

Zeitschrift: Energieia : 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

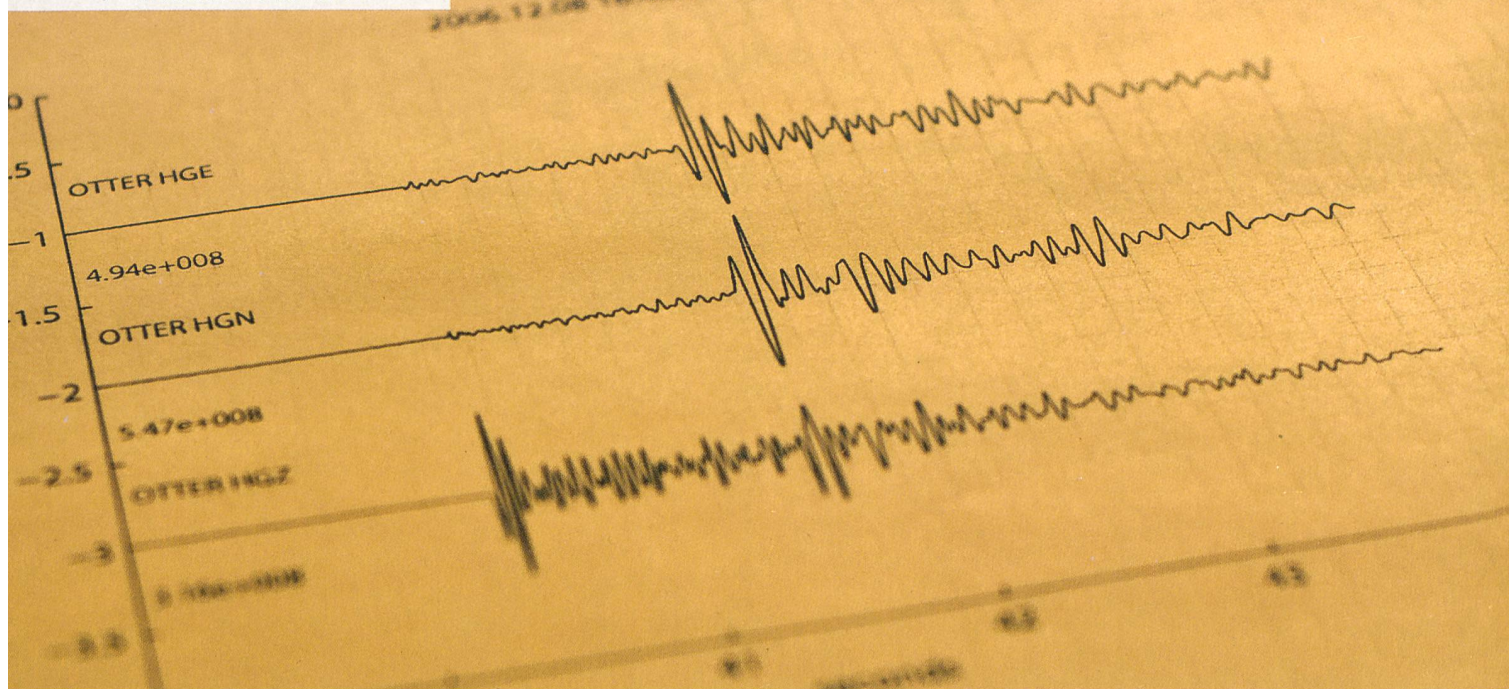
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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

Schweizerischer Erdbebendienst:
www.seismo.ethz.ch

Geotherm:
www.cces.ethz.ch/projects/nature/geotherm

Geiser:
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 tiefeingeothermischen Reservoiren und der induzierten Seismizität besteht.

Keine Stimulation ohne induzierte Mikro-seismizität

Aufgrund dynamischer Prozesse im Erdinneren 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 Mikro-seismizität ist dabei die Voraussetzung für die Erschliessung von EGS-Reservoiren: 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 Mikrobeben 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 Reservoiren. 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 aufzube-
reiten, 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 Herausforde-
rung und erfordert Kenntnisse aus den ver-
schiedensten 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 Bun-
desamt für Energie (BFE), überzeugt.

Fehlende Empirie als Herausforderung

Die zentrale Herausforderung für ein verbes-
sertes Verständnis der induzierten Seismizität
ist die fehlende Empirie: Tiefengeothermie-
projekte 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 verbes-
serter seismischer Gefährdungs- und Risiko-
analysen erreicht werden», sagt Wiemer.
Dieses Sicherheitsverständnis ist notwendig,
um sowohl in der Schweiz als auch weltweit
Pilot- und Demonstrationsprojekte durch-
zuführen, damit dereinst das Potenzial der
Tiefengeothermie zu realisiert werden kann.

Induzierte Seismizität – ein Thema von internationaler Relevanz

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

**EIN BESTIMMTES MASS AN INDUZIRTER MIKROSEISMIZITÄT IST DABEI DIE VORAUSSETZUNG FÜR DIE
ERSCHLISSUNG 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 Projek-
tabbruchs bereits Investitionen in der Höhe
von 56 von insgesamt 80 Millionen Franken
getätigt worden. Neben der fehlenden Pla-
nungssicherheit 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 be-
siedeltes Land ist einem bereits vorhandenen
Fernwärmenetz vorzuziehen», so Stefan
Wiemer.

«Die Einführung neuer Technologien ist
immer mit Risiken verbunden. Die feh-
lenden 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 Tie-
fengeothermie ein. Im Vordergrund stehen
im Lichte der Erfahrungen, welche aus dem
Basler EGS-Projekt gewonnen werden konn-
ten, vor allem die induzierte Seismizität so-
wie 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 an-
deren Bereichen relevant: Bei der Öl- und
Gasförderung wird mit der Hydraulic Fractu-
ring- oder Fracking-Technik bis in Tiefen von
mehreren tausend Metern vorgedrungen.
Und bereits seit über vierzig Jahren werden
weltweit Abwässer 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 Forschungs-
gemeinschaft noch über Jahre hinweg be-
schäftigen.

(din)

Geotherm – besseres Verständnis für Prozesse in geothermischen Reservoirs

Die Ereignisse in Basel haben gezeigt, dass
im Bereich der Enhanced Geothermal System-
Technologie und der induzierten Seismizität ein
substanzieller 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 Reser-
voirs. 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 Um-
welt und Nachhaltigkeit CCES der ETH sowie vom
Bundesamt für Energie.

Unter anderem steht die Permeabilitätszerzeu-
gung, 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 sechsstündiges 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 abubrechen, bevor ein grösserer Erdstoss
auftritt. Eine detaillierte Analyse der seismischen
Wellenformen hat zudem gezeigt, dass die Span-
nungsabfälle – ein Massstab für die frei gesetzte
Energie und Ursache für Erdbeben – grösser wer-
den, 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.