Geothermie: Strom aus dem Bohrloch

Beigesteuert von Klaus Sieg
Wednesday, 09 July 2003

Zwei Forschungsprojekte im tiefen Urgestein sollen der Geothermie in Europa zum Durchbruch verhelfen. Im Soultz-sous-Forêt und in Bad Urach werden in diesem Jahr die entscheidenden Schritte eingeleitet, um 2004 zuverlässig elektrische Energie aus Erdwärme zu gewinnen.

Der Weg nach Soultz-sous-Forêt führt durch die seichte Hügellandschaft des nördlichen Elsass. Vorbei an Dörfern mit schiefen Fachwerkhäuschen, an denen abgeblätterte Fensterläden hängen. Doch unter der Idylle geht es heiß her. Soultz-sous-Forêt liegt im Herzen des Oberrheingrabens. Dicht unter der Erdoberfläche nimmt die Hitze im Gestein rasch zu, pro Kilometer in Richtung Erdmitte um 40 °C. Die Hitze entsteht durch aufsteigendes warmes Thermalwasser. »Wir liegen im Zentrum einer der größten Wärmeanomalien Mitteleuropas« sagt Jörg Baumgärtner, Leiter des europäischen Forschungsprojektes Geothermie in Soultz. Seit Ende der achtziger Jahre erforschen Jörg Baumgärtner und sein international besetztes Team die Möglichkeiten, diese Wärmeanomalie mittels Tiefenbohrungen geothermisch zu nutzen.

Finanziert wird das Vorhaben unter anderem mit Geldern aus Frankreich, Deutschland und der EU. Vor kurzem wurde der erfolgreiche Abschluss der zweiten Bohrung in rund 5.000 m Tiefe vermeldet. Im Sommer soll eine dritte Bohrung gestartet und ab 2004 eine 6 MW starke Pilotanlage für die Stromerzeugung schrittweise in Betrieb genommen werden.

Energie rund um die Uhr

Im Inneren der Erde schlummert eine unerschöpfliche Energiequelle. Die saubere Energie steht Tag und Nacht, an allen 8.760 Stunden des Jahres zur Verfügung, unabhängig von Wind und Wetter. Weltweit zapfen Erdwärmekraftwerke dieses Reservoir an. Das bekannteste Beispiel ist Island: Der Großteil der Gebäude auf der Insel der Geysire wird mit Wasser aus heißen Quellen beheizt. Über einen Wärmeaustauscher verdampft und durch eine Turbine geleitet, dient die Hitze des Wassers auch zur Stromerzeugung. Führend in der Stromproduktion mittels Geothermie sind die USA, mit einem Drittel der weltweit installierten fast 10.000 MW. Länder wie Nicaragua, Mexiko oder Indonesien produzieren über 30% ihres Strombedarfs mittels Geothermie. Die Philippinen wollen bis 2005 die Hälfte ihres benötigten Stroms aus Erdwärme decken. Dagegen nehmen sich die in Europa gewonnenen 800 MW vergleichsweise mager aus. Der Grossteil davon stammt aus Italien. In der Toskana wird bereits seit Beginn des 20. Jahrhunderts Strom aus heißen Quellen gewonnen. Im vergangenen Jahr wurde das erste Erdwärmekraftwerk mit Stromerzeugung nördlich der Alpen in Betrieb genommen. Seit September wird im österreichischen Altheim 1 MW Strom mit heißem Wasser aus über 2.000 m Tiefe gewonnen. Herzstück in Altheim ist eine ORC Anlage, eine Turbine, die häufig auch in Biogasanlagen eingesetzt wird.

Doch Heißwasservorkommen mit ausreichendem Volumen sind in Mitteleuropa selten. Um trotzdem Erdwärme nutzen zu können, wurde das Hot Dry Rock Verfahren (HDR-Verfahren) entwickelt. Das Prinzip ist einfach: Durch eine Tiefenbohrung wird mit hohem Druck Wasser in die heißen Gesteinsschichten injiziert. Dadurch werden die im Gestein vorhandenen Risse und Klüfte ausgeweitet. So entsteht ein Wärmetauscher von einigen Kubikkilometern Ausdehnung. Das Wasser fließt durch diesen riesigen »Boiler« zu einer zweiten Bohrung. So erwärmt, wird es nach oben gepumpt und heizt in einem oberirdischen Wärmetauscher einen zweiten Kreislauf, in dem eine schnell verdampfende Flüssigkeit zirkuliert. Der so erzeugte Dampf treibt die Turbine zur Stromerzeugung an. Bevor das Wasser zurück in den unterirdischen Wärmetauscher geschickt wird, kann es über einen weiteren Kreislauf ein Fernwärmenetz heizen.

