

**Zeitschrift:** Energeia : Newsletter des Bundesamtes für Energie  
**Herausgeber:** Bundesamt für Energie  
**Band:** - (2012)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Antworten aus dem Untergrund  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-639587>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

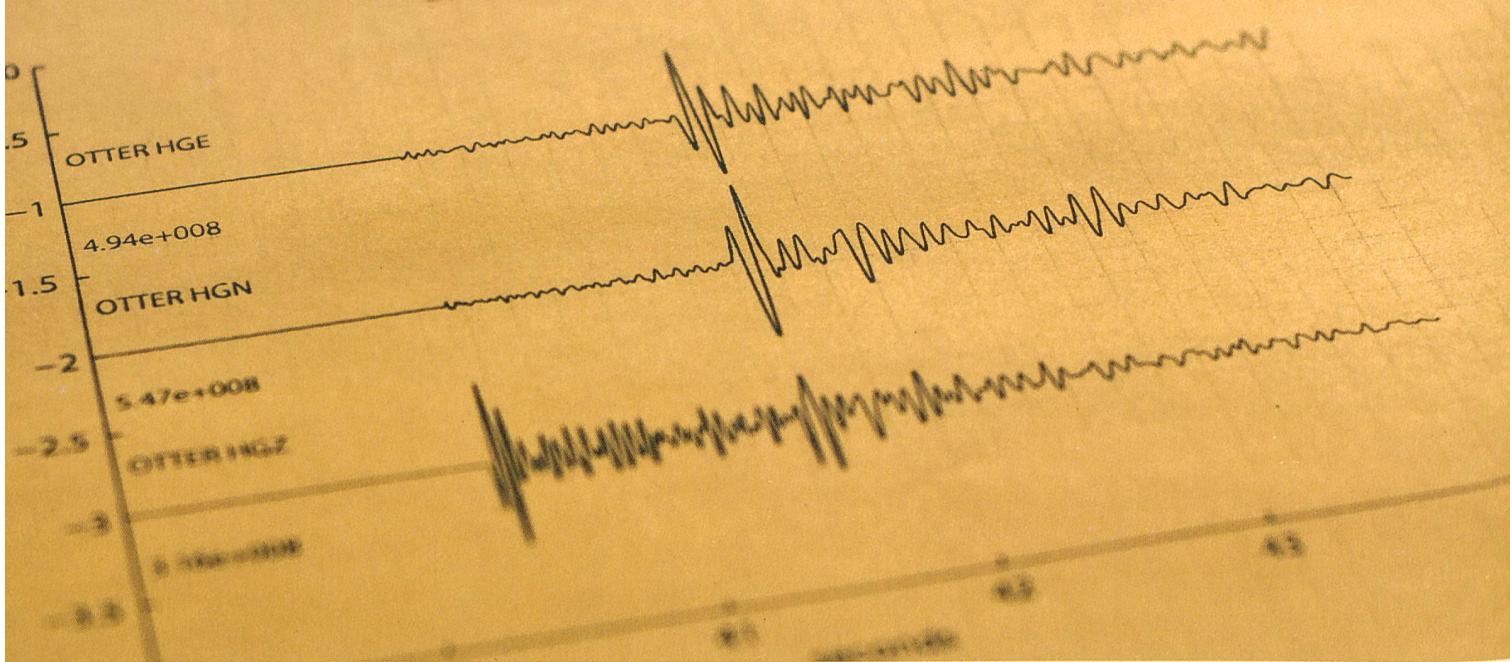
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



## Antworten aus dem Untergrund

### INTERNET

Forschungsprogramm Geothermie (BFE):  
[www.bfe.admin.ch/forschung/geothermie](http://www.bfe.admin.ch/forschung/geothermie)

Schweizerischer Erdbebendienst:  
[www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch)

Geotherm:  
[www.cces.ethz.ch/projects/nature/geotherm](http://www.cces.ethz.ch/projects/nature/geotherm)

Geiser:  
[www.geiser-fp7.eu](http://www.geiser-fp7.eu)

Die spürbaren Erdstöße in Basel haben das Vertrauen vieler Schweizer in die Tiefengeothermie erschüttert. Die Lehren aus dem Basler Erdwärmeprojekt und das verbesserte Verständnis im Bereich der induzierten Seismizität sind jedoch zentral, um in Zukunft das grosse Potenzial der Tiefengeothermie in der Schweiz ausschöpfen zu können.

Schwankende Blumenvasen, klirrendes Geschirr und zitternde Wände – am Abend des 8. Dezembers 2006 bebt in Basel die Erde: Die Richterskala zeigt eine Magnitude von 3,4. Die Schweizer Bevölkerung ist beunruhigt. Denn das Beben ist nicht natürlichen Ursprungs, sondern auf das Einpressen von Wasser in fünf Kilometer tief gelegene Gesteinsschichten zurückzuführen. Der weltweit erste Versuch, die Enhanced Geothermal System-Technologie (EGS) in Basel kommerziell zu nutzen, wird daraufhin sistiert und nach einer 2009 veröffentlichten Risikoanalyse endgültig eingestellt. Die Ereignisse in Basel haben gezeigt, dass noch ein grosser Forschungsbedarf im Bereich der Erschliessung von tiefengeothermischen Reservoirn und der induzierten Seismizität besteht.

