnenden globalen Begrenzung der Versorgung mit Erdöl konzentriert die BGR ihre wissenschaftlichen Arbeiten auf die Beobachtung, Analyse und Bewertung der weltweiten Verfügbarkeit nicht-erneuerbarer Energieträger. Diese Arbeiten dienen insbesondere der Beratung der Bundesregierung, der Industrie und der Information der Öffentlichkeit. Dies wird über die in der BGR eingerichtete Deutsche Rohstoffagentur enger fokussiert wahrgenommen werden.

Dabei verstärkt die BGR zudem die Erkundung verbliebener Potenziale von Erdöl und Erdgas hinsichtlich bislang nicht im Fokus der Wirtschaft stehender Vorkommen. Zu diesem Zweck wird die marine geophysikalische Vermessung der Kontinentalränder künftig durch den Einsatz der neu in der BGR verfügbaren 3D-Reflexionsseismik erweitert und das aussichtsreiche Verfahren „Controlled Source Electromagnetic (CSEM)“ in das Methodenspektrum eingeführt. Letzteres ermöglicht zusätzlich zu den strukturellen Informationen auch Aussagen über das Vorhandensein von Erdöl und Erdgas sowie die Ausdehnung der Vorkommen. Als mögliche künftige Lieferregion von Energierohstoffen nach Deutschland gilt die Arktis, weshalb die dortigen Erkundungsarbeiten weiter geführt werden. Zudem werden im Rahmen der Beratung der Wirtschaft seitens der Deutschen Rohstoffagentur nicht-konventionelle Vorkommen an Erdöl und Erdgas in Deutschland untersucht und ihr Potenzial erfasst.

**I**n view of the foreseeable restriction of availability of global oil supplies in the long term, BGR is concentrating its research on the monitoring, analysis and assessment of the worldwide availability of non-renewable sources of energy. This work serves especially to advise the German federal government and industry, and to inform the public. The German Mineral Resources Agency, which has been set up within BGR, will provide greater focus for these activities.

At the same time, BGR will step up its exploration of remaining oil and natural gas potentials that are not yet the focus of industry. For this purpose, BGR will in future extend marine geophysical surveying of the continental margins to include the use of its newly available 3D reflection seismology, and add the promising controlled source electromagnetic (CSEM) method to its range of technologies. As well as supplying structural data, this latter method also permits an assessment of the availability and expanse of oil and gas deposits. Since the Arctic is considered a potential future supplying region of energy commodities to Germany, exploration activities there will continue. In the context of consulting services provided by the German Mineral Resources Agency to industry, unconventional oil and gas deposits in Germany are also being investigated and their potential measured.

# Mineralische Rohstoffe



*Mineral Resources*

# Einführung

# Introduction

Die internationalen Rohstoffmärkte sind seit einigen Jahren aus der Balance einer überwiegend ausgeglichenen und preislich günstigen Versorgungslage geraten. Die zunehmend steigende Nachfrage nach Rohstoffen und die damit verbundenen Preisanstiege und -schwankungen sowie möglichen Versorgungsengpässe haben in Kreisen der deutschen Industrie zu Besorgnis geführt. Aufgabe des Staates ist es, den Rahmen der Rohstoffvorsorge dauerhaft und von Konjunkturzyklen unabhängig zu flankieren und der Wirtschaft eine technisch-ökonomische Infrastruktur zur Verfügung zu stellen.

Um diesen Aufgaben Rechnung zu tragen, hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010 die „Deutsche Rohstoffagentur“ in der BGR gegründet. Die Kernaufgabe ist die Unterstützung der deutschen Wirtschaft bei der Rohstoffversorgung durch Erhöhung der Markttransparenz sowie Darstellung von Rohstoffpotenzialen und Handlungsoptionen.

Die BGR beobachtet regelmäßig die globalen Rohstoffmärkte der Metalle, Industriemineralien, Steine und Erden. Darüber hinaus betreibt sie Rohstoffforschung gemäß ihrer Leitlinie „Nutzung der Geopotenziale zur nachhaltigen Sicherung und Verbesserung der Lebensbedingungen“. Sie entwickelt neue Explorationsstrategien, führt eigenständige Untersuchungen im Gelände sowie Labormessungen durch und verbessert bzw. entwickelt neue Erkundungs- und Prospektionsmethoden sowie rohstoff- und bergwirtschaftliche Instrumente mit innovativen Ansätzen. Die Untersuchung neuer und bislang nicht genutzter oder alternativer Rohstoffquellen soll zur Diversifizierung der Rohstoffbasis beitragen. Beispiele hierfür sind die von der BGR erworbene Lizenz für die marin-geowissenschaftliche Erforschung von Manganknollenvorkommen im Pazifik und die Erkundung von polymetallischen Sulfidvorkommen am Meeresboden des zentralen Indischen Ozeans.

Deutschland ist einer der größten Rohstoffkonsumenten weltweit, jedoch bei Metallrohstoffen völlig und einer Vielzahl von Industriemineralien überwiegend importabhängig. Rohstoffpolitische und rohstoffwirtschaftliche Entscheidungsträger tragen daher nicht nur Verantwortung für die heimische Produktion, sondern auch Mitverantwortung für die Produktionsweisen der Länder, aus denen wir Rohstoffe und Zwischenprodukte beziehen. Daher unterstützt die BGR auch die Bemühungen der deutschen und internationalen Politik um eine nachhaltige Nutzung von Rohstoffen und um mehr Transparenz auf den Rohstoffmärkten. Letztere soll insbesondere durch Vorhaben zur Rohstoffzertifizierung erreicht werden.

For a number of years now, the international commodity markets have no longer had a largely balanced supply situation with low prices. The ever stronger rise in demand for commodities linked with price increases and fluctuations, as well as potential supply shortages, have caused concern in German industry. It is the responsibility of the state to support a long-term framework for commodity supply that is not affected by economic cycles and provide a technical and economic infrastructure for industry.

To meet these challenges, the German Federal Ministry of Economics and Technology set up the German Mineral Resources Agency within BGR in 2010. Its core task is to support German industry in ensuring the supply of commodities by increasing market transparency and identifying commodity potentials and possibilities for action.

BGR regularly monitors the global commodity markets for metals, industrial minerals, rocks and earths. In addition, BGR carries out commodity research in accordance with its principle of “Using geological potentials to secure and improve living conditions sustainably”. BGR develops new strategies for exploration, carries out its own field studies and laboratory tests, and strives to improve existing or develop new exploration and prospecting methods or tools for commodity management and mining using innovative approaches. The aim of investigating new and so far unused or alternative commodity resources is to help diversify the commodities base. In its work, BGR also develops new exploration strategies and carries out its own field investigations. One such example is the licence acquired by BGR for marine geoscientific research into manganese nodule deposits in the Pacific.

Germany is one of the world's largest consumers of commodities, yet completely dependent on imports for metal commodities and largely dependent on imports for a large number of industrial minerals. Decisionmakers in commodity policy and the commodity industries are thus responsible not only for domestic production; they also share responsibility for the production methods in the countries from which Germany imports commodities and intermediate products. BGR therefore also supports the efforts of German and international policymakers towards a sustainable use of commodities and greater transparency on the commodity markets. The latter objective is to be achieved particularly with projects for commodity certification.

## INDEX: Metall-Quellen in der Tiefsee

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der BGR untersucht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie potenzielle Rohstoffe im Indischen Ozean. Im Rahmen des Projekts INDEX 2011 führten die DERA-Lagerstättenexperten vom 28. September bis 13. November 2011 eine Schiffsexpedition östlich von Madagaskar durch. Dabei wurde das Auftreten metallreicher Ablagerungen in der Tiefsee am Zentralindischen Rücken erkundet.

Auf der Grundlage deutscher Forschungsarbeiten in den 1980er und 1990er Jahren wurden Austrittsstellen metallreicher Lösungen am Meeresboden – so genannte Hydrothermalfelder („Schwarze Raucher“) – aufgesucht.

## INDEX: Metal resources in the deep sea

On behalf of the German Federal Ministry of Economics and Technology, the German Mineral Resources Agency (DERA), part of BGR, is investigating potential commodity resources in the Indian Ocean. As part of the INDEX 2011 project, DERA mineral resources experts carried out a scientific expedition east of Madagascar from 28 September to 13 November 2011. The cruise investigated the occurrence of metal-rich deposits in the deep sea around the Central Indian Ridge.

Based on work carried out by German researchers in the 1980s and 1990s, the project team studied places where metal-rich solutions discharge at the sea floor, so-called hydrothermal vent fields (“black smokers”).



„Black Smoker“ – „Schwarze Raucher“ gelten als Austrittsstellen für metallreiche Lösungen.

*Black smokers represent places where metal-rich solutions discharge.*

Während der ersten Erkundungsfahrt wurden massive Erze mit sehr hohen Kupfergehalten aus Tiefen zwischen 2800 und 3400 Metern geborgen. „Die Felder besitzen mit Kupfergehalten von bis zu 24 % in Massenproben die höchsten Metallanreicherungen, die bisher vom Meeresboden bekannt sind. Die durchschnittlichen Gehalte liegen deutlich oberhalb der üblichen Kupferkonzentrationen in Landlagerstätten. Es gibt auch Hinweise auf möglicherweise wirtschaftlich bedeutsame Anreicherungen, vor allem an Edel- und Sondermetallen wie Gold, Silber, Wismut, Selen oder Indium – heute unverzichtbare Bausteine in elektronischen Bauteilen, z. B. der Photovoltaik und in Geräten der modernen Telekommunikations- und Computerbranche“, sagt Dr. Ulrich Schwarz-Schampera, Leiter der Expedition.

Die Ergebnisse bisheriger wissenschaftlicher Untersuchungen haben eine perlchnurartige Verteilung der aktiven Metall-Quellen entlang aller ozeanischen Spreizungszonen ergeben. „Die Häufigkeit des Auftretens der Erze und die hohen Metallgehalte haben zu einer Neubewertung des wirtschaftlichen Potenzials durch die internationale Gemeinschaft geführt“, so Lagerstättenkundler Schwarz-Schampera. Von besonderem Interesse sind dabei die hoch angereicherten, aber nicht mehr aktiven Gebiete in der Nähe neu entstandener „Schwarzer Raucher“.

During the first exploratory cruise, massive ores with very high copper content were recovered from depths between 2,800 and 3,400 m. “The copper content of these fields is the highest known metal accumulation in any marine deposit to date, with up to 24 percent found in bulk samples. The average content is well above the copper concentrations normally found in land deposits. There are also indications that there may be economically significant accumulations of precious metals and special metals such as gold, silver, bismuth, selenium or indium – nowadays critical elements of electronic components, e.g. in photovoltaics or modern telecommunications and computer equipment”, says Dr. Ulrich Schwarz-Schampera, the cruise chief scientist.

According to the findings of scientific studies to date, active metal resources can be found along all oceanic spreading zones, distributed like a string of pearls. “The frequency of occurrence of these ores and the high metal content have resulted in a reassessment of the economic potential by the international community”, says mineral resources expert Schwarz-Schampera. Areas with high concentrations that are no longer active but in close proximity to new black smokers are of particular interest.



*Bergung einer Metallsulfidprobe.*

*Recovery of a metal sulphide sample.*

Da die metallreichen Gebiete bereits häufig mit Tiefsee-Sedimenten bedeckt sind, werden zu ihrer Ortung – neben einer präzisen Kartierung des Meeresbodens – magnetische Verfahren eingesetzt. Weitere wichtige Informationen liefern punktuelle Meeresbodenproben.

Die Internationale Meeresbodenbehörde regelt den Zugang zu diesen Gebieten und ermöglicht seit 2010 die Beantragung von Erkundungslizenzen in internationalen Gewässern. Bisher wurden solche Lizenzen auf Hydrothermalfelder an China und Russland vergeben. Die DERA-Geologen untersuchen im Vorfeld einer möglichen deutschen Lizenzbeantragung die bekannten Areale. Dabei werden auch die marine Lebewelt und die herrschenden Umweltbedingungen dokumentiert. Am Projekt INDEX 2011 waren Biologen vom Deutschen Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung am Senckenberg-Institut (Wilhelmshaven) und Geophysiker vom Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel (IFM-GEOMAR) beteiligt.

Since the metal-rich areas are frequently covered by deep sea sediment, magnetic methods – in addition to a precise bathymetric mapping of the sea floor – are used to locate potential sites. Rock samples from isolated volcanic structures also provide important genetic information.

The International Seabed Authority governs access to these areas and has permitted applications for exploration licences in international waters since 2010. So far, such licences for hydrothermal vent fields have been granted and envisaged to China and Russia. The DERA geologists are investigating the known areas in detail prior to Germany's licence application. Their work includes the documentation of the marine flora and fauna and the prevailing environmental conditions. Participants in the INDEX 2011 project included biologists from the German Centre for Marine Biodiversity Research at the Senckenberg Institute (Wilhelmshaven) and geophysicists of the Leibniz Institute of Marine Sciences at Christian-Albrechts Universität zu Kiel (IFM-GEOMAR).



*Wissenschaftler entnehmen Proben von den vom Meeresgrund geborgenen Gesteinen.*

*Scientists taking samples from rocks recovered from the sea floor.*



## Seltene Erden: „Grüne Technologien“ durch kritische Versorgungslage gefährdet?

Die Versorgung mit Seltenen Erden stellt die deutsche Wirtschaft im Augenblick weiterhin vor Probleme. Während im Bereich der so genannten leichten Seltenen Erden (Cer, Lanthan u. a.) voraussichtlich in 2012 eine deutliche Entspannung eintritt, ist für die Nutzer von schweren Seltenen Erden (Dysprosium, Europium u. a.) kein Ende von Versorgungsengpässen abzusehen. Zu diesem Ergebnis kommt eine neue Kurzstudie der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der BGR.

„In Übereinstimmung mit internationalen Studien rechnen wir in der nahen Zukunft mit einer unzureichenden Versorgungslage besonders mit Europium, Terbium und Dysprosium“, erklärt der BGR-Experte und Autor der Studie, Dr. Harald Elsner. Die schweren Seltenen Erden finden in vielen so genannten „Grünen Technologien“ Verwendung, wie z. B. im Bereich der Windenergie. Auch die Produktion von energiesparenden Leuchtmitteln ist ohne schwere Seltene Erden nicht möglich.

Die unter dem Titel „Kritische Versorgungslage mit schweren Seltenen Erden – Entwicklung ‚Grüner Technologien‘ gefährdet?“ erschienene Kurzstudie verweist auf ein weiteres Problem. „Obwohl Substitutionsmöglichkeiten bestehen, könnte die augenblickliche Rohstoffsituation auch dazu führen, dass die Entwicklung von effizienteren Wind- und Wasserkraftwerken sowie die Ausbreitung der Elektromobilität gefährdet ist“, so Elsner. Deshalb steht für den Experten fest: „Trotz bereits eingesetzter großer Bemühungen um Maximierung der Recyclingquoten ist absehbar, dass künftig nur die Unternehmen von den großen Marktchancen im Bereich der „Grünen Technologien“ profitieren, die sich in der primären Rohstoffversorgung mit schweren Seltenen Erden abgesichert haben.“

Die im Rahmen der Newsletter-Reihe „Commodity Top News“ veröffentlichte DERA-Kurzstudie zeigt auf, in welchen Industriesektoren die schweren Seltenen Erden jeweils Verwendung finden und in welchen Mengen sie vermutlich bis zum Jahr 2015 zur Verfügung stehen. Zu den untersuchten schweren Seltenen Erden gehören elf Elemente, darunter mit der größten Bedeutung Yttrium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium und Erbium. In die Untersuchung flossen Informationen deutscher Firmen ein, die Seltene Erden verbrauchen, und mit denen sich die DERA seit ihrer Gründung regelmäßig austauscht.

## Rare earths: Supply shortages threaten “green technologies”?

German industry is still experiencing problems in ensuring adequate supplies of rare earths. Whereas an easing of the situation with regard to the so-called light rare earth elements (LREE, e.g. cerium, lanthanum) is expected in 2012, no end to supply shortages is in sight for users of heavy rare earth elements (HREE, e.g. dysprosium, europium). This is the finding of a new brief study by the German Mineral Resources Agency (DERA), part of BGR.

“In agreement with international studies, we are expecting an inadequate supply situation in the near future, particularly with regard to europium, terbium and dysprosium”, explains Dr. Harald Elsner, BGR expert and author of the study. HREE are used in many so-called “green technologies”, such as in wind energy. They are also essential for the production of energy-saving lights.

The brief study with the title “Kritische Versorgungslage mit schweren Seltenen Erden – Entwicklung ‚Grüner Technologien‘ gefährdet?“ (Critical supply situation for rare earths – development of “green technologies” at risk?) also mentions another problem. “Although there are possible substitutes, the current commodity situation could put the development of more efficient wind and water power stations or the more widespread use of electromobility at risk”, says Elsner. He is therefore sure that, despite the great efforts made already to maximise recycling rates, only those companies who have safeguarded their primary supplies of HREE can be expected to benefit from the great market opportunities available in the field of “green technologies”.

The DERA brief study, published as part of its “Commodity Top News” newsletter, indicates which sectors of industry use HREE, and what quantities of these elements are likely to be available up to 2015. The HREE studied include eleven elements, the most important ones being yttrium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium and erbium. The study used information provided by German companies using RE, with whom DERA has been sharing information on a regular basis since it was set up.

↓ Die Kurzstudie steht auf der Homepage der DERA als kostenloser Download zur Verfügung: [www.deutsche-rohstoffagentur.de](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de)

The brief study is available as a free download from the DERA website: [www.deutsche-rohstoffagentur.de](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de)

## Studie zum Potenzial mineralischer Rohstoffe Grönlands

Grönland wird langfristig zu einem sehr wichtigen Rohstofflieferanten – ähnlich Australien, Kanada, Südafrika oder Russland – aufsteigen. Dies ist das Ergebnis der Studie „Das mineralische Rohstoffpotenzial Grönlands“ der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der BGR.

## Study to establish the potential of Greenland's mineral resources

In the long term, Greenland will become a major supplier of raw materials, much like Australia, Canada, South Africa or Russia. That is the finding of the study "Das mineralische Rohstoffpotenzial Grönlands" (The potential of Greenland's mineral resources) carried out by the German Mineral Resources Agency (DERA), part of BGR.



Grönland verfügt dank seiner Jahrtausende andauernden geologischen Entwicklung, verbunden mit der Ablagerung verschiedenster Gesteine und dem Eindringen teils an Seltenen Metallen reicher Magmen über ein sehr großes Rohstoffpotenzial. Schon jetzt sind mehrere Erzkörper als riesengroß oder gigantisch – auch im Weltmaßstab – einzu-stufen. Dazu gehören Vorkommen von Gold, Platin, Seltenen Erden, Uran und Strontium. In der DERA-Studie wurden nur die vom Inlandeis freien Areale Grönlands berücksichtigt.

Grönland ist weltweit die größte Insel und überwiegend von mächtigem Inlandeis bedeckt. Sie liegt Europa geographisch nahe und ist politisch und wirtschaftlich mit dem EU-Mitglied Dänemark eng verbunden.

Für eine Rohstoffgewinnung in Grönland müssen Bergbau-firmen nicht nur die weltweit geltenden lagerstätten-spezifischen Mindestanforderungen an neue Rohstoffprojekte, sondern auch die sehr schwierigen klimatischen Verhältnisse bei ihren Investitionsentscheidungen berücksichtigen. Erschwerend kommen die fehlende Infrastruktur sowie die strengen Genehmigungsanforderungen hinzu, die aufgrund der hohen ökologischen Sensibilität an Projekte in der Arktis gestellt werden. Daher wird die Gewinnung von Rohstoffen in Grönland auch in Zukunft nur die Ausnahme und nicht die Regel sein.

Following billions of years of geological development combined with deposits of a wide variety of rocks and the penetration of magma, some of which is rich in rare metals, the potential of Greenland's mineral resources is very high. Already today, several of its ore bodies can be classed as enormous or giant – also on a world scale. They include gold, platinum, rare earths, uranium and strontium deposits. The DERA study only covered those areas of Greenland that are free from ice sheets.

Greenland, the world's largest island, is mostly covered by massive ice sheet. It is geographically near to Europe and has close political and economic links with the EU member state Denmark.

In their decisions to invest in an exploitation of mineral resources in Greenland, mining companies need to take into account not only the globally valid deposit-specific minimum requirements for new mineral resources projects, but also the very difficult climatic conditions. Further difficulties are the lack of infrastructure and the strict approval requirements that projects in the Arctic have to meet, because of the high ecological sensitivity. The mining of mineral resources in Greenland will therefore continue to be the exception rather than the rule in future.

### Studie „Deutscher Auslandsbergbau“ veröffentlicht

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der BGR hat die Studie „Deutscher Auslandsbergbau“ überarbeitet, aktualisiert und am 6./7. Oktober bei einer Veranstaltung mit dem Deutschen Industrie- und Handelskammertag (DIHK) offiziell vorgestellt. Für die Studie hat die DERA das Engagement von mehr als 80 deutschen Unternehmen und Privatinvestoren im Auslandsbergbau analysiert. Die DERA-Experten kommen dabei zu dem Ergebnis, dass 40 verschiedene Rohstoffe in knapp 1300 Abbaustellen in 65 Ländern gewonnen werden. Führend beim deutschen Auslandsbergbau ist die Gewinnung von Baurohstoffen vor Industriemineralen und Torf.

Insgesamt ist der deutsche Auslandsbergbau zwar breit aufgestellt, aber bei den für die deutsche Industrie dringend benötigten Metallen unterrepräsentiert, so ein Ergebnis der Studie. Nur ein Bruchteil der von deutschen Firmen bzw. mit deutscher Beteiligung im Ausland gewonnenen Rohstoffe wird nach Deutschland exportiert. Meist gelangen die Rohstoffe in den internationalen Rohstoffhandel oder dienen der Versorgung eigener Verarbeitungswerke im Ausland.

### Study “Deutscher Auslandsbergbau” published

Having revised and updated its study on Germany’s international mining activities, the German Mineral Resources Agency (DERA), part of BGR, officially presented the study at an event held jointly with the umbrella organisation of the German chambers of commerce and industry (DIHK) on 6 and 7 October. For the study, DERA analysed the involvement of more than 80 German companies and private investors in international mining activities. The DERA experts’ findings are that 40 different commodities are mined at almost 1,300 sites in 65 countries. The primary products of Germany’s international mining activities are raw materials for building, followed by industrial minerals and peat.

Overall, the study found Germany to be involved in a wide range of international mining activities, but underrepresented in the metals, which are urgently needed by German industry. Only a fraction of the resources mined internationally by either partly or wholly German-owned enterprises are exported to Germany. They are mostly sold on the international market or used to supply the companies’ own processing plants abroad.

---

↓ Die Studie „Deutscher Auslandsbergbau“ ist auf Anfrage bei der BGR erhältlich.

The study “Deutscher Auslandsbergbau” (Germany’s international mining activities) can be ordered from BGR.

# Ausblick

**E**s liegt im Interesse einer kontinuierlichen und gesicherten Rohstoffvorsorge, dass der Geologische Dienst Deutschlands sein spezifisches Wissen auf dem Gebiet der Rohstoff- und Bergwirtschaft sowie der Lagerstättenforschung von der Aufsuchung über die Gewinnungsphase bis hin zur Stilllegung, Verwahrung und Renaturierung aktiv einbringt. Die Turbulenzen an den Rohstoffmärkten, der illegale Handel mit Hochtechnologiemetallen und die Erkundung neuer Lagerstätten werden zunehmend die Aufgaben und Aktivitäten im Bereich der mineralischen Rohstoffe bestimmen. Mit der Gründung der „Deutschen Rohstoffagentur“ ist ein wesentlicher Schritt gelungen, der in den nächsten Jahren in enger Vernetzung von Wirtschaft, Politik und Forschung ausgestaltet werden wird. Ein wichtiges Ziel ist die Erhöhung der Markttransparenz durch die Bereitstellung von rohstoffwirtschaftlichen Analysen, Studien und Informationen.

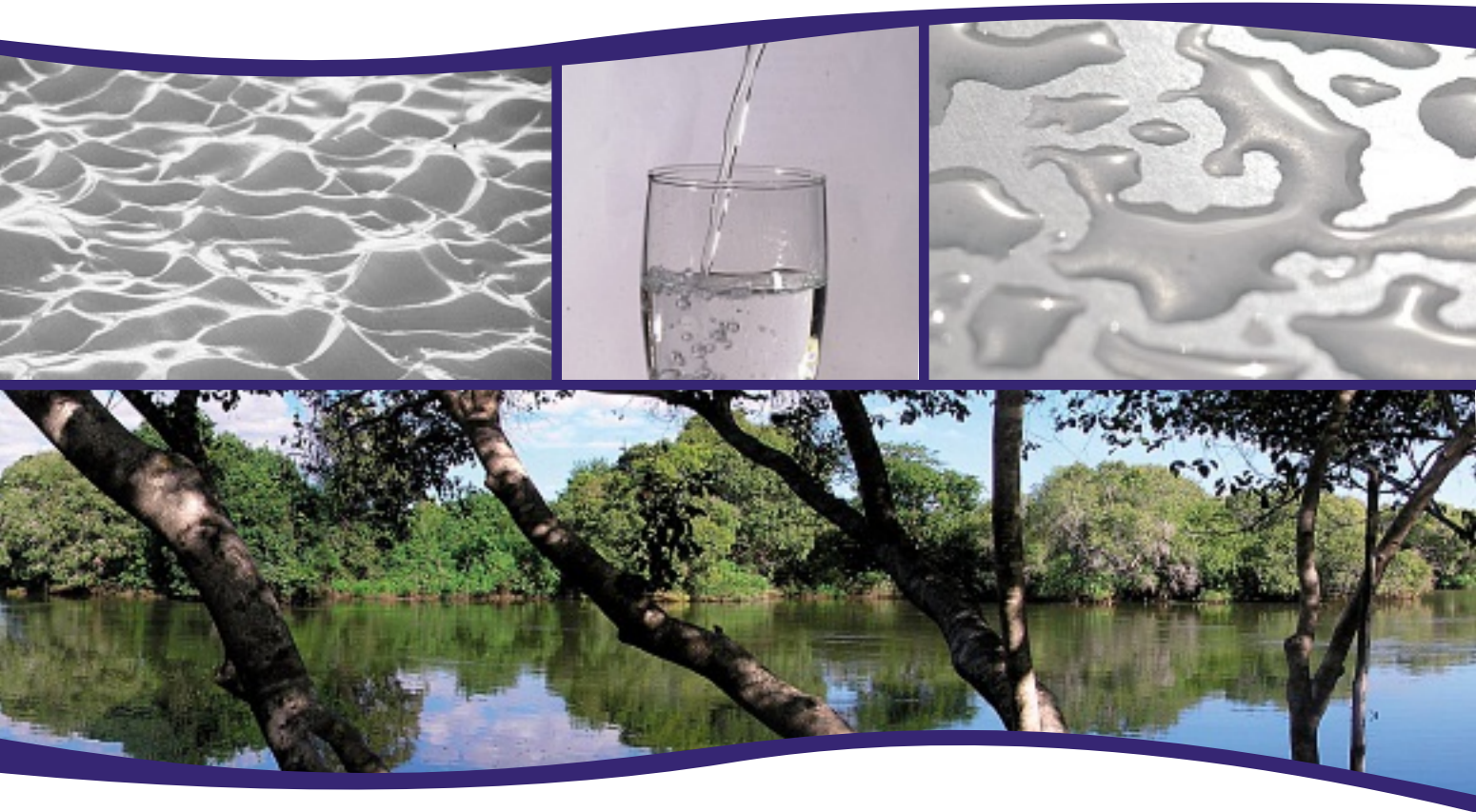
In Kooperationsprojekten mit der Wirtschaft und Rohstoffländern sollen insbesondere alternative Rohstoffpotenziale und Rohstoffeffizienzpotenziale aufgezeigt werden. Die eigene lagerstättenkundliche Forschung wird ihren Fokus auf den Hochtechnologiemetallen, die Nutzung von Bergbauhalden als sekundäre Rohstoffquellen und den Herkunftsnachweis von mineralischen Rohstoffen legen. Neben den Arbeiten zu marinen Manganknollen wird in den kommenden Jahren die Erkundung polymetallischer Sulfidlagerstätten an mittelozeanischen Rücken einen neuen Schwerpunkt der Rohstoffforschung bilden.

# Outlook

**I**n the interest of a continuous and reliable provision for commodity supplies, the Geological Survey of Germany is actively using its specific knowledge of the commodity and mining industries, and expertise in the researching of deposits, from exploration to the production phase and decommissioning, filling and restoration. Turbulences on the commodity markets, the illegal trade in high-technology metals, and the exploration of new deposits will more and more affect the tasks and activities relating to mineral resources. The setting up of the German Mineral Resources Agency has been a major first step, which will in the next years be developed further to build a close network between industry, politics and research. One major goal is to increase market transparency by making available commodity analyses, studies and information.

Cooperative projects with industry and the commodity-producing countries particularly aim to identify alternative resources potentials and potential efficiency savings in commodities. BGR's own research into deposits will focus on high-technology metals, the use of mine waste dumps as secondary sources of commodities, and the certification of origin for mineral resources. In addition to the work on marine manganese nodules, mineral resources research over the next years will focus on the exploration of polymetallic sulphide deposits at mid-ocean ridges.

# Grundwasser



*Groundwater*

# Einführung

# Introduction

**M**ehr als 60 % des Wassers für die Trinkwasserversorgung in Europa werden aus Grundwasser gewonnen. In vielen Entwicklungsländern ist der Anteil klimabedingt noch höher. Eine große Zahl natürlicher Grundwasservorkommen ist, insbesondere in Entwicklungsländern mit klimatisch bedingter geringer Grundwasserneubildung, durch Übernutzung sowie durch Schadstoffeinträge bedroht.

Viele Grundwasservorkommen in trockenen Gebieten kommen außerdem aufgrund der natürlichen Verhältnisse nicht für eine Nutzung in Frage, weil sie beispielsweise zu viel gelöste Salze enthalten. In anderen Bereichen kann die natürliche Belastung mit Schwermetallen die Nutzung der Grundwasservorkommen für die Trinkwassergewinnung ebenfalls sehr stark einschränken. Die BGR ist fachlicher Ansprechpartner auf nationaler und internationaler Ebene für Politik, öffentliche Verwaltung, Wirtschaft und gesellschaftliche Gruppen in allen relevanten Fragestellungen zu Grundwassernutzung und Grundwasserschutz. Sie unterstützt national und international gesetzgeberische und entwicklungspolitische Maßnahmen zur Sicherung der Ressource Wasser.

Das integrierte Wasserressourcen-Management hat dabei für die BGR eine besondere Bedeutung. Dazu gehört auch die Bereitstellung von Entscheidungswerkzeugen, die eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser für die Menschen unverzichtbaren natürlichen Ressource ermöglichen.

**I**n Europe, a share of more than 60 % of the drinking water supply is extracted from groundwater. Due to local climatic conditions, this share is much greater in developing countries. In these countries, natural groundwater resources are threatened by over-exploitation or pollution, especially if groundwater recharge is low due to climatic conditions.

Furthermore, groundwater resources in arid areas frequently show, due to the natural conditions, high concentrations of dissolved salts. This way, these resources cannot be used. In other regions, natural contamination of the water with heavy metals may also restrict the use of groundwater for drinking water purposes. BGR is a technical consultant at a national and international level for governments, public administrations, industry and social groups, providing advice on all issues concerning groundwater use and groundwater protection. BGR assists national and international legislative and development policy measures to safeguard water as an important resource.

In this context, integrated water resource management is of particular significance to BGR. This also includes the development of decision making tools to assist the sustainable exploitation of this vital natural resource.

## Hubschrauber-Messungen für das Projekt CLIWAT

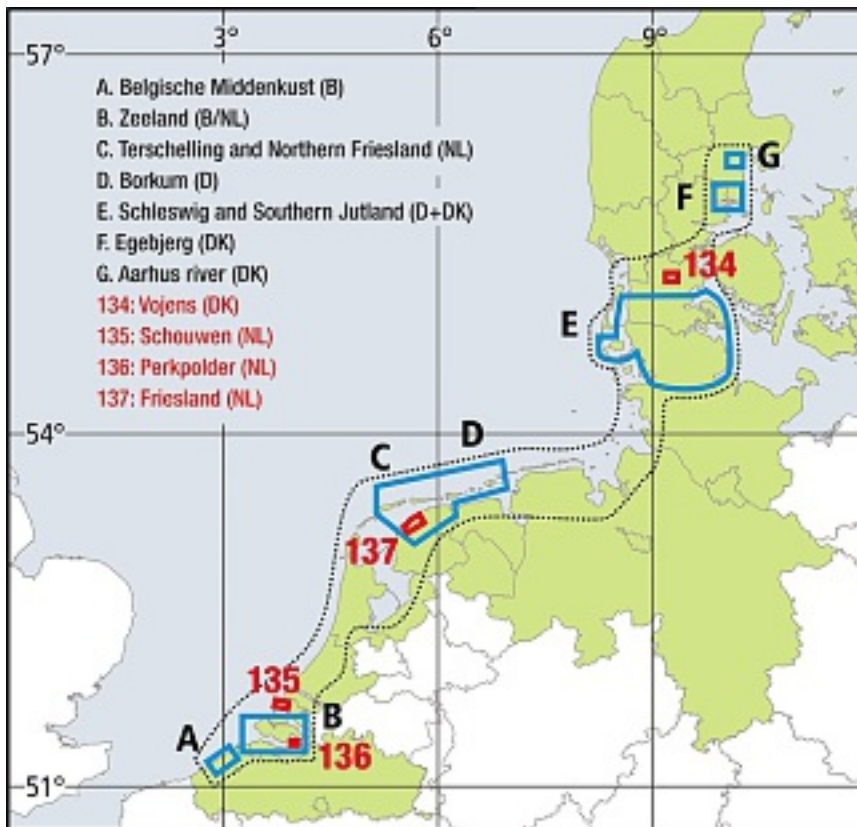
Im Februar 2012 endete nach drei Jahren Laufzeit das Interreg-IVb-Projekt CLIWAT (Climate & Water). Im Rahmen dieses von der EU geförderten Nordseeprogramms haben multinationale (Belgien, Deutschland, Dänemark, Niederlande) und multidisziplinäre Partner (Behörden, Ingenieurbüros, Universitäten) die Auswirkungen des Klimawandels auf das Grund- und Oberflächenwasser sowie die damit verbundenen Folgen auf die Nord- und Ostseeküste untersucht.

Aufgabe der BGR war es, in vier Pilotgebieten Hubschrauber-Befliegungen durchzuführen. Mit den dabei erfassten aeroelektromagnetischen Daten wurde die räumliche Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit im Untergrund bestimmt. Aus der Leitfähigkeit wurden wiederum Informationen sowohl über die Mineralisation des Grundwassers als auch über geologische Strukturen im Erdinneren gewonnen. Beides fließt in die Grundwassermodellierungen ein, die von den Projektpartnern vorgenommen werden.

## Helicopter surveys for the CLIWAT-project

After a duration of about three years, the INTERREG IVb project CLIWAT (Climate & Water) ended in February 2012. Under this EU-funded North Sea Region Programme, multinational (Belgium, Germany, Denmark, Netherlands) and multidisciplinary partners (authorities, engineering firms, universities) have been studying the impact of climate change on groundwater and surface water as well as the implications for the North Sea and Baltic coastlines.

It was BGR's task to carry out helicopter surveys over four pilot areas. The aero-electromagnetic data thus recorded were used to determine the spatial distribution of electrical conductivity in the subsurface. The conductivity data provided information about the mineralisation of the groundwater and about the geological structures in the Earth's interior. Both sets of data are being used in the groundwater modelling work undertaken by the project partners.



Die verschiedenen Untersuchungsgebiete an Nord- und Ostsee innerhalb des Projektes CLIWAT. Blau eingezeichnet sind die Pilotgebiete. Rot markiert sind jeweils die Befliegungsgebiete der BGR.

The different areas on the North Sea and Baltic surveyed for the CLIWAT project. The pilot areas are marked in blue. The areas surveyed from the BGR helicopter are marked in red.

Die Zielstellung des EU-Projekts CLIWAT ist die Untersuchung der Auswirkungen eines möglichen Klimawandels auf die Gebiete der Nord- und Ostsee. Derzeit sagen verschiedene Klimastudien einen Anstieg des mittleren Meeresspiegels um etwa 0,5 bis 1,5 m bis zum Ende des Jahrhunderts voraus. Gleichzeitig besagen Klimamodelle, das mit vermehrtem Starkregen in dieser Region zu rechnen ist. Nord- und Ostseeküste wären von solchen Szenarien besonders betroffen, insbesondere die Regionen, die knapp über oder jetzt schon unter dem mittleren Meeresspiegel liegen.

Zur Untersuchung wurden von den Projektpartnern sechs strategische Zielgebiete ausgewählt. In vier Gebieten sind mit dem Hubschrauber-Elektromagnetik-System (HEM) der BGR der jetzige Status der Grundwasserstrukturen und Versalzungen durch eindringendes Meerwasser bestimmt worden. Die damit ermittelten 3D-Datensätze für Gebiete im südlichen Jütland (Dänemark), Schouwen und Perkpolder in Zeeland (Niederlande) und im nördlichen Friesland (Niederlande, Deutschland) dienen der Modellierung der jeweiligen Grundwasserstrukturen.

Die Modellierungen selbst wurden von Gruppen in den Niederlanden und Dänemark ausgeführt. Die BGR trug Verantwortung dafür, dass die HEM-Daten dort optimal genutzt werden konnten. Die Ergebnisse der im Sommer 2009 mit dem BGR-Hubschrauber durchgeführten Befliegungen aller Messgebiete sind in vier Technischen Berichten beschrieben. Die generellen CLIWAT-Projektergebnisse wurden in einem „Special Issue“ der Zeitschrift „Hydrology and Earth System Sciences“ (HESS) veröffentlicht und auf der Abschlusskonferenz in Aarhus (DK) am 5. Januar 2012 präsentiert. Darüber hinaus wurde ein CLIWAT-Handbuch erstellt, das unter [www.cliwat.eu](http://www.cliwat.eu) abgerufen werden kann. Das Handbuch bietet eine Darstellung der angewandten Methoden und deren Auswertungen für das Projekt.

The aim of the EU-project CLIWAT is to study the impacts of a possible climate change on the North Sea and Baltic regions. Different climate studies currently forecast a rise in the mean sea level of about 0.5 to 1.5 m by the end of the century. At the same time, climate models predict an increase in heavy rains for this region. The North Sea and Baltic coastlines would be particularly affected by these scenarios, especially those regions that are currently just above or already below the mean sea level.

The project partners selected six strategic target areas for their study. In four areas, BGR's helicopter electromagnetic system (HEM) was used to determine the current status of groundwater structures and salination resulting from the penetration of seawater. The 3D data records thus obtained for areas in southern Jutland (Denmark), Schouwen and Perkpolder in Zeeland (Netherlands) and in northern Friesland (Netherlands, Germany) serve to model the groundwater structures in each area.

Teams in the Netherlands and in Denmark performed the modelling work. BGR was responsible for ensuring that best use could be made of the HEM data. The findings from the airborne surveys carried out in all survey areas in summer 2009 using the BGR helicopter have been compiled in four technical reports. The general CLIWAT project findings have been published in a special issue of the journal "Hydrology and Earth System Sciences" (HESS). They were also presented at the final conference in Aarhus (Denmark) on 5 January 2012. Moreover, a CLIWAT handbook has been prepared, which can be accessed at [www.cliwat.eu](http://www.cliwat.eu). It presents the methodology used and the analyses produced for the project.



## Neue globale Grundwasserkarte im Maßstab 1:50 Millionen

Die globalen Wasserressourcen stehen aufgrund von Bevölkerungswachstum, beschleunigter Verstädterung und Industrialisierung, Intensivierung der Landwirtschaft, Tourismus und beschleunigtem Klimawandel zunehmend unter Druck. Die damit einhergehende Verschlechterung von Wasserverfügbarkeit und -qualität wirkt sich wiederum deutlich negativ auf die wirtschaftliche Produktion, Gesundheit und die Lebensgrundlage der Menschen sowie Natur und Umwelt aus. Daher ist ein effektives Management aller Süßwasserressourcen unerlässlich.

Um den vielschichtigen Aspekten bei der Bewirtschaftung ihrer Wasserressourcen gerecht zu werden, sind inzwischen viele Staaten bestrebt, das Konzept des Integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM) sowohl auf nationaler Ebene als auch für ganze Flusseinzugsgebiete konsequent umzusetzen. Der IWRM-Ansatz betrachtet Ressourcenfragen sektorübergreifend aus einer multidisziplinären Perspektive und umfasst explizit die gleichberechtigte Berücksichtigung von Oberflächenwasser und Grundwasser. Oft wird sich bei der praktischen Umsetzung von IWRM allerdings auf große Flüsse und Seen konzentriert und deren Einzugsgebiete werden als die wesentliche Bewirtschaftungseinheit betrachtet. Das weniger offensichtlich in Erscheinung tretende Grundwasser im Untergrund wird dagegen nicht selten weitestgehend vernachlässigt.

Die neue Weltkarte „Flusseinzugsgebiete und Grundwasserbecken der Welt“ soll grundsätzlich das Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Oberflächengewässern und dem Grundwasser sowie deren kohärente und sich sinnvoll ergänzende Nutzung fördern. Ziel ist es, Wassermanagern und politischen Entscheidungsträgern die Notwendigkeit näherzubringen, Grundwasser in Ressourcenmanagement Plänen ausreichend zu berücksichtigen. Nur so können Grundwasservorkommen ihre Funktion als wichtige Quelle für die Trinkwasserversorgung, Landwirtschaft und Industrie sowie den Erhalt von Ökosystemen nachhaltig sichern.

↓ **Weitere Informationen sind verfügbar unter:**  
[www.whymap.org](http://www.whymap.org)



Die Karte wurde im Rahmen des Projektes „Worldwide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme“ (WHYMAP) erarbeitet.

The map was derived from the "World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme" (WHYMAP).

## New global groundwater map at the scale of 1:50 Million

Global water resources are coming increasingly under pressure, because of population growth, accelerated urbanisation and industrialisation, the intensification of agriculture, tourism, and climate change. This is accompanied by deteriorating water availability and quality, which in turn has a negative impact on economic production, human health and livelihood, and on nature and the environment. An effective management of all freshwater resources is thus essential.

In order to address the multi-faceted nature of water resources management, many countries are by now striving to consistently implement the concept of integrated water resource management (IWRM) at the national level as well as the river basin level. The IWRM process considers resource issues across sectors from multidisciplinary perspectives and explicitly includes coherent and consistent consideration of both surface water and groundwater. In the practical implementation of IWRM, however, the focus is often on major rivers and lakes, and their drainage basins are considered as the key management units. It is not uncommon for the groundwater below the surface, being not so clearly visible, to remain largely neglected.

The new global map "River and groundwater basins of the world" has been prepared to promote a general understanding for the links between surface water and groundwater and their coherent and complementary use. It aims to make water managers and political decision-makers understand the necessity of sufficiently taking into account groundwater in resource management planning. That is the only sustainable way of preserving the function of groundwater resources as a major source

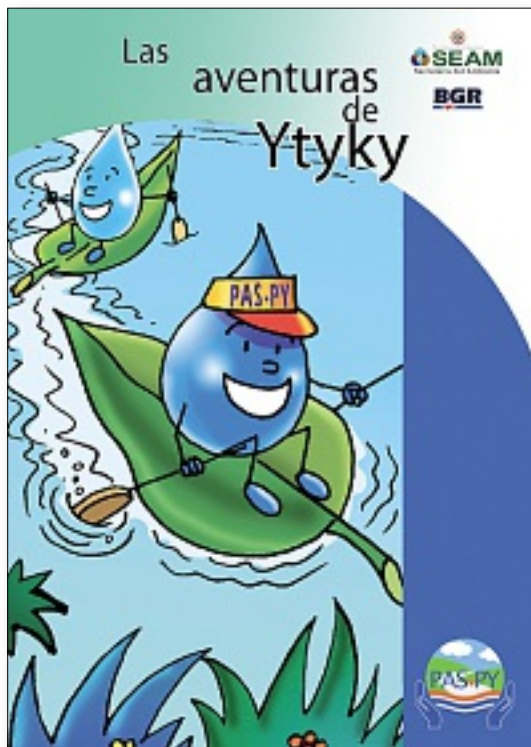
for the drinking water supply, agriculture and industry, and of sustaining ecosystems.

↓ **Further information is available at:**  
[www.whymap.org](http://www.whymap.org)

## Paraguays Grundschüler lernen mit Grundwasser-Comic

In Zusammenarbeit mit dem Umweltministerium von Paraguay hat die BGR einen Grundwasser-Comic in spanischer Sprache herausgegeben. Die „Aventuras de Ytyky“ (übersetzt: „Die Abenteuer des Ytyky“) sind Teil des vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) finanzierten Projektes „Verbesserung des dezentralen Grundwasserschutzes“, das von der BGR in Paraguay gemeinsam mit dem Umweltministerium des Landes durchgeführt wurde. Bisher wurden 40 000 Exemplare des 42-seitigen Comics verteilt.