Zwei Arbeiter bei Wartungsarbeiten am HeißluftspeicherFoto: Wolfgang Huppertz

HDR-Pionierprojekt in Soultz-sous-Forêt In Soultz wird eines der ersten Erdwärmekraftwerk der Welt seinen Betrieb aufnehmen, das Strom mit dem HDR-Verfahren produziert. »Durch die Wasserinjektion entfällt das Fündigkeitsrisiko, heißes Gestein gibt es fast überall«, beschreibt Jörg Baumgärtner die Möglichkeiten, die das Verfahren für die Geothermie gerade in Mitteleuropa bietet. Für die Pilotanlage in Soultz wird 200 °C heißes Wasser mit 100 Litern pro Sekunde aus dem Erdinneren gefördert, für die folgende Ausbaustufe (25 MW) sind 400 Liter pro Sekunde nötig. Aus natürlichen Heißwasservorkommen könnten solche Mengen in Europa kaum gefördert werden.

Das Verfahren ist jedoch aufwändig und heute noch teurer als konventioneller Strom. »Die Kosten liegen voraussichtlich in etwa in der Größenordnung der Windenergie«, schätzt Jörg Baumgärtner. Jeder Meter Tiefenbohrung kostet um die 1.000 €, eine Bohrung in Soultz also rund 5 Mill. €. Sie dauert mehrere Monate. »Unter der 1.400 m dicken Sedimentschicht müssen wir durch harten Granit bohren«, sagt Jörg Baumgärtner und zeigt auf einen fast 20 cm dicken Granitstab, der bei Tests mit Kernbohrungen zu Tage gefördert wurde. Die Härte des Gesteins führt zu hohem Verschleiß der teuren Bohrwerkzeuge.

Technisch profitiert die Geothermie von den Erfahrungen der Gas- und Erdölförderung. Nach Gas wird in Tiefen von über 6.000 m gebohrt. In der Erdölförderung wurde in den letzten Jahren zuverlässige Verfahren zum horizontalen Bohren entwickelt. Mit dieser Technik konnte in Soultz so gebohrt werden, dass die beiden Bohrlöcher über der Erde nur 6 m voneinander entfernt liegen. Erst in einer Tiefe von 2.700 m schwenken die Bohrungen auseinander. In der Zieltiefe beträgt die Entfernung dann 600 m, genug Abstand für einen ausreichend großen Wärmetauscher. Diese Technik spart eine aufwendige Leitungsführung über der Erde und reduziert den Landschaftsverbrauch auf ein Minimum. »Das Kraftwerk wird nicht größer sein als die 350 m² Fläche, die wir zur Zeit für die Bohrungen benötigen«, sagt Jörg Baumgärtner und zeigt auf die Beton-Plattform mit dem Bohrturm, der fast 60 m in den Himmel ragt.

Nach Abschluss der ersten Tiefenbohrung in Soultz wurden 30.000 m³ Wasser injiziert. Gegen Ende der Pressung wurden fast 80 Liter Wasser pro Sekunde ins Gestein gepresst. Die Ausweitung der Risse und Klüfte erfolgt kalkulierbar in Nord-Süd-Richtung, da sie entlang der Spannung der Erdplatten verläuft, die von Süden nach Norden drücken. Mit Sonden wird die Ausweitung anhand der Bruchgeräusche kontrolliert, die durch das Auseinanderpressen des Gesteins ausgelöst werden.

Kurz nach der Fertigstellung der zweiten Bohrung Ende letzen Jahres kam ein entscheidender Moment für das Team in Soultz: Es musste nachgewiesen werden, ob das Wasser wirklich zwischen den beiden Bohrungen zirkulieren kann. Dazu wurden ihm so genannte Tracer beigegeben, meist sind das Farbstoffe. »Die Kommunikation zwischen den beiden Bohrungen funktioniert hervorragend«, freut sich Jörg Baumgärtner. Je besser die Verbindung ist, desto weniger Reibungsverluste treten bei der Zirkulation des Wassers auf. Wichtig ist auch, dass der Wärmeaustauscher so betrieben werden kann, dass möglichst wenig Wasser nach außen verloren geht.

