

ENERGIEVERSORGUNG

Die Alpen – eine Modellregion für geothermische Technologieentwicklung?

DER ENERGIEMIX DER ZUKUNFT SOLL ÖKOLOGISCH VERTRÄGLICH, RESSOURCENSICHER UND NACHHALTIG SEIN. DIE GEOTHERMIE MIT IHREM ENORMEN POTENTIAL ZUR GRUNDLASTVERSORGUNG MIT STROM UND/ODER WÄRME WIRD DABEI IMMER INTERESSANTER. SIE STEHT RUND UM DIE UHR ZUR VERFÜGUNG UND IST NUR MIT SEHR GERINGEN CO₂-EMISSIONEN VERBUNDEN.

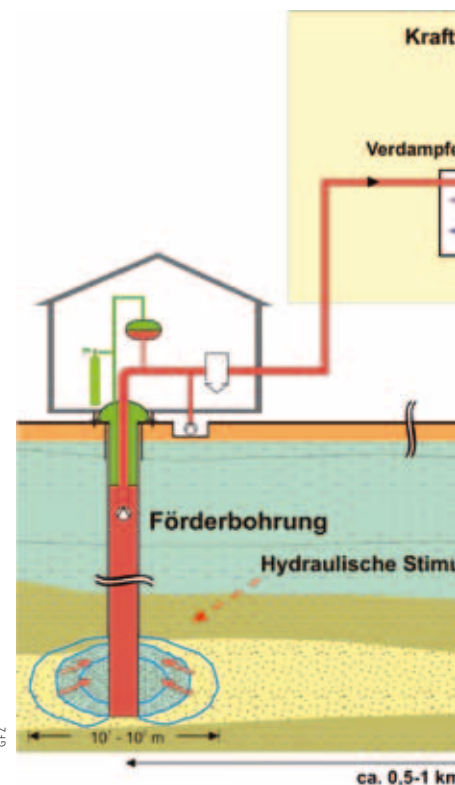
Abb. 1: Schema geothermischer Stromerzeugung nach dem ORC-Prinzip (Organic-Rankine-Cycle) mit einer Bohrungsdublette. Über die erste Bohrung (Förderbohrung) wird das Wasser aus der Tiefe gefördert und nach seiner thermischen Nutzung im Kraftwerk über die zweite Bohrung (Injektionsbohrung) wieder in den Speicher geleitet. Das geförderte Wasser gibt seine Wärme über einen Wärmetauscher an ein schon bei geringen Temperaturen siedendes Arbeitsmittel ab, das in einem Sekundärkreislauf den Generator zur Stromerzeugung antreibt.

VON REINHARD F. J. HÜTTL, INGA MOECK UND ERNST HUENGES

Eine gigantische Wärmemenge fließt kontinuierlich vom Erdinneren zur Oberfläche und strömt weitgehend ungenutzt in den Weltraum. 99 % der Erde sind heißer als 1.000 °C, dabei nimmt die Temperatur von der Erdoberfläche in die Tiefe der Erdkruste alle 100 m um ca. 3 °C zu. Das Wärmepotential der Erde wäre theoretisch ausreichend, um den gesamten Energieverbrauch der Menschen rund zweieinhalbfach zu decken. Was liegt näher, als diese erneuerbare Energiequelle nachhaltig nutzbar zu machen? Geothermie könnte der Schlüssel zu einer schier unerschöpflichen heimischen Energiequelle sein, wenn über die Entwicklung effizienter geothermischer Technologien eine nachhaltige, wirtschaftliche Ressourcennutzung erreicht werden kann.

Die Alpenregion spielt für Deutschland und Mitteleuropa eine herausragende Rolle als geothermische Energiequelle, aber auch als schützenswerter Kultur- und Naturraum. Doch lassen sich die Interessen des Kultur- und Naturschutzes mit denen der heimischen Energiegewinnung vereinen?

