

# **Strom und Wärmeerzeugung aus Geothermie**

Anforderungen an die  
Produktionsprozesse  
aus ökologischer Sicht

# Inhalt

3	Einleitung
4	1. Unterscheidung verschiedener Formen der Geothermie
4	2. Allgemeine geothermische Potenziale
5	3. Oberflächennahe Geothermie-Nutzung mit Wärmepumpen
6	4. Hydrothermale Systeme
7	5. Petrophysikalische Systeme
7	6. Geothermie und Abwärmenutzung
8	7. Schutz der Umwelt bei der Nutzung geothermischer Energie
8	7.1 Schutz des Grundwassers – als Ressource und Ökosystem
9	7.2 Kühlwasserentnahme bei Geothermie
10	7.3. Immissionsschutz
10	7.4 Erdbebensicherheit
10	8. Zusammenfassung und Forderungen

## Impressum

**Herausgeber:** Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), Friends of the Earth Germany, Am Köllnischen Park 1, 10179 Berlin, **Autoren:** Dr. Werner Neumann, Sprecher AK Energie, Sebastian Schönauer, Sprecher AK Wasser, **Redaktion:** Severin Zilllich, **V.i.s.d.P.:** Dr. Norbert Franck, **Telefon:** 030/27586-40, **Fax:** 030/27586-440, **E-Mail:** info@bund.net, **Bestellnummer:** 11.042, März 2007

# Einleitung

Im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren (nicht fossilen) Energien spielt die Geothermie eine wichtige Rolle für die Energiewende, um die Nutzung fossiler Energien und der Atomenergie zu beenden. Im eigentlichen Wortsinne ist Geothermie nicht „erneuerbar“, sondern nach menschlichen Maßstäben als „unerschöpflich“ zu bezeichnen. Nur die oberflächennahe Geothermie nutzt teilweise die Sonnenenergie. Die Tiefen-Geothermie wird von der Abwärme der Zerfallsprozesse natürlicher radioaktiver Stoffe sowie der Wärme bei der Entstehung der Erde gespeist. Je weiter man ins Erdinnere vordringt, desto höher steigt die Temperatur – um etwa 3°C pro 100 Meter. In einer Tiefe von 3.000 bis 5.000 Metern werden in Deutschland ca. 100–200°C erreicht.

Theoretisch könnte der deutsche Gesamtbedarf an Strom und Wärme mit Geothermie gedeckt werden. Der besondere Vorteil der Geothermie ist, dass mit ihr – im Unterschied zu anderen erneuerbaren Energien, die fluktuierend anfallen – Grundlastkraftwerke betrieben und damit besonders Braunkohle- und Atomkraftwerke ersetzt werden können. Geothermisch erzeugte Wärme kann fossile Brennstoffe wie Erdgas und Erdöl ersetzen.

Einer intensiven und breiten Nutzung der theoretischen Potenziale der Geothermie stehen allerdings noch viele technische und wirtschaftliche Hemmnisse entgegen. Eine deutlich erweiterte Nutzung der Geothermie setzt den Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen voraus. Kurz gesagt: Die Geothermie bietet ein hohes Energiepotenzial; doch es zu nutzen ist sehr aufwändig und – bislang – teuer.

Technisch wie wirtschaftlich sind folgende Restriktionen zu beachten:

- Förderung der Geothermie (Bohrungen)
- Aufbereitung und thermische Konzentration der Geothermie
- Verteilung und Nutzung der Geothermie (Wärmenetze)

Der BUND spricht sich dafür aus, die Geothermie anstelle fossiler und atomarer Energieträger zu nutzen. Hierbei ist der Umweltschutz besonders in folgenden Bereichen zu berücksichtigen:

- Schutz des Grundwassers – als Ressource und Ökosystem
- Wasserentnahme und Verbrauch zu Kühlzwecken
- Naturschutz
- Immissionsschutz

## 1. Unterscheidung verschiedener Formen der Geothermie

Spricht man von Geothermie, ist es wichtig, verschiedene Nutzungsarten zu unterscheiden.<sup>1</sup>

- Oberflächennahe Geothermie
- Hydrothermale Systeme
- Petrothermale Systeme

Wir wollen diese Nutzungsarten im Hinblick auf ihre Energiebilanz und ihre Folgen für die Umwelt betrachten.

