

Den Wasserwerken von vier Brunnen rund um Karlsruhe und Köln ist Peter Bayer noch immer dankbar. Sie haben das dokumentiert, was der Wissenschaftler der ETH Zürich und seine Kollegen vom KIT Karlsruhe monatelang in zahlreichen Archiven gesucht hat: eine lückenlose Aufzeichnung der Grundwassertemperaturen über 40 Jahre hinweg.

Als sich der Hydrogeologe Bayer die Datenreihe genauer ansah, fand er seine Vermutungen bestätigt: Die Temperatur des Grundwassers liegt nicht konstant bei etwa zehn Grad Celsius, sie steigt vielmehr seit Jahrzehnten an.

VON THOMAS JÜNGLING

Das Muster der Daten kam dem Hydrogeologen bekannt vor: „Der Temperaturanstieg in der Erdatmosphäre durch den Klimawandel zeigt sich auch im Untergrund, im Grundwasser wie auch im Gestein. Die Veränderung der vergangenen 100 Jahre ist noch in 100 Meter Tiefe nachweisbar“, sagt der ETH-Forscher. „So wie die Temperatur der Erdatmosphäre in den vergangenen 40 Jahren um mindestens ein Grad Celsius zugenommen hat, so ist sie auch im Grundwasser gestiegen. Da Grundwasser nur langsam Energie aufnimmt, speichert und abgibt, tritt der Effekt aber um einige Jahre verzögert auf“, sagt Bayer. Die Temperatursprünge aber seien im Wesentlichen die gleichen.

Zu den zahlreichen negativen Folgen des Klimawandels kommt somit ein positiver Nebeneffekt: Die globale Erwärmung könnte der bislang nur begrenzt eingesetzten Nutzung der Erdwärme einen Schub geben. Je höher die Temperaturen in der Atmosphäre steigen, desto stärker erwärmt sich auch der Untergrund – und dieses Plus an Wärme lässt sich dann mit Geothermie-Anlagen für Heizungen abschöpfen. Allerdings birgt das Verfahren auch Risiken. Allerdings ist selbst die Erdwärme eine Ressource, die sich nicht unbegrenzt nutzen lässt. Zudem birgt das Verfahren schwer abschätzbare Risiken.

Auf den ersten Blick überwiegen die Vorzüge von Geothermie als Energiequelle: Sie ist stets verfügbar und könnte helfen, die Schwankungen von Sonnen- und Windkraft auszugleichen. Die Sonne und das Erdinnere liefern die Erdwärme, zwei Quellen also, die so schnell nicht versiegen werden. Die hohen Temperaturen im Erdinnern verdanken sich zum einen der noch immer gespeicherten Hitze aus Zeiten, als sich Planeten wie die Erde gebildet haben, zum anderen dem Zerfall radioaktiver Substanzen wie Thorium und Uran. Dieser liefert fast die Hälfte der 44 Terawatt, die die Erde insgesamt abstrahlt.

Unterirdisch warm

Die gestiegenen Temperaturen in der Atmosphäre heizen auch dem Untergrund der Erde ein. Anlagen für Erdwärmegewinnung können das nutzen



PHOTO: SCIENCE PHOTO LIBRARY

Erdwärme-Anlagen laufen leise und sind nahezu wartungsfrei zu betreiben. Trotzdem hat sich Geothermie nicht flächendeckend durchsetzen können: Sie ist technisch nicht immer einfach zu beherrschen, vor allem aber lohnt sich der Betrieb der Anlagen nicht überall. Nicht an jedem Ort lässt sich ausreichend Erdwärme auf einfache Weise an die Oberfläche holen.

Die mehr als 300.000 Erdwärmesonden in Deutschland liefern bislang nur ein Prozent der hierzulande gebrauchten Raumwärme. Da die in den Anlagen eingesetzten Wärmepumpen Strom aus der Steckdose benötigen – und die Stromgewinnung in Deutschland noch immer reichlich Kohlendioxid freisetzt – spart auch die Geothermie-Technik nicht sehr viel von diesem Gas ein. Das ließe sich nur ändern, indem man die Wärmepumpen gezielt mit Strom aus erneuerbaren Energien betreibt.

Lohnt sich also der ganze technische Aufwand für das eine Grad Celsius mehr? Selbst Peter Bayer ist da skeptisch: „Ob das ökonomisch sinnvoll ist, darf bezweifelt werden“, sagt Bayer. Wo aber ohnehin Erdwärme gefördert wird, lässt sich das Temperatur-Plus gut abschöpfen. Denn „grundsätzlich kann die Erwärmung von Grundwasser und Gestein im Untergrund eine Menge an Energie bringen, die sich nutzen ließe“, sagt Bayer.

In den vergangenen 50 Jahren hat sich die Erdatmosphäre global um 0,13 Grad pro Jahrzehnt erwärmt. Und der Klimawandel dürfte sich fortsetzen und mit diesem auch die Temperatur des Untergrunds weiter steigen. Erdwärme könnte deutlich effizienter als bisher gewonnen werden. „Das wäre dann ökonomisch schon spannender“, sagt Bayer. Nahe unter der Erdoberfläche ließe sich damit viel Energie abschöpfen – über Erdsonden, die bis 400 Meter tief in den Untergrund reichen und die Wärme nach oben befördern.