### Keine Stimulation ohne induzierte Mikroseismizität

Aufgrund dynamischer Prozesse im Erdinnern und deren Auswirkungen auf die Plattentektonik ist die natürliche Erdbebenaktivität auf der ganzen Welt mehr oder weniger stark ausgeprägt. Unter induzierter Seismizität versteht man diejenige Erdbebenaktivität, welche beispielsweise durch den Ausbau und Betrieb einer Geothermieranlage ausgelöst wird. Ein bestimmtes Mass an induzierter Mikroseismizität ist dabei die Voraussetzung für die Erschliessung von EGS-Reservoirs: Durch das Hineinpressen von Wasser in den Untergrund wird das warme

Gestein aufgebrochen, wodurch kleine Beben entstehen. «Nur wenn durch hydraulische Stimulationen viele kleine Bruchflächen statt einer grossen Kluft entstehen, kann ein effizienter Wärmeaustausch im Untergrund stattfinden. Zudem müssen die Pfade langfristig offen bleiben», sagt Stefan Wiemer, Direktor des Schweizerischen Erdbebendienstes SED der ETH Zürich. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann über einen geschlossenen Wasserkreislauf das Wasser in 5000 Metern Tiefe auf 200 Grad erhitzt und zur Wärme- und Strombereitstellung wieder an die Oberfläche befördert werden. Die erwarteten Mikrobenen sollten an der Erdoberfläche jedoch nicht verspürt und lediglich von empfindlichen Seismographen aufgezeichnet werden. Nicht so im Falle Basels: Die mehrere Tage andauernde Stimulation löste einige spürbare Erdbeben aus und verursachten Sachschäden in Höhe von schätzungsweise 7 Millionen Franken.

### Lernen aus den Baselbeben

Für Stefan Wiemer ist die Frage «Wie antwortet der Untergrund?» zentral für den Umgang mit seismologischen Risiken und der Erschliessung von geothermischen Reservoirs. In diesem Bereich besteht für Wiemer noch ein grosser Forschungsbedarf: «Die unerwartet heftige Antwort des Untergrunds im Falle des Basler EGS-Projekts hat gezeigt, dass wir die physikalischen Prozesse im Untergrund noch nicht ausreichend verstehen». Um die aus dem Basler

EGS-Projekt gewonnenen Daten aufzubereiten, zu analysieren, zu interpretieren und entsprechende Lehren daraus zu ziehen, hat die ETH Zürich, die EPF Lausanne und das Paul Scherrer Institut im Jahr 2008 mit weiteren Partnern aus Wissenschaft und Industrie das Verbundprojekt Geotherm ins Leben gerufen (vgl. Box). «Die nachhaltige Gewinnung von Wärme aus einer Tiefe von 5000 Metern ist eine enorme Herausforderung und erfordert Kenntnisse aus den verschiedensten Disziplinen. Aber die Lehren aus Basel haben gezeigt, dass wir auf dem besten Wege sind, solche Verfahren sicher zu machen», ist auch Gunter Siddiqi, Leiter im Forschungsbereichs Geothermie beim Bundesamt für Energie (BFE), überzeugt.

### **Fehlende Empirie als Herausforderung**

Die zentrale Herausforderung für ein verbessertes Verständnis der induzierten Seismizität ist die fehlende Empirie: Tiefengeothermieprojekte sind stets mit Millioneninvestitionen

voirs) das Ziel, die induzierten Seismizität auf ein akzeptables Niveau zu verringern. «Dank dem verbesserten Verständnis für die Problematik von induzierten Beben soll das grosse Potenzial der Tiefengeothermie in der Schweiz zukünftig nutzbar gemacht werden. Dies kann mit verfeinerten Messtechniken und Massnahmenkonzepten sowie verbesserter seismischer Gefährdungs- und Risikoanalysen erreicht werden», sagt Wiemer. Dieses Sicherheitsverständnis ist notwendig, um sowohl in der Schweiz als auch weltweit Pilot- und Demonstrationsprojekte durchzuführen, damit dereinst das Potenzial der Tiefengeothermie zu realisiert werden kann.

### **Induzierte Seismizität – ein Thema von internationaler Relevanz**

Die Ereignisse in Basel und die dadurch intensivierten Forschungsanstrengungen zur induzierten Seismizität haben dazu geführt, dass sich die Schweiz in diesem Bereich ein weltweit einzigartiges Know-how ange-

### **EIN BESTIMMTES MASS AN INDUZIERTER MIKROSEISMIZITÄT IST DABEI DIE VORAUSSETZUNG FÜR DIE ERSCHLIESSUNG VON EGS-RESERVOIRS.**

verbunden, ohne dass die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen erwiesen und der Beweis einer routinemässigen, sicheren Machbarkeit erbracht ist. So waren im Falle des Basler EGS-Projekts bis zum Zeitpunkt des Projektabbruchs bereits Investitionen in der Höhe von 56 von insgesamt 80 Millionen Franken getätigten worden. Neben der fehlenden Planungssicherheit ist auch die gesellschaftliche Akzeptanz ein weiterer Faktor, welcher die Umsetzung von Tiefengeothermieprojekten unter Umständen erschweren kann: «Die wirtschaftliche Optimierung des Projektes sollte in diesem Technologiestadium nicht im Vordergrund stehen – weniger dicht besiedeltes Land ist einem bereits vorhandenen Fernwärmennetz vorzuziehen», so Stefan Wiemer.