## 2. Allgemeine geothermische Potenziale

Die heutigen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen beeinflussen alle Szenarien für die Gewinnung von Strom und Wärme aus Geothermie in den Jahren 2030 bis 2050. So schätzt das Bundesumweltministerium (BMU) eine Nutzung von ca. 1.000 PJ/a aus Geothermie für Strom und Wärme. Würde sich der Primärenergiebedarf von 2005 bis dahin halbieren, könnte die Geothermie etwa 15% davon decken.

Bei der Deckung des Strombedarfs wird mit einem Potenzial von 100 TWh (2020) und bis zu 300 TWh (2050) gerechnet – allerdings meist ohne den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung. So könnte der Strombedarf, wenn er von derzeit 550 auf 300 bis 400 TWh/Jahr gesenkt würde, zum größten Teil gedeckt werden. Dazu wären jedoch der Bau und Betrieb von ca. 1.000 geothermischen Kraftwerken mit je 4 MWel erforderlich.

Derzeit (2005) liegt der Anteil der geothermischen Energie bei 0,05% des Primärenergiebedarfs.

Allerdings hat sich bei der Erschließung der Geothermie in letzter Zeit ein teilweise erhebliches „Bohrisiko“ gezeigt. (Wird bei einer bestimmten Bohrtiefe auch die erhoffte Temperatur erreicht? Erfolgt beim „Anstich“ eine Durchströmung der Erdtiefe?) So verzögerte sich das Projekt Souz-sous-Forets im Elsass, und die Bohrungen in Unterhaching wurden unterbrochen und in Bad Urach aus Kostengründen gestoppt. Derartige Projekte weisen bislang also ein hohes technisches und wirtschaftliches Risiko auf und sind daher auf Zuschüsse und Bohr-Bürgschaften angewiesen.

<sup>1</sup> Wir sprechen hier in allen Fällen von Geothermie. Dieser Begriff wird synonym zum Begriff Erdwärme verwendet, auch wenn manche Technologieanbieter gerne die oberflächennahe Geothermie als „Erdwärme“ von der tiefen „Geothermie“ sprachlich trennen wollen.

### 3. Oberflächennahe Geothermie-Nutzung mit Wärmepumpen

Bei der geothermischen Nutzung mit Wärmepumpen wird die (Niedertemperatur-)Wärme der oberen Erdschichten genutzt, sei es durch Verlegung von Wärmetauschern in wenigen Metern Tiefe oder durch Bohrungen in bis zu 100 Metern Tiefe.<sup>2</sup> Für Tiefenbohrungen muss die Genehmigung der Wasserbehörde eingeholt werden und sichergestellt sein, dass das Grundwasser nicht gestört oder beeinträchtigt wird.

Teilweise nutzen Wärmepumpen auch die Wärme der Umgebungsluft. Sie bringen die Wärme von einer niedrigen Temperatur auf ein Nutzwärmeniveau von 30 bis 60°C für Raumwärme und Warmwasser. Je höher diese Temperaturdifferenz ist, umso geringer ist der Wirkungsgrad bzw. die Arbeitszahl der Wärmepumpe. Diese gibt an, wie viel Nutzwärme bezogen auf den Einsatz von Strom erzeugt wird. Da die Wärmepumpen in der Regel mit Strom betrieben werden, können sie den Effizienzverlust von großen – z.B. mit Kohle oder Uran betriebenen – Kondensationskraftwerken (33% Wirkungsgrad) meist nur bei Arbeitszahlen von 3,0 bis 4,0 so gerade kompensieren.

