Warum nicht auch in Karlsruhe? Ein Geothermie-Kraftwerk nahe Calipatria in Kalifornien am südlichen Ende des Sankt-Andreas-Grabens. Dort wird 360 °C heiße Sole aus 1500 bis 2500 Metern Tiefe gefördert. Foto AFP

Darf man Mutter Erde anzapfen?

Erdwärme produziert weder Treibhausgase noch Atommüll. Trotzdem stößt ihre Nutzung vor allem in Deutschland auf Widerstand. Wie berechtigt ist der?

VON ANDREAS FREY

Staufen. Auf den ersten Blick ist es immer noch ein hübsches Städtchen, ein Idyll am Schwarzwaldrand. Fachwerkhäuser zieren den Stadtkern, das Rathaus stammt aus dem 16. Jahrhundert, über der Stadt thront eine Burg. Wenn nur die Risse nicht wären.

Seitdem Staufen vor sieben Jahren beschloss, nach Erdwärme zu bohren, ist das Leben der Stadt aus den Fugen geraten. Der Untergrund hob sich, in Hauswänden taten sich Risse auf, beschädigt wurden mehr als zweihundertfünfzig Gebäude. Das ehrwürdige Rathaus ist besonders stark betroffen: Ein handbreiter Riss durchzieht das Mauerwerk und verzweigt sich wie ein Blitz am Abendhimmel.

Das Unternehmen Erdwärme ist in Staufen gründlich misslungen. Weil beim Bohren Wasser in eine quellfähige Gipskeuperschicht gelangte, ging diese auf wie Hefeteig, um mehr als zwanzig Zentimeter hat sich Staufen seither gehoben. Die Stadt zerbricht. Doch ebenso wie die Geothermie Staufen beschädigt hat, so hat Staufen die Geothermie beschädigt. Trotz Energiewende spielt sie in Deutschland nur eine marginale Rolle, dabei hat Erdwärme gegenüber Wind und Sonne den großen Vorteil, dass sie jederzeit zur Verfügung steht. Sie hat nur politisch keine Lobby. Ob Geothermie, Fracking oder das Verpressen von Kohlendioxid in die Erde – das Image dieser Techniken ist miserabel. Die Deutschen scheinen eine Phobie gegen das Anbohren des Untergrundes entwickelt zu haben, und es stellt sich die Frage: zu Recht?

Wer derzeit mit Erdwärmeexperten spricht, hört von jedem dieselben Klagen. Sie fühlen sich diskreditiert. Der Geologe Horst Rüter, Präsident des Deutschen Geothermieverbands, hält die Ablehnung der Erdwärmeförderung für unbegründet. „Populisten haben sich verbündet und ein neues Feindbild gefunden“, sagt er. Vor allem die vielversprechende Tiefengeothermie drohe ein Fall von Kollateralschaden im Frackingkrieg zu werden. In Wahrheit habe es bisher bei der Installation der Geothermie in weniger als zehn Fällen Probleme gegeben, rechnet Rüter vor. In Staufen hoben sich Häuser, in Leonberg bei Stuttgart sackten sie ab, in Wiesbaden bohrte man eine Wasserader an, in Basel und Landau bebte die Erde. Die Technik der oberflächennahen Geothermie etwa, wie sie in Staufen und Leonberg vorgenommen wurde, habe sich, so Rüter, mittlerweile in über 165 000 Fällen bewährt. Häufig unterscheidet sie sich nicht von Brunnenbohrungen. Aber den Betroffenen kann man eben nicht mit Wahrscheinlichkeiten kommen.