«Die Einführung neuer Technologien ist immer mit Risiken verbunden. Die fehlenden Erfahrungswerte können jedoch durch einen internationalen Wissens- und Datenaustausch kompensiert werden», ist er überzeugt. Dies geschieht zurzeit unter anderem im Rahmen des bereits erwähnten Projekt Geotherm sowie im Rahmen weiterer nationaler, europäischer und internationaler Projekte. Auf europäischer Ebene verfolgt beispielsweise das Forschungsprogramm Geiser (Geothermal Engineering Integrating Mitigation of Induced Seismicity in Reser-

eignet hat. Im Rahmen der Internationalen Partnerschaft für geothermale Technologie IPGT setzt sich die Schweiz im Verband mit den USA, Island, Australien und Neuseeland seit 2010 für die Weiterentwicklung der Tiefengeothermie ein. Im Vordergrund stehen im Lichte der Erfahrungen, welche aus dem Basler EGS-Projekt gewonnen werden konnten, vor allem die induzierte Seismizität sowie Stimulationsmethoden.

Die Thematik der induzierten Seismizität ist aber nicht nur für die Weiterentwicklung der Tiefengeothermie von grosser Bedeutung, sondern wird je länger je mehr auch in anderen Bereichen relevant: Bei der Öl- und Gasförderung wird mit der Hydraulic Fracturing- oder Fracking-Technik bis in Tiefen von mehreren tausend Metern vorgedrungen. Und bereits seit über vierzig Jahren werden weltweit Abwasser und unverwertbare Gase in unterirdische Gesteinsschichten injiziert. Bei all diesen Eingriffen in den Untergrund spielt die Frage, wie die damit gekoppelten seismischen Risiken am besten gehandhabt werden können, eine wichtige Rolle. Wie sinnvoll und umweltverträglich die jeweiligen Zielsetzungen auch sind: Die Thematik der induzierten Seismizität wird die Forschungsgemeinschaft noch über Jahre hinweg beschäftigen.

(din)

### **Geotherm – besseres Verständnis für Prozesse in geothermischen Reservoirn**

Die Ereignisse in Basel haben gezeigt, dass im Bereich der Enhanced Geothermal System-Technologie und der induzierten Seismizität ein substantieller Forschungsbedarf besteht: Unter der Federführung der ETH Zürich wurde deshalb 2008 das Projekt Geotherm ins Leben gerufen. Es beschäftigt sich mit der Datenaufbereitung des Basler EGS-Projekts sowie allgemein mit den Prozessen in tiefen geothermischen Reservoirn. Die EGS-Grundlagenforschung wird dabei in Zusammenarbeit mit der ETH Lausanne, dem Paul Scherrer Institut, der Universität Bonn, der AF-Consult Switzerland AG und der Geopower Basel AG vorangetrieben. Finanziell unterstützt wird Geotherm vom Kompetenzzentrum für Umwelt und Nachhaltigkeit CCES der ETH sowie vom Bundesamt für Energie.

Unter anderem steht die Permeabilitätserzeugung, also die Schaffung von Durchlässigkeit im Gestein für Flüssigkeit oder Gase, sowie die Stimulation von physikalischen Prozessen und Gestein-Wasser-Interaktionen im Vordergrund. 2011 wurden einige wichtige Ergebnisse von ETH-Forscherinnen und -Forschern zur Thematik der induzierten Seismizität publiziert: Auf Basis des Datensatzes aus dem Basler EGS-Projekt wurde ein sechsständiges Vorhersagemodell entwickelt, welches Auskunft über Menge und Stärke der Erdbeben während der hydraulischen Stimulation geben soll. Das Modell ermöglicht es Projektbetreibern frühzeitig, die Injektion von Wasser in den Untergrund zu moderieren oder sogar abzubrechen, bevor ein grösserer Erdstoss auftritt. Eine detaillierte Analyse der seismischen Wellenformen hat zudem gezeigt, dass die Spannungsabfälle – ein Massstab für die frei gesetzte Energie und Ursache für Erdbeben – grösser werden, je weiter man sich vom Bohrloch entfernt. Ob dieses Resultat auch für andere stimulierte EGS-Reservoirs gilt, ist momentan Gegenstand der Forschung. «Dank dem Forschungsprojekt Geotherm konnten viele wertvolle Erkenntnisse aus dem Basler EGS-Projekt gewonnen werden. Aufgrund der wachsenden Relevanz des Themas sind bereits zwei Folgeprojekte in Planung», sagt Keith Evans, Geotherm-Projektleiter der ETH-Zürich.