Sinnvoll kann der Einsatz von Wärmepumpen hinsichtlich der primärenergetischen und ökologischen Gesamtbilanz sein, wenn Reservoirs oder Abwärmquellen mit höherem Temperaturniveau genutzt werden: wie die Abluft von Gewerbe- oder Sporthallen, die Abluft aus Wohnräumen bei Niedrigenergie- oder Passivhäusern oder die Abwärme von Abwasser. Hier kann die Arbeitszahl der Pumpen Werte bis zu 5,0 und 6,0 erreichen.

Die Investition in eine Wärmepumpe ist immer im Zusammenhang mit der zusätzlich nötigen Stromproduktion im Rahmen einer Gesamtenergiebilanz zu betrachten. Vergleicht man die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz von Wärmepumpen mit Arbeitszahlen bis 4,0, die mit Kohle- oder Atom-Kondensationsstrom (Wirkungsgrad ca. 33%) betrieben werden, mit einer effizienten Erdgasheizungsanlage, ergibt sich für die Pumpe praktisch kein Vorteil.

Der BUND stellt fest: Wärme aus Wärmepumpen sollte nicht als „erneuerbare Energie“ behandelt werden, wenn ihre Gesamtprimärenergiebilanz nicht eindeutig besser ist als bei anderen Systemen. Vorteile in der CO<sub>2</sub>-Bilanz ergeben sich gegenüber fossilen Heizungssystemen nur, wenn der Strom allein oder „im Strommix“ durch Atomkraft erzeugt wird. Die Nutzung von Atomstrom (nicht nur für den Betrieb von Wärmepumpen) lehnt der BUND jedoch aufgrund der immens hohen Umwelt- und Gesundheitsgefahren prinzipiell ab.

Gesamtenergetisch günstiger sind gasbetriebene Wärmepumpen, deren Antriebskraft aus einem Motor oder einer Gasturbine stammt. In der Gesamtenergiebilanz kann diese Kombination von Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpe bis zu 30% einsparen.

Die Nutzung der Geothermie mit Wärmepumpen hat eine technische und wirtschaftliche Alternative: nämlich die Wärmedämmung von Alt- und Neubauten (bis hin zum Passivhaus-Niveau) und die Beheizung mit Holz und/oder Solarenergie.<sup>3</sup> Gerade bei Passivhäusern ist der Einsatz kleiner Pumpen zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft sehr sinnvoll.

<sup>2</sup> Bis in 100 Meter Tiefe gehört Geothermie nach dem Bundesberggesetz zu den „bergfreien“ Bodenschätzen. Bohrungen bis in diese Tiefe unterliegen nur der wasserrechtlichen Genehmigung.

<sup>3</sup> Aktuell (2006) werden daher meist WP-Heizungen für Niedrigenergiehäuser angeboten, was aber angesichts des neuen Passivhaus-Standards als überholt gelten kann. Bei Passivhäusern sorgen Wärmepumpen allenfalls für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft. Geothermie wird hier auf passive Weise zur Vorwärmung bzw. Vorkühlung der Zuluft verwendet.

Bei Wohnsiedlungen und größeren Gewerbebauten sollten Systeme der Kraft-Wärme-Kopplung, die neben Wärme auch Strom produzieren, den Vorrang haben gegenüber Systemen mit Wärmepumpen, die Strom verbrauchen.<sup>4</sup>

Um die ungünstige Gesamtenergiebilanz von Strom aus fossiler oder atomarer Energie zu verbessern, werden Wärmepumpen manchmal gezielt mit „grünem“ Strom aus erneuerbarer Energie betrieben. Doch sinnvoll ist das nur, wenn die Pumpe durch die Nutzung von Abwärme hohe Arbeitszahlen erreicht.

Für den BUND haben die Senkung des Stromverbrauchs und Wärmebedarfs, die effiziente Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung und die Nutzung erneuerbarer Energien Vorrang.

