

SERIE ENERGIEWENDE (4)

Geothermie: Stromquelle in der Erde

In den USA, aber auch in Italien wird Geothermie bereits eingesetzt, um ganze Städte mit Strom zu versorgen. Deutschland hinkt der Entwicklung bislang hinterher – und nutzt die Wärme im Inneren der Erde hauptsächlich zum Heizen. Dabei könnte Geothermie eine **ernsthafte Alternative zu Atomstrom** sein, die nicht von der Witterung abhängt.

VON CHRISTIN NÜNEMANN

Mehr als 99 Prozent der Erde sind heißer als 1000 Grad Celsius. Diese Hitze, die Geothermie, ist pure Energie – die zumindest nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich ist. Denn unser Planet strahlt täglich etwa viermal so viel Wärme in den Weltraum ab, als die Menschheit an Energie verbraucht. Ein Teil dieser Hitze ist schon sehr alt; sie stammt aus der Zeit der Erdentstehung vor 4,7 Milliarden Jahren. Der Hauptteil wird jedoch ständig neu produziert – durch den permanenten Zerfall von radioaktiven Elementen im Erdmantel und in der Erdkruste. Sie versiegt also nicht. Experten schätzen, dass die geothermische Energiereserve 30 Mal so groß ist wie die fossilen Reserven an Kohle, Erdöl und Erdgas zusammen.

Im Kleinen wird diese Energiereserve schon seit einigen Jahrzehnten angezapft: 300 000 private Haushalte heizen mit der Wärme der Erde ihr Eigenheim, jährlich kommen 70 000 Installationen hinzu. Bei der sogenannten flachen Geothermie wird das etwas wärme-

Pro 100 Meter wird es im Durchschnitt drei Grad wärmer

re Grundwasser genutzt, das in bis zu 400 Meter Tiefe schon sieben bis zwölf Grad wärmer als an der Oberfläche ist. Bohrt man noch tiefer, wird es immer heißer: In Mitteleuropa steigt die Temperatur im Durchschnitt um drei Grad pro hundert Meter an. In einer Tiefe von bis zu 5000 Metern kann es also 170 Grad heiß sein – und damit heiß genug, um Strom zu erzeugen. In San Francisco wird das bereits umgesetzt: beinahe in der gesamten Stadt. In den USA werden mittlerweile 3100 Megawatt Strom aus Geothermie erzeugt – damit belegen die Amerikaner laut Bundesverband der Geothermie die Spitzenposition, gefolgt von den Philippinen, Indonesien, Mexiko und Italien. Deutschland dagegen liegt mit gerade einmal 6,6 Megawatt weit hinten. Die Branche erwartet hierzulande aber einen kräftigen Ausbau.

