

# SYMPOSIUM 2013

## HEIMLICHE PROZESSE IM UNTERGRUND

17. und 18. Juni 2013 in Eppstein

# INHALTSVERZEICHNIS

03

Handlungs-  
empfehlungen

Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn,  
Universität Stuttgart  
Dr. Klaus Zehner, SV SparkassenVersicherung  
Gebäudeversicherung Stuttgart

04

Überblick:  
Geogefahren in  
Deutschland

Der Beitrag des Symposiums  
Prof. Dr. Friedemann Wenzel,  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

06

Geogene  
Untergrundgefahren  
in NRW

Dr. Roland Strauß,  
Geologischer Dienst NRW

07

Sichtweise  
Ingenieure und  
Anwender

Dr. Christoph Butenweg,  
SDA-engineering GmbH

08

Auslaugungen im  
Untergrund und  
Erdfallstrukturen

Prof. Dr. Charlotte Krawczyk,  
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG)

10

Alpine  
Naturgefahren

Prof. Dr. Oliver Korup,  
Universität Potsdam

12

Georisiko  
Hangrutschungen

Prof. Dr. Philipp Blum,  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

14

Standicherheit  
von Böschungen  
im Lausitzer  
Braunkohlerevier

Dr. Klaus Freytag, Präsident Landesamt für Berg-  
bau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)

16

Earthquakes in  
Germany  
An Underestimated Danger?

James Daniell,  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

17

Prämierung der  
Beiträge Markt  
der Möglichkeiten

Drei Preisträgerinnen mit Titel des Posters  
und Institution

18

Risikobewertung und  
Akzeptanzprobleme  
bei Nutzung des un-  
terirdischen Raumes

Uwe Dannwolf, RiskCom GmbH

20

World-Café  
des Symposiums

# HANDLUNGS- EMPFEHLUNGEN

## Ergebnisse des Diskussionsprozesses während des Symposiums

zusammengetragen von Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn und Dr. Klaus Zehner

**1. Mehr Interdisziplinarität anstreben (Praxis und Wissenschaft):** Die erfolgreiche Bewältigung von Naturgefahren erfordert einen interdisziplinären Ansatz. Zum einen müssen die unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen praxisrelevante Erkenntnisse über Häufigkeit, Schwere und Ausbreitung von Naturkatastrophen wie Überflutungen, Stürme, Hagel und Erdbeben zusammenfügen. Zum anderen sind die Sozial- und Kommunikationswissenschaften gefragt, um die Wirksamkeit von Warnungen und die Effektivität von Maßnahmen zur Krisenvorsorge und zur Krisenbewältigung zu optimieren. Schließlich sind auch die Verwaltungs- und Organisationswissenschaften einzubeziehen, da sie einen Beitrag zu einer effizienten und effektiven Vor- sowie Nachsorge bei Naturkatastrophen leisten können. Bislang fehlt es noch an einer integrativen Naturgefahren-Forschung in Deutschland. Diese interdisziplinäre Kooperation weiter auszubauen und durch ein Netzwerk von ausgewiesenen Forschungsschwerpunkten zu unterstützen, ist eine wichtige Aufgabe für die Zukunft. Gerade hier kann die Politik durch gezielte Fördermaßnahmen wichtige Impulse setzen.

**2. Regionale Daten harmonisieren, Fragmentierung vermeiden (allgemeine Metadatenbank):** Zur verbesserten Gefahrenabwehr findet man in Deutschland vielfältige regionale und lokale Ansätze. Diese sind zum Teil sehr effektiv gestaltet und haben sich in Krisenzeiten bewährt. Bislang fehlt es aber an einer nationalen Initiative, um die verschiedenen Datenbanken miteinander abzugleichen und einen durchgängigen gemeinsam betriebenen Service für die Behörden und die betroffenen Bewohner anzubieten. Es fehlt an einer Megadatenbank. Dabei geht es nicht um eine Zentralisierung der Zuständigkeiten, sondern vielmehr um eine effektive Vernetzung der bestehenden Strukturen

hin zu einem gemeinsamen Datenerhebungs- und Datenauswertungsprogramm. Wichtiges Ziel ist dabei auch eine Vereinheitlichung der Kommunikationsinhalte und Warnhinweise, so dass hier ein nationaler Lerneffekt für die Bevölkerung erzielt werden kann. Es ist wenig zielführend, wenn Warnhinweise und Kommunikationsinhalte von Region zu Region streuen und damit für die betroffenen Menschen nicht eindeutig verständlich sind.

**3. Inkonsistenzen in der Regulierung beheben (Moral Hazard):** Maßnahmen zur Vor- und Nachsorge sind in Deutschland uneinheitlich geregelt. Eigenversicherungen sind freiwillig und bauen auf Vernunft und Verantwortungsbewusstsein. Damit sind Tor und Tür für das Eintreten von so genannten Moral Hazards (die Nichtversicherten erhalten staatliche Hilfe nach einem Ereignis und die Versicherten müssen die hohen Prämien zahlen) geöffnet. Wichtig ist es, nationale Betroffenheit für Elementarversicherung zu schaffen und dabei bewusst die Gefahren durch die Kombination von Unterversicherung und nachfolgender staatlicher Hilfe zu vermeiden.

**4. Kommunikation mit Betroffenen schaffen, Wissen weitergeben:** Da Deutschland von schweren Naturkatastrophen selten betroffen ist, fehlt den meisten Menschen ein Bewusstsein für die Gefahren durch Naturkräfte. Dies ist vor allem bei selten eintretenden Naturkatastrophen wie Erdbeben der Fall. Kaum jemand weiß, wie man sich angemessen bei solchen Naturkatastrophen verhalten soll. Dazu kommt noch der Katastrophentourismus, bei dem sich neugierige

Menschen ohne Not in Gefahr bringen, weil sie die Naturkräfte unterschätzen. Um diesem Zustand abzuhelpen, sind Kommunikationsprogramme notwendig, die Menschen in Gebieten, in denen Naturgefahren drohen, elementare Informationen über das angemessene Verhalten und die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen über eine Vielzahl von Kommunikationskanälen anbieten. Dies könnte in gemeinsamen Aktionen von Elementarversicherern und Katastrophenschutzbehörden geschehen.

**5. Problemlösende Kompetenzen aufbauen:** Obwohl es in Deutschland viel Sachverstand in den wissenschaftlichen Disziplinen zu Naturgefahren gibt, fehlt es weiterhin an interdisziplinärer Kompetenz, integrierter Ausbildung von Fachleuten für Katastrophenschutz und Krisenvorsorge und an einem effizient arbeitenden Netzwerk von Experten, die ihr Wissen austauschen und im Notfall sich auch gegenseitig unterstützen können. Um ein solches Netzwerk erfolgreich auszubauen, sind weniger mehr Mittel gefragt als neue Initiativen, um länderübergreifend Kompetenzteams zu erstellen und in gemeinsamen Seminaren, Übungen und Fortbildungsangeboten eine Grundlage für Kompetenzerwerb und Kompetenzerhalt zu legen. Diese Netzwerke sollten gemeinsam von Ausbildungsstätten, wie etwa Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Behörden des Katastrophenschutzes sowie zivilgesellschaftlichen Gruppen, die im Notfall als Krisenhelfer mitwirken, betrieben werden.

Zweifelsohne ist die Umsetzung der fünf Empfehlungen mit zusätzlichen Mitteln verbunden. Wichtiger ist jedoch, dass die Verantwortlichen in den Bildungsstätten, Behörden und zivilgesellschaftlichen Gruppierungen die Probleme erkennen, gemeinsame Wege zu ihrer Lösung einschlagen und sich zur gegenseitigen Integration ihrer Programme und zur Kooperation in der Vor- und Nachsorge motivieren.



Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn  
Universität Stuttgart  
(links)

Dr. Klaus Zehner  
SV Sparkassenversicherung  
Gebäudeversicherung Stuttgart  
(rechts)



# ÜBERBLICK: GEOGEFAHREN IN DEUTSCHLAND

DER BEITRAG DES SYMPOSIUMS



Der Einsturz des historischen Kölner Stadtarchivs und zweier benachbarter Gebäude am 3. März 2009 tötete zwei Menschen und vernichtete den größten Teil des Archivgutes. In den frühen Morgenstunden des 18. Juli 2009 rutschte die Erde in Nachterstedt, einem ehemaligen Tagebaugebiet in Sachsen-Anhalt, ab, führte zum Tod von drei Menschen und zwang 42 Personen, ihre Häuser zu verlassen. In der Nacht des 1. November 2010 bildete sich im thüringischen Schmalkalden ein 25 m tiefer Krater in der Erde, der zum Glück nur eine Garage verschwinden ließ. Nach heftigen Regenfällen in der Nacht legte am 6. Juli 2012 ein Erdbeben die Bahnstrecke zwischen Murg und Rheinfelden lahm. Erde und Geröll wurden auf die Bahngleise geschoben. Ein Zug prallte gegen die Erde auf den Gleisen. Lokführer und Fahrgäste blieben unverletzt.

## Schadenpotenzial in Deutschland

Diese Liste der Ereignisse lässt zunächst vermuten, dass Geogefahren in Deutschland zwar vorkommen, aber eher von regionaler Bedeutung sind und keine eigentlichen Katastrophen darstellen, die Rettungskräfte vor erhebliche Herausforderungen stellen. Im Vergleich zu hydro-meteorologischen Desastern sind die Schadensdimensionen der genannten Ereignisse eher gering. Im Naturgefahrenreport 2012 des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV, [www.gdv.de/wp-content/uploads/2012/12/GDV-Naturgefahrenreport-2012.pdf](http://www.gdv.de/wp-content/uploads/2012/12/GDV-Naturgefahrenreport-2012.pdf)) spielen geologische Gefährdungen keine Rolle. Sie sind auch kein Gegenstand der Raum- und Landesplanung.

Eine nähere Betrachtung zeigt aber, dass zumindest spezifische geologische Gefährdungen ein erhebliches Schadenspotenzial darstellen, durchaus vergleichbar mit hydro-

meteorologischen Desastern. Die erste hier zu nennende Gefährdung sind die Erdbeben, die zwar selten auftreten, aber in urbanen Regionen katastrophal werden können. Kleinere Ereignisse wie das Albstadtbeben vom 3. September 1978 (Lokalmagnitude 5,7, Schäden von ca. 275 Mio. DM) und das Beben von Roermund vom 13. April 1992 (Lokalmagnitude 5,9, Schäden von ca. 300 Mio. DM) haben viele noch in Erinnerung. Größere Beben mit Magnituden um 6 treten eher alle fünfhundert bis tausend Jahre auf. Eine umfangreiche Studie (Grünthal et al., 2006) vergleicht Erdbeben und Hochwasserschäden für die Stadt Köln mit verschiedenem Grad der Seltenheit, den man technisch mit einer Wiederkehrperiode ausdrückt. Auf der Zeitskala weniger Generationen (100 Jahre) dominieren die Hochwasserschäden. Für seltene Ereignisse (über 500 Jahre) dominieren die Erdbebenschäden. Nun bedeutet eine Wiederkehrperiode von 500 Jahren nicht, dass sich das nächste Erdbeben erst in 500 Jahren ereignen wird, sondern nur, dass die Wahrscheinlichkeit, ein solches Ereignis irgendwann in den kommenden 10 Jahren zu erleben, bei 2 % liegt, während ein 100-jähriges Hochwasser mit 10%iger Wahrscheinlichkeit auftritt.

