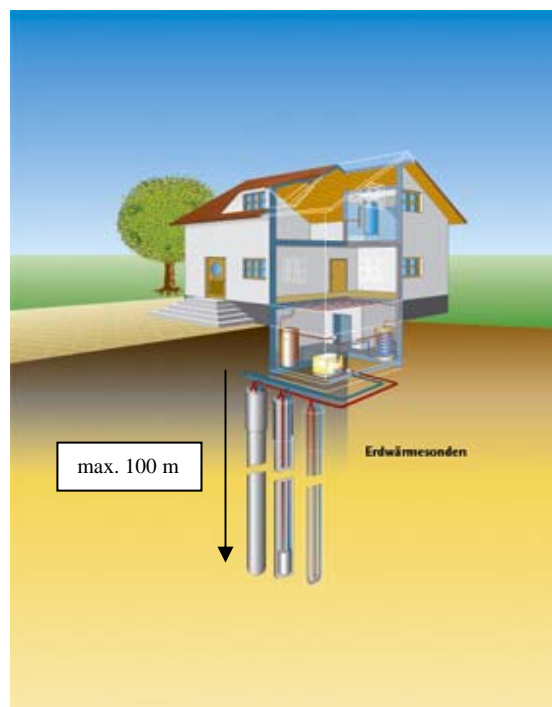


GEOTHERMIE – Die alternative Energiequelle aus der Tiefe

Linda Caroline Meier

Was jeder über Erdwärme wissen sollte !



<u>Inhaltsverzeichnis:</u>	<u>Seite</u>
Einleitung	2
Temperaturverlauf in der Erde	2
Ursprung der Geothermie	3
Wie wird Erdwärme nutzbar?	4
Nutzung in Deutschland	5
Fachliche Information über die Erdwärmennutzung in Berlin	6
Thermal Response Test	7
Wie funktioniert die Gewinnung von Erdwärme?	7
Wärmestrom aus dem Erdinