

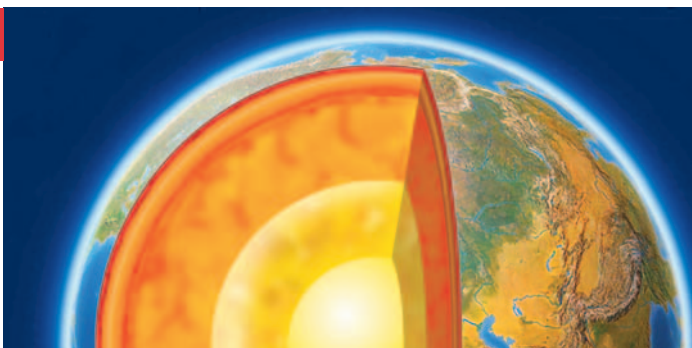
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

HESSEN



Hessisches Landesamt  
für Umwelt und Geologie

## Geothermische Anlagen - Heizen mit Erdwärme



*„Die Erde - eine unerschöpfliche Energiequelle“*

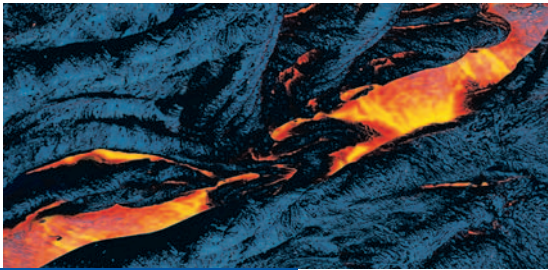
Eine Wanderausstellung des  
Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV)

und des Hessischen Landesamts für Umwelt  
und Geologie (HLUG)

Bei uns hat  
**ENERGIE  
ZUKUNFT**

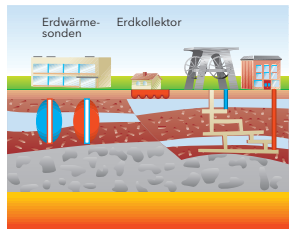
[www.energieland.hessen.de](http://www.energieland.hessen.de)

# Oberflächennahe und tiefe Geothermie

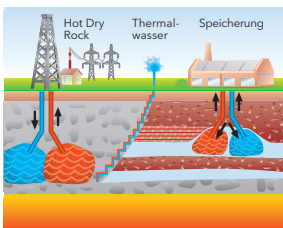


## „Woher kommt die Erdwärme?“

Die bei der Entstehung der Erde freigeordnete Wärmeenergie ist bis heute im Inneren der Erde gespeichert. Etwa 99 Prozent des Erdvolumens sind heißer als 1.000 °C. Diese Energiemenge ist, in menschlichen Dimensionen betrachtet, nahezu unbegrenzt.



Erdwärmesonden, -kollektoren, und geothermische Brunnenanlagen erschließen die oberflächennahe Geothermie bis zu einer Tiefe von etwa 400 m.



Im Hot Dry Rock-Verfahren wird kaltes Wasser in den Boden gepresst und in den tiefen Erdschichten erwärmt. Hierbei wird, wie auch bei Tiefenspeichern, die Tiefengeothermie genutzt.

Ein sichtbares Zeichen der gewaltigen Energiemengen im Erdinneren ist in Hessen z. B. der Vogelsberg, der – zwar seit langem erloschen – das größte Vulkanmassiv Mitteleuropas ist.

In der oberen Erdkruste nimmt die Temperatur im Mittel um rund 3 °C pro 100 Meter Tiefe zu (geothermischer Gradient). Dieser Durchschnittswert ist an Stellen der geothermischen Anomalien, wie z. B. dem Oberrheingraben, wesentlich größer.

In Abhängigkeit von der Tiefe der Wärmeerschließung unterscheidet man zwischen oberflächennaher (bis etwa 400 Meter Tiefe) und tiefer Geothermie (über 400 Meter Tiefe) ■

# Erdwärme in Hessen



„Können auch wir die Erdwärme nutzen?“

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist in Hessen außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten grundsätzlich überall möglich. Etwa 7.100 Erdwärmesondenanlagen (Stand Dezember 2012) belegen dies.