Als weitere geologische Gefährdungen sind die Hangrutschungen und Felsstürze zu nennen, die im alpinen Raum durch das Abtauen des Permafrostes im Kontext der regionalen (möglicherweise globalen) Klimaerwärmung eine zunehmende Rolle spielen. Ihr tatsächliches Schadenspotenzial ist schwer abzuschätzen, weil die gesamte Prozesskette noch ungenügend verstanden ist. Sie ist daher Gegenstand intensiver Forschungen, deren Ergebnisse zumindest Regionen hoher Gefährdung ausweisen und möglicherweise zur Einführung von Frühwarnsystemen führen können.



Prof. Dr. Friedemann Wenzel  
Karlsruher Institut  
für Technologie (KIT)

### Eigenarten der Geogefahren

Hier kommt eine Eigenart vieler geologischer Gefahren zur Sprache, die den Umgang mit ihnen, das vorbeugende Gefahrenmanagement, erschwert, und die zum Titel des Symposiums führte – „heimliche Prozess im Untergrund“. Alle genannten Phänomene werden durch schwierig zu beobachtende Prozesse im Untergrund hervorgerufen, die sich oft über ganz verschiedene Zeitskalen erstrecken. Zusätzlich wirken häufig verschiedene physikalische und chemische Phänomene zusammen, für die es meist keine guten, verifizierbaren Modelle gibt. Selbst die Prognose des Ortes, an dem die Gefahr wächst, ist oft schlecht prognostizierbar. Im Vergleich dazu kennt man die Orte der Hochwassergefährdung gut, hat – zumindest für die großen Einzugsgebiete – Modelle der Hochwasserentwicklung inklusive Frühwarnoptionen entwickelt und damit gute Voraussetzung für einen vorbeugenden Katastrophenschutz und Rettungsmaßnahmen im Ereignisfall geschaffen.

Eine zweite Eigenart besteht darin, dass man geologische Gefährdungen durch Eingriffe in den Untergrund hervorrufen kann. Befürchtungen, teilweise sogar Ängste,

durch sogenannte induzierte Erdbeben, also kleine aber spürbare Erdbeben, die durch Verpressung von Wasser in den Untergrund im Zuge von Geothermieprojekten oder beim Hydrofracking (Hydraulisches „Aufbrechen“) zur Erdöl- und Erdgasförderung entstehen können, dominieren die öffentliche Diskussion. Wiederum wegen des mangelnden Prozessverständnisses ist es schwer möglich, eine Obergrenze für die Stärke der induzierten Erdbeben anzugeben. Hinzu kommen Befürchtungen bezüglich negativer Auswirkungen auf das Trinkwasser in den flachen Aquiferen. Dass Nachterstedt mit mehr als einem Jahrhundert Bergbau und Rückbau mit diesen Folgen zu kämpfen hat, ist verständlich. Aber die detaillierten Vorgänge, die zur Rutschung an diesem Ort, zu dieser Zeit und in diesem Umfang geführt haben, bleiben eher unklar.

### Was folgt aus diesen Betrachtungen?

Zum einen sollten geologische Gefahren nicht unterschätzt werden. Sie bestehen, sie verändern sich mit klimatischen Bedingungen und teilweise generieren wir sie selbst. Wir verstehen sie nicht bis ins Detail, aber Forschung und Technologie können uns



weitere Verständnisse dazu bringen. Meteorologie und hydrologische Wissenschaften zeigen, dass Fortschritte des forschungsbasierten Wissens und die zunehmenden Möglichkeiten, komplexe Prozesse in Computern zu simulieren, zunächst zur Klärung der Physik und Chemie der Prozesse beitragen und dann auch die Vorhersagbarkeit und Schutzmöglichkeiten verbessern.

Wichtig ist aber, dass in den Forschungsprozess die Möglichkeiten des Schutzes vor Katastrophen und deren Auswirkungen Eingang finden. Das erfordert die Kommunikation der Wissenschaftler mit Behörden, Versicherungswirtschaft, anderen relevanten Wirtschaftszweigen und Institutionen des Katastrophenschutzes. Dies war auch der Leitgedanke für das Symposium 2013 der Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge.



Literatur:  
Grünthal, G.; Thieken, A. H.; Schwarz, J.; Radtke, K. S.; Smolka, A.; Merz, B. (2006): Comparative risk assessments for the city of Cologne, Germany – storms, floods, earthquakes. *Natural Hazards*, 38, 1–2, 21–44.

# GEOGENE UNTERGRUNDGEFAHREN IN NRW

## Kenntnisse von geogenen Risiken

Geogene Gegebenheiten oder anthropogene Veränderungen des Untergrundes können die Geländeoberfläche und die Oberflächennutzung gefährden. Daher ist es wichtig, Kenntnisse über den Untergrund allen Entscheidungsträgern zugänglich zu machen, die Flächen beplanen, bebauen oder den Untergrund nutzen möchten. Die Kenntnis von geogen bedingten Risiken stellt damit einen wichtigen Basisbaustein eines umfassenden Risikomanagements dar. Für das Gebiet Nordrhein-Westfalens bieten der Geologische Dienst und die Bergverwaltung daher sehr weit reichende, flächendeckende Informationen an, beispielsweise zu

- erdbeben-gefährdeten Gebieten,
- auslaugungs- oder verkarstungsgefährdeten Flächen, in denen es zu Einbrüchen der Tagesoberfläche kommen kann,
- rutschungsgefährdeten Hängen und
- Bereichen mit zu erwartenden Methan-Ausgasungen, die unter bestimmten Voraussetzungen zur Ansammlung explosibler Gasgemische in baulichen Anlagen führen können.

Die Bergverwaltung verfügt zusätzlich über sehr umfangreiche Informationen zu dem in Nordrhein-Westfalen über mehrere Jahrhunderte praktizierten Bergbau. Als besonders gefahrenträchtig haben sich in diesen Bereichen der oberflächennahe Bergbau sowie unzureichend gesicherte Tagesöffnungen des Bergbaus (Schächte, Stollen etc.)

erwiesen. In Tabelle 1 sind mögliche Untergrundgefahren zusammengestellt.

## Der Risiko-Management-Prozess

Als Risikomanagement wird die Summe der von Personen oder Organisationen eingeleiteten Entscheidungen zur Reduzierung, Steuerung und Regulierung von Risiken bezeichnet. Voraussetzung für ein Management von Risiken ist eine sorgfältige Abschätzung der dem Risiko zugrunde liegenden Gefahren, wofür in aller Regel Fachdienststellen wie die Wasserwirtschaftsbehörden und andere in den Bereichen Geologie und Meteorologie tätige Einrichtungen verantwortlich sind.

Einen ganz wesentlichen Einfluss auf das Risiko hat aber neben der Gefährdung auch das Schadenspotenzial, das entsteht, indem in Räumen, die sich besonderen Gefährdungen ausgesetzt sehen, Werte angehäuft werden, etwa in Form von baulichen Anlagen oder Infrastruktur. Hinzu tritt das Vorsorge- und Reaktionspotenzial (etwa die Einrichtungen des Katastrophenschutzes). Alles zusammengenommen

macht die so genannte Verwundbarkeit aus.

Risiken werden von gesellschaftlichen Gruppen bzw. Individuen unterschiedlich wahrgenommen und bewertet. Ein wichtiges Merkmal eines integrierten Risikomanagements ist daher die Einbeziehung aller „Stakeholder“ in die Abschätzung und das Management von Risiken (Risk Governance).

Damit wird die planerische, vorbeugende Auseinandersetzung mit Risiken aus natürlichen und technischen Gefahren zu einer immer wichtigeren Aufgabe. Die Untersuchung von **Risiken** beinhaltet drei Schritte:

1. Risikoanalyse,
2. Risikomanagement und
3. Risikoüberwachung.

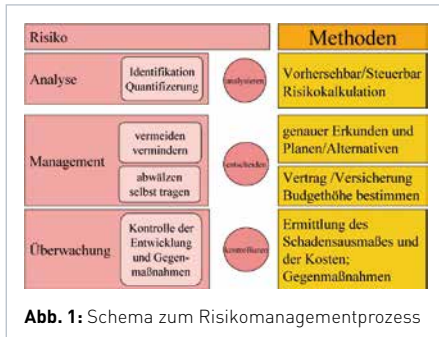
geologische Verhältnisse/anthropogene Untergrundveränderungen	mögliches Ereignis	Gruppe
bergbaubedingte Hohlräume	Senkung/Einsturz der Geländeoberfläche	A
Methan-Ausgasungen an der Geländeoberfläche	Ansammlung explosiver oder brennbarer Methan-Luft-Gemische in baulichen Anlagen	A / G
Erdbeben	Erschütterungen der Erdoberfläche	G
natürliche Hohlräume in Karstgebieten	Senkung/Einsturz der Geländeoberfläche	G
Rutschungen	Langsame bis plötzliche Bewegung einer Felsmasse, von Erde oder von Geröll entlang eines Hanges	A / G
Grundwasserentnahme	Setzungen, Erhöhung der Grundwasserflurabstände	A
Grundwasserwiederanstieg	Hebungen, Verringerung der Grundwasserflurabstände	A
Kompressible Bodenschichten	Setzungen der Geländeoberfläche	G
zum Fließen neigende Böden	Senkung/Einsturz der Geländeoberfläche	G
geringe Grundwasserflurabstände	Vernässungen	G
aggressive/korrosive Wässer	Materialzersetzung	G
Altlasten	Umwelteinwirkungen	A
oberflächennahe militärische Anlagen oder Anlagen des Zivilschutzes	Senkung/Einsturz der Geländeoberfläche	A

**Tab. 1:** Geologische Verhältnisse (G) und anthropogene Veränderungen des Untergrundes (A), welche zu einer Gefährdung an der Tagesoberfläche führen können

<sup>1</sup> Insbesondere die Risikoanalyse und die Risikoüberwachung sind in DIN 4020 und DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) berücksichtigt. Für geplante sowie bereits bestehende Anlagen und Betriebsbereiche, die der Störfallverordnung unterliegen, sind im § 3 Abs. 1 und 2 der Zwölften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (12. BImSchV **Störfall-Verordnung** – vom 8. Juni 2005 (BGBl. I S. 1598) ebenfalls entsprechende Regelungen für Georisiken vorgegeben.



**Dr. Roland Strauß**  
Geologischer Dienst NRW



**Abb. 1:** Schema zum Risikomanagementprozess

<sup>1</sup> Abb. 1 zeigt die wesentlichen Merkmale des Risikomanagements. Wesentliche Bausteine des Risikomanagements sind in den Regelwerken bereits verankert. Anhand von zwei Fallbeispielen soll das Risikomanagement in Nordrhein-Westfalen erläutert werden.

