

## Basels bewegter, heisser Untergrund

Autor(en): Peter Burri  
Quelle: Basler Stadtbuch  
Jahr: 2006

<https://www.baslerstadtbuch.ch/.permalink/stadtbuch/51d492da-5055-4a31-8e08-c1f34e0f1824>

### Nutzungsbedingungen

Die Online-Plattform [www.baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Angebot der Christoph Merian Stiftung. Die auf dieser Plattform veröffentlichten Dokumente stehen für nichtkommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung gratis zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des vorherigen schriftlichen Einverständnisses der Christoph Merian Stiftung.

### Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Online-Plattform [baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Service public der Christoph Merian Stiftung.

<http://www.cms-basel.ch>

<https://www.baslerstadtbuch.ch>

# Basels bewegter, heisser Untergrund

## Geothermie und Seismizität im Dreiländereck

Peter Burri

Sowohl das Basler Erdbeben von 1356 wie auch der hohe Wärmefluss im Rheintalgraben haben ihre Ursache in der sehr speziellen Geschichte dieses recht mobilen Teils der Erdkruste. Das Geothermieprojekt «Deep Heat Mining» in Basel versucht diese geologischen Eigenheiten der Regio für die zukünftige Energieversorgung der Stadt zu nutzen.

### **Erderschütterungen und Wärmefluss**

Unsere Erde ist in Bewegung, und sie ist heiss: Über 99 Prozent der Erde sind wärmer als 1000 °C, und diese grosse Wärmequelle im Inneren hält unseren Planeten in Bewegung, so wie eine dicke Suppe auf dem Herd aufkocht, nur sehr viel langsamer. Die im Vergleich zum Volumen der Erde äusserst dünne Kruste – sie ist im Verhältnis weniger dick als die Schale um ein Ei – ist in Platten zerbrochen, die, von dem Wärmemotor im Innern angetrieben, sich über die Kugel verschieben. Sie tun dies zwar bloss mit Geschwindigkeiten von höchstens einigen Zentimetern pro Jahr, in den geologischen Zeiträumen von vielen Millionen Jahren ergeben sich daraus aber schliesslich Hunderte oder Tausende von Kilometern, die diese Krustenteile zurücklegen. Die Platten bewegen sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und in unterschiedlicher Richtung, und so ist es unvermeidlich, dass sie sich aneinander reiben, kollidieren, sich gegenseitig blockieren, dann plötzlich wieder in Bewegung kommen. Das erzeugt die Erdbeben, die wir an der Oberfläche wahrnehmen; sie sind das «Knistern» dieser sich ständig bewegenden Erde.

Instabile Zonen der Erde, wie Plattenränder und Gebiete, an denen die Erdkruste aufbricht, sind gleichzeitig auch Stellen, an denen ein höherer Wärmefluss aus dem Erdinnern beobachtet werden kann, so etwa an den Rändern der pazifischen Platte, in Japan, in Indonesien oder auf den Philippinen. Dort findet man sowohl eine Häufung von Erdbeben wie auch einen höheren Wärmefluss, teilweise begleitet von vulkanischer Tätigkeit. Alte, ruhige Platten, an denen es lange Zeit geologisch wenig Bewegung gab oder die sich nur als Ganzes langsam verschieben, wie etwa Skandinavien oder grosse Teile

Kanadas, sind dagegen relativ kühle Gebiete mit niedrigem Wärmefluss und mit sehr geringer Erdbebenaktivität.