Besonders positiv ist die passive Nutzung von Erdwärme (bzw. „Erdkälte“ im Sommer) für die Heizung oder Kühlung von Wohn- und Geschäftsbäuden mit Passivhaus-Bauweise.

Der Einsatz von Wärmepumpen ist nur sinnvoll, wenn die Gesamtenergiebilanz deutlich verbessert wird, besonders durch die Nutzung von Abwärme. Abgelehnt wird der Einsatz von Wärmepumpen, die nur die energetische Ineffizienz von Großkraftwerken ausgleichen bzw. deren vermehrter Einsatz einen erhöhten Bedarf an Kohle- oder Atomstrom nach sich zieht.

#### **4. Hydrothermale Systeme mit hohem oder niedrigem Temperaturniveau**

In manchen Regionen gibt es Tiefenwässer (in einigen 100 bis zu 3.500 Metern Tiefe) mit höherem Temperaturniveau (60–200°C). Bekannt sind geothermische Heizungsanlagen in Mecklenburg-Vorpommern oder in Bereichen des Oberrheingrabens und im bayerischen Voralpenraum. Hier wird meist nur das vom Tiefenwasser vorgegebene Temperaturniveau mittels Nah- oder Fernwärme genutzt. An kalten Wintertagen werden fossil beheizte Spitzenkessel hinzugeschaltet. Zunehmend wird das Tiefenwasser mittels ORC- oder Kalina-Verfahren zur Stromproduktion verwendet (s.u.). Das entnommene Tiefenwasser wird wieder reinjiziert. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass Bohrung und Betrieb nicht zu unerwünschten Verbindungen verschiedener Grundwasserschichten führen.

<sup>4</sup> Untersuchungen des Landes Hessen bzw. des Instituts „Wohnen und Umwelt“ haben gezeigt, dass viele Versprechungen zu Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen sich in der Praxis nicht nachweisen ließen. Investoren wird empfohlen, sich die Effizienz einer Pumpe garantieren zu lassen und dies mit Strom- und Wärmemengenzählern zu prüfen ([www.impulsprogramm.de](http://www.impulsprogramm.de)).

## 5. Petrophysikalische Systeme

Bei „Hot-Dry-Rock-Verfahren“ erreichen Bohrungen, die typischerweise auf 2.000 bis 3.000 (teilweise bis 5.000) Meter Tiefe geführt werden, Temperaturen von ca. 150–180° C. Mit einer oder mehreren Bohrungen wird kaltes Wasser auf den „heißen Stein“ injiziert und an anderer Stelle erwärmt wieder nach oben geführt. Diese Wärmeenergie kann mit relativ geringem Wirkungsgrad (ca. 10–15%) in Strom gewandelt werden – mittels ORC- oder Kalina-Verfahren (Turbine mit organischem Wärmeträger bzw. Ammoniak-Dampf-Turbine).<sup>5</sup> Durch die gleichmäßige Bereitstellung der Wärmeenergie kann so Strom in der Grundlast bereitgestellt werden. Sehr positiv ist zudem die geringe energetische Rücklaufzeit, die bei unter einem Jahr liegt, vergleichbar mit der Windenergie.

Das Geothermiefotenzial für die Stromproduktion ist theoretisch riesig. Wenig beachtet wird allerdings, dass ein Standort mit zwei Bohrungen nach 15 bis 20 Jahren thermisch ausgenutzt ist und es einige Dutzend Jahre dauert, bis die Wärme im Untergrund nachgeströmt ist. Geothermiekraftwerke müssen daher nach einiger Zeit quasi umziehen und neu gebaut werden.

## 6. Geothermie und Abwärmenutzung

So positiv die Stromproduktion aus Geothermie ist: Die Abwärme aus geothermischen Kraftwerken wird bisher kaum oder gar nicht genutzt, weil die Kraftwerke meist außerhalb von Wohnsiedlungen liegen. Alle Studien zur Geothermie verweisen auf das große, wenn nicht riesige Potenzial von Strom und Wärme durch Geothermie. Sie betonen aber auch, dass es für die Nutzung der Wärme und den Ersatz fossiler Brennstoffe zu Heizzwecken nötig ist, Fern- und Nahwärmenetze auf- und auszubauen. Die mehrere Monate dauernden Bohrungen verursachen jedoch soviel Lärm, dass die Anlagen oft weit abseits von Wohnhäusern angesiedelt werden.<sup>6</sup> Deshalb werden geothermische Kraftwerke derzeit meist ohne weitere Abwärmenutzung konzipiert.

Der BUND fordert beim Ausbau der Geothermie auch die Abwärme der geothermischen Kraftwerke zu nutzen.

<sup>5</sup> Technische Hinweise zu ORC siehe u.a. bei [www.ormat.com](http://www.ormat.com), zu Kalina-Verfahren bei [www.ocees.com](http://www.ocees.com)

<sup>6</sup> KWK-Anlagen auf der Basis von Dampfturbinen haben bei Feuerungsleistungen unter 5MW sehr niedrige elektrische Wirkungsgrade und sind zudem leistungsspezifisch sehr teuer.

## 7. Schutz der Umwelt bei der Nutzung geothermischer Energie

Bislang ist bei der „tiefen“ Geothermie kaum untersucht, welche Folgen die Nutzung der Geothermie auf die Umwelt hat.

Der BUND spricht sich dafür aus, im Rahmen der derzeit wenigen Pilotprojekte die Umweltfolgen der Nutzung der Tiefen-Geothermie intensiv zu erforschen und die Betreiber der Anlagen durch die Bundesregierung und die Länder zu fördern.

### 7.1 Schutz des Grundwassers – als Ressource und Ökosystem

Zu beachten ist besonders der Schutz gegen unerwünschte Verbindungen verschiedener Grundwasserleiter. Die wesentliche Restriktion der Geothermie liegt im Bereich Geologie und Grundwasserschutz. Bohrungen und Erdsonden greifen in geologische Gesteinsschichten mit Grundwasserführung ein. Oberflächennah bzw. in bis zu 100 Metern Tiefe werden „Erdsonden“ eingesetzt, in denen das Wasser in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. So hat das Wärmeträgermedium – wenn kein Materialfehler vorliegt – keinen Kontakt zum Grundwasser. Zur Vorsorge sind Meldesysteme für Störungen und regelmäßige technische Überprüfungen vorzusehen.

Der Einsatz von Erdsonden mit Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist eine umweltfreundliche Alternative zu Systemen, die technisch bedingt mit Frostschutzmitteln versehen werden, auch wenn diese angeblich unbedenklich für das Grundwasser sind.

Kritischer zu beurteilen sind offene Systeme, bei denen der Kreislauf über mehrere räumlich getrennte Bohrungen erfolgt. Hier kommt es darauf an, die örtliche geologische Situation und die Grundwasserführung genau einzuschätzen. Als „ungünstig“ gelten Gebiete, wo eine hohe Wasserdurchlässigkeit des Gesteins/der Gesteinsschichten vorliegt oder eine stockwerkartige Trennung von Wasser führenden Schichten durch eine Bohrung durchstoßen und nicht abgedichtet werden kann. Besonders kritisch, ja „unzulässig“, ist dies in Trinkwassereinzugsgebieten oder Heilwasser-Schutz-zonen.<sup>7</sup>

In jedem Falle ist sicherzustellen, dass das Grundwasser nicht verunreinigt wird.

Am meisten beeinflusst die Erdwärme-Nutzung die Umwelt im Bereich des Grundwassers. Wichtige Parameter sind nicht nur seine Beschaffenheit, sondern auch seine Temperatur. Wärmepumpen zum Heizen entziehen dem oberflächennahen Grundwasser Wärme und senken seine Temperatur um 4 bis 5°C. Im Sommer dient das Grundwasser zur Kühlung und wird dabei um bis zu 10°C erwärmt. Die ökologischen Folgen dieser Temperaturänderungen wurden bisher nicht untersucht. Wie dies die Bakterienpopulationen und damit die Selbstreinigungskapazität des Grundwassers beeinflusst, ist erst seit 2006 Gegenstand eines finanziell geförderten Forschungsprojekts. Bisher fehlen Daten, um unbedenkliche Grenzen für Temperaturänderungen festzusetzen.