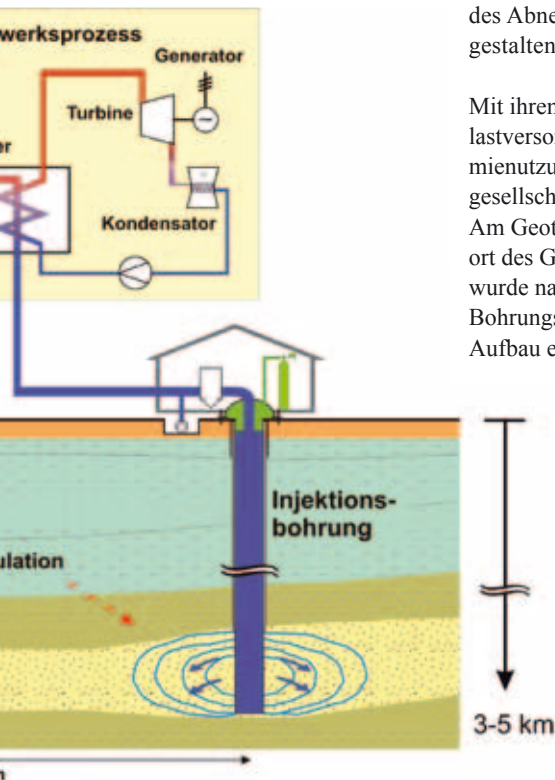
Das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ hat mit dem Geothermie-Forschungsstandort Groß Schönebeck im Biosphärenreservat Schorfheide (Land Brandenburg, 50 km nördlich von Berlin) langjährige, positive Erfahrungen mit der umweltschonenden und nachhaltigen Entwicklung tiefliegender geothermischer Lagerstätten in schützenswerten Naturräumen. Hier werden Technologien entwickelt, welche die Produktivität aus geothermischen Lagerstätten erhöhen und die Nutzung des geförderten Thermalwassers durch intelligente Kraftwerkslösungen optimieren.



Geothermische Technologie bedeutet die Verbindung von Geo- und Ingenieurwissenschaften unter einer gesamtheitlichen Systembetrachtung. Die vom GFZ entwickelten Technologien und Expertisen lassen sich auf andere geothermische Standorte wie die der Alpenregion übertragen und anwenden.

Geothermische Technologieentwicklung am GFZ

Die Entwicklung geothermischer Technologien am GFZ basiert auf einer Disziplinen übergreifenden Arbeitsweise und zielt auf die nachhaltige Nutzung tiefliegender geothermischer Grundwasserleiter, sog. Aquifere. Der Forschungsschwerpunkt des hier angesiedelten Internationalen Geothermiezentrums (ICGR) liegt in der Entwicklung von Methoden, sog. Niedertemperatur-Reservoire (~150 °C) durch innovative Erkundungsstrategien, Aufschlussverfahren



des Abnehmers planungssicherer gestalten (nach Huenges, 2010).

Mit ihrem Potential zur Grundlastversorgung stellt die Geothermienutzung aus EGS ein äußerst gesellschaftsrelevantes Thema dar. Am Geothermie-Forschungsstandort des GFZ in Groß Schönebeck wurde nach diesem Konzept eine Bohrungsdublette installiert. Der Aufbau eines Forschungskraft-

werkes ist in Vorbereitung, das geothermale Energie aus 4.100 m tiefen Sandsteinen nutzen soll.

Um die für einen geothermischen Standort geeignete Technologie auswählen zu können, muss der geologische Untergrund im Vorfeld untersucht, abgebildet und charakterisiert werden. Geothermische

geowissenschaftlichen Verständnis kann ein Nutzungskonzept für einen Standort entwickelt werden, das sowohl den speicherschonenden Aufschluss des geothermischen Reservoirs untertage als auch naturschonende Technologien übertage – von der Bohrtechnik bis hin zum Kraftwerk – umfasst. Für die Geothermieregion Alpen, die mit ihrem einzigartigen Natur- und Kulturschatz jährlich Millionen Touristen anzieht, ist diese Technologienentwicklung von größter Bedeutung.