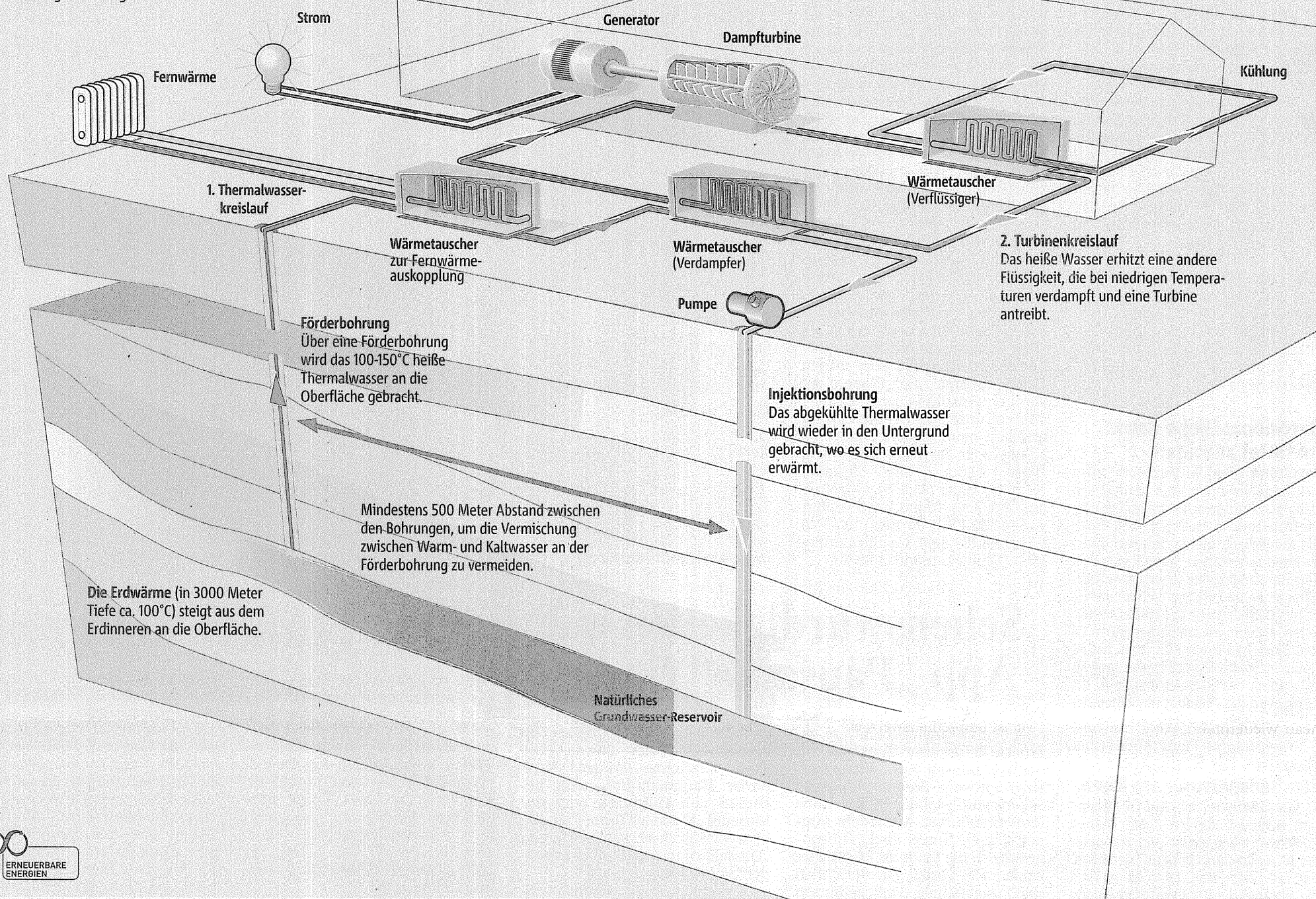
Um aus Erdwärme Strom zu gewinnen, muss das heiße Wasser zunächst an die Oberfläche befördert werden. Dazu werden bei der sogenannten hydrothermalen Geothermie etwa Thermalwasserquellen angebohrt, die in einer Tiefe bis zu 4000 Meter liegen. Das heiße Wasser wird nach oben gepumpt und zirkuliert an der Erdoberfläche in einem geschlossenen Kreislauf. Hier gibt es seine Hitze über einen Wärmetauscher ab, um eine Turbine zur Stromerzeugung anzutreiben. Das ausgekühlte Thermalwasser fließt dann über eine zweite Bohrung in die Erde zurück, wo es wieder erwärmt und erneut gefördert wird.

Das heiße Wasser kann aber nicht nur Strom erzeugen: Vielmehr können damit private Haushalte mit Heizwärme und Warmwasser versorgt werden. Und „die Wärmeenergie sollte nicht unterschätzt werden“, sagt Holger Born vom Internationalen Geothermie-Zentrum in Bochum, „immerhin verbrauchen wir ein Drittel unseres Stroms im Haushalt, um Wärme zu erzeugen“.

Aber nicht überall findet man unterirdische Thermalquellen. Die Lösung: Mit Hochdruck wird Wasser in das heiße Gestein gepresst, so dass Risse, Klüfte und schließlich ein künstliches Kanalsystem entstehen – in dem Wasser zirkulieren und sich erwärmen kann. Dieses Verfahren wird petrothermale Geothermie genannt. Das Leibniz-Institut für angewandte Geophysik in Hannover ist einer der Orte, an denen diese Technik zurzeit erforscht wird. Erst vor einigen Tagen wurde hier ein gigantischer Riss in 3900 Meter Tiefe erzeugt. Er ist 500 Meter breit, drei Kilometer lang und reicht nur einen Zentimeter weit. Dort ist es 150 Grad heiß. Im Vergleich zur Atomkraft und

Geothermie

Die hydrothermale Geothermie nutzt vorhandenes heißes Thermalwasser (ca. 100-150°C) in 2000-4000 Metern Tiefe zur Strom- und Wärmegewinnung.



anderen Energiequellen hat die Geothermie zahlreiche Vorteile: Sie produziert kein CO₂, keine radioaktiven Abfälle und keine Emissionen wie Rußpartikel, Schwefel- und Stickoxide. Außerdem ist sie unerschöpflich, steht Tag und Nacht zur Verfügung – und nicht nur dann, wenn die Sonne scheint oder der Wind weht. Dadurch ist die Geothermie „grundlastfähig“. Das heißt, sie steht rund um die Uhr verlässlich als Stromquelle zur Verfügung.