Einschränkungen bestehen z. B. in den zum Schutz des Grundwassers ausgewiesenen Wasserschutzgebieten. Der Leitfaden „Erdwärmennutzung in Hessen“ informiert Sie detailliert zu diesem Thema.



Die erforderliche Gesamtlänge bzw. Tiefe und Stückzahl der zu errichtenden Erdwärmesonden hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Standortes ab.

Eine genaue Analyse vorab ist hier unerlässlich ■

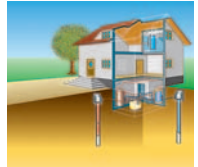
*Erdwärmesonden in Hessen  
(Stand 12/2012)  
Quelle: HLUG*

# Techniken zur Nutzung der Erdwärme



„Wie hole ich die Erdwärme ins Haus?“

Zur Nutzung der Erdwärme stehen drei unterschiedliche Verfahren zur Verfügung: Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Brunnen-systeme.



Brunnensystem \*

Erdwärmekollektoren werden horizontal in geringer Tiefe knapp unterhalb der Frostgrenze (maximal 2 Meter) verlegt und gewinnen fast ausschließlich die von der Sonne eingestrahlte Wärmeenergie.



Erdwärmekollektor \*



Erdwärmesonde \*

Vorteile von Erdwärmesonden gegenüber Kollektoren sind ein deutlich geringerer Flächenbedarf und die Erschließung eines unterhalb des Einflussbereichs der Sonneneinstrahlung liegenden und damit jahreszeitlich konstanten Temperaturniveaus. Erdwärmesonden werden in Bohrungen mit Tiefen meist geringer als 100 Meter, seltener auch mehr als 130 Meter eingebaut.

\* Quelle: Bundesverband  
Wärmepumpe (BWP) e.V.

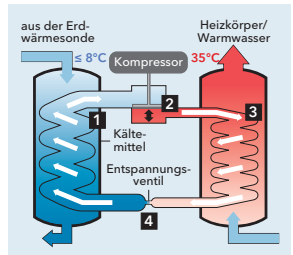
Geothermische Brunnenanlagen können an geeigneten Standorten dafür genutzt werden, durch Förderung und Wiedereinleitung des Grundwassers dessen Wärmeenergie direkt zu verwenden. Vorteilhaft ist das konstante, mit 8 bis 12°C relativ hohe Temperaturniveau. Aufwändiger können sich hier Genehmigungsverfahren und technischer Betrieb gestalten ■

# Die Funktionsweise einer Wärmepumpe



„Wie ein umgedrehter Kühlschrank“

Die Funktionsweise einer Wärmepumpe entspricht in weiten Teilen der eines Kühlschranks. Nur wird durch die Wärmepumpe die entzogene Wärme genutzt, die beim Kühlschrank über dessen Kühlrippen unreguliert abgegeben wird. Die detaillierte Beschreibung finden Sie untenstehend.



Wärmetausch-Prozess

Die Funktionsweise der Wärmepumpe erfolgt in vier Phasen:

1. Unter niedrigem Druck nimmt ein Kältemittel die Wärme aus dem Untergrund auf und verdampft dabei.
2. Im Kompressor wird der Druck des Dampfes erhöht, so dass er sich erwärmt.
3. Der warme Kältemitteldampf erwärmt das Heizungswasser, kühlt dabei ab und verflüssigt sich wieder.
4. Das flüssige Kältemittel wird im Entspannungsventil auf das niedrigere Ausgangsdruckniveau gebracht und kann erneut Wärme aufnehmen ■

# Einsparpotenziale von Wärmepumpen



**„Die Erde stellt uns keine Rechnung“**

Bei einer gut abgestimmten Wärmepumpenanlage wird lediglich etwa ein Viertel des Heizenergiebedarfs des zu beheizenden Gebäudes als Strom für die Wärmepumpe benötigt. Dies bedeutet: Mit 1 kWh Strom holt die Wärmepumpenanlage 3 kWh Wärme quasi kostenfrei aus dem Untergrund ins Haus. Für den Strom gibt es darüber hinaus teilweise einen vergünstigten Wärmepumpenstromtarif.



