



Informationen zum Thema Geothermie

Geothermische Anlagen nutzen Erdwärme zum **Heizen** und bei entsprechender Temperatur zur Erzeugung **elektrischer Energie**.

Bis zu einer Tiefe von 400 m sprechen wir von **Oberflächennaher Geothermie**, danach von **Tiefer Geothermie**.

Darüber hinaus unterscheiden wir die **hydrothermale Geothermie**, bei der wasserführende Schichten im Untergrund vorliegen, und die **petrothermale Geothermie**; hier werden künstliche Wärmetauscher im Untergrund geschaffen.

Das Geothermiekraftwerk Traunreut ist eine hydrothermale Anlage.

Die **Geothermie bietet ein enormes Potenzial**. Heute werden weniger als 0,1% des deutschen Stromverbrauchs aus tiefer Geothermie erzeugt, dabei könnten ca. 50% des benötigten **Stroms** durch die Nutzung dieser Ressource gedeckt werden.

Noch größer ist das Potenzial der Geothermie im Bereich der **Wärmegewinnung**: Ganz Deutschland könnte flächendeckend mit Wärme versorgt werden. Die Bereitstellung von **Kälteleistung** ist eine weitere erfolgreiche Nutzungsart.

Die **Geothermie ist eine erneuerbare Energie**. Nach menschlichem Ermessen sind die nutzbaren Ressourcen unerschöpflich. **Grundlastfähigkeit** und die Unabhängigkeit von klimatischen Einflüssen sind weitere wichtige Merkmale der Geothermie.

Geothermische Energie ist eine **heimische Energie** und steht in ganz Deutschland zur Verfügung. Klimabelastende Transporte für Brennstoffe entfallen. Die Geothermie eröffnet Deutschland außerdem die Aussicht auf **Unabhängigkeit**, da sie weder auf die Bereitstellung von Betriebsstoffen noch auf die Lieferung von Gas und Öl angewiesen ist.

Die wachsende Geothermiebranche **schafft Arbeitsplätze** in Deutschland sowohl für die Errichtung als auch für den späteren Betrieb der Anlagen. Die Wertschöpfung wird lokal erbracht.

Bei der Geothermie handelt es sich um eine **CO₂-freie Energiequelle**.

Geothermie als Grundlastkomponente kann auch mit anderen Energiequellen sinnvoll kombiniert werden.

Die Nutzung der Ressource Geothermie fördert die Optimierung bestehender und die Entwicklung **neuer Technologien**. Für Deutschland ergibt sich daraus die Chance, eine weltweit führende Position in der Entwicklung und Anwendung dieser Technologien einzunehmen. Das globale Potenzial bietet die Möglichkeit,



bei uns entwickelte Technik und erworbenes **Know-how** zu exportieren.

Was ist Geothermie?

Geothermie ist Erdwärme, das heißt, die im Erdinneren gespeicherte Wärme, die jedoch nur zu einem verschwindend kleinen Anteil genutzt werden kann.

99% des Erdballs sind heißer als 1000 °C.

Im Erdkern werden Temperaturen von bis über 5000 °C angenommen.

Nur gerade ein Tausendstel der Erdmasse, nämlich die obersten 3 Kilometer, sind kühler als 100 °C. In der Erdkruste, die unter den Kontinenten durchschnittlich 30 Kilometer dick ist, nimmt die Temperatur pro 100 m um etwa 3 °C zu. Von der Oberfläche strahlt Erdwärme mit einem mittleren Wärmestrom von 0,065 Watt pro Quadratmeter ab.

Woher kommt die Erdwärme?

Ein Teil dieser Wärme entstand bei der Zusammenballung der Erde aus kosmischem Staub vor rund 4,5 Milliarden Jahren und ist bis heute vorhanden. Ein großer Teil der Wärme wird jedoch laufend durch den natürlichen Zerfall der Isotope Kalium-40, Thorium und Uran erzeugt und erhält den Wärmeverrat trotz dauernder Abstrahlung von Wärme in den Weltraum aufrecht.

Wie kann man die Geothermie nutzen?