Der Comic wurde für Grundschüler entwickelt, um sie an die Thematik „Wasser und Umwelt“ heranzuführen. Dabei begleitet der Leser Ytyky (Guaraní-Sprache für „Wassertropfen“) durch sieben Abenteuer, die verschiedene Themen berühren: 1. Wasserkreislauf, 2. Wasserverschwendung, 3. Wasserver-



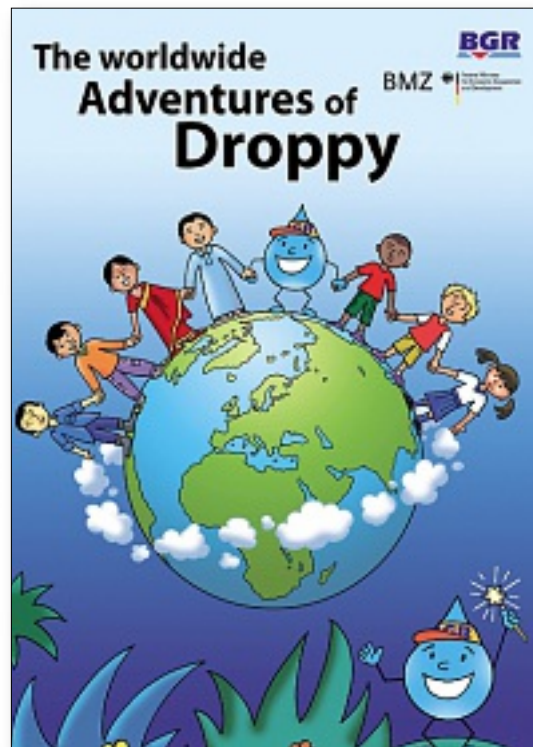
*Der Grundwasser-Comic führt auf spielerische Weise an das Thema „Wasser und Umwelt“ heran und ist auf Spanisch und Englisch erhältlich.*

*The groundwater comic gives a playful introduction to the subject “water and the environment”. It is available in Spanish and English.*

## Groundwater comic for primary school children in Paraguay

In collaboration with Paraguay’s Ministry for the Environment, BGR has published a Spanish-language groundwater comic. The “Aventuras de Ytyky” (“The Adventures of Ytyky”) form part of the project “Improvement of decentralised groundwater conservation”, funded by the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development (BMZ) and implemented in Paraguay jointly by BGR and the country’s own ministry for the environment. To date, 40,000 copies of the 42-page comic have been distributed.

The comic was developed to introduce primary school children to the subject “water and the environment”. The reader follows the adventures of Ytyky (“water drop” in the Guaraní language), which deal with seven different topics: 1. water cycle, 2. water wastage, 3. water pollution through waste





schmutzung durch Abfälle (Schwermetalle, Öle etc.), 4. Wasser-  
verschmutzung durch Fäkalien (in Paraguay verfügen kaum 5 %  
der Bevölkerung über einen Anschluss an das Abwassernetz),  
5. Wasser und Landwirtschaft (in Paraguay besonders wichtig),  
6. Arten der Nutzung von Wasser und 7. Nachhaltigkeit.

Ytyky trifft dabei auf Menschen, besonders Kinder, die mit  
ihm die verschiedenen Probleme rund um das Wasser kennen-  
lernen. Einige Probleme werden erst durch die Unkenntnis der  
beteiligten Personen geschaffen. Im Comic werden Probleme  
durch negative Charaktere (Schwermetalle, Öltropfen, Fäkal-  
bakterien) visualisiert. Ytyky hilft aber immer eine Lösung  
für die Probleme zu finden, so dass der Comic generell nicht  
anklagend-negativ sondern positiv-konstruktiv angelegt ist.

Zusätzlich gibt es ein Begleitheft für Lehrer, in dem Hinter-  
gründe zu den jeweiligen Abenteuern anhand von Beispielen  
aus dem Land näher erläutert werden. Für den Klassenraum  
gibt es zwei Poster zu den Themen „Wasserkreislauf“ und  
„Wasserverschmutzung“ mit den Charakteren des Comics.

Das Abenteuer „Wasserkreislauf“ wurde in einen 5-minü-  
tigen Animationsfilm umgesetzt. Zur Auflockerung wird das  
ganze durch Spielmaterial in Form eines Brettspieles (Wasser-  
kreislauf mit Ereignisfeldern) und ein Memoryspiel mit Motiven  
aus dem Comic abgerundet. Für die ganz Kleinen wurde ein  
Puppentheaterstück auf Basis des Comics erarbeitet.

Das Paket erfreut sich in Paraguay großer Beliebtheit und  
wird von vielen Grundschulen im Unterricht eingesetzt.

Seit März 2012 ist auch eine neu bearbeitete Version in  
englischer Sprache mit dem Titel „The Adventures of Droppy“  
erhältlich.

**Kontakt: [georg.houben@bgr.de](mailto:georg.houben@bgr.de) (Spanische Version)**  
**Contact: [georg.houben@bgr.de](mailto:georg.houben@bgr.de) (Spanish version)**

(heavy metals, oils etc.), 4. water pollution through sewage  
(in Paraguay barely 5 percent of the population are connected  
to the mains sewage system), 5. water and agriculture (of  
particular importance in Paraguay), 6. types of water use,  
and 7. sustainability.

Ytyky meets people, especially children, and learns with  
them about the different issues relating to water. Some prob-  
lems are created simply because of the ignorance of the people  
involved. The comic visualises problems using negative char-  
acters (heavy metals, drops of oil, faecal bacteria). But Ytyky  
always helps to find a solution to these problems, so gener-  
ally the comic has a constructive and positive rather than an  
accusatory and negative tone.

A teacher's book gives details of the background to each  
adventure, using examples from the country. Two classroom  
posters on the topics "water cycle" and "water pollution"  
featuring some of the comic's characters are also included.

The "water cycle" adventure has also been adapted for a  
5-minute animated film. To add fun to this educational pack-  
age, it also features a board game (water cycle with event  
fields) and a memory game with pictures from the comic. A  
puppet theatre play based on the comic has been developed  
for very young children.

The package is very popular in Paraguay and it is used for  
teaching by many primary schools.

Since March 2012, a new, revised edition in English entitled  
"The Adventures of Droppy" is also available.

**Bestellungen: [matthias.schoenfelder@bgr.de](mailto:matthias.schoenfelder@bgr.de)**  
**(Englische Version)**  
**order: [matthias.schoenfelder@bgr.de](mailto:matthias.schoenfelder@bgr.de) (English version)**

## Neue hydrogeologische Arbeitshilfe erschienen

Mit der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie sind die Anforderungen an hydrogeologische Daten erheblich gestiegen, insbesondere hinsichtlich einer grenzüberschreitenden Standardisierung sowie der digitalen Verfügbarkeit. Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (SGD) haben bereits früh einen erheblichen Teil der Aktivitäten der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Hydrogeologie auf die Koordinierung der Bereitstellung der erforderlichen hydrogeologischen Fachdaten konzentriert. Dies umfasste auch die Erarbeitung eines Konzeptes für digitale hydrogeologische Kartenwerke im Maßstab 1:50000, woraus die aktuell vorliegende Publikation „Fachinformationssystem Hydrogeologie: Standards für ein digitales Kartenwerk“ hervorgegangen ist.

## New guide for hydrogeological data published

With the implementation of the European Water Framework Directive, the requirements for hydrogeological data have risen considerably, particularly in terms of a cross-border standardisation and their digital availability. Early on, the state geological surveys of Germany (SGD) focused the activities of the ad-hoc working group Hydrogeology on coordinating the provision of the necessary hydrogeological data. This included developing a concept for a digital hydrogeological map series with a 1:50,000 scale; from this, the current publication "Technical information system hydrogeology: Standards for a digital map series" has evolved.



*Die neue hydrogeologische Arbeitshilfe enthält wichtige Empfehlungen der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands für die Erarbeitung digitaler Karten.*

*The new hydrogeological guide contains important recommendations by the state geological surveys of Germany for the development of digital maps.*

Sie enthält Empfehlungen und Standards für eine grenzüberschreitend harmonisierte Erhebung, Auswertung und Darstellung digitaler hydrogeologischer Daten und ergänzt damit die noch stärker an einer analogen Arbeitsweise orientierte „Hydrogeologische Kartieranleitung“ aus dem Jahr 1997.

Digitale Kartenwerke und Informationssysteme erfordern ein hohes Maß an Formalisierung und Standardisierung der fachlichen Inhalte und Arbeitsabläufe. Vor diesem Hintergrund werden die hydrogeologische Nomenklatur sowie hydrogeologische Objekte, Versuche, Themen, Auswertungsmethoden und Produkte behandelt. In erster Linie stellt die Hydrogeologische Kartieranleitung eine Arbeitshilfe für die Staatlichen Geologischen Dienste dar. Sie richtet sich aber ausdrücklich an alle, die hydrogeologische Daten erheben und verarbeiten, z. B. Universitäten und Ingenieurbüros.

Grenzüberschreitende Standardisierungen sind zudem ein zentraler Aspekt der Richtlinie zur Schaffung einer Geoda-

It includes recommendations and standards for the cross-border harmonised collection, analysis and visualisation of digital hydrogeological data, thus supplementing the 1997 instructions for hydrogeological mapping, which were still very much based on analogue methods.

Digital map series and information systems require a high level of formalisation and standardisation of the technical content and processes. That is the background for the publication's treatment of hydrogeological nomenclature, hydrogeological objects, experiments, subjects, analytical methods and products. The hydrogeological mapping instructions represent primarily an aid for the state geological surveys. But they explicitly cater for all those who collect and process hydrogeological data, e.g. universities or engineering firms.

Cross-border standardisation is a key aspect of the directive for the establishment of an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). This publica-

teninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (Infrastructure for Spatial Information in Europe, INSPIRE). Somit leistet der vorliegende Band auch einen Beitrag zu den aktuellen Diskussionen über den Austausch raumbezogener Grundwasserfachdaten auf europäischer Ebene.

Die Publikation „Fachinformationssystem Hydrogeologie: Standards für ein digitales Kartenwerk“ ist als Geologisches Jahrbuch in der Reihe G (Heft 13) erschienen und wird von der BGR und dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben. Der Band ist in deutscher Sprache erschienen und über den Geoshop Hannover erhältlich:

tion thus also makes a contribution to the current debate on sharing technical geodata on groundwater at the European level.

“Technical Information System Hydrogeology: Standards for a digital map series” has been published as a Geological Yearbook in the series G (issue 13) by the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) and the State Authority for Mining, Energy and Geology (LBEG). It is a German language publication that is available from Geoshop Hannover at:

---

 [www.geoshop-hannover.de](http://www.geoshop-hannover.de)

## Europäische Grundwasserkörper

### Internationaler Workshop in Berlin-Spandau

Der Gesamteuropäische Geologische Interessenverband EuroGeoSurveys und die BGR veranstalteten am 15. und 16. Dezember im BGR-Dienstbereich Berlin-Spandau den Workshop „Europäische Grundwasserkörper“. Inhaltlich konnte der gemeinsam organisierte Workshop an eine bereits im Jahr 2005 zum gleichen Thema durchgeführte Veranstaltung anknüpfen. Der Teilnehmerkreis umfasste 50 Experten aus 20 europäischen Ländern und mehreren internationalen Organisationen.

Die BGR ist von der Europäischen Umweltagentur (EEA) mit der Erstellung einer digitalen Übersichtskarte der europaweit berichteten Grundwasserkörper beauftragt. Grundlage hierfür sind die von den EU-Mitgliedsstaaten gelieferten digitalen Datensätze über Grundwasserkörper.



Die Workshop-Teilnehmer informierten sich über neue Methoden zur Abgrenzung von Grundwasserkörpern.

The workshop participants reviewed new methods for the delineation of groundwater bodies.

Aufgrund von strukturellen und inhaltlichen Unterschieden in den bislang gelieferten Daten und Fachinformationen, ist derzeit eine zusammenhängende europaweite Darstellung von Grundwasserkörpern nur bedingt möglich.

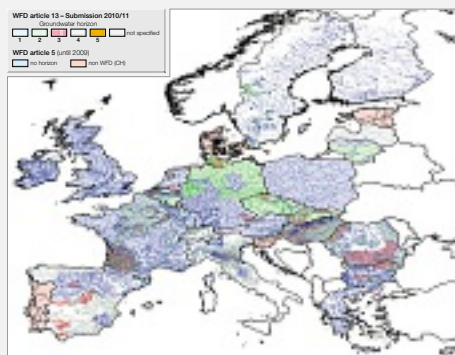
Auf dem Workshop in Berlin diskutierten die Grundwasserexperten daher Lösungsansätze und Konzepte für eine einheitliche Methodik der Abgrenzung von Grundwasserkörpern. Der aktuelle Stand der Zusammenstellung ist in Form der Kartenanwendung „Groundwater Viewer“ im Wasserinformationsportal WISE (Water Information System for Europe) veröffentlicht.

## European Groundwater Bodies

### Second international workshop held in Berlin

On 15 and 16 December, the pan-European association of the geological surveys of Europe, EuroGeoSurveys, and BGR together held the workshop on “European Groundwater Bodies” at the BGR regional office in Berlin-Spandau. With regard to content, the jointly organised workshop was to follow on from a meeting on the same subject held in 2005. The participants were 50 experts from 20 European countries and several international organisations.

BGR has been commissioned by the European Environment Agency (EEA) with the creation of a digital survey map of groundwater bodies reported throughout Europe. This is based on the digital data records about groundwater bodies provided by the EU member states.



Übersichtskarte der europäischen Grundwasserkörper (Stand: Ende 2011) mit Unterscheidung nach vertikalen Grundwasserhorizonten (siehe Zahlen in Legende) und Berichtsquellen.

Survey map of European groundwater bodies (as at the end of 2011) differentiating by vertical aquifer horizons (see figures in the key to the map) and reporting sources.

Since there are still structural and content inconsistencies in the data and technical information supplied so far, it is currently not possible to present a fully coherent picture of the groundwater bodies in Europe.

At the Berlin workshop, groundwater experts therefore discussed possible solutions and concepts for creating a standardised methodology for the delineation of groundwater bodies.

The compilation in its current state has been published in the form of a “groundwater viewer” on the website of WISE (Water Information System for Europe)“.

# Ausblick

**E**in großer Teil der weltweiten Süßwasser Reserven ist an Kluft- und Karstgrundwasserleiter gebunden. Sie können sehr große Mengen an Wasser enthalten. Gegenüber anthropogenen Einflüssen sind diese Grundwasserleiter sehr anfällig: Schädliche Einträge, z. B. aus defekten Abwasserleitungen oder wegen fehlender Aufbereitung von Abwässern bzw. Entsorgung von Abfallstoffen, können innerhalb kurzer Zeit solche Vorkommen derart verschmutzen, dass sie auf lange Zeit nicht mehr genutzt werden können. Der Schutzfunktion der Deckschichten über einem Wasserleiter, speziell im Karst, kommt daher eine große Bedeutung zu und stellt eine wichtige Querverbindung zum Themenfeld Ressource Boden her.

Ein Brunnen aus einem Karstgrundwasserleiter liefert in der Regel eine wesentlich höhere Förderleistung als ein Brunnen in einem sandigen Grundwasserleiter. Das kann zu Beginn einer Grundwassererschließung leicht zu der Annahme führen, dass ein nahezu unerschöpfliches Grundwasservorkommen angetroffen wurde. Da der Füllgrad eines Karstgrundwasserleiters zu Zeiten allgemeiner Trockenheit viel geringer sein kann, ist gerade hier ein auf den Einzelfall angepasstes Konzept für Nutzung und Schutz der Ressource erforderlich.

Die Grundwassernutzung für die Beregnung von Ackerflächen zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion wird in den kommenden Dekaden weltweit stark wachsen. Die BGR entwickelt Verfahren und Projekte zur gesteuerten Anreicherung der Grundwasservorkommen durch gezielte Versickerung von Niederschlagswasser, das sonst über Oberflächengewässer ungenutzt abfließen würde. Dafür stellt sie Basisinformationen, Methoden und Entscheidungswerkzeuge bereit, die – angepasst an die jeweilige Region – universell einsetzbar sind. So kann sichergestellt werden, dass Strategien zur nachhaltigen Wasser- und Bodennutzung entwickelt werden können.

# Outlook

**A** large share of global fresh water resources occurs in fractured and karst aquifers. These aquifers may contain very large quantities of water. However, they are very sensitive to anthropogenic influences such as toxic infiltration, e.g. from broken sewage pipes or inadequate sewage treatment. The disposal of waste may contaminate aquifers of this kind within very short periods of time and pollute the water in such a way that it is not usable for decades. The protective efficiency of the overburden covering an aquifer, especially in karst areas, thus, is of major importance and requires a close interdisciplinary link between hydrogeology and soil science.

A well in a karst aquifer usually produces water at a much higher rate than a well in a porous aquifer like sand or sandstone. When a groundwater extraction from a karst aquifer commences it may easily be assumed that an almost inexhaustible groundwater resource is being exploited. In many instances this impression at first glimpse turns out to be wrong. Because the water level of a karst aquifer may vary significantly between rainy and dry periods, tailor-made concepts for the use and protection of groundwater resources have to be developed for each individual case.

To boost food production, surface irrigation using groundwater will increase around the world in the next decades. BGR develops methods and manages projects for artificial recharge of groundwater resources by infiltration of rain water which would otherwise flow off with surface waters and remain unused. For projects of this type, BGR makes available basic information, methods and decision making tools which can be used universally and only need to be adapted to each specific region. This way, these strategies support the sustainable use of water and soil.



# Boden



# *Soil*

# Einführung

# Introduction

**B**öden sind unser Lebensraum und unsere Nahrungsgrundlage. Zunehmend gibt es konkurrierende Nutzungsansprüche an diese endliche Ressource. Ganz aktuell und mit steigender Intensität wird in der EU die Konkurrenz für den Anbau von Energiepflanzen diskutiert. Daneben hat der Flächenverbrauch für Siedlungen und Infrastruktur große Bedeutung wie auch Bodenerosion durch Wasser und Wind, Bodendegradation und Bodenverschlechterung durch Humusverluste aufgrund unangepasster Nutzungsarten. Dabei werden zunehmend Flächen für die Nahrungsmittelproduktion einer stetig wachsenden Weltbevölkerung benötigt.

Auch für den Wasserkreislauf haben die Böden eine wichtige Funktion. Sie schützen die in tieferen Schichten liegenden Grundwasserleiter, indem sie das Niederschlagswasser filtern und das Grundwasser vor schädlichen Einträgen aus natürlichen oder anthropogenen Quellen schützen. Die Erkundung und Bewertung natürlicher und anthropogen überprägter Böden und die Wechselbeziehungen zwischen Ursachen und Wirkung von Degradationsprozessen werden von den Bodenkundlern der BGR untersucht und beschrieben. Diese Erkenntnisse werden regional, auf Bundes- und EU-Ebene sowie in Projekten der Technischen Zusammenarbeit mit dem Ziel der nachhaltigen Nutzung und des Bodenschutzes bereitgestellt.

**S**oils are part of our habitat and the source of our food. This finite resource faces increasing competition. Currently and with growing intensity, cropping energy plants covers an increasing share of arable land. Further threats are soil erosion by water and wind, soil degradation and soil depletion from the loss of humus as a result of inappropriate practices. At the same time, the growing global population demands more food to be produced.

Furthermore, soils play a very important role in the water cycle. They filter the rain water and protect groundwater from contaminants from natural and anthropogenic sources. Soil scientists at BGR investigate and evaluate natural and anthropogenically modified soils. The interaction between soils and percolating water, the effects of degradation processes and natural background values of elements and chemical compounds are among the topics investigated by BGR. The results of our research are made available on a regional, national and EU scale as well as internationally with respect to raising the awareness of climate change. In addition, projects of technical cooperation on sustainable land management for food security are promoted by BGR.



(Quelle/Source: Wikimedia.org/ulrichulrich)

*Das neu entwickelte technische Regelwerk der BGR erleichtert auch den künftigen Bau von Erdgas-Hochdruckleitungen.*

*BGR's newly developed set of technical rules will also make the construction of high-pressure gas pipelines easier.*

## Neues Verfahren zur Bewertung von Böden bei Trassenplanungen

Unter Leitung der BGR haben deutsche Bodenexperten ein Verfahren entwickelt, das die Planung von Leitungstrassen, z. B. für Erdkabel und Gasleitungen, sowie die Kalkulation von Durchleitungsgebühren künftig erleichtert.

Die in der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden vertretenen Wissenschaftler der BGR und der Geologischen Dienste der Länder haben ein technisches Regelwerk aufgestellt, das eine bessere Bewertung von Böden mit Blick auf den erforderlichen Aufwand bei Erdarbeiten ermöglicht. Grundlage hierfür war die für Deutschland gültige Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5). Unter Verwendung von Informationen wie Bodenart, Steingehalt und Verwitterungsgrad der Gesteine wurde ein Ableitungsschlüssel entwickelt, der Netzbetreibern und Regulierungsbehörden gleichermaßen zur Verfügung steht.

## New procedure to assess soil ability for cable laying and pipeline construction

In a working group coordinated by BGR, German soil experts have developed a method that will make it easier in future to plan routes for underground cables or pipelines, and thus to have a reliable basis to calculate transit fees.

In the ad-hoc working group Soil, scientists from BGR and the state geological surveys have drawn up a set of technical rules that will permit a better assessment of soils in terms of the cost of earthworks required. They are based on the soil mapping guide (KA 5) for Germany. Using information such as soil type, rock content and degree of weathering of the rocks, a derivation key was developed that is available to both network operators and the regulatory authorities.

“With this completely new set of rules, it will be possible to use standard German soil maps published by the federal

„Durch dieses völlig neue Regelwerk wird es möglich, die in Deutschland gängigen Bodenkarten von Bund und Ländern auch für die Beurteilung des Aufwands beim Bau von Leitungstrassen zu nutzen“, erklärt BGR-Experte Dr. Wolf Eckelmann, Leiter der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden. Ohne diesen Ableitungsschlüssel waren Bodenkarten bisher nur eingeschränkt verwertbar, da deren Informationen nicht auf die für Erdarbeiten speziell entwickelte DIN 18300 angewendet werden konnten. Bodenkarten sind besonders deshalb gut geeignet, weil sie die obersten Schichten detaillierter beschreiben als viele andere geowissenschaftliche Karten.

„Bei richtiger Beurteilung des Aufwands für Erdarbeiten können die Kosten für den Bau von Leitungstrassen sicherer kalkuliert und auch reduziert werden“, betont BGR-Experte Eckelmann.

and state governments for an assessment of the cost of building routes“, explains BGR expert Dr. Wolf Eckelmann, head of the ad-hoc working group Soil. Without this technical key, soil maps had been of limited use, since the information they provide could not be applied to the DIN 18300 standard, which was developed specifically for earthworks. Soil maps are particularly suitable since they provide far more detail of the top layers than do many other geoscientific maps.

“If the scope of earthworks required is assessed correctly, it will be possible to calculate the costs of building cable and pipeline routes more accurately, or even reduce them“, stresses BGR-expert Eckelmann.

## Bodenregionen in Europa

Für die Planung und Berichterstattung in der europäischen Landwirtschafts- und Umweltpolitik werden vergleichbare georeferenzierte, möglichst hochauflösende Bodendaten als Informationsgrundlage benötigt. Daher gab das European Soil Bureau Network (ESBN) bereits 1998 eine Arbeitsanleitung heraus, in der die Methoden zur Entwicklung eines europaweit harmonisierten Bodenkartenwerks 1 : 250 000 beschrieben werden (Manual of Procedures of the Georeferenced Soil Database for Europe).

Bei der Entwicklung dieser Kartiermethodik hat sich gezeigt, dass eine regionale Stratifizierung von Bodeneinheiten nach sogenannten Bodenregionen notwendig ist, da Böden bei gleicher Benennung unterschiedliche Eigenschaften besitzen können, wenn sie in unterschiedlichen Verbreitungsgebieten vorkommen. Bodenregionen stellen die Grenzen solcher Verbreitungsgebiete dar. Beispielsweise haben Podsole im Südwesten Frankreichs andere Eigenschaften und sind mit anderen Böden vergesellschaftet als in Nordeuropa.

Da sich ein neues europäisches Gesamtkartenwerk 1 : 250 000 erwartungsgemäß aus nationalen und regionalen Kartenwerken zusammensetzt, ist darüber hinaus ein übersichtliches Gliederungsprinzip nach Bodenregionen nötig, um die Vielzahl existierender regionaler Legendeneinheiten (ca. 2 000 bis 3 000 allein in Deutschland) so zusammenzufassen, dass eine übersichtliche Darstellung und Auswertung auf europäischer Ebene möglich wird.

Aufgrund des beschriebenen Anwendungsbereichs sowie der Abgrenzungsmethodik können Bodenregionen als natürliche, überregionale bodengeographische Einheiten verstanden werden, die im Vergleich zu anderen europaweiten Kartierdaten die stärkste räumliche Generalisierung und inhaltliche Zusammenfassung aufweisen.

Die Bodenregionenkarte ist eine erste Informationsquelle für die Bewertung und Gliederung der Böden Europas. Sie bietet allgemeine Informationen und dient dem Vergleich der Bodenbildungsbedingungen in verschiedenen Klimagebieten. Ihre Grenzen sind stark generalisiert und nur für großräumige Darstellungen und Anwendungen gedacht. Sie ist die derzeitige einzige graphische Darstellung der Böden Europas, bei der alle Grunddaten im Rahmen eines abgestimmten Gesamtkonzepts einheitlich verarbeitet wurden. Verantwortlich für die Entwicklung dieser Karte war Dr. Reinhard Hartwich, ehemaliger Mitarbeiter der BGR und Co-Autor des europäischen Kartierhandbuchs „Manual of Procedures“. Während die Bodenregionenkarte zum jetzigen Stand als Gliederungskarte verstanden werden kann, verfeinert sich deren Linienführung im Zuge der Anwendungen im Maßstab 1 : 250 000 ganz wesentlich. Eine Fortschreibung dieser Datenbasis ist daher vorgesehen.

## Soil regions in Europe

European agricultural and environmental policies require comparable georeferenced, preferably high-resolution soil data as an information basis for planning and reporting. That is why the European Soil Bureau Network (ESBN) has published instructions for harmonized soil map across Europe as early as 1998; there, methods were defined for the development of a harmonised soil map series for Europe at a scale of 1 : 250,000 (Manual of Procedures of the Georeferenced Soil Database for Europe).

The development of this mapping methodology has shown that a regional stratification of soil units into so-called soil regions is necessary, since soils of the same name may have different characteristics in different climate zones, or landscapes with different land use histories. Soil regions form the boundaries of these broader areas of distribution. For instance, Podzols in the southwest of France have different properties and a different paragenesis than those in northern Europe.

A new European map series with a scale of 1 : 250,000 will be composed of national and regional map series. Consequently, a clearly structured categorisation by soil regions is necessary to combine the many existing regional map legend units (approx. 2,000 to 3,000 in Germany alone) in such a way as to allow a clear presentation and analysis at the European level.

Given the area of application described and the methodology for delineation, soil regions can be interpreted as natural, cross-regional geographic soil units with the highest degree of spatial generalisation and combination of content compared to other European mapping data.

The soil regions map is a first source of information for the assessment and categorisation of soils in Europe. It provides general information and allows a comparison of the soil formation conditions in different climate regions. It has very general boundaries and is intended only for large-scale representations and applications. The map currently provides the only graphic representation of soils in Europe in which all base data have been processed consistently according to a coordinated overall concept. Dr. Reinhard Hartwich, a former employee of BGR and co-author of the before-mentioned European soil mapping instructions was responsible for the development of this map. While the soil regions map in its current state can be considered a structural map, it will be increasingly refined during applications in 1 : 250,000 soil maps. A continuous revision of this data set is therefore foreseen.

Die folgenden Daten zur Karte der „Bodenregionen der Europäischen Union und ihrer Nachbarstaaten im Maßstab 1 : 5 Mio. (Version 2.0)“ stehen kostenfrei im Geoshop Hannover ([www.geoshop-hannover.de](http://www.geoshop-hannover.de)) zum Download zur Verfügung:

- GIS-Daten (ESRI Shapefile)
- Datenbank mit Kartenlegende (MS ACCESS DB)
- Erläuterungsbericht im pdf-Format (Sprache: Deutsch).

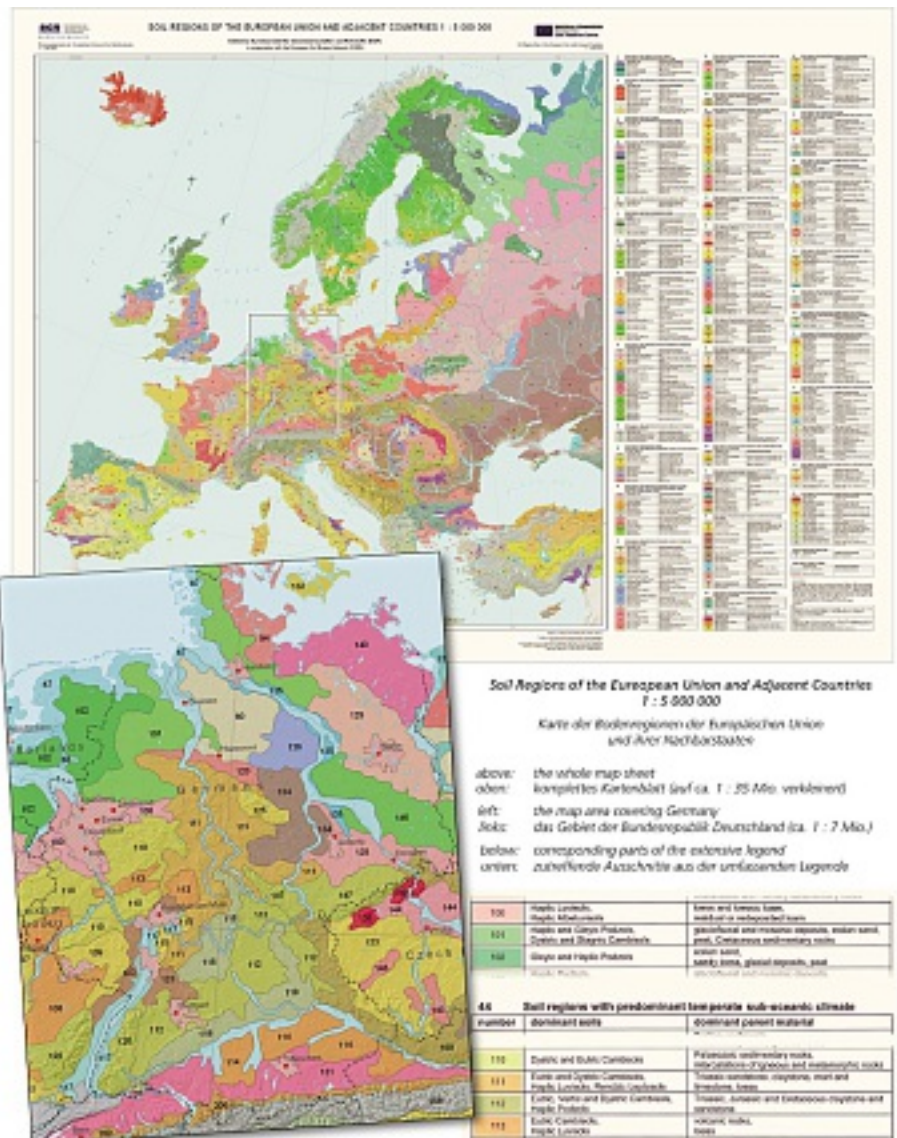
Darüber hinaus werden auch die Metadaten (BGR GEODAK) sowie ein Web Map Service (WMS) der Bodeneigenkarte angeboten. Gegen einen Unkostenbeitrag ist auch eine gedruckte Karte (gefaltet) erhältlich.

The following data for the Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1 : 5 mill. (Version 2.0)“ are available for free download from the BGR-Geoshop ([www.geoshop-hannover.de](http://www.geoshop-hannover.de)):

- GIS data (ESRI shapefile)
- Database with map legend (MS ACCESS DB)
- Explanatory report in pdf format (language: German)

An English summary can be made available on demand ([rainer.baritz@bgr.de](mailto:rainer.baritz@bgr.de)).

The metadata (BGR GEODAK) and a Web Map Service (WMS) for the soil regions map are also available. A printed (folded) map is available at a charge to cover costs.



Die Bodenregionenkarte Europas bündelt Informationen zur Charakterisierung von Böden.

The soil regions map of Europe provides an overview format about the distribution of soil landscapes in Europe.

## Mobilität von Silbernanopartikeln in Böden

Nanotechnologie hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. So erschienen allein im Jahr 2009 etwa 4 700 wissenschaftliche Artikel über Nanopartikel. Silbernanopartikel (AgNP) finden in zahlreichen Produkten des täglichen Bedarfs ihre Anwendung, u. a. in Verbandsmaterialien, Kühlschränken, Farben und Textilien.

Um Auswirkungen der Silbernanopartikel auf die Umwelt zu untersuchen, wurde das Forschungsvorhaben UMSICHT (Abschätzung der Umweltgefährdung durch Silber-Nanomaterialien: vom Chemischen Partikel bis zum Technischen Produkt) ins Leben gerufen. UMSICHT ist ein Verbundvorhaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), in dem zahlreiche Partner aus Forschung, Industrie und Behörden seit 2010 zusammenarbeiten. Aufgabe der BGR innerhalb des Verbundvorhabens ist es, die Mobilität von Silbernitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) und nanopartikulärem Silber in Böden zu untersuchen. In unserem Teilprojekt gibt es eine enge fachliche Zusammenarbeit mit der Leibniz Universität Hannover.

Zum Eintrag der Silbernanopartikel in Böden kommt es, wenn Nanopartikel über den Abwasserpfad in Kläranlagen gelangen und dieser Klärschlamm anschließend einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt wird. In unserem Teilprojekt werden an einem repräsentativen Gesamtkollektiv von 140 Bodenproben nach einer Methode von Utermann et al. (2007) Adsorptionsisothermen für Silbernitrat erstellt. Die Ergebnisse der Adsorptionsversuche mit  $\text{AgNO}_3$  sollen als Auswahlkriterium für rund 30 das Gesamtkollektiv repräsentierende Bodenproben dienen, die die gesamte Spanne des Sorptionsvermögens der Böden in Deutschland abdecken. Mit diesen Proben sollen anschließend grundlegende Adsorptionseigenschaften von AgNM-300k (Silbernanopartikel, OECD-Standard) untersucht werden. An einigen dieser ausgewählten Bodenproben sind Versuche mit citratstabilisierten AgNP geplant.

Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit wird die Charakterisierung einer kurz-, mittel- und langfristigen Remobilisierung von Silber und Silbernanopartikeln aus Böden und Boden-Klärschlamm-Gemischen sein. Hierfür sind umfangreiche Elutionsversuche mit Bodensäulen vorgesehen. Das Vorhaben läuft bis 2013.

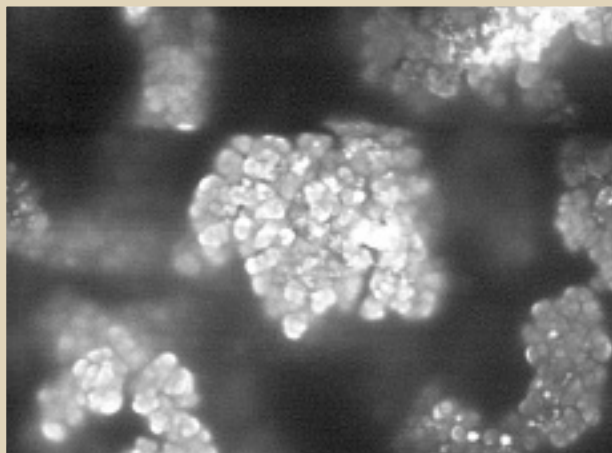
## Mobility of silver nanoparticles in soils

In recent years, nanotechnology has gained considerable importance. In 2009 alone, about 4,700 scientific papers on nanoparticles were published. Silver nanoparticles (AgNP) are used in many everyday products, e.g. in wound dressings, refrigerators, paints and textiles, mainly because of their antibacterial properties.

To study the impact of silver nanoparticles on the environment, the research project UMSICHT was set up. The German acronym UMSICHT, which means "caution" in German, stands for "Assessing the environmental hazard presented by silver nanomaterials: from chemical particles to technical products". It is a collaborative project of the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), in which a number of partners from research, industry and the public authorities have been participating since 2010. BGR's task within this collaborative project is to research the mobility of silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) and nanoparticulate silver in soils. For our subproject we work closely together with the Leibniz University in Hannover.

Silver nanoparticles enter the soil when they are transported in wastewater to sewage plants and are deposited in sewage sludge, which is then used in agriculture. In our subproject, we will measure adsorption isotherms for silver nitrate based on a method by Utermann et al. (2007) for a representative set of 140 soil samples. The results of the adsorption experiments with  $\text{AgNO}_3$  will serve as a criterion for the selection of about 30 soil samples that are representative of the set and cover the entire range of adsorption capacities found in soils in Germany. These samples will then be used to study basic retention processes of AgNM 300k (silver nanoparticles, OECD standard). Experiments using citrate-stabilised AgNP are planned on some of the selected soil samples.

A major aim of this research is the characterisation of a short-term, medium-term and long-term remobilisation of silver and silver nanoparticles from soils and sewage sludge-amended soils. This will involve extensive elution experiments using soil columns. The project will run until 2013.

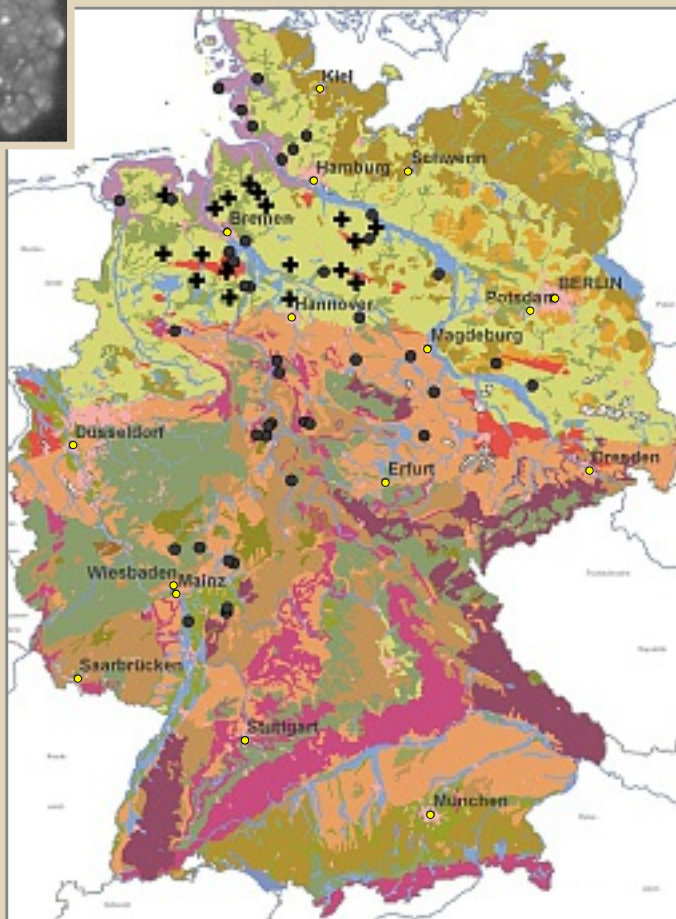


1 µm

Cluster von Silbernanopartikeln nach der Trocknung.  
Cluster of silver nanoparticles following drying.

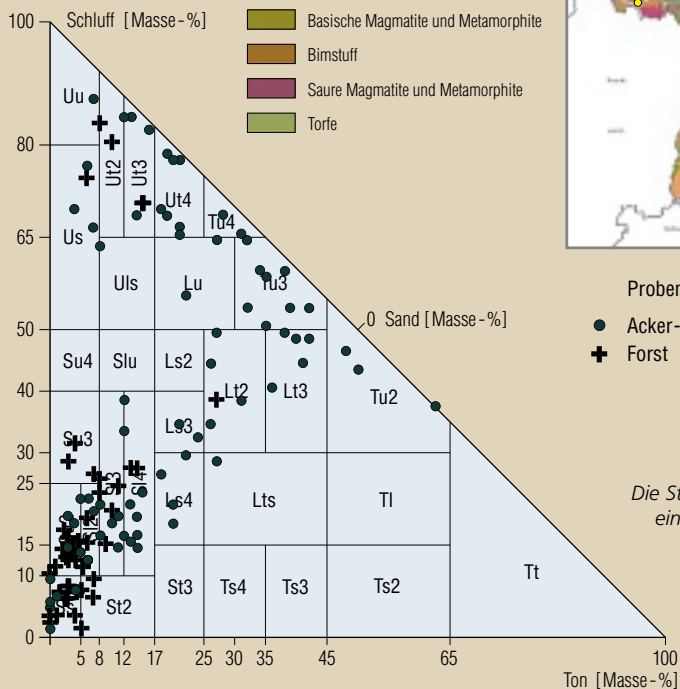
Karte der Gruppen von Bodenausgangsgesteinen in Deutschland.

Map of groups of soil source rocks in Germany.



Bodenausgangsgesteine

- Sedimente im Gezeitenbereich
- Auensedimente
- Fluss- und Schotterablagerungen
- Sande
- Geschiebemergel/-lehme im Wechsel
- Geschiebemergel/-lehme
- Löss
- Sandlöss
- Carbonatgesteine
- Tongesteine
- Sandsteine
- Basische Magmatite und Metamorphite
- Bimstuf
- Saure Magmatite und Metamorphite
- Torfe



Probenahmestandorte

- Acker-/Grünland
- Forst

Die Standorte der Probenentnahme sind lagerichtig in die Karte eingetragen. Das Bodendreieck enthält Angaben darüber, welcher Bodenart diese Proben zuzuordnen sind.

The position of the soil samples are marked in the map. The soil triangle contains information about the soil type to which the samples belong.



## BGR-Patent verbessert Herstellung von Biodiesel

Für die Forscher der Technischen Mineralogie in der BGR war es ein großer Erfolg. Für ihre Erfindung zur Aufreinigung von Biodiesel mittels Allophan und/oder Imogolite, die gemeinsam mit Spezialisten aus der Forschungsabteilung der Münchner Süd-Chemie AG gelang, erteilte ihnen das Deutsche Patentamt ein Patent.

Dank der Erfindung der Forscher aus Hannover und München kann Biodiesel künftig noch kostengünstiger hergestellt werden. Die Wissenschaftler entwickelten dazu eine Methode, bei der Biodiesel-Rohstoffe wie Pflanzenöl noch effektiver von störenden Substanzen befreit werden können. Dabei hilft ihnen das Tonmineral Allophan. Mit Hilfe des allophanreichen mineralischen Rohstoffs können die für den Einsatz als Treibstoff schädlichen Glyceride noch besser gebunden werden, was die Herstellung von Biodiesel wesentlich erleichtert.

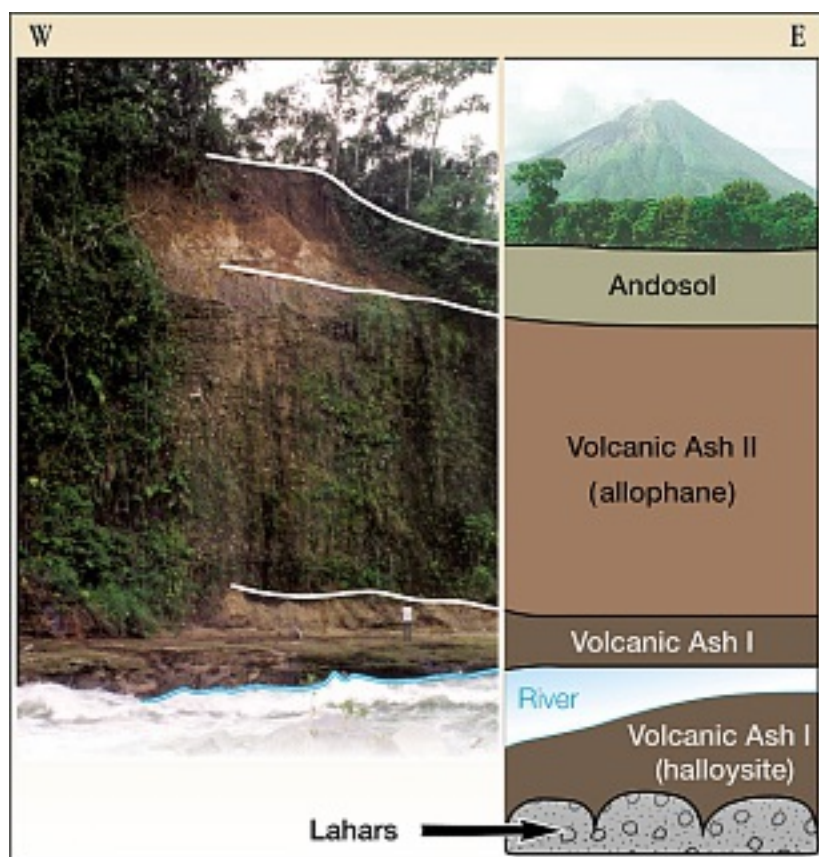
BGR-Forscher hatten Allophan bereits in den 1980er Jahren in Ecuador auf der Suche nach geeigneten lokalen Baustoffen für ein Projekt im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit

## BGR patent improves biodiesel production

Great success for the BGR researchers of the Technical Mineralogy group. For their invention of a purification process for biodiesel using allophan and/or imogolite, which they had developed jointly with experts from the research department of Münchner Süd-Chemie AG, they were awarded by a patent by the German Patent and Trademark Office.

With this invention by researchers from Hannover and Munich, the production costs of biodiesel can be decreased. The researchers have developed a method that can remove unwanted substances even more effectively from biodiesel feedstocks such as vegetable oil. The method relies on the clay mineral allophan. An allophan-rich mineral material can bind glycerides, which impair use as a fuel, making the production of biodiesel considerably easier.