Bohrungen, die noch tiefer gehen, sind von der Untergrunderwärmung durch den Klimawandel unberührt. Dort lassen sich 160 Grad Celsius und mehr abgreifen – und zur Stromgewinnung einsetzen. In Deutschland ist dieses Verfahren allerdings kaum entwickelt. Es kann durchaus riskant sein: Im Untergrund gibt es vereinzelt Gesteinskörper, die unter hoher Spannung gegeneinander drücken. Gelangt durch die Bohrung Wasser zwischen die Platten, wirkt es wie ein Schmiermittel. Die Platten kommen in Bewegung, die Erde bebt.

Das kann schon bei weniger tiefen Bohrungen zu Problemen führen: Vor acht Jahren haben Bohrungen im badischen Staufen, einer Stadt am Fuße des Schwarzwalds, Schäden in Millionenhöhe verursacht. Historische Häuser bekamen Risse, einige mussten sogar abgerissen werden. In Basel wurden geothermische Versuche eingestellt, nachdem es dort zu mehreren Erdbeben gekommen

war. Die oberflächennahe Geothermie-Nutzung ist nicht auch sonst ohne Probleme.

„Erdwärmeeutzug heißt auch immer, dass sich der Untergrund – zumindest lokal begrenzt – abkühlt. Das aber wird in Kauf genommen und bei fachlicher Planung mit einberechnet“, sagt Peter Bayer. Zwar fließt immer wieder Wärme von unten aus der Erde und oben durch die Sonne nach, doch bei intensiver Nutzung wird es rund um die Erdschicht um einige Grad Celsius kühler – eine Nutzung der Geothermie ist dann kaum noch möglich. Nur wenn die Anlage dem Untergrund viele Jahre lang nur noch dosiert Wärme entzieht, pendelt sich die Temperatur wieder auf dem vorherigen Niveau ein. Wichtig ist daher, immer nur so viel Wärme zu entnehmen wie auch nachfließt.

In dicht besiedelten Wohngebieten und Bürokomplexen kommt hinzu, dass sich „hier Geothermie-Anlagen, die zu nahe nebeneinander stehen, gegenseitig die Wärme nehmen können“, so Hydrogeologe Bayer.

Ausgleichen lässt sich der Temperaturrückgang im Untergrund, wenn wiederum Wärme in die Schichten unterhalb der Erdoberfläche fließt. Damit daraus kein sinnloser Kreislauf aus Gewinner und wieder rückgeführter Energie wird, kann man dafür menschengemachte Abwärme nutzen. „Asphaltierte Straßen, Keller, Abwasserleitungen oder U-Bahnen sind permanente Wärmequellen. Die führen dazu, dass wir riesige Wärmequellen im Untergrund der Städte beobachten können“, sagt Bayer. „Unter dem Kölner Dom zum Beispiel ist das Grundwasser etwa 15 Grad Celsius wärmer – also etwa fünf Grad wärmer, als zu erwarten wäre.“ Mit der gespeicherten urbanen Abwärme alleine ließe sich Köln mindestens zwei Jahre mit Wärme versorgen, haben Bayer und seine Kollegen berechnet. Industriebetriebe und Rechenzentren könnten gezielt ihre Abwärme in den Untergrund leiten. „In Zürich erwägt man, nur noch Geothermie-Anlagen zu genehmigen, wenn gleichzeitig auch Abwärme eingeleitet wird. Man nutzt den Untergrund also als saisonalen Speicher“, so Bayer.

Solche Eingriffe in die Schichten tief unter der Erdoberfläche können allerdings weitreichende Folgen haben, die kaum abzuschätzen sind. Schon die eher moderate Erwärmung des Bodens durch den Klimawandel birgt Gefahren. „Organismen im Untergrund sind oft an sehr stabile Bedingungen angepasst. Temperaturveränderungen bedeuten für unterirdische Ökosysteme also Stress. Wird es dort unten wärmer, werden vermehrt Sulfide und Methan produziert – und das erhöht wiederum den Sauerstoffverbrauch. Eine Folge könnte sein, dass sich Kolibakterien besser verbreiten“, so Bayer. Kolibakterien können unter anderem Darmerkrankungen hervorrufen.

Leser werben Leser

Leser werben und 80,-€ Gutscheine sichern!

Gutschein zur Wahl!



80,-€ Gutscheine zur Wahl
 Ob exklusive Pflege und Düfte, die neueste Technik, Treibstoff für Ihr Fahrzeug oder Praktisches für den Haushalt – jetzt können Sie sich einen Wunsch erfüllen.
 Freuen Sie sich auf einen Gutschein in Höhe von 80,-€ für Douglas, Media Markt, Shell oder Tchibo!

Eine Woche Inspiration.