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Geothermie zu nutzen. Je nachdem, welche geologischen Voraussetzungen vorliegen und zu welchem Zweck die Geothermie genutzt werden soll, unterscheidet man zwischen folgenden Methoden:

Erdwärmesonden in der Oberflächennahen Geothermie

Erdwärmesonden sind geschlossene Rohrsysteme, die in Pfählen von einigen Metern oder Bohrungen bis zu einigen hundert Metern Tiefe in den Boden eingebracht werden. Die zirkulierende Flüssigkeit entzieht dem umgebenden Boden Wärme. Mit einer Wärmepumpe wird die Wärme dem Sonden Kreislauf entzogen, auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und zur Beheizung von Gebäuden verwendet. Im Sommer können die Erdwärmesonden zur Kühlung von Gebäuden genutzt werden, indem die Flüssigkeit im Erdsondenkreislauf ohne den Einsatz der Wärmepumpe betrieben wird. So kann auf stromverbrauchende Klimaanlage zum Kühlen von Räumen verzichtet werden.

Erdwärmesonden werden vor allem in der Oberflächennahen Geothermie (bis 400 m) verwendet.

Erdwärmesonden in der Tiefen Geothermie

Auch in der Tiefen Geothermie ist die Nutzung von Erdwärmesonden möglich. Tiefe Erdwärmesonden funktionieren auf dieselbe Art und Weise wie Sonden zur Nutzung Oberflächennaher Geothermie. Hier sind die Bohrungen allerdings bis zu mehreren tausend Metern tief. Die erzielbaren Temperaturen sind dadurch höher, als bei Oberflächennahen Erdwärmesonden. Damit der Wärmeverlust beim Transport des Wassers nach oben, möglichst gering bleibt, ist der aufsteigende



Förderrohrstrang thermisch isoliert. Durch Wärmepumpen kann die gewonnene Wärmeenergie auf ein noch höheres Temperaturniveau angehoben werden. Tiefe Erdwärmesonden dienen vorwiegend zur Bereitstellung von Heizwärme, die in Nahwärmenetze eingespeist oder als Prozesswärme für Großabnehmer verwendet wird.

Hydrothermale Geothermie - wie hier in Traunreut

Unter günstigen geologischen Bedingungen können heiße Tiefengrundwässer mit Bohrungen erschlossen werden. Mit Hilfe von Wärmetauschern wird die Wärme dem heißen Wasser entzogen und dann zur Stromerzeugung verwendet, in Nah- oder Fernwärmenetze eingespeist oder als Prozesswärme industriell genutzt. Aus Wasser in Tiefen bis 5000 Metern und Temperaturen bis 140 °C kann eine elektrische Leistung von ca. fünf Megawatt erzeugt werden. Das abgekühlte Wasser wird mit einer weiteren Bohrung in den Grundwasserleiter zurückgeführt und der Kreislauf wieder geschlossen. Die hydraulischen Verhältnisse im Untergrund bleiben so unverändert und die teilweise stark mineralisierten Wässer gelangen nicht in die Umwelt.

Petrothermale Geothermie

In einer Tiefe von 4 bis 6 Kilometern herrschen Temperaturen von 150 bis über 200 °C. Um auch das Energiepotenzial kristalliner Gesteine nutzen zu können, wird in einem ersten Schritt mittels Tiefenbohrungen mit hohem Druck kaltes Wasser in das Gestein verpresst, um Risse und Klüfte im Gestein herzustellen oder aufzuweiten. So entsteht ein künstlicher unterirdischer Wärmetauscher von einigen Kubikkilometern Ausdehnung. Im normalen Betrieb erwärmt sich das kalte injizierte Wasser in dem künstlich geschaffenen unterirdischen Wärmetauscher. Über weitere Bohrungen wird das erwärmte Wasser wieder an die Oberfläche gefördert, um dort über einen Wärmetauscher zur Strom- und Wärmegewinnung zur Verfügung zu stehen. Das abgekühlte Wasser wird über die Injektionsbohrung wieder in die Tiefe verpresst. So entsteht ein geschlossener Kreislauf.

Wie kann die Geothermie direkt genutzt werden?

