

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 95 (2004)
Heft: 2

Artikel: Strom aus Erdwärme wird Wirklichkeit
Autor: Tenzer, Helmut
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857906>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

Strom aus Erdwärme wird Wirklichkeit

Hot-Dry-Rock-Verfahren schafft internationale Aufmerksamkeit

Die Erzeugung von Strom aus Erdwärme soll auch in unseren Breitengraden bald Realität werden. Ein Pilotprojekt in Bad Urach (südlich von Stuttgart) und ein Projekt in der australischen Wüste liefern sich ein Kopf-an-Kopf-Rennen. Derzeit ist das deutsche Hot-Dry-Rock-Kraftwerksprojekt (HDR) eine Nasenlänge den Australiern voraus, berichtet die Geothermie-Vereinigung. Das deutsche Projekt, das vom Bundesumweltministerium mit 6,5 Mio. Euro unterstützt wird, soll 2004 bereits Strom liefern. Auch je ein Projekt in Basel und in Genf stehen kurz vor der Realisierung.

Richtungsweisendes Instrumentarium zur Beurteilung der Verhältnisse in der Tiefe

Nachdem in der vorangegangenen Forschungsphase des Pilotprojekts in Bad Urach (D) der erste Teil des unterirdischen Wärmetauschers erfolgreich erstellt werden konnte, soll nun eine zweite Bohrung in rund 4500 Metern Tiefe erfolgen. Über diese soll das Kluftnetz erweitert und Anschluss an das vorhandene System geschaffen werden. Damit kann dann Wasser durch eine Bohrung in den Untergrund gepresst werden, sich dort erhitzen und über die zweite wieder an die Oberfläche gelangen, um die Turbine anzutreiben.

Entscheidend für die wirtschaftliche Beurteilung eines HDR-Systems ist die genaue Kenntnis über die Möglichkeiten des Wärmeentzugs aus dem im Untergrund geschaffenen Wärmetauscher. «Dort beeinflussen komplexe Abläufe und Zusammenhänge zwischen thermischen, hydraulischen und geomechanischen Prozessen die tatsächlich nutzbare Energieausbeute», so Projektleiter Helmut Tenzer. Gemeinsam mit dem Zentrum für Angewandte Geowissenschaften der Universität Tübingen wird die Uracher Projektgruppe ein 3D-Wärmeextraktionsmodell entwickeln, das

eine präzise Berechnung dieser Vorgänge an jedem Standort ermöglicht. «Die Wissenschaftler um Olaf Kolditz bringen mit ihrem entwickelten Programm Rockflow/GeoSys eine wichtige Komponente ein», erklärt der Projektleiter. Dadurch soll ein auch für Folgeprojekte richtungsweisendes Instrumentarium zur Beurteilung der Verhältnisse in der Tiefe erstellt werden.

Im Vorfeld der Planungen hatten die deutschen Projektleiter damit gerechnet, dass sie hilfreiche Informationen aus Australien bekommen könnten. In der Wüste des Cooper Basins wird derzeit an einem ähnlichen Kraftwerk (<http://www.geodynamics.com.au>) mit einer vorgesehenen installierten Leistung von 280 MW gebaut. Die Wissenschaftler

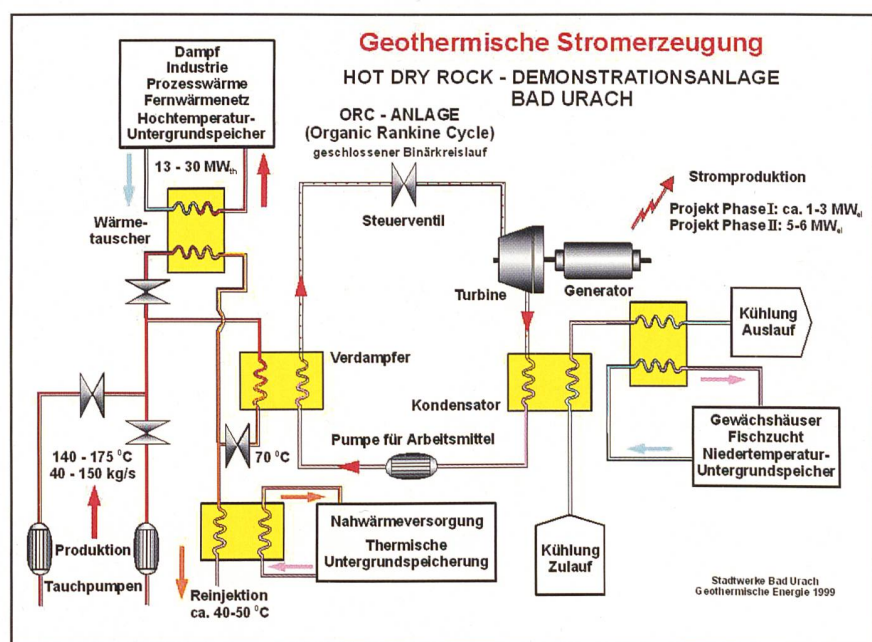
sind sich einig darüber, dass HDR-Systeme zukünftig eine bedeutende Rolle bei einer von fossilen Rohstoffen unabhängigen Stromversorgung spielen werden.