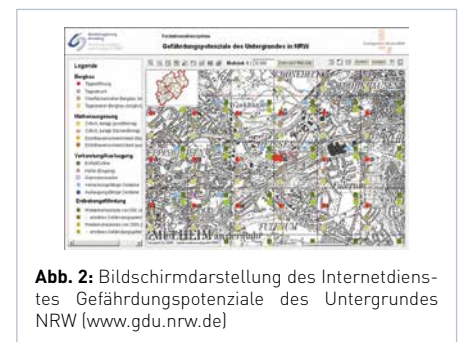
**Drachenfels:** Im Bereich der Drachenfelsruine im Siebengebirge bei Königswinter ist es seit dem Ende der Steinbruchaktivitäten in den 1840er Jahren immer wieder zu Steinschlagereignissen gekommen, die die touristische Nutzung des Berges (bis zu 3,5 Millionen Besucher pro Jahr) gefährdeten. Ende der 1960er Jahre hat die Gefährdung ein Ausmaß erreicht, so dass eine umfangreiche Felssicherungsmaßnahme durchgeführt werden musste, um die Zugänglichkeit der Burgruine zu gewährleisten. Die Funktionstüchtigkeit der eingebauten Felsanker wird seit 1973 durch den Geologischen Dienst regelmäßig durch Ankerkraftmessungen kontrolliert.

**Paderborner Berg:** Der Paderborner Berg liegt im Eggegebirge in Ostwestfalen im Bereich der Unterkreide-Transgression. Dieser Bereich wird durch die Bahnstrecke Kassel-Paderborn gequert. Seit der Inbetriebnahme der Strecke 1853 wurde der Zugverkehr durch Rutschungsereignisse etwa alle 15 Jahre für mehrere Monate unterbrochen. 1990 hat die Deutsche Bahn AG mit der Planung einer 12 km langen Umfahrstrecke des Gefahrenbereichs begonnen. Das letzte für die Bahnstrecke relevante Rutschungsereignis hat 1998, während des Baus des Neubauabschnittes, stattgefunden. 2003 wurde die Umfahrstrecke dem Verkehr übergeben. Die Gesamtbaukosten lagen bei etwa 250 Millionen Euro.

### Fazit

Die Betrachtungen zum Risikomanagement zeigen, dass ein sinnvoller und sachgerechter Umgang mit Georisiken nur im Zusammenspiel aller Beteiligten ablaufen kann. Der Aufgabe der Ingenieurgeologie ist dabei besonderes Gewicht beizumessen. Durch eine gute Risikoanalyse können dem Planer entscheidende Hinweise zu einer optimalen Lösung gegeben werden. Der Bauherr bzw. Eigentümer eines Objektes kann durch fundierte Informationen in den Planungsprozess eingebunden werden und ist dann eher bereit Mehrkosten für zusätzliche Maßnahmen zu tragen. Die Ereignisse beim Bau

der Kölner Stadtbahn mit dem Einsturz des Stadtarchivs zeigen eindringlich, wie wichtig ein funktionierendes Risikomanagement ist. Dabei sind alle beteiligten Gruppen in der Pflicht ihre jeweilige Fachkompetenz einzubringen, damit vermeidbare oder beherrschbare Risiken nicht zu einem Schadensfall führen. Dazu ist aber ein vertrauensvolles Miteinander eine unabdingbare Grundvoraussetzung. Die nordrhein-westfälische Landesregierung hat die Bedeutung eines integralen Risikomanagements zur Gefahrenabwehr erkannt und den Geologischen Dienst NRW und die Abteilung 6 „Bergbau und Energie in NRW“ der Bezirksregierung Arnsberg mit der Entwicklung eines Fachinformationssystems „Gefährdungspotentiale des Untergrundes“ beauftragt. Dieses Fachinformationssystem ist mit der Adresse [www.gdu.nrw.de](http://www.gdu.nrw.de) aufrufbar.



**Abb. 2:** Bildschirmdarstellung des Internetdienstes Gefährdungspotentiale des Untergrundes NRW ([www.gdu.nrw.de](http://www.gdu.nrw.de))

Literatur:  
DIN EN 1997-1 (2008): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1991-1:2004. – 175 S. Berlin (Beuth)  
DIN 4020 (2003): Geotechnische Untersuchungen für Bautechnische Zwecke. – 37 S. Berlin (Beuth)

## SICHTWEISE INGENIEURE UND ANWENDER

Der praktisch tätige Ingenieur benötigt für die Durchführung von Standsicherheitsnachweisen klar definierte Einwirkungen, mit denen die Beanspruchungen der Bauwerke berechnet werden können. Die Definition der Einwirkungen für Geogefahren des Untergrundes ist jedoch außerordentlich komplex und in vielen Fällen normativ nicht geregelt. Deshalb ist der Ingenieur aufgefordert, das Informationsdefizit durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit aufzuheben. Eine Schlüsselrolle spielt hierbei der direkte Dialog von Ingenieuren und Geowissenschaftlern, der in der Praxis leider nur unzureichend gelebt wird. Wünschenswert ist es, diesen Dialog durch gezielte

Maßnahmen zu verbessern. Ein Beispiel für den notwendigen Dialog ist die Erstellung von seismischen Gefährdungskarten verschiedener Wiederkehrperioden für Deutschland, die von den Ingenieuren für die Auslegung von sicherheitsrelevanten Bauwerken benötigt werden. Diese Karten werden nach einem intensiven Austausch zwischen Seismologen und Ingenieuren zukünftig zur Verfügung stehen. Informationen zum aktuellen Stand der Bearbeitung finden sich auf der Internetseite der Deutschen Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (DGEB) – [www.dgeb.org](http://www.dgeb.org).



**Dr. Christoph Butenweg**  
SDA-engineering GmbH



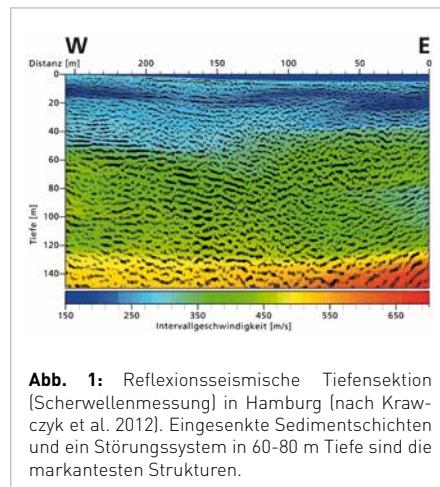
# AUSLAUGUNGEN IM UNTERGRUND UND ERDFALLSTRUKTUREN

In den obersten, nur wenige hundert Meter tiefen Bereichen des Untergrundes können sich **Auslaugungs- und Karstsysteme** befinden, die sich an der Erdoberfläche als Erdfälle abbilden. Diese erscheinen dabei oft als kreisförmige Absenkungen oder **Kollapsstrukturen** mit Durchmessern von wenigen 10er bis hunderten von Metern. Während sich Kollapsstrukturen sehr schnell und innerhalb von Minuten bilden, sind in Erdfallgebieten oft kontinuierliche Absenkungen zu verzeichnen, die sich langsam und über viele Jahre hinweg und mit nur wenigen mm/Jahr bewegen. Durch den Menschen verursachte Aktivitäten (Bebauung, Pumpen oder Versickern von Grundwasser, Veränderungen im hydrologischen System etc.) können ebenso zur Bildung wie zur Reaktivierung von Erdfällen beitragen.

## Wie wichtig sind Erdfallstrukturen?

In vielen Teilen Deutschlands treten Erdfallstrukturen und akute Erdfallereignisse auf. Speziell in urbanen Gebieten stellen sie ein erhöhtes Risiko dar und stehen im unmittelbaren Blickpunkt der Öffentlichkeit. Jüngste, große Ereignisse sind an den Orten Münstendorf in Schleswig-Holstein (2009, Kollaps), in Hamburg Gross-Flottbek (2009, mikro-seismische Aktivität) und mit den größten Schäden in Schmalkalden und Tiefenort in Thüringen (2010, Kollapse) zu verzeichnen. Besonders im gesamten Norddeutschen Becken erweisen sich die zugrunde liegenden Prozesse in quartären Sedimenten als

sehr komplex und sind bis heute nur unzureichend verstanden. Die Charakterisierung von Erdfallprozessen in eng bebauten Gebieten erfordert zudem spezielle und innovative geophysikalische Mess- und Auswertemethoden (siehe Rahmenpapier von Krawczyk & Dahm 2011).



**Abb. 1:** Reflexionsseismische Tiefensektion (Scherwellenmessung) in Hamburg (nach Krawczyk et al. 2012). Eingesenkte Sedimentschichten und ein Störungssystem in 60-80 m Tiefe sind die markantesten Strukturen.

## Was wissen wir über Erdfälle?

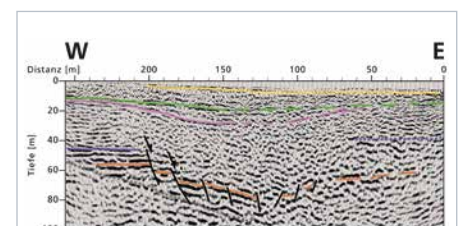
Erdfallstrukturen entstehen z.B. oberhalb von Auslaugungs- oder Subrosionszentren. Voraussetzung für Subrosionszentren sind lösliche Gesteine im Untergrund und die Zirkulation von ungesättigtem Wasser. Subrosion und Erdfallprozesse über Salz sind anders als für andere Gesteinsformationen. Zum einen können die Prozesse in Salz und Gips sehr schnell ablaufen, d.h. die zeitlichen Raten von Messgrößen sind größer und Entwicklungsprozesse sind deshalb einfacher zu untersuchen. Zudem ist gesättigtes

Salzwasser bei gleicher Temperatur deutlich dichter als Süßwasser, so dass es im Flankenbereich eines Salzstocks zur effizienten Abströmung von Sole kommen kann. Wegen der natürlich induzierten Zirkulation von Wasser sind Subrosionsprozesse an Salzstockflanken in Norddeutschland die Regel. Im Unterschied zur Verkarstung im Kalkgestein sind Hohlräume im Salz und Gips in gleicher Tiefe vermutlich jedoch kleiner ausgeprägt, da die Scherfestigkeit von Salz und Gips geringer ist.

Im Rahmen der angewandten Forschung beschäftigt sich die angewandte Geophysik mit der Untersuchung des Untergrundes von der Oberfläche aus, in Aufschlüssen oder Bohrlöchern sowie im Labor. Da die Nutzung des Untergrundes durch den Menschen zunimmt, immer mehr Flächen versiegelt oder infrastrukturell bebaut werden, werden auch neue indirekte geophysikalische Methoden benötigt, die auch in urbanen Gebieten einsetzbar sind. Diesen Anforderungen kann die Seismik mit neuen Beiträgen nachkommen, z.B. in Form von Aufnahmen des Untergrundes mit Scherwellenseismik (Übersicht in Krawczyk et al. 2013).

## Neue Möglichkeiten der Reflexionsseismik – ein Beispiel aus Hamburg

In Hamburg wird Erdfallaktivität im Untergrund beobachtet, die von mikro-seismischen



**Abb. 2:** Seismische Tiefensektion mit überlagerter, farb-kodierter Intervallgeschwindigkeit der Scherwellen (nach Krawczyk et al. 2012). Erniedrigte Werte in den oberen 30 m könnten erste Anzeichen für Bereiche mit Lösungsprozessen sein.





**Charlotte M. Krawczyk**  
Leibniz-Institut für  
Angewandte Geophysik (LIAG)



Ereignissen begleitet wird, was ein hohes Georisiko in einem Wohngebiet darstellt (Dahm et al. 2010, 2011). Dies ergab die Notwendigkeit, den Ursprung der Mikrobeben und die Struktur im Erdfallbereich zu kartieren, also urbane geophysikalische Experimente durchzuführen, um den Dachbereich des darunter liegenden Salzstocks detailliert zu untersuchen.