Durch direkte Nutzung der Geothermie kann Wärme gewonnen und zu unterschiedlichen Zwecken verwendet werden. Die Wärme ist hier bereits die Primärenergie und steht ohne Verbrennungsprozesse zur Verfügung. Anwendung findet die Nutzung der Erdwärme zur Gebäudeheizung bzw. -kühlung, in Fischzuchtanlagen, zur Eisfreihaltung von Brücken und Gleisen. Die Wärme kann auch in Nah- oder Fernwärmenetze eingespeist werden.

Wie kann die Geothermie indirekt genutzt werden?

Indirekt wird die Erdwärme zur Stromerzeugung genutzt. Im Geothermie(heiz-)kraftwerk wird ein Teil der Thermischen Energie ins Nahwärmenetz eingespeist, der andere Teil zur Stromerzeugung genutzt.

Im Temperaturbereich zwischen 60 und 80 °C ist die Stromerzeugung technisch zwar möglich, aber derzeit noch nicht wirtschaftlich. Ab Temperaturen von 80 °C kann die Verstromung unter besonderen Bedingungen wirtschaftlich erfolgen. Projekte mit einer Fördertemperatur ab 120 °C sind im Allgemeinen



wirtschaftlich zu betreiben. Generell sind jedoch die standortspezifischen Temperaturen und Fließraten wichtige Indikatoren für die Wirtschaftlichkeit des Geothermieprojekts.

Wo ist die Geothermie verfügbar?

Im Gegensatz zu fossilen Reserven ist die Geothermie praktisch an jedem Ort der Erde vorhanden. In Deutschland sind besonders das Norddeutsche Becken, die Süddeutsche Molasse und der Oberrheingraben für geothermische Projekte geeignet, da hier die Temperaturen schneller mit der Tiefe zunehmen als in anderen Regionen Deutschlands.

Welches Potenzial bietet die Geothermie?

Bis zum Jahr 2020 sollen 30% des Strom- und 14% des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Als zuverlässigste aller Energiequellen kann die Geothermie hier einen entscheidenden Beitrag leisten, da sie als Grundlast bereit steht und zu jeder Tages- und Jahreszeit verfügbar ist. Nach einer Studie des Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag könnten allein durch die Nutzung der Geothermie 50% des in Deutschland benötigten Stroms erzeugt werden. Dafür müssten nur 0,1% des technischen Gesamtpotenzials angezapft werden.

Durch Wärmegewinnung mittels Geothermie könnte sogar ganz Deutschland versorgt werden.

Warum ist die Geothermie so attraktiv?

Die Geothermie ist eine CO₂-freie erneuerbare Energiequelle. Nach menschlichem Ermessen ist das Wärmereservoir der Erde unerschöpflich. Die Wärme im Erdinneren ist der Motor, der seit 4,5 Milliarden Jahren Kontinente verschiebt, sämtliche Gebirge der Welt auftürmt und Vulkane speien lässt.

Natürliche radioaktive Zerfallsprozesse erhalten die Temperatur seit Milliarden von Jahren. Die Beschränkung liegt nicht bei der vorhandenen Wärmemenge, sondern bei der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Erschließungstechniken. Die Geothermie ist eine grundlastfähige Energiequelle. Unabhängig von Tages- und Jahreszeiten und klimatischen Bedingungen kann rund um die Uhr Erdwärme genutzt werden. Sie kann jederzeit nach Bedarf und nicht nur nach Angebot gebraucht werden. Die Geothermie ist eine heimische Energie und macht eine dezentrale Energieversorgung möglich. Sie steht in ganz Deutschland zur Verfügung, kaum ein Primärenergieträger kann so nah am Verbraucher gewonnen werden wie die Geothermie. Dadurch entfallen klimabelastende lange Transporte. Die Produktionskette bei der Wärme- wie bei der Stromgewinnung ist extrem kurz, da jeglicher Zwischenschritt der vor- oder nachgelagerten Speicherung entfällt.

Beansprucht ein Geothermiekraftwerk viel Platz?

Die Geothermie ist eine sehr platzsparende Methode zur Strom- und Wärmeerzeugung. Der größte Teil der Anlage befindet sich unsichtbar unter der Erde. Geothermische Anlagen sind sehr kompakt, die oberirdischen Apparaturen nehmen etwa soviel Platz in Anspruch wie ein Fußballfeld.



Ist der Betrieb eines Geothermiekraftwerks abhängig von Energieimporten?