Überblick über das Forschungsprogramm

Das im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms der Bundesregierung vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderte und vom Projektträger Jülich administrativ betreute Forschungsvorhabens umfasst folgende Arbeitsschwerpunkte: Weiterentwicklung, Nachweis und Demonstration standortunabhängiger HDR-Konzeptionen zur Strom- und Wärmegewinnung aus heissem Tiefengestein unter Berücksichtigung geologischer, hydraulischer, technischer und wirtschaftlicher Anlagenparameter für die Ermittlung von Basisdaten einer HDR-Pilotanlage.

Verfahrensbeschreibung

Über eine erste rund 4600 m tiefe Bohrung werden natürliche Risse im Untergrund mit hohem Wasserdruck geöffnet, d. h. wieder wassergängig gemacht. Da-

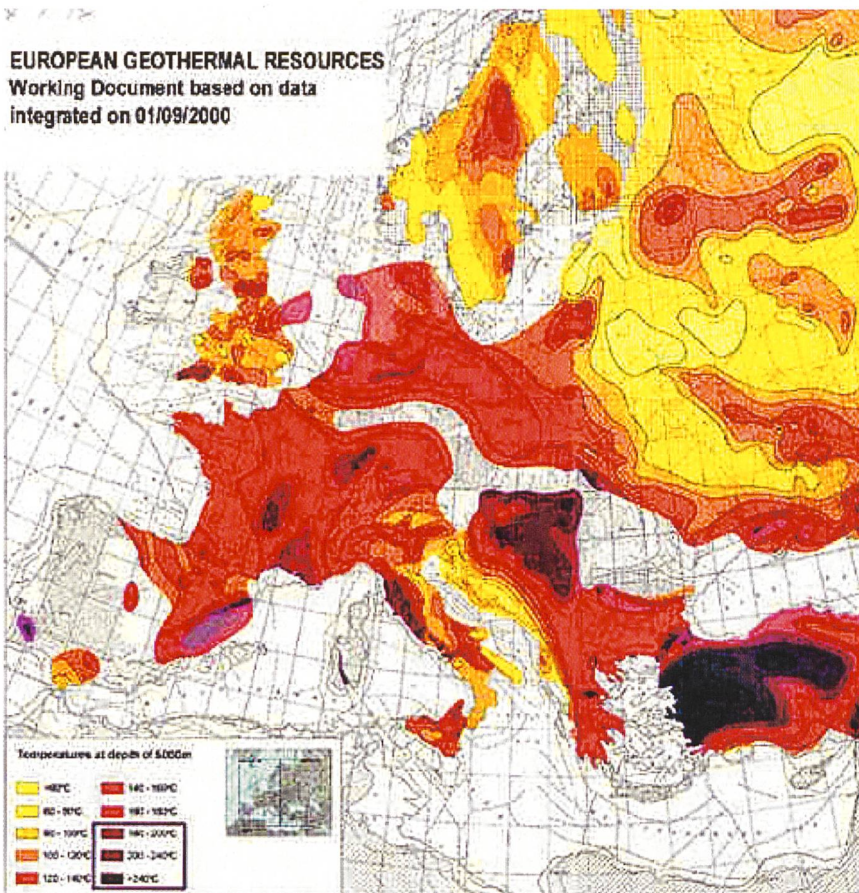


HDR-System: Wirkungsweise des geothermischen Hot-Dry-Rock-Kraftwerksprojekts Bad Urach (Bilder: Copyright www.geothermie.de).

Quellen:

Helmut Tenzer
Geothermische Vereinigung e.V.
Gartenstr. 36
D-49744 Geeste

www.geothermie.de
www.ptc.ch
www.badische-zeitung.de

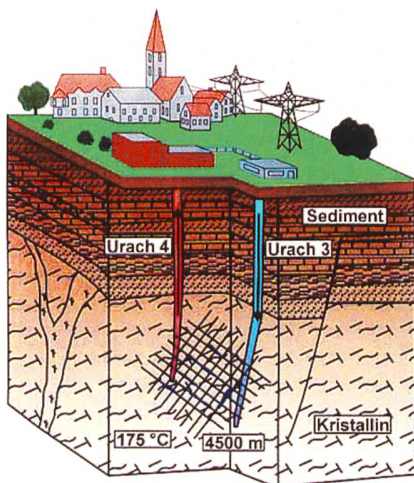


Geothermische Quellen in Europa (Temperaturverteilung in 5000 m Tiefe).