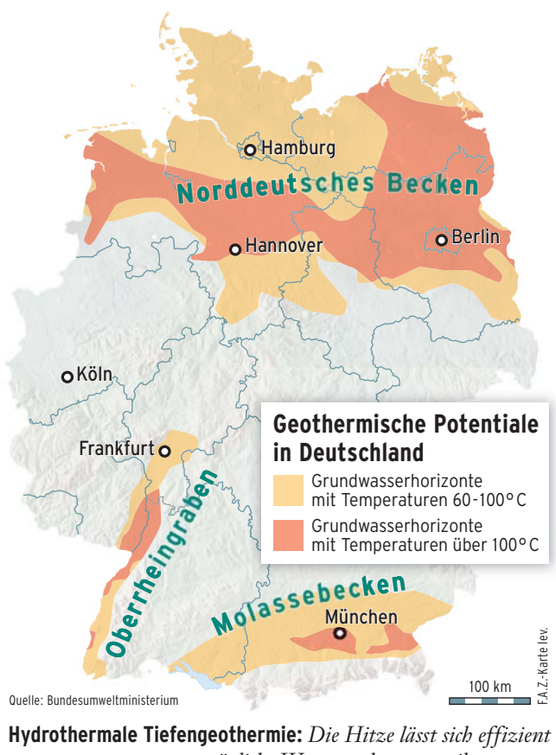
Zudem ist Geothermie nicht gleich Geothermie. Das Erschließen oberflächennaher Wärmereservoire in Tiefen von bis zu vierhundert Metern ist wenig ertragreich, mit der geförderten Wärme kann man höchstens heizen, aber keinen Strom erzeugen. Das hohe energetische wie ökonomische Potential der Geothermie liegt in Deutschland deutlich tiefer und bei Temperaturen jenseits des Siedepunkts von Wasser. Solche Reservoire sind jedoch schwieriger zu erschließen, man muss mehrere tausend Meter ins Erdreich bohren. Und das Image der Tiefengeothermie hat sich nicht unbedingt verbessert, seitdem bei Bohrungen in Landau und Basel der Boden bebte.

Mit jedem Kilometer in Richtung Erdkern nimmt die Temperatur um durchschnittlich vierzig Grad zu. Dort, wo die Erde besonders aktiv ist, also entlang von Störungszonen und Verwerfungen, steigt die Temperatur schneller. In Vulkangebieten würde man sich schon nach Dutzenden Metern die Finger verbrennen, und auch in Grabenbrüchen und in der Nähe von Salzdomen wird es schneller heiß. Doch heiß allein reicht nicht. Erst wenn das Gestein auch durchlässig ist und man in diesen Tiefen genügend Wasser vorfindet, rentiert es sich, die Thermalquellen anzuzapfen. Mindestens hundert Liter kochendes Wasser pro Sekunde sollten es schon sein.

Deshalb halten Geologen den Oberrheingraben und das Alpenvorland für besonders geeignet, mittels dieser sogenannten hydrothermalen Tiefengeothermie Energie zu erzeugen (siehe Karte). Zwischen Basel und Frankfurt steigt die Temperatur lokal um mehr als hundert Grad je Kilometer Tiefe; poröse Muschelkalk- und Buntsandsteinschichten erleichtern die Förderung. Im Norden sind die Temperaturbedingungen zwar ähnlich, allerdings erschweren weniger durchlässige Sandsteine das Anzapfen des Thermalwassers. Beste Bedingungen herrschen vor allem in süddeutschen Karstgebieten, die ohnehin von Klüften und Spalten durchzogen sind. Hier lohnt es sich, tiefer zu bohren.

Bis die Behörden grünes Licht geben, vergehen meist Jahre. Nicht jeder darf in Deutschland bohren, wie er möchte. Der Untergrund gehört dem Staat, nicht dem Grundstückseigentümer – im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten. Und wo hierzulande der Untergrund erkundet werden soll, ist eine Bürgerinitiative nicht weit. In Groß-Gerau bei Frankfurt dauerte es sechs Jahre, bis überhaupt eine Probebohrung genehmigt wurde. Auch deshalb spielt die geothermische Stromerzeugung in Deutschland bisher kaum eine Rolle. Viele Anwohner fürchten um ihr Grundwasser und haben Angst vor Erdbeben. Weniger als zehn Anlagen sind derzeit in Betrieb, die meisten befinden sich rund um München. Da Bohrungen durch Grundwasserhorizonte seit Jahrzehnten erprobt sind, ist das Risiko, sie zu verunreinigen, allerdings sehr gering. Jedes Bohrloch wird technisch abgedichtet, damit der Grundwasserspiegel nicht absinkt. „Eine viel größere Gefahr für das Grundwasser sind die Millionen von oft illegalen Bohrungen zur Wasserversorgung in der Landwirtschaft“, sagt Geothermieexperte Rüter.

