

Betr.: Beiträge GtE Heft 54 Jan - März 2007

**S. 19 Risikotechnologie Geothermie? – Beben in Basel W. Bussmann**

**S. 21 Induzierte Seismizität – Ein Problem der Geothermie? H. Rüter**

**S. 24 Seismisches Risiko bei geothermischen Reservoirstimulationen –  
Eine seismologische Betrachtung des Basler Bebens. S. Baisch, R. Weidler**

Sehr geehrte Herren,  
nach vielen emotionalen Berichterstattungen und Kommentaren in Presse und Fernsehen finde ich es auch gut, wenn sich Experten aus ihrer Sicht über die „Basler Beben“ äussern.

Es ist bewiesen, dass die Beben in Basel bis Stärke 3.4 durch die Geothermiebohrung und das Verpressen ausgelöst wurden.

Es ist nicht bewiesen, dass vorhandene Spannungen im Untergrund in etwa 5000m Teufe vorgelegen haben müssen, um diese Kleinbeben zu erzeugen. Auch wenn man ein Erdbeben durch die vorliegende Plattentektonik in Basel für möglich hält, sind die dazu bereits vorhandenen bzw. notwendigen Spannungen nicht oder nur sehr grob abschätzbar.

Mit der Berechnung von Wahrscheinlichkeiten ( $10^{-12}$ , S. 23, H. Rüter) kann man die Basler Bevölkerung nicht beruhigen. Das hat auch bei der Kerntechnik nicht funktioniert und keine Aussage über das Auftreten und die Schäden in Tschernobyl, Harrisburg, Sellafield etc. ermöglicht. Statistik kann sehr schön und hilfreich sein, ist aber in diesem Zusammenhang unbrauchbar.

Als Werkstoffwissenschaftler und „Bruchmechaniker“ ist mir unklar, wie

so bei allen Analysen so getan wird, als ob man mit den Kleinbeben in Basel ein grösseres Beben verhindern bzw. das Risiko reduzieren könnte. Nach den Rissmechanik-Theorien in Festkörpern (was auch für die Felsmechanik zutreffen sollte) lässt sich zeigen, dass grosse Spannungsfelder durch Risse nur in einem kleinen Umfeld abgebaut werden, wie das die Grundgleichungen von Sneddon, Irwin, Williams u.a. [1-3] zeigen. Selbst wenn im Untergrund von Basel in einem Spannungsfeld Risse von ca.  $2a = 500\text{m}$  Länge erzeugt wurden, hat das überhaupt keinen Einfluss auf globale Spannungsfelder und deren Energien aus der Plattentektonik, die Erdbeben in einer Tiefe von 20-50km auslösen. Es lässt sich leicht errechnen, dass in einem Abstand von der vierfachen Risslänge  $8a$  (d.h. in ca. 2km Entfernung) das globale Spannungsfeld nur noch geringfügig von dem vorhandenen Riss beeinflusst ist. Die Abklingfunktion beträgt etwa  $1/\sqrt{2\pi \cdot r}$  (mit dem Abstand  $r$  vom Rissende). Die im Verhältnis zu einem Erdbeben der Stärke  $>5$  freigesetzte Energie ist vernachlässigbar gering. Die lokale Entspannung, wie sie in der Technik z.B. bei der Eigenstressanalyse vorgenommen und ausgenutzt wird, hängt zudem stark von

der Anisotropie des Untergrundes, der erzeugten Rissrichtung und -fläche sowie der Rauheit bzw. Verhakung der Rissflächen ab.

Der Verpressdruck wirkt sich in einer Normalspannung  $\sigma$  aus, die die Rissbeanspruchung (Spannungsintensität mit Risslänge  $a$ ) als Mode I mit  $K_I = \sigma \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \cdot Q_I$  beschreibt. D.h. dass der Riss in einem homogenen Material nur zum Stillstand kommt, wenn die treibende Spannung aus dem Verpressdruck stärker abnimmt, als die Wurzel aus der Risslänge zunimmt. Deshalb wird bei bereits vorhandenen grösseren Rissen die erneute spontane Rissverlängerung (und die Energiefreisetzung) auch stärker zunehmen. Die zweite treibende Komponente für die Rissausbreitung sind die ggf. im Untergrund vorhandenen Scherspannungen  $\tau$ , die als Mode II mit  $K_{II} = \tau \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \cdot Q_{II}$  bruchmechanisch beschrieben werden. Für die Auslösung des Risswachstums ist vermutlich die Überlagerung von Mode I und II entscheidend, für die dynamische Ausbreitung mit grossen Rissverlängerungen vor allem evt. globale Schubspannungen und der Mode II.

Es wundert mich, dass in Zusammenhang mit den Basler Beben auch noch Freude geäussert wird, dass man nun tatsächlich grössere Risse erzeugt hat und auf dem richtigen Weg ist. Dass man so nicht einfach weitermacht, hat der Abbau des Bohrturms ja gezeigt. Basel liegt nicht in China und die Bevölkerung weiss sich mit demokratischen Mitteln zu wehren.

Es ist klar, dass die Basler über die Erschütterungen erschrocken waren. Es ist auch klar, dass speziell die Basler sensibel auf Erdbeben reagieren, da sie ein historisches Gedächtnis haben und das grosse Erdbeben vor ca. 650 Jahren nicht vergessen ist. Es ist ein Unterschied, ob sich ein solches Beben

durch eine Gasexploration in einem dünn besiedelten Gebiet oder durch eine gewollte „Durchlässigkeitserhöhung“ im Basler Stadtgebiet ereignet, ob das Zentrum in 5km oder in 20km Tiefe liegt. Setzungen in Bergbaugebieten oder durch Staudämme haben eine andere Qualität und veralbernde Bemerkungen über die aufgetretenen Schäden (S. 23) sind fehl am Platze und leisten der Geothermie einen Bärendienst.

[1] Sneddon, J.N.: The Distribution of Stress in the Neighborhood of a Crack in an Elastic Solid. Proc. Roy. Soc. London, Vol. A, 187 (1946), pp. 229-260.

- [2] Irwin, G.R.: Analysis of Stress and Strains near the End of a Crack Traversing a Plate. Trans. ASME (J. Appl. Mech.), Vol. 79 (1957), pp. 361-364.
- [3] Williams, M.L.: On the Stress Distribution at the Base of a Stationary Crack. Trans. ASME (J. Appl. Mech.), Vol. 79 (1957), pp. 109-114.

**Kontakt:**

Dr.-Ing. Klaus F. Stärk, Langacherstr. 11, CH-5417 Untersiggenthal, T.(p) +41/56/2882467, T.(d) +41/56/2054282, E-mail: [klaus.staerk@power.alstom.com](mailto:klaus.staerk@power.alstom.com)