Dr. Jörg Baumgärtner, Projektleiter in Soultz-sous Forets, vor den abgenutzten BohrköpfenFoto: Wolfgang Huppertz

Fortschritte in Bad Urach Der zweite Standort in Europa, an dem das HDR-Verfahren erforscht wird, liegt auf der schwäbischen Alb, rund 35 km südöstlich von Stuttgart in Bad Urach. Auch dort musste erst nachgewiesen werden, dass sich die Risse und Klüfte im Untergrund ausreichend geöffnet haben. Erst dann wurden die Gelder für die zweite Bohrung frei gegeben. »Wir haben mit einem Druck von 640 Bar Wasser erstmals die erste Hälfte des Wärmeaustauschers geschaffen«, sagt Helmut Tenzer, der Projektleiter.

Nun wird im Sommer in dem Thermalkurort die zweite Bohrung gestartet, gefördert vom Zukunftsinvestitionsprogramm des Umweltministeriums. Nach der Wasserinjizierung in die zweite Bohrung im Herbst, soll 2004 mit dem Bau des Kraftwerkes begonnen werden, das in Modulen entsprechend der Bohrlöcher aufgestockt werden kann. Das Kraftwerk in Bad Urach wird das erste in Deutschland sein, das Strom nach dem HDR-Verfahren produziert. Nach langen Jahren Forschung mit geringen Etats.

»Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien ist die Geothermie kaum mit öffentlichen Mitteln gefördert worden«, sagt Werner Bußmann, der Geschäftsführer der Geothermischen Vereinigung, »dadurch ist sie heute erst auf dem Stand wie die Windenergie vor zehn Jahren«. Erst durch die Einspeisevergütung im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) Bundesregierung hat sich das geändert. Kraftwerke bis 20 MW erzielen 8,95 Cent/kWh, größere 7,16 Cent/kWh. »Für Anlagen mittlerer Größe ist das passend«, findet Werner Bußmann. Die Anfänge der Geothermie werden in Deutschland jedoch von kleinen Kraftwerken gemacht, die wie Bad Urach mit 1 oder 2 MW Leistung ihr System testen, bevor sie es ausbauen. »Die brauchen eine höhere Einspeisevergütung«, fordert Bußmann.

Durch die erfolgreiche Erprobung des HDR-Verfahrens erwartet die Geothermische Vereinigung einen erheblichen Schub. Schließlich liefert 1 MW installierte Geothermieleistung so viel Strom wie 2,5 bis 3 MW Windkraftleistung. Strom aus Erdwärme ist Grundlastenergie. Geothermische Kraftwerke lassen sich außerdem so schnell hochfahren, dass sie auch Spitzenlast bedienen können. Es ist also verwunderlich, dass die Geothermie so lange mit Akzeptanzproblemen kämpfen musste. Lange wurde schlichtweg geleugnet, dass es genügend Ressourcen dafür in Deutschland gibt.

In Soultz-sous-Forêt wird das Projekt jedenfalls wohlwollend verfolgt. »Die Leute hier sind es gewohnt, dass gebohrt wird«, schmunzelt Jörg Baumgärtner. Schließlich liegt in der Nähe der Forschungsanlage die älteste Erdölbohrung der Welt. Bereits 1813 wurde im Elsass nach dem schwarzen Gold gebohrt. Der darauf folgende Boom endete erst nach dem zweiten Weltkrieg. Bis heute zeugen Ölpumpen in vielen Gärten der Region um Soultz von der Geschichte europäischer Erdölförderung. Der Bohrturm des künftigen Geothermie-Kraftwerkes hingegen weist in die Zukunft der Energieversorgung in Europa.

Informationen: http://www.geothermie.de

Klaus Sieg schrieb als freier Journalist im Auftrag der Redaktion Sonne Wind & Wärme diesen Beitrag, der in Ausgabe 4/2003 erschienen ist. Informationen zum Branchenblatt Sonne Wind & Wärme: www.bva-solar.de.

> Aktuelles Heft der SWW (Sonne, Wind & Wärme) bestellen.> Ältere Ausgabe zum Kennenlernen kostenlos bestellen.