Geothermie hat die Stadt Staufen beschädigt. Das Gleiche lässt sich aber auch umgekehrt behaupten.



Hydrothermale Tiefengeothermie: *Die Hitze lässt sich effizient nur nutzen, wenn es natürliche Wasservorkommen gibt.*

Beim Thema Erdbeben ist die Lage komplizierter: Kleine Erschütterungen gehören zur Tiefengeothermie dazu. Jeder Eingriff in den Untergrund verändert die Spannungen im Erdreich, das ist bei der Förderung von Erdöl und Erdgas nicht anders. Selten sind Erschütterungen bei der Bohrung nach tiefen Thermalquellen jedoch spürbar. „Wir täten uns viel leichter, konkrete Aussagen zu Erschütterungsgrenzwerten zu treffen, wenn wir nicht so ein Theater veranstalten würden, bis wir zum ersten Mal bohren dürfen“, sagt der Geologe Ingo Sass von der Technischen Universität Darmstadt. Die kategorische Ablehnung vieler Bürger führt auch er auf einzelne Vorfälle zurück. Fehler seien natürlich nie völlig auszuschließen, sagt er. „Bei aller Tragik, die der Fall Staufen bedeutet, hat dieser zumindest zu einem großen Qualitätsbewusstsein geführt“, behauptet Sass. Heute muss jedes Projekt von einem Experten überwacht werden.

Dabei ist es keineswegs so, dass bei der Förderung tiefer Thermalwasser der Untergrund ausgehöhlt wird wie ein Schweizer Käse. Der Eingriff ist minimal. Damit heißer Wasserdampf zirkulieren kann, sind oft nur zwei Bohrlöcher von einigen Zentimetern Durchmesser nötig. Im ersten Loch fließt das Fluid zur Erdoberfläche, treibt als Wasserdampf eine Turbine an und strömt im zweiten wieder nach unten. Das weitaus größere Problem besteht in dem sogenannten Fündigkeitsrisiko: Nicht überall, wo man Thermalwasser vermutet, findet man welches. Mit der Folge, dass es für Investoren teuer werden kann, denn wer nicht auf Wasser stößt, versenkt Dutzende Millionen Euro. Schon die Bohrung kostet etwa zwanzig Millionen und jede Menge Bohrköpfe. Geologen halten das Potential der hydrothermalen Tiefengeothermie in Deutschland ohnehin für gering. Sie wurde bisher vor allem in tektonisch aktiveren Gebieten wie in Island genutzt, wenn auch mit dem Fehler, den Wasserdampf nicht zurück zu injizieren – irgendwann ist selbst das größte Reservoir aufgebraucht.

Mehr Erfolg versprechen sich die Forscher von der sogenannten petrothermalen Tiefengeothermie. Wärme, die tief im festen Gestein verborgen liegt und bisher nicht gefördert werden konnte, weil es an Durchlässigkeit sowie an natürlich vorkommendem Wasser mangelte. „Theoretisch reichen die Ressourcen aus, um nachhaltig und langfristig den gesamten Energiebedarf der Deutschen zu decken“, sagt Ingo Sass.