mit wurde die Grundlage für den unterirdischen Wärmetauscher gelegt. Mit Schallwellen werden die Wasserdurchlässigkeiten geortet. Diese Ergebnisse dienen dazu, einen möglichst optimalen Ansatzpunkt für die zweite Bohrung zu finden. Wieder werden mit hohem Wasserdruck die im Untergrund vorhandenen Risse gezielt geöffnet und mit dem anfangs geschaffenen ersten Teil des Wär-

metauschers verbunden. Kaltes Wasser wird in Untergrund gebracht, erwärmt sich dort auf etwa 175–200 °C und wird nach oben gefördert. Dort gibt es seine Energie über einen nun «konventionellen» Wärmetauscher an ein Arbeitsmittel ab, das schon bei rund 30 °C verdampft und eine Turbine zur Stromerzeugung antreibt. Nach der Optimierung des Verfahrens, d. h., wenn den Kunden eine sichere Versorgung garantiert werden kann, lässt sich auch eine Wärmeversorgung einbinden.

Das Wasser verdampft übrigens trotz der hohen Temperaturen im Untergrund nicht, da es durch den hohen Druck der auf ihm lastenden Wassersäule am Sieden gehindert wird. Das Wasser wandert auf künstlich erweiterten natürlichen Rissen zwischen den beiden Bohrungen in einem geschlossenen Zirkulationssystem. Das heiße Wasser erzeugt über einen Wärmetauscher in einem zweiten Kreislauf aus einem bei etwa 30° siedenden Arbeitsmittel den Dampf, mit dem dann eine Turbine angetrieben wird. Über einen Generator kann nun Strom erzeugt werden. Das abgekühlte Wasser wird anschliessend wieder in den Untergrund verpresst. Der Kreislauf kann von Neuem beginnen.



Geothermische Stromerzeugung und Nutzung in Bad Urach.

Beispielhaft für viele Regionen in Europa und auch weltweit

Bei Bad Urach handelt es sich um den derzeit einzigen deutschen HDR-Standort, der eine derartig in grosser Tiefe erreicht. Seine geologischen Rahmenbedingungen sind wegen der vorangegangenen Forschungsarbeiten weitgehend bekannt. Die noch zu klärenden Fragestellungen für eine Übertragung der in

Basel plant Geothermie-Heizkraftwerk

Ein Geothermiekraftwerk auf Basler Boden wird immer wahrscheinlicher. Die Kantonsregierung will für das weltweit einmalige Projekt nun 32 Millionen Franken zuschiessen. Probebohrungen in unmittelbarer Nähe des Zollamts Weil-Otterbach machen die Forscher zuversichtlich, dass sich das Gestein zur Energiegewinnung eignet.

Bis im Jahr 2008 will Basel ein Pilot-Heizkraftwerk bauen, das nach dem so genannten Hot-Fractured-Rock-Verfahren Strom und Wärme in 5000 Haushalte liefern soll. «Es sieht sehr gut aus», freut sich Daniel Moll, Anlagenleiter bei den Industriellen Werken Basel (IWB). Das Projekt sei politisch breit abgestützt, die erforderliche Zustimmung des Parlaments nicht minder chancenreich als die technische Machbarkeit.

Die Gesamtkosten werden auf rund 86 Millionen Franken veranschlagt. Die Energieversorgung Baselland will sich mit rund sechs Millionen Franken beteiligen, der Kanton Baselland und weitere Schweizer Energiebetreiber haben Interesse angemeldet. Läuft die Finanzierung nach Plan, wird sich im Frühjahr 2004 ein Bohrer rund 5000 Meter tief in die Erde fressen.

Genf ist für das nächste Projekt prädestiniert

Potenzielle Standorte für weitere Schweizer Hot-Fractured-Rock-Projekte wurden aufgrund von geologischen Überlegungen sowie im Hinblick auf eine mögliche Wärmelieferung an ein Verteilnetz überprüft. Dabei hat sich neben Basel auch Genf als vorteilhafte Lage herausgestellt. In der Umgebung der Rhône-Halbinsel Aïre soll im Jahre 2005 mit den Arbeiten für eine Explorations- bzw. Hochbohrung begonnen werden.



Auslauf aus dem Bohrlochkopf der Urach 3.