Mit einem Mikro-Vibrator (ELectrodynamic Vibrator System – ELVIS, LIAG-Eigenentwicklung) und einem 120 m langen Landstreamer wurden in Hamburg reflexionsseismische Profile mit Scherwellen aufgenommen (Details in Krawczyk et al. 2012). Entlang des Hauptprofils zeigen sich in den oberen 100 m des Untergrunds eingesenkte sedimentäre Ablagerungen oberhalb einer prominenten Störungsstruktur, die in 60–80 m Tiefe liegt (Abb. 1). Diese liegt in dem Bereich, wo die Mikroseismizität am deutlichsten gespürt wurde.

Aus der Datenbearbeitung lassen sich zudem Intervallgeschwindigkeiten als weitere physikalische Charakterisierung des

Untergrundes berechnen (Abb. 2). Generell nehmen die Intervallgeschwindigkeiten mit der Tiefe zu, und die Werte liegen hier zwischen 150–650 m/s. Die oberen 50 m sind von Werten zwischen 150–300 m/s geprägt, die typisch für unverfestigten Ton, Sand und Kies sind. Innerhalb dieser Sequenz ist eine Zone herabgesetzter Werte zu sehen (150–200 m/s), die am deutlichsten oberhalb eines Reflektor in ca. 15 m Tiefe auftritt. In der Nähe erbohrtes Material gibt keine eindeutigen Hinweise. Allerdings fallen die sehr niedrigen Werte der Geschwindigkeiten mit solchen Bereichen zusammen, in denen die

Abbildungsqualität dadurch herabgesetzt ist, dass die Kontinuität der Reflektoren deutlich schwächer ist. Diese Kombination von Eigenschaften wird als seismisches Attribut eingeschätzt, das auf sein Potenzial zur Kartierung von Subrosionsbereichen weiter geprüft werden soll.

Insgesamt stehen damit neue Ansätze für die Erkundung von Erdfallstrukturen zur Verfügung, deren Anwendung vielfältig weiter erforscht und geprüft wird. Besonders wichtig ist es dabei, die begonnene, fachübergreifende Entwicklung voranzutreiben (z.B. Verknüpfung von Struktur, Gesteinseigenschaften, hydrologischen Modellen, seismologischer Überwachung und Simulationen), um gemeinsam zu besser abgesicherten Prognosemodellen zu gelangen und sensitive Warnsysteme bereitstellen zu können.

Literatur:  
Dahm, T., Kühn, D., Ohrnberger, M., Kröger, J., Wiederhold, H., Reuther, C., Dehghani, A. & Scherbaum, F., 2010. Combining geophysical data sets to study the dynamics of shallow evaporates in urban environments. *Geophysical Journal International*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04521.x.  
Dahm, T., Heimann, S. & Bialowons, W., 2011. A seismological study of shallow weak micro-earthquakes in the urban area of Hamburg city, Germany, and its possible relation to salt dissolution. *Natural Hazards*, doi: 10.1007/s11069-011-9716-9.  
Krawczyk, C.M. & Dahm, T., 2011. Charakterisierung und Überwachung von Salz-bezogenen Erdfällen in urbanen Gebieten. Rahmenpapier zum Forschungsthema, <http://www.liag-hannover.de/methodenforschung-sektionen/seismik-potenzialverfahren/forschungsfelder/georisiken.html>.  
Krawczyk, C.M., Polom, U., Trabs, S. & Dahm, T., 2012. Sinkholes in the city of Hamburg – New urban shear-wave reflection seismic system enables high-resolution imaging of subsurface structures. *Journal of Applied Geophysics*, doi: 10.1016/j.japgeo.2011.02.003.  
Krawczyk, C.M., Polom, U. & Beilecke, T., 2013. Shear-wave reflection seismics as valuable tool for near-surface urban applications. *The Leading Edge*, doi: 10.1190/le32030256.1.



# ALPINE NATURGEFAHREN

Alpine Gebirge zeichnen sich vordergründig durch schroffe, steile und felsbetonte Hänge aus, deren mittlere Erhebung ausreichend niedrige Temperaturen fördert, so dass Wasser oft in gefrorenem Zustand als Schnee und Eis zu Landschaftsbild und -formung beiträgt. Viele alpine Landschaften sind durch aktive und episodische Erosions-, Transport- und Ablagerungsprozesse gekennzeichnet. Überschneiden sich diese natürlichen hydrologischen, geologischen und geomorphologischen Prozesse mit den Nutzungsinteressen von Menschen, so dass daraus möglicherweise Schäden entstehen können, sprechen wir von **Naturgefahren**.

Die moderne Naturgefahrenforschung beschäftigt sich vorrangig mit der Charakterisierung und objektiven Abschätzung des Auftretens von solch potenziell schädigenden Ereignissen wie Steinschlag, Schneelawinen, Erdbeben oder Hochwassern.

Wann tritt das nächste Ereignis ein? Wie stark wird es voraussichtlich sein bzw. welche Bereiche werden betroffen sein?

## Wahrscheinlichkeiten als Maßzahl des Risikos und der Unsicherheit

Hierzu nutzt man häufig die Maßzahl der Wahrscheinlichkeit, und dies aus verschiedenen Gründen: Zum einen kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit  $p$  das Auftreten eines zufälligen Ereignisses, wobei  $p=0$  das unmögliche, und  $p=1$  das sichere Ereignis bedeuten. Demnach entspräche  $p=0.5$  also einer 50-prozentigen Eintrittswahrscheinlichkeit, wie man sie vom Münzwurf („Kopf oder Zahl“) her kennt. Doch Wahrscheinlichkeit kann zudem auch die individuelle Unsicherheit über ein Ereignis ausdrücken. Angenommen, jemand würfelt vor unseren Augen mit einem Würfel, verheimlicht uns dann zugleich mit vorgehaltener Hand das Ergebnis. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Würfel mit einer sechs nach oben liegt? Die Wahrscheinlichkeit  $p=1/6$  quantifiziert in diesem Fall unsere Vermutung oder Unsicherheit, aber sicher nicht das Zufallereignis, denn nach dem getanen Würfelwurf ist nichts mehr dem Zufall überlassen! Und selbst dann ist die so spezifizierte Wahr-

scheinlichkeit an die Bedingung geknüpft, dass wir es mit einem nicht gezinkten Würfel zu tun haben, bei dem alle sechs Seiten gleich wahrscheinlich geworfen werden. Wahrscheinlichkeiten sind also geeignete Maßzahlen für Zufall, subjektive wie objektive Unsicherheit, aber auch Abhängigkeit, die in statistische Berechnungen der Gefährdung und letztlich des Gesamtrisikos Eingang finden.

## Von „Stummen Zeugen“ zu Modellen

Ähnlich verläuft es in der geländebasierenden Forschung zu alpinen Naturgefahren. Ablagerungen von Geröll oder Geschieben fungieren als „stumme Zeugen“ vergangener Prozesse wie Muren oder Hochwasser. Wo diese Schichten im Untergrund erhalten bzw. aufgeschlossen sind, lässt sich durch sorgfältige Interpretation sowie genaue Vermessung und Altersdatierung abschätzen, mit welcher Wahrscheinlichkeit wie weiträumig und wann der Prozess aktiv gewesen sein muss. Ganze Stapel oder Pakete solcher Ablagerungen erlauben eine detaillierte Abschätzung der Häufigkeit und Größe solcher potenziell schadenbringenden Prozesse. Das Bild, das sich dabei meist unabhängig von der Naturgefahrenart zeigt, ist, dass die großen und potenziell zerstörerischen Ereignisse ungleich und systematisch seltener auftreten als die kleineren Ereignisse. Die Systematik dahinter zu entschlüsseln und auf einfache, nachvollziehbare mathematische und physikalische Modelle zu reduzieren gehört zum Alltagsgeschäft in der Naturgefahrenforschung, denn solche Modelle erlauben die Vorhersage von möglicherweise schädigenden Ereignissen.

## Extremereignisse schwer vorhersagbar

In Zeiten des globalen Wandels und der Klimaerwärmung, von der besonders auch sen-





Prof. Dr. Oliver Korup  
Universität Potsdam

sible Hochgebirgsregionen betroffen sind, rücken im Hinblick auf solche Vorhersagen vor allem **Extremereignisse** in den Vordergrund. Mit fünf Würfeln auf einmal fünf 6er zu werfen gelingt statistisch gesehen in einem von 7776, also ca. 0.01 %, Fällen. Ähn-



lich zählen zu den Extremereignissen oft die größten 5 % gemessenen aus einer Datenreihe. Der Begriff des „Schwarzen Schwans“ hat sich in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren etabliert. Gemeint sind damit besonders seltene Ereignisse, die besonders unvorhergesehen sind, sehr große Auswirkungen haben, und im Nachhinein von den Betroffenen oft fälschlicherweise als dann doch vorhersagbar erklärt werden.

### Schwarze Schwäne

Große Bergstürze, also lawinenartige und extrem schnelle Felsmassenbewegungen, die nicht selten ganze Berggipfel oder -flanken sowie große Mengen an Eis mobilisieren können, zählen zu den berühmtesten Schwarzen Schwänen in Hochgebirgen. Solche Bergstürze umfassen leicht mehrere Millionen Kubikmeter Material, das innerhalb weniger Minuten über einige Kilometer (sowohl vertikal als auch horizontal) fließen kann. So wurde im Jahre 1970 die peruanische Ortschaft Hungay von einem durch ein Starkbeben ausgelösten Bergsturz vom

Gipfel des Nevado Huascarán nahezu vollständig zerstört. Zwischen 6000 und 25000 Menschen fanden dabei den Tod. Im Jahre 2002 erreichte eine weitere Eis-Felslawine im Kaukasus Aufsehen, die ohne jeden ersichtlichen Auslöser große Teile des Kalka-

Gletschers mit sich riss und erst nach fast 19 Kilometern zum Stillstand kam. Gerade zwei Jahre vorher ereignete sich ein ähnlicher Bergsturz in Südost-Tibet, dessen Schutt-ablagerungen den Yarlung Tsangpo, einen der Zuflüsse des Tsangpo-Brahmaputra verbarrikadierte und einen großen natürlichen Stausee bildete. Obwohl die chinesischen Behörden fieberhaft an einem künstlichen Überlaufkanal arbeiteten, konnte ein katastrophales Entleeren dieses Stausees nicht verhindert werden. Die Flutwelle war unterhalb des Damms mindestens 30 Meter hoch, zerstörte einige Brücken und verursachte vor allem in den weiter flussabwärts gelegenen indischen Provinzen große Schäden. Auch bei diesem Ereignis gab es keinen beobachteten Auslöser wie etwa Erdbeben oder Starkniederschläge mit Ausnahme eines erhöhten Temperaturbildes.

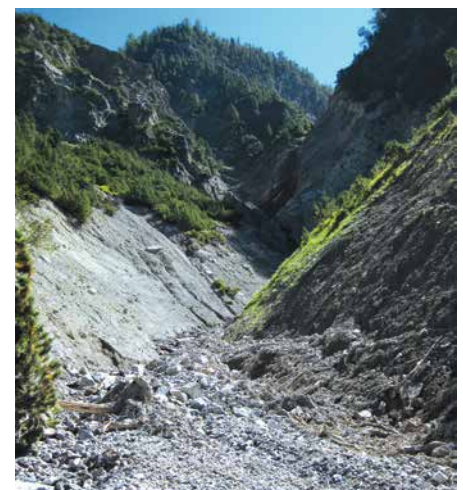
Aber auch in der Europa gibt es Schwarze Schwäne wie zum Beispiel den Bergsturz von Vajont, Italien, der im Jahre 1963 durch das Aufstauen eines künstlichen Stausees ausgelöst wurde.