Die Aufklärung dieser bisher unbekanntem Temperaturwirkungen ist deshalb besonders wichtig, weil die Lebensgemeinschaften des oberflächennahen Grundwassers – übrigens der größte Lebensraum

<sup>7</sup> Ein Leitfaden der Hessischen Landesanstalt für Umwelt und Geologie beschreibt diese Restriktionen und kennzeichnet die hessenweit günstigen und ungünstigen Gebiete: [www.hessen.hlug.de/Erdwärme](http://www.hessen.hlug.de/Erdwärme); s. a. Leitfaden zur Nutzung der Erdwärme, Ministerium für Umwelt und Forsten, Rheinland-Pfalz, 2000 und Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden Württemberg, 2001.

Europas – auf weitgehende Temperaturkonstanz eingestellt sind (in Mitteleuropa 8 bis 11°C). So viel ist bekannt: Das Ökosystem Grundwasser reagiert sehr sensibel auf veränderte Milieubedingungen und regeneriert sich bei Störungen erheblich langsamer als oberirdische Ökosysteme. Die biologischen Stoffwechselprozesse im Grundwasser – auch für den Abbau von Schadstoffen – sind von großer Bedeutung für den ökologischen Zustand und damit auch die Qualität des Grundwassers. Sie dürfen – auch aus Unwissenheit – nicht geschädigt werden. Außer Bakterien beeinflussen auch Pilze sowie ein- und mehrzellige Tierarten (in Deutschland etwa 500) in wechselseitigen Beziehungen stark die Beschaffenheit des Grundwassers.

Laut Grundwasserrichtlinie 80/68/EWG und Wasserrahmenrichtlinie gilt der Eintrag von Wärme in das Grundwasser als Verschmutzung.

## 7.2 Kühlwasserentnahme bei Geothermie

Wird die Abwärme nicht genutzt, erfordert die Kondensation des Turbinendampfes eine Kühlung. Diese kann über Flüsse oder große Seen erfolgen, was v.a. im Sommer zu erheblichen ökologischen Problemen führt. Oder es ist sehr viel Kühlwasser nötig – im Umfang von Hunderttausenden bis Millionen Kubikmetern pro Jahr und Anlage – das meist dem Grundwasser entnommen werden soll. Typischerweise soll etwa die Hälfte des Grundwassers verdampft, die andere Hälfte – erwärmt – wieder ins Grundwasser infiltriert werden.<sup>8</sup>

Hier treten nun gleich mehrere Umweltprobleme auf:

- a) durch Grundwasserabsenkungen (infolge der Entnahme von Kühlwasser) und die damit verbundenen Naturschäden,
- b) durch die Emission von Dampfschwaden bei bestimmten Wetterlagen und
- c) durch die u.U. kritische Erwärmung des Grundwassers und die Verschlechterung der Grundwasserqualität (Bakterien, andere Lebewesen).

Besonders sind Vorgaben von Wasserschutz- und FFH-Gebieten einzuhalten.

Die Entnahme großer Wassermengen stellt auch in quantitativer Hinsicht einen massiven Eingriff in den Wasserhaushalt dar. Als Folge kann der Grundwasserspiegel sinken, können Feuchtgebiete trockenfallen, Quellen und Bäche versiegen, aber auch Gebäude geschädigt werden.

Energetische Vorteile geothermischer Kraftwerke dürfen nicht auf Kosten des Grundwassers und anderer Naturgüter gehen. Der BUND spricht sich dagegen aus, den Kühlwasserbedarf aus dem Grundwasser zu decken, und befürwortet alternativ die Errichtung luftgekühlter Anlagen („LUKO“ = Luftkondensatoren). Allenfalls kommt eine zeitweilige Verdunstungskühlung an sehr warmen Tagen in Betracht.

Priorität hat die Nutzung der Abwärme zu Heizzwecken mit Nah- und Fernwärme, also die möglichst hohe Ausnutzung der geothermischen Energie in Kraft-Wärme-Kopplung.

<sup>8</sup> Ein 1 MWel-Geothermiekraftwerk benötigt Kühlwasser in einer Größenordnung von 200.000 m<sup>3</sup>/Jahr.

### 7.3 Immissionsschutz

Bei Bohrungen sind der Lärm und die Emission von Schadstoffen nicht zu vernachlässigen.<sup>9</sup> Bohrungen für Erdsonden von Wärmepumpen (max. 100 Meter tief) dauern einige Tage bis Wochen, Tiefenbohrungen (in 3.000–5.000 Metern Tiefe) bis zu zwölf Monate. In der Nähe von Wohnsiedlungen muss daher für einen Schallschutz gesorgt werden.<sup>10</sup>

Für Genehmigungen sind das Bundesberggesetz, die Wasser(haushalts)gesetze und das Baurecht relevant. Die oberirdischen Teile geothermischer Anlagen sind in der 4. BImSchV nicht aufgeführt und daher nicht genehmigungsbedürftig.<sup>11</sup>

Der BUND fordert, bei geothermischen Anlagen auch den Immissionsschutz zu berücksichtigen.

### 7.4 Erdbebensicherheit

Anfang 2007 wurden in direkter Nähe eines Bohrloches am Geothermieprojekt „Deep Heat Mining“ in Basel kleinere Erdstöße registriert. Die Erschütterung war an der Erdoberfläche deutlich zu spüren.

Der BUND fordert das Erdbebenrisiko von Geothermiebohrungen besonders in seismisch aktiven Regionen genau zu überprüfen. Vor einem Ausbau der Geothermie muss speziell in diesen Regionen sichergestellt sein, dass es nicht zu Schäden kommt.

## 8. Zusammenfassung und Forderungen

Der Ausbau erneuerbarer oder fast unerschöpflicher Energien soll die fossilen und nuklearen Energien ersetzen. Hierbei kommt der Geothermie – im Verbund mit anderen erneuerbaren Energien – eine besondere Bedeutung zu. Geothermische Kraftwerke können eine Grundlast der Stromerzeugung sicherstellen. Sie liefern damit einen wichtigen Beitrag zum Ersatz von Kohle- und Atomkraftwerken.

Geothermie kann theoretisch sehr viel Energie bereitstellen – doch ihre Erschließung ist relativ aufwändig und bislang noch teuer.

Der BUND ist dafür, den Strom aus geothermischen Anlagen weiter im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes erhöht zu vergüten. Der Schutz der Umwelt und besonders des Grundwassers ist bei der Stromerzeugung sicherzustellen.

Beim weiteren Ausbau der Geothermie sind Folgen für das Grundwasser, den Wasserhaushalt und den Natur- und Gewässerschutz zu untersuchen und zu minimieren.

Die verstärkte Nutzung von Wärmepumpen sieht der BUND kritisch. Vielfach ist die Primär-Energiebilanz nicht positiv. Mehr Wärmepumpen benötigen auch mehr Strom, was im Widerspruch steht zu den Prioritäten Stromeffizienz sowie Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung und aus erneuerbaren Energien.

<sup>9</sup> So liefern in Soulz-sous-forets Dieselaggregate in Baucontainern ohne Schadstofffilter den Bohrantrieb – der Lärm der wenig gekapselten Motoren, Dieselabgase und ein quietschendes Bohrgestänge begleiten hier die Erschließung der Geothermie.

<sup>10</sup> Wie bei der Bohrung von Dez. 2004 bis August 2005 in Pullach

<sup>11</sup> RA Große, Zu den Genehmigungsvoraussetzungen für geothermische Anlagen, NVwZ, 2004, 809f.