Die Installation einer Fußbodenheizung ...

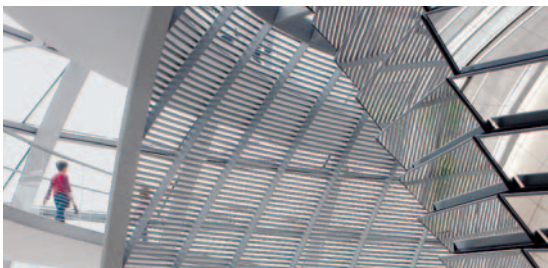


... schafft ein angenehmes Raumklima.

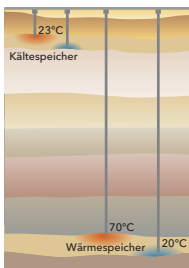
Voraussetzung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb ist eine niedrige Vorlauftemperatur der Heizungsanlage, die 35 °C möglichst nicht überschreiten sollte. Fußboden- oder Wandflächenheizungen sind dafür bestens geeignet. Eine Warmwasserbereitung mittels Wärmepumpe ist wenig sinnvoll: Die dafür benötigten höheren Temperaturen wirken sich deutlich negativ auf die Effizienz aus. Obwohl die Investition für eine erdgekoppelte Wärmepumpenanlage bei einem Neubau deutlich über den Anschaffungskosten eines konventionellen Heizsystems liegt, kann sich die Entscheidung für eine solche Anlage auszahlen. Eine gründliche Planung ist hier zwingend erforderlich, und die Rahmenbedingungen, wie z.B. niedrige Vorlauftemperaturen, müssen stimmen. Die Kosten für einen Schornstein, Öltank oder Gasanschluss entfallen.

Unter günstigen Bedingungen amortisiert sich eine Wärmepumpenanlage in einem Neubau durchschnittlich bereits nach 9 bis 13 Jahren ■

# Raumklimatisierung durch Erdwärmesonden



*„Im Sommer stets angenehme Kühlung“*



*Abhängig von der Jahreszeit kann die Wärmepumpe Wärme oder Kälte aus dem Erdreich entnehmen oder auch zurückführen.*

Erdwärmesondenanlagen können nicht nur zur Gewinnung von Wärme genutzt werden: Im Sommer führen sie die relativ niedrigen Temperaturen aus dem Untergrund z.B. über die Fußbodenheizung in den Wohnraum und kühlen die Raumluft um ca. 3 bis 4 °C ab.

Ein besonderes Beispiel hierfür ist der Reichstag: Er wird in einem komplexen System durch die gekoppelte Produktion von Strom, Wärme und Kälte unter Einbezug zweier Aquifer-Speichersysteme mit Energie versorgt.

Der erste Aquifer-Speicher in einer Tiefe von ca. 285 - 315 Meter nimmt im Sommer die Überschusswärme der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage auf und dient im Winter der Versorgung mit Wärme.

Der zweite Aquifer-Speicher in einer Tiefe von ca. 60 Meter dient der Versorgung mit Klimakälte: Im Winter werden die kalten Außentemperaturen genutzt, um das Grundwasser im Speicher herunterzukühlen, im Sommer wird diese so gespeicherte Kälte über Kältenetze im Gebäude verteilt und dient der Klimatisierung ■



# Erdwärmesonden fachgerecht installieren



„Die Qualität entscheidet“

Nur eine auf den Wärmebedarf des Gebäudes und seiner Bewohner sowie die geologische Situation des Standortes gut abgestimmte Anlage erzielt höchste Einsparpotenziale. Lassen Sie die Arbeiten deshalb von erfahrenen Fachbetrieben durchführen.



*Bohrung für Erdwärmesonde*

Bei der Planung von geothermischen Brunnenanlagen und Erdwärmesonden können in der Regel nur Annahmen zum geologischen Aufbau getroffen werden. Diese müssen anhand der Bohrergebnisse überprüft werden. Die Planung ist im Laufe der Bauphase gegebenenfalls anzupassen.