### Permafrost als Stabilitätsfaktor?

Das vermehrte Auftreten von Steinschlag und Felsstürzen in den außerordentlich warmen Sommer der letzten Jahre wird zunehmend als Auswirkung der Degradation des alpinen Permafrostes gedeutet. Die Stabilität von Felshängen kann grundsätzlich durch das Verhältnis zwischen ertragbaren und herrschenden Kräften ausgedrückt bzw. berechnet werden. Sollte also alpiner Permafrost entscheidend zur Stabilität solcher Hänge beitragen, müssen diese bei zunehmender Erwärmung mehr und mehr instabil werden, allerdings bereits jetzt schon bedrohlich nahe dem kritischen Grenzgleichgewicht liegen. Computergestützte Modelle geben hier Aufschlüsse über sowohl diese kritischen Schwellenwerte als auch die möglichen Auslaufbahnen von zukünftigen Ereignissen.

### Fazit

Als Fazit kann man festhalten, dass technische Maßnahmen gegen extreme Naturgefahren in Hochgebirgen begrenzt sind, oft jedoch eine bewusste Vermeidung der Ansiedlung bzw. Anlegung kritischer Infrastruktur in potenziell gefährdeten Gebieten durchaus wirksam sein kann.





# GEORISIKO HANGRUTSCHUNG

## Einführung

Im Jahr 2012 lagen die gesamtwirtschaftlichen Schäden durch Naturkatastrophen weltweit bei ca. 120 Mrd. €. Insgesamt wurden 905 Ereignisse in diesem Jahr gezählt (Munich RE, 2013). Die Anzahl dieser Ereignisse zeigt seit dem letzten Jahrhundert eine kontinuierliche und weltweite Zunahme. Im Jahr 1980 wurden beispielsweise weniger als 400 Ereignisse registriert. Die Naturkatastrophen werden grundsätzlich in folgende vier Ereignisse unterteilt (Munich RE, 2013):

1. Geophysikalische Ereignisse wie Erdbeben, Tsunamis und Vulkanausbrüche
2. Meteorologische Ereignisse wie Stürme
3. Klimatologische Ereignisse wie Temperaturextreme, Dürren und Waldbrände
4. Hydrologische Ereignisse wie Überschwemmungen und Massenbewegungen

Zu den bedeutendsten Naturkatastrophen 2012 zählte der Hurrikan Sandy in den USA mit einer derzeit geschätzten direkten Schadenshöhe von mindestens 19 Mrd. €. Bei Hurrikans wie Sandy handelt es sich um meteorologische Ereignisse, die fast jährlich in den USA große Schäden in der so genannten Hurrikansaison verursachen. Bei den bedeutenden Naturkatastrophen im Jahr 2012 findet man auch viele hydrologische Ereignisse wie Überschwemmungen, jedoch keine Ereignisse von Massenbewegungen bzw. Hangrutschungen, was darauf zurückzuführen ist, dass diese Ereignisse lokal als auch

zeitlich sehr begrenzt sind (Bittner et al., 2009). Eine typische Massenbewegung ereignet sich in wenigen Minuten bis Stunden und hat eine Ausdehnung von mehreren hundert Metern und ist im Ausmaß sowohl auch in der Schadenshöhe zu den anderen Naturkatastrophen sehr viel geringer. Es gibt daher nur wenige Angaben zu geschätzten jährlichen Schadenshöhen durch Massenbewegungen. Abbott (1996) schätzte die jährliche Schadenshöhe in den USA verursacht durch Massenbewegungen auf 1,5 Mrd. US\$. In Japan liegen die jährlichen Schadenssummen bei ca. 2,0 Mrd. US\$ und in Italien bei ca. 2,6 Mrd. US\$ (Schuster, 1996). Während im letzten Jahrhundert in Asien durch 220 Massenbewegungen mehr als 25.000 Menschen zu gesundheitlichen Schäden kamen und getötet wurden, sind in Europa die direkten Sachschadenshöhen deutlich höher als in Asien. Eine Hangrutschung in Europa verursacht einen durchschnittlichen Schaden in Höhe von ca. 23 Mio. € (UNU, 2006). Für Deutschland liegen jedoch keine konkreten Angaben vor. Risiken gibt es jedoch auch in Deutschland. So kamen am 18. Juni 2009 in Nachterstedt in Sachsen-Anhalt bei einem ehemaligen Braunkohleabbau drei Menschen bei einer Rutschung ums Leben. Die Hauptrisikogebiete für natürliche Massenbewegungen in Deutschland liegen in den

Alpen, in Rheinhessen, im Rheintal und auf der Schwäbischen Alb, und sind meist lokal begrenzt.

Ziel dieser Arbeit ist es einen kurzen Überblick über das Georisiko von Hangrutschungen vor allem in Bezug auf Deutschland zu geben. Hierfür werden die unterschiedlichen Massenbewegungen kurz definiert und eine lokale Betrachtung einer Hangrutschung im Rahmen einer dynamischen Schadenspotenzialanalyse vorgestellt.



## Massenbewegungen und Risiko

Massenbewegungen sind gravitativ bedingte Bewegungen geologischer Massen an Hängen und Böschungen in Fest- und Lockergesteinen. Sie werden grundsätzlich nach ihrer (1) Bewegungsart, (2) Geschwindigkeit und (3) dem anstehenden Gesteinsmaterial unterteilt. Eine spezielle Form der Massenbewegungen sind die sogenannten Erdrutsche. Bei diesen gleiten größere Erd- und Gesteinsmassen ab, wie z.B. bei einem Bergbruch oder bei einer Hangrutschung. Die Bewegungsart ist also ein Gleiten.

Bei der Bearbeitung und dem Umgang mit dem Georisiko der Massenbewegungen sind in Deutschland verschiedene Gruppen, wie Betroffene (z.B. Hausbesitzer), Behörden, Versicherer und Wissenschaftler, beteiligt. Hier stellt sich grundsätzlich die Frage, ob alle Beteiligten auch das Gleiche wollen? Der Wissenschaftler möchte neue Erkennt-





Prof. Dr. Philipp Blum  
Karlsruher Institut  
für Technologie (KIT)

nisse erarbeiten und ist daher grundsätzlich nur bedingt an einer lokalen Lösung beteiligt. Die Behörden, wie z.B. die geologischen Landesämter, möchten vor allem fachlich fundierte Informationen über gefährdete Gebiete mithilfe von Gefahrenhinweiskarten, wie z.B. dem GeoFachdatenAtlas in Bayern, zur Verfügung stellen. Eine konkrete Umsetzung auf lokaler Ebene erfolgt jedoch meistens durch nachgeordnete Dienststellen. Versicherer wollen Versicherungen und in diesem Fall Elementarversicherungen, wie eine Wohngebäudeversicherung, verkaufen. Diese Versicherung beinhaltet nur u.U. auch das Ereignis eines Erdbebens. Insgesamt wurden bis heute 5,5 Millionen Elementarversicherungen in Deutschland abgeschlossen, d.h. 32 % aller Gebäude sind derzeit gegen Elementarschäden versichert. In Baden-Württemberg liegt die Quote gar bei 95 % (GDV, 2013).



Aus dieser Betrachtung wird klar, dass jeder Beteiligte eine differenzierte Risikobetrachtung hat. Grundsätzlich möchte jedoch jeder Beteiligte sein eigenes Risiko minimieren, nur sind die betrachteten Risiken nicht gleich. Ein integrativer Ansatz und allgemeiner auch gesellschaftlicher Konsens bei der Risikoanalyse von Massenbewegungen ist daher unabdingbar.

### Schadenpotenzialanalyse

Am Beispiel einer potenziellen Hangrutschung in Hausen an der Fils (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg) wurde u.a. eine lokale Schadenspotenzialanalyse durchgeführt (Mattern, 2013). Das Beispiel eines geplanten Neubaugebiets in diesem gefährdeten Gebiet, das im Jahr 2023 erschlossen werden soll, zeigt jedoch deutlich die unterschiedlichen Interessen aller Beteiligten auf. In der Gemeinde Hausen nehmen beispielsweise 42 % der befragten Hausbesitzer die Gefährdung durch eine Hangrutschung sehr ernst (Blöchl & Braun, 2005). Aus diesem Grund haben die meisten Hausbesitzer auch eine Elementarversicherung abgeschlossen, um ihr eigenes Risiko zu minimieren. Eine offizielle Gefährdungskarte für Hangrutschungen vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) für das geplante Neubaugebiet liegt derzeit nicht vor. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit wurde das Risiko für das untersuchte Gebiet jedoch bereits als gering ausgewiesen (Bell, 2007). Das ermittelte direkte Schadenspotenzial und damit auch das Risiko für die Gemeinde Hausen verändert sich aber stark in Abhängigkeit des geplanten Neubaugebiets. Ohne Neubaugebiet würde bis 2030 eine Abnahme des Schadenspotenzial um 25–30 % durch Altersminderung entstehen. Im Fall der Erschließung des Neubaugebiets kommt es jedoch zu einer Zunahme der potenziellen

Schadenshöhe von ca. 30 % (Mattern, 2013). Diese Beispiele verdeutlichen die Dynamik des betrachtungsabhängigen Risikos und zeigt die Herausforderung eines integrativen Ansatzes beim Georisiko von lokalen Hangrutschungen.

### Zusammenfassung und Fazit

- Massenbewegungen werden zu den hydrologischen Ereignissen gezählt und haben weltweit als auch in Deutschland nur eine geringe Bedeutung. Nichtsdestotrotz sind sie von großer lokaler Bedeutung!
- Die öffentliche Wahrnehmung ist aufgrund ihrer lokalen und zeitlichen Begrenzung gering.
- Es gibt sehr unterschiedliche Massenbewegungen.
- Alle Beteiligten wollen grundsätzlich das eigene Risiko minimieren, jedoch hat jeder Beteiligte eine unterschiedliche Risikobetrachtung und Minderungsstrategie.
- Genaue lokale und zeitliche Vorhersagen von Massenbewegungen sind derzeit nicht oder nur bedingt möglich. Gefahren und Risiken könnten jedoch relativ gut lokal ausgewiesen werden.
- Nichtsdestotrotz bleibt das Risiko von Massenbewegungen dynamisch und sollte daher auch intensiv untersucht werden.

Literatur:  
Abbott, P.L. (1996) Natural Disasters. Dubuque, WCB Publishers, Iowa, USA.  
Bell, R. (2007): Lokale und regionale Gefahren- und Risikoanalyse gravitativer Massenbewegungen an der Schwäbischen Alb. 270 S., Dissertation, Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.  
Bittner, R., Günther, K., Merz, B. (2009) Naturkatastrophen in Deutschland. Special 6/2009 Hochwasserschutz und Katastrophenmanagement, 7-10.  
Blöchl, A., Braun, B. (2005) Economic assessment of landslide risks in the Swabian Alb, Germany – research framework and first results of homeowners' and experts' surveys. Natural Hazards and Earth System Sciences, 5, 389-396.  
GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.) (2013) Zahlen & Fakten, 10. Juni 2013, Berlin.  
Mattern, J. (2013) Lokale dynamische Schadenspotenzialanalyse am Beispiel einer Hangrutschung in Hausen an der Fils. BSc-Arbeit, Karlsruher Institut für Technologie. [unveröffentlicht]  
MunichRe (2013) Naturkatastrophen. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risks Research, NatCatSERVICE – Januar 2013.  
Schuster, R. L. (1996) Socioeconomic significance of landslides. In: Landslides. Investigation and mitigation, edited by: Turner, A. K. and Schuster, R. L., Washington, D.C., 12-35.  
UNU (United Nations University) (2006) Landslides, News Release MR/E01/06, 17 January 2006.