Geothermie in der Alpenregion

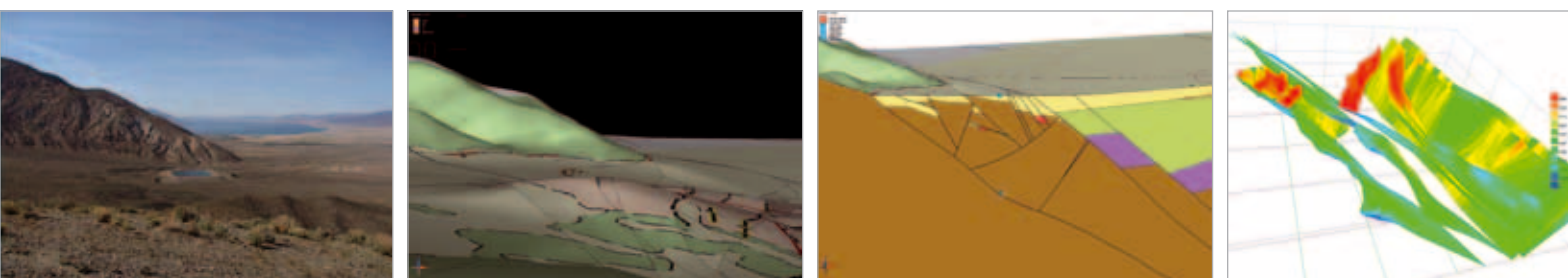
Die Alpenregion ist neben dem Norddeutschen Becken und dem Oberrheingraben eine der wichtigsten Geothermieregionen Deutschlands. An keinem anderen Ort in Deutschland ist die Tiefengeothermie stärker nachgefragt als im Ballungsraum München und im südwestlichen Umland (Abb. 3). München und das gesamte Voralpenland liegen über dem so genannten nordalpinen Molassebecken. Hier sind die Voraussetzungen zur Erschließung von Geothermie besonders günstig. In 1.500 bis 3.800 m Tiefe liegt eine bis zu 600 m mächtige, ca. 150 Millionen Jahre alte Kalksteinschicht, die der Formation des Malm angehört. Diese verkarsdete Kalksteinschicht stellt den geothermalen Speicher im Molassebecken dar und wird auch als Malmkarst bezeichnet. Entlang von verkasteten Kluft- und Störungsflächen fließen oftmals große Mengen heißen Wassers, das in ca. 3.500 m Tiefe mit 130 bis 160 °C warm genug ist zur Stromerzeugung. Zu den

ren, Reservoirbewirtschaftung und Kraftwerkslösungen effizienzorientiert nutzbar zu machen (Abb. 1).

Die besondere Herausforderung besteht darin, nicht ein optimales geothermisches Reservoir zu detektieren, sondern vielmehr durch eine skalenübergreifende Charakterisierung des Reservoirs und eine daraus abgeleitete standortspezifische Reservoirgestaltung einen beliebigen Standort zu optimieren. Dieses Konzept wird in der Fachwelt als Enhanced Geothermal Systems (EGS) bezeichnet und soll zukünftig die Energiebereitstellung aus tiefer Geothermie am Standort

Exploration ist trotz des Geothermiebooms in Deutschland immer noch eine junge, sich entwickelnde und zugleich grundlegende Fachdisziplin. Die quantitative Geologie steht hier als Bindeglied zwischen Geologie, Geophysik, Tiefbohren und Reservoirengineering. Aus der Überzeugung heraus, dass eine Lagerstätte nur dann erfolgreich nachhaltig genutzt werden kann, wenn sie als Teil eines geologischen Systems betrachtet wird, arbeitet die Explorationsgeologie am GFZ skalenübergreifend von der Geosystemanalyse über die Reservoircharakterisierung bis hin zur Bohrkernanalyse (Abb. 2). Mit diesem