## **Basel liegt an der Nordgrenze von Afrika**

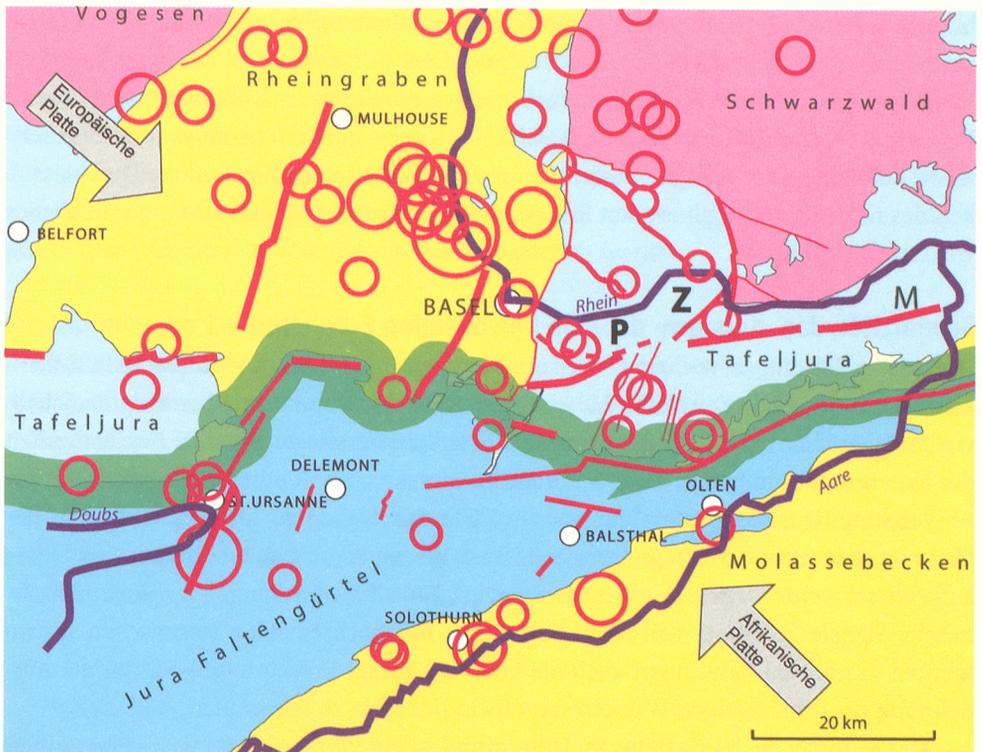
Die Region Basel gehört zu den geologisch mobilen Gebieten der Erde. Vor 35 Millionen Jahren, im Tertiär, begann hier, mitten in einer grossen, relativ stabilen Platte, zu der die ältesten Granite des Schwarzwalds und der Vogesen gehörten, durch das Auseinanderdriften der beiden Gebirge ein Graben einzubrechen, der Rheingraben. Vor etwa 22 Millionen Jahren kam dieses Auseinanderdriften aber weitgehend zum Erliegen; wäre die Bewegung weitergegangen und Europa in seiner Mitte aufgebrochen, würde Basel jetzt am Meer liegen. Zurückgeblieben ist aber eine Schwächezone und eine ausgedünnte Erdkruste mit einem noch immer höheren Wärmegradienten<sup>1</sup>: In 5000 m Tiefe ist es mit 200 °C deutlich wärmer als sonst in dieser Tiefe üblich (150–160 °C).

Die Unruhe in Basels Soussol, die auch für das Beben von 1356 verantwortlich war, hat aber einen anderen Ursprung. Hans Peter Laubscher, der frühere Ordinarius für Geologie in Basel, hat nachgewiesen, dass sich Basel am nördlichen Rand einer Plattengrenzzone befindet, an der sich die afrikanische und die europäische Platte mit etwas weniger als 1 cm pro Jahr aufeinander zubewegen.<sup>2</sup> Afrika trifft hier also auf Europa, wodurch Schwachzonen des Rheingrabenkollapses wieder aufgerissen werden. Ein grosser Teil der Energie der nach Norden stossenden afrikanischen Platte wird heute bereits weit südlich der Alpen aufgefangen, die Bewegungen an der Nordgrenze dieser Platte machen Basel aber immer noch zu einem mässig gefährdeten Erdbebengebiet.

## **Warum Geothermie in Basel?**

Der Rheingraben bietet bessere Ausgangsbedingungen für die Nutzung geothermischer Energie als die meisten anderen Standorte in der Schweiz. Die benötigte Temperatur von etwa 200 °C wird in Basel schon in etwa 5000 m Tiefe angetroffen, in Zürich erst in etwa 6000 m, und in einigen Gebieten des Schweizer Mittellandes müsste die Bohrung über 7000 m tief sein. Dazu erhöht die immer wieder aufgebrochene alte Schwächezone des Rheingrabens die Chance, dass die für die Zirkulation des Wassers notwendige Klüftung (feine Risse im Gestein) entstanden ist. Die Voraussetzungen für Geothermie sind in Basel also dort vorhanden, wo die Energie wirklich gebraucht wird, nämlich nahe beim Fernwärmenetz der Stadt.<sup>3</sup>

Geothermische Energie ist sauber, unbeschränkt im Untergrund vorhanden, und – im Gegensatz zu anderen alternativen Energien – nicht von Faktoren wie Sonnenschein, Wind oder Jahreszeit abhängig. Warum wird bei so vielen positiven Eigenschaften geothermische Energie nicht häufiger genutzt? Für Heizung und Warmwasser gibt es in der Schweiz zwar bereits Tausende von Anlagen, bei denen aus geringen Tiefen mit Wärmepumpen warmes Wasser nach oben gepumpt wird. Für die Erzeugung von Elektrizität



Geologisch-tektonische Karte der Region Basel. Rote Kreise bezeichnen Erdbebenlokationen aus den Jahren 1975 bis 2003. Die Größe der Kreise gibt die relative Stärke der Beben an.

■ Nördliche Begrenzung der Plattengrenzzone zu «Afrika»

braucht man aber viel höhere Temperaturen, die erst in einigen Tausend Metern Tiefe anzutreffen sind. Zudem muss man im Untergrund ein Gestein finden, das porös oder zerklüftet genug ist, damit Wasser in grossen Mengen durchfliessen kann, sonst funktioniert dieser gigantische «Durchlauferhitzer» nicht. Bohrungen auf Tiefen von 5000 m sind sehr teuer, der Betrieb der Anlagen kostet über 100 000 Franken pro Tag, und die Durchlässigkeit des Gesteins lässt sich nie mit Sicherheit vorhersagen. Es bleibt also ein erhebliches wirtschaftliches Risiko.