# STANDSICHERHEIT VON BÖSCHUNGEN

## IM LAUSITZER BRAUNKOHLEREVIER



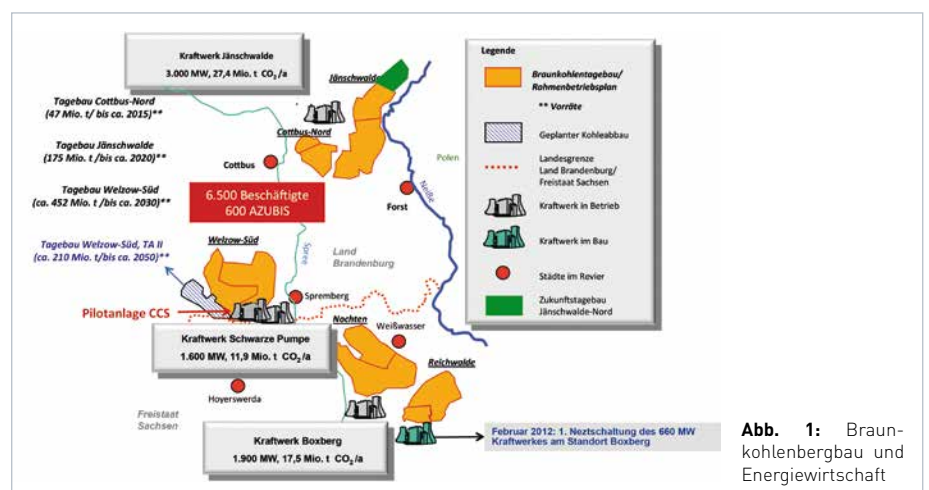
Vor mehr als 150 Jahren begann in der Lausitz, im Raum Lauchhammer, die Gewinnung von Braunkohle. Die Rohstoffgewinnung im Städtedreieck Hoyerswerda, Senftenberg und Cottbus erreichte in den 1980er Jahren mit jährlich rund 200 Mio. Tonnen Kohle aus 17 Tagebauen ihren Höhepunkt. Die Braunkohleindustrie gab zum Jahr der Deutschen Einheit ca. 85.000 Menschen Lohn und Brot in der Lausitz. Die radikalen gesellschaftlichen, industriepolitischen und energiewirtschaftlichen Umbrüche Anfang der 90er Jahre führten zu einer Reduzierung der Braunkohleförderung im Lausitzer Revier auf heute fünf Tagebaue, drei davon im Land Brandenburg mit einer Gesamtproduktion von ca. 60 Mio. Tonnen Braunkohle pro Jahr. Diese Produktion wird überwiegend in Kraftwerken zur Stromerzeugung eingesetzt (Abb. 1).

Der Energiehunger der 70er und 80er Jahre des letzten Jahrhunderts hatte ein Grundwasserdefizit von über 12 Mrd. m<sup>3</sup> auf einer Fläche, die der Größe des Saarlandes entspricht, zurückgelassen.

### Grundwasseranstieg führt zu Instabilität der Kippen

Einhergehend mit dem Grundwasserwiederanstieg wurden die aus der Braunkohleförderung entstandenen Tagebaurestlöcher an ihren Uferböschungen saniert und das Kippenhinterland rekultiviert. Besonders gefährdet sind dabei die Kippenböschungen. Diese sind bis heute auf ca. 120 km Länge stabilisiert worden. Die Stabilisierung der Kippenböschungen ist aufgrund der Verflüssigungsneigung der Lausitzer Sande zwingend erforderlich. Durch gezielte Verdichtungsmaßnahmen an den Uferböschungen werden so genannte „versteckte Dämme“ hergestellt, die im Falle einer Verflüssigung des oftmals schon rekultivierten Hinterlandes ein Ausfließen in das Tagebaurestloch verhindern sowie eine sichere Gestaltung der zukünftigen Uferböschung erlauben.

Der Prozess des Grundwasserwiederanstieges hat in den eingestellten ehemals bergbaulich genutzten Räumen teilweise wieder vorbergbauliche, oberflächennahe Grundwasserflurabstände erreicht. Der Prozess des Anstieges des Grundwassers ist durch niederschlagsstarke Jahre (u.a. 2008, 2010) zügiger verlaufen. Mit der





**Dr. Klaus Freytag**  
Präsident Landesamt für  
Bergbau, Geologie und  
Rohstoffe Brandenburg  
(LBGR)

zunehmend oberflächennah anstehenden Grundwassersituation entstanden nicht vorhergesehene geotechnische Probleme in den hinter den sanierten Böschungssystemen gelagerten Kippenarealen (Innenkippen). So ist es seit 2007/2008 in diesen Bereichen zu einer Häufung von Bodenver-

inneres Initial der Porenwasserdruck größer als die totalen Spannungen im Korngefüge wurde, so dass der Kornverbund zwischen den einzelnen Körnern aufgelöst worden ist. In diesem Fall gingen die Sande in eine Suspension über und verhielten sich kurzfristig wie eine Flüssigkeit.

### Sperrung von Gebieten

Im Zusammenhang mit der Häufung dieser Schadensfälle sind die Altkippen und die in den 90er Jahren und Anfang 2000 bereits rekultivierten Kippenflächen erneut einer Bewertung unterzogen worden. Um der öffentlichen Sicherheit Genüge zu tun, ist in Brandenburg wie im Freistaat Sachsen auf einer Fläche von insgesamt **34.430 ha** eine Sperrung ausgesprochen worden. Mit nachgehenden geotechnischen Untersuchungen ist diese Gesamtfläche (Kippenflächen und Wasserflächen) in 3 Kategorien eingeordnet worden. Für die Kategorie A wurden bzw. werden kurzfristig Freigaben erklärt. Die Kategorie-B-Flächen werden bis ca. 2017 wieder der Nutzung zugeführt und die Kategorie-C-Flächen bedürfen einer langfristigen Sperrung (länger als 2017).

Der Status, den diese Flächen innehaben, kann auf der Internetseite des LBGR ([www.lbgr.brandenburg.de](http://www.lbgr.brandenburg.de)) wie auf der des verantwortlichen Bergbauunternehmers

([www.lmbv.de](http://www.lmbv.de)) eingesehen werden.

Zur Auflösung dieser neuen „geotechnischen Herausforderung“ ist unter Leitung des Bergwerksunternehmers ein geotechnischer Beirat mit Sachverständigen unterschiedlicher Universitäten ins Leben gerufen worden. In diesem Gremium werden Ursachen und mögliche Maßnahmen zur Beseitigung der Bodenverflüssigung erarbeitet. Ein erster vielversprechender Lösungsansatz für eine großflächige Sanierung stellt das „schonende Sprengen“ (Abb. 3) dar.

### Die aktuelle Situation im Lausitzer Sanierungsbergbau stellt sich wie folgt dar:

- Bei der Wiedernutzbarmachung von Kippen ist das Phänomen der Verflüssigung von locker gelagerten Kippen das größte Sicherheitsproblem.
- Die Sicherung der Kippen Böschungen durch Herstellung verdichteter Stützkörper (versteckte Dämme) ist nach wie vor die beste Sanierungsmethode im Bereich der entstandenen Seen.
- Die Sicherung der gesamten Innenkippen durch flächenhaften Einsatz neuer Methoden wie das „schonende Sprengen“ ist derzeit Gegenstand intensiver wissenschaftlicher Untersuchungen.

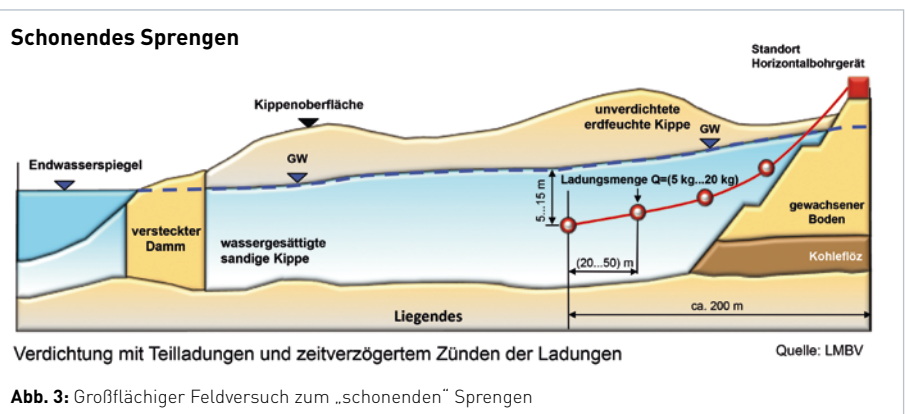


flüssigungsereignissen u. a. in den ehemaligen Tagebaugebieten Schlabendorf, Seese und Spreetal gekommen (Abb. 2).

Aufgrund der bestehenden Verflüssigungsneigung der Lausitzer Sande kam es hier zu einem plötzlichen Verlust der Scherfestigkeit des Kippenuntergrundes. Das geschah, als durch ein äußeres oder



**Abb. 2:** Tagebau Schlabendorf-Süd, Grundbruch Kippenstrasse



**Abb. 3:** Großflächiger Feldversuch zum „schonenden“ Sprengen



# EARTHQUAKES IN GERMANY

## AN UNDERESTIMATED DANGER?

Although Germany is not classified by traditional hazard maps (475 year) as an area of high seismicity, some major historic earthquakes have occurred.

The 1356 Basel earthquake (Mw6.1-6.6) occurred at the junction of the Upper Rhine Graben and the folded and tabular Jura areas of the Alps. There is much conjecture about the fault plane, with various authors providing reanalysis of damaged castles located south of Basel showing a E-W fault plane, and much reduced intensities over the French Border, and some insisting that the fault that ruptured was the N-S Reinach fault. What is known is that approximately 1000 people died and much damage occurred in and around Basel. The 1756 Düren earthquake (Mw 5.7-5.9) occurring in the Lower Rhine Graben, with 4 deaths, and the 1911 Ebingen earthquake (Mw5.7-5.8) occurring in the N-S trending seismotectonic zone around Albstadt, with 1 million Goldmarks damage, are the largest earthquakes to have been recorded on German soil. The 1978 Albstadt earthquake (Mw5.1) is the damaging earthquake, however, which caused a major change in building practices in Germany, with 40 injuries, 6250 damaged buildings and around 130 million DM insured losses contributing to a mandatory implementation of earthquake resistant building codes.