Abb. 2: Von Geländedaten zum geologischen Modell: Das Beispiel quantitativer Geologie als Kernelement in der geothermischen Exploration (Hawthorne, östlich der Sierra Nevada). V. l. n. r.: 1) Kartierte Region der Wassuk Range front fault, 2) Transfer von der geologischen Karte zum geologischen 3D Modell, 3) Schnitt durch das kluftkontrollierte geothermische System, 4) geomechanisches Störungsmodell, das den Spannungszustand von Störungen und damit das Reaktivierungspotential von Trennflächen zeigt.



Literaturhinweise

E. Huenges, Geothermal energy systems – Exploration, development and utilization. Wiley-VCH, Berlin 2010.

I. Moeck u. a., 3D geological mapping as a new method in geothermal exploration: A case study from Central Nevada. Geothermal Resources Council Transactions, Vol. 34, 2010 (in press).

I. Moeck, S. Weides, Geologie – Geothermie – Mensch: Ein Geo-Informationssystem zur Bewertung von existierenden und Herleitung innovativer Explorationsmethoden für die Tiefe Geothermie in Deutschland, unpubl. Report, BMU 2010.

Internet

www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/GeoEngineering-Zentren/Internationales+Geothermiezentrum

Reinhard F. J. Hüttel hat den Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung an der TU Cottbus inne. Seit 2007 ist er Wissenschaftlicher Vorstand des Deutschen Geo-Forschungszentrums (GFZ) der Helmholtz-Gemeinschaft in Potsdam und seit 2008 Präsident in der Doppelspitze von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Inga Moeck ist wissenschaftliche Mitarbeiterin, Ernst Huenges Leiter der Sektion Reservoirtechnologien und Leiter des Internationalen GeothermieZentrums des GFZ.

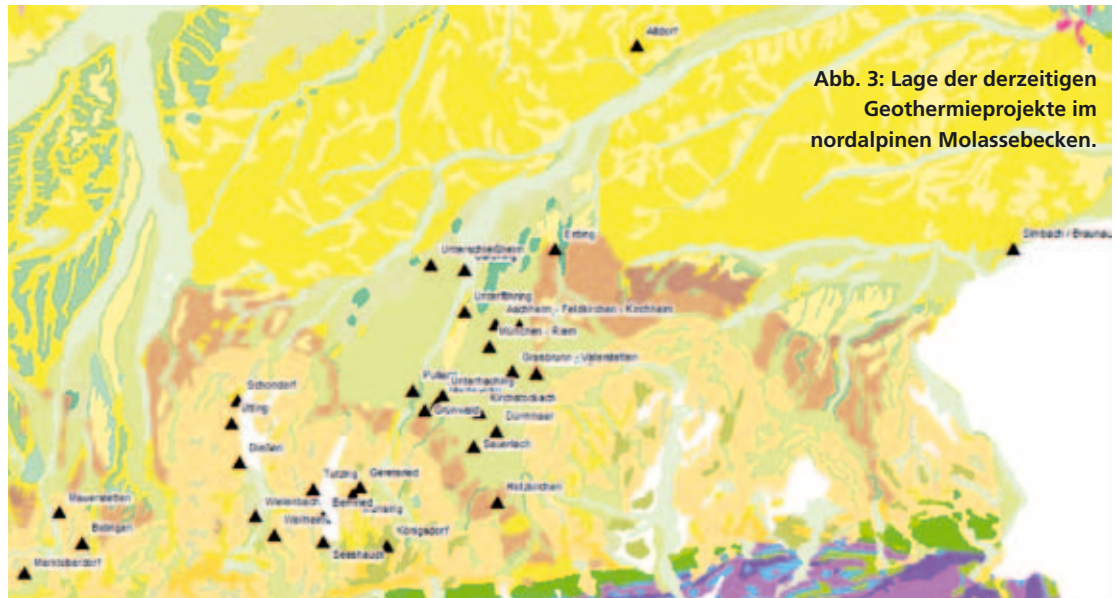


Abb. 3: Lage der derzeitigen Geothermieprojekte im nordalpinen Molassebecken.