*Installation der Erdsonden*

Schlecht geplante bzw. ausgeführte Anlagen können leicht zu einem hohen Strombedarf führen und sind dann weder ökologisch noch wirtschaftlich sinnvoll ■



# Anlagenbeispiel



„Mit guter Dämmung bringt es mehr.“

## Anlagenbeispiel Hünstetten

Standort:  
Hünstetten (Taunus)

Haustyp:  
KfW-Energiesparhaus 60

Jahres-Primärenergie-  
bedarf: 58 kWh/m<sup>2</sup>

Gebäudenutzfläche:  
160 m<sup>2</sup>

Wärmepumpenanlage für Heizung, Trinkwassererwärmung und Kühlung  
Wärmequellenerschließung:  
2 Erdwärmesonden à 60 m (Doppel-U-Sonden)  
Typ: Sole/Wasser-Wärmepumpe (monovalente Heizungsanlage)  
Nenn-Wärmeleistung: 8 kW  
Leistung Elektroheizstab<sup>1)</sup>: 6 kW (integriert)  
Speicher-Wassererwärmer: 250 Liter (integriert)  
Regeleinheit für witterungsgeführten Heiz- und Kältebetrieb sowie Solarkreis

Amortisationszeit der Wärmepumpe: ca. 12 Jahre<sup>2)</sup>

Strombezug für Wärmepumpenanlage: Sonderstromtarif<sup>3)</sup>

Förderung: KfW-Kreditprogramm  
„Ökologisch Bauen“ für KfW-Energiesparhaus 60  
[www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de)

Zusätzlich wurde über den Solarkreis (Solarkreispumpe und Wärmetauscher in Wärmepumpe integriert) eine thermische Solaranlage<sup>4)</sup> mit 5 m<sup>2</sup> Absorberfläche (Flachkollektoren) eingebunden.

<sup>1)</sup> zur Nacherwärmung von Trinkwasser und Heizkreis

<sup>2)</sup> Herstellerangabe

<sup>3)</sup> Sonderstromtarif (Tarif für sonstige unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen)

<sup>4)</sup> zur Unterstützung der Warmwasserbereitung

Gute Planung zahlt sich aus: Neben der fachgerechten Anlagendimensionierung sind auch Finanzierungsfragen in die Planung mit einzubeziehen:

Bei der oben aufgeführten Musteranlage konnten durch gute Wärmedämmung und Integration einer thermischen Solaranlage auch Fördermittel aus einem KfW-Kreditprogramm in Anspruch genommen werden. Die Amortisationszeit der Anlage liegt laut Herstellerangaben bei ca. 12 Jahren ■

## Weiterführende Informationen



„Wir helfen Ihnen weiter!“

Sie haben Fragen zu Möglichkeiten der Erdwärmennutzung an Ihrem Standort und zum Genehmigungsverfahren? Informationen finden Sie im Leitfaden „Erdwärmennutzung in Hessen“, den Sie beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) und den Unteren Wasserbehörden erhalten. Unter [www.hlug.de](http://www.hlug.de) steht dieser Leitfaden zum Download zur Verfügung.



Herausgeber:  
Hessisches Ministerium  
für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz  
Mainzer Straße 80  
65189 Wiesbaden  
[www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)  
[poststelle@hmuelv.hessen.de](mailto:poststelle@hmuelv.hessen.de)

Soll die geplante Erdwärmebohrung mehr als 100 Meter tief in den Boden eindringen, erweitert sich der Kreis der zu beteiligenden Behörden um das zuständige Regierungspräsidium als Bergbehörde.

Sie benötigen weitere Informationen z.B. über ausgeführte Anlagen? Unter der Internetseite [www.energieland.hessen.de/ErneuerbareEnergien/Geothermie](http://www.energieland.hessen.de/ErneuerbareEnergien/Geothermie) des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und auf der Seite [www.hlug.de](http://www.hlug.de) des HLUG finden Sie wichtige Informationen.

Sie benötigen auch Informationen zur Förderung und Finanzierung von Geothermieanlagen? Einen Überblick über Fördermöglichkeiten bietet der Förderkompass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) unter [www.energieland.hessen.de](http://www.energieland.hessen.de) ■