The DIN4149 was first implemented in Germany in 1981 after the Albstadt earthquake of 1978. The DIN provides guidelines

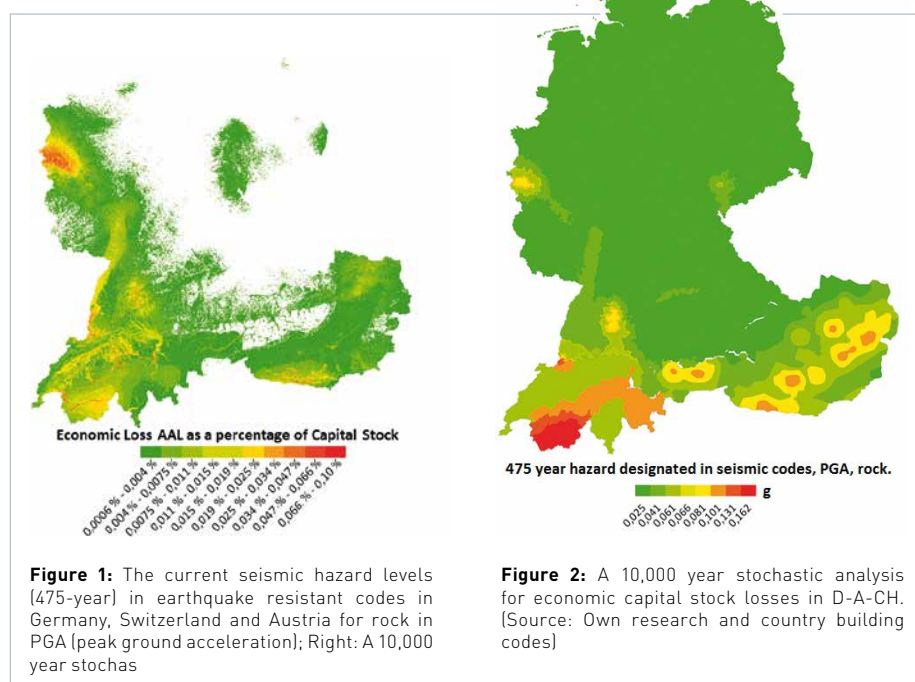
as to earthquake-resistant building practices in Germany, with respect to the hazard expected in a location. The update to this was given in 2005. Before this, a few other codes had been applied on regional levels without any state application. The hazard map was based on 475 year probabilistic hazard.

When modelling for losses over 10,000 years of stochastically produced earthquakes, the losses look different from the 475 year hazard map, because major earthquakes in Germany have a long return period and have not been seen in the historical record; yet will contribute greatly to the losses. In comparing these two maps,

soil typologies and vulnerability are not taken into account on the hazard map (although soil typologies are taken into account in DIN4149). As seen in Figure 1, in Germany, the key areas where historical have occurred and expected future events will probably occur are the Rhine Graben (upper and lower), around Albstadt on the Swabian Alb and Vögtland. In Switzerland, around Basel, Valais (Wallis), Engadin, St. Gallen and through the central region are the higher hazard areas. In Austria, the hazard map is characterised through the Alps by the individual historical events that have been seen.

### Safety of buildings

The acceptance of which design hazard Germany uses for building structures should not be simply dependent on a 10% probability within a 50 year building design life, given that structures now have a median lifetime exceeding 90 years or more







**James Daniell**  
Karlsruher Institut  
für Technologie (KIT)

and Germany is a developed nation which should demand a greater level of safety.

Only 32% of Germany's building stock of 20.5 million buildings has been produced after 1981 and the DIN4149 implementation. In previous earthquakes such as Albstadt, older buildings (pre-1960) have been shown to be much more vulnerable than newer buildings by a factor of 5.

Very little of the building stock (15.3%) is actually applied in the earthquake zones 1-3 in terms of earthquake hazard of these buildings built after 1981. This means that less than 5% of possible buildings (982,000) have been built under some form of earthquake resistant code.

In DIN4149, not every building needs to have the terms of the code change applied to it, due to the premise of the number of storeys; thus less than 5% of buildings are applicable to this code. State enforcement ratification of codes is necessary for the DIN4149 to be used. The 2005 version has been ratified by most states; however, the new Eurocodes have only currently been ratified by Baden-Württemberg.

In Zone 1, 86% of buildings do not need to be built to code (Table 1). In Zone 2, around 71% of buildings do not need to be built to code and in Zone 3 around 48%. This means that out of 20.5 million buildings in Germany less than 1% of buildings in Germany are actually built to a seismic resistant code (185,000) and this is assuming all buildings in North Rhine – Westphalia were under code, which is not the case due to varying implementation of laws. Importance classes allow for extra protection for buildings such as schools (class III, factor 1.2) and hospitals (class IV, factor 1.4), however, only when designed for earthquakes.

#### Targets of the future

The problem of the earthquake resistant

code implementation in Germany is one that cannot be solved at once, and thus a problem that could be focussed on is concentrating on school buildings (Importance Class III) in Zone 1, where all schools before 1981 and all schools under 4 storeys after 1981 are likely not built to DIN4149. Programs have been undertaken in neighbouring countries such as Switzerland to retrofit older schools to current earthquake standards as well as ensure that there are no clauses that allow schools to be not built under code in their current earthquake standards.

An important first step here in Germany would be to do the same, and to accept a higher level of protection against earthquakes.

Earthquake Zone (in Figure 1)	Importance Class	Maximum Storey Height	No. of 982,000 buildings of after 1981 not needing to be built to code
1 (0.041g)	I bis III	4	86% – 636,000
2 (0.061g)	I bis II	3	71% – 141,000
3 (0.081g)	I bis II	2	48% – 20,800

**Table 1:** Various exclusion clauses in the DIN4149 earthquake code in zones 1-3 (zone 0 (darker green) has no code) [Source: Own research and building code – DIN4149: 2005]

## PRÄMIERUNG DER BEITRÄGE MARKT DER MÖGLICHKEITEN

Preisträgerinnen für die drei besten Poster (Preisgeld jeweils 500 Euro)



**Simone Patula**  
Bayerisches Landesamt für Umwelt –  
Geologischer Dienst  
Gefahrenhinweiskarte Bayern

Im Namen des Geologischen Dienstes Bayern spendet Simone Patula ihr Preisgeld der Deutschen Flutopferhilfe.



**Anne-Sophie Reiß**  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Globale Schadensanalyse für Erdbeben

Anne-Sophie Reiß arbeitet zur Zeit an ihrer Masterarbeit im Fach Geophysik. Sie verwendet das Preisgeld, um Reisen zu fachbezogenen Tagungen und Konferenzen zu finanzieren.



**Amelie Stolle**  
Universität Potsdam, Spurensuche am Seti Khola  
– was bedroht die Stadt Pokhara, Nepal?

Im Rahmen ihrer Masterarbeit im Bereich Geoinformatik und Naturgefahren wird Amelie Stolle das Preisgeld für Geländeaufenthalte und zur Datenerhebung verwenden.

# RISIKOBEWERTUNG UND AKZEPTANZ- PROBLEME BEI DER NUTZUNG DES UNTER- IRDISCHEN RAUMES

## EIN BEITRAG ZUR AUFKLÄRUNG

Geothermie und die unkonventionelle Erdgasförderung haben vieles gemeinsam. Zum einen sind es neue „Technologien“, die in einem dicht besiedelten Raum wie in Deutschland zum Einsatz kommen bzw. möglicherweise zum Einsatz kommen sollen. Zum anderen stellt die Implementierung derartiger Vorhaben in die Gesellschaft die Projektentwickler und maßgebenden Akteure vor große Herausforderungen.

Im Beispiel Geothermieprojekt Basel kam für alle das Beben mit Magnitude  $M_w = 3,4$  mit über 200 Gebäudeschäden (Entschädigungskosten: ca. 7 Mio CHF) im Jahr 2006 überraschend, da das potenzielle Risiko von spürbaren Erdbeben im Zusammenhang mit Geothermie nicht ausreichend betrachtet und die mögliche Gefahr nicht kommuniziert wurde. Die Reaktion der Bevölkerung war entsprechend verneinend. Nach einer nachträglich erstellten Risikostudie (SERIANEX, 2009) für das Beben im Jahr 2009 wurde das Projekt mit einem Investitionsvolumen von 65 Mio CHF im Jahr 2010 eingestellt.

### Derzeit kaum Akzeptanz von Fracking

Die Erschließung von unkonventionellen Erdgasvorkommen durch Fracking wird in der Öffentlichkeit widersprüchlich diskutiert. Vorherrschende Themen hinsichtlich der Gefahren, die medial stark präsent sind, sind Grundwasser- bzw. Trinkwasserschutz. Dies führt zu einer nahezu EU-weiten Nicht-Akzeptanz in der breiten Be-

völkerung (EU-DG Environment, 2013).

Universalrezepte, die es ermöglichen in der Außenwahrnehmung streitbare Technologien in Deutschland zu implementieren, gibt es nicht. Nur Transparenz und umfassende Informationen können zu einem besseren Verständnis der Chancen, aber eben auch der Risiken und damit zu einer öffentlichen Akzeptanz führen.

Die folgende Darstellung soll für das Thema Fracking in Deutschland einen kurzen Beitrag zum besseren Verständnis dieser Technologie leisten.

### Fracking als Brückentechnologie

Die Erschließung von unkonventionellen Erdgasvorkommen durch Fracking kann unter bestimmten Umständen auch in Deutschland als Brückentechnologie genutzt werden. Faktoren wie die Unsicherheit hinsichtlich der Entwicklung des Gaspreises sowie widersprüchliche Aus-

sagen über die technisch gewinnbare und wirtschaftlich rentable Menge an vorhandenem Erdgas sowie fundierte Erkenntnisse über die Kontrollierbarkeit aller möglichen Umweltauswirkungen, insbesondere der Fragen des Trinkwasserschutzes, sind unter anderen die Hauptfaktoren, die eine Implementierung momentan limitieren. Derzeit setzen die potenziellen Explorationsunternehmen auf einen steigenden Gaspreis, um die Wirtschaftlichkeit der Erschließung zu rechtfertigen.

### 10 Jahre Erfahrung in Deutschland

Erfahrungen hinsichtlich der Frackingtechnologie liegen in Deutschland schon seit weit über 10 Jahren durch Anwendung in der konventionellen Erdöl- und Erdgasgewinnung insbesondere dem „Tight Gas“ vor. So wurden in Niedersachsen 275 Fracks bei 130 Bohrungen in konventionellen Lagerstätten und drei (horizontale) Fracks in einer Vertikalbohrung in einem Schiefergashorizont durchgeführt. Bei keiner der durchgeführten Fracks wurde das Grundwasser gefährdet. Trotz allem sollte dabei nicht vergessen werden, dass nur sehr limitierte Erfahrungen in Deutschland hinsichtlich Horizontalbohrungen, wie sie beim Fracking zumindest in USA üblich-

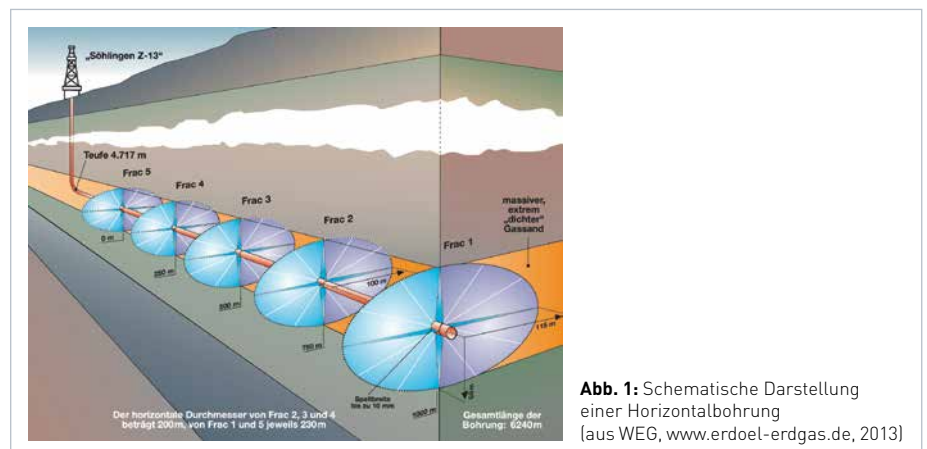


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Horizontalbohrung [aus WEG, [www.erdoel-erdgas.de](http://www.erdoel-erdgas.de), 2013]



Uwe Dannwolf  
RiskCom GmbH

erweise durchgeführt werden, vorliegen. Horizontalbohrungen bieten den Vorteil, dass z.B. durch vier bis acht Bohrungen von einem Bohrplatz aus so viel Gas gewonnen werden kann wie durch 16 Vertikalbohrungen von 16 Bohrplätzen aus (GWPC und ALL Consulting (2009)).