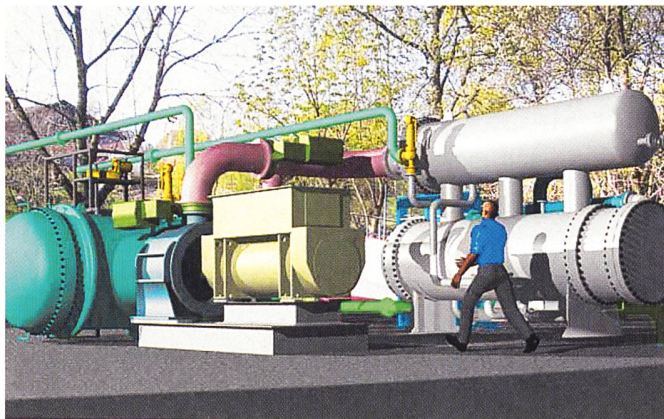
Soultz (F) erreichten Forschungsergebnisse auf andere geologische Formationen lassen sich hier also auch unter dem Gebot des wirtschaftlichen Einsatzes von Forschungsmitteln zu Konditionen klären, die kein anderer Standort anzubieten hätte. Bad Urach liegt am Rand der Schwäbischen Alb südöstlich von Stuttgart. Die Ergebnisse wären beispielhaft für viele Regionen in Europa und auch weltweit. Der Erkundungsaufwand auch für andere geologische Rahmenbedingungen könnte drastisch reduziert, das Verfahren global eingesetzt werden.

In einem ersten Ausbauschritt soll die Uracher Pilotanlage rund 1 MW Strom liefern. Dafür wird im Untergrund eine Wärmeaustauschfläche von 3 bis 4 km² benötigt. Zuerst müssen noch in der Bohrung Urach 3 verschiedene Tests zur Erweiterung der Rissysteme durchgeführt werden. Wenn diese erfolgreich verlaufen, wird eine zweite Tiefbohrung bis auf etwa 4500 m niedergebracht. Dann wird das grosse Zirkulationssystem zwischen den beiden Bohrungen als Wärmetauscher geschaffen. Der Beginn der Testarbeiten war im Frühjahr 2002.

Europäisches Hot-Dry-Rock-Forschungsprojekt Soultz-sous-Forêts

Das geothermische Forschungsvorhaben für die Wärmegewinnung aus heißen Tiefengesteinen begann schon 1987 in Soultz-sous-Forêts am westlichen Rand des Oberrheingrabens, rund 50 km nördlich von Strassburg (F). Ausgangspunkt für die Untersuchungen waren die erhöhten Temperaturen im Untergrund des Oberrheingrabens (Wärmeanomalie),

ORC-Turbine (Organic Rankine Cycle).



Aufbau der Pumpen für den hydraulischen Stimulationstest in der Urach 3.



die in einer Vielzahl von Ölbohrungen beobachtet wurden. Durch massive hydraulische Stimulationsexperimente in zwei 3,2 km und 3,9 km tiefen Bohrungen, die etwa 450 m voneinander entfernt sind, konnte in Soultz in 3500 m Tiefe zwischen 1994 und 1996 ein rund 3 km² grosses Riss- und Kluftsystem erzeugt werden. In einem vier Monate langen Zirkulationsexperiment wurde bei einer Fließrate von 25 kg/s und einer Produktionstemperatur von über 140 °C eine thermische Dauerleistung von 10–11 MW erzielt. Der Eigenverbrauch der Anlage betrug 200–250 kW elektrisch.

Das Pilotkraftwerk wird in zwei Phasen gebaut. In der ersten Phase von 2001

bis 2004 wird der untertägige Teil der Anlage erstellt. Vorgesehen ist ein System mit einer zentralen Injektionsbohrung und zwei peripheren Produktionsbohrungen. Die vorhandene Bohrung GPK-2 ist dabei als eine der Produktionsbohrungen vorgesehen. Die GPK-3 und GPK-4 werden als Richtbohrungen im Granit von der gleichen Plattform aus abgeteufelt, wobei die Bohrlochköpfe 6 und 12 m vom Bohrlochkopf der GPK-2 entfernt sind. Die Bohrungen werden im Granit so abgelenkt, dass untertägig die offenen Bohrlöcherbereiche (4500 m – 5000 m) rund 600 und 1200 m vom offenen Bohrlöcherbereich der GPK-2 (4431 m – 5084 m) entfernt sind.

Une attention internationale est accordée au procédé Hot-Dry-Rock

La production d'électricité à partir de la géothermie sera bientôt réalité sous nos latitudes. Un projet pilote à Bad Urach (au sud de Stuttgart) et un projet dans le désert australien se livrent une course coude à coude. A l'heure actuelle, le projet allemand de centrale Hot-Dry-Rock (HDR) a une longueur d'avance sur les Australiens, rapporte l'association de géothermie. Le projet allemand, soutenu par le ministère fédéral de l'environnement avec 6,5 millions d'euros devrait déjà fournir de l'électricité en 2004. Un projet à Bâle et un autre à Genève doivent être bientôt réalisés.