As early as the 1980s, BGR researchers had discovered allophan in Ecuador while looking for suitable local building materials for a development cooperation project. In the BGR



Genetisches Modell (rechts) und Fotografie (links) des ecuadorianischen Allophanrohstoffs. Im küstennahen Bereich von Ecuador treten allophanreiche Tone mit Mächtigkeiten über 5 m auf.

Genetic model (right) and photography (left) of the allophan raw material from Ecuador. Allophan-rich clays with thicknesses of more than 5 m occur in Ecuador's coastal zones.

entdeckt. In den BGR-Laboren fanden die Wissenschaftler heraus, dass die Tonerde aus dem Tonmineral Allophan bestand, allerdings war es in dieser Mächtigkeit und Konzentration bis dahin noch nirgendwo auf der Welt beschrieben worden.

Die Allophan-tonerde entstand vor rund 20000 bis 5000 Jahren als Verwitterungsprodukt vulkanischer Aschen und ist damit geologisch gesehen noch ein sehr junges Gestein. Es besitzt eine sehr große Oberfläche mit sehr reaktiven Eigenschaften, die es für eine Vielzahl von technischen Anwendungen in der chemischen Industrie interessant macht.

Im westlichen Ecuador im Bereich der ‚Costa‘ treten oberflächennah in einem Gebiet von mehreren 100 km<sup>2</sup> allophanreiche Tone mit Mächtigkeiten über 5 m auf. Die Allophangehalte liegen durchschnittlich bei 50–60 Gewichtsprozent. Lokal können Gehalte von bis zu 80 Gewichtsprozenten vorkommen. Derart hohe Anteile dieses speziellen Tonminerals sowie Mächtigkeiten über 5 m sind generell äußerst selten.

Das ecuadorianische allophanhaltige Material kann als „special clay“-Vorkommen bezeichnet werden. Als Nebenbestandteile treten Feldspat, Hornblende, Magnetit, Cristobalit, Gibbsit sowie die Tonminerale Halloysit und Imogolit auf.

Generell handelt es sich um einen natürlichen Rohstoff, dessen Eigenschaften teilweise synthetischen Zeolithen entsprechen. Aufgrund kostengünstiger Produktion ist dieses Geomaterial für unterschiedliche Anwendungen geeignet. Das Anwendungspotenzial für die Produktion von Biodiesel wurde gezeigt. Ebenso wurde eine große Fluoradsorptionskapazität festgestellt, die existierenden Fluoridadsorber auf Apatitbasis sind allerdings nicht schlechter. Allophan adsorbiert zudem Phosphat und Arsenat – als Arsenatadsorber sind Eisenhydroxide aber besser geeignet. Stichprobenartige Tests indizieren ein großes Potenzial als Dioxinadsorber aus Rauchgasströmen, hier müssten aber weitere, systematische Tests durchgeführt werden.

Zusammenfassend basiert das Anwendungspotenzial von Allophan auf folgenden Eigenschaften:

- geringe Kristallitgrößen (Allophan: 30–50 Å)
- hohe spezifische Oberflächen (mittels BET-Methode (Stickstoff) ohne spezielle Vorbehandlung: 300–350 m<sup>2</sup>/g)
- ausgesprochene Mikroporosität (1–2 Å)
- hohes Adsorptionsvermögen für organische Substanzen.

laboratories, the scientists found that the clay soil consisted of the clay mineral allophane; however its thickness and concentration were unlike any other previously described occurrence anywhere in the world.

Allophane clay soil was formed around 20,000 to 5,000 years ago as a weathering product of volcanic ash. In geological terms, it is thus a very young rock. Allophane has a very large surface area with highly reactive properties, which makes it attractive for a large number of technical applications in the chemical industry.

In western Ecuador near the coast, allophane-rich clays with thicknesses of more than 5 m occur near the surface in an area covering several 100 km<sup>2</sup>. The average allophane content ranges from 50 to 60 percent by weight. Locally a content of up to 80 percent by weight can occur. Such a high content of this particular clay mineral and thicknesses above 5 m are generally very rare.

The allophane-containing material in Ecuador can be referred to as a “special clay” deposit. Additional minor constituents are feldspar, calcium amphibole, magnetite, cristobalite, gibbsite and the clay minerals halloysite and imogolite.

This is generally a naturally occurring resource whose properties are in some respects equivalent to those of synthetic zeolites. Because of low-cost production, this geomaterial is suitable for various applications. Its application potential for the production of biodiesel has already been shown. Moreover, it was found to have a high adsorption capacity for fluoride, though no better than existing apatite-based fluoride adsorbents. Although allophane also adsorbs phosphate and arsenate, ferric hydroxides are more suitable adsorbents of arsenate. Isolated tests suggest a high potential as an adsorbent of dioxine from flue gas flows, but further systematic tests are needed to confirm this.

In summary, the application potential of allophane is based on these properties:

- small particle sizes (allophane: 30–50 Å)
- high specific surface areas (using the BET method (nitrogen) without any special pretreatment: 300–350 m<sup>2</sup>/g)
- very high microporosity (1–2 Å)
- high adsorption capacity for organic substances.

## Mineralogen verbessern und normen Methode zur Bodenbestimmung

Die Forscher der Technischen Mineralogie der BGR und des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) haben eine neue Methode zur Bestimmung der Mobilität von Nährstoffen und Schadstoffen in Böden vorgestellt (Kationenaustauschkapazität, KAK). Das von systematischen Fehlern nahezu freie Verfahren zur KAK-Bestimmung auf der Basis des Cobalthexamin-Komplexes und einer vor dem Experiment durchzuführenden Calcitsättigung (CoHexcalcite-Methode) wurde von Dohrmann und Kaufhold (2009) entwickelt.

Jedem Tonmineral kann ein bestimmter KAK-Bereich zugeschrieben werden. Die traditionelle gepufferte Bariumchlorid-Methode (Mehlich-Verfahren) liefert bei ungünstiger mineralogischer Zusammensetzung (Anwesenheit von Calcium-Karbonaten und -Sulfaten) des Probenmaterials unbefriedigende Ergebnisse.

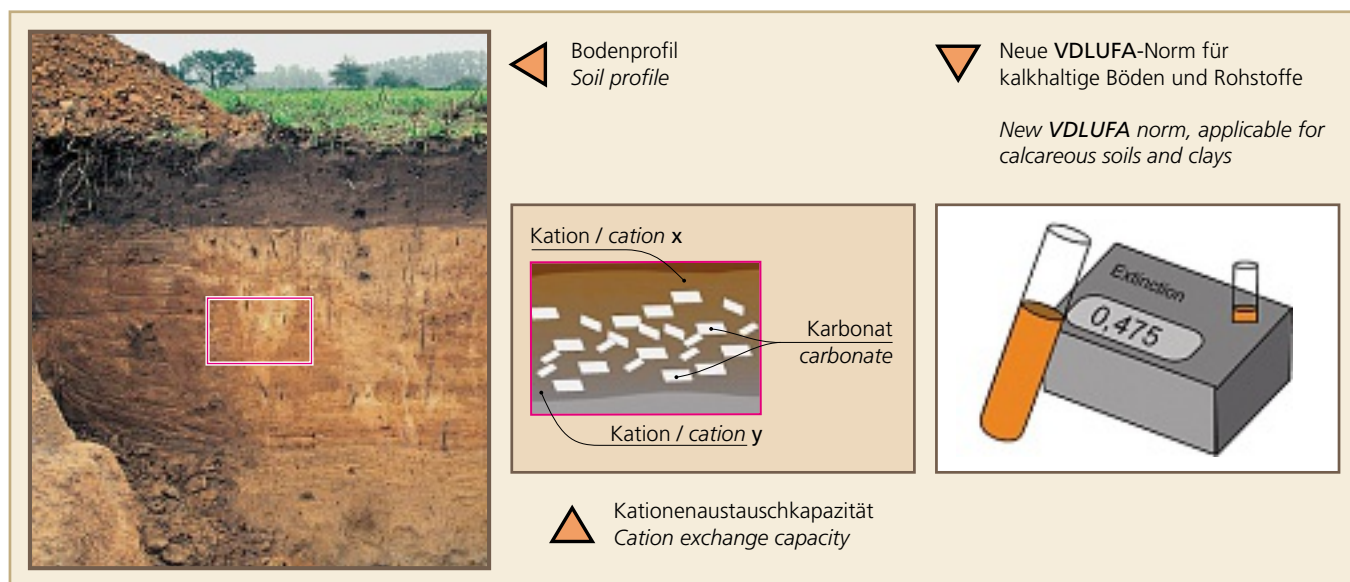
Das Verfahren ermöglicht jetzt auch bei karbonathaltigen Böden eine verbesserte Untersuchung, wie viele kationische Nährstoffe ein Boden abgeben oder auch wie viele kationische Nähr- oder Schadstoffe ein Boden aufnehmen kann. Dank der

## Mineralogists enhance and standardise method for soil characterisation

BGR researchers of the Technical Mineralogy group which is also part of the State Authority for Mining, Energy and Geology (LBEG) have developed a new method for determining the mobility of nutrients and pollutants in soils (cation exchange capacity, CEC). The method, which is almost completely free of systematic errors, determines CEC based on the cobalt hexamine complex using a solution which was calcite saturated prior to the experiment (CoHexcalcite method). It was published by Dohrmann and Kaufhold (2009).

A specific CEC range can be assigned to every clay mineral. The traditional buffered barium chloride method (Mehlich method) yields unsatisfactory results if the mineralogical composition of the sample material is unfavourable (presence of calcium carbonates and sulphates).

The method now permits a better investigation of the amount of cationic nutrients that are released by a soil or the amount of cationic nutrients or pollutants that a soil can adsorb, even for soils containing carbonates. With the new method, the sample throughput is considerably higher than



Bodenprofil mit Karbonatmineralen. Mit der neuen VDLUFA-Norm können die vorhandenen Kationen/Nährstoffe besser bestimmt werden. Das Messprinzip zeigt die Erfassung der Farbänderung des orangefarbenen Cobalt-Komplexes.

Soil profile containing carbonate minerals. The new VDLUFA standard allows a more accurate determination of the available cations/nutrients. The measurement principle shows the detection of the colour change of the orange cobalt complex.

neuen Methode kann der Probendurchsatz gegenüber dem bisherigen DIN-Verfahren erheblich gesteigert werden. So wurde beispielsweise die Ergebnisqualität des Parameters „austauschbares Calcium“ optimiert. Von der verbesserten Untersuchungsmethode profitieren Forschung und Agrarwirtschaft gleichermaßen.

Im Ringversuch zeigte sich, dass die Methode leicht anwendbar und „robust“ ist. Die Ergebnisse waren zwischen den verschiedenen Laboren gut vergleichbar. Das wichtigste Ergebnis dieser Studie und der daran angeschlossenen Normierung ist, dass jetzt erheblich bessere Werte für den Parameter „austauschbares Calcium“ erzielt werden können. Das ist ein großer Vorteil gegenüber den konventionellen Methoden. Gleichzeitig ist die Vergleichbarkeit bei anderen Parametern (Natrium-, Kalium-, Magnesium- sowie der gesamten Kationenaustauschkapazität) gewährleistet. Außerdem ergibt sich aus dem Verfahren ein erheblicher Zeitgewinn, weil das gesamte Experiment nur einen einzigen Extraktionsschritt benötigt anstelle von zehn Teilschritten, wie es bislang bei der etablierten DIN-Methode der Fall war.

Das neue Verfahren wurde durch den Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) genormt und unter der Kennnummer A 9.5 in das VDLUFA-MethodenHandbuch, Band I, aufgenommen.

with the previously used DIN method. For instance, a better result could be obtained for the parameter “exchangeable calcium”. Both research and agriculture can benefit equally from the enhanced testing method.

A ring test showed that the method is easy to apply and “robust”. The results from the different laboratories showed a good similarity. The most significant result of this study and the subsequent standardisation is the fact that considerably better values can now be achieved for the parameter “exchangeable calcium”. This gives it a major advantage over conventional methods. At the same time, comparability can be ensured for other parameters (sodium, potassium, magnesium and the entire cation exchange capacity). Moreover, a major time saving can be achieved with the method, because the whole experiment only requires a single extraction step instead of the ten steps needed so far with the established DIN method.

The new method was standardised by the Association of German Agricultural Analytic and Research Institutes (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, VDLUFA) and assigned the ID number A 9.5 in volume 1 of the VDLUFA manual of methods.

## BÜK 200: Norddeutscher Bereich liegt komplett vor

Mit der Fertigstellung des Blattes CC3134 „Wittenberge“ liegt jetzt für die gesamte Fläche Norddeutschlands zwischen Flensburg, Emden, Hannover und Frankfurt (Oder) die Bodenübersichtskarte 1 : 200 000 (BÜK 200) vor. Damit sind erstmals einheitliche und damit vergleichbare bodenkundliche Flächeninformationen für den gesamten norddeutschen Raum vorhanden. An der Erstellung und Einpassung des Blattes „Wittenberge“ in die bereits vorhandenen Kartenblätter waren neben der BGR als koordinierende Stelle die Staatlichen Geologischen Dienste der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt beteiligt.

Zeitgleich mit dem Blatt „Wittenberge“ wurde das Blatt CC4702 „Düsseldorf“ gedruckt, das vom Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit mit der BGR fertiggestellt wurde. Mitte 2012 folgen die Kartenblätter „Köln“, „Goslar“, „Cottbus“ und „Bayreuth“. Dann werden insgesamt 50 Blätter der BÜK 200 vorliegen.

Das Kartenwerk BÜK 200 wird unter der Federführung der Ad-hoc-AG Boden erarbeitet und herausgegeben. Es erscheint im Blattschnitt der Topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000 (TÜK 200) und umfasst letztlich 55 einzelne Kartenblätter, die in gedruckter Form oder als digitaler Datensatz mit Blattrandlegende über den Geoshop Hannover bezogen werden können. Die Legende eines Blattes enthält für jede Legendeneinheit flächengewichtete Informationen zu Bodentypen und Bodenausgangssubstraten mit deren Schichtung.

Für länderübergreifende Aussagen zu Bodennutzung und Bodenschutz werden u. a. detaillierte, bundesweit einheitliche und flächendeckende Informationsgrundlagen benötigt wie sie kleinmaßstäbige Bodenkarten (1 : 200 000–1 : 1 Mio.) liefern. Sie stellen die Verbreitung und Vergesellschaftung der Böden und deren Eigenschaften dar. Aus den Flächendaten der Bodenkarten, die in Datenbanken vorgehalten werden, lassen sich Funktionen, Potenziale und Gefährdungen von Böden ermitteln und darstellen.

Die Flächendatenbank der BÜK 200 befindet sich derzeit noch im Aufbau. Nach Abschluss der Kartierung bzw. nach der Komplettierung der Datensätze stehen alle Informationen vollständig und qualitätsgesichert für thematische Auswertungen zur Verfügung.

## BÜK 200: Northern German section now available

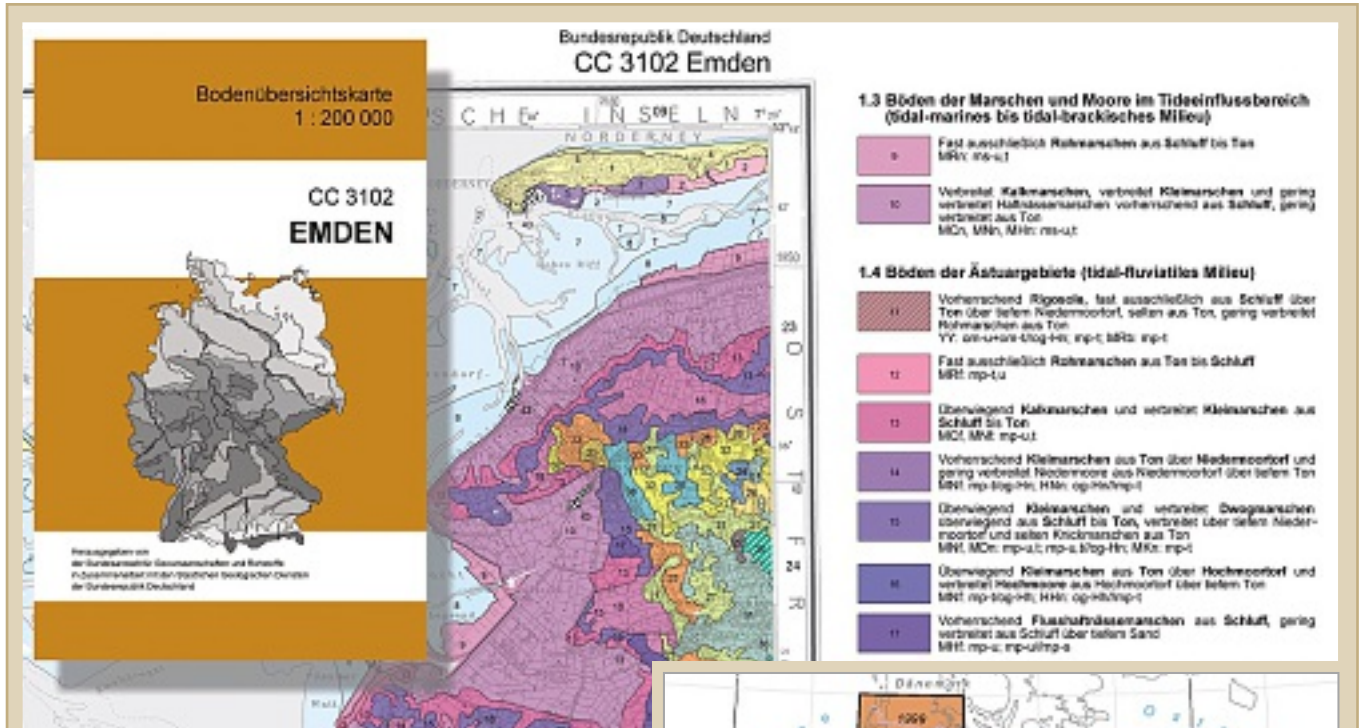
With the completion of sheet CC3134 “Wittenberge”, the BÜK 200 soil map at scale 1 : 200,000 now covers the total area of Northern Germany between the cities of Flensburg, Emden, Hanover and Frankfurt (Oder). This is the first time that consistent and thus comparable geographic soil information has been made available for the whole of Northern Germany. With BGR taking on the role of coordinator, the “Wittenberge” map was created and integrated with the existing sheets by the state geological surveys of the German states of Brandenburg, Mecklenburg-Western Pomerania, Lower Saxony and Saxony-Anhalt.

The map was printed at the same time as map CC4702 “Düsseldorf”, which had been completed by the Geological Survey of North Rhine-Westphalia in collaboration with BGR. The maps “Köln” (Cologne), “Goslar”, “Cottbus” and “Bayreuth” will follow by the middle of next year, bringing the number of BÜK 200 maps to 50.

The ad-hoc working group Soil heads the development and publishing of the BÜK 200 map series. It is divided according to the 1 : 200,000 topographical survey map (TÜK 200) and comprises 55 individual sheets, which are available from Geoshop Hannover as printed map sheets or digital datasets including map legends. For every map legend unit, the map sheet’s key contains area-weighted information on soil types and parent material with their layers.

The cross-border, nationwide assessment of land use and soil protection requires a detailed, consistent and complete information base for the whole of Germany, such as is supplied by small-scale soil maps (1 : 200,000–1 : 1 mill.). These show the distribution and paragenesis of soils and their properties. With the soil maps spatial information, which is stored in a database, it is possible to determine and display the functions and potentials of soils as well as the hazards affecting them.

Compilation of the BÜK 200 spatial database is currently still in progress. Once mapping has been completed and the data sets are complete, all information will be quality controlled and made available to users for thematic analyses.



Kartenblatt CC 3102 Emden der BÜK 200:  
Verkleinerter Ausschnitt aus Karte und Legende,  
sowie Deckblatt der gefaltten Ausgabe. Quelle: BGR.

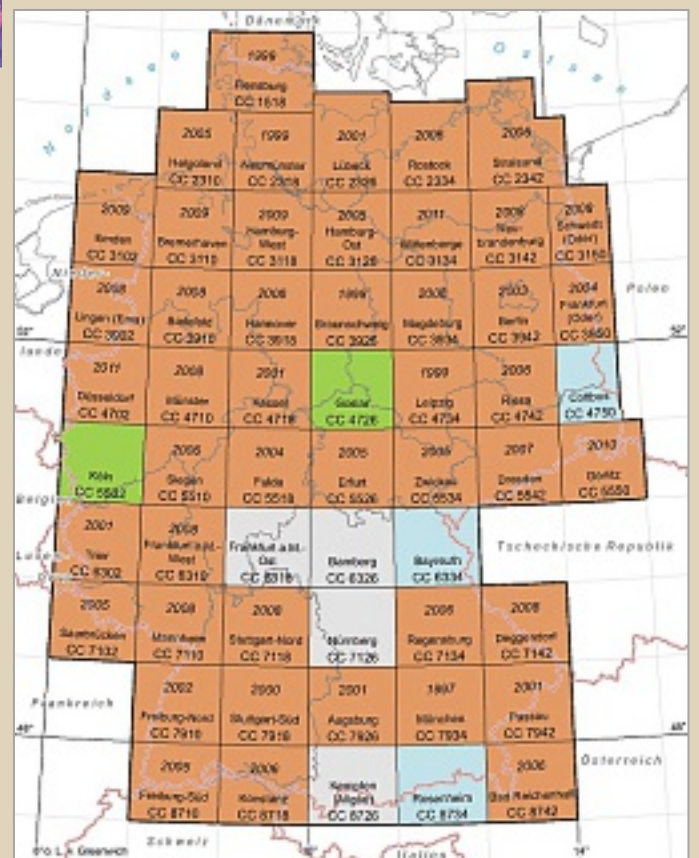
Geoinformationen (Kartengrundlage)  
© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

Detail of the Soil Map 1:200.000, map sheet "CC 3102 Emden";  
Source: BGR; Geoinformation: Federal Agency for Cartography  
and Geodesy (www.bkg.bund.de)

Die Blattübersicht veranschaulicht den aktuellen  
Bearbeitungsstand der BÜK 200.

The sheet overview shows the current status  
of the BÜK 200 map series.

- bereits erschienen  
already published
- in Bearbeitung bei BGR  
in progress at BGR
- für 2012 geplante Bearbeitung / Herausgabe  
publication planned in 2012



Die Blattübersicht veranschaulicht den aktuellen Bearbeitungsstand der BÜK 200.

The sheet overview shows the current status of the BÜK 200 map series.

# Ausblick

**D**er Boden stellt eine Ressource dar, die nicht vermehrbar ist, sondern durch natürliche und anthropogene Einflüsse tendenziell sogar abnimmt. Umso wichtiger ist es, die typischen Stoffgehalte, Eigenschaften und Prozesse unserer Böden zu untersuchen und zu verstehen. Insbesondere in Verbindung mit dem Wasserkreislauf und unter Berücksichtigung des Klimawandels und damit verbundener Extremereignisse stellen die von der BGR erhobenen Grundlagendaten und deren Bewertungen wichtige Entscheidungsinstrumente für die Bodennutzung, den Bodenschutz und in der Entwicklungszusammenarbeit dar.

In der Klimadebatte kommt dem Boden eine stetig wachsende Bedeutung zu. Änderungen der Temperatur und des Niederschlags verändern zentrale Prozesse im Boden und damit auch die Nutzung der Böden. Eine wichtige Frage ist zum Beispiel, ob Kohlenstoff im Boden langfristig festgelegt werden kann oder ob im Gegenteil durch Humusabbau mit einer Kohlenstofffreisetzung zu rechnen ist.

Unsere Verantwortung besteht darin, dafür Sorge zu tragen, dass auch in Zukunft gesunder Boden in ausreichendem Maße zur Verfügung steht. Nachhaltige Bodennutzung und ausreichender Bodenschutz setzen gezielt an der Verbesserung des Wissens über die Verbreitung und die Eigenschaften der Böden an. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Auswertung der gesammelten Bodeninformationen im Rahmen von Fachinformationssystemen mit dem Ziel einer nachhaltigen Bodennutzung.

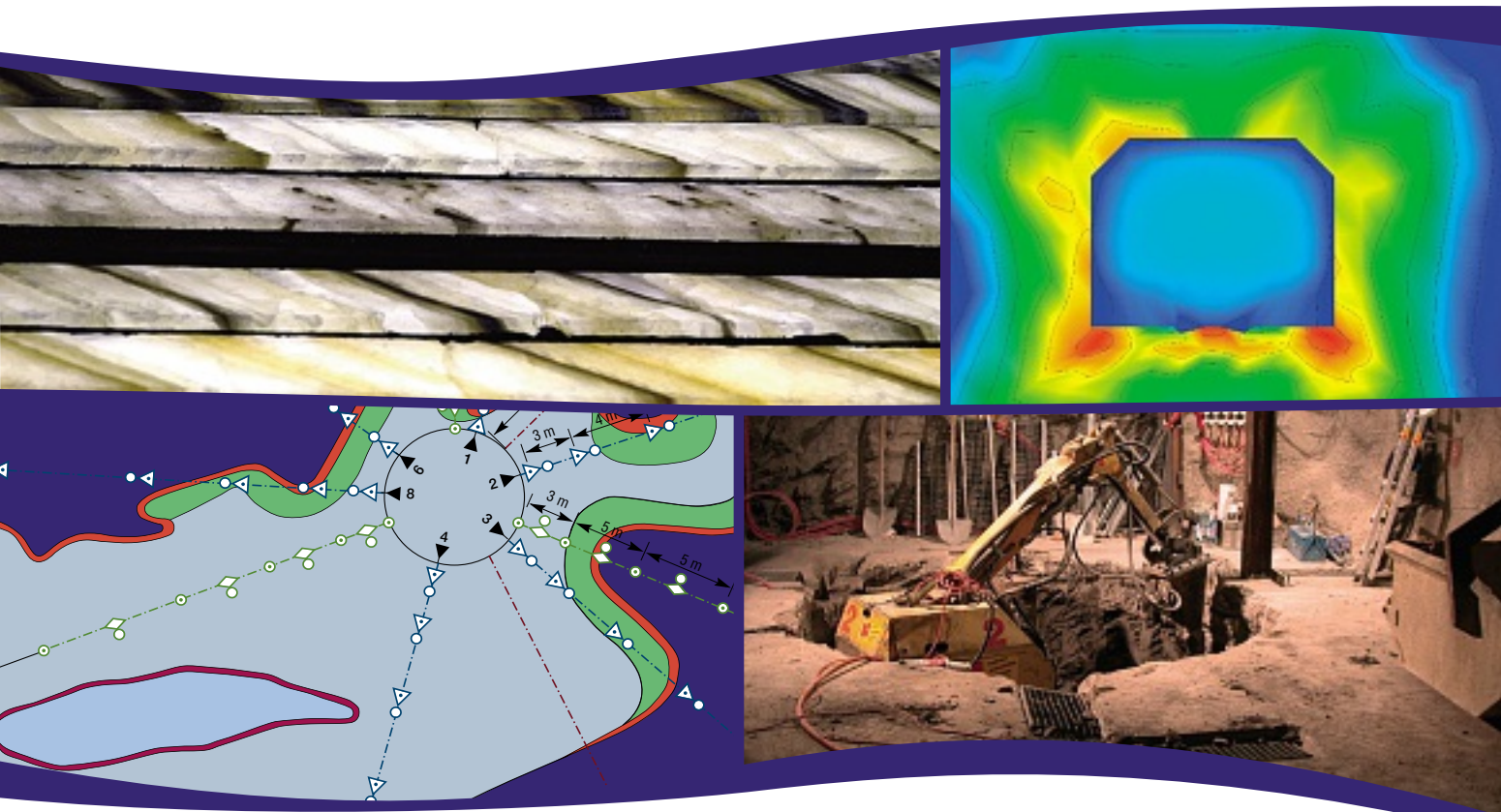
# Outlook

**N**ot only is soil a finite resource, it is even subjected to degradation due to natural and anthropogenic reasons. It is essential to investigate and understand typical material compositions and properties of soils and relevant processes which effect soils and percolating water. This is essential in order to prevent soil degradation or total loss of productivity, either quantitatively, qualitatively, or both. The data on soils collected and evaluated by BGR are vital decision support instruments for soil use, soil protection and sustainable land management. Interaction between soils and the water cycle are essential as well as effects of climate change and extreme weather events.

In the debate on climate change, the significance of soils has increased. Natural processes in soils may be affected by climate change and, thus, their use and productivity. One important question for example is whether carbon can be permanently stored in soils, or if the reverse is true because organic matter is decomposed which may lead to a higher release of carbon dioxide to the atmosphere.

Our responsibility is to develop decision support systems for sustainable use of soils. Soil protection requires further improvements in our understanding of the distribution and properties of soils.

# Endlagerung radioaktiver Abfälle



*Final Disposal of Radioactive Waste*



# Einführung

# Introduction

**R**adioaktive Stoffe leisten bei der Energiegewinnung, in der Medizin, in der Messtechnik und bei anderen industriellen Anwendungen wertvolle Dienste. Dabei entstehen jedoch auch radioaktive Abfälle, die Mensch und Umwelt durch ihre Strahlung gefährden können. Um den Mensch und die Umwelt davor zu schützen, müssen die Abfälle langfristig und sicher von der Biosphäre isoliert werden. Die Wissenschaft ist sich einig, dass nur die Endlagerung in geologischen Formationen diesen langfristig sicheren Schutz gewährleisten kann.

Die geologischen Verhältnisse in Deutschland bieten die Voraussetzungen für eine langzeitsichere Isolation der radioaktiven Abfälle in einem Endlager in tiefen geologischen Formationen. Die Endlagerung soll dabei wartungsfrei und zeitlich unbefristet erfolgen.

Verantwortlich für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland ist der Bund. Die BGR als nachgeordnete Bundesoberbehörde im Dienstbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) bearbeitet im Rahmen von standortbezogenen Endlagerprojekten und grundlagenorientierter Forschung geowissenschaftliche und geotechnische Fragestellungen.

**R**adioactive materials play a valuable role in energy production, medicine, measurement technology, and in other industrial applications. However, they also produce radioactive waste whose radiation can harm humans and the environment. To provide protection from radiation, this waste must be securely isolated from the biosphere for a long period of time. Scientists agree that such long-term reliable protection can only be ensured by emplacement of the waste in geological formations.

Geological conditions in Germany have the requirements to offer long-term safe isolation of radioactive waste in deep geological repositories. Final disposal should be maintenance free and have no time limit.

In Germany, the Federal Government is responsible for the final disposal of radioactive waste. As an affiliated federal institute assigned to the German Federal Ministry of Economics and Technology, BGR works on geoscientific and geotechnical issues related to site-specific final disposal projects and basic research.

## Georadar-Verfahren kommt in Gorleben zum Einsatz

Die BGR hat die Erkundungsarbeiten im Salzstock Gorleben wieder aufgenommen. Zur zerstörungsfreien Erkundung von Strukturen im Salinar wird das Georadar-Verfahren (GPR: ground penetrating radar oder EMR: elektromagnetisches Reflexionsverfahren) eingesetzt. Dieses Verfahren ist besonders für die Erkundung elektrisch gering leitender Gesteine wie Salz oder Granit geeignet.

Mit Antennen wird elektromagnetische Energie in das Gebirge gesendet und die Laufzeit und Amplitude der an stofflich anderen Strukturen reflektierten Wellen aufgezeichnet. Die Größe und Form der Antennen bestimmen die Messfrequenz und Auflösung. Untertage werden die Strukturinformationen räumlich gewonnen, was in Bohrungen mit richtungsempfindlichen Bohrlochsonden geschieht und in Auffahrungen durch Peilungen. Als Standard hat sich in Gorleben eine Frequenz von 50 MHz bewährt. Es werden Erkundungsreichweiten von einigen hundert Metern erreicht. Die Abbildung zeigt leichte und flexible Dipolantennen dieser Frequenz im Einsatz bei einer Profilmessung an der Firste.

Durch das Georadar-Verfahren stehen wichtige räumliche Strukturinformationen bereit, die im Bergbau zur Planung und sicheren Durchführung von untertägigen Bauen und zur Konstruktion eines dreidimensionalen geologischen Modells genutzt werden.

Als Messbeispiel dieser Antennenanordnung sind in der Abbildung auf nächster Seite Radargramme der Profile an den Stößen einer Strecke in nördlicher und südlicher Richtung abgebildet. Hier werden Strukturen bis in etwa 200 m Entfernung erfasst. Die Messlücken sind durch Nischen verursacht. Solche Profile werden ebenfalls auf der Sohle und an der Firste gemessen. Eine räumliche Richtungszuordnung der Reflexionen gelingt durch rechtwinklig zu den Profilen angelegte Rundum-Messungen oder Peilmessungen. Die ausgewerteten Strukturen gehen als CAD-Elemente direkt in das 3D Salzstockmodell ein.



Quelle/Source: DBE

*Profilmessungen mit 50 MHz Dipolen an der Firste im Erkundungsbergwerk Gorleben durch ein Messteam der DBE.*

*Profile measurements using 50-MHz dipoles on the ceiling of the Gorleben exploratory mine, performed by a measurement team from DBE.*

## Georadar method used in Gorleben

BGR is now continuing its exploration activities in the Gorleben salt dome. In the non-destructive exploration of structures in the evaporite rocks, the georadar method (GPR: ground penetrating radar or EMR: electromagnetic reflection method) is used. This method is particularly suitable for the exploration of rocks with low electrical conductivity, such as salt or granite.

Electromagnetic energy is transmitted into the rocks via antennas, and the transit time and amplitude of the waves reflected from structures of different materials are recorded. The size and shape of the antennas determine the measurement frequency and the resolution. Underground, structural information is obtained from boreholes using direction-sensitive borehole probes, and from excavations by taking bearings. At Gorleben, a standard frequency of 50 MHz has proved effective. Exploration ranges of several hundred metres have been achieved. The figure shows use of light and flexible dipole antennas with this frequency for measuring a profile at the ceiling.

The georadar method provides important structural information that can be used in mining for the planning and safe implementation of underground workings and for the creation of a 3D geological model.

To give an example of the measurements obtained with this arrangement of antennas, the figure of next site shows radar images of the profiles at the walls of a drift in northerly and southerly direction. In this example, structures at distances of

up to about 200 metres are detected. The measurement gaps are caused by niches. Such profiles are also measured at the floor and the top of the level. The directions of the reflections can be located with 360 degree measurements perpendicular to the profiles or with bearing measurements. The analysed structures are directly included as CAD elements in the 3D model of the salt dome.

Vor der Unterbrechung der Erkundungsarbeiten im Jahr 2000 waren im Grubengebäude des Salzstocks Gorleben bereits 30 km an Profilen gemessen worden. Nach der Fortsetzung der Erkundungsarbeiten 2010 sind bislang der mögliche Erkundungsbereich erneut und alle aktuellen Auffahrungen mit EMR gemessen worden.

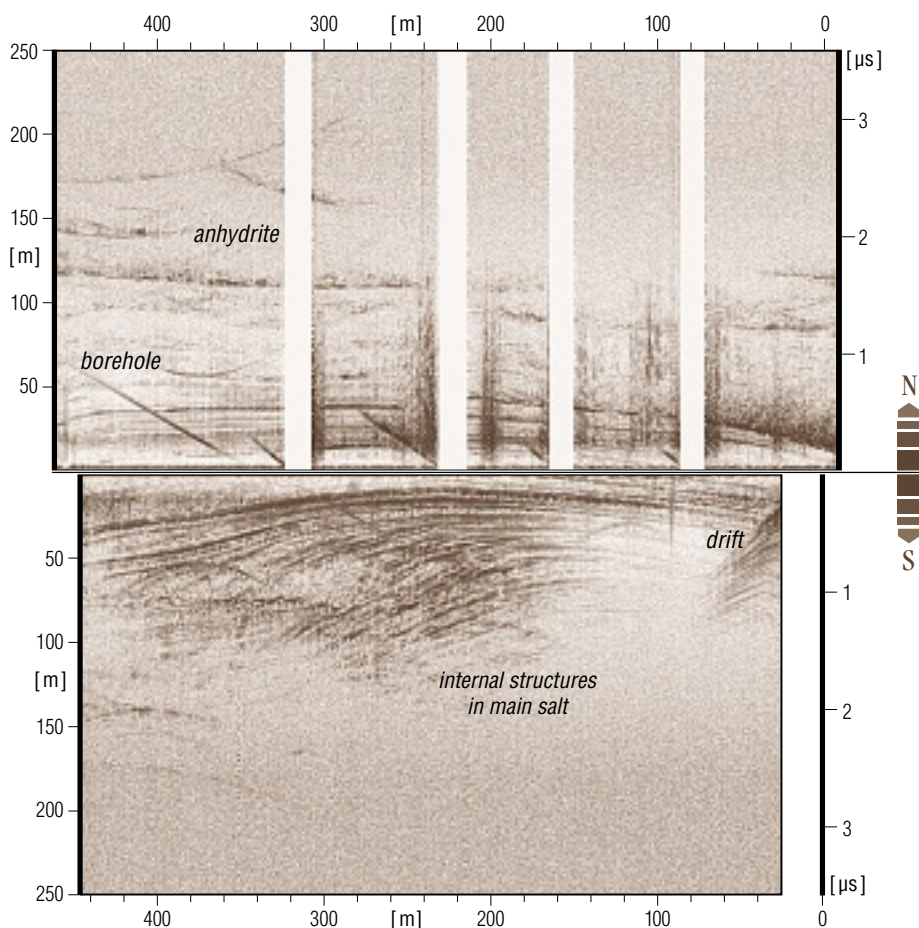
Das räumliche Auflösungsvermögen wächst mit der Frequenz, dabei sinkt die Eindringtiefe. Bei niedriger Frequenz und Leitfähigkeit erreicht man bei entsprechender Sendeleistung eine maximale Eindringtiefe ins Salz. Dazu ist von Dr. Norbert Blindow eine große, abgeschirmte, gerade noch in den Strecken transportierbare Antenne hoher Leistung entwickelt worden. Ausgangsbasis dafür war eine für Eisdickenmessungen konzipierte Hubschrauberantenne.

Mit dieser Antenne werden im Leinesalz Eindringtiefen von über 600 m erreicht. So konnte von der 820 m-Sohle aus der Salzspiegel (Oberfläche des Salzstocks) erfasst werden.

By the time the exploration activities were suspended in 2000, a total of 30 km of profiles had been measured in the mine layout of the Gorleben salt dome. Since exploration started again in 2010, the exploration level 1 has been measured again using EMR, as have all current excavations.

The spatial resolution increases with the frequency, whereas the penetration depth decreases. With the appropriate transmitting power, a low frequency and conductivity permit maximum penetration depth into the salt. For this purpose, Norbert Blindow has developed a large powerful shielded antenna, which can be just about transported through the drifts. It is based on a helicopter antenna designed to measure the thickness of ice.

The antenna permits penetration depths of more than 600 m into the Leinesalz salt. It was thus possible to measure the top of the salt dome from the bottom of the mine, which is located at 820 m.



Radargramme (50 MHz) an den Stößen Nord und Süd einer 460 m langen Strecke. Im Süden reflektieren Internstrukturen des Hauptsalzes, im Norden wird der Hauptanhydrit erfasst.

Radar images (50 MHz) from the northern and southern walls of a 460 m drift. In the south, reflections result from internal structures of the Hauptsalz salt, while in the north, the Hauptanhydrit anhydrite is detected.

Mit den vorhandenen Georadarsystemen können somit Fragestellungen bearbeitet werden, die vom lokalen Nahfeld von Aufschlüssen bis hin zu einigen hundert Meter entfernten Randstrukturen des Salzstocks reichen.

Eine weitere wichtige Erkundungsmöglichkeit mit Georadar ist durch weltweit einmalige richtungssensitive Bohrlochsonden gegeben. Das Auswerteprinzip wurde in der BGR entwickelt. Die Sonden wurden gemeinsam mit Prakla Seismos gebaut und in Kooperationen mit der Deutschen Montan Technologie (DMT) und der Bergischen Universität Wuppertal weiter verbessert. Die Bohrlochmessmethode ist in der Lage, aus allein stehenden Bohrungen räumliche Strukturinformationen zu gewinnen. Die BGR verfügt über 50 MHz Systeme, die DMT hat Antennen für weitere Frequenzen angefertigt und setzt die Sonden in ex-geschützter Form in Kavernenfeldern ein.

Existing georadar systems can therefore be used to investigate issues ranging from the area immediately surrounding an exposure to structures at the edge of the salt dome several hundred metres away.

Another major exploration capability of georadar is the globally unique system of direction-sensitive borehole probes. This analytical system was developed by BGR. The probes were built together with Prakla Seismos and further enhanced in collaboration with Deutsche Montan Technologie (DMT) and the University of Wuppertal. With this borehole logging method it is possible to obtain spatial structural information from single boreholes. BGR has 50-MHz systems while DMT has built antennas for additional frequencies and uses the probes in ex-shielded form in cavern fields.



*Abgeschirmte 40 MHz Antennen an einem Transportfahrzeug mit Registriereinheit.*

*Shielded 40-MHz antennas on a transport vehicle with a recording unit.*



Modell eines Abfallbehälters mit abgebrannten Brennelementen (Maßstab 1:1) im mit Versatz verfüllten Bohrloch, Wirtsgestein Ton.

Model of a waste container with spent fuel elements (1:1 scale) in a borehole filled with backfill material, clay as the host rock.

## BGR koordiniert EU-Endlager-Projekt

In den vergangenen Jahren hat die BGR auch auf europäischer Ebene einen Wissensaustausch praktiziert und gemeinsam mit anderen europäischen Stellen Untersuchungen zu alternativen Wirtsgesteinen und Verfahren für die Endlagerung von wärmeentwickelnden Abfällen durchgeführt. In diesem Zusammenhang fiel die Entscheidung für eine Beteiligung an dem Euratom-Vorhaben „Long-term Performance of Engineered Barrier Systems (PEBS)“. Neben bestimmten geophysikalischen Untersuchungen hat die BGR dabei vor allem die Koordination des Vorhabens übernommen.

Insgesamt 17 Partner aus sieben Ländern, unter anderem China und Japan, arbeiten im PEBS-Vorhaben zusammen. China ist erstmalig als gleichgestellter Partner an einem EU-Endlager-Projekt beteiligt. Die Gesamtkosten des Vorhabens betragen

## BGR coordinates EU project on waste repositories

In recent years, BGR has been exchanging knowledge on a European level too, and, together with other European organisations, has carried out studies of alternative host rocks and methods for the final disposal of heat-generating waste. In this context, the decision was made to participate in the Euratom project “Long-term Performance of Engineered Barrier Systems (PEBS)”. In addition to carrying out certain geophysical tests, BGR has above all assumed responsibility for project coordination.

A total of 17 partners from seven countries, including China and Japan, collaborate in the PEBS project. It is the first time for China to participate in an EU-Euratom project on final disposal as an equal partner. Total project costs amount to 6.2 million euros, with the European Union providing just under 3 million euros of funding.

6,2 Mio. Euro und werden mit knapp 3 Mio. Euro von der Europäischen Union gefördert.

Ziel des Projektes ist es, verbesserte Aussagen zu kurz-, mittel- und langfristigen Prozessen zum Verhalten geotechnischer Barrieren eines Endlagers für wärmeentwickelnde, hoch-radioaktive Abfälle zu gewinnen. Dazu werden Laborexperimente und Untertage-Untersuchungen durchgeführt. Resultate aus weiteren speziellen PEBS-Modellberechnungen werden mit den Ergebnissen aus den Experimenten verifiziert, um langfristige Prognosen verbessern zu können.

Die zwei wesentlichen Untertage-Experimente erfolgen im Mont Terri Felslabor in der Schweiz. Im ersten Experiment (HE-E-Experiment) wird ein Erhitzer, der als 1 : 2 Modell ein Abfallgebinde mit einer Oberflächentemperatur von bis zu 140°C simuliert, in ein horizontales Bohrloch eingebracht. Der Hohlraum um den Endlagerbehälter (Abb.) wird einerseits mit Bentonit, andererseits mit einem Bentonit-Sand-Gemisch verfüllt. Im verfüllten Hohlraum sowie im Nahfeld des Wirtsgesteins (Opalinuston) werden mit Hilfe von mehr als 200 Sensoren und einer seismischen Messanordnung verschiedene Parameter erfasst, mit denen die Veränderungen im Gestein und im Verfüllmaterial durch die graduelle Aufheizung charakterisiert werden können, z. B. die Sättigung und der Poren- druck.

Im zweiten Versuch wird sowohl der Zustand des Versatzmaterials Bentonit nach einer ca. 10-jährigen Hydratationsphase untersucht sowie die zeitliche Entwicklung und der Zustand des Wirtsgesteins (ebenfalls Opalinuston) nach Öffnung und Beseitigung des Versatzmaterials charakterisiert. Durch u. a. seismische Methoden wird ermittelt, wie sich das durch den quellenden Bentonit druckbelastete Wirtsgestein bei der Entlastung verhält.

Weitere Laborexperimente sind u. a. Infiltrations-Tests, bei denen das vorgesehene Versatzmaterial, in diesem Fall handelt es sich auch um Bentonit, in Zellen verfüllt wird. Auf diese Weise ist es möglich, z. B. das Sättigungsverhalten des Versatzmaterials zu ermitteln. Von Interesse ist etwa, inwieweit die Sättigung vom hydraulischen Gradienten, von Thermo-Osmose-Effekten oder von mikrostrukturellen Änderungen des Materials beeinflusst wird.

Verschiedene Veranstaltungen zur Wissensvermittlung runden das Projekt ab. Die zuständigen europäischen, japanischen und chinesischen Ministerien können sich beispielsweise in einer Informationsveranstaltung über den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik im Bereich technischer Barrieren informieren. In einer weiteren Veranstaltung wird die BGR ausführlich über die Gewinnung und die unterschiedlichen Qualitätsmerkmale von Bentonit sowie über dessen Verhalten unter endlagerrelevanten Beanspruchungen berichten.