AUS: I. MOECK/S. WEIDES, GEOLOGIE.

Alpen hin fällt der Malmkarst bis auf eine Tiefe von 6.000 m ab, so dass hier noch höhere Temperaturen zu erwarten sind: Je tiefer, desto heißer, aber auch desto aufwändiger die Energiegewinnung.

Bisher gibt es in der Alpenregion drei geothermische Kraftwerke, die Strom erzeugen: Unterhaching bei München sowie Altheim und Bad Blumau in Österreich. Im Molassebecken werden derzeit mehr als 20 weitere geothermische Standorte errichtet oder sind in der Planung, darunter die acht stromproduzierenden Projekte Bernried, Dürnhhaar, Grünwald, Kirchstockach, Sauerlach, Taufkirchen und Utting. In Altdorf, Aschheim-Feldkirchen-Kirchheim, Garching und Poing werden wärmeproduzierende Anlagen gebaut. Darüber hinaus sind mehr als zehn Projekte im Molassebecken geplant.

Der derzeitige Geothermieboom im Alpenvorland birgt jedoch auch Unwägbarkeiten. Aus der Hydrogeologie ist bekannt, dass Karstsysteme ausgesprochen sensitive Systeme sind. Karststrukturen lassen sich in ihrer Richtung oft nicht so eindeutig vorhersagen wie Trennflächen,

die allein durch Gebirgsspannungen verursacht wurden. Die Wässer im Karst legen mit vergleichbar hoher Fließgeschwindigkeit bei großem bewegtem Volumen große Distanzen in kurzer Zeit zurück. So können sich, je nach Nutzung derselben Karststruktur, Konzessionsgebiete nachteilig beeinflussen, indem sie sich gegenseitig das Wasser abgraben. Möglicherweise verunreinigte Wässer, die dem geothermischen System durch die Injektionsbohrung wieder zugeführt werden, können unerwartete Fließwege nehmen. Die Karsthydrogeologie ist damit eine ganz entscheidende geowissenschaftliche Disziplin für eine nachhaltige Nutzungsstrategie für geothermische Systeme in der Alpenregion. Hier können dezentrale Kleinkraftwerke eher in den Naturraum eingebunden werden als geothermische Großanlagen. Für die Alpen mit ihren kleinräumig gegliederten Natur- und Kulturlandschaften stellen Kleinkraftwerke realistische Lösungen zur heimischen Energiegewinnung aus Geothermie dar. Auch in den Alpen deutet die Vielzahl heißer Quellen auf ein hohes geothermisches Potential hin. Aber erst mit einer gesamtheitlichen Systembetrach-

tung kann dieses Potential nachhaltig genutzt werden und zukünftigen Generationen sowohl als Naturraum als auch als regenerative Energiequelle zur Verfügung stehen.

Ausblick

In Deutschland leistet die Geothermie heute einen noch geringen Beitrag zur Energieversorgung, ihre Nutzung hat jedoch in den letzten Jahren ein deutliches Wachstum erfahren. Erste Geothermieanlagen zur gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung sind ans Netz gegangen. Sie demonstrieren erfolgreich, dass geothermische Ressourcen auch unter hiesigen geologischen Gegebenheiten ein energiewirtschaftlich interessantes Potential darstellen. Eine weiträumige Erschließung und Nutzung geothermischer Ressourcen wird jedoch erst dann möglich sein, wenn effiziente Technologien zur Verfügung stehen, die einen wirtschaftlichen und planungssicheren Anlagenbetrieb gewährleisten. Demonstrationsanlagen wie dem Forschungsprojekt Groß Schönebeck kommt dabei besondere Bedeutung zu.