In einem Pilotprojekt im nordelsässischen Soultz-sous-forêts sind Tests dazu bereits erfolgreich verlaufen. Mechanisch unterscheidet sich der auch als Hot-Dry-Rock-Verfahren bekannte Vorgang nicht von dem derzeit so verpönten Fracking. Gleichwohl versuchen Geologen diesen Begriff zu vermeiden, sie sprechen lieber von Stimulationen. Außerdem verzichtet man weitgehend auf Chemikalien, die bei der Erdöl- und Erdgasförderung eingesetzt werden, deshalb geschehen Verunreinigungen des Grundwassers äußerst selten. In der Regel genügt es, Wasser mit sehr hohem Druck ins Gestein zu pressen, damit es bricht. Manchmal erschließen sich Bohrfirmen neue Reservoire mit Säuren – nicht nur in der Tiefe, sondern auch in der Breite. Ist das Gestein erfolgreich gebrochen, kann der Betreiber in diesem künstlich erzeugten Kluftsystem kochendes Wasser zirkulieren lassen. Fließt das Wasser, fließt auch der Strom.

In Deutschland ist noch kein einziges petrothermales Projekt gestartet worden. Einer der ersten Versuche im grenznahen Basel ging Ende 2006 bekanntlich schief; die Erde bebte mehrmals, zahlreiche Gebäude wurden beschädigt. Denn das ins Gestein gepresste Wasser kann wie ein Schmiermittel wirken und kleine Spannungen lösen, was an der Oberfläche normalerweise kaum zu bemerken ist. „Die Erschließung jedes Reservoirs ist mit Tausenden Mikroerdbeben verbunden“, sagt Geologe Sass. Gefährlich sind die zwar nicht, aber unheimlich und unangenehm. Manchmal kommt es zu einem lauten Knall, und Anwohner treibt natürlich die Frage um: Können dadurch auch größere Beben ausgelöst werden?

Der Seismologe Stefan Wiemer von der ETH Zürich schätzt die Gefahr dafür als sehr gering ein. „Ganz ausschließen lässt sich das wissenschaftlich zwar nicht, aber es handelt sich hierbei um sehr geringe Wahrscheinlichkeiten“, sagt er. Bisher ist bei dieser Technik weltweit noch kein großes Beben aufgetreten. In Amerika zitterte die Erde bei einem Projekt einmal mit der Magnitude 5,5, dem höchsten bekannten Wert. Geologe Sass empfindet es deshalb als fahrlässig bis bösartig, kleine Erschütterungen mit Schadensbeben zu vergleichen, die tatsächlich Leib und Leben gefährdeten.

Dabei sind Geoforscher bemühter denn je, das Thema sachlich zu behandeln. Wie das aussehen kann, demonstriert die Schweiz. „Wenn man die Leute in die Planungen vernünftig einbezieht, kann Tiefengeothermie funktionieren“, sagt Stefan Wiemer. In Riehen bei Basel ist schon 1994 ein Werk erfolgreich ans Netz gegangen. Bei einem Projekt in St. Gallen stimmten kürzlich mehr als sechzig Prozent der Bürger zu. Man dürfe eben nicht aufhören, diese Technik zu forcieren, nur weil in Basel die Erde gezittert hat, sagt Wiemer. Vielmehr habe die Branche aus diesem Fall gelernt: Stark besiedelte Gebiete seien heute ebenso tabu wie komplizierte Gesteinsformationen, berichtet er. Und dass es keine Technologie ohne Restrisiko gibt, das verstehe auch der Bürger.

Diese Binsenweisheit könne man hierzulande nicht öffentlich sagen, klagt Geothermieexperte Rüter. Viele Geoforscher sind der Meinung, dass ein Land wie die Bundesrepublik, das ohnehin über wenige Ressourcen verfügt, seine eigenen nutzen sollte. Es sei unlauter, Rohstoffe zu importieren, Risiken auszulagern, von billigen Preisen zu profitieren und die Probleme den armen Ländern zu überlassen.

Insofern hat die Geothermie ihre Zukunft noch vor sich, womöglich liegt sie zehn bis fünfzehn Kilometer tief unter der Erde. Erste Versuche, diese Energie anzuzapfen, werden derzeit im Ausland erprobt. Gelänge es, die nahezu unerschöpfliche Wärme in der Tiefe zu erschließen, wäre das Energieproblem wenigstens ein Stück weit gelöst. Man muss nur konsequent weiterbohren.