Damit kann sie einen Beitrag zu Netzstabilisierung und Versorgungssicherheit leisten. Laut Prognose der Geothermie-Branche könnte die Stromerzeugung durch Geothermie in Deutschland bis 2020 auf 3750 Gigawattstunden ansteigen und damit zehn bis 15 Prozent des deutschen Strombedarfs decken. Die deutschen Atomkraftwerke, die bis 2022 abgeschaltet werden sollen, deckt bislang knapp zehn Prozent des deutschen Ver-

brauchs. Die Erdwärme könnte also die Kernenergie tatsächlich ersetzen. In Deutschland eignen sich vor allem der Oberrheingraben, die bayerische Molasse im Alpenvorland und das norddeutsche Becken für Tiefengeothermie. Dort befinden sich thermische Anomalien, das heißt, dass die Erde hier heißer ist als im deutschen Durchschnitt. Damit Geothermie aber eine ernsthafte Alternative für Atomstrom sein kann, muss es möglich

sein, die Erdwärme in allen Regionen Deutschlands zu fördern. Daran wird zurzeit gearbeitet. Immer mehr Geothermie-Projekte siedeln sich in Regionen an, wo kein Thermalwasser vorhanden ist oder wo tief gebohrt werden muss, um zu heißem Gestein vorzudringen. Nach Angaben des Internationalen Geothermie-Zentrums in Bochum sind zurzeit 20 konkrete Projekte in der Entwicklung. Eins davon soll in Krefeld entstehen: Der Unternehmer Wolfgang Hoyer plant dort ein Erdwärme-Kraftwerk am Niederrhein, mit dem jährlich sechs Megawatt für 1500 Vier-Personen-Haushalte erzeugt werden sollen.

Trotz aller Vorteile birgt die Geothermie aber auch Risiken – genauer gesagt die Bohrungen. So bebte in Basel und Landau die Erde, als im Untergrund Risse für die Geothermie-Förderung erzeugt wurden. Aber nicht nur diese Gefahr besteht. Weil der Bürgermeister des baden-württembergischen Staufen das Rathaus künftig mit Erdwärme versorgen wollte, veranlasste er entsprechende Bohrungen. Dabei wurde eine Schicht Anhydrit durchstoßen; sie vermischte sich mit Grundwasser und quoll auf. Die Folge: Die Stadt hebt sich unaufhörlich an. Denn wenn sich Anhydrit mit Wasser vollsaugt, dehnt es sich aus – um bis zu 60 Prozent seines Volumens. So könnte die Altstadt von Staufen in einigen Jahren mehrere Meter höher liegen.

Experten bezeichnen das indes als Ausnahmefall. „Bei Bohrungen können Probleme auftreten, wie bei allen anderen Techniken auch“, sagt Horst Rüter, Präsident der Geothermischen Vereinigung, Bundesverband Geothermie, „die allermeisten Bohrungen verlaufen allerdings problemlos.“ Auch die ausgelebten Beben hätten zu keiner Zeit eine Gefahr für Menschen bedeutet oder Schäden an Gebäuden angerichtet. „Die Risiken sind handhabbar“, sagt auch Franz Binot vom Leibniz-Institut für angewandte Geophysik.

Bislang wird die Entwicklung der Tiefengeothermie aber von den Kosten ausgebremst. Eine Bohrung in 3000 Meter Tiefe kann zehn Millionen Euro oder mehr kosten. Das schreckt Investoren ab. Denn es ist nicht garantiert, dass man auch tatsächlich auf die erhofften Temperaturen stößt. „Forschung und Entwicklung arbeiten nun daran, dass die Bohr-Technik günstiger und besser wird“, sagt Holger Born vom Internationalen Geothermie-Zentrum.

Erdwärme im Eigenheim

(cnm) Die Wärme unserer Erde kann jeder nutzen. Denn jeder kann sich sein eigenes kleines Geothermie-Kraftwerk in den Keller stellen. Es zapft das Grundwasser an, das in bis zu 400 Meter Tiefe liegt und acht bis zwölf Grad warm ist. Mit dieser Wärme lässt sich das Heim heizen, Wasser erwärmen oder über eine Klima-Anlage auch Kälte erzeugen. „Grundsätzlich kann Geothermie überall genutzt werden“, sagt Horst Rüter, Präsident der Geothermischen Vereinigung, Bundesverband Geothermie, „doch in einigen Regionen sind die geologischen Gegebenheiten günstiger als in anderen.“