The project aims to gain more reliable information on short-term, medium-term and long-term processes relating to the behaviour of geotechnical barriers in a repository for high-level heat-generating radioactive waste. This involves carrying out laboratory tests and underground mine testing. Results from further, special PEBS model calculations will be verified with the results from the experiments to obtain improved long-term prognosis.

The two key tests in underground mines are being carried out at the Mont Terri rock laboratory in Switzerland. In the first test (HE-E experiment), a heated 1 : 2 scale model simulates a waste container with a surface temperature of up to 140°C. This heater is placed in a horizontal borehole with a diameter of 1.3 m. The excavation around the final disposal container (Fig.) is filled with bentonite and with a bentonite-sand mixture. In the backfill material and in the surrounding host rock (Opalinus Clay), more than 200 sensors and a seismic array are used to record various parameters that can characterise changes in the rock and the backfill material resulting from the gradual rise in temperature, e.g. saturation and pore pressure.

The second experiment studies the state of the bentonite after a hydration phase of about 10 years, and characterises the development over time and state of the host rock (also Opalinus Clay) after the complete dismantling (removal of backfill material). Seismic and other methods are used to determine the behaviour of the host rock during this unloading phase.

Further laboratory experiments include e.g. infiltration tests, which involve filling the intended backfill material, here also bentonite, into special cells. This permits determination of, for instance, the backfill material's saturation behaviour. It is of interest, e.g. whether saturation is affected by the hydraulic gradient, by thermo-osmosis effects, or by changes in the material's microstructure.

Several knowledge transfer events also form part of the project. One information event, for instance, about the current state of research and technology in the field of technical barriers is aimed at the responsible ministries in Europe, Japan and China. At another event, BGR will report in detail on the production, the process and the various quality characteristics of bentonite, as well as on its behaviour under conditions that are relevant to use in a final repository.

## Vierter Teil von Gorleben-Bericht als englische Fassung zum Download

Unter dem Titel „Description of the Gorleben site Part 4: Geotechnical exploration of the Gorleben salt dome“ steht jetzt die englische Fassung des 4. Teils der BGR-Berichte zur „Standortbeschreibung Gorleben“ als Download auf der BGR-Internetseite zur Verfügung.

„Damit komplettiert die BGR die Zusammenstellung der Daten und die Darstellung der fachlichen Bewertung der geowissenschaftlichen Erkundungsergebnisse aus der über- und untertägigen geologischen Erkundung des Salzstockes Gorleben bis zum Jahr 2000“, erklärt BGR-Endlagerexperte Dr. Volkmar Bräuer.

Der Beitrag fasst den Stand der geotechnischen Erkundungsarbeiten mit den erzielten Ergebnissen der geomechanischen, geophysikalischen und markscheiderischen In-situ-Messungen sowie der ergänzenden Laborversuche und erkundungsbegleitenden Modellberechnungen zusammen.

Die bisher in deutscher und englischer Sprache veröffentlichten drei ersten Berichte hatten die Untersuchungen zur Hydrogeologie des Deckgebirges und der Geologie des Deck- und Nebengebirges des Salzstocks sowie der über- und untertägigen Erkundung des Salinars zum Inhalt. Die deutsche Fassung des 4. Berichts erscheint ebenfalls in diesem Jahr.

Während die bisher vorgelegten deutschen Berichte im Geologischen Jahrbuch (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung) erschienen sind, stehen die englischen Fassungen der „Standortbeschreibung Gorleben“ als Download auf der Internetseite der BGR zur Verfügung. Gedruckte Exemplare können im GeoShop Hannover bestellt werden:

## Fourth Gorleben report in English available online

The English language version of the fourth part of BGR's reports describing the Gorleben site, entitled "Description of the Gorleben site Part 4: Geotechnical exploration of the Gorleben salt dome", can now be downloaded from the BGR website.

"This completes BGR's compilation of data and presentation of the technical assessment of the geoscientific findings from the surface and underground exploration of the Gorleben salt dome up to the year 2000", explains the BGR expert on final repositories, Dr. Volkmar Bräuer.

The report summarises the status of geotechnical explorations, the findings from geomechanical, geophysical and mine surveying in-situ measurements, and from the supplementary laboratory experiments and exploration-related model calculations.

The first three reports, which have been published in German and English, contained investigations on the hydrogeology of the overburden, the geology of the salt dome's overburden and adjoining rock, and the surface and underground exploration of the evaporite rock. The German version of the fourth report will also be published.

Whereas the German-language reports have been published in the German Geological Yearbook (by E. Schweizerbart, publishers), the English-language versions of BGR's "Description of the Gorleben site" can be downloaded from the BGR website. Printed versions can be ordered from GeoShop Hannover:

---

 [www.geoshop-hannover.de](http://www.geoshop-hannover.de)

# Ausblick

Die deutsche Bundesregierung will die Standortsuche für ein Endlager für hochaktive Wärme entwickelnde Abfälle in Deutschland neu regeln. Es ist geplant, andere Standortregionen mit eventuell alternativen Wirtsgesteinen zu Steinsalz in Ergänzung zum Standort Gorleben zu untersuchen. Dazu erarbeitet ein Fachgremium aus Vertretern des Bundes unter Beteiligung der Bundesländer bis Mitte 2012 einen Vorschlag für ein Gesetz zur Endlagerstandortsuche („Endlagersuchgesetz“). Der „Endlager-Zeitplan“ der Bundesregierung sieht vor, dass nach der Festlegung des Entscheidungsprozesses in einem Bundesgesetz (Erste Phase) in einer zweiten und dritten Phase im Jahr 2013 die Entscheidungsgrundlagen und Entscheidungen über die erarbeiteten Vorschläge gesetzlich festgelegt werden. Ab 2014 sollen die Standortauswahl und die übertägige Erkundung beginnen.

Vor dem Hintergrund einer sicherheitsgerichteten und akzeptanzfördernden Endlagerstandortsuche ist eine unabhängige, umfassende, verlässliche, geowissenschaftliche Datengrundlage und der koordinierte, sichere Zugriff darauf unerlässlich. Die BGR gewährleistet dies für alle geowissenschaftlichen Fragestellungen einer Endlagerstandortsuche, -erkundung und -bewertung.

BGR-Wissenschaftler entwickeln den Stand von Wissenschaft und Technik, der bei einer Endlagerung radioaktiver Abfälle berücksichtigt werden muss, durch eigene Forschungsarbeiten aktiv mit. Dies wird häufig im Rahmen von weitreichenden Kooperationen mit internationalen Partnern und im Verbund mit anderen Forschungseinrichtungen durchgeführt. Sowohl Methoden- und Geräteentwicklungen als auch Know-how-Übertragung stehen dabei im Vordergrund. Durch geowissenschaftliche Standortuntersuchungen und anwendungsbezogene Forschungsarbeiten trägt die BGR wesentlich zu einer langfristigen sicheren Endlagerung radioaktiver Abfälle bei.

# Outlook

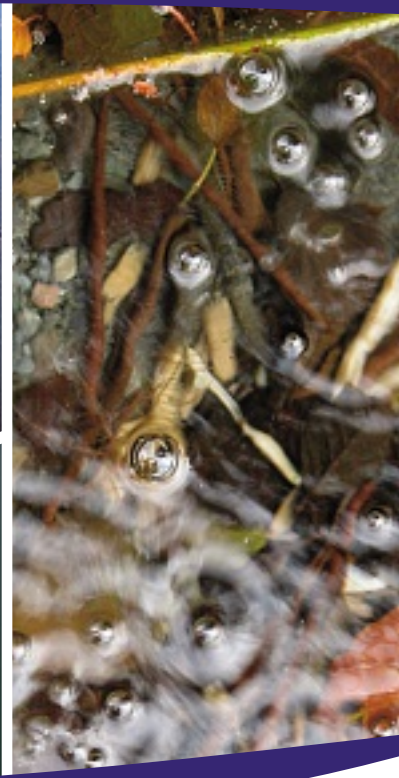
The German Federal Government will pass new regulations for the selection of a site for the final disposal of highly radioactive, heat-generating waste in Germany. There are plans to investigate alternative site regions, possibly with host rocks other than rock salt, in addition to the Gorleben site. An expert committee comprising representatives from the Federal Government and participants from the federal states will be submitting a proposal for a law on the selection of a site for final disposal (“Endlagersuchgesetz”) by mid-2012. The federal government’s “schedule for final disposal” provides for the enactment of the decision-making process in a federal law (phase 1), followed in 2013 by the enactment of the basis for decision-making and the decisions on the proposals made in phases 2 and 3. Site selection and surface exploration are to start from 2014.

For a repository site selection process to safety-oriented and promote acceptance, an independent, comprehensive and reliable basis of geoscientific data with coordinated and reliable access are essential. BGR can guarantee this for all geoscientific issues relating to the search for, exploration of and assessment of a suitable repository site.

With their own research work, BGR scientists are actively helping to develop the state of research and technology that must be taken into account in the final disposal of radioactive waste. This often takes the form of extensive cooperation with international partners and in association with other research institutes. The focus is on both the development of methods and equipment, and on knowledge transfer. With their geoscientific investigations of sites and applied research, BGR is making a substantial contribution to the long-term safe final disposal of radioactive waste.



Nutzung des tieferen Untergrunds • CO<sub>2</sub>-Speicherung



*Subsurface Use • Geological Storage of CO<sub>2</sub>*

# Einführung

# Introduction

**K**ohlendioxid (CO<sub>2</sub>) steht im Mittelpunkt der Debatte über den vom Menschen gemachten Klimawandel. Handlungsoptionen zur Verringerung der Emission dieses Treibhausgases in die Atmosphäre sind eine bessere Energieeffizienz, eine Verminderung des Energieverbrauchs, ein möglichst schneller Umstieg auf erneuerbare Energien, aber auch die Entwicklung und Anwendung der CCS-Technologie (Carbon Dioxide Capture and Storage). Zur Anwendung dieser letztgenannten Option müssen einerseits die Abscheidungs- und Transporttechnologien marktreif gemacht und kostenoptimiert werden, andererseits gilt es, ausreichende und langfristig sichere Speicher zu identifizieren und bereit zu stellen.

Fachleute der BGR beteiligen sich an dieser Aufgabe, indem sie beispielsweise gemeinsam mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesländer notwendige Grundlagen zur Beurteilung der geologischen Speichermöglichkeiten in Deutschland erarbeiten und für Politik, Wirtschaft und Bevölkerung bereit stellen. Auch ist die BGR in verschiedenen Forschungsvorhaben aktiv um konkrete Fragestellungen der dauerhaft sicheren CO<sub>2</sub>-Speicherung zu beantworten. Im Forschungs- und Entwicklungsprojekt CO<sub>2</sub>ReMoVe beschäftigen wir uns beispielsweise mit der Entwicklung von Verfahren und Instrumenten zur Überwachung von möglichen CO<sub>2</sub>-Speichern im aquatischen Milieu.

**C**arbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is a focal point of the debate on anthropogenic climate change. Possible ways to cut the emissions of this greenhouse gas into the atmosphere are better energy efficiency, lower energy consumption, a quick shift to renewable energies, but also the development and application of the CCS technology (carbon dioxide capture and storage). Using this last option requires firstly getting separation and transport technologies market-ready and optimising their costs, and secondly identifying and making available sufficient storage space that can provide long-term safety.

BGR experts are participating in these activities, e.g. by an assessment of the geological storage potentials in Germany together with the geological surveys of the federal states, and making such information available to politics, industry and the public. BGR is also actively involved in different research projects to answer specific questions relating to safe long-term CO<sub>2</sub> storage. As a partner of the research and development project CO<sub>2</sub>ReMoVe, we are, for instance, working to develop processes and tools for monitoring potential CO<sub>2</sub> storage locations in an aquatic environment.

## Speicher-Kataster Deutschland

Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands haben unter Federführung der BGR im Jahr 2011 die Arbeiten am „Informationssystem Speichergesteine für den Standort Deutschland – eine Grundlage zur klimafreundlichen geotechnischen und energetischen Nutzung des tieferen Untergrundes (Speicher-Kataster Deutschland)“ abgeschlossen und die Ergebnisse veröffentlicht.

Das Informationssystem liefert als Ergebnis eine bundesweite, abgestimmte Übersicht untersuchungswürdiger Gebiete mit Speicher- und Barrieregesteinen des tieferen Untergrundes, insbesondere unter dem Nutzungsaspekt der dauerhaften geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub>. Dazu wurden für stratigraphisch definierte Speicher- und Barrierekomplexe bundesweit einheitliche Mindestkriterien (Tiefe und Mächtigkeit) definiert und angewendet. Für die Speicherkomplexe wurde eine kumulative Mindestmächtigkeit der untersuchungswürdigen Speichergesteine von mehr als 10 m sowie eine Tiefenlage (Top) größer als 800 m, für die Barrierekomplexe eine Mindestmächtigkeit der Barrieregesteine von 20 m sowie eine Mindestdiefe (Basis) von 800 m gefordert. Auf Basis dieser Kriterien sind bundesweite Potenzialkarten für 18 Speicher- und Barrierekomplexe in den Ablagerungen des oberen Paläozoikum und des Mesozoikum im Maßstab 1 : 1 Mio. erarbeitet worden. Die Potenzialkarten wurden mit Nachweisdaten über Tiefbohrungen und seismischen Messungen (z. B. Dateneigentümer und Ansprechpartner für weiterführende Informationen) in eine GIS-basierte Kartenanwendung „Informationssystem Speicher-Kataster Deutschland“ integriert.

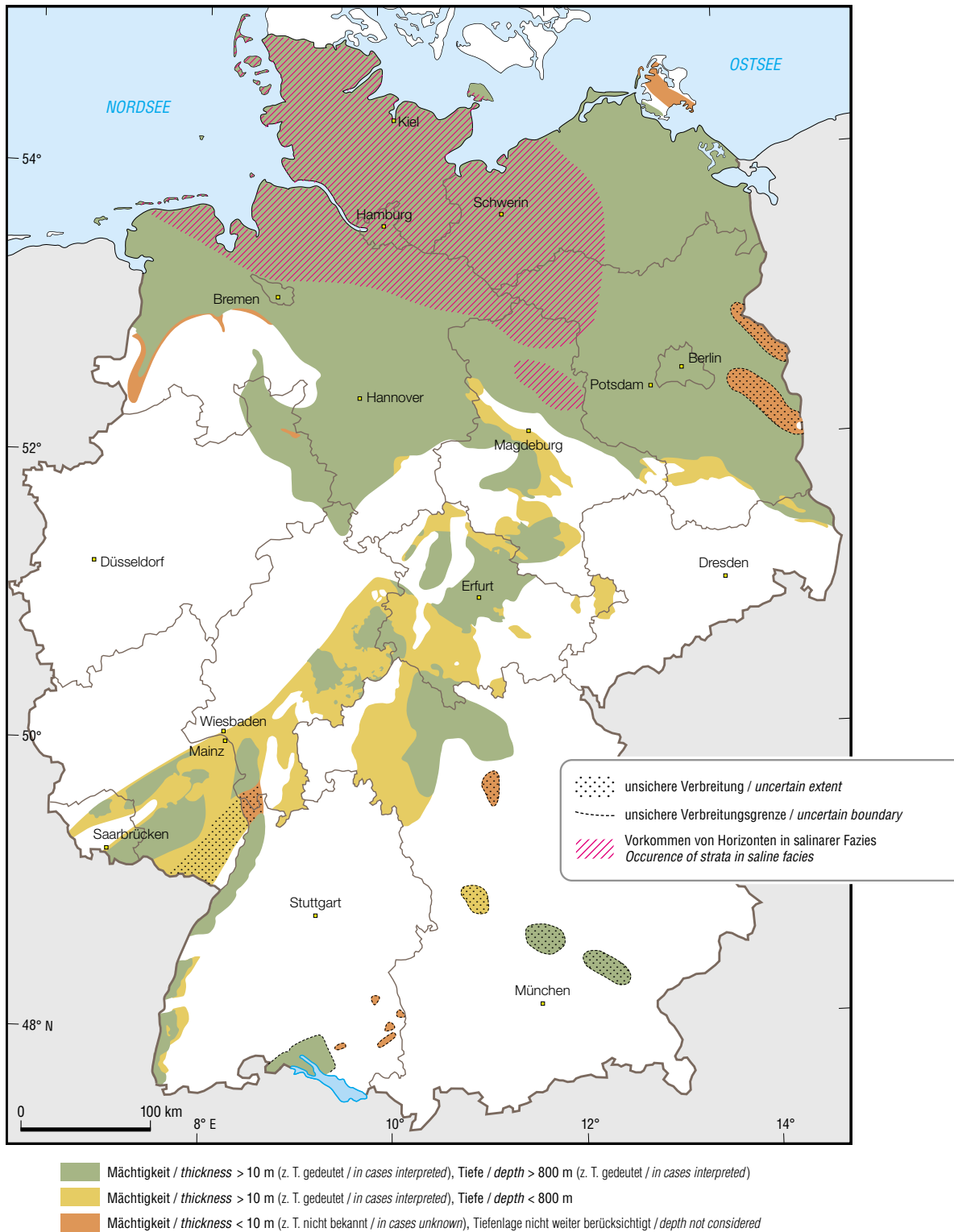
Die Speicherkomplexe Permokarbon und Buntsandstein erfüllen in großen zusammenhängenden Gebieten Norddeutschlands das Tiefen- und Mächtigkeitskriterium. Aufgrund der starken Zementation der klastischen Gesteine des Oberrotliegend sind deren Speichereigenschaften im gesamten Gebiet von Schleswig-Holstein und Hamburg sowie in weiten Teilen Mecklenburg-Vorpommerns und Brandenburgs ungünstig (Abb.). Gute Speichereigenschaften sind dagegen in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt in den Regionen vorhanden, in denen Erdgas in den klastischen Sedimenten des Oberrotliegend vorkommt. Die Ablagerungen des Buntsandstein wurden in diesem Projekt ebenfalls als untersuchungswürdiger Speicherkomplex in Norddeutschland und im Oberrheingraben ausgewiesen. Im Norddeutschen Becken besitzen die Sandsteinhorizonte des Mittleren Buntsandstein über weite Gebiete eine ausreichende Mächtigkeit und Tiefenlage. Dabei haben die Sandsteinhorizonte im beckenzentralen Ablagerungsbereich weniger günstige Speichereigenschaften als die Sandsteinhorizonte in geringerer Tiefe im ehemaligen Beckenrandbereich. Beispiele für Regionen mit weniger günstigen Speichereigenschaften sind das zentrale Niedersächsische Becken oder der Glückstadt-Graben in Schleswig-Holstein.

## Storage Catalogue of Germany

In a project coordinated by BGR, the state geological surveys of Germany completed their work on a “Informationssystem Speichergesteine für den Standort Deutschland – eine Grundlage zur klimafreundlichen geotechnischen und energetischen Nutzung des tieferen Untergrundes” (Storage Catalogue of Germany) and published the results in 2011.

The information system provides a nationwide harmonised overview of regions with deep underground reservoir and barrier rocks identified for further investigation, with a particular focus on the permanent geological storage of carbon dioxide. This involved defining and applying nationwide uniform minimum criteria (depth and thickness) for stratigraphically defined reservoir and barrier rock units. For the reservoir rock units identified for further investigations, a cumulative minimum thickness of more than 10 m and a depth of more than 800 m (top) were defined as requirements, and for the barrier rock units, a minimum thickness of 20 m and a minimum depth (base) of 800 m. Based on these criteria, nationwide thematic maps with a scale of 1 : 1 million have been compiled of 18 reservoir and barrier rock units for Upper Paleozoic and Mesozoic deposits. These maps, including header data on deep wells and seismic reflection measurements (such as the data owner and contacts for further information), have been integrated into the GIS-based map application “Storage Catalogue of Germany Information System”.

The Permo-Carboniferous and Buntsandstein reservoir rock units in large contiguous geographical areas of Northern Germany meet the depth and thickness criteria. Given the strong cementation of the clastic rocks of the Upper Rotliegend, their storage properties are unfavourable in the whole of Schleswig-Holstein and Hamburg and in large parts of Mecklenburg-Western Pomerania and Brandenburg (Fig.). In regions in Lower Saxony and Saxony-Anhalt where natural gas occurs in the clastic sediments of the Upper Rotliegend, however, storage properties are good. The project also identified the sediments of the Buntsandstein in Northern Germany and in the Upper Rhine Graben as reservoir rock units for further investigation. In large areas of the North German Basin, the sandstone horizons of the Middle Buntsandstein have sufficient thicknesses and depths. In the central sedimentation areas of the basin, the storage properties are less favourable than those at shallower depths in the areas of the former basin margins. Examples of regions with less favourable storage properties are the central Lower Saxony Basin and the Glückstadt Graben in Schleswig-Holstein.



Beispiel einer bundesweiten Potenzialkarte (vereinfachte Darstellung): Ablagerungen des Permokarbon als potenzieller Speicherkomplex. Kategorisierung nach Mächtigkeit und Tiefenlage.

Example of a thematic map for Germany (simplified version): Deposits of the Permo-Carboniferous as a potential reservoir rock unit. Categorization based on depth and thickness.

In stratigraphisch jüngeren Speicherkomplexen wie dem Oberen Keuper und dem Unterjura, dem Mitteljura und der Unterkreide ist insbesondere in Norddeutschland die Verbreitung gegenüber den älteren Speicherkomplexen deutlich eingeschränkt. Dies gilt vor allem für die durch die Salinar tektonik stark zergliederten Ablagerungsräume in Norddeutschland, in denen die Verbreitung der jüngeren Speicher- und Barriereformationen auf schmale Tröge reduziert ist (z. B. in Schleswig-Holstein). Die Oberflächen der Speicherkomplexe liegen zudem gebietsweise oberhalb von 800 m. Hierdurch verkleinert sich die Fläche der untersuchungswürdigen Gebiete zusätzlich. Die Speichereigenschaften werden in den ausgewiesenen untersuchungswürdigen Gebieten häufig als gut bis sehr gut bezeichnet.

Der Barrierekomplex Zechstein erfüllt im norddeutschen und mitteldeutschen Raum weiträumig die Mindestkriterien und wird als untersuchungswürdig kategorisiert. Ebenso erfüllt der Obere Buntsandstein in Norddeutschland die Mindestkriterien und ist weiträumig als Barriere für den Speicherkomplex Buntsandstein anzusehen. Wie auch bei den Speicherkomplexen werden die untersuchungswürdigen Gebiete der stratigraphisch jüngeren Barrierekomplexe aufgrund von Verbreitungslücken kleiner, folgen aber grundsätzlich dem Verbreitungsmuster der unmittelbar darunter liegenden Speicherkomplexe.

In Süddeutschland – Untersuchungsgebiete waren das Gebiet des Molassebeckens sowie der Oberrheingraben – sind die untersuchungswürdigen Gebiete der Speicherkomplexe im Permokarbon und im Mesozoikum häufig deutlich kleiner als in Norddeutschland und erfüllen die geforderte Mindestmächtigkeit nur knapp. Beispielsweise gilt dies für die Speicherkomplexe des Keuper im Gebiet des Molassebeckens. Als potenzielle Speichergesteine wurden in Süddeutschland zusätzlich geklüftete und kavernöse Karbonatgesteine (z. B. im Malm) erfasst und mögliche Speicher- und Barrierekomplexe des Tertiär untersucht.

Die zur Erstellung der Potenzialkarten angewendeten Mindestkriterien sind nicht nur auf die CO<sub>2</sub>-Speicherung, sondern auch auf andere Nutzungsoptionen wie z. B. die tiefe Geothermie oder die Erdgasspeicherung anwendbar. Das Informationssystem Speicher-Kataster Deutschland bedient damit ein Spektrum an unterschiedlichen Nutzungsoptionen für die Salzwasser führenden Aquifere des tieferen Untergrundes.

In stratigraphically younger reservoir rock units such as the Upper Keuper or the Lower Jurassic, the Middle Jurassic or the Lower Cretaceous, distribution is limited compared to older reservoir rock units, particularly in Northern Germany. This applies particularly to the sedimentary environments in Northern Germany, which are often fragmented as a result of salt tectonics; in these environments, the distribution of younger reservoir and barrier formations is reduced to narrow troughs (e.g. in Schleswig-Holstein). In some areas, the surface of the reservoir rock units are located above 800 m, thus further reducing the size of the regions identified for further investigation. The storage properties in the regions identified for further investigation are often considered as good to very good.

The Zechstein barrier rock unit in Northern and Central Germany largely meets the minimum criteria and is thus identified for further investigation. The Upper Buntsandstein in Northern Germany also meets the minimum criteria and can in large parts be considered as a barrier for the Buntsandstein reservoir rock unit. As with the reservoir rock units, gaps in the occurrence of the stratigraphically younger barrier rock units mean that smaller areas of these are identified for further investigation. Overall, however, they generally follow the distribution pattern of the reservoir rock units located immediately below them.

In Southern Germany, where the Molasse Basin and the Upper Rhine Graben areas were studied, much smaller regions of reservoir rock units in the Permo-Carboniferous and the Mesozoic were identified for further investigation than in Northern Germany. They barely meet the required thickness criterion. This applies, for instance, to the Keuper reservoir rock units of the Molasse Basin. Potential reservoir rocks identified in Southern Germany also included fractured and cavernous carbonate rocks (e.g. of the Malm); possible reservoir and barrier rock units of the Tertiary were also studied.

The minimum criteria applied in the compilation of the thematic maps can not only be used for CO<sub>2</sub> storage but also for other applications, such as deep geothermal energy utilization or natural gas storage. The Storage Catalogue of Germany is thus an information system that permits a range of possible uses for the deep underground saline aquifers.

## Methoden zur Überwachung von Unterwasser-Gas-Austritten

Eine häufig gestellte Frage im Zusammenhang mit der geologischen Speicherung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) unterhalb von Meeres- oder Seeböden ist die nach dem möglichen Auftreten von Leckagen und den daraus resultierenden möglichen Auswirkungen auf die unmittelbare Umgebung.

Als Beitrag zu dem EU-geförderten Projekt CO<sub>2</sub>ReMoVe (CO<sub>2</sub> Geological Storage: Research into Monitoring and Verification Technology) wurden im BGR-Fachbereich „Geochemie der Rohstoffe“ Verfahren und Instrumente zur Detektion und Überwachung von Gasaustritten in Gewässern entwickelt. Diese Messinstrumente und -verfahren wurden an Stellen, an denen natürliches Kohlendioxid aus dem Untergrund austritt, getestet und optimiert.

Die Ergebnisse der umfangreichen Forschungsarbeiten an der BGR zeigen, dass eine wirkungsvolle und verlässliche Überwachung von Gasaustritten unter Wasser nur durch ein mehr-

## Methods for monitoring underwater gas leakages

One frequently asked question with respect to the geological storage of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) below the sea floor or lake beds concerns the possibility of leakages and the resulting potential implications for the surrounding environment.

As a contribution to the EU-funded project on “CO<sub>2</sub> Geological Storage: Research into Monitoring and Verification Technology (CO<sub>2</sub>ReMoVe)”, the BGR sub-department Economic Geology of Mineral Resources has developed methods and tools for detecting and monitoring gas leakages in water. These tools and methods have been tested and optimised in places where naturally occurring underground carbon dioxide is released from the subsurface.

The findings from the extensive research activities at BGR show that an effective and reliable monitoring of underwater gas leakages requires a multi-level approach that combines



Natürliche Gasaustritte im Laacher See (Eifel, Deutschland).

Natural gas leakages in the Laacher See (Eifel, Germany).

stufiges Vorgehen erreicht werden kann, bei dem verschiedene Messverfahren kombiniert sowie unterschiedliche räumliche und zeitliche Skalen berücksichtigt werden. Hierfür hat die BGR das so genannte „DVC“-Konzept für ein flächendeckendes Unterwasser-Gas-Monitoring entwickelt, das aus drei wesentlichen methodischen Schritten besteht:

- **Detektion** (großräumige Überwachung),
- **Verifikation**,
- **Charakterisierung**, einschließlich Quantifizierung der austretenden Gasmengen durch Langzeitüberwachung.

Um große Gebiete in kurzer Zeit überwachen und Gasaustritte detektieren zu können, eignen sich besonders schiffsgestützte hydroakustische Verfahren. In den Forschungsarbeiten wurden verschiedene, meist aktive akustische Sonarverfahren und -messgeräte getestet und auf ihre Eignung untersucht.

Nach dem Aufspüren „auffälliger“ Gebiete kann ein ferngesteuerter Tauchroboter mit geeigneter Ausrüstung zur näheren Untersuchung einer entsprechenden Stelle und ggf. zur Probennahme eingesetzt werden. Als Beispiel für eine kostengünstige Variante ist der Mikro-Tauchroboter „Video-Ray Pro 3 XE“ als Trägersystem für Überwachungsinstrumente umgerüstet worden. Für den Einsatz am Roboter wurden verschiedene Probennahme- und Aufzeichnungseinrichtungen entwickelt und angepasst, wie z. B. Gasprobenehmer, Gasflussmessgerät und Wasserprobenehmer.

Für die Langzeitüberwachung wurde von der BGR ein stationäres System zur Gasflussmessung entwickelt, dessen Sensor

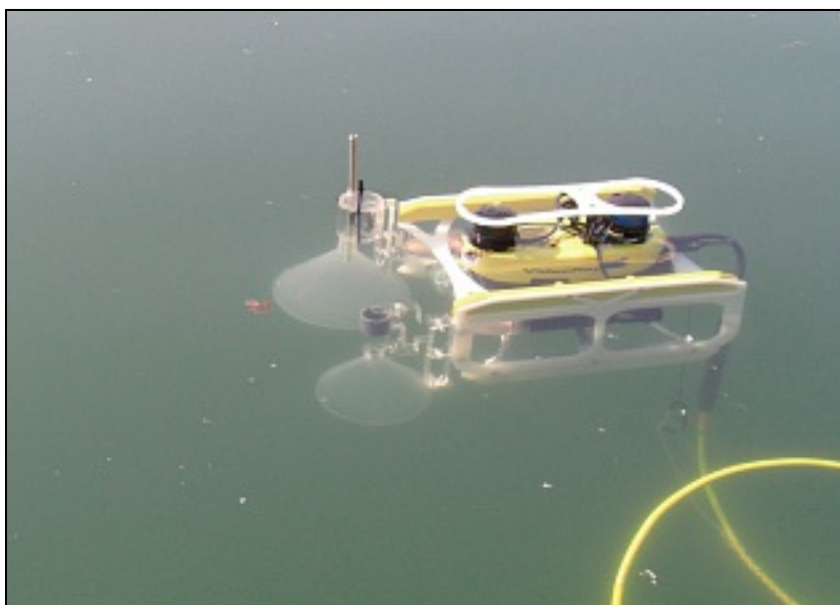
a variety of measurement techniques and takes into account different scales of space and time. For this purpose, BGR has developed the so-called DVC concept for extensive underwater gas monitoring, which comprises three major methodical steps:

- **Detection** (large-scale monitoring),
- **Verification**,
- **Characterisation and quantification** of leaking gas volumes through long-term monitoring.

Ship-based hydroacoustic methods are particularly suitable for the quick monitoring of large areas and the detection of gas leakages. As part of the research, different, mostly active, acoustic methods and measurement devices were tested and assessed for suitability.

Once a “suspect” area has been detected, an appropriately equipped remotely operated vehicle (ROV) can be deployed for a more detailed investigation of a detected location and, if applicable, for taking samples. One such low-cost example is the micro ROV VideoRay Pro 3 XE, which was adapted to function as a carrier system for monitoring equipment. Different sampling and logging devices were developed and adapted for use with the ROV, such as a gas sampler, a gas flow meter and a water sampler.

For long-term monitoring, BGR has developed a stationary system for gas flow measurement; this system’s sensor has now been patented. Its main components are a funnel for collecting the rising gas bubbles; a sensor fitted to the funnel head; and a pressure-tight vessel that contains the electronic control and logging system and the batteries for the power supply.



*Mikro-Tauchroboter (Länge ca. 50 cm), der für die Untersuchung und Beprobung von Gasaustritten unter Wasser umgebaut wurde.*

*Micro ROV (approx. 50 cm long), adapted for the testing and sampling of underwater gas leakages.*

mittlerweile patentiert ist. Es besteht im Wesentlichen aus einem Trichter zum Sammeln der aufsteigenden Gasblasen, aus einem am Kopf des Trichters angebrachten Sensor sowie einem druckfesten Behälter für die Elektronik zur Steuerung und Datenaufzeichnung und den Batterien zur Stromversorgung.

Die an der BGR entwickelten Überwachungssysteme bewiesen sowohl unter Laborbedingungen als auch in umfangreichen Feldversuchen, z. B. im Laacher See, im Bodensee und in der Nordsee, ihre Eignung, natürliche CO<sub>2</sub>-Austritte am Boden von Gewässern verlässlich aufzuspüren, zu beproben und über längere Zeiträume zu überwachen.

The suitability of the monitoring systems developed at BGR for reliably detecting natural CO<sub>2</sub> leakages on the floor of water bodies, sampling them, and monitoring them over extended periods of time has been proven in laboratory tests and during extensive testing in the field, e.g. in the Laacher See, Lake Constance, and the North Sea.



*Stationäres Messsystem zur Langzeitüberwachung.*

*Stationary long-term monitoring system.*



## Ausblick

**G**eologische CO<sub>2</sub>-Speicher benötigen geeignete Untergundvolumen. Die Injektion großer Mengen CO<sub>2</sub> kann den Fluiddruck in der weiteren Umgebung eines CO<sub>2</sub>-Speichers erhöhen. Angesichts der Endlichkeit des unterirdischen Speicher- und Wirtschaftstraums gilt es, bei der Nutzung dieses Gutes allen Ansprüchen gerecht zu werden. Konkurrierende Interessen existieren bereits heute, beispielsweise durch den konventionellen Bergbau auf Energierohstoffe und Salz, durch die Speicherung von Erdöl und Erdgas, durch die Verbringung toxischer und radioaktiver Abfälle und zukünftig durch die Gewinnung tiefer Geothermie und möglicherweise die Speicherung Erneuerbarer Energien.

Zur Unterstützung der Nutzungsplanung bei konkurrierenden Interessen stellt die BGR grundlegende Daten über die Untergrundeigenschaften zur Verfügung. Auf diese Weise können mögliche Synergien zwischen unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten hergestellt und entsprechende technische Lösungen entwickelt werden. Die BGR erarbeitet beispielsweise gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) in dem Verbundvorhaben Geothermie-Atlas Grundlagen für eine Prüfung der Nutzungskonkurrenzen zwischen CCS und Geothermie. Auch sollen laut Entwurf eines deutschen Gesetzes zur dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid mögliche Nutzungskonflikte im unterirdischen Wirtschafts- und Speicherraum im Kontext einer bundesweiten Bewertung der Speicherpotenziale explizit von der BGR berücksichtigt werden.

## Outlook

**G**eological CO<sub>2</sub> storages require suitable subsurface volumes. The injection of large volumes of CO<sub>2</sub> into saline aquifers can increase the fluid pressure in the wider surroundings of a storage. Since limited space is available for underground storage activities, it is important to take into account all requirements in its use. Already today, there are competing interests, such as mining for salt, of oil and gas storage, or the disposal of toxic and radioactive wastes. In future there will also be in increasing interest in the production of deep geothermal energy and possibly the storage of renewable energies.

BGR provides basic data about subsurface properties that could support spatial planning in the case of conflicting options. Likewise, these data can be used for exploring synergies between options and the development of technical solutions for these potential utilizations listed above. BGR is for example collaborating with the Leibniz Institute for Applied Geophysics (LIAG) in the project "Geothermie-Atlas" (Atlas of Geothermal Resources) to investigate the potential competing interests between CCS and geothermal energy. Moreover, according to the draft of a German act on permanent CO<sub>2</sub> storage, potential conflicts in use of the underground space shall be explicitly taken into account by BGR in a future nationwide re-assessment of underground storage potentials.

## Geowissenschaftliche Informationen und Grundlagen



*Geoscientific Information and Principles*

# Einführung

# Introduction

**D**ie Verfügbarkeit geowissenschaftlicher Daten und Informationen bildet die Basis für die Arbeiten in allen Bereichen der Geowissenschaften: von der Erschließung neuer Wirtschaftsräume durch die Erkundung von Georesourcen bis hin zur Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung geogener Gefahren. Durch neue Methoden und Techniken wird die Erfassung der Daten immer effektiver, umfassender und schneller, womit das Volumen der vorhandenen Daten und Information enorm zunimmt. Damit gewinnen auch der Austausch und die Nutzung von Geodaten unterschiedlicher Herkunft zunehmend an Bedeutung. Diese fließen zur Weiterverarbeitung in fachspezifische Geoinformationssysteme ein, wie z. B. in die Internationale Quartärkarte von Europa 1 : 2,5 Mio. (IQuaME 2500).

Da die Ausgangsdaten meistens auf die Rahmenbedingungen und Arbeitsprozesse der Datenerzeuger zugeschnitten sind, entsteht bei einer Weiterverarbeitung durch Dritte oft ein erheblicher Aufwand bei der Transformation in eigene Formate. Diese Hemmnisse bei der Nutzung von Geodaten wurden vor einigen Jahren erkannt und haben zu nationalen und internationalen Programmen zur Interoperabilisierung bzw. Standardisierung/Harmonisierung von Geodaten geführt. Die BGR bringt ihr geowissenschaftliches Fachwissen und ihre Erfahrung im Bereich der weiterführenden Datenverarbeitung für Geoinformationssysteme aktiv bei der Entwicklung von entsprechenden Standards, z. B. in den Projekten INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) oder GDI-DE (Geodateninfrastruktur Deutschland), mit ein.

**T**he availability of geoscientific data and information provides a basis for activities in all category groups of geosciences. This applies to the development of new economic areas by exploring georesources as well as to the hazard analysis and risk assessment of geogenic hazards. Using new methods and technologies data capturing gets more effective, more comprehensive and faster. Available data and information is growing enormously. Therefore sharing and using geodata from different sources is becoming more and more important. These data are processed in dedicated geoinformation systems, e.g. in the International Quaternary Map of Europe 1 : 2,5 Mio. (IQuaME 2500).

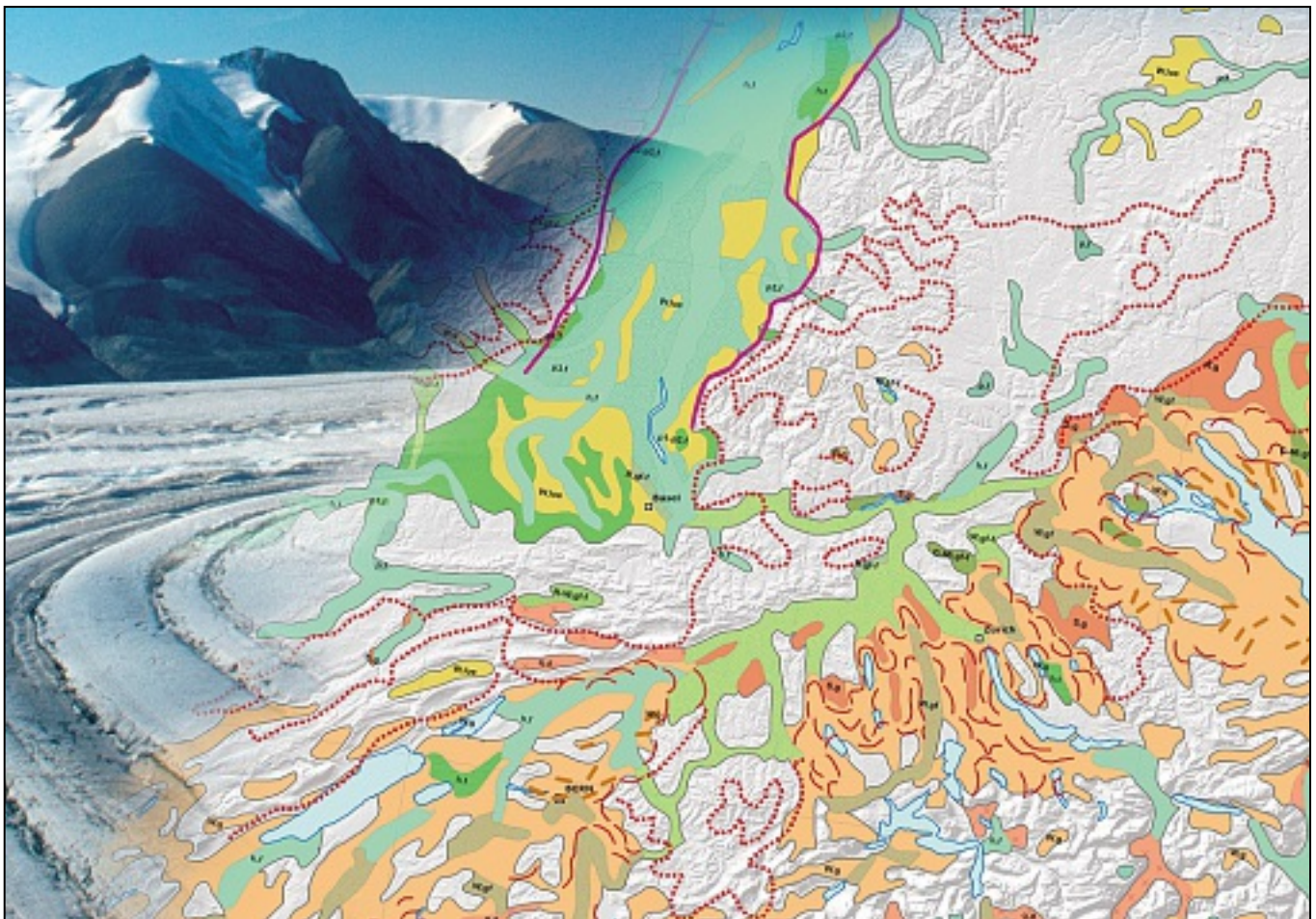
Original data are usually tailored to the general requirements and working processes of the data producers. Significant investment is often required for data transformation by others. These obstacles in using geodata were recognised some years ago. They have led to the implementation of national and international programmes for increasing the interoperability or standardising/harmonising geodata, like INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) or GDI-DE (Geodata Infrastructure Germany). To support the development of these standards BGR contributes its geoscience expertise and experience in advanced data processing for geoinformation.

## IQUAME: Aufbau eines europäischen quartär-geologischen Informationssystems

Das Quartär ist ein hochinteressanter Bestandteil der Geologie. Es ist die jüngste, noch andauernde Periode der Erdgeschichte, in der das menschliche Leben sich rasant entwickelte und große Teile (nicht nur) Nordeuropas von mächtigen Gletschern bedeckt waren. Das Quartär ist vor allem aber ein wichtiger Bestandteil der Geologie: Es beinhaltet die obersten Schichten des geologischen Unter-

## IQUAME: Development of a European Quaternary geological information system

The Quaternary is a fascinating area of geology. It is the most recent period in the Earth's history and continues to the present. During the Quaternary, human life evolved rapidly and large parts of (not only) Northern Europe were covered by thick glaciers. Most of all, the Quaternary forms an important part of geology in that it comprises the uppermost layers of the geological subsurface, and thus the



Das neue quartärgeologische Informationssystem wird neben Angaben zur Lithologie und dem Alter der Gesteinseinheiten quartärgeologische Besonderheiten wie die jüngsten glazialen Maxima und Eisrandlagen enthalten.

The new Quaternary-geological information system will include information about the lithology and age of rock units as well as specific quaternary-geological features such as the last glacial maxima or ice margins.

grundes und stellt daher den Boden, auf dem wir leben. Die quartären Schichten versorgen uns zudem mit Steinen und Erden für den Bau, beinhalten Grundwasserressourcen, stellen den Untergrund für Haus- und Straßenbau und beinhalten u. a. auch Torflagerstätten.

Beim INQUA-Kongress (International Union for Quaternary Research) im schweizerischen Bern fand in 2011 der „Kick-off-Workshop“ zum Aufbau eines quartärgeologischen Geoinformationssystems (IQUAME GIS) für Europa statt. Ziel dieses Systems ist es, Informationen zum quartären Untergrund für ganz Europa bereitzustellen. Dies wird Informationen zur Genese, zum Alter, der Lithologie, der letzten glazialen Maxima, der Lößbedeckung etc. enthalten.

Das Projekt basiert auf der im Jahr 1995 fertiggestellten Papierkarte der Quartärgeologie von Europa im Maßstab von 1 : 2,5 Mio. (IQUAME 2500). Die BGR hat bereits damit begonnen, diese Karte digital umzusetzen – sie muss nun in internationaler Kooperation revidiert, aktualisiert und ergänzt werden.

Es ist geplant, die IQUAME-Daten mit den GIS-Daten der 1 : 5 Mio. internationalen präquartären geologischen Karte von Europa und angrenzenden Gebieten (IGME 5000) abzustimmen. Die Informationen beider digitaler Kartenwerke sollen zur besseren Auswertung, Datenselektion und -kombinierbarkeit miteinander verbunden werden.

Auf dem Kick-off-Workshop wurden die Pläne und Dateninhalte lebhaft diskutiert. Es nahmen 14 Experten aus zwölf Ländern unter Leitung von BGR-Arbeitsbereichsleiterin Dr. Kristine Asch teil.

ground on which we live. The Quaternary layers also provide rocks and soil for construction, they contain groundwater resources, they form the base for the construction of buildings and roads, and they contain, for instance, peat deposits.