Die Geothermie ist unabhängig von der Lieferung von Öl und Gas und damit auch von politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die durch Erdöl und -gas exportierende Länder vorgegeben werden.

Was bringt die Geothermie für Deutschland?

Durch die Errichtung und den späteren Betrieb von Geothermiekraftwerken werden in Deutschland Arbeitsplätze geschaffen. Bestehende Technologien werden optimiert und neue entwickelt. Das daraus entstehende Know-how kann genau wie die neue Technik selbst in andere Länder exportiert werden und Deutschland in Zukunft eine führende Stellung im weltweiten Geothermiemarkt sichern.

Können Geothermie-Bohrungen Erdbeben auslösen?

Beim Herstellen des Wärmetauschers im Untergrund oder bei der Rückführung des Wassers kann es durch lokale Abkühlung des Untergrundes oder durch Änderung des Porendrucks im Gestein zu mikroseismischen Erscheinungen kommen. In seismisch labilen Zonen wie im Oberrheingraben könnten durch diese Mikro-seismizität kleine Erdbeben vor ihrem natürlichen Eintritt angestoßen werden. Genau das ist im Dezember 2006 in Basel passiert. Durch die Arbeiten im Untergrund wurde tektonischer Druck entspannt, der sich nach und nach aufgebaut hatte. Ohne die Arbeiten am Geothermiekraftwerk, hätte sich dieser Druck auch weiterhin unbemerkt verstärken können und hätte sich vermutlich später zu einem echten Schadensbeben auswirken können.

Basel liegt in einer Region, die durch Erdbeben immer wieder erschüttert wird. In Kalifornien wird dieses Verfahren zur Vermeidung stärkerer Beben eingesetzt. Traunreut liegt in einer seismisch stabilen Zone. Deshalb besteht keine Erdbebengefahr.

Wie kann man die Geothermie mit anderen Energiequellen kombinieren?

Die Praxis zeigt bereits seit längerem, dass sich Geothermie gut mit anderen Energiequellen kombinieren lässt. In Erding wird das Thermalwasser mittels Erdgasbetriebenen Wärmepumpen weiter aufgeheizt und in das Fernwärmenetz eingespeist. Ergänzt wird die Anlage ab Frühjahr 2009 mit einer durch Biomasse betriebenen Wärmepumpe. Weitere Kombinationen mit Biomasse, Biogas oder auch fossilen Energieträgern, auch im Bereich der Stromerzeugung, sind möglich.

Besteht das Risiko von Explosionen?

Die Gefahr, dass eine Explosion auftreten könnte, würde bei einem unkontrollierten Austritt von größeren Mengen Gas bestehen. Bei Tiefenbohrungen kann das Antreffen von Gas nie gänzlich ausgeschlossen werden. Daher gelten die gleichen Sicherheitsvorschriften wie bei Erdöl- und Erdgasbohrungen. Der Gasgehalt der Bohrspülung wird bei jeder Tiefbohrung laufend auf brennbare (Kohlenwasserstoffe)



und toxische (z. B. H₂S) Gase überwacht und Bohrlochverschlusseinrichtungen angebracht. In Deutschland wurden bereits zehntausende Tiefbohrungen zur Erdöl-/Erdgasexploration abgeteuft, so dass man von einiger Erfahrung auf diesem Gebiet sprechen kann.

Die im Raum Traunreut niedergebrachten Kohlenwasserstoff-Bohrungen waren alle nicht fruchtbar.

Wieso hebt sich Staufen? Kann das bei jeder Bohrung passieren?

In Staufen wurden Bohrungen für Erdwärmesonden bis 140 m Tiefe vorgenommen. Man kann davon ausgehen, dass eine Schicht Anhydrit mit Wasser in Berührung gekommen ist, was eine Vergrößerung des Volumens zur Folge hatte. Das Eindringen von Wasser kann natürliche Ursachen haben, wie es in anderen Gegenden auch der Fall ist. Bei Tiefenbohrungen wird generell mit Verfahren gearbeitet, die das unkontrollierte Eindringen von Wasser in den Untergrund ausschließen.

Anhydrit-Schichten wurden im Untergrund von Traunreut nicht erbohrt und sind auch geologisch nicht zu erwarten.