Eigenheimbesitzer können sich beim Geologischen Dienst in Krefeld darüber informieren, wie viel Potenzial an Erdwärme tatsächlich unter ihren eigenen vier Wänden steckt. Am leichtesten lässt sich eine heimische Geothermie-Anlage in einer Umgebung mit lockerer Bebauung installieren. „In der Innenstadt könnte es schwierig werden“, sagt Rüter. Denn die Bohrer brauchen Platz. Je nach geologischer Beschaffenheit und Wärmebedarf werden zudem mehrere Bohrungen gesetzt, über die das warme Wasser anschließend gefördert werden kann. Dazu können Erdwärme-Kollektoren, -Sonden oder auch -Körbe und Energiepfähle

eingesetzt werden. Zudem kommt meist auch eine Wärmepumpe zum Einsatz: Sie entzieht dem warmen Wasser seine Wärme und gibt sie an das Heizsystem ab. Das abgekühlte Wasser fließt dann in den Boden zurück, wo es sich erneut erwärmt.

Das System funktioniert aber auch umgekehrt: Wenn das Haus im Sommer aufgewärmt ist, kann die Wärmepumpe Hitze aus dem Haus an das Wasser abgeben, das in den Boden zurückfließt. Diese Technik nutzen inzwischen auch viele Firmen, deren Büro-Hochhäuser große Glasfassaden haben und somit im Sommer viel Wärme einfangen können. Mit einer Wärmepumpe lässt sich also grüne Energie erzeugen. Doch auch sie funktioniert nicht ganz ohne exter-

ne Energie: Sie benötigt ein Teil Strom, um vier Teile Wärme zu erzeugen. Wer seine Wärmepumpe allerdings mit Solarstrom betreibt, heizt sein Haus vollständig mit „grünem Strom“.

Ein weiterer Vorteil: Da ohne Erdöl oder Erdgas geheizt wird, ist man von den Preissteigerungen dieser fossilen Ressourcen völlig unabhängig. Und ihre Preise werden in Zukunft steigen.

Die Installation einer Geothermie-Anlage kostet circa 15 000 Euro und hält ungefähr 20 bis 25 Jahre. „Da gibt es keinen Unterschied zu anderen Heizanlagen“, sagt Rüter. Der Untergrund, dem die Wärme permanent entzogen wird, kühlt allerdings nicht aus. „Er wird mit der Zeit minimal kühler“, sagt Rüter, „aber durch die Strömungen des Grundwassers wird diese kalte Wolke abtransportiert, und warmes Wasser fließt nach“.

Information Das Büro für Geothermie der Energieagentur NRW Lennershofstr. 140, 44801 Bochum, Telefon 0234 / 32 10 715, bereit Hausbesitzer. Fragen zur **Solarenergie** beantwortet das Wuppertaler Büro der Energieagentur NRW, Telefon 0202 / 245 520. Die gestern in der Serie genannte Nummer war fehlerhaft. Die Servicenummer der Landesregierung ist 0180 319 0000.



Mehr Informationen und Antworten zur Energiewende finden Sie auch unter energie.rp-online.de

DIE BEITRÄGE

- 18. Juni: Deutschland ohne Kernkraft
- 20. Juni: Welches Potenzial hat Windkraft an Land und vor der Küste?
- 21. Juni: Sonnenkraft vom Hausdach.
- 22. Juni: Geothermie – Strom aus dem Inneren der Erde.
- Morgen lesen Sie: Blockheizkraftwerke – Energie aus dem Keller.**
- 25. Juni: Nachwachsende Energiequelle: Biomasse als Brennstoff.
- 27. Juni: Die Kraft des Wassers: Ist das Potenzial ausgereizt?
- 28. Juni: Eine neue Chance für Erdgas-Kraftwerke.
- 29. Juni: Wie viel Erdgas steckt in NRW unter der Erde?
- 30. Juni: Kommt nun die Renaissance der Kohle?
- 1. Juli: Wie lange hat die Welt noch Erdöl und was sind die Alternativen?
- 2. Juli: Energiespeicher werden dringend benötigt.
- 4. Juli: Wie kan man das klimaschädliche Treibhaus-Gas CO₂ aus Kohle- und Gaskraftwerken speichern?
- 5. Juli: Ein neues Stromnetz muss her: Mindestens 3600 Kilometer Hochspannungsleitungen müssten in Deutschland neu verlegt werden.
- 6. Juli: Wie grün ist Öko-Energie?
- 7. Juli: Die strahlende Last: Das Endlager-Problem bleibt erhalten.
- 8. Juli: Niederlande, Frankreich, Dänemark, England, Schweiz – wie gehen unsere Nachbarn mit der Energiefrage um?
- 9. Juli: Ergebnis der Telefonaktion: Experten beantworten Fragen rund um die Energiewende.