At the INQUA Congress (International Union for Quaternary Research) held in Berne, Switzerland, in 2011, the “kick-off workshop” for the development of a Quaternary geoinformation system for Europe (IQUAME GIS) took place. The system aims to make available information on the Quaternary subsurface for the whole of Europe, including aspects such as its genesis, age, lithology, its last glacial maxima and its loess cover.

The project is based on the paper map completed in 1995 of Europe’s Quaternary geology, with a scale of 1 : 2,5 mill. (IQUAME 2500). BGR has already started to digitise this map; in collaboration with international partners, it now has to be revised, updated and completed.

The IQUAME data are to be harmonised with the GIS data of the 1 : 5 mill. international pre-Quaternary geological map of Europe and adjacent areas (IGME 5000, Asch 2005). Information from both digital maps is to be combined to permit a better analysis, data selection and compatibility.

At the kick-off workshop, there were lively discussions about these plans and the data content. The meeting was attended by 14 experts from twelve countries and chaired by Dr. Kristine Asch, a unit head at BGR.

## Vernetzte Geodaten: Mehr Wert durch Interoperabilität

**D**as Elbehochwasser im Jahr 2002 zeigte die Notwendigkeit einer Interoperabilität und Harmonisierung staatlicher Geoinformationen. Es stellte sich heraus, dass die Daten zur Planung komplexer Maßnahmen durchaus vorhanden waren, diese jedoch über unterschiedliche Behörden verteilt vorgehalten wurden. Transparenz über die Datenorganisation war nicht vorhanden.

Aufgrund neuer rechtlicher Rahmenbedingungen auf nationaler und europäischer Ebene sind Behörden nunmehr verpflichtet, ihre Daten und Informationen besser als bisher der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Als Beispiele dafür seien das Informationsfreiheitsgesetz, das Umweltinformationsgesetz und das Geodatenzugangsgesetz sowie die EU-Wasserrahmenrichtlinie und die INSPIRE-Richtlinie genannt (engl. INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe).

Die Umsetzung dieser Vorschriften erfordert den Aufbau einer neuen Geodateninfrastruktur – in der BGR bezeichnet als Geofachdateninfrastruktur (GFDI). Damit soll die Wertschöpfungskette von der Erstellung der Daten und Produkte in den einzelnen Fachbereichen bis zu deren Publikation und Vermarktung infrastrukturell gestrafft und interoperabel verfügbar gemacht werden.

Die Entwicklung der GFDI für die BGR beinhaltet eine ganze Reihe von Teilkomponenten, z. B. die Datenhaltung auf einem zentralen Geodatenserver, einen gemeinsamen Geoviewer mit integrierten Fachverfahren, ein gemeinsames Metadateninformationssystem, die Integration des Geoshops und den Zugang über ein Portal.

Zur Evaluierung von technischen Konzepten, Erarbeitung von Lösungsansätzen und Tests wurde eine Arbeitsgruppe in der BGR gegründet. Die Ergebnisse werden in einem Steuerungsgremium diskutiert und gegebenenfalls verabschiedet. Danach erfolgt die Umsetzung in den Fachbereichen bzw. im GFDI-Kompetenzzentrum. Der Präsident und die Abteilungsleiter werden regelmäßig über den Projektfortschritt informiert. Bis Mitte 2014 ist die Umsetzung des vollständigen Konzeptes geplant.

Parallel zu den Aktivitäten der BGR sind Vertreter des Hauses auch am Aufbau nationaler und europäischer Geodateninfrastrukturen beteiligt. Im Rahmen der Geodateninfrastruktur

## Linking geodata: interoperability adds value

**T**he flooding catastrophe of the river Elbe in 2002 has shown that interoperability and harmonisation of public geo-information plays an important role. It put out that data required for planning complex actions were available, but they were provided by different authorities. There was no transparency in data organisation.

Due to new national and European regulatory frameworks, authorities are now obligated to better make their data and information accessible to the public. Examples include the Freedom of Information Act, the Environmental Information Act, the Geodata Access Act in Germany and the EU Water Framework Directive and INSPIRE Directive (INfrastructure for SPatial InfoRmation in the European Community).

The implementation of these prescriptions requires the installation of a new geodata infrastructure called GFDI in the BGR. Its purpose is to streamline the value added chain ranging from data and product generation to publication and commercialization and to make the data interoperable available.

The installation of the GFDI in the BGR comprises different subcomponents, e.g. data storage on a central geodata server, a common geoviewer with integrated specialist processes, a combined metadata information system, the integration with the Geoshop and access via a portal.

A working group has been set up in the BGR to evaluate technical concepts, develop possible solutions, and carry out tests. The results are discussed by a steering committee and approved where appropriate. Then the implementation in the individual departments or in the GFDI competence centre starts. The BGR president and the heads of the departments are regularly informed about the progress of the project. Implementation of the whole concept is planned to be completed by mid-2014.

Parallel to these activities, BGR representatives are also involved in establishing national and European geodata infrastructures. For the Geodata Infrastructure Germany (GDI-DE), BGR advances its view for geoscience issues in the IMAGI (Interministerial Committee for Geoinformation) working group. The German GeoBusiness Commission (GIW-Kommission), which is based in the BGR, mediates between the requirements of the industry and the data providers in the public administra-

Deutschland (GDI-DE) vertritt die BGR die geowissenschaftlichen Belange in der Arbeitsgruppe des IMAGI (Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen). Die Geschäftsstelle der Kommission für Geoinformationswirtschaft (GIW-Kommission), die in der BGR angesiedelt ist, vermittelt zwischen den Anforderungen der Wirtschaft und den Datenbereitstellern in der Verwaltung. In der europäischen Initiative INSPIRE arbeitet die BGR an den Implementierungsregeln „Data Specifications“ mit.

Das Konzept sowie die Umsetzung der Geofachdateninfrastruktur wird die BGR in der Beratungstätigkeit von Politik und Wirtschaft maßgeblich unterstützen.

tion. In the European INSPIRE initiative, BGR is contributing to the development of guidance documents, so-called “Data Specifications”.

The concept and realization of a geodata infrastructure will support the BGR in the political and industrial consulting significantly.

## Geheimnisse in der Tiefsee

Im „Integrated Ocean Drilling Program“ arbeiten Forscher aus aller Welt zusammen

Das „Integrated Ocean Drilling Program“ (IODP) ist ein internationales Tiefseebohrprogramm mit Beteiligung von Wissenschaftlern aus insgesamt 26 Ländern. Es dient der Erforschung von bislang unzugänglichen Bereichen unter den Meeresböden. Das IODP widmet sich Fragestellungen mit hoher gesellschaftlicher Relevanz und ist das größte geowissenschaftliche Verbundprojekt der Welt. Es hat im Oktober 2003 begonnen und baut auf früheren wissenschaftlichen Ozean-Bohrprogrammen auf. Dazu gehören insbesondere das „Deep Sea Drilling Project“ (DSDP, 1968–1983) und das „Ocean Drilling Program“ (ODP, 1983–2003). Die wissenschaftlichen Schwerpunkte des IODP sind im IODP-Initial Science Plan 2003–2013 („Earth, Oceans and Life“) beschrieben und lauten: „Deep Biosphere & Sub-Seafloor Ocean“, „Environmental Change, Processes & Effects“ und „Solid Earth Cycles & Geodynamics“.

Im IODP werden zwei unterschiedliche Bohrschiffe eingesetzt (Abb.): die JOIDES Resolution (USA) und die Chikyu (Japan). Eine dritte „Plattform“ bilden sogenannte missions-

## Secrets of the deep sea

Scientists from around the globe collaborate in the “Integrated Ocean Drilling Program”

The “Integrated Ocean Drilling Program” (IODP) is an international deep sea drilling programme, with participant scientists from 26 countries. It aims to explore formerly inaccessible regions below the seafloors. IODP addresses issues of great social relevance. It is the largest cooperative geoscience project in the world. IODP started in October 2003 and builds on earlier scientific ocean drilling programmes, including, in particular, the “Deep Sea Drilling Project” (DSDP, 1968–1983) and the “Ocean Drilling Program” (ODP, 1983–2003). Its principal themes, which are outlined in the IODP-Initial Science Plan 2003–2013 (“Earth, Oceans and Life”), are the “deep biosphere & subseafloor ocean”, “environmental change, processes & effects” and “solid earth cycles & geodynamics”.

IODP uses two different drilling vessels (Fig.): the JOIDES Resolution (United States) and the Chikyu (Japan). These are supplemented by so-called mission-specific platforms, which are chartered according to logistics requirements and deployed in areas where the two drilling vessels cannot operate (e.g.



(Quelle/Source: www.iodp.org)

Innerhalb des „Integrated Ocean Drilling Program“ (IODP) sind Bohrschiffe unerlässlich für die Lieferung von Daten (von links nach rechts): die Chikyu, die Vidar Viking als missionspezifische Plattform und die JOIDES Resolution.

IODP operates three platforms (from left to right): the Chikyu, the Vidar Viking as mission-specific platform and the JOIDES Resolution.



spezifische Plattformen, die entsprechend der logistischen Anforderungen gechartert und in Gebieten eingesetzt werden, in denen die beiden Bohrschiffe nicht operieren können (z. B. flache Meere und in den meisten Bereichen der Arktis). Diese missionspezifischen Plattformen werden durch das European Consortium for Ocean Research Drilling (ECORD) betrieben, ein Zusammenschluss aus 18 europäischen Ländern und Kanada. Deutschland ist Gründungsmitglied des ECORD und sowohl auf wissenschaftlicher als auch organisatorischer Ebene eine der zentralen Säulen.

Deutsche Wissenschaftler sind auf allen Ebenen des IODP stark engagiert und wissenschaftlich sehr erfolgreich. Seit Beginn des IODP im Jahr 2003 fanden 38 Expeditionen statt, an denen insgesamt 77 deutsche Wissenschaftler teilnahmen. Fünf Bohrfahrten liefen sogar unter Beteiligung eines deutschen Expeditionsleiters. Deutsche Wissenschaftler sind in vielen IODP Beratungsgremien vertreten und gestalten so das Bohrprogramm mit.

Der wissenschaftliche Erfolg der IODP-bezogenen Forschung in Deutschland drückt sich in der Anzahl und Qualität der Publikationen aus. Zwischen 2003 und 2011 erschienen 760 „peer reviewed“ Publikationen mit deutscher Beteiligung, davon allein 42 Publikationen in den Zeitschriften *Nature/Nature Geoscience* und *Science*.

Das Koordinationsteam der BGR im Fachbereich „Geodaten, Geologische Informationen, Stratigraphie“ unterstützt Wissenschaftler und Techniker von deutschen Institutionen, die sich an IODP-Aktivitäten beteiligen. Die Aufgaben dieses Teams umfassen: die Beratung von deutschen Wissenschaftlern zu verschiedenen IODP/ODP-relevanten Themen, die Information durch E-Mails, die Versorgung deutscher Expeditions-, Workshop- und Meetingteilnehmer mit Reisemitteln, die Erstellung von IODP-Statistiken und vieles mehr.

shallow seas and most areas of the Arctic). These mission-specific platforms are operated by the European Consortium for Ocean Research Drilling (ECORD), a science consortium of 17 European countries and Canada. Germany is a founder member of ECORD and one of its central pillars, both in scientific and organisational terms.

German scientists are closely involved in IODP at all levels and have been very successful in their research. Since IODP started in 2003, 38 expeditions have been completed, with the participation of 77 German scientists overall. Five drilling expeditions were even headed by a German expedition leader. German scientists are represented on many IODP advisory committees and thus help to shape the drilling programme.

The scientific success of IODP-related research in Germany is evident from the large number and high quality of publications. Between 2003 and 2011, 760 peer-reviewed papers co-authored by German scientists were published, 42 of them in the journals *Nature/Nature Geoscience* and *Science*.

The coordination team in BGR's sub-department "Geodata, Geological Information, Stratigraphy" provides assistance to the research and technical staff from German institutions participating in IODP activities. The team's responsibilities include advising German scientists on a range of IODP and ODP-related topics; providing information via e-mail; providing travel funds to German participants of expeditions, workshops and meetings; preparing IODP statistics; and many other tasks.



Stepped Frequency Radar-Antenne mit Hubschrauber.

Stepped frequency radar-antenna and helicopter.

## Blick in den Untergrund mit Aero-Georadar

Beim Georadarverfahren (Ground Penetrating Radar, GPR) werden elektromagnetische Signale von einer Antenne in den Boden gesendet und die an dort vorhandenen Schichtgrenzen oder Inhomogenitäten reflektierten Signale an einer Empfangsantenne aufgezeichnet. Über die Laufzeit und Amplitude können Position und Eigenschaften von Materialänderungen, also Information über den Aufbau des Untergrundes, ermittelt werden. Um auch in unzugänglichen und großen Untersuchungsgebieten Messungen durchführen zu können, wird an der BGR anstatt der üblichen Messungen an der Erdoberfläche das Georadarverfahren auch vom Helikopter aus eingesetzt. Die Messgeschwindigkeit beträgt etwa 70 km/h bei einer Antennenhöhe über Grund von 40 m.

Das Aero-Georadarverfahren eignet sich zur schnellen Untersuchung von geologischen Strukturen, zur Exploration von Rohstoffen, zum Auffinden des Grundwasserspiegels und zur Bestimmung von Eismächtigkeiten. Aufgrund der großen technischen und wissenschaftlichen Herausforderungen können weltweit nur sehr wenige Institutionen Aero-Georadar-Messungen durchführen.

## A view below the surface with airborne GPR

Ground-penetrating radar (GPR) is a method by which electromagnetic signals are transmitted from an antenna into the ground, where they are reflected by layer boundaries or inhomogeneities. The reflected signals are recorded by a receiving antenna. The transit time and amplitude provide information about the position and properties of changes in material, i.e. about the structure of the subsurface. To be able to carry out surveys of inaccessible and very large areas, BGR relies not only on the usual surveys at the Earth's surface, but on helicopter-based airborne GPR surveys. The survey speed is about 70 km/h, with the antenna at an altitude of 40 m above the ground.

The airborne GPR method is useful for a quick survey of geological structures, for the exploration of natural resources, for detecting the groundwater table, and for determining the thickness of ice. Because of the great technical and scientific challenges involved, only very few institutions in the world can carry out airborne GPR surveys.

Innerhalb des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten MNPQ-Transfer-Projekts mit dem Titel „Erkundung oberflächennaher geologischer Strukturen mit Hilfe eines hubschraubergestützten ‚stepped frequency radars‘ im ‚gating‘ Modus“ wurde in Zusammenarbeit mit der Firma RST Radar Systemtechnik GmbH aus Salem in Baden-Württemberg ein solches Aero-Georadarsystem entwickelt. Das MNPQ-Transfer-Projekt unterstützt kleine und mittlere Unternehmen bei innovativen Umsetzungen in den Bereichen Messen, Normen, Prüfen und Qualitätssicherung.

Im Unterschied zum klassischen Pulsradar, bei dem kurze elektromagnetische Impulse in den Boden gesendet werden, werden beim Stepped Frequency Radar (SFR)-Verfahren viele längere Wellenzüge einzelner Frequenzen nacheinander gesendet und aufgezeichnet, um anschließend mathematisch zu einem dem Pulsradar entsprechenden Ergebnis zusammengesetzt zu werden.

Das SFR-Verfahren ist vor allem zur detailreichen Abbildung von oberflächennahen Strukturen vom Helikopter aus geeignet. Das neue System zeigt Erkundungstiefen von mehr als 20 m in Sand und 200 m in temperiertem Gletschereis.

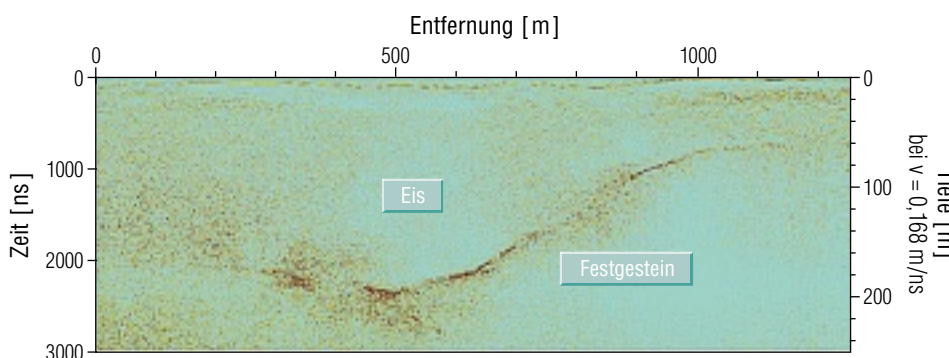
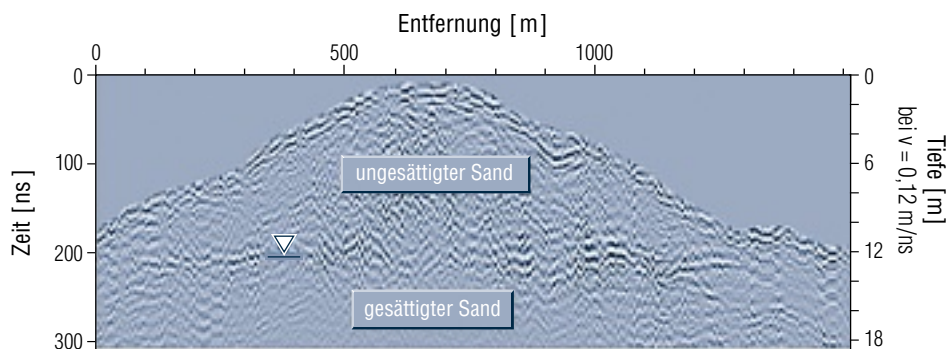
Für große Reichweiten und bei rauen Oberflächen verwendet die BGR ein 30 MHz-Pulsradar, das auch als Referenz für die Weiterentwicklung des SFR dient.

As part of the MNPQ transfer project “Exploration of near-surface geological structures using a helicopter-based stepped-frequency radar in gating mode”, which has received funding from the Federal Ministry of Economics and Technology, BGR has developed such an airborne GPR system in collaboration with RST Radar Systemtechnik GmbH, a company based in Salem, Baden-Württemberg/Germany. The MNPQ transfer project assists small and medium-sized firms with the implementation of innovative projects in the areas measurement, standards, inspection and quality assurance.

Unlike conventional pulse radar, which transmits short electromagnetic pulses into the ground, the stepped-frequency radar (SFR) method involves transmitting many longer series of waves of individual frequencies in sequence and recording them in order to then mathematically combine them into a result that is equivalent to pulse radar.

The SFR method is particularly suitable for detailed helicopter-based surveys of near-surface structures. The new system permits exploration depths of more than 20 m in sand and 200 m in temperate glacier ice.

For large ranges and rough surfaces, BGR uses a 30 MHz pulse radar, which also serves as a reference base for further improving the SFR.



Beispiel für die Detektion des Grundwasserspiegels unter einem sandigen Hügel mit Aero-Georadar (oben).

„Stepped Frequency“-Radargramm vom Glacier d’Otemma (Schweiz). Die Grenze zwischen Eis und Gestein lässt sich bis in eine Tiefe von 200 m verfolgen (unten).

Example of the detection of the groundwater table below a sandy hill using airborne GPR (above).

Stepped-frequency radar profile of the Glacier d’Otemma (Switzerland). The boundary between ice and rock can be traced to a depth of 200 m (below).

## Forscher untersuchen geologischen Aufbau der Nordsee

Im Rahmen des Projekts „Geopotenzial Deutsche Nordsee“ (GPDN) war im Frühsommer 2011 (25.5–14.6.2011) ein Team der BGR, des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) mit dem Forschungsschiff „RV Celtic Explorer“ auf Expedition in der deutschen Nordsee unterwegs. Mit an Bord waren auch Wissenschaftler der Universität Bremen. Während der dreiwöchigen Ausfahrt führten die insgesamt 18 Forscher und Techniker seismische Untersuchungen durch und entnahmen Proben des Meeresbodens.

Aktuell existieren unterschiedliche Nutzungsansprüche an den Meeresboden und seinen Untergrund. „Für eine Abwägung der verschiedenen Optionen sind umfassende Kenntnisse der geologischen Entwicklungsgeschichte und des strukturellen Aufbaus erforderlich. Hierfür erarbeitet das GPDN-Projekt notwendige geowissenschaftliche Grundlagen und Informationen, die sowohl für die Identifizierung überlagernder Nutzungsansprüche im Nordseeraum, dessen nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung als auch für den Schutz der Umwelt unerlässlich sind“, erklärt Expeditionsleiter Dr. Lutz Reinhardt.

Die Ergebnisse der laufenden geowissenschaftlichen Untersuchungen fließen in das „Geoinformationssystem Nordsee“ ein, dessen Produkte ab dem Jahr 2013 auf einer Internet-Plattform Nutzern aus Wissenschaft, Wirtschaft, Behörden sowie der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen.

Die Nordsee-Expedition markierte zeitlich ungefähr die Mitte des auf insgesamt 5 Jahre angelegten Gemeinschaftsprojekts, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr finanziert wird. „Mit den Ergebnissen dieser Expedition wird die bereits vorhandene Datenbasis gezielt ergänzt und verdichtet“, so Reinhardt. Aus dem gesamten Datensatz entwickeln die Wissenschaftler im GPDN-Projekt dreidimensionale Modelle und Karten, die den Aufbau des geologischen Untergrundes der Nordsee zeigen. Dies erleichtert künftige Planungen im Offshore-Bereich.

Das Wissenschaftler-Team konnte während der Expedition erfolgreich weitere Erkenntnisse sammeln. Mit dem Vibrationskerngerät, das an einem Stahlseil auf den Meeresboden abgesenkt und dessen Kernrohr mit Rüttelbewegungen bis zu sechs Meter tief in den Untergrund getrieben wurde, konnten in insgesamt 16 Kernen Basaltorfe identifiziert werden. Torflagen sind zuverlässige Indikatoren, die Aufschluss über den Stand und die Veränderung des Meeresspiegels seit dem Ende der letzten Eiszeit vor ca. 20.000 Jahren geben. Durch die Rekonstruktion des relativen Meeresspiegelanstiegs und der zugrundeliegenden dynamischen Prozesse lassen sich wichtige

## Researchers study geological structure of North Sea

As part of the project “Geo-scientific Potential of the German North Sea” (GPDN), a team of researchers from BGR, the State Authority for Mining, Energy and Geology (LBEG), and the Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH) set off on a North Sea expedition on board the research vessel “RV Celtic Explorer” in early summer 2011 (25 May to 14 June 2011). Scientists from the University of Bremen completed the 18-strong team. During the 3-week trip, researchers and technicians carried out seismic tests and took samples from the sea floor.

There are currently various claims for use of the sea floor and its subsurface. “Extensive knowledge of its geological genesis and structure is required to weigh up the different options. The GPDN project is therefore developing the geoscientific foundations and information that are essential for identification of conflicting claims for use of the North Sea region, for sustainable development of this region, and for environmental protection”, explains Dr. Lutz Reinhardt, who headed the expedition.

Findings from the ongoing geoscientific investigations are made available in the “North Sea Geoinformation System”. From 2013, data from this system will be made available via an online platform to users from the research community, industry, the public authorities, and the interested public.

The North Sea expedition roughly marked the mid-point of this 5-year cooperative project, which is co-funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology and the Lower Saxony Ministry of Economics, Labour and Transport. “The results of this expedition will expand and enrich specific areas of the existing data base”, says Reinhardt. Based on the entire data collection, the scientists in the GPDN project will develop 3D models and maps showing the geological structure of the North Sea subsurface. This will facilitate future offshore planning.

During the expedition, the team of scientists was successful in gaining further knowledge. A vibrocorer was lowered onto the sea floor on a steel wire rope and the core barrel driven up to six metres into the ground with vibratory movements. Basal peats were identified in 16 cores. Peat layers are reliable indicators of the status of and changes in the sea level since the end of the last Ice Age about 20,000 years ago. By reconstructing the relative sea level rise and the dynamic processes on which it is based, important information can be derived that can help in areas such as long-term coastal management planning.



*Die irische Crew der „RV Celtic Explorer“ vor dem Aussetzen des Vibrationskerngeräts.*

*The Irish crew of the “RV Celtic Explorer” prior to lowering the vibrocorer.*



*Beschreibung des Bohrkerns an Deck der „RV Celtic Explorer“.*

*Description of core on board the “RV Celtic Explorer”.*

Informationen ableiten, mit denen z. B. langfristige Planungen des Küstenschutzes unterstützt werden können.

Während der Nachtschicht erfolgte die seismische Vermessung des Meeresbodens. Expeditionsleiter Reinhardt: „Die Signale dringen dabei bis zu 50 Meter tief in den Nordseeuntergrund ein und werden dort von lockeren Ablagerungen reflektiert. An der Wasseroberfläche fangen Hydrophone die Schallwellen wieder auf. Ein Computer erzeugt mit Hilfe dieser Signale ein akustisches Bild vom Meeresboden.“

Nur kurze Zeit später, am 22. Juni 2011, startete eine nächste zehntägige Ausfahrt mit dem Forschungsschiff „VWFS Atair“ des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Diese Ausfahrt führte vorrangig in Gebiete, die bereits für die Windparknutzung genehmigt worden waren. Das Ziel war wieder die Entnahme von Proben des Meeresbodens. Es ist wahrscheinlich, dass diese Gebiete zukünftig für weitere Forschungsarbeit nicht mehr zugänglich sein werden.

Insgesamt konnten innerhalb der GPDN-Ausfahrten 363 Kastengreifer-Proben an Bord geholt und an 120 Stationen Beprobungen mit dem Vibrationskerngerät durchgeführt werden. Zusätzlich wurden rund 2070 km Seismik (Mehrkanalseismik, Boomer-System, Chirp Sonar) gefahren.

A seismic survey of the sea floor was carried out during the night shift. Expedition leader Reinhardt explains: “The signals penetrate the North Sea subsurface up to a depth of 50 m, where they are reflected by loose sediments. At the water’s surface, hydrophones capture the sound waves again. Using a computer, an acoustic image of the sea floor is generated from these signals.”

Only a short time later, in June 2011, the research vessel of the Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH) “VWFS Atair” started on a 10-day trip. This predominantly explored areas that had already been approved for use as wind farms. Again, the goal was to take samples of the sea floor. These areas will probably not be accessible for further research in the future.

During the GPDN trips, a total of 363 box corer samples could be hauled onboard and samples were taken using the vibrocorer at 120 sampling points. Moreover, around 2,070 km were covered in seismic surveys (multi-channel, boomer, chirp sonar).



*Transport des Bohrkerns zur weiteren Verarbeitung an Deck.*

*Transporting the core on deck for further processing.*

## Hubschrauber Sikorsky S-76B wieder startbereit

Nach knapp einem Jahr ist der BGR-Hubschrauber wieder startbereit. Der Sikorsky S-76B wurde komplett modernisiert. Die Turbinentriebwerke sind jetzt noch leistungsstärker. Auch das Äußere des Hubschraubers ist mit einer neuen Lackierung und einem neuen BGR-Logo angepasst worden.

Der BGR-Hubschrauber ist nun mit modernerer Technik ausgestattet. Diese ermöglicht nicht nur neue Anwendungen für die Fernerkundung, sondern auch einen flexibleren Einsatz verschiedener geowissenschaftlicher Systeme.

Der Sikorsky S-76B wurde 1986 vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) angeschafft und der BGR als Messhubschrauber zur Verfügung gestellt. Er ist mit einer Videokamera, einem Radarhöhenmesser, einem Navigationssystem, Lasthaken und einem Stecker zum Anschluss externer Messsonden ausgestattet. Der Hubschrauber kann als Träger für weitere Messsysteme, wie Aeroradar, Laserscanning, Fernerkundung oder Gravimetrie eingesetzt werden.

## Sikorsky S-76B helicopter ready again for takeoff

After just under a year, BGR's helicopter is now ready again for takeoff. The Sikorsky S-76B has been completely modernised. Its turbine engines are now more powerful. The helicopter's exterior has also been updated, with a fresh coat of paint and the new BGR logo.

The addition of modern technology will permit not only new applications for remote sensing but also a more flexible use of different geoscience systems.

The Sikorsky S-76B was bought in 1986 by the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) and made available to BGR for use as a survey helicopter. It is fitted with a video camera, a radar altimeter, a navigation system, hooks for carrying loads, and an interface for connecting external measurement probes. The helicopter can be used to carry additional measurement equipment such as aero radar, laser scanning and remote sensing systems or a gravimeter.



*Der Forschungshubschrauber Sikorsky S-76B ist mit modernster Technik für den flexiblen Einsatz ausgestattet.*

*The Sikorsky S-76B helicopter is fitted with state-of-the-art technology for the use of flexible geoscience systems.*

## Ausblick

**D**urch die verschiedenen Gesetzesinitiativen (Änderung Geodatenzugangsgesetz (GeoZG), Public Sector Information, PSI) wird die BGR in ihrem Bestreben unterstützt, die vorhandenen Geodaten zukünftig einfacher der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Interne Prozessoptimierung, einheitliche Produktionsumgebungen sowie standardkonforme Dienste und Portale gewährleisten eine fachübergreifende Nutzung der GIS-Daten zu den Themen Geologie, Bodenkunde, Hydrogeologie und Rohstoffe. Die Angebote richten sich dabei an den Bedarfen von Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung aus.

## Outlook

**D**ifferent legislative initiatives (i.e. change in the law on geodata access (GeoZG), public sector information) support BGR to provide the public with existing geodata in the future easier. Internal process optimisation, homogenous production environments as well as standard-compliant services and portals ensure an interdisciplinary use of GIS data in the areas of geology, pedology, hydrogeology and natural resources. The supply aims to the needs of industry, science and the public administration.



# Kernwaffenteststopp • Gefährdungsanalysen



## Nuclear Test Ban • Risk Analyses

# Einführung

# Introduction

Seit 1945 wurden weltweit mehr als 2000 Kernwaffentests durchgeführt. Die Bundesregierung setzt sich für das weltweite Verbot dieser Tests ein. So hat Deutschland bereits 1996 den Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (CTBT) unterzeichnet und 1998 ratifiziert. Zur Überwachung der Einhaltung des CTBT werden durch ein weltweites Überwachungssystem Messdaten aus den Bereichen Seismologie, Infraschall, Hydroakustik und Radionuklide erhoben, die bei der CTBT-Organisation in Wien zusammenlaufen.

Die BGR spielt bei der Erfüllung der mit dem CTBT verbundenen technischen und wissenschaftlichen deutschen Verpflichtungen eine zentrale Rolle. Sie betreibt in Deutschland und der Antarktis seismologische und Infraschallstationen, ist Betreiber des Nationalen CTBT-Datenzentrum und berät die Bundesregierung in allen fachlichen Fragen des CTBT sowie zu Messungen an den Stationen des weltweiten Überwachungssystems. So auch nach dem verheerenden Tohoku-Beben und Tsunami und dem damit einhergehenden Reaktorunfall im japanischen Fukushima im März 2011.

Ferner betreibt die BGR zur Überwachung der weltweiten Erdbebenaktivität das Seismologische Zentralobservatorium, um die Aufgabe eines Nationalen Erdbebendienstes wahrnehmen zu können. Hierzu gehören hochmoderne Erdbeben-Messstationen in ganz Deutschland, und ein Datenzentrum, das in enger Zusammenarbeit mit den Erdbebendiensten der Bundesländer betrieben wird. Im Fall von Erdbeben ist so eine schnelle und umfassende Information der Öffentlichkeit gewährleistet. Die große Datenbasis, die an der BGR aufgebaut wurde, dient mit historischen Erdbebenkatalogen als Grundlage für die Abschätzung der seismischen Gefährdung, die an der BGR für nationale und internationale Standorte durchgeführt werden.

Neben Erdbeben gibt es zahlreiche weitere geologische Schadensrisiken wie Landabsenkungen, Hangrutschungen oder Erdfälle. Ein Schwerpunkt liegt auf der Entwicklungszusammenarbeit, wo, aufbauend auf Bedrohungs- und Vulnerabilitätsanalysen, zunehmend ein integriertes Risikomanagement im Vordergrund steht, das auch Frühwarnsysteme umfasst.

Aber auch bei der Untersuchung bergbaubedingter Gefährdungen in Deutschland spielt die BGR eine Rolle. So koordiniert sie ein Forschungsverbundvorhaben, das sich mit der möglichen Auslösung von Mikroerdbeben beim Betrieb geothermischer Kraftwerke befasst. Die verursachten Erschütterungen bleiben meist weit unterhalb der Wahrnehmungsgrenze für den Menschen und können nur mit Seismometern nachgewiesen werden. Es traten jedoch auch schon an der Erdoberfläche spürbare Erschütterungen auf. Das Verbundvorhaben soll daher wesentliche Erkenntnisse zur Gefährdungsabschätzung durch Erdbeben an Geothermiekraftwerkstandorten liefern und Voraussetzungen für die weitere Nutzung dieser Technik schaffen.

Since 1945, more than 2,000 nuclear tests have been carried out worldwide. The German federal government supports an international ban of such tests. As early as 1996, Germany signed the Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT), ratifying it in 1998. To monitor compliance with the CTBT, a worldwide monitoring system collects seismological, infrasound, hydroacoustic and radionuclide data, which are collated at the CTBT organisation in Vienna.

BGR has a central part in Germany's technical and scientific obligations related to compliance with the CTBT. It runs seismological and infrasound stations in Germany and the Antarctica, operates the national CTBT data centre, and advises the federal government on all technical CTBT issues and on detections from stations within the international monitoring system, for instance, following the devastating Tohoku earthquake and tsunami and the accompanying nuclear incident at the Fukushima power station in Japan in March 2011.

BGR also operates the Central Seismological Observatory for monitoring earthquake activities around the globe, permitting it to perform the tasks of a national earthquake service. This includes a network of state-of-the-art earthquake monitoring stations all over Germany and a data centre, which BGR operates in close cooperation with the German states' earthquake services. This ensures the public to quickly receive comprehensive information about recent earthquakes. Together with historical earthquake catalogues, the large data base that BGR has thus compiled forms the basis for the assessment of seismic hazards carried out by BGR for national and international sites.

In addition to earthquakes, there are numerous other geological damage risks such as land subsidence, landslides or sinkholes. One key focus is development cooperation. Based on hazard and vulnerability analyses, this focuses increasingly on an integrated risk management that also includes early warning systems.

And BGR also plays a part in the investigation of hazards in Germany that result from mining activities. For instance, it coordinates a cooperative research project that investigates the possible triggering of microquakes in the operation of enhanced geothermal systems. In most cases, the resulting ground seismicity remain well below the human level of perception and can only be detected using seismometers. However, at the Earth's surface noticeable tremors have been felt whose occurrence could call into question an expansion of geothermal energy production in Germany. This cooperative project therefore aims to provide substantial findings on the assessment of hazards resulting from earthquakes at sites with enhanced geothermal systems and on the prerequisites for the continued use of this technology.

## Erdbebensicherheit an Standorten deutscher Kernkraftwerke

Die Erdbebenkatastrophe in Japan hat in Deutschland zu einer neuen Debatte über die seismische Gefährdung an den Standorten deutscher Kernkraftwerke geführt. Die BGR liefert als nationaler Erdbebendienst mit dem Deutschen Erdbebenkatalog eine wichtige Grundlage für Gefährdungsanalysen. In der Karte „Epizentren der Schadenbeben“ hat die BGR alle in Deutschland und den angrenzenden Gebieten seit dem Jahr 800 aufgetretenen relevanten Beben dargestellt.

Deutschland liegt im Gegensatz zu Japan nicht an einer aktiven Plattengrenze. Deshalb sprechen Seismologen für Deutschland in Hinblick auf Anzahl und Stärke der Erdbeben von geringer bis moderater Seismizität. „Die Karte zeigt, dass in Deutschland stärkere Beben im Wesentlichen in vier Regionen auftreten: die Schwäbische Alb, der Rheingraben, die Niederrheinische Bucht und das Vogtland“ erklärt Dr. Christian Bönemann, Leiter des BGR-Fachbereichs „Seismologisches Zentralobservatorium, Kernwaffenteststopp“. Seit Anfang des 20. Jahrhunderts werden Erdbeben instrumentell gemessen. Die stärksten in diesem Zeitraum gemessenen Beben hatten eine Magnitude von etwa sechs. Das stärkste historisch für Mitteleuropa belegte Beben wird von Seismologen mit einer Magnitude von etwa sieben bewertet (Basel-Erdbeben im Jahr 1356).

Während die Magnitude ein Maß für die abgestrahlte seismische Energie eines Bebens darstellt, kommt für die Ermittlung der Auswirkungen von Erdbeben auf Gebäude und Industrieanlagen die 12-stufige Intensitätsskala (I bis XII) zur Anwendung. Diese beschreibt die Auswirkungen und Schäden von Erdbeben an einem bestimmten Standort. Beben gleicher Magnitude können sich je nach Herdtiefe, Entfernung und Bodenbeschaffenheit mit unterschiedlicher Intensität auswirken.

Die in Deutschland gültigen Vorschriften zur Erdbebensicherheit von Kernkraftwerken sind sehr streng. Sie sind in den Regeln 2201.1 bis 6 des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) festgelegt. „Die Kraftwerke müssen so ausgelegt sein, dass sie Belastungen standhalten, die über die für den Standort zu erwartenden Bebenauswirkungen hinausgehen“, sagt Dr. Thomas Spies, Leiter des BGR-Arbeitsbereichs „Ingenieurseismologische Gefährdungsanalysen“.

In Gebieten mit geringer Seismizität wie Norddeutschland müssen Kernkraftwerke nach diesen Vorschriften Intensitäten zwischen VI und VII widerstehen. Kernkraftwerke in Regionen mit moderater Seismizität sind für Intensitäten zwischen VII und VIII ausgelegt. Anlässlich des Baus der Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente wurden an den Kraftwerksstandorten aktualisierte ingenieurseismologische Gutachten angefertigt. Bei der Bestimmung der seismischen Gefährdung wird von einer mittleren Wiederkehrperiode von 100 000 Jahren ausgegangen.

## Earthquake safety at German power station sites

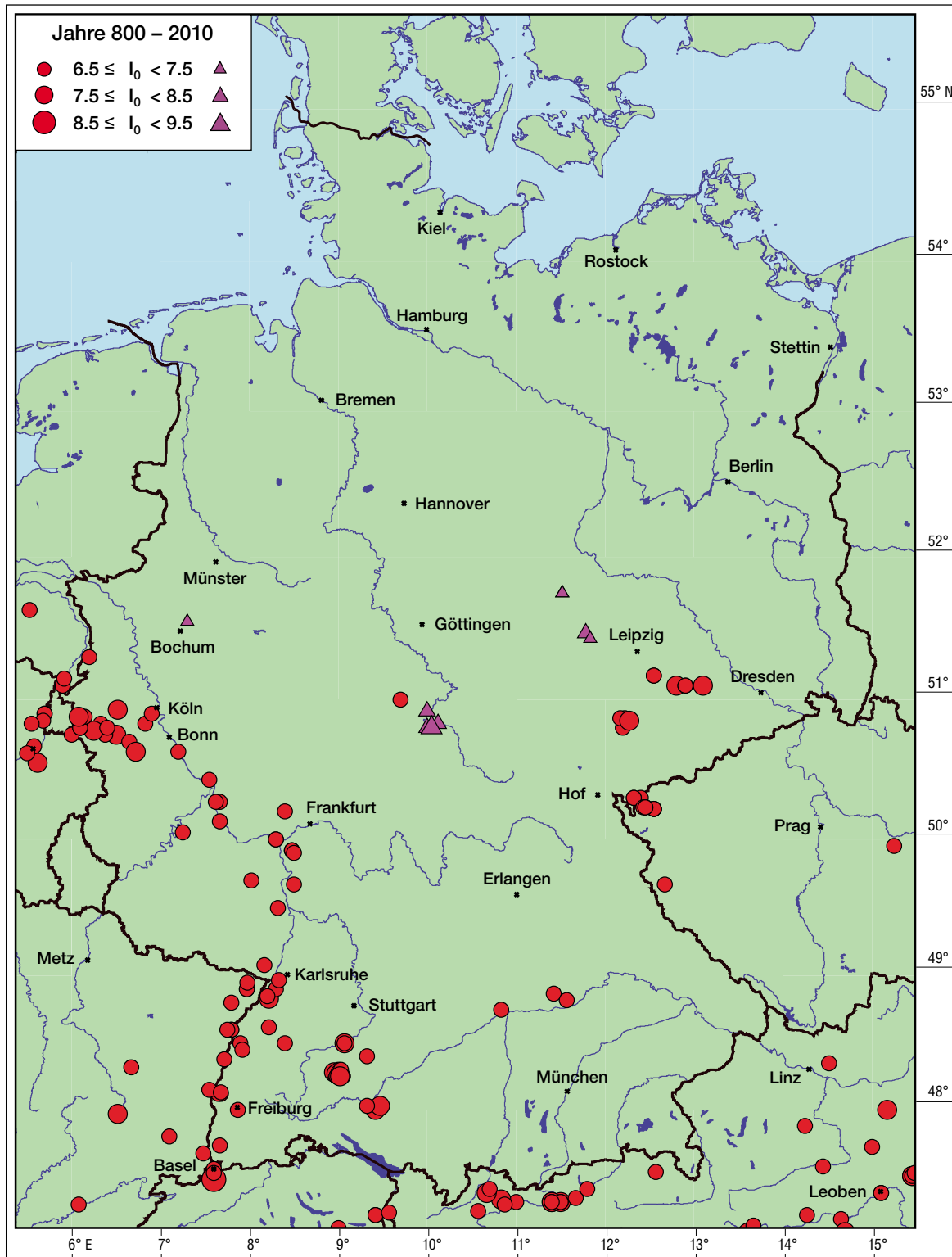
The major earthquake in Japan has triggered a new debate in Germany about the seismic hazard at German nuclear power station sites. As Germany's national seismological service, BGR provides an important basis for hazard analysis with its German earthquake catalogue (Deutscher Erdbebenkatalog). In its map of epicentres of damaging earthquakes ("Epizentren der Schadenbeben"), BGR has included all relevant quakes that have occurred in Germany and the adjacent areas since the year 800.

Unlike Japan, Germany is not located near an active plate boundary. This is why seismologists conclude that Germany has a low to moderate seismicity in terms of the number and magnitude of earthquakes. "The map shows that stronger earthquakes occur mainly in four regions of Germany, the Swabian Jura, the Rhine Graben, the Lower Rhine Basin, and the Vogtland", explains Dr. Christian Bönemann, head of the BGR sub-department "Central Seismological Observatory, Nuclear-Test-Ban Treaty". Since the start of the 20th century, earthquakes have been measured using dedicated instruments. The strongest quakes recorded in this period had a magnitude of about six. Seismologists estimate that the strongest, historically proven earthquake in Central Europe had a magnitude of about seven (Basel earthquake of 1356).

While the magnitude is a measure of the seismic energy that an earthquake releases, the impact of an earthquake on buildings and industrial infrastructure is determined using the 12-degree intensity scale (I to XII). This describes the impact and damage caused by an earthquake at a specific site. Earthquakes of the same magnitude may have different levels of intensity, depending on their focal depths, distances and the composition of the ground.

Germany has very strict seismic safety standards for nuclear power stations, set out in items 2201.1 to 2201.6 of the programme of standards of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA). "Nuclear power stations must be designed to withstand loads in excess of the earthquake impacts to be expected for the site", says Dr. Thomas Spies, head of the BGR unit "Engineering-Seismological Hazard Analysis".

According to these standards, such power stations located in areas with low seismicity as Northern Germany must be able to withstand intensities of levels VI to VII. However, power stations in regions with moderate seismicity are designed to withstand intensities of levels VII to VIII. When the interim storage facilities for spent fuel elements were built, updated engineering-seismological reports were prepared for the power station sites. In assessments of the seismic hazards, a mean return period of 100,000 years is assumed.



Epizentrenkarte der Schadenbeben in der Bundesrepublik Deutschland und angrenzenden Gebiete der Jahre 800 bis 2010. Dargestellt ist die Erdbebenintensität im Epizentrum mit  $I_0$ . Kreise stehen für tektonische, Dreiecke für nicht-tektonische Beben.

Epicentre map of damaging earthquakes in the Federal Republic of Germany and the adjacent areas between 800 and 2010. The earthquake intensity at the epicentre is given as  $I_0$ . Circles stand for tectonic, triangles for non tectonic quakes.

## BGR modelliert Ausbreitung von Radioaktivität in der Atmosphäre

**D**ie BGR hat ihre Kompetenz als Nationales Datenzentrum (NDC) zur Überwachung der Einhaltung des internationalen Kernwaffenteststopp-Abkommens (CTBT) ausgeweitet. Durch die Kombination der Nachweisverfahren Seismologie, Infraschall und Hydroakustik mit Messungen radioaktiver Stoffe kann sie dem Verdacht eines heimlichen Kernwaffentests noch effektiver nachgehen.

Sollte ein heimlicher Nukleartest der seismologischen Routine-Überwachung entgehen, kann die BGR den Meldungen von den etwa 60 weltweiten Stationen zur Messung radioaktiver Substanzen nachgehen. Als NDC und Mitbetreiber des Internationalen Überwachungssystems (IMS) der CTBT-Behörde in Wien hat die BGR Zugriff auf alle Messstationen.

Als erstes werden die Messungen zur Quelle radioaktiver Stoffe zurückverfolgt. Hierzu kommt die Methode der Modellierung des atmosphärischen Transports von radioaktiven Stoffen zur Anwendung. Für das so gefundene potenzielle Testgebiet werden als nächstes seismologische, Infraschall- und hydroakustische Daten eingehend analysiert, um den Verdacht eines Nukleartests zu erhärten oder zu entkräften. Auf diese Weise kann die Bundesregierung noch sicherer beraten werden, ob ein Kernwaffentest wirklich stattgefunden hat.