## **Seismizität, das «Knistern» der sich bewegenden Erde**

Das neben Bohrungen wichtigste Instrument, mit dem ein Geologe in die Tiefe «sehen» kann, ist die Seismik: Durch die Messung der Reflexion von künstlich erzeugten Schallwellen, die sich in der Erde ausbreiten, sind detaillierte Aussagen über die Beschaffenheit des Untergrundes möglich. Diese Methode kommt auch im Geothermieprojekt Basel zur Anwendung. Um das Gestein auf 5000 m Tiefe durchlässig zu machen, hilft man der Natur etwas nach und presst mit grossem Druck Wasser ein, damit bestehende feine Risse aufgeweitet werden. Dieses Aufbrechen erzeugt kleine Erschütterungen, so genannte seismische Signale. Ein Netz von Horchbohrungen mit hochsensiblen seismischen Instrumenten in und um Basel misst auch die kleinsten dieser Erschütterungen, um die Ausdehnung des durchlässigen Wasserreservoirs in der Tiefe zu bestimmen.

Das Aufbrechen des Gesteins im Untergrund ist ein Verfahren, das weltweit tausendfach routinemässig in der Erdölindustrie angewandt wird. Die erzeugten Erschütterungen sind zwar gelegentlich an der Oberfläche wahrnehmbar, so wie Arbeiten mit schweren Maschinen im Tiefbau oder im Bergbau, bei der Bohrung Basel-1 waren von den über 12 000 gemessenen Erschütterungen beim Einpressen von Wasser aber lediglich 0,5 Promille von Menschen spürbar. Drei der Erdstösse waren allerdings stärker als von den Experten erwartet und haben verständlicherweise viele Leute in der Stadt erschreckt. Objektiv gesehen handelt es sich bei den jetzt von Menschen wahrgenommenen Beben von Magnitude 2,4 bis 3,4 aber um schwache bis sehr schwache seismische Ereignisse, vergleichbar mit natürlichen Beben, die in dieser Grössenordnung jedes Jahr mehrmals die Nordwestschweiz oder den Rheintalgraben erschüttern, die jedoch viel zu wenig Energie haben, um Schäden anzurichten. Ein Ereignis wie das Basler Beben von 1356 hatte eine Energie, die rund 30 000 mal höher war als die stärksten durch das Geothermieprojekt erzeugten Bewegungen; die zwei Beben lassen sich daher in keiner Weise vergleichen.

Das dichte Netz der Horchbohrungen, das die seismischen Bewegungen der Erde unter der Stadt registriert und mit dem das Projekt rund um die Uhr überwacht wird, erlaubt es nun, die natürlichen Beben der Region besser zu erfassen und zu studieren. Die Messungen des Geothermieprojektes werden vom Schweizerischen Erdbebendienst der ETH betreut und ausgewertet, der damit die einmalige Chance erhält, das Verständnis der Seismizität in der Nordwestschweiz zu vertiefen. Solche Grundkenntnisse sind wertvoll

für die Erstellung von Gefahrenkarten und vielleicht in Zukunft für die Vorhersage von Erdbeben und die Prävention zur Schadenminimierung. Für diese wichtigen Studien braucht es aber nicht nur genaue geophysikalische Daten, sondern auch gut ausgebildete Geologen mit exzellenten Kenntnissen der lokalen Geologie. Diese Voraussetzungen sind durch den geplanten Abbau der Erdwissenschaften an der Universität Basel heute leider sehr infrage gestellt. Basel verliert seine Expertise und sein geologisches Urteilsvermögen just in dem Moment, in dem diese besonders wichtig werden.

## Geothermie, die Zukunft

Die kürzlich beim «Deep Heat Mining»-Projekt in Basel aufgetretenen Probleme zeigen, dass auch eine saubere Energie wie die Erdwärme nicht ohne Risiken ist; diese Restrisiken müssen erfassbar und vertretbar sein. In einer Zeit, in der wir uns auf eine Entwöhnung von Erdöl und Erdgas vorbereiten müssen und in der keine auch nur annähernd gleich potente alternative Energiequelle vorhanden ist, können wir es uns aber nicht leisten, die Forschung zur Nutzung der reichsten Energie unseres Planeten, der Erdwärme, schon nach den ersten Schwierigkeiten aufs Spiel zu setzen.

### Anmerkungen

- 1 Zunahme der Temperatur mit der Tiefe; im weltweiten Durchschnitt 3 °C pro 100 m.
- 2 Laubscher, Hans Peter: Zur Geologie des Erdbebens von Basel 1356, in: Meyer, Werner (Hg.): «Da verfiel Basel überall», Basel 2006.
- 3 Häring, Markus/Kindhauser, René: Geothermie. Energie aus der Erde, hg. von Geopower Basel, Basel 2005.



Riss am Münster unter dem Glücksrad, wohl eine Folge des Erdbebens von 1356