- **Journalistische Kompetenz** – von Deutschlands führender Qualitäts-Sonntagszeitung
- **Regionale Teile** – für Hamburg, Berlin, Bayern und Nordrhein-Westfalen
- **Opulente Magazine** – 9x jährlich mit Stilmagazin ICON, 4x jährlich mit Auto- und Lifestyle-Special PS WELT
- **MEINE WELT** – die exklusive Vorteils- und Erlebniswelt für treue Leser
- **Frei Haus** – kostenlose Lieferung direkt an die Haustür

WELT am SONNTAG erscheint im Verlag Axel Springer SE, Axel-Springer-Str. 65, 10888 Berlin, 0800/926 75 37. Vertreten durch den Vorstand, Amtsgericht Charlottenburg, HRB 154517 B.

ANZEIGE

Ja, ich habe den neuen Leser geworben!

■ Ich erhalte eine Prämie meiner Wahl.
 ■ Ich brauche kein Festleser zu sein, um einen neuen Leser zu werben.
 Dieses Angebot gilt nicht für Eigen- und Geschenkbestellungen sowie für Bezüge zu ermäßigten Preisen. Der neue Bezieher oder eine in seinem Haushalt lebende Person war in den letzten sechs Monaten nicht Bezieher von WELT am SONNTAG. Prämienlieferungen ins Ausland sind nicht möglich. Die Übermittlung der Prämie erfolgt ca. vier Wochen nach Zahlungseingang.

Meine Prämie (bitte nur ein Kreuz) SL1507-J01-WS01SZ
 80,-€ Douglas (66099) 80,-€ Media Markt (66098)
 80,-€ Shell (66100) 80,-€ Tchibo (66097)

Meine Adresse
 Name: _____
 Vorname: _____ Geburtsdatum (freiwillige Angabe): _____
 Straße/Nr.: _____
 PLZ: _____ Ort: _____
 Telefon/E-Mail (bitte angeben): _____

Ich bin damit einverstanden, dass die Axel Springer SE mir weitere Medienangebote per Telefon/E-Mail/SMS unterbreitet. Dieses Einverständnis kann ich jederzeit widerrufen.
 Ich kann der Nutzung meiner Daten zu Werbezwecken jederzeit beim Verlag widersprechen: WELT am SONNTAG, Brieffach 22 64, 20350 Hamburg, Fax: 0800/926 77 37.

Datum: _____ Unterschrift: _____

Ja, ich bin der neue Leser!

■ Ich erhalte WELT am SONNTAG 12 Monate lang für zzt. nur 3,90€ pro Ausgabe (entspricht 52 Ausgaben für 202,80€) bequem nach Hause.
 Wenn ich WELT am SONNTAG danach weiterlesen möchte, brauche ich nichts zu tun. Ich erhalte sie dann zum günstigsten Preis von zzt. 50,70€ im Quartal (inklusive Haustür-Service). Das Angebot gilt nur in Deutschland und nur, solange der Vorrat reicht.

Meine Adresse
 Name/Vorname: _____
 Straße/Nr.: _____
 PLZ: _____ Ort: _____
 Telefon: _____

Zusätzlich erhalte ich jeden ersten Mittwoch im Monat den Newsletter von „MEINE WELT“ mit exklusiven Angeboten.

E-Mail (bitte angeben): _____
 schnellstmöglich ab dem

Ich zahle bequem per SEPA-Lastschriftmandat:
 DE Ihre BLZ: _____ Ihre Kto.-Nr.: _____
 Das SEPA-Lastschriftmandat kann ich jederzeit widerrufen. Die Mandatsreferenz wird separat mitgeteilt.

Name/Vorname des Kontoinhabers (falls abweichend vom Leser): _____
 Anschrift des Kontoinhabers (falls abweichend vom Leser): _____
 Ich erhalte Ihre Rechnung. Jährlich 1/2-jährlich 1/4-jährlich

Ich bin damit einverstanden, dass die Axel Springer SE mir weitere Medienangebote per Telefon/E-Mail/SMS unterbreitet. Dieses Einverständnis kann ich jederzeit widerrufen.
 Ich kann der Nutzung meiner Daten zu Werbezwecken jederzeit beim Verlag widersprechen: WELT am SONNTAG, Brieffach 22 64, 20350 Hamburg, Fax: 0800/926 77 37. Ich ermächtige die Axel Springer SE, Zahlungen von meinem Konto mittels Lastschrift einzuziehen. Zugleich weise ich mein Kreditinstitut an, die von der Axel Springer SE auf mein Konto gezogenen Lastschriften einzulösen. Hinweis: Ich kann innerhalb von acht Wochen, beginnend mit dem Belastungsdatum, die Erstattung des belasteten Betrages verlangen. Es gelten dabei die mit meinem Kreditinstitut vereinbarten Bedingungen.

Datum: _____ Unterschrift: _____
 Alle Informationen über Ihr gesetzliches Widerrufsrecht und die Widerrufsbelehrung finden Sie unter www.wams.de/widerruf.

Coupon einsenden an:
WELT am SONNTAG, Brieffach 66 77, 10867 Berlin

Gleich bestellen! ☎ 0800/850 80 30 🌐 www.wams.de/80euro

Abgezeichnet von: Chef vom Dienst Artdirector Textchef Chefredaktion