Das neue Verfahren zur Modellierung des atmosphärischen Transports von radioaktiven Stoffen kam bereits bei der Einschätzung der Folgen des Nuklearunfalls in Japan zum Einsatz. Die Transportrechnung wurde hier genutzt, um die globale Ausbreitung radioaktiver Substanzen und ihre Ankunft an den IMS-Messstation zu untersuchen.

## BGR models transport of radioactivity in the atmosphere

**B**GR has expanded its expertise as a National Data Centre (NDC) for monitoring compliance with the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). By combining the verification methods seismology, infrasound and hydroacoustics with the monitoring for radioactive materials, it now has even more effective ways of following up suspicions of secret nuclear weapons tests.

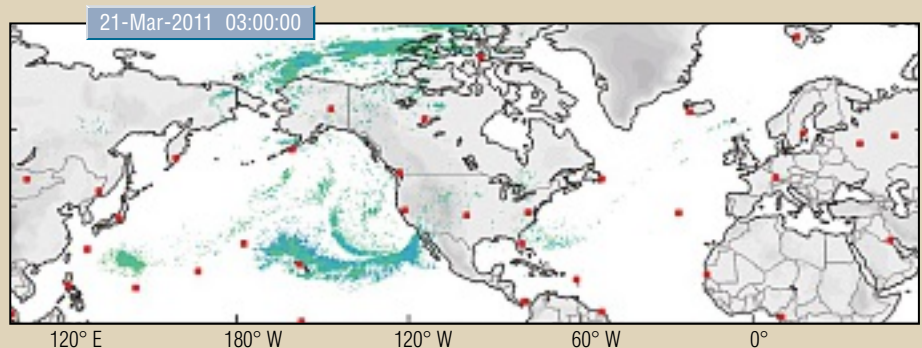
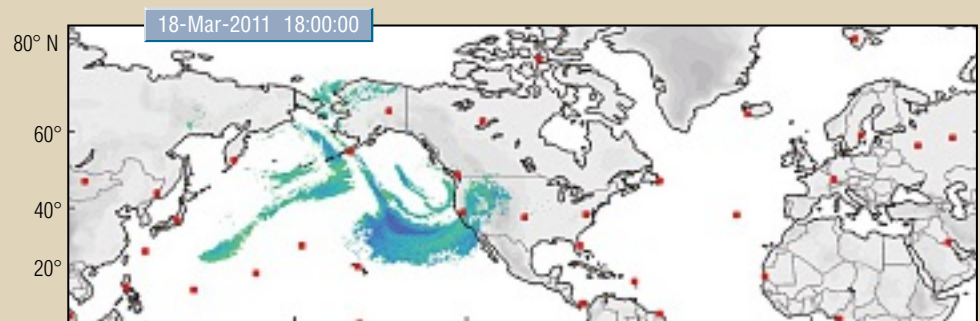
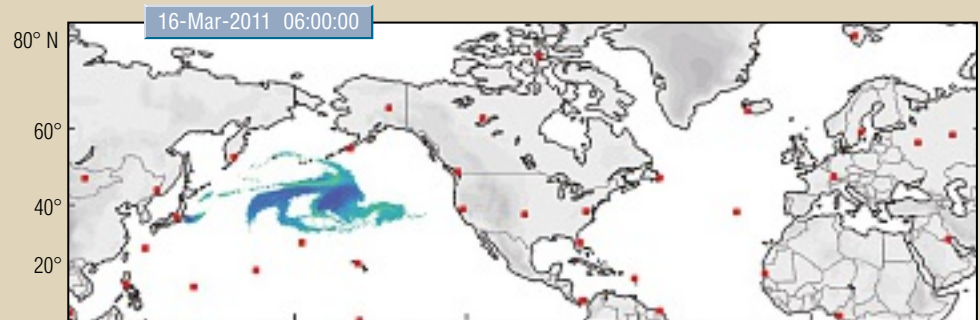
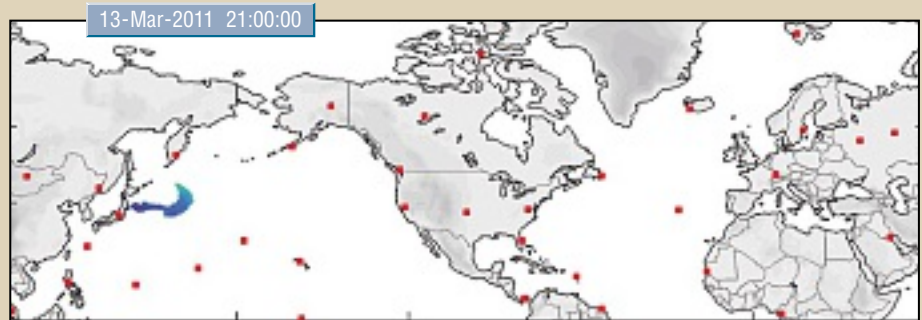
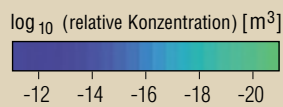
If, for instance, a clandestine nuclear test is not detected by routine automatic seismic monitoring, BGR can follow up the notifications from any of the about 60 stations worldwide build for monitoring radioactivity in the air. As an NDC and co-operator of the Vienna-based CTBT organisation's International Monitoring System (IMS), BGR has access to all monitoring facilities.

In a first step, the source of the radioactive materials is back-tracked from the detecting stations. This is where the method of modelling the atmospheric transport of radioactive materials is used. In a next step, the seismic, infrasound and hydroacoustic data for the potential test area, once identified, are analysed in depth to confirm or refute the suspicion of a clandestine nuclear test. In this way, BGR can provide even more reliable information to the German federal government on whether a nuclear weapons test has in fact occurred.

The new method for modelling the atmospheric transport of radioactive materials was already used for assessing the consequences of the nuclear incident in Japan. In this case, the transport model was used to study the global transport of radioactive isotopes and their arrival at the IMS stations.

Darstellung der Ausbreitung der Partikelwolke von Fukushima aus in der nördlichen Hemisphäre im März 2011, gemittelt über einen Höhenintervall von 0 bis 0,5 km.

Die Standorte der IMS-Radionuklidstationen sind rot gekennzeichnet. Die relativen Konzentrationen beziehen sich auf den Entlass von einem Partikel pro Stunde über einen Zeitraum von mehreren Tagen.



The migration of the radioactive plume of Fukushima in the northern hemisphere in March 2011. Level interval is averaged between 0 and 0.5 km.

Red squares show the positions of the IMS radionuclid stations. The relative concentrations correspond to the release of one particle per hour over a period of several days.

## Geogene Gefährdungsabschätzung in Nord-Pakistan

Das Projekt „Geogene Gefährdungsabschätzung in Nord-Pakistan“ wurde im Zuge der Aktivitäten der Technischen Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Pakistan nach dem Kaschmir-Erdbeben im Jahre 2005 initiiert. Die Projektziele lassen sich u. a. mit folgenden Schwerpunkten beschreiben: Ausbau der Kapazitäten der zuständigen Behörden im Hinblick auf die Risikobewertung, die Akquirierung, Erfassung und Auswertung von Daten hinsichtlich ihrer Relevanz für Risiko- und Gefährdungsanalysen, die Erstellung von Gefährdungs- und Risiko-Karten sowie die Beratung mit Hilfe der erstellten Produkte im Kontext Raum- und Entwicklungsplanung.

Im Jahr 2009 startete die BGR in Kooperation mit dem Geologischen Dienst Pakistans (GSP) in eine erste, bis einschließlich 2011 andauernde Durchführungsphase.

Als Pilotgebiet für die erste Phase wurde ein Gebiet um die Stadt Balakot (Distrikt Mansehra) in der Provinz Khyber Pakhtunkhwa ausgewählt. Diese Provinz wurde durch das Erdbeben von 2005 massiv geschädigt. Das Pilotgebiet zeichnet sich insbesondere durch häufig auftretende Hangrutschungen aus, die immer wieder durch starken Monsunregen in der von dem Erdbebenereignis vorgeprägten Region ausgelöst werden.

Den Kern der fachlichen Tätigkeit der BGR-Experten im Zeitraum 2009–2011 bildete die Einführung der Projektpartner in die Techniken der Geländeaufnahme von Rutschungen, Entwicklung und Implementierung einer Inventar-Datenbank sowie die Nutzung dieser Informationen zur Erstellung sogenannter Gefahrenhinweiskarten für Hangrutschungspotenziale.

Der Wissenstransfer dieses ganzheitlichen Workflows erfolgte während eines mehrmonatigen Aufenthalts der GSP-Mitarbeiter im Geozentrum Hannover sowie bei weiteren zielorientierten Schulungen, u. a. in Islamabad. Die Ausbildung beinhaltete eine Weiterbildung im Umgang mit Fernerkundungstechniken und die Einführung in Geografische Informationssysteme (GIS) sowie in quantitative Methoden zur Erstellung von Gefahrenhinweiskarten im Bezug auf Hangrutschungen.

Mit Unterstützung der BGR wurden Fernerkundungsdaten ausgewertet, um sowohl ein belastbares Hangrutschungsinventar als auch thematische Karten zur Landbedeckung und Landnutzung zu generieren. Zusätzlich wurden in Eigenregie des GSP ein Teil der Rutschungen in mehreren Feldkampagnen mit Hilfe der erstellten Feldaufnahmeblätter detailliert kartiert.

## Geohazard Assessment in Northern Pakistan

The project “Geohazard Assessment in Northern Pakistan” was initiated as part of the technical cooperation between Germany and Pakistan following the 2005 Kashmir earthquake. The project’s aims focus on the following items: data acquisition, compilation and data evaluation with regard to their relevance for subsequent risk and hazard analyses, development of the capabilities of the competent authorities in the fields of risk assessment, preparation of hazard index (susceptibility) and risk maps and provision of advisory services in the context of spatial and development planning using the products designed.

In the year 2009 BGR’s cooperation with the Geological Survey of Pakistan (GSP) launched with the first project implementation phase, which was finalized in 2011.

As a pilot area for the first project phase the surrounding area of the town of Balakot situated in the District Mansehra (Province Khyber Pakhtunkhwa) was selected. The pilot area is frequently affected by catastrophes triggered by earthquakes (e.g. 2005) and/or by periodically returning floods during the monsoon season, very often accompanied by daunting landslides, respectively.

In the period 2009–2011, the intervention by BGR experts was aimed at introducing the project partners to landslide surveying techniques, the development and implementation of an inventory database and the use of this information to design so-called landslide hazard index maps.

Knowledge transfer in this comprehensive workflow was accomplished by a visit of GSP counterpart staffs at the GEOZENTRUM Hannover lasting several months, and with additional target-oriented training courses some of them held in Islamabad. The training comprised skill enhancement in the use of remote sensing technologies and the introduction with regard to Geographical Information Systems (GIS) as well as to best practice methods for creating landslide hazard index maps.

With the assistance of BGR, remote sensing data were analyzed to establish a reliable landslide inventory and a thematic land cover map. In addition, a set of selected landslides have been surveyed in detail by GSP applying a commonly designed landslide survey data sheet. The resulting information has been compiled in a Landslide Inventory Database of Pakistan (LIDAP) tailored to the Pakistan needs. LIDAP has a GIS interface permitting a quick and efficient processing of the spatial and attributive data, including cartographic visualisation.



Hangrutschungen sind eine ernsthafte Bedrohung für Mensch und Infrastruktur im Balakot-Tal.

Landslides represent a serious threat to the infrastructure and the people in the Balakot Valley.

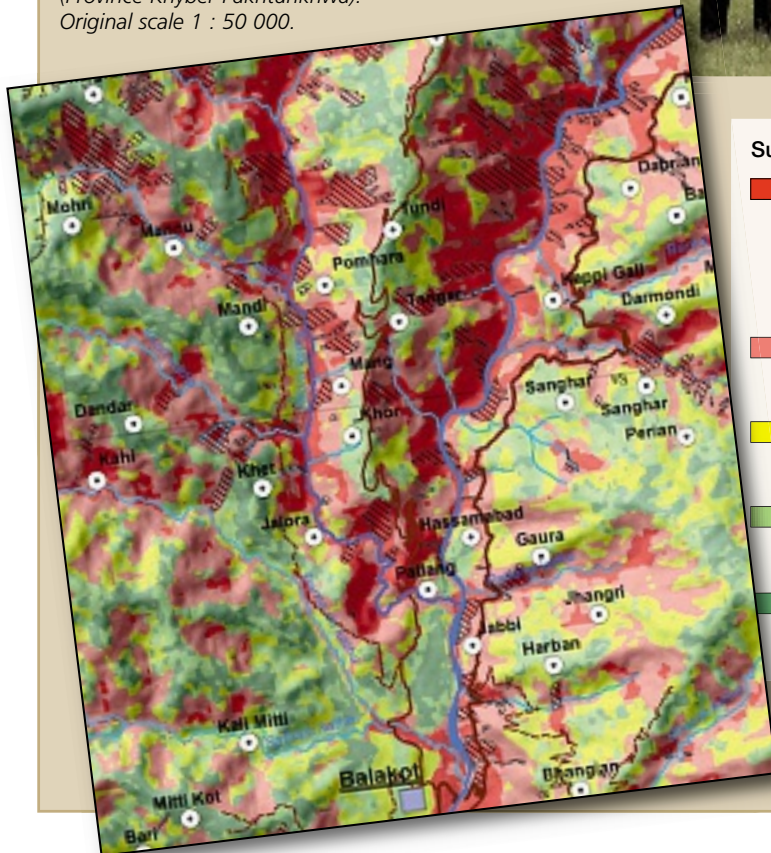
Mitarbeiter vom Geologischen Dienst Pakistan und BGR-Experten präsentieren nach dem erfolgreichen Abschluss ihrer gemeinsamen Arbeit die Gefahrenhinweiskarte für das Balakot-Tal.

Counterpart staffs of the Geological Survey of Pakistan and BGR experts after successfully completing their work on the hazard index map for the Balakot Valley.

Ein Produkt der Projektarbeit: Die Gefahrenhinweiskarte für Rutschungspotenziale im Gebiet um Balakot, Mansehra Distrikt, Provinz Khyber Pakhtunkhwa. Originalmaßstab 1 : 50 000.

Der abgebildete Ausschnitt ist auf die Hälfte verkleinert.

One product of the project work: A hazard index map showing the landslide susceptibility potential in the surroundings of Balakot situated in the District Mansehra (Province Khyber Pakhtunkhwa). Original scale 1 : 50 000.



### Susceptibility zonation

- Very high** This zone defines areas with a very high susceptibility to slope failure containing about 50 % of all occurred landslides. In these areas new landslides might frequently occur and older landslides may be reactivated. The distribution of the very high landslides susceptibility zones is prevailing bounded to road cuts of the Kaghan Valley, steep river banks, partially along second order streams and flanks of the valley affected by flooding. Rocks of the Muzaffarabad-Formation and the land cover class "Open Area" on steep slopes are also present in this susceptibility zone.
- High** This zone specifies areas with a high susceptibility to slope failure encompassing about 30 % of all occurred landslides. New landslide events may occur or older ones can be reactivated. The distribution is mainly linked to the flanks of the second order streams and road cuts.
- Moderate** This zone contains approximately 14 % of all occurred landslides. Landslide events might occasionally happen in these areas, either triggered by strong rainfalls and earthquakes or caused by inadequate land use in steep slopes and by slope undercutting associated with road constructions.
- Low** This zone encloses 5 % of all landslides occurred previously. Areas in this zone appear conditionally stable showing fewer indications to be susceptible with regard to landslide. Landslide events are rarely possible and may occur at slopes, which are undercut, e. g. by road construction.
- Very low** This zone contains 1 % of all occurred landslides. These areas are assumed to be stable due to fewer evidences to landslide susceptibility and all over stable slope conditions like shallow slopes and dense vegetation.

Thematischer Teil der Kartenlegende.  
Thematic part of the legend.



Die Daten sind in einer speziell für die pakistanischen Verhältnisse angepassten Datenbank „Landslide Inventory Database of Pakistan (LIDAP)“ erfasst. Die LIDAP bietet eine Schnittstelle zu GIS, was eine schnelle und effiziente Weiterbearbeitung einschließlich kartografischer Darstellung der räumlichen Daten ermöglicht.

Um das Hangrutschungspotenzial einer Region wie dem Balakot-Tal zu analysieren, lassen sich u. a. statistische Bewertungsmethoden anwenden. Beispielsweise wird durch die Anwendung bivariater statistischer Methoden der Einfluss einzelner Faktoren (z. B. Lithologie, Hangneigung) bezüglich des Hangrutschungspotenzials analysiert, gewichtet und anschließend im GIS mit weiteren Informationen überlagert. Diese Vorgehensweise erlaubt eine weitgehend objektive Bewertung der Gebiete hinsichtlich möglicher Hangrutschungspotenziale. Zwingend erforderlich ist hierfür eine homogene Datenqualität und -quantität, was sich für das Pilotgebiet als große Herausforderung erwies.

Unter Nutzung der bivariaten statistischen Methode „Weight of Evidence“ wurde für das Pilotgebiet eine Gefahrenhinweiskarte im Maßstab 1 : 50 000 erstellt. Die Karte wurde mit einem für diese statistische Analyse nicht verwendeten Teil des Rutschungsinventars validiert. Die Validierung der Karte zeigte, dass über 80 % dieser für das Modells „neuen“ Rutschungen in den Regionen liegen, die als hochempfindlich gekennzeichnet wurden. Gleichzeitig ist aber auch zu erkennen, dass etwa ein Drittel der Gesamtregion aufgrund der ermittelten Bedingungen als hochgradig empfindlich eingestuft werden muss.

Die erstellte Karte bildet die Grundlage für weitere Diskussionen über eine Verbesserung der regionalen Raumplanung und ist ein wichtiger Parameter bei der Ermittlung der Risiko-Exposition (z. B. Bevölkerung, Straßen, Brücken, Schulen). Benachbarte Gebiete innerhalb des Distrikts Mansehra sollen künftig auf eine ähnliche Art und Weise kartiert werden. Die Implementierung der Karten in die Raumplanung wird ein Schwerpunkt der zweiten Projektphase im Zeitraum August 2012 bis Juli 2014 sein.

Basically, statistical methods are representing one essential approach to assess the landslide susceptibility potential of a region such as the Balakot Valley. By applying bivariate statistical methods, for instance, the impact of individual factors (e.g. lithology, slope gradient, land cover) can be analyzed, weighted and subsequently superimposed with additional information in the GIS. This allows for a largely objective estimation of an area's landslide susceptibility potential, provided that accurate datasets are available. In the pilot area, this proved a considerable challenge.

Using the bivariate statistical “Weight of Evidence” method, the landslide susceptibility for the pilot area has been investigated and mapped as hazard index map at a scale of 1 : 50,000. This map was validated using a part of the landslide inventory that had not been taken into account in this statistical analysis. The validation of the map has shown that more than 80 % of the landslides that were “new” to the model are located in regions modelled as highly susceptible. Furthermore, the map illustrates that about a third of the overall region has to be rated as highly prone to landslides based on the conditions determined.

The map represents the basis for future discussions focusing on the incorporation of the assessment outcomes for risk-sensitive spatial planning activities in the pilot area. This will mainly be sorted out during a second project phase (August 2012 to July 2014). In this context, spatial related landslide susceptibility information will also be considered to justify the degree of exposure of relevant elements at risk (e.g. population, roads, bridges or schools).

## Globale Erdbebendaten 2011/Global earthquake data 2011

Datum Date	Zeit Time	Stärke Strength [Magnitude]	Lokation Location	Bemerkungen Comments
09-Mar-2011	02:45 UTC (03:45 MEZ)	7.2	Japan	<p>Das Hypozentrum lag ca. 150 km vor der Insel Honshu in einer Tiefe von ungefähr 14 km und ca. 410 km nordöstlich von Tokio. Ein kleiner Tsunami mit Wellenhöhen von etwa 60 cm Höhe wurde erzeugt.</p> <p><i>The hypocentre was located at about 150 km off the island of Honshu at a depth of around 14 km and approx. 410 km northeast of Tokyo. The quake caused a minor tsunami with wave heights of up to about 60 cm.</i></p>
11-Mar-2011	05:46 UTC (06:46 MEZ)	8.8	Japan	<p>Innerhalb von zwei Tagen hatte sich in Japan erneut ein sehr starkes Erdbeben ereignet. Das Epizentrum lag nur etwa 40 km südwestlich von jenem Ereignis am 09. März 2011.</p> <p>Mit einer Magnitude von 8.8 gehörte dieses Erdbeben zu den weltweit zehn stärksten Beben, die jemals gemessen wurden. Es war etwa 300-mal stärker als das Beben zwei Tage zuvor. Davon hatten drei Ereignisse eine Magnitude größer als 6.0. Ungewöhnlich war, dass innerhalb dieser Erdbebenserie das stärkste Ereignis nicht am Anfang lag.</p> <p><i>Within two days, another very strong earthquake had occurred in Japan. On 11 March 2011 the earth shook off the coast of Japan in the Pacific Ocean, only about 40 km southwest of the epicentre of the earthquake on 9 March 2011.</i></p> <p><i>With a magnitude of 8.8, this is one of the ten strongest earthquakes ever recorded and about 300 times stronger than the earthquake two days earlier, which had a magnitude of 7.2. Three of these events had a magnitude greater than 6.0. The series of earthquakes was unusual in that the first seismic event was not the strongest.</i></p>
26-Aug-2011	23:33 UTC (01:33 MESZ)	bis zu up to 3.7	Vogtland, Deutschland Germany	<p>Die Seismologen der BGR beobachteten eine zunehmende Erdbebenaktivität in der Region Vogtland sowie im angrenzenden Gebiet von Nordwest-Böhmen (Tschechien). Dabei handelte es sich um sogenannte Erdbebenschwärme. In drei Tagen wurden mehr als hundert Mikroben registriert. Die stärkeren Beben hatten Magnituden zwischen 3 und 3,7 und lagen damit deutlich über der Spürbarkeitsgrenze.</p> <p><i>Seismologists at BGR observed increasing earthquake activity in the Vogtland region and the adjacent area of Northwest Bohemia (Czech Republic). These were so-called earthquake swarms. Over three days, more than a hundred microquakes were recorded. The stronger tremors had magnitudes of between 3 and 3.7, easily strong enough to be felt.</i></p>
08-Sep-2011	19:02 UTC (21:02 MESZ)	4.4	Niederrhein, Deutschland Germany	<p>Im Nordwesten von Nordrhein-Westfalen nahe der holländischen Grenze. Das von der BGR ermittelte Epizentrum befand sich zwischen den Ortschaften Goch und Kevelaer. Die Region um das aktuelle Erdbeben wies in den vergangenen Jahrzehnten keine nennenswerte Seismizität auf. Das Epizentralgebiet liegt im niederrheinischen Tiefland, 50 bis 100 km nördlich der als seismisch aktiv bekannten Regionen der niederrheinischen Bucht, um Roermond, Düren und Aachen. Berechnungen ergaben, dass das Ereignis an einer NW-SE streichenden Störung stattfand.</p> <p><i>In the northwest of North Rhine-Westphalia near the Dutch border. BGR located the epicentre between the small towns Goch and Kevelaer. There had been no evidence of significant seismicity in the region around the current earthquake in previous decades. The epicentral area is located in the Lower Rhine Plain, 50 to 100 km north of the Lower Rhine Basin regions, which are known to be seismically active, around Roermond, Düren and Aachen. Calculations showed that the seismic event had occurred on a NW to SE-striking fault.</i></p>
24-Oct-2011	13:41 Ortszeit local time (12:41 MESZ)	7.3	Türkei Turkey	<p>Östliche Türkei an der Grenze zum Iran. Es trat in der Nähe der osttürkischen Stadt Van mit einer Bevölkerung von etwa 370 000 Einwohnern auf. Nach ersten Meldungen kamen dabei mindestens 200 Menschen ums Leben. Es handelte sich um das stärkste Beben seit 1976.</p> <p><i>Eastern Turkey near the border with Iran. It occurred near the eastern Turkish town of Van, which has a population of about 370,000, killing at least 200 people, according to first reports. This was the strongest earthquake since 1976.</i></p>

Nach dem verheerenden Tohoku-Beben vom 11. März 2011 vor der japanischen Küste und dem co-seismisch erzeugten Tsunami sowie dem Reaktorunfall im Kernkraftwerk Fukushima in Japan war die umfassende Expertise der BGR in den Bereichen Seismologie, Ingenieurseismologie und atmosphärische Ausbreitungsrechnung gefragt. Dies betraf im Einzelnen die Auswertung des Bebens und der Nachbeben, die Standortgutachten der deutschen Kernkraftwerke und die Abschätzung der Konzentration der radioaktiven Wolke aus Fukushima in Deutschland. Insbesondere bei den letzten beiden Punkten konnte die BGR die Bundesregierung und die Öffentlichkeit in den folgenden Tagen und Wochen nach dem Unfall sicher darüber informieren, dass eine Gefährdung zu keinem Zeitpunkt in Deutschland vorgelegen hatte.

Die BGR informierte die Öffentlichkeit zu zahlreichen Beben, von denen mehrere auch in Deutschland auftraten, u. a. in Norddeutschland. Die von der Öffentlichkeit als Zunahme wahrgenommene Erdbebenaktivität der letzten Jahre ist – so zeigt es die konstanten Erdbebenstatistik – eigentlich nur eine Zunahme der Schadenswirkung durch die immer dichtere Besiedlung in erdbebengefährdeten Regionen sowie eine schnellere und breitere Berichterstattung in den Medien.

In der Entwicklungszusammenarbeit wird das Thema einer risikosensitiven Raum- und Entwicklungsplanung weiter an Bedeutung gewinnen, da der globale Trend einer zunehmenden Vulnerabilität durch stetig anwachsende Bevölkerungszahlen sowie der Konzentration von wirtschaftlicher Aktivität und kritischer Infrastruktur in Ballungsgebieten und Megacities ungebrochen ist. Auch der Klimawandel wird sich mit bislang unvorhersehbaren Konsequenzen auf die Georisiko-Exposition auswirken. Ein verbessertes Georisiko Management zur Verminderung des Katastrophenrisikos ist somit geboten.

Die große Nachfrage an fundierten Georisikoinformationen und der zunehmende Beratungsbedarf hinsichtlich einer nachhaltigen Raumplanung und Katastrophenvorsorge wird auch die Weiterentwicklung der BGR eigenen Methodik zur Risikoanalyse unterstützen, damit diese als Standardanwendung der BGR in zukünftigen Projekten der EZ angewendet werden kann.

Following the devastating Tohoku earthquake off the Japanese coast on 11 March 2011, the co-seismically generated tsunami, and the nuclear incident at the Fukushima power station in Japan, BGR's extensive expertise in seismology, engineering seismology and atmospheric transport modelling was much in demand. This concerned specifically an analysis of the initial earthquake and its aftershocks, site-specific studies for the German nuclear power stations, and an estimate of the concentration of the radioactive plume from Fukushima in Germany. Particularly with relation to the last two issues, BGR was able to reliably inform the federal government and the German public in the days and weeks following the incident that Germany had not been in danger at any time.

BGR informed the public about a number of earthquakes, several of which occurred in Germany, e.g. in Northern Germany. Although there has been an increase in earthquakes in the public perception over recent years, earthquake figures have remained constant. This points to merely an increase in the level of damage, resulting from an ever denser settlement of earthquake-prone regions and a faster and wider media coverage.

In development cooperation, risk-sensitive spatial and development planning will continue to gain in importance, since the global trend of increasing vulnerability due to continuously rising population figures and the concentration of economic activities and critical infrastructure in conurbations and megacities still continues. Climate change, too, will affect the exposure to georisks with currently unpredictable consequences. This calls for an improved georisk management to minimise the risk of disaster.

The high demand for well-founded georisk information and the increasing need for consulting concerning sustainable spatial planning and disaster prevention will further support the development of BGR's own risk analysis methodology, so it can be applied as a BGR standard in future development cooperation projects.

## Nationale/Internationale Geowissenschaftliche Zusammenarbeit



*National/International Geoscientific Cooperation*

# Einführung

# Introduction

**G**eoressourcen wie mineralische Rohstoffe, Energie- rohstoffe, Wasser und Boden bilden entscheidende Lebensgrundlagen für jetzige und zukünftige Generationen weltweit. In vielen Ländern führen die Übernutzung oder der falsche Umgang mit diesen Ressourcen einerseits sowie mangelnder Zugang armer Bevölkerungsschichten zu ihnen andererseits zu Versorgungsmangel und damit zu vielschichtigen, sozialen und ökologischen Problemen. Die BGR unterstützt daher Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung von Georessourcen und leistet wichtige Beiträge zur Armutsminderung und wirtschaftlichen Entwicklung, zum Umwelt- und Ressourcenschutz sowie zum nachhaltigen Ressourcenmanagement und damit letztlich zur sozialen Gerechtigkeit und zur Konfliktprävention.

Aufbauend auf der breiten fachlichen Expertise und auf den Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung, bearbeitet die BGR ganzheitliche entwicklungspolitische Fragestellungen im Geo-Bereich. Damit besitzt die BGR ein Alleinstellungsmerkmal. Zusätzlich kann die BGR durch die weitere internationale Zusammenarbeit (u. a. EuroGeoSurveys, Wissenschaftlich-Technische Zusammenarbeit) frühzeitig Geothemen in EU-Richtlinien etc. einbringen bzw. durch die Wissenschaftlich-Technische Zusammenarbeit international aktuell Geowissen und Geodaten austauschen.

Die BGR ist seit 1958 im Bereich Geowissenschaften und Bergbau für das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) tätig. Sie berät das BMZ und führt derzeit in rund 30 Partnerländern weltweit Vorhaben zum Management von Georessourcen durch. Die fachlichen Schwerpunkte Grundwasser, Umweltgeologie, Bergbau, Georisiken, Energie/Geothermie, Mineralische Rohstoffe und weitere fachliche Sektoren reflektieren dabei insbesondere die politischen Schwerpunkte, die zur Erreichung der entwicklungspolitischen, stabilitätspolitischen und wirtschaftlichen Ziele notwendig sind.

So unterschiedlich die Partnerländer in ihrer Entwicklung sind, so unterschiedlich sind auch die Beratungsinstrumente, die zur Anwendung kommen. Viele unserer Partnerländer sind (immer noch) wenig entwickelt. Daneben berät die BGR aber auch Länder, die Schwellenlandcharakter haben. Von unseren Kooperationspartnern erwarten die jeweiligen Gesellschaften Antworten auf Fragen, die sie heute betreffen und in Zukunft dringlicher werden. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Anforderungen an unsere Partner im Allgemeinen in der folgenden Reihenfolge beschrieben werden können: Geologische Erkundung, Ressourcenbewertung, Ressourcenschutz, Regionalplanung, Partizipation und gute Regierungsführung. Je nach Entwicklungsstand verändern sich die Aufgaben immer mehr hin zur Übernahme regionaler und sozialpolitischer Entscheidungsfindung. Folglich leistet die BGR auch Beiträge zu diesen Themenfeldern.

**G**eoresources such as mineral resources, energy resources, water and soil are crucial parts of the livelihood of present and future generations. Overexploitation or the improper use of these resources in many countries are not only responsible for inadequate access to these resources by the poorest sections of the community, but also for shortages in overall supply and therefore a cause of many social and environmental problems. Hence, BGR supports measures safeguarding the sustainable use of georesources and makes important contributions to alleviating poverty, improving economic development, environmental and resource protection as well as sustainable resource management and therefore ultimately to boosting social justice and preventing conflicts.

Based on its broad scientific expertise and the findings of its research and development activities, BGR analyses integrated development-policy problems at a geological level. BGR therefore boasts a unique selling point. In addition, thanks to its broader international cooperation (e.g. EuroGeoSurveys, scientific-technical cooperation) BGR is also able to incorporate geo-issues early on in EU directives, and exchange up-to-date geo-expertise and geodata through its scientific-technical cooperation work at an international level.

BGR has been involved in geoscientific and mining projects for the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) since 1958. BGR advises BMZ and executes geo-resource management projects in around 30 partner countries around the world. The main scientific focus is on groundwater, environmental geology, mining, georisks, energy/geothermy, mineral georesources, and other scientific sectors mainly reflecting the political priorities necessary to reach the development-policy, stability-policy and economic goals.

There is not only a huge difference in the level of development of the partner countries, there is also enormous variance in the advisory instruments used to pursue the aforementioned objectives. Many of our partner countries are (still) at a very early development stage. On the other hand, BGR also advises countries which already have emerging economy character. These societies in each of our cooperation partner countries expect answers to questions which affect them today and which could become even more urgent in future. Experience has shown that the challenges facing our partners generally come in the same order: geological exploration, resource evaluation, resource projection, regional planning, participation and good governance. As development progresses, the activities move increasingly towards assisting decision making at a regional and socio-political level. BGR therefore also makes contributions to these issues as well.

## Herkunftsnachweis mineralischer Rohstoffe in Afrika

Der Begriff „Blutcoltan“ kursiert seit einigen Jahren häufig in der Presse. Was sich dahinter verbirgt ist jedoch oft nur schemenhaft bekannt. Dieser martialisches Begriff ist das Schlagwort für ein System aus menschenverachtender Ausbeutung und gewaltsamer Auseinandersetzung um Minen in Afrika, speziell in der Region der Großen Seen (z. B. Kivusee und Tanganjikasee). Dort kämpfen illegitime bewaffnete Gruppen um die Vorherrschaft im Handel mit Rohstoffen wie Gold, Zinn, Wolfram und Coltan (Columbit-Tantalit). Aus Coltan wird Tantal hergestellt, welches die Elektronik-Industrie für die Fertigung von Kondensatoren mit hoher Kapazität benötigt. Dieses Bauteil kommt in nahezu jedem Elektronikgerät zum Einsatz. Es ist also vorstellbar, dass um Rohstoffe in jedem Flachbildschirm oder in jedem Handy unerbittlich und blutig gekämpft wurde.

Um in Zukunft dem Verbraucher die Gewissheit zu ermöglichen, dass das Coltan unter konfliktfreien Bedingungen produziert wurde, hat die BGR in einer Pilotstudie ein Laborverfahren zum analytischen Herkunftsnachweis von Tantalernen entwickelt. Es kann eingesetzt werden, um die Herkunft von Erzkonzentraten aus zentralafrikanischer Bergbauproduktion zu verifizieren.

Die Methode „AFP“ („Analytical Fingerprint“) wurde im Folgenden auf Zinn- und Wolframerze ausgedehnt. Somit kann die Herkunft von Exportprodukten aus der seit Jahren konfliktgeplagten Demokratischen Republik Kongo und den angrenzenden Nachbarstaaten verifiziert werden. Die Händler und die weiterverarbeitende Industrie können entscheiden, bestimmte Erz-Margen nicht zu kaufen, wenn die Herkunft nicht zweifelsfrei einer konfliktfreien Mine zugeordnet werden kann. Die Methode kann so einen wichtigen Beitrag zur Transparenz in der Rohstoffhandelskette liefern und regionale und überregionale Zertifizierungsinitiativen unterstützen.

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) hat die BGR damit beauftragt, die regionale Organisation der ICGLR (International Conference on the Great Lakes Region) bei der Einführung eines Zertifizierungssystems für mineralische Rohstoffe zu unterstützen. In diesem Zusammenhang ist die BGR in zwei Teilprojekten tätig: sie hilft bei der Anwendung des analytischen Herkunftsnachweises innerhalb des Zertifizierungssystems und unterstützt die ICGLR-Mitgliedsstaaten bei der Umsetzung dieses Zertifizierungssystems in einigen ihrer Mitgliedsstaaten.

Die Methode des analytischen Herkunftsnachweises wird bereits für die Dokumentation von Erzproben aus verschiedenen Regionen Afrikas in den Laboren der BGR angewandt. Sie soll nun auch in Zentralafrika im Rahmen eines viereinhalbjäh-

## Proof of origin for mineral resources from Africa

For some years, the term “blood coltan” has frequently been used in the press. But little is known about what it really means. This term, which conjures up images of war, stands for a system of inhuman exploitation and violent conflict over mines in Africa, particularly in the region around the African Great Lakes (e.g. Lake Kivu or Lake Tanganyika). Illegitimate armed groups are partly financed through production and trade in commodities such as gold, tin, tungsten or coltan (columbite-tantalite). Coltan is used to produce tantalum, which the electronics industry needs to manufacture capacitors, components that are used in almost every electronic device. You could therefore say that bitter and bloody battles are associated with the raw materials in any flat screen monitor or mobile telephone.

In a pilot study, BGR has developed an analytical laboratory method for determining the origin of tantalum ores. This will in future help to give consumers the certainty that the coltan in their device was produced in a conflict-free situation.

The AFP (“Analytical Fingerprint“) method has since been extended to include tin and tungsten ores, making it possible to verify the origin of major export products from the Democratic Republic of Congo, conflict-ridden for years, and its neighbouring states. Traders and the processing industry can decide against buying certain ore lots if their origins cannot be traced beyond doubt to a conflict-free mine. The method thus makes an important contribution to transparency in the commodity chain as well as supporting regional and transregional certification initiatives.

The German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development has commissioned BGR within the German program to assist the regional organisation ICGLR (International Conference on the Great Lakes Region) in the introduction of a Regional Certification Mechanism (RCM) for mineral resources which is part of the “Regional Initiative against the Illegal Exploitation and for the Certification of Natural Resources” (RINR) of ICGLR. In this context, BGR is working on two subprojects: it helps with the application of the analytical fingerprint method for the certification mechanism, and assists the ICGLR in its implementation in some of the ICGLR member states.

The analytical fingerprint method is already in use in the BGR laboratories for the documentation of ore samples from a number of African regions. Now there are plans to introduce it in Central Africa as part of a 4.5-year project and to make it available to the ICGLR as a verification tool for the organisation’s Regional Certification Mechanism (RCM). In collaboration with the local and national authorities in the DR Congo and neighbouring countries, BGR will equip laboratories to permit



*Förderung von Zinnerz in der Mine Rutongo, Ruanda.*

*Production of tin ore at the Rutongo mine, Rwanda.*



*Beprobung von Coltan für den analytischen Herkunftsnachweis in Ruanda.*

*Sampling of coltan for the analytical fingerprint method in Rwanda.*



*Frau Dr. Sitnikova, BGR-Mitarbeiterin im Projekt „Analytical Fingerprint (AFP)“, bei der Einweisung des ruandischen Geologen Alex Kagaba in die Methoden des Herkunftsnachweises am Rasterelektronenmikroskop.*

*Dr. Maria Sitnikova, a BGR member of the "AFP" project team, introduces the Rwandan geologist Alex Kagaba to the analytical fingerprint methods using the scanning electron microscope.*



rigen Projektes eingeführt und der ICGLR als Überprüfungs-instrument im Rahmen ihrer „Regional Initiative against the Illegal Exploitation and for Certification of Natural Resources“ (RINR) zur Verfügung gestellt werden. Die BGR wird gemeinsam mit lokalen und nationalen Behörden in mehreren, an der Rohstoffproduktion beteiligten Ländern entsprechende Labore ausstatten, in denen die Proben gesammelt und sicher verwahrt werden können. Aus ihnen werden Fingerprintanalytik-Präparate hergestellt, die für weitere analytische Arbeiten zur Verfügung stehen.

Die Präparate werden dann in einem zentralen analytischen Labor untersucht, das ebenfalls im Rahmen des Projekts in einem der ICGLR-Mitgliedstaaten errichtet werden wird. Als Standort für das Labor wurde von der ICGLR die überregionale Organisation SEAMIC (Southern and Eastern African Mineral Centre) in Dar-es-salaam (Tansania) ausgewählt. Die Daten der Analysen werden durch die „AFP“-Management-Unit, eine eigens gegründete Einheit, die im ICGLR Hauptquartier in Bujumbura angesiedelt sein wird, verarbeitet und bewertet. Sie leitet die Ergebnisse dann an die für die Zertifizierung zuständigen nationalen und internationalen Stellen weiter.

Mit der „AFP“-Methode stellt die BGR somit der Regionalorganisation der ICGLR wirksame Instrumente zur Verfügung, um den Abbau und Handel von mineralischen Rohstoffen in Konfliktregionen transparenter zu gestalten.

the collection and safekeeping of samples there. These samples will be used to produce specimens for fingerprint analysis, which will then be available for further analytical work.

The specimens will then be tested in a central analytical laboratory, to be set up in one of the ICGLR member states, also as part of the project. The ICGLR has chosen the premises of the transregional organisation SEAMIC (Southern and Eastern African Mineral Centre) in Dar es Salaam (Tanzania) as the site for this laboratory. The analysis data will be processed and evaluated by the AFP Management Unit, set up specifically for this purpose at the ICGLR headquarters in Bujumbura, who will then forward the results to the national and international authorities responsible for certification.

With the AFP method, BGR is thus providing the ICGLR regional organisation with effective tools to bring more transparency in mineral resources production and trade in the region.

## Zertifikate für konfliktfreien Rohstoffhandel

Die BGR hat gemeinsam mit dem Geologischen Dienst Ruandas (OGMR, heute RNRA, Rwanda Natural Resources Authority) ein zweijähriges Pilotprojekt zur Zertifizierung von Handelsketten (CTC) mineralischer Rohstoffe durchgeführt. Zum Abschluss des Projekts erhielten die beteiligten Bergbauunternehmen am 17. und 18. März bei einer Konferenz in der ruandischen Hauptstadt Kigali ihre Zertifikate. „Damit haben wir im afrikanischen Kleinbergbau den Grundstein für einen konfliktfreien Handel von wichtigen Rohstoffen für die Elektronikindustrie wie Zinn- oder Tantalzerz gelegt“, so BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel.

Ziel dieses gemeinsam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) finanzierten Projekts war es, eine transparente, faire und nachhaltige Rohstoffwirtschaft in Zentral- und Ostafrika zu unterstützen. Dort stellt der Kleinbergbau eine wichtige Einkommensquelle für die lokale Bevölkerung dar. Gleichzeitig finanzieren Rebellen Gruppen im Ostkongo an der Grenze zu Ruanda seit Jahren ihre bewaffneten Auseinandersetzungen mit dem illegalen Abbau von weltweit gefragten Rohstoffen wie Zinn, Tantal, Wolfram und Gold. Um die so genannten Konfliktminerale vom Handel auszuschließen, hat sich die BGR im Verbund mit lokalen und regionalen Partnern für das Instrument der Rohstoffzertifizierung eingesetzt. „Bergbaubetriebe können mit dem Zertifikat nachweisen, dass ihre Rohstoffe legal und unter Einhaltung von vernünftigen Sozial- und Umweltstandards abgebaut werden und in den Handel gelangen. Damit wird die Handelskette auch für den industriellen Abnehmer nachvollziehbar dokumentiert“, erklärt BGR-Projektleiterin Dr. Gudrun Franken.

Unterdessen hat die US-Regierung ein Gesetz erlassen, das börsennotierte Unternehmen in Amerika zur Offenlegung ihrer Liefer- und Produktketten verpflichtet, sofern sie die so genannten Konfliktminerale enthalten. Das betrifft weite Bereiche der Wirtschaft von der Elektronik- und Telekommunikationsindustrie bis hin zur Automobil- und Maschinenbaubranche.

Als wichtiges Instrument kann dabei das ebenfalls von der BGR entwickelte Verfahren eines analytischen Herkunftsnachweises herangezogen werden. Beim so genannten „Analytical Fingerprint“ können mittels gemessener chemischer und mineralogischer Parameter die Herkunftslagerstätten von Tantal-erz lokalisiert und somit auch zweifelhafte Lieferungen aus möglichen Konfliktregionen identifiziert werden. Das Verfahren wurde bereits auf weitere Erze erweitert.

In Ruanda stieß das Zertifizierungsprojekt auf große Akzeptanz bei lokalen Regierungsstellen und bei den örtlichen Unternehmen. Unabhängige Gutachter bestätigten den am Projekt beteiligten Unternehmen transparente Produktionswege und eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

## Certificates for responsible supply chains

In collaboration with the Rwandan National Geology and Mines Authority (OGMR, today RNRA, Rwanda Natural Resources Authority). BGR has completed a 2,5-year pilot project on the certification of trade chains (CTC) for mineral resources. On completion of the project, the participating mining companies were awarded CTC certificates at a conference held on 17 and 18 March, 2011, in the Rwandan capital Kigali. “With this project, we have achieved an important step for responsible supply chains from small-scale mining in conflict-affected areas for important raw materials for the electronics industry, such as tin or tantalum ore”, said BGR President Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel. The standards were applied via audits to four volunteer mineral producers in Rwanda.

The aim of the project, jointly funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) and the Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) was to demonstrate ways towards transparent, fair and sustainable practice in the small scale mining sector in Central and East Africa. Small-scale mining is a major source of income for the local population in these parts of Africa. At the same time, rebel groups in eastern Congo on the border with Rwanda have been financing their armed conflicts for years with illegal mining and trade of resources in demand such as tin, tantalum, tungsten and gold. To exclude these so-called conflict minerals from trade, BGR in association with local and regional partners has been supporting mineral certification. “Mining companies can use these certificates to prove that their resources are extracted and enter the trade chain legally and in compliance with reasonable social and environmental standards. This also provides a traceable documentation of the trade chain for the industrial buyer”, explains BGR project manager Dr. Gudrun Franken.

In the meantime, the US government has passed a law requiring public companies to disclose their supply and product chains for the so-called conflict minerals. This affects large parts of industry, from the electronics and telecommunications to the automotive and mechanical engineering sectors.

The analytical fingerprint method developed by BGR can also be used as an important tool in this respect. The method analyses chemical and mineralogical parameters to determine the origins of tantalum ore, thus making it possible to identify dubious supplies from potential conflict regions. The method has already been extended for use on other ores.