Technisch und wirtschaftlich ist ein mit Sonne und Holz beheiztes, gut gedämmtes Passivhaus, dessen Abwärme durch Wärmepumpen genutzt wird, sinnvoller als der Einsatz einer Wärmepumpe mit Grundwasserbohrung.

Bei der Nutzung der Geothermie in tiefen Erdschichten ist besonders der Grundwasser- und Gewässerschutz zu beachten. Der BUND fordert:

- ein umfangreiches Forschungsprogramm, um die ökologischen Folgen der Geothermienutzung für den Lebensraum Grundwasser in Art und Umfang wissenschaftlich zu erfassen.
- im Falle einer forcierten Nutzung der Geothermie ihre Folgen mit den ökologischen Folgen anderer konventioneller und regenerativer Energieträger abzugleichen, um über einen sinnvollen und das Grundwasser schonenden Ausbau entscheiden zu können.
- das nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie auch für Grundwasser geltende Verschlechterungsverbot nachweislich einzuhalten.
- den großen Forschungsbedarf hinsichtlich der Folgen der Temperaturänderungen des Grundwassers auf seine Lebensgemeinschaften (welche die Selbstreinigungskapazität maßgeblich bestimmen) mit öffentlichen Mitteln zu fördern.
- geothermische Kraftwerke nicht mit Grundwasser, sondern mit Luft zu kühlen.

# Die Erde braucht Freundinnen und Freunde

Der BUND ist ein Angebot: an alle, die unsere Natur schützen und den kommenden Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen erhalten wollen. Zukunft mitgestalten – beim Schutz von Tieren und Pflanzen, Flüssen und Bächen vor Ort oder national und international für mehr Verbraucherschutz, gesunde Lebensmittel und natürlich den Schutz unseres Klimas.

Der BUND ist dafür eine gute Adresse. Wir laden Sie ein, dabei zu sein.

## Ich will mehr Natur- und Umweltschutz

Bitte (kopieren und) senden an:

**Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.,  
Friends of the Earth Germany, Am Köllnischen Park 1, 10179 Berlin**

### Ich möchte

- ... mehr Informationen über den BUND
- ... Ihren E-Mail-Newsletter \_\_\_\_\_

## Ich will den BUND unterstützen

### Ich werde BUNDmitglied

Jahresbeitrag:

- Einzelmitglied (ab 50 €) .....
- Familie (ab 65 €) .....
- SchülerIn, Azubi,  
StudentIn (ab 16 €) .....
- Erwerbslose, Alleinerziehende,  
KleinrentnerIn (ab 16 €) .....
- Lebenszeitmitglied (ab 1.500 €) .....

Wenn Sie sich für eine Familienmitgliedschaft entschieden haben, tragen Sie bitte die Namen Ihrer Familienmitglieder hier ein. Familienmitglieder unter 25 Jahren sind automatisch auch Mitglieder der BUNDjugend.

\_\_\_\_\_  
Name, Geburtsdatum

\_\_\_\_\_  
Name, Geburtsdatum

### Ich unterstütze den BUND mit einer Spende

- Spendenbetrag  €
- einmalig
- jährlich

Um Papier- und Verwaltungskosten zu sparen, ermächtige ich den BUND, den Mitgliedsbeitrag/die Spende von meinem Konto abzubuchen. Diese Ermächtigung erlischt durch Widerruf bzw. Austritt.

\_\_\_\_\_  
Name

\_\_\_\_\_  
Vorname

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
Kreditinstitut

\_\_\_\_\_  
Bankleitzahl

\_\_\_\_\_  
Kontonummer

\_\_\_\_\_  
E-Mail, Telefon

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift

Ihre persönlichen Daten werden ausschl. für Vereinszwecke elektronisch erfasst und – ggf. durch Beauftragte des BUND e.V. – auch zu vereinsbezogenen Informations- und Werbezwecken verarbeitet und genutzt. [ABA107]