Werden bei der Stromerzeugung durch Geothermie Schadstoffe freigesetzt?

Direkte Emissionen von Treibhausgasen wie Methan oder CO₂, die mit dem Thermalwasser an die Oberfläche gefördert werden, treten im Normalbetrieb nicht auf, da das Thermalwasser in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird. Die verursachten Emissionen durch eine Geothermieanlage beschränken sich auf den Energiebedarf zum Abteufen der Bohrung, zur Bereitstellung des für die Bohrung benötigten Materials (u.a. Stahl, Zement, Beton), die Errichtung des Bohrplatzes und den Antransport des benötigten Materials. Demgegenüber spielt der Bau der überörtlichen Anlage sowie der laufende Betrieb nur eine untergeordnete Rolle.

Kühlt die Geothermie die Erde ab?

Die Erde strahlt seit ihrer Entstehung vor 4,5 Milliarden Jahren Wärme ab. Legt man den mittleren Wärmestrom zugrunde, so gibt die Erde kontinuierlich 33 Terawatt (33 Billionen Watt) Energie ab. Auf das Gebiet Deutschlands gerechnet gibt die Erde etwa 23,2 Gigawatt (23,2 Milliarden Watt) ab. Das geschieht seit Milliarden Jahren, was die Wärmekapazität unseres Planeten nach menschlichem Ermessen unendlich erscheinen lässt. Eine temporäre Abkühlung kleiner Bereiche des Untergrunds fällt deswegen in der Gesamtwärmebilanz der Erde nicht ins Gewicht.

Gefährdet die Nutzung der Geothermie das Grundwasser?

Die Reservoirs der Tiefen Geothermie liegen unterhalb von 2000 m, in Traunreut bei 4.800 m unter Geländeoberkante. Eine Entnahme oder auch Abkühlung in diesen Stockwerken beeinflusst das Grundwasser, das in höheren Stockwerken vorzufinden ist, nicht. Bei jeglicher Bohrung durch genutzte Grundwasserhorizonte gilt es, eine



vertikale Zirkulation von Wässern aus anderen Grundwasserhorizonten zu vermeiden. Tondichtungen und Zementation der Verrohrungen sind erprobte Methoden in der Bohrtechnik.

Unser Grundwasser bleibt unverändert und auch die weitere Förderung für die Trinkwasserversorgung ist nicht beeinträchtigt.

Hat die Geothermie einen negativen Effekt auf das Pflanzenwachstum?

Mit dem Gebrauch der Erdwärme wird keine für Flora und Fauna benötigte Energie entzogen. Bis in eine Tiefe von rund 20 Metern wird die Bodentemperatur durch die Sonneneinstrahlung und die mittlere Temperatur der Klimazone dominiert. Das Pflanzenwachstum wird vollständig von diesen Einflüssen bestimmt. Der Erdwärmefluss ist zu gering, um in diesem Tiefenbereich eine messbare Temperaturveränderung zu bewirken. Eine Senkung der Erdtemperatur in tieferen Bereichen ist an der Oberfläche nicht feststellbar.

Gibt es Dampfschwaden und Geruchsbelästigung?

Bei Geothermiekraftwerken werden geschlossene Zirkulationssysteme verwendet, das heißt es wird kein Dampf abgelassen. Dadurch werden auch gelöste Gase wie beispielsweise Schwefelwasserstoff in dem abgekühlten Wasser in den Untergrund zurückbefördert.

Müssen große Kühltürme gebaut werden?

Moderne geothermische Kraftwerke verwenden zur Kühlung meist Luftkondensatoren. Diese Kühlsysteme sind klein, geräuscharm und emittieren keine Dampfschwaden. In wasserreichen Gebieten ist auch eine direkte Wasserkühlung sowie Kombinationen aus beiden Kühlungsarten möglich.

Solche Anlagen sind klein, geräuschlos und hoch effizient.

In Traunreut kommen Luftkondensatoren zum Einsatz.

Wie lange läuft ein Geothermiekraftwerk?

Die meisten Projekte sind auf eine Lebensdauer von mindestens 20 Jahren ausgelegt.

In Traunreut erwarten wir eine Nutzungsdauer von 50 Jahren.

www.geothermie-traunreut.de www.wirtschaftsforum-geothermie.de