### Freisetzung von Fluiden

Eine erste Auswertung der einschlägigen Quellen wie „Drilling Spills Datenbank, USA“, Informationen der Exxon Mobil (EMPG), der Datenbank der British Columbia Oil and Gas Commission u.a. zeigt, dass eine unkontrollierte Freisetzung von Fluiden vorwiegend aus undichten Rohrleitungen und nicht gesicherten Altbohrungen stattfindet. Es kann entsprechend davon ausgegangen werden, dass das potenziell höchste unterirdische Risiko vermutlich im Versagen der Verrohrung bzw. Zementation der Bohrung liegt. Wie in den USA und im gesamten europäischen Raum ist auch in Deutschland derzeit keine Vollzementierung der gesamten Verrohrung rechtlich gefordert. Die Zementierung der Ankerrohtour, wie sie in Deutschland vorgeschrieben ist, schützt zumindest die oberen Grundwasserleiter sowie die darunter liegenden Trinkwasserhorizonte vor ungewollten Zutritten von Schadstoffen ins Grundwasser, sofern die Zementierung der Bohrung nicht schadhaft ist. Eine Vollzementierung bzw. Teilzementierung unterhalb der Ankerrohtour wird in der Regel von den Betreiberfirmen auf freiwilliger Basis durchgeführt.

Als weiteres unterirdisches Risiko wird häufig der unkontrollierte Aufstieg von Frackfluiden aus den Frackhorizonten genannt. Hier ist anzumerken, dass der Frackhorizont in einigen tausend Metern Tiefe durch mehrere z.T. hunderte von Metern mächtige geologische Formationen wie

Tone – die Dichtungscharakteristika aufweisen, wie sie für Basisabdichtungen von Sondermülldeponien geeignet sind – und/

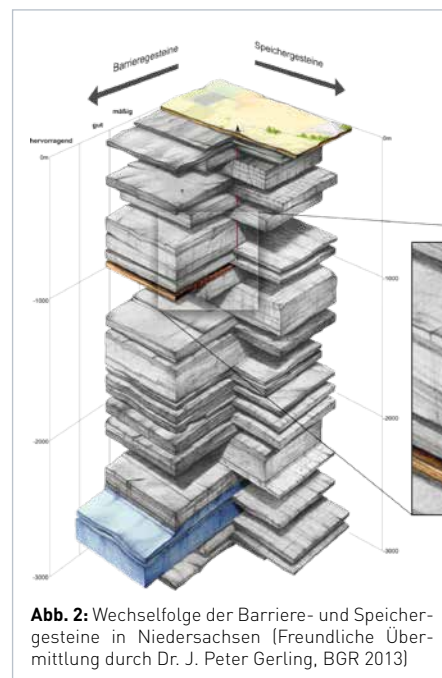


Abb. 2: Wechselfolge der Barriere- und Speichergesteine in Niedersachsen (Freundliche Übermittlung durch Dr. J. Peter Gerling, BGR 2013)

oder Salze, die als Deckschichten fungieren, überlagert wird. Ein signifikantes Aufsteigen von Frackfluiden durch multiple Abfolgen von Barrieregesteinen ist somit hydraulisch gesehen quasi unmöglich. Abbildung 2 zeigt eine typische Wechselfolge der Barriere- und Speichergesteine in Niedersachsen.

Im Vergleich zur Geothermie kommt es beim Fracken nur zu Bodenbewegungen in der Tiefe, welche an der Erdoberfläche i.d.R. nicht wahrnehmbar sind. Der prinzipielle Unterschied liegt darin, dass hier die untertägigen Areale, die aufgebrochen werden, deutlich kleiner sind als bei der Geothermie. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf eine Studie (FuE-Vorhaben „Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstät-

ten – Teil 2“), die derzeit im Auftrag des BMU in Bearbeitung ist.

Oberirdische Risiken wie Havarien bei Abtransport der wassergefährdenden Stoffe wie Diesel, Additive etc. oder Tropfverlusten bei der Lagerung der Stoffe auf dem Bohrplatz ist zweifelsfrei der höchste Stellenwert hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses einzuräumen, während die Auswirkungen der unterirdischen Risiken auf das Grundwasser entsprechend nur mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit einzuschätzen sind.

Entwicklungen von Monitoringkonzepten zur Überwachung des Grundwassers leisten einen Beitrag zur Prävention von Grundwasserverschmutzungen. Bestrebungen zur kontinuierlichen Überwachung des Grundwassers vorzuschreiben sind derzeit im Auftrag des Bundesumweltministeriums im Gange.

Abschließend sollte nicht vergessen werden, dass Fracking, so wie es zur Gewinnung von Schiefergasvorkommen eingesetzt wird, eine neue Technologie in Deutschland darstellt, bei der immer noch viele Fragen offen sind, die durch forschungsbegleitende Pilotbohrungen zumindest z.T. beantwortet werden.

Literatur:  
GWPC und ALL Consulting (2009): Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer. United States Department of Energy, National Energy Technology Laboratory DE-FG26-04NT15455: Aus [www.netl.doe.gov/technology/oil-gas/publications/epreports/shale\\_gas\\_primer\\_2009.pdf](http://www.netl.doe.gov/technology/oil-gas/publications/epreports/shale_gas_primer_2009.pdf). Letzter Aufruf: 21. August 2013

EU-DG Environment (2013): Presentation of the results of the public consultation „Unconventional fossil fuels (e.g. shale gas) in Europe“, Brussels – June 7th 2013.

SERIANEX: (2009): Deep Heat Mining Basel – Seismic Risk Analysis. <http://www.wsu.bs.ch/serianex.pdf>. Letzter Aufruf: 8. August 2013.

WEG (Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., 2013) <http://www.erdoel-erdgas.de>

# WORLD-CAFÉ DES SYMPOSIUMS



Der Nachmittag des ersten Tages stand ganz im Zeichen des World Café. Wie in einem Café vertieften die Teilnehmenden in kleinen Gesprächsrunden die Vorträge des Vormittags zu den Themen: Erdbeben, Auslaugungen, Rutschungen sowie Erkundung und Modellierung. Die Ergebnisse flossen auch in die Handlungsempfehlungen ein, die in dieser Broschüre gedruckt sind. Als ein Beispiel für die Diskussionsergebnisse an der Cafétischen seien hier nur die Ergebnisse der Kleingruppe „Bildung und Ausbildung“ vorgestellt.

Die Teilnehmenden waren sich einig, dass die Geowissenschaft kein fest umrissenes Berufsbild besitzt. Verschiedene Berufsgruppen, wie Geografen, Geologen oder auch Geophysiker, können unter dem Dach Geowissenschaften ihr Zuhause finden. Zudem kommen die Geowissenschaften als Fach oder Thema in

den Schulen kaum vor, obwohl das dort verankerte Grundwissen mit entscheidend für die Behandlung wirtschaftlicher, ökologischer und klimatologischer Fragestellungen ist. Nicht zuletzt sind Katastrophenvorsorge und Planung direkt mit geowissenschaftlichem Wissen verknüpft.

„Wir müssen in die Schulen“, war daher der Grundtenor in der Diskussion. „Wenn die Geo-Grundbildung nicht vorhanden ist, wie soll die Bevölkerung für Georisiken sensibilisiert werden?“ Hier müssen neue Ansätze in der Bildungsarbeit umgesetzt und erprobt werden. Ein Schritt in die richtige Richtung stellt das vom Bildungsministerium ausgerufenen Jahr der Wissenschaften dar, das im Jahre 2012 unter dem Motto „Zukunftsprojekt Erde“ stand. Dadurch konnten viele Erkenntnisse aus den Geowissenschaften in der Öffentlichkeit verbreitet werden.

#### Impressum:

„Heimliche Prozesse im Untergrund“ erscheint als Beilage der Zeitschriften GAIA – Ökologische Perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft (4/2013), Ökologisches Wirtschaften (4/2013) und umwelt aktuell (12/2013-1/2014)

#### Herausgeberin:

Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge der SV Sparkassenversicherung Gebäudeversicherung Stuttgart, Ansprechpartnerin: Agnes Lampke, GF c/o Höchstleistungsrechenzentrum, Nobelstraße 19, 70569 Stuttgart E-Mail: lampke@hlrs.de

#### Bildnachweis:

Titelfoto: Gebäudeschäden in Staufen (Foto: Christoph Butscher, AGW/KIT Karlsruhe)

#### Vorsitzender des Kuratoriums:

Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn

#### Vorstand:

Ulrich-Bernd Wolff von der Sahl (Vorsitzender), Dr. Klaus Zehner (Stellv. Vorsitzender)

#### Verlag:

oekom verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH Waltherrstraße 29, D-80337 München Fon +49 (0)89 54 41 84-0, Fax -49 www.oekom.de

#### Redaktion:

Christina und Ludger Benighaus, Werkstatt für Kommunikation, Heidelberg, E-Mail: benighaus@t-online.de

#### Gestaltung:

media & brands www.media-brands.de

#### Druck:

Kessler Druck + Medien Postfach 360, D-86392 Bobingen www.kesslerdruck.de

## EINE STIFTUNG FÜR VIER ELEMENTE

Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge | [www.stiftung-schadenvorsorge.de](http://www.stiftung-schadenvorsorge.de)



Bei der disziplinenübergreifenden Forschung setzt die Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge an.

Das übergeordnete Ziel der Stiftung ist es, Ideenschmiede und Austausch für disziplinenübergreifende Forschung und neue Ansätze in der Schadensvorsorge zu bieten. Sie fördert wissenschaftliche Arbeiten und Veranstaltungen, die der besseren Erforschung der Naturgefahren und deren Bewältigung durch technische, organisatorische und kommunikative Maßnahmen dienen. Mit der Gründung des Kollegs „Umwelt und Schadensvorsorge“ der Universitäten Karlsruhe und Stuttgart geht die Stiftung einen weiteren Schritt zur interdisziplinären Zusammenar-

beit auf dem Gebiet der Schadensvorsorge. Im Rahmen des Kollegs vergibt die Stiftung regelmäßig Stipendien.

#### „Resilienz“ (2013 bis 2016)

Die Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge wird bis Ende des Jahres 2013 fünf Stipendien für Promotionen zum übergreifenden Thema „Unsicherheit und Resilienz“ ausschreiben. Doktoranden werden dazu in den Bereichen städtischer Systeme, Naturgefahren, Hochwasserrisiken, Klimamodellierung und weiteren Schwerpunkten forschen.

 oekom  
verlag