In Rwanda, the certification project has met with great acceptance among the country's government authorities and local companies. Independent experts have confirmed that the participating companies had transparent production chains and have improved working conditions.



Der Export der im Osten der Demokratischen Republik Kongo produzierten Minerale erfolgt zu einem großen Teil über die ostkongolesischen Nachbarstaaten. Die Minerale können dabei ihre eindeutige Herkunftsbezeichnung verlieren, da sie beim Transport und bei der Aufbereitung häufig mit anderen Mineralien vermischt werden.

Minerals produced in the eastern parts of the Democratic Republic of the Congo are largely exported via the eastern neighbouring countries. An unambiguous origin of the minerals can therefore become blurred because they are often mixed with other minerals during transport and processing.

An der internationalen Konferenz nahmen mehr als 100 Vertreter aus Unternehmen, von Regierungsbehörden und Organisationen teil. Eine im Rahmen der Veranstaltung organisierte Exkursion zu einem ruandischen Abbaugelände ermöglichte einen Einblick in die Produktionsbedingungen vor Ort.

Die Veranstaltung wurde gemeinsam mit der Internationalen Konferenz der Großen Seen (ICGLR), einer aus elf Ländern bestehenden Regionalorganisation zentral- und ostafrikanischer Staaten, zu denen u. a. die Demokratische Republik Kongo und Ruanda gehören, durchgeführt. Die ICGLR hatte zuvor ihre Regionale Initiative gegen den illegalen Rohstoffabbau verabschiedet. „Die BGR ist vom BMZ beauftragt, die ICGLR und ihre Mitgliedsländer bei der Umsetzung dieses Systems bis 2015 zu unterstützen“, so Dr. Dirk Küster, zuständiger Leiter des Arbeitsbereichs Afrika in der BGR.

More than 100 representatives from companies, government authorities and other organisations attended the international conference. An excursion to a mining area in Rwanda organised as part of the conference programme gave an impression of local conditions of production.

The event had been organised jointly with the International Conference of the Great Lakes Region (ICGLR), a regional organisation of twelve Central and East African states such as the Democratic Republic of Congo and Rwanda. The ICGLR had previously ratified its regional initiative against the illegal exploitation of natural resources. “BGR has been commissioned by BMZ to assist the ICGLR and its member states in the implementation of this system by 2015”, says Dr. Dirk Küster, head of the Africa section at BGR.

The lessons learned from the CTC project contributed to the development of the Regional Certification Mechanism, which BGR now supports within the German Development Program with ICGLR.



*Teilnehmer des zweiten GIRAF-Workshops in Dar es Salaam vor dem Southern and Eastern African Mineral Center (SEAMIC).*

*Participants of the second GIRAF workshop in Dar es Salaam, pictured in front of the Southern and Eastern African Mineral Centre (SEAMIC).*

## **GIRAF: Geoinformationsnetzwerk zur Verbesserung der Lebensqualität in Afrika**

**U**nter dem Motto „Geoscience Information to improve the environmental and economic prosperity of the people in Africa“ fand vom 5.–9. Dezember 2011 in Dar es Salaam in Tansania der zweite Workshop des „GIRAF“-Netzwerkes statt. „GIRAF“ steht für das gesamtafrikanische Geoinformationsnetzwerk „Geoscience InfoRmaton in Africa“. Geologische Geoinformationen sind für Afrika bedeutsam, da die Erhebung von und der Zugang zu verlässlichen Daten und Auswertungen wesentlich zur Lösung problematischer Fragestellungen in Afrika beitragen können. Geowissenschaftliche Daten, z. B. zur Stabilität des Untergrundes, zum Vorkommen geothermischer Quellen, Erz- und Edelsteinvorkommen und

## **GIRAF: Geoscience information to improve quality of life in Africa**

**G**eoscience information to improve the environmental and economic prosperity of the people in Africa“ was the theme of the second workshop of the “GIRAF” network, held from 5 to 9 December 2011 in Dar es Salaam, Tanzania. “GIRAF” is the acronym for the Pan-African geoinformation network “Geoscience InfoRmaton in Africa“. Geological geoinformation is important for Africa, since the collection of and access to reliable data and analyses can contribute considerably to resolve difficult issues on the continent. Geoscience data, e.g. on subsurface stability, the occurrence of geothermal energy sources, deposits of ores and gemstones, and groundwater reserves, are important for protecting



*Straßenverkauf von Halbedelsteinen aus dem Kleinbergbau, Namibia. Zur Lokation der Fundstellen werden Geoinformationen benötigt.  
Street trading of semi-precious stones from small-scale mining, Namibia. Geoinformation is needed to locate the sites where they are found.*



*Das neue GIRAF-LOGO zum zweiten GIRAF-Workshop im tansanischen Dar es Salaam.*

*The new GIRAF logo for the second GIRAF workshop held in Dar es Salaam, Tanzania.*

Grundwasserreserven, sind wichtige Komponenten für die Sicherung der Grundversorgung mit Wasser und Energie, des Bergbaus (industrieller Bergbau und Kleinbergbau) und der Raumplanung sowie letztendlich für die Verbesserung des Wohlstandes.

Der GIRAF-Workshop wurde gemeinsam von der Commission for Geoscience Information (CGI) der International Union of Geological Sciences (IUGS), der BGR und der UNESCO organisiert und finanziert. Gastgeber war das Southern and Eastern African Mineral Center (SEAMIC). Basierend auf den Ergebnissen des ersten GIRAF Workshops im März 2009 in Namibia ging es darum, den Fortschritt der Entwicklung von Geowissenschaftlichen IT-Vorhaben und -Projekten zu sichten und vor allem die Vernetzung von Projekten über politische Grenzen hinweg zu fördern. In den Vorträgen der Teilnehmer aus Afrika und Europa wurden Geoinformationsprojekte vorgestellt und verglichen, um gemeinsame Strategien für die Zukunft erörtern.

Ein Ziel des 2. GIRAF-Workshops war es, gemeinsam Hindernisse und Probleme der Informationspolitik innerhalb Afrikas herauszuarbeiten und Lösungen zu finden.

Dabei wurden folgende Hauptprobleme identifiziert:

- Existenz zahlreicher isolierter Geologie- und Geoinformationsprojekte zu ähnlichen Themen in Afrika, die ohne übergreifende Koordination initiiert wurden.
- Fehlen von (gesamt-)afrikanischen Standards zur Beschreibung der Geologie, Datenaufbau oder Modellierung etc.
- Große Mengen von Forschungsergebnissen und Daten sind unzugänglich und daher nicht nutzbar.
- Mangel an gut ausgebildeten IT-Experten in den staatlichen Organisationen, nicht nur im geowissenschaftlichen Bereich (Problem: Abwanderung in die Industrie).
- Zersplitterung von Zuständigkeiten für Geologie und IT innerhalb der GIRAF-Institutionen.
- Politik und Verwaltungen sind sich oft der Bedeutung geowissenschaftlicher Information und deren Nutzen nicht bewusst – nicht nur ein afrikanisches Phänomen.
- Erhebliche Mängel in der technischen Infrastruktur, Internetzugang und Ausrüstung erschweren die Arbeiten.

Diese Punkte wurden intensiv in Kleingruppen diskutiert und Lösungsvorschläge erarbeitet. Eines der Hauptprobleme jedoch ist und bleibt das Fehlen angemessener finanzieller Mittel für fast alle notwendigen Maßnahmen. Dadurch ließen sich die Workshop-Teilnehmer jedoch nicht entmutigen, sondern die afrikanischen Kollegen betonten, wie wichtig es sei, darauf hinzuwirken, in Zukunft möglichst selbstständig, d. h. ohne außerafrikanische Finanzierungen, innerafrikanische Probleme zu lösen.

groundwater and energy supplies, for mining (industrial and small-scale mining), for spatial planning, and ultimately also for improving prosperity.

The GIRAF workshop was organised and funded jointly by the Commission for Geoscience Information (CGI) under the International Union of Geological Sciences (IUGS), BGR and UNESCO. It was hosted by the Southern and Eastern African Mineral Centre (SEAMIC). Based on the results of the first GIRAF workshop held in Namibia in March 2009, this second event aimed to review the progress made in the development of geoscience IT projects and particularly to promote project networking across political borders. In their papers, the participants from Africa and Europe presented and compared geoinformation projects, and discussed joint strategies for the future.

One common goal of the second GIRAF workshop was to identify obstacles and problems in information policy in Africa, and to find solutions. The following main problems were identified:

- Existence in Africa of a large number of isolated geology and geoinformation projects on similar topics, which were initiated without any overall coordination.
- Lack of (Pan-)African standards describing geology, data structures or modelling etc.
- Large amounts of research findings and data are inaccessible and therefore cannot be put to use.
- Lack of well-trained IT experts in the state organisations, not only in the field of geoscience (problem: brain drain to private sector).
- Split-up of responsibilities for geology and IT within the GIRAF-institutions.
- Politics and public administrations are often unaware of the importance of geoscience information and its use – not just an African phenomenon.
- Work complicated by considerable defects in the technical infrastructure, internet access and equipment.

These issues were discussed in depth in small groups and suggestions were made for possible solutions. However, one major problem remains the lack of adequate funding for almost all necessary measures. This did not discourage the workshop participants. The African colleagues pointed out how important it is to work towards to find ways for pending problems in Africa as far as possible from within Africa, i.e. without funding from outside Africa.

Nevertheless several suggestions were made on how the situation in Africa could be improved. These have been compiled into a common list of actions that will be implemented ac-

Nichtsdestotrotz wurden zahlreiche Vorschläge zur Verbesserung der afrikanischen Situation erarbeitet, die nun in einer gemeinsamen Aktionsliste und einem Zeitplan abgearbeitet werden. So ist beispielsweise zur Zeit ein Newsletter in Produktion, Pläne wurden entwickelt, afrikanische Politiker vermehrt zu geowissenschaftlichen Veranstaltungen einzuladen sowie auch Vertreter der Wirtschaft aktiv in das GIRAF-Network zu integrieren. Zudem bekräftigten die UNESCO und SEAMIC zu intensiv den Themenkomplex Aus- und Fortbildung in der Geoinformation in Afrika anzugehen.

Seit dem ersten GIRAF-Workshop 2009 sind große Fortschritte erzielt worden. So wird es erstmals eine Session „Geoscience Information in Africa“ auf dem Internationalen Geologenkongress 2012 (34. IGC) geben, an der Afrikanische Kollegen teilnehmen. GIRAF ist es zudem gelungen, jeweils ein afrikanisches Mitglied in die globalen Körperschaften, wie z. B. die IUGS CGI und OneGeology, zu platzieren.

Zwischen afrikanischen Teilnehmern des ersten GIRAF-Workshops findet nun ein Kommunikations- und Informationsaustausch zu GIRAF-relevanten Projekten statt. GIRAF wird von wichtigen afrikanischen und internationalen Nichtregierungsorganisationen gestützt, z. B. der Geologischen Gesellschaft von Afrika (GSAf), der Afrikanischen Verbindung der Geologinnen (AAWG), der Young Earth Scientists Network (YES), der Weltkartenkommission (CGMW), OneGeology u. a. Neben E-Mails kommuniziert GIRAF über die Webseite [www.GIRAF-network.org](http://www.GIRAF-network.org) und ist seit kurzem via Facebook erreichbar.

Der nächste GIRAF-Workshop findet im Herbst 2013 in Ghana in Zusammenhang mit dem 100-jährigen Jubiläum des Geologischen Dienstes von Ghana statt.

ording to a set schedule. For instance, a newsletter is currently being disseminated, and plans have been developed to focus more on inviting African politicians to geoscience events, and to actively integrate representatives from industry into the GIRAF network. UNESCO and SEAMIC also confirmed to intensify their efforts in geoinformation education and training in Africa.

Much progress has been made since the first GIRAF workshop in 2009. At the 2012 International Geological Congress (34th IGC), for instance, there will for the first time be a session on “Geoscience Information in Africa”, with participant geoscientists from Africa. GIRAF’s achievements also include placing one African member in each case in global bodies such as IUGS CGI or OneGeology.

The African participants of the first GIRAF workshop are now engaged in communication and information sharing on GIRAF-related projects. Moreover, GIRAF is receiving the support of major African and international NGOs, e.g. the Geological Society of Africa (GSAf), the African Association of Women in Geosciences (AAWG), the Young Earth Scientists (YES) network, the Commission for the Geological Map of the World (CGMW), OneGeology and others. GIRAF uses e-mails and its website [www.GIRAF-network.org](http://www.GIRAF-network.org) for dissemination of information. It can now also be reached via Facebook.

The next GIRAF workshop will be held in Ghana in autumn 2013, in connection with the 100th anniversary of the Geological Survey of Ghana.



## BGR berät UN-Regionalkommission ESCWA im Wassersektor

Ein nachhaltiges Management grenzüberschreitender Wasserressourcen ist für die von Trockenheit betroffenen Staaten des Nahen Ostens von großer Bedeutung. Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung unterstützt die BGR gemeinsam mit der UN-Regionalkommission ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) die arabischen Partner bei dieser Aufgabe.

Große öffentliche Beachtung fand eine von der BGR und ihren Partnern mitorganisierte Veranstaltung zum Weltwassertag am 22. März im „UN-House“ in Libanons Hauptstadt Beirut, bei der BGR-Präsident Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel zur Eröffnung sprach.

## BGR advises regional UN-ESCWA commission

The sustainable management of transborder water resources is of major importance for the Middle Eastern states, who are affected by aridity. On behalf of the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development, BGR and the regional UN-ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia) commission are jointly assisting the Arab partners in this task.

Much publicity was generated by an event with the theme "Water for Cities: Responding to the Urban Challenge", jointly organised by BGR and its partners on the occasion of World Water Day on 22 March at UN House in Lebanon's capital Beirut. BGR President Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel gave the opening speech.



*Die Jeita-Quelle dient der Wasserversorgung von Beirut.*

*The Jeita spring supplies drinking water to Beirut.*

Mehr als 200 Teilnehmer aus den Mitgliedsstaaten der UN-Regionalkommission ESCWA diskutierten unter dem Motto „Water for Cities: Responding to the Urban Challenge“ über die Notwendigkeit eines nachhaltigen Wassermanagements in den von Trockenheit betroffenen Staaten des Nahen und Mittleren Ostens.

In Vorträgen und Diskussionsforen wurden die urbane Wasserversorgung und die Herausforderungen durch den Wasserressourcenschutz sowie das notwendige Eigenengagement der Bürger thematisiert. Als hervorragendes Beispiel wurde das BGR-Projekt zum Schutz der verschmutzungsgefährdeten Jeita-Quelle vorgestellt. Die ca. 13 km nordöstlich von Beirut gelegene Karst-Quelle ist für die Trinkwasserversorgung der Hauptstadt mitverantwortlich. Gemeinsam mit der KfW Bankengruppe unterstützt das BGR-Projekt

More than 200 participants from the member states of the regional UN-ESCWA commission discussed the necessity of a sustainable water management in the countries of the Middle East that are affected by aridity.

Presentations and panel discussions addressed urban water supply, the challenges presented by water resource protection, and the necessary commitment by the population itself. The BGR project on the protection of the Jeita spring, which is at risk of pollution, was presented as an outstanding example. Beirut partly relies on this karst spring, located around 13 km to the northeast of the Lebanese capital, for its drinking water supply. In collaboration with the KfW banking group, the BGR project is assisting the Lebanese Water Ministry e.g. in designating suitable sites for sewage farms or groundwater protection areas.

das libanesische Wasserministerium u. a. dabei, geeignete Standorte für Kläranlagen sowie Grundwasserschutzgebiete auszuweisen.

Die von der BGR unterstützten Verhandlungen unter politischer Trägerschaft der Arabischen Liga dienen dem Ziel, ein regionales Rahmenabkommen für das Management grenzüberschreitender Wasserressourcen voranzubringen. Parallel dazu arbeiten ESCWA und BGR an der Erstellung eines entsprechenden technischen Inventars für Westasien.

Bei seinem Besuch sprach der BGR-Präsident auch mit Libanons Minister für Energie und Wasser, Gebran Bassil. Dabei ging es um weitere Schritte zum Schutz der Jeita-Quelle, die Beirut mit Wasser versorgt – ein Projekt, bei dem BGR und die KfW Bankengruppe bei der Standortsuche für Kläranlagen und der Ausweisung von Grundwasserschutzgebieten helfen.

### Was ist die ESCWA?

Die ESCWA mit Sitz in Beirut/Libanon ist eine der fünf UN-Regionalkommissionen für wirtschaftliche und soziale Fragen und untersteht direkt dem UN-Sekretariat. ESCWA ist für die Länder der Arabischen Halbinsel sowie Ägypten zuständig. Seit 2005 wird die ESCWA durch die BGR und die GIZ mit dem Ziel unterstützt, die bislang unzureichende regionale Zusammenarbeit der ESCWA-Mitgliedsländer im Wassersektor zu verbessern.

Der Nahe und Mittlere Osten steht vor der gemeinsamen Herausforderung, die Verfügbarkeit von Wasser langfristig zu gewährleisten. Dies ist eine regionale Aufgabe, da der Großteil der Wasserressourcen Ländergrenzen überschreitet und von mehreren Staaten genutzt wird, so dass Verteilungs- und Nutzungskonflikte absehbar sind. Überdies stehen die Länder vor vergleichbaren Fragestellungen, mit der Wasserknappheit umzugehen, die Wasserressourcen zu schützen sowie die Wasserversorgung für die Bevölkerung effizient und effektiv zu bewerkstelligen.

Innerhalb des Projekts konzentriert sich die BGR auf die Themenbereiche integriertes und grenzüberschreitendes Wasserressourcenmanagement und entwickelt damit die Themenbereiche aus der vorhergehenden Kooperationsphase mit ESCWA weiter. Die GIZ konzentriert sich auf Aspekte der armutsorientierten Wasserpolitik und der Wasserver- und Abwasserentsorgung. Gemeinsam mit ESCWA berät die BGR beim Aufbau zwischenstaatlicher Arbeitsgruppen und Komitees zur Bewirtschaftung grenzüberschreitender Grundwasserressourcen und stellt angepasste Arbeitsmaterialien und Handlungsanweisungen für die integrierte Wasserressourcenbewirtschaftung (IWRM) zur Verfügung. Über die Organisation regionaler Expertentreffen und Trainingsworkshops fördert das Projekt den regionalen Wissens- und Erfahrungsaustausch. Hierbei werden auch Kooperations- und Synergiepotenziale mit bilateralen Maßnahmen in den ESCWA-Mitgliedsländern gesucht.

The aim of these negotiations, supported by BGR and under the political leadership of the Arab League, is to advance a regional framework agreement for the management of transborder water resources. At the same time, ESCWA and BGR are working to develop a suitable technical inventory for Western Asia.

During his visit, the BGR President also held talks with the Lebanese Minister for Energy and Water, Gebran Bassil about further steps to protect the Jeita spring, which supplies water to Beirut. In this project, BGR and the KfW banking group are helping to identify sites for sewage farms and to designate groundwater protection areas.

### About ESCWA

Based in Beirut, Lebanon, ESCWA is one of the UN's five regional commissions for economic and social issues. It reports directly to the UN Secretariat. ESCWA is responsible for the countries of the Arabian Peninsula and for Egypt. Since 2005, BGR and GIZ have been assisting ESCWA with the aim of improving regional collaboration between the ESCWA member states in the water sector, which was previously inadequate. The Middle East faces the joint challenge of safeguarding the availability of water in the long term. This is a regional task, since most water resources cross national borders and are used by several countries; conflicts relating to distribution and use can thus be expected. In addition, the countries are facing similar problems, such as handling water scarcity, protecting water resources, and providing efficient and effective water supplies for their populations.

Within the project, BGR is focusing on an integrated and transborder water resource management, which builds on the issues from the previous phase of collaboration with ESCWA. GIZ is addressing aspects of poverty-oriented water policy and on water supply and sewage disposal. Together with ESCWA, BGR is providing advice for the establishment of transnational working groups and committees for the management of transborder groundwater resources, as well as making available specifically adapted working materials and executive instructions for integrated water resource management (IWRM). With the organisation of regional meetings of experts and training workshops, the project is promoting regional knowledge transfer and information sharing. The aim here is also to identify potentials for cooperation and synergy with bilateral actions in the ESCWA member states.

## Delegationen aus Paraguay und Jordanien informieren sich über Trinkwasserschutz

Zukunftsorientierte Themen wie eine nachhaltige Trinkwasserversorgung, Grundwasserschutz und Raumordnungsplanung standen vom 12. bis 17. September im Mittelpunkt des Besuchs einer internationalen Delegation aus Paraguay und Jordanien in der BGR. Experten der BGR besuchten mit Paraguays Umweltminister Oscar Rivas und Jordaniens Staatssekretärin im Ministerium für Wasser und Bewässerung, Maysoon E. Zoubi, die Müllverbrennungsanlage und Deponie in Lahe sowie die Wassergewinnungsanlage der Stadtwerke Hannover im Fuhrberger Feld und die Harzwasserwerke.

## Delegations from Paraguay and Jordan learn about drinking water protection

Forward-looking topics such as sustainable drinking water supply, groundwater protection and regional planning will be the focus of a visit by international delegations from Paraguay and Jordan to BGR from 12 to 17 September. Together with experts from BGR, Paraguay's Minister of Environment, Oscar Rivas, and the Jordanian State Secretary at the Ministry for Water and Irrigation, Maysoon E. Zoubi, will be visiting the waste incinerator and landfill site at Lahe near Hanover, the water extraction plant of the Stadtwerke Hannover utility company at Fuhrberger Feld, and the Harzwasserwerke water company.



*Die Delegationen aus Paraguay und Jordanien:  
(vorn, links nach rechts)  
Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel, Präsident der BGR,  
Maysoon E. Zoubi, Staatssekretärin im  
Ministerium für Wasser und Bewässerung,  
Oscar Rivas, Paraguay's Umweltminister  
sowie Experten der BGR.*

*The delegations from Paraguay and Jordan together with:  
(front left to right)  
Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel, president of BGR,  
Maysoon E. Zoubi, Jordanian State Secretary  
at the Ministry for Water and Irrigation,  
Oscar Rivas, Paraguay's Minister of Environment,  
and other BGR-experts.*

Die BGR führt in beiden Ländern im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) Projekte der Technischen Zusammenarbeit (TZ) durch. „Kernaufgabe des BGR-Engagements ist der Aufbau von Kapazitäten in den staatlichen Institutionen durch breite fachliche Ausbildung und wissenschaftlich-technische Unterstützung. Durch verbesserte Landnutzungsplanungen werden die Lebensgrundlagen der betroffenen Bevölkerungen nachhaltig geschützt.“, sagt Prof. Dr. Hans-Joachim Alheid Abteilungsleiter für Internationale Zusammenarbeit der BGR.

In Paraguay ist die BGR an dem Projekt „Städtische Umweltp lanung und Standortbestimmung von Deponien“ beteiligt. Gemeinsam mit dem Umweltministerium Paraguays werden seit 2002 Grundlagen für eine nachhaltige Umweltp lanung entwickelt, eingeführt und verbreitet. Dazu zählen Kartierungen schutzwürdiger natürlicher Ressourcen, die Erarbeitung von Richtlinien für Deponiestandorte und Vorschläge für Raumordnungsbestimmungen. In Jordanien ist die BGR im Bereich Grundwasserschutz tätig. Im Projekt „Wasser Aspekte in der Landnutzungsplanung“ unterstützt die BGR das Ministerium für Wasser und Bewässerung, seine nachgeordneten Behörden und andere Institutionen beim Aufbau eines Grundwasser-Managementsystems. Es werden Grundwasserschutz zonen eingerichtet und rechtliche Rahmenbedingungen für eine langfristige Sicherung der Trinkwasserversorgung ausgearbeitet.

In both countries, BGR is running technical cooperation projects on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ). “BGR’s core project task is the development of skills in the state institutions through broad-scale technical training and scientific-technical assistance. “Improved land use planning will protect the livelihoods of the populations concerned in the long term”, says Prof. Dr. Hans-Joachim Alheid, head of the International Cooperation department at BGR.

In Paraguay, BGR is involved in a project on urban environmental planning and the identification of landfill sites. In collaboration with Paraguay’s Ministry of Environment, BGR has been developing, introducing and disseminating the basic principles of sustainable environmental planning since 2002. These include the mapping of natural resources to be protected, the development of guidelines for landfill sites, and proposals for regional planning regulations. In Jordan, BGR is working on groundwater protection. In a project on the water aspects of land use planning, BGR is assisting the Ministry of Water and Irrigation, its subordinate bodies and other institutions in the development of a groundwater management system. Groundwater protection zones are being set up and a legal framework for a long-term safeguarding of the drinking water supply is being developed.

## Investorenhandbuch Mongolei informiert über Rohstoffpotenziale

Im Vordergrund lagerstättenkundlicher Erkundung und Bewertung standen bisher seitens des mongolischen Staates, der Bergbauindustrie und der internationalen Gebergemeinschaft meist Gold und andere Metalle, da Metalle ein wichtiges Exportprodukt darstellen können. Nichtmetallische Rohstoffe haben hingegen eine herausragende Bedeutung für die lokalen Bedürfnisse und Märkte. Infrastrukturvorhaben, wie der Straßen- und Wohnungsbau, sind ohne die Nutzung lokaler Baurohstoffe undenkbar. Von Bedeutung für die lokalen Märkte sind weiterhin Düngemittelrohstoffe, wie Phosphat. Durch so genannte Ninjas im Kleinbergbau gewonnene Rohstoffe sichern in der Mongolei einer Vielzahl von Frauen und Männern das tägliche Auskommen. Häufig erfolgt die Gewinnung der Rohstoffe im Kleinbergbau durch Einzelpersonen ohne Kenntnis der Ressourcenbeschaffenheit und ohne jegliche Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen.

Seitens der verantwortlichen staatlichen Strukturen in der Mongolei (Bergbauministerium, Bergaufsichtsbehörde, Geologische Stellen) besteht Unterstützungsbedarf hinsichtlich der realistischen Abschätzung des Potenzials, der Bewertung und der Einschätzung der Nutzungsmöglichkeiten nichtmetallischer und ausgewählter seltenerer metallischer Rohstoffe (Wolfram, Zinn, Tantal, Niob, Seltene Erden). Neben lagerstättenkundlichen Aspekten spielen dabei vor allem auch sozial- und umweltverträgliche Gewinnungs- und Verarbeitungskonzepte sowie eine Vermarktung nach international anerkannten Kriterien eine Rolle.

## Investors' handbook for Mongolia: information about resources potentials

In their exploration and assessment of deposits to date, the Mongolian state and mining industry as well as the international donor community has tended to focus on gold and other metals, since metals may be important export commodities. Non-metallic resources, on the other hand, are of outstanding importance for local requirements and markets. Infrastructure projects such as the construction of roads or housing are unthinkable without the use of local raw building materials. Fertiliser raw materials such as phosphate are also important for local markets. Resources extracted from small-scale mines by so-called "ninja miners" ensure the livelihoods of many women and men in Mongolia. In small-scale mines, raw materials are often extracted by individuals who have no knowledge of the resource properties and work without safety or environmental protection measures.

The state bodies responsible in Mongolia (Ministry of Mineral Resources and Energy, Mineral Authority, geological authorities) need assistance for a realistic assessment of the potential, the value and possible uses of non-metallic and selected rarer metallic resources (tungsten, tin, tantalum, niobium, rare earths). In addition to aspects relating to economic geology, other areas of particular importance are socially and environmentally compatible extraction and processing concepts, and trading in compliance with internationally accepted criteria.

Seit der Umstellung auf die Marktwirtschaft besitzt der Bergbausektor in der Mongolei außerordentlich große volkswirtschaftliche Bedeutung. Flussspat, Gold, Kupfer-, Molybdän- und Wolframkonzentrate zählen zu den wichtigsten Exportrohstoffen. Daneben werden Stein- und Braunkohle, Erdöl, Zinn-, Eisen-, Zink-, Blei- und Silberkonzentrate sowie verschiedene Nichtmetallrohstoffe (Zuschlagstoffe, Kalkstein, Zeolith, Bims, Gips, Salz) gewonnen.

Zur realistischeren Bewertung der Bauwürdigkeit der meist seit vielen Jahrzehnten bekannten Vorkommen, wurde von Geologen der BGR, zusammen mit mongolischen Partnern, der Osten der Mongolei im Mai/Juni 2008, der Norden und Westen der Mongolei im August/September 2009 und Teile der Wüste Gobi im Süden des Landes im September 2010 bereist. Auf den dabei zurück gelegten 14 000 km wurden zahlreiche und vielfältige Informationen zusammengetragen, die, zusammen mit Archivdaten der mongolischen Partner, in die Erstellung einer umfangreichen Broschüre über das Industriemineralpotenzial und das Potenzial an ausgewählten Metallrohstoffen (W, Sn, Ta, Nb, SE) der Mongolei einfließen.

Dieses „Investorenhandbuch Mongolei“ erschien in englischer Sprache und ist für Interessenten bei der BGR kostenfrei erhältlich.

Since the change to a market economy, Mongolia's mining sector has been of enormous importance to the economy. Fluorite, gold, copper, molybdenum and tungsten concentrates are some of its key export commodities. Coal, lignite, oil, tin, iron, zinc, lead and silver concentrates as well as a number of non-metallic resources (additives, limestone, zeolite, pumice, gypsum and salt) are also extracted.

For a more realistic assessment of the mining potential of deposits, most of which have been known for many decades, BGR geologists in collaboration with Mongolian partners visited Eastern Mongolia in May/June 2008, Northern and Western Mongolia in August/September 2009, and parts of the Gobi desert in the south of the country in September 2010. Extensive and diverse information was compiled over the 14,000 km covered. Together with the Mongolian partners' archive data, this has been used to create a comprehensive catalogue of the industrial mineral potential and the potential of selected metal resources (W, Sn, Ta, Nb, SE) in Mongolia.

This English-language "Investors' handbook for Mongolia" is available from BGR free of charge.

---

**Kontakt/Contact:**

**Dr. Harald Elsner, Tel.: +49-(0)511-643-2347, Fax: +49-(0)511-643-3661, [Harald.Elsner@bgr.de](mailto:Harald.Elsner@bgr.de)**

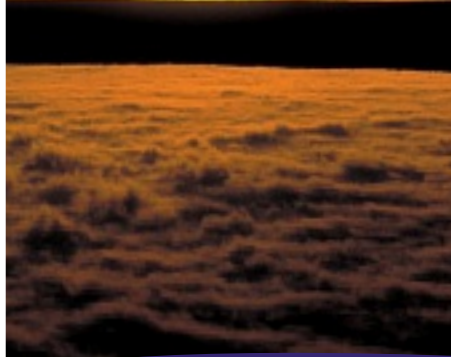
## Ausblick

## Outlook

**D**ie BGR bekennt sich zu den internationalen Entwicklungszielen und strebt die nachhaltige Reduzierung von Armut und Strukturdefiziten im Sinne der Millenniumserklärung der Vereinten Nationen an. Zentrale Bestimmungselemente der internationalen Zusammenarbeit der BGR werden weiterhin die Stärkung guter Regierungsführung, der Eigenverantwortung und der Selbsthilfekräfte in den Entwicklungsländern sein. Dies geschieht sowohl durch eine fachgerechte Bewertung der Ressourcenpotenziale, durch Schaffung der Voraussetzungen für eine Teilhabe der Gesellschaft an den Entwicklungsentscheidungen als auch durch eine institutionelle Stärkung und fachliche Kompetenzerweiterung staatlicher Entscheidungsstrukturen in den Sektoren Grundwassermanagement, Bodenschutz, Regionalentwicklung und Raumplanung, Energieressourcen, Nutzung mineralischer Rohstoffe etc.

**B**GR is committed to international development goals and strives to sustainably alleviate poverty and structural deficits in accordance with the UN Millennium Declaration. The key elements determining the international cooperation activities of BGR continue to be strengthening good governance, self-responsibility, and self-help resources in developing countries. This is achieved on the back of the professional evaluation of resource potentials by creating the conditions required for society's participation in development decision making as well as by strengthening institutional bodies, and expanding the scientific competence of state decision making structures in the sectors of groundwater management, soil protection, regional development and regional planning, energy resources, the use of mineral resources etc.

# Polarforschung



*Polar Research*



# Einführung

# Introduction

Die Polargebiete der Erde sind Schlüsselregionen für die Erforschung des Systems Erde. Ihre Bedeutung für die gesamte Menschheit hat nicht zuletzt wegen der Wichtigkeit in Bezug auf die Klimaentwicklung und, in der Arktis, die Frage nach möglichen Rohstoffvorkommen zugenommen. Aufgrund ihrer Eisbedeckung und des extremen Klimas ist der Zugang zu den Polargebieten auch in unserer heutigen, hoch technisierten Welt nach wie vor schwierig. Aus diesem Grund stellen weite Teile der Polargebiete noch immer „weiße Flecken“ auf der geologischen Weltkarte dar.

Die Polargebiete blicken auf eine weltweit einzigartige Entwicklungsgeschichte zurück, und die dort ablaufenden geologischen, biologischen und klimatologischen Prozesse haben einen entscheidenden Einfluss auf das heutige Erdsystem. Wie diese Prozesse ineinander greifen ist jedoch nach wie vor nicht ausreichend bekannt. So bleibt die Erkundung der Polargebiete notwendig für ein Gesamtbild der Entwicklung und des geologischen Baus der Erdkruste einschließlich ihres Nutzungspotentials sowie für das Verständnis des Zusammenwirkens von fester Erde, Ozeanen, Vereisung, Atmosphäre, orbitalen Veränderungen und LEBEWELT. Nur wenn wir diese Zusammenhänge nachvollziehen können, lassen sich fundierte Prognosen erstellen, um wissenschaftlich und gesellschaftspolitisch auf zukünftige Veränderungen im globalen System reagieren zu können.

Die BGR betreibt seit 1979 festlandsgeologische Forschung in den Polargebieten. Damals startete sie ihre erste Landexpedition GANOVEX I (German Antarctic North Victoria Land Expedition), der bis heute eine Vielzahl weiterer Expeditionen auf dem antarktischen Kontinent folgen sollten. Manche heute gültige Modellvorstellung existierte noch nicht und wurde erst durch viele Einzeluntersuchungen und detaillierte Kartierungen entwickelt. Auf internationalen Kartenblättern des nördlichen Victoria Landes haben so viele neue geographische Namen mit Bezug auf die Antarktisforschung der BGR (z. B. BGR Firnfeld, GANOVEX-Kette) Einzug gehalten.

Als Reaktion auf die veränderten politischen Verhältnisse nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion führt die BGR außerdem seit 1992 das international erfolgreiche Programm CASE (Circum-Arctic Structural Events) in der bis heute noch weitgehend wenig erforschten Arktis durch. Aufgrund der nationalen Aufgabenteilung, bei der die BGR vor allem die terrestrische Komponente der geowissenschaftlichen Polarforschung übernommen hat, arbeitet die BGR verlässlich und dauerhaft mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) und den deutschen Hochschulen zusammen. Mit ihrer

The Earth's polar regions are key regions for research into the system Earth. Their significance for all of humanity has increased, not least with reference to climate trends and, in the Arctic, the possible exploitation of natural resources. Because of their ice cover and extreme climate, access to the polar regions remains difficult, even in today's high-tech world. That is why large parts of the polar regions are to this day uncharted areas on the geological map of the world.

The polar regions have undergone a development that is unique in the world, and the geological, biological and climatological processes taking place there have a crucial impact on today's Earth system. However, to date, not enough is known about the interaction of these processes. The exploration of the polar regions thus remains a necessity to gain an overall picture of the development and the geological structure of the Earth's crust, including its potential uses, and to understand the interactions between the solid Earth, the oceans, glaciation, the atmosphere, changes in the orbit and habitats. Only by fully understanding these interactions will it be possible to develop well-founded forecasts that will allow science and society to respond to future changes in the global system.

BGR has been researching the continental geology of the polar regions since 1979, the year of its first land expedition GANOVEX I (German Antarctic North Victoria Land Expedition). This was to be followed by many further expeditions on the Antarctic continent until today. Various model concepts that are valid today did not exist yet, having only been developed in many individual tests and detailed mapping work. This is how many new geographical names relating to BGR's Antarctic research have found their way into international maps of the northern Victoria Land (e.g. BGR Nevé, GANOVEX Range).

In response to the changed political situation following the breakup of the Soviet Union, BGR has, since 1992, also been running the internationally successful CASE programme (Circum-Arctic Structural Events) in the Arctic, which, to date, remains largely unresearched. Under the national distribution of tasks, BGR has been largely responsible for the terrestrial component of geoscientific polar research. It has been a reliable, permanent collaboration partner of the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) and various German universities. With its polar research activities, BGR assists the German federal government in its pursuit of political goals such as securing Germany's consultative status within the Antarctic Treaty System and giving Germany a stronger voice in decisions relating to economic, environmental and research policy in the Arctic.

Polarforschung unterstützt die BGR die Bundesregierung bei der Verfolgung politischer Ziele wie der Sicherung des Konsultativstatus Deutschlands innerhalb des Antarktis-Vertragssystems und der Stärkung des Mitspracherechts Deutschlands bei wirtschafts-, umwelt- und forschungspolitischen Entscheidungen für die Arktis.

Mit der Planung, Organisation und Durchführung von geowissenschaftlichen Expeditionen, die auf breiter fachlicher Basis und in Kooperation mit in- und ausländischen Institutionen durchgeführt werden, liefert die BGR einen wichtigen Beitrag für die vornehmlich grundlagenorientierte geowissenschaftliche Polarforschung, zu der sich die Bundesrepublik Deutschland aus ihrer Mitverantwortung der globalen Umwelt gegenüber bekannt hat. Durch die Einbindung von geowissenschaftlichen Projekten der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in die BGR-Polarprogramme konnte über die Jahre eine interdisziplinäre Forschung aufgebaut werden, die international anerkannte Ergebnisse hervorgebracht hat. Dies wird auch in künftigen Jahren die Arbeit der BGR-Polarforschung entscheidend prägen.

By planning, organising and running geoscientific expeditions on a broad technical basis and in collaboration with organisations both in Germany and abroad, BGR is making a major contribution to polar geoscientific research – primarily fundamental research, to which Germany is committed based on its responsibility for the global environment. With the integration of geoscience projects of the German Research Foundation (DFG) into BGR's polar research programme, it has been possible to create interdisciplinary research activities whose findings have gained international recognition. This will continue to characterise BGR's polar research in the future.

## CASE: Neue Erkenntnisse über die Entstehung des Polarmeeres

Im Sommer 2011 führten die Polarforscher der BGR insgesamt drei Expeditionen in die Arktis durch und brachten eine Vielzahl aufschlussreicher Ergebnisse, Messdaten und wertvoller Gesteinsproben mit. Acht Geowissenschaftler waren zwischen Juli und Ende September in Nordgrönland (NOGRAM II), in der kanadischen Arktis (CASE 12) und in Sibirien (CASE 13) unterwegs. Alle Geländekampagnen waren Bestandteil des BGR-Programms „Circum-Arctic Structural Events“ (CASE), das die Erforschung des Arktischen Ozeans und seiner Geschichte zum Ziel hat.

Seit 1992 erforscht die BGR die Randbereiche des Arktischen Ozeans und dringt dabei in Gebiete vor, über die es bisher nur geologische Mutmaßungen und fast keine exakten Daten gibt. Ziel aller Expeditionen ist es, diese wissenschaftliche Lücke zu schließen. Daher liegt der Schwerpunkt der Arbeiten auf der Untersuchung von Strukturen, die mit der Öffnung des Arktischen Ozeanbeckens und der Entstehung des Polarmeeres zusammenhängen. Mit den drei Expeditionen im Sommer 2011 in unterschiedliche Regionen der Arktis haben die Geowissenschaftler der BGR gemeinsam mit ihren internationalen Kooperationspartnern einen weiteren Schritt in Richtung der Lösung des geologischen Puzzles der Arktis gemacht.

### NOGRAM II

Die erste Expedition führte im Juli nach Nordgrönland. In enger Kooperation mit dem Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven (AWI) nahm die BGR dort per Flugzeug aerogeophysikalische



Flaggenmast von CASE 12 mit den Flaggen der beteiligten Staaten.  
CASE 12 flagpole with the flags of the participating countries.

## CASE: New findings on the development of the Arctic Ocean

In summer 2011, the polar researchers from BGR carried out a total of three expeditions to the Arctic, bringing back many revealing results, measurement data and valuable rock samples. Between July and the end of September, eight geoscientists were on expedition in Northern Greenland (NOGRAM II), the Canadian Arctic (CASE 12) and Siberia (CASE 13). All field campaigns formed part of the BGR programme "Circum-Arctic Structural Events" (CASE), which aims to explore the Arctic Ocean and its history.

BGR has been researching the marginal areas of the Arctic Ocean since 1992, advancing into areas about which there are to date only geological speculations and hardly any precise data. All expeditions aim to close this scientific gap, which is why the work focuses on studying the structures linked to the opening of the Arctic Ocean Basin and the development of the Arctic Ocean. With these three expeditions in summer 2011 to different regions of the Arctic, the BGR geoscientists and their international cooperation partners have together completed one more step towards solving the geological puzzle of the Arctic.

### NOGRAM II

The first expedition went to Northern Greenland in July. In close collaboration with the Alfred Wegener Institute in Bremerhaven (AWI), BGR carried out aerogeophysical surveys of the land and sea areas of Northeast Greenland. The AWI's



Das internationale Forscherteam von CASE 13 auf dem Helikopterdeck des Expeditionsschiffes „Mikhail Somov“.

The international CASE 13 team of researchers on the helicopter deck of the "Mikhail Somov" expedition vessel.



*Typische sommerliche Tundrenlandschaft innerhalb der 75 km breiten Störungszone auf der nordamerikanischen Ellesmere-Insel.*

*Typical summer tundra landscape in the 75 km wide fault zone on Ellesmere Island in North America.*



*Das Mackinson Inlet im Süden von Ellesmere Island. Dieser Fjord wird von mehr als 1,5 Mrd. alten Steinen des kanadischen Schildes begrenzt.*

*Mackinson Inlet in the south of Ellesmere Island. This fjord is bordered by rocks of the Canadian Shield that are more than 1.5 billion years old.*

Untersuchungen über den Land- und Meeresgebieten von Nordost-Grönland vor. Zum Einsatz kam das Forschungsflugzeug „Polar 5“ des AWI, eine mit modernster Technik ausgerüstete ehemalige DC3. „Wir haben die obersten Schichten der Erdkruste sozusagen durchleuchtet, um geologische Strukturen unter den Eiskappen und dem Meeresboden zu kartieren“, erklärt BGR-Geophysiker Dr. Detlef Damaske. Diese Befliegungen waren folglich notwendig, um Informationen über den Aufbau der mit Eis oder Wasser bedeckten Kontinentalränder zu gewinnen.

## CASE 12

Auf geologisch bislang wenig erforschtes Gebiet begaben sich Experten der BGR vom 4. August bis 5. September 2011 im Rahmen der Arktisexpedition „CASE 12“.

Ziel der Arbeiten war eine 75 Kilometer breite Störungszone auf der nordamerikanischen Insel Ellesmere Island. Dieser Riss in der Erdkruste sollte Aufschluss darüber geben, wie und wann der Superkontinent Laurasia vor mehr als 60 Millionen Jahren auseinanderbrach. Dabei kam es verstärkt zu Vulkanausbrüchen, deren Aschen in den Sedimenten erhalten sind. „Die mitgebrachten Proben der Aschen werden von uns jetzt im Labor untersucht, um den genauen Zeitpunkt der Vulkanausbrüche und damit den Zerfall des Superkontinents ermitteln zu können“, so BGR-Expeditionsleiter Dr. Lutz Reinhardt.

„CASE 12 ist ein Blick in die Vergangenheit, in eine Zeit als Europa noch mit Nordamerika zusammenhing“, erläutert Reinhardt. Damals, kurz nach dem Aussterben der Dinosaurier, war es auf der Erde zehn Grad Celsius wärmer als heute und die Arktis war von Wäldern bedeckt, die denen der heutigen gemäßigten Breiten entsprechen.

Das dreizehnköpfige Team errichtete sein Camp etwa 200 Kilometer nördlich der letzten kanadischen Siedlung Grisefiord. Neben Zelten mussten Lebensmittel, Arbeitsgeräte und rund 100 Fässer Treibstoff vom 500 Kilometer entfernten Flughafen Resolute Bay für die hubschraubergestützte Expedition 1300 Kilometer nördlich des Polarkreises herangeschafft werden. Ellesmere Island ist etwa so groß wie Großbritannien, wird aber nur von 150 Menschen bewohnt.

In einem Umkreis von 60 Kilometern rund um das Camp wurde das Expeditionsgelände während der nächtlichen Stunden per Hubschrauber befliegen und magnetisch gescannt, schildert Geophysiker Dr. Detlef Damaske. Mit dieser Methode konnten geologische Strukturen unterhalb der mehrere hundert Meter mächtigen Eiskappe der Insel aufgezeichnet und Rückschlüsse auf den Zerfall der alten Kontinente vor rund 60 Millionen Jahren gezogen werden.

Neben vier BGR-Forschern zählten zwei deutsche und ein britischer Gastwissenschaftler sowie technisches Personal und drei kanadische Inuit-Guides zum Expeditionsteam. Die Inuit waren für die Sicherheit verantwortlich. Sie schützten das Camp und die Geologen während der Tagesexkursionen an Land vor Übergriffen durch Eisbären.

research aeroplane “Polar 5” was used for the surveys, a former DC3 fitted with state-of-the-art technology. “You could say that we x-rayed the top layers of the Earth’s crust, in order to map the geological structures below the polar caps and the seafloor”, explains BGR geophysicist Dr. Detlef Damaske. These aerial surveys were therefore necessary to collect information about the structure of the continental margins, which are covered by ice or water.

## CASE 12

As part of the CASE 12 Arctic expedition from 4 August to 5 September 2011, BGR experts explored an area that is so far little researched in geological terms. The focus of their activities was a 75 km wide fault zone on Ellesmere Island in North America. This fracture in the Earth’s crust should yield information on how and when the supercontinent Laurasia broke up, more than 60 million years ago. In the course of this event, there were an increased number of volcanic eruptions whose ashes can still be found in the sediments. “We are currently studying the ash samples we collected in our laboratory, in order to determine the exact time of the volcanic eruptions and thus of the breakup of the supercontinent”, says BGR expedition leader Dr. Lutz Reinhardt.

“CASE 12 gives us a glimpse of the past, of a time when Europe was still connected to North America”, explains Reinhardt. At that time, shortly after dinosaurs became extinct, the Earth’s temperature was 10°C higher than it is today and the Arctic was covered in forests such as are found in temperate latitudes today.

The 13-strong team set up camp about 200 km north of the last Canadian settlement, Grise Fiord. Tents, work equipment and around 100 barrels of fuel had to be transported over a distance of 500 km from Resolute Bay airport to the base for this helicopter expedition 1,300 km north of the Arctic Circle. Ellesmere Island is similar in size to Britain but with a population of only 150.

Night-time helicopter surveys with magnetic scanning of the expedition area were carried out in a 60-km radius around the camp, explains geophysicist Dr. Detlef Damaske. With this method it was possible to map the geological structures below the island’s polar cap, which is several hundred metres thick, and conclusions could be drawn concerning the breakup of the old continents around 60 million years ago.

In addition to the four researchers from BGR, the expedition team comprised two other German scientists, a visiting British scientist, technical staff, and three Canadian Inuit guides. The Inuit were responsible for security, protecting the camp and the geologists during daytime excursions on land from polar bear attacks.

## CASE 13

Die dritte BGR-Expedition führte vom 01. bis 21. September 2011 auf die Neusibirischen Inseln. Ziel der Forschungsreise waren umfangreiche Gelände-Untersuchungen auf dem Insel-Archipel im Polarmeer, das zu den am wenigsten erforschten Gebieten der Arktis gehört. „Seit 15 Jahren versucht die BGR, eine Forschungsreise in diese entlegene Region zu organisieren. Jetzt ist es uns mit Hilfe russischer Kollegen endlich gelungen, dieses Projekt zu realisieren“, sagt BGR-Expeditionsleiter Dr. Karsten Piepjohn. An Bord des russischen Eisbrechers „Mikhail Somov“ reisten die BGR-Wissenschaftler 18 Tage gemeinsam mit Forschern aus Russland, England, Frankreich, Italien, Schweden und Deutschland fast 3000 Kilometer durch diesen einsam gelegenen arktischen Archipel. Die Expedition „CASE 13“ fand in enger Kooperation mit dem Russischen Geologischen Forschungsinstitut (VSEGEI) in St. Petersburg im „Deutsch-Russischen Jahr der Bildung, Wissenschaft und Innovation 2011/2012“ statt.

Neben den Forschern der BGR und des VSEGEI waren Geologen von Universitäten aus Russland, Frankreich, Italien, Schweden und Deutschland beteiligt. Das 22-köpfige Wissenschaftler-Team war mit dem 120 Meter langen ehemaligen sowjetischen Versorgungseisbrecher „Mikhail Somov“ vom sibirischen Hafen Tiksi im Lena-Delta zu den Neusibirischen Inseln unterwegs. Das Schiff diente gleichzeitig als schwimmende Unterkunft und Basislager. Die täglichen Geländeexpeditionen wurden mit einem Hubschrauber durchgeführt.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten der BGR waren strukturgeologische Untersuchungen und Altersbestimmungen. Diese grundlegenden Forschungen sind wichtig für die Frage nach möglichen Vorkommen von Rohstoffen, vor allem Erdöl und Erdgas. „Ein Viertel der weltweiten Erdöl- und Erdgasreserven werden in der Arktis vermutet. Allerdings sind die geologischen Verhältnisse an der Nordküste Sibiriens noch so unbekannt, dass eine ernsthafte Abschätzung des Rohstoffpotenzials bislang noch nicht möglich gewesen ist“, so Dr. Dieter Franke, einer der vier BGR-Expeditionsteilnehmer. „Bei unserer Geländearbeit fanden wir Sedimente, die stark nach Tankstelle gerochen haben und dafür sprechen, dass dort Erdöl vorhanden sein muss“, berichtet BGR-Geologe Dr. Christoph Gaedicke. Aus diesem Grund haben die BGR-Wissenschaftler Sedimentproben mitgenommen, die im Labor geochemisch analysiert werden, um konkrete Aussagen über die Existenz größerer Vorkommen treffen zu können.

„Die Untersuchungen sind Teil eines gigantischen Puzzles von der Entstehung des Polarmeeres“, erklärt Dr. Karsten Piepjohn. Ein wichtiges Ziel der geologischen Untersuchungen war daher die Frage, ob die

## CASE 13

The New Siberian Islands were the destination of the third BGR expedition from 1 to 21 September 2011, whose aim were extensive terrain surveys of this archipelago in the Arctic Ocean, one of the least researched areas of the Arctic. “BGR had been trying for 15 years to organise a research trip to this remote region. Now, with the help of colleagues from Russia, we have finally managed to implement this project”, says BGR expedition leader Dr. Karsten Piepjohn. On board the Russian icebreaker Mikhail Somov, the BGR scientists together with researchers from Russia, Britain, France, Italy, Sweden and Germany travelled almost 3,000 km through this remote Arctic archipelago. In close collaboration with the Russian Geological Research Institute (VSEGEI) in St. Petersburg, the CASE 13 expedition took place during the German-Russian Year of Education, Science and Innovation 2011/2012.

In addition to researchers from BGR and VSEGEI, the 22-strong team of scientists was made up of geologists from universities in Russia, France, Italy, Sweden and Germany. On board the 120-m long, former Soviet supply icebreaker Mikhail Somov, they had left the Siberian port of Tiksi in the Lena delta to travel to the New Siberian Islands. The ship served as floating accommodation and base camp. The daily expeditions into the territory were carried out by helicopter.

One focus of BGR’s work consisted of the determination of geological structures and dating tests. This basic research is important for identification of potential commodity deposits, particularly of oil and natural gas. “A quarter of the world’s oil and gas reserves are thought to be located in the Arctic. However, so little is still known about the geological conditions on the northern coast of Siberia that it has not been possible to give a serious estimate of the resources potential”, says Dr. Dieter Franke, one of the 4-strong BGR expedition team. “During our work in the field, we found sediments with a very strong petrol station smell, which would indicate that there must be oil deposits there”, reports BGR geologist Dr. Christoph Gaedicke. This is why the BGR scientists collected sediment samples that will be geochemically analysed in the laboratory for a concrete assessment of the existence of large deposits.

“These tests form part of the giant puzzle of the development of the Arctic Ocean”, explains BGR expedition leader Dr. Karsten Piepjohn. One important aim of the geological tests was therefore to resolve the issue of whether, 120 million years ago, the New Siberian Islands were located on the Canadian side of the Arctic and have since then drifted to their current location.



Mit dem ehemaligen sowjetischen Eisbrecher „Mikhail Somov“ war das Expeditionsteam von CASE 13 zu den Neusibirischen Inseln unterwegs.

The CASE 13 expedition team travelled on board the former Soviet ice breaker Mikhail Somov to the New Siberian Islands.

Neusibirischen Inseln vor 120 Millionen Jahren auf der kanadischen Seite der Arktis lagen und seitdem in ihre heutige Lage gedriftet sind. „Unsere Geländeuntersuchungen haben jedoch eindeutig ergeben, dass keinerlei geologische Verwandtschaft zwischen beiden Gebieten besteht – diese also niemals nebeneinander gelegen haben“, erklärt BGR-Expeditionsleiter Dr. Karsten Piepjohn. Für die Rekonstruktion des Zerfalls des Superkontinents Laurasia und der Bildung des Arktischen Ozeans stellt diese Tatsache ein neues Puzzlestück dar, das zu neuen Überlegungen über die Entstehung der heutigen Arktis führen wird.

“Our field tests have clearly shown there to be no geological relationship between the two areas. Therefore they could never have been next to each other”, says Piepjohn. In the reconstruction of the breakup of the supercontinent Laurasia and the development of the Arctic Ocean, this fact represents a new piece of the puzzle, which will yield new theories about the creation of the present-day Arctic.



Das GEA II-Team auf der Rückfahrt aus dem Gelände zur Princess Elisabeth Station.

The GEA II team returning from the field to the Princess Elisabeth Station.

## GEA I und II: Entstehung und Zerfall eines Superkontinents

Die geographischen Schwerpunkte der Antarktisaktivitäten der BGR liegen im Nord-Viktoria-Land und der Rossmeer-Region der Westantarktis im Rahmen des Forschungsprogramms GANOVEX (German Antarctic North Victoria Land Expedition). Daneben organisiert die BGR Expeditionen in verschiedene Regionen der Ostantarktis oder in das zentrale Transantarktische Gebirge. Gemeinsames Ziel der Aktivitäten ist die Untersuchung der Kontinente und ihrer Ränder, um Aufschlüsse über die Frühgeschichte der Erde zu erhalten, insbesondere über die Bildung und den Zerfall des Superkontinents Gondwana und dessen Vorläufer Rodinia sowie die Herausbildung des heutigen antarktischen Kontinents mit seinen Schelfgebieten. Die BGR trägt damit wesentlich zu den angestrebten wissenschaftlichen Hauptzielen der deutschen Antarktisforschung bei.

Die BGR-Forschungsaktivitäten in der Antarktis sind in zum Teil langfristige internationale Kooperationsverträge und Abkommen eingebunden. Gemeinsam mit dem Alfred-Wegener-

## GEA I and II: Emergence and disappearance of a supercontinent

Since 1979, the key targets of BGR's activities in the Antarctic under the long-term GANOVEX programme (German Antarctic North Victoria Land Expedition) have been North Victoria Land and the Ross Sea region in West Antarctica. In addition, BGR has organised expeditions to various regions of East Antarctica and the central Transantarctic Mountains. All activities aim to study the continents and their margins to obtain information about the early history of the Earth, particularly about the formation of the supercontinent Gondwana and its precursor Rodinia, but also about their breakup and the formation of today's Antarctica and its shelf regions. BGR's work thus makes a major contribution to the stated key scientific goals of German research in the Antarctic.

BGR's research in the Antarctic forms part of international cooperation agreements and treaties, some of them long term. BGR and the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) jointly contribute to hold Germany's consultative





*Mit dem Forschungsflugzeug „Polar 6“, hier auf dem Flugfeld vor der Princess Elisabeth Station, fanden die aerogeophysikalischen Untersuchungen während der Expedition GEA II statt.*

*The Polar 6 research aeroplane, shown here on the airfield in front of Princess Elisabeth Station, was used for the aerogeophysical surveys during the GEA II expedition.*



*Der etwa 200 km von der antarktischen Küste entfernte Gebirgszug Sør Rondane war das Zielgebiet der beiden Expeditionen GEA I und II.*

*The Sør Rondane mountain range, about 200 km from the Antarctic coast, was the destination area of the GEA I and II expeditions.*

Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) hält die BGR den Konsultativstatus Deutschlands innerhalb des Antarktisvertrages und ist damit verpflichtet, regelmäßige Forschungsexpeditionen in die Antarktis durchzuführen. Es besteht eine Aufgabenteilung zwischen AWI und BGR, bei der der BGR insbesondere die terrestrische geowissenschaftliche Komponente der Antarktisforschung zufällt. Durch Nutzung der BGR-Logistik konnten zudem zahlreiche geowissenschaftliche Programme von universitären Gruppen, die über das Schwerpunktprogramm „Antarktisforschung und vergleichende Untersuchungen in arktischen Eisgebieten“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wurden, realisiert werden.

In den Antarktissaisons 2010/11 und 2011/12 führte die BGR in enger Kooperation mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) und dem Belgischen Antarktisprogramm (BELARE) sowie den Universitäten Bremen, Bergen (Norwegen) und Gent (Belgien) bzw. Durban (Südafrika) zwei Expeditionen des längerfristig ausgelegten Projektes GEA (Geodynamic Evolution of East Antarctica) durch. GEA wurde aus mehreren, seit den 1990er Jahren in verschiedenen Regionen der Ostantarktis durchgeführten Vorläufer-Projekten entwickelt (u. a. GEOMAUD, QueenMET). Das Projekt bündelt diese Forschungsarbeiten unter einem nun gemeinsam für die Ostantarktis geltenden Oberbegriff.

Während der beiden Expeditionen GEA I und GEA II fand von der belgischen Princess-Elisabeth-Station in dem im östlichen Dronning Maud Land liegenden Gebirge Sør Rondane

status within the Antarctic Treaty System and are thus obliged to carry out regular research expeditions to the Antarctic. Tasks are distributed between AWI and BGR with BGR responsible particularly for the terrestrial geoscientific elements of Antarctic research. With the help of BGR logistics, several geoscience programmes by university teams, which received funding under the German Research Foundation's (DFG) priority programme "Antarctic research with comparative investigations in Arctic ice areas", could also be implemented.

In the 2010/11 and 2011/12 Antarctic seasons, BGR carried out two expeditions as part of the long-term GEA project (Geodynamic Evolution of East Antarctica), in close collaboration with AWI and the Belgian Antarctic Research Expedition (BELARE). Further participants were the universities of Bremen (Germany), Bergen (Norway), Ghent (Belgium) and Durban (South Africa). GEA evolved from several precursor projects that had been running since the 1990s in different regions of East Antarctica. It unites these research activities under one heading for all of East Antarctica.

During the GEA I and GEA II expeditions, the Belgian Princess Elisabeth Station in the mountain range of Sør Rondane in eastern Dronning Maud Land was the base for a multidisciplinary geoscience research programme. Geological comparative studies were also carried out in the Schirmacher Oasis around the Russian Novolazarevskaya station and to its south in the nunataks, i.e. mountain peaks protruding from the ice sheet, up to the Antarctic Plateau.



*Intensiv verfaltete hochmetamorphe Gesteine im Bereich einer 600–500 Mio. Jahre alten Deformationszone des Ostafrikanisch-Antarktischen Orogens.  
Tightly folded highly metamorphosed rocks around a 600–500 million year old deformation zone of the East African-Antarctic Orogen.*

aus ein multidisziplinäres geowissenschaftliches Forschungsprogramm statt. Außerdem wurden geologische Vergleichsuntersuchungen in der Schirmacher-Oase im Umfeld der russischen Station Novolazarevskaya und in den südlich davon gelegenen Nunataks, also aus dem Eis herausragende Bergspitzen, bis zum Polarplateau durchgeführt.

Als Plattformen für die aerogeophysikalische Vermessung Sør Rondanes dienten die beiden Flugzeuge „Polar 5“ und „Polar 6“ des AWI. Mit den Forschungsflugzeugen können Gesteinskörper und Strukturen auch unter eisbedeckten Gebieten verfolgt werden. Übergeordnetes Ziel von GEA ist die Untersuchung der Krustenstruktur und Krustenentwicklung der Ostantarktis sowie der Entstehung der heutigen Landschaftsformen als Resultat der Interaktion verschiedener Faktoren wie Tektonik, Lithologie und Klima durch einen kombinierten geologisch-geophysikalischen Ansatz.

Im Laufe der Erdgeschichte war Antarktika nicht immer ein isolierter Kontinent in Südpolnähe, so wie es heute der Fall ist, sondern war mindestens zweimal Bestandteil wesentlich größerer Landmassen. So lag er im zentralen Bereich des Superkontinents Rodinia, der vor 1100 bis 1000 Mio. Jahren entstand und zwischen 800 und 700 Mio. Jahren wieder zerfiel. Antarktika bildete auch das Herzstück des riesigen Gondwana-Kontinents, der sämtliche heutigen Südkontinente in sich vereinte.

Gondwana bildete sich durch Krustenzuwachs und mehrere kontinentale Kollisionen vor etwa 650 bis 500 Mio. Jahren. Durch die Schließung eines ozeanischen Raumes entstand damals ein dem Himalaya vergleichbares Hochgebirge, dessen Reste heute in Ostafrika und im Dronning Maud Land der Ostantarktis zu finden sind. Dieses Hochgebirge wird daher auch als Ostafrikanisch-Antarktisches Orogen bezeichnet. Eine der Hauptsuturen, d. h. Nahtstellen, an denen eine Kontinentalkollision stattfand, verläuft vermutlich quer durch das Dronning Maud Land. Die genaue Position dieser Suture ist bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt, wird aber beispielsweise für den Bereich von Sør Rondane diskutiert.

Zudem ist Sør Rondane aufgrund seiner Lage am Karoo-Maud Plume zwischen Antarktis, Afrika und Indien von grundlegender Bedeutung für unser Verständnis des vor etwa 180 Mio. Jahren einsetzenden Gondwana-Zerfalls, der Öffnung des südatlantischen Ozeans und der Ausbildung der gegenwärtigen Plattenkonfiguration mit der isolierten Antarktis in Polnähe, der damit verbundenen Einstellung neuer Ozeanströmungssysteme und der jetzigen globalen Klimaverhältnisse.

Die Expeditionen GEA I und II starteten vom südafrikanischen Kapstadt aus, einem der „Gateways to Antarctica“, von wo aus jeden Südsommer verschiedene nationale Forschungsteams in die Antarktis aufbrechen und die Forschungsstationen versorgt werden. In der zweiten Dezemberhälfte wurden die Expeditionsteilnehmer von Kapstadt aus an Bord einer russischen Ilyushin IL-TD76 zunächst zum Blaueisflugfeld nahe der russischen Antarktisstation Novolazarevskaya geflogen. Von dort erfolgte der Weitertransport zur „Princess Elisabeth Station“ in Sør Rondane.

The two AWI aeroplanes Polar 5 and Polar 6 were used as platforms for the aerogeophysical surveys of Sør Rondane. With these research aeroplanes, it is possible to trace rock bodies and structures even below ice-covered regions. The higher-level goal of GEA is the study of the crust structure and crust formation in East Antarctica, and the development of the landscape in its current forms as a result of the interaction of different factors, such as tectonics, lithology and the climate, based on a combined geological-geophysical approach.

In the course of the Earth's history, Antarctica was not always an isolated continent around the South Pole, as we know it today. At least twice, it formed part of considerably larger land masses. For instance, it was located in the central area of the supercontinent Rodinia, which formed between 1,100 and 1,000 million years ago and broke up again between 800 and 700 million years ago. Antarctica also formed the core of the giant Gondwana continent, which comprised all of today's continents of the southern hemisphere.

Gondwana formed as a result of several continental collisions and crustal addition, around 650 to 500 million years ago. At that time, the closure of an ocean area resulted in the formation of a high mountain range comparable to the Himalayas. The remains of this range can be found today in East Africa and in Dronning Maud Land in East Antarctica, which is why it is also referred to as the East African-Antarctic Orogen. One of the main sutures – seams along which a continental collision occurred – probably runs straight through Dronning Maud Land. Though the exact position of this suture is not currently known, one theory is that it is located around the Sør Rondane area. This area therefore has a key position for the suspected suture. Because of its location on the Karoo-Maud plume between Antarctica, Africa and India, Dronning Maud Land is also essential for our understanding of the breakup of Gondwana, which started about 180 million years ago, the opening of the South Atlantic Ocean, and the formation of today's plate configuration, with an isolated Antarctica near the Pole, the related evolution of the ocean current systems and our current climate conditions.

The GEA I and II expeditions started from Cape Town in South Africa, one of the so-called “Gateways to Antarctica” for different national teams of researchers every southern hemisphere summer and also the provisioning station for the research stations of Dronning Maud Land. In the second half of December, the expedition team left Cape Town on board a Russian Ilyushin IL-TD76, initially for the blue ice runway near the Russian Antarctic station of Novolazarevskaya. From there, they were taken to Princess Elisabeth Station in Sør Rondane.

During the GEA I expedition, over 250 structural-geological readings were taken at more than 80 rock exploration sites and more than 100 rock samples collected over a period of four weeks. At most sample points, the magnetic properties of the rocks were measured, to permit better interpretations of the aerogeophysical data later. At the end of GEA I, additional structural-geological tests were carried out in the Schirmacher Oasis, using the Russian Novolazarevskaya station as a base.



Die belgische Antarktisstation „Princess Elisabeth“ diente beiden Expeditionen als Hauptbasis.

The Belgian "Princess Elisabeth" Antarctic station was the main base for both expeditions.

An mehr als 80 Gesteinsaufschlüssen wurden während GEA I in einem Zeitraum von vier Wochen über 250 strukturgeologische Messungen und über 100 Gesteinsproben in Sør Rondane gesammelt. An den meisten der Probenpunkte wurden Messungen der magnetischen Eigenschaften der Gesteine durchgeführt, um später die Daten der Aerogeophysik besser interpretieren zu können. Am Ende von GEA I wurden von der russischen Station Novolazarevskaya aus ergänzende strukturgeologische Untersuchungen in der Schirmacher Oase durchgeführt.

Diese Arbeiten mit den ersten Ergebnissen bildeten die Grundlage für die in der folgenden Saison 2011/12 durchgeführte Expedition GEA II. Hauptziel der achtwöchigen Expedition war wieder Sør Rondane. Neben dem Hauptgebirgszug konnten die Wissenschaftler in dieser Saison auch die südöstlichen Nunataks Sør Rondanes sowie mehrere westliche Nunataks und die südöstlichsten Nunataks und Moränen im zentralen Dronning Maud Land beproben. Nunataks sind über Gletschern oder Inlandeis aufragende Felsen oder Berge.

Manche der beprobten Lokalitäten waren zuvor noch von keinem Menschen besucht worden. Im Rahmen der Expedition hat das Team zahlreiche Gesteinsaufschlüsse strukturgeologisch und petrologisch untersucht, insgesamt 1,5 t Gesteinsproben genommen und aerogeophysikalische Messungen mit dem Forschungsflugzeug „Polar 6“ des AWI durchgeführt.

Zusätzlich zu den während GEA I eingesetzten strukturgeologischen, petrologischen und geophysikalischen Methoden

This work and the first findings from it formed the basis for the GEA II expedition, carried out in the following 2011/12 season. Again, the main destination of the 8-week expedition was Sør Rondane. In this season, the scientists were able to take samples not only in the main mountain range, but also at the southeastern nunataks of Sør Rondane, at several nunataks west of it, and at the southeasternmost nunataks and moraines in central Queen Maud Land. Some of these sites had never been visited by humans before. As part of the expedition, the team carried out structural-geological and petrological tests of several rock exploration sites, took a total of 1.5 tons of rock samples, and carried out aerogeophysical surveys from AWI's new Polar 6 research aeroplane.

In addition to the structural-geological, petrological and geophysical methods used during GEA I, as part of GEA II four vertical profiles were sampled for thermochronological investigation using so-called fission track dating on the minerals apatite and zircon. This method is generally used for dating low-temperature, near-surface and landscape-shaping processes, such as the lifting of a rock unit within the Earth's crust or the removal of overlying rock materials resulting from erosion. In particular, it provides evidence of the development of the pre-glacial landscape since the breakup of the Gondwana continent.

During GEA II, scientists made an unexpected find near the southernmost glacial moraine in front of the Sør Rondane ice plateau, discovering relatively young and large gypsum crystals at the boundary between snow and ice. The team had not

wurden im Rahmen von GEA II vier Vertikalprofile für thermo-chronologische Untersuchungen mit Hilfe der so genannten Spaltspurdatierung an den Mineralen Apatit und Zirkon beprobt. Diese Methode wird in der Regel zur zeitlichen Einordnung niedrigtemperierter, oberflächennaher und landschaftsformender Prozesse, wie der Hebung eines Gesteinspaketes innerhalb der Erdkruste bzw. der Entfernung überlagernder Gesteine infolge von Erosion, angewendet. Sie liefert insbesondere ein Indiz für die Entwicklung der präglazialen Landschaft seit dem Auseinanderbrechen des Gondwana-Kontinents.

Ein unerwarteter Fund ist den Wissenschaftlern während GEA II bei der südlichsten Gletschermoräne vor dem Eisplateau Sør Rondanes gelungen. Dort haben sie an der Grenze zwischen Schnee und Eis relativ junge und große Gipskristalle entdeckt. Diese Kristalle hatte das Team in der kalten Eiswüste der Antarktis nicht erwartet. Wie diese Gipse an den Fundstellen unter diesen speziellen Bedingungen wachsen konnten und welche Bedeutung sie haben, werden weitere Untersuchungen zeigen.

Mit beiden Expeditionen konnte das GEA-Team dem Ziel der Entdeckung der bisher unbekannt Nahtstelle, an der sich vor 650 bis 500 Mio. Jahren das Ostafrikanisch-Antarktische Gebirge auftürmte und sich so der Superkontinent Gondwana gebildet hat, aber auch, wie sich nach dessen Auseinanderbrechen die heutige antarktische Landschaft entwickelt hat, vermutlich ein Stück näher kommen. Exakte Aussagen sind jedoch erst nach den Laboranalysen der Gesteinsproben und einer Auswertung der aerogeophysikalischen Messungen möglich. Mit Sicherheit werden die Ergebnisse aber dazu beitragen, den Krustenaufbau der Antarktis besser charakterisieren zu können.

expected such crystals in the polar desert of the Antarctic. Further tests will show how the gypsum could form under these special circumstances at the sites where it was found, and its significance.

With the two expeditions, the GEA team may have made some progress to its goals of discovering the so far unknown suture where, 650 to 500 million years ago, the East African-Antarctic mountain range rose, resulting in the formation of the supercontinent Gondwana, and of understanding how, following its breakup, today's Antarctic landscape developed. However, accurate statements will only be possible once the rock samples have been analysed in the laboratory and the aerogeophysical surveys have been evaluated. But the findings are certain to contribute to a better characterisation of the crust structure of the Antarctic continent.



Lage der Arbeitsgebiete von GEA I und II und deren Vorläuferexpeditionen GEOMAUD und QueenMET.



Geographical areas of GEA I and II and their precursor expeditions GEOMAUD and QueenMET.

# Ausblick

Nach nun insgesamt zehn Expeditionen des GANOVEX-Programms plant die BGR gegenwärtig für den Südsommer 2012/13 mit GANOVEX XI ihre elfte Expedition in das nördliche Victoria Land und die angrenzende Rossmeer-Region. Die Arbeiten werden wiederum ein umfangreiches, multidisziplinär ausgerichtetes geologisches und geophysikalisches Forschungsprogramm beinhalten. Ähnlich der beiden Vorläuferexpeditionen wird die BGR-eigene Gondwana-Station an der Terra Nova Bucht des Rossmeeres Hauptbasis der Expedition sein. Logistischer und wissenschaftlicher Hauptkooperationspartner ist voraussichtlich das Korean Polar Research Institute, welches in den kommenden Jahren verstärkt in der Rossmeer-Region tätig werden wird und als neues Partnerinstitut der BGR gewonnen werden konnte.

Mittlerweile kann das im Jahre 1992 gestartete CASE-Programm auf 13 größere und mehrere kleinere Expeditionen in beinahe alle den arktischen Ozean umgebenden Staaten zurückblicken. International nimmt das Ansehen der BGR-Arktisforschung in der Gemeinde der Arktisforscher immer mehr zu: im Gegensatz zu den meisten geologischen Diensten oder Polarinstituten der Anrainerstaaten, die ihre geowissenschaftlichen Arbeiten meistens auf ihre eigenen Arktissektoren beschränken, erforscht die BGR als einzige Institution die gesamte Arktis, um durch direkte Vergleiche und ihre eigene Expertise den strukturellen Aufbau und die geologische Entwicklungsgeschichte der zirkum-arktischen Kontinentränder in den vergangenen 600 Millionen Jahren und die Entwicklung des Polarmeeres verstehen zu können.

Nachdem sich die Expeditionen der BGR bisher auf die Gebiete um das Eurasische Becken konzentriert haben, werden in Zukunft daher auch die Kontinentränder des Amerasischen Beckens (Alaska, Tschuktschen-Halbinsel, Wrangel-Insel) in den Fokus des CASE-Programms rücken. Im arktischen Sommer 2012 wird die BGR in Kooperation mit dem VSEGEI (Karpinsky Russian Geological Research Institute), dem Geological Survey of Canada, dem Yukon Geological Survey und verschiedenen Universitäten eine Expedition nach Zentral-Spitzbergen durchführen.

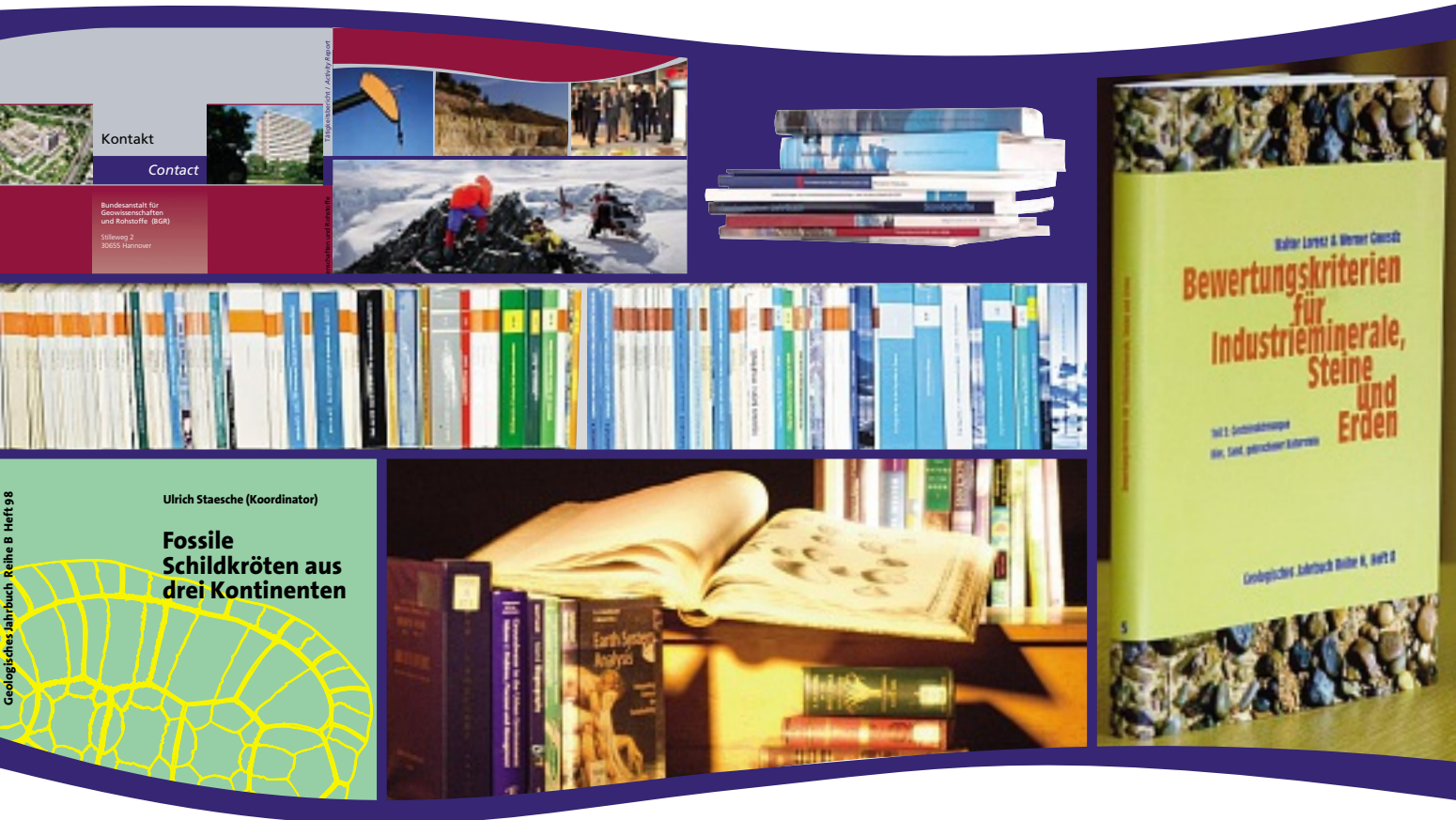
# Outlook

Following a total of ten expeditions under the GANOVEX programme, BGR is now planning GANOVEX XI, its eleventh expedition to North Victoria Land and the adjacent Ross Sea region, for the 2012/13 southern hemisphere summer. Again the activities will comprise an extensive, geological and geophysical research programme with a multidisciplinary focus. As in the two preceding expeditions, BGR's own Gondwana Station in the Terra Nova Bay of the Ross Sea will be the main expedition base. BGR's main cooperation partner for logistics and research will probably be the Korean Polar Research Institute, a new BGR partner institute, which is planning to step up its activities in the Ross Sea region over the next years.

By now, the CASE programme, which started in 1992, has seen 13 major and several minor expeditions to almost all countries bordering the Arctic Ocean. Internationally, BGR has been able to enhance its Arctic research reputation in the Arctic research community. Unlike most geological surveys or polar institutes in the countries bordering the Arctic Ocean, who tend to limit their geoscience activities to their own sectors of the Arctic, BGR is the only organisation to explore the whole Arctic. By making direct comparisons and relying on its own expertise, BGR aims to understand the structure and geological development of the circum-arctic continental margins over the past 600 million years and the development of the Arctic Ocean.

Whereas previous BGR expeditions concentrated on the areas around the Eurasian Basin, the CASE programme will in future focus on the continental margins of the Amerasian Basin (Alaska, Chukchi Peninsula, Wrangel Island). In the 2012 Arctic summer, BGR will carry out an expedition to central Spitzbergen, in collaboration with VSEGEI (Karpinsky Russian Geological Research Institute), the Geological Survey of Canada, the Yukon Geological Survey, and a number of universities.

# BGR - Literatur



**BGR** *Literature*

## GeoShop auch in englischer Sprache

Ab sofort steht der GeoShop-Hannover im Internet auch in einer englischsprachigen Version zur Verfügung. Damit wird den vermehrten Anfragen aus dem Ausland nach deutschen und internationalen BGR-Produkten Rechnung getragen. Der verbesserte Service umfasst auch eine Erweiterung der Produktpalette um ausländische Karten und fremdsprachige Publikationen sowie eine benutzerfreundlichere Produkt- und Formatauswahl.

Das neue Sprachangebot ist ein Beitrag zur Erleichterung des europaweiten Zugangs und damit zur grenzübergreifenden Nutzung von Geodaten aus dem GEOZENTRUM Hannover. Damit wird zugleich die INSPIRE-Richtlinie zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft erfüllt.

[www.geoshop-hannover.de](http://www.geoshop-hannover.de)

## Bausandsteine in Deutschland, Band 2

Das kürzlich neu erschienene Buch „Bausandsteine in Deutschland Band 2 – Sachsen-Anhalt, Sachsen, Schlesien“ ist jetzt erhältlich. Der umfangreiche, vollständig farbig illustrierte, zweite Band der Bausandsteine in Deutschland behandelt die derzeit genutzten und historischen Bausandstein-Vorkommen der Bundesländer Sachsen-Anhalt und Sachsen sowie – auf Grund ihrer breiten Verwendung in Deutschland – die Bausandsteine aus Schlesien (Polen).

Die einzelnen Bausandstein-Vorkommen werden umfassend charakterisiert durch Ausführungen zu ihrer Genese und ihren geologischen Besonderheiten, ihren petrographischen, geochemischen und gesteinsphysikalischen Eigenschaften, inklusive einer Interpretation dieser Daten für den nicht geologisch geschulten Nutzer. Es folgen Angaben zum Verwitterungsverhalten und Hinweise auf ähnliche Sandsteine. Dem historischen Abbau sowie einer Bewertung der Nutzung und Bedeutung der Sandsteine für Bauzwecke im Laufe der Zeit wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Bausandsteine in Deutschland, Band 2, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Schlesien (Polen),

Koordinatoren: Angela Ehling, Heiner Siedel, Sprache: Deutsch, (Monographien von BGR und LBEG, 2), ISBN 978-3-510-95985-3, gebunden, Preis: 69.00 €.

## English version of GeoShop

As of now, an English-language version of GeoShop Hannover is available online. This is to meet the rising demand for German and international BGR products from outside Germany. The enhanced service also includes an extended product range with international maps and foreign language publications, as well as a more user-friendly selection of products and formats.

The new language version facilitates access from anywhere in Europe, thus contributing to a cross-border use of geodata from the Hannover GEOZENTRUM. This is also in compliance with the INSPIRE Directive for establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community.

## Bausandsteine in Deutschland, Volume 2

The recently published title “Bausandsteine in Deutschland Band 2 – Sachsen-Anhalt, Sachsen, Schlesien” (Building sandstones in Germany, Volume 2 – Saxony-Anhalt, Saxony, Silesia) is now available. This comprehensive, second volume of building sandstones in Germany is fully illustrated in colour. It covers currently and historically used building sandstone deposits in the German states of Saxony-Anhalt and Saxony as well as building sandstones from Silesia (Poland), which have been widely used in Germany.

The individual building sandstone deposits are fully characterised, with details on their genesis and geological features, and their petrographic, geochemical and geophysical properties. An interpretation of these data for users without a geological background is also included. This is followed by information about weathering behaviour and references to similar sandstones. Particular attention is given to historical production and an assessment of the use and importance of sandstones for building over time:

Bausandsteine in Deutschland, Band 2, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Schlesien (Polen),

Coordinators: Angela Ehling, Heiner Siedel, Language: German, (monographs by BGR and LBEG, 2), ISBN 978-3-510-95985-3, hardcover, price: € 69.00.

**Zu Bestellen unter/Order from: [www.schweizerbart.de/publications](http://www.schweizerbart.de/publications)**



## Fallstudie zu supergenen polymetallischen Erzen der Lagerstätte Sanyati

Eine Fallstudie zur Zusammensetzung, Bildung und dem Laugungsverhalten supergener polymetallischer Erze der Lagerstätte Sanyati in Simbabwe ist jetzt erschienen. Die Fallstudie von Martina Frei geht der Frage nach, warum das Kupferausbringen in der Lagerstätte bisher hinter den Erwartungen zurückgeblieben ist.

Aus den supergenen Erzen der polymetallischen Lagerstätte Sanyati (NW-Simbabwe) wird im sogenannten „Heap Leaching – Solvent Extraction – Electrowinning – Verfahren (HL – SX – EW)“ hochwertiges Kupfer gewonnen. Um genauere Erkenntnisse über die Gründe des geringen Ausbringens zu erlangen, wurden im Rahmen der Studie „Composition, formation and leaching behaviour of supergene, polymetallic ores from the Sanyati deposit (Zimbabwe)“ die supergenen Erze mit mineralogischen (Polarisationsmikroskopie, SEM und XRD), geochemischen (XRF, EMPA, AAS, ICP – OES und LA – ICP – MS) sowie experimentellen Methoden untersucht. Die Bildung der Erzkörper erfolgt seit dem Miozän.

*Composition, Formation and Leaching Behaviour of Supergene, Polymetallic Ores from the Sanyati Deposit (Zimbabwe), A Case Study [Zusammensetzung, Bildung und Laugungsverhalten der supergenen polymetallischen Erze der Lagerstätte Sanyati (Simbabwe): Eine Fallstudie], Sprache: Englisch, (Sonderhefte Reihe D – Geol. Jahrb., Heft 9), ISBN 978-3-510-95992-1, paperback, Preis: 39.80 €.*

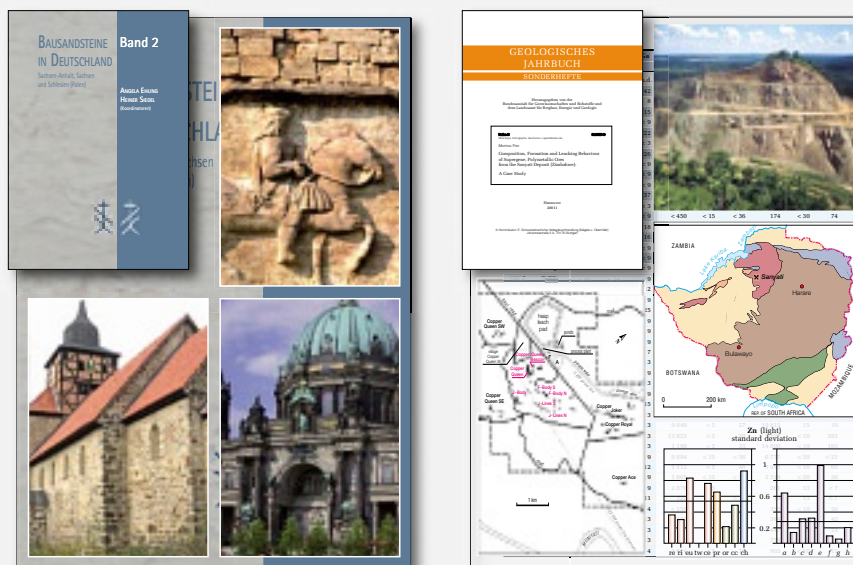
## Case study on supergene polymetallic ores at the Sanyati deposit

A case study on the composition, formation and leaching behaviour of supergene polymetallic ores from the Sanyati deposit in Zimbabwe has now been published. Martina Frei's case study explores the question why yields from the copper mine have so far fallen short of expectations.

The supergene ores are extracted from the polymetallic Sanyati deposit (NW Zimbabwe) to produce high-quality copper using the so-called "heap leaching/solvent extraction/electrowinning method (HL – SX – EW)". To gain more detailed insights into the reasons for the poor extraction yields, the study examined the supergene ores using mineralogical (petrographic microscopy, SEM and XRD), geochemical (XRF, EMPA, AAS, ICP – OES and LA – ICP – MS) and experimental methods. The ore deposits have been formed since the Miocene:

*Composition, Formation and Leaching Behaviour of Supergene, Polymetallic Ores from the Sanyati Deposit (Zimbabwe), A Case Study, Language: English, (special issues Series D – Geological Yearbook issue 9), ISBN 978-3-510-95992-1, paperback, price: € 39.80.*

Zu Bestellen unter / Order from: [www.schweizerbart.de/publications](http://www.schweizerbart.de/publications)





# Bibliografie/Bibliography



## Boden/Soil

DOHRMANN, R. & KAUFHOLD, S. (2009): Three new, quick CEC methods for determining the amounts of exchangeable calcium cations in calcareous clays. – *Clays and Clay Minerals*, 57 (3): 338–352; Chantilly, USA.

UTERMANN, J., MEYENBURG, G., ALTFELDER, S., GÄBLER, H.-E., DUIJNISVELD, W., BAHR, A. & STRECK, T. (2005): Entwicklung eines Verfahrens zur Quantifizierung von Stoffkonzentrationen im Sickerwasser auf der Grundlage chemischer und physikalischer Pedotransferfunktionen.– Endbericht, BMBF-Forschungsvorhaben 02WP0206; Hannover.

BAG (2007): Karte der Gruppen von Bodenausgangsgesteinen in Deutschland im Maßstab 1:5 Mio.– BAG 5000 v3.0, BGR, Hannover.

## Autoren/Authors



Dr. Kristine Asch  
Dr. Dirk Balzer  
Dr. Rainer Baritz  
Dr. Christian Bönnemann  
Dr. Volkmar Bräuer  
Dr. Lars Ceranna  
Dr. Reiner Dohrmann  
Prof. Dr. Wilhelmus Duijnsveld  
Dr. Wolf Eckelmann  
Dr. Gudrun Franken  
Dr. Christoph Gaedicke  
Dr. Johannes-Peter Gerling  
Dr. Volker Gundelach  
Dr. Matthias Heldt  
Martin Hoppe  
Dr. Georg Houben  
Manuel Hublitz  
Dr. Stephan Kaufhold  
Dr. Michael Kosinowski  
Dietmar Krug  
Anke Krüger  
Dr. Friedrich Kühn  
Stefan Ladage  
Bettina Landsmann  
Dr. Andreas Läufer  
Dr. Franz May  
Dr. Frank Melcher  
Michael Mente  
Dr. Uwe Meyer  
Dr. Christian Müller  
Dr. Karsten Piepjohn  
Dr. Lutz Reinhardt  
Andrea Richts  
Dr. Christina Salat  
Dr. Kristof Schuster  
Franca Schwarz  
Dr. Ulrich Schwarz-Schampera  
Dr. Bernhard Siemon  
Lily Reibold-Spruth  
Dr. Wilhelm Struckmeier  
Dr. Torsten Tischner  
Tanja Wodtke

# Bildnachweis/Picture Reference



wikimedia.org\ulrichulrich	Seite/Page 50
D. Klosa	Seite/Page 55
Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE)	Seite/Page 65
Integrated Ocean Drilling Program, www.iodp.org	Seite/Page 87
M. Funk	Seite/Page 89
M. Naumann (LBEG)	Seite/Page 92–93
A. Margane	Seite/Page 120

Weitere Fotografien, zu denen keine Quelle genannt ist, stammen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des GEOZENTRUMs Hannover.

Photographs with no named source are from present and former staff at the GEOZENTRUM Hanover.



# Impressum/Imprint



© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2012)

## **Redaktion/Editorial Office**

Dr. Thomas Schubert,  
Janine Seibel, Hans-Joachim Sturm

## **Druck und Herstellung/Print and Production**

BELTZ Bad Langensalza GmbH  
Neustädter Straße 1–4  
99947 Bad Langensalza

Germany



## Kontakt

## Contact



Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe (BGR)

Stilleweg 2  
30655 Hannover

Telefon (0511) 643 - 0  
Telefax (0511) 643 - 23 04

E-Mail [info@bgr.de](mailto:info@bgr.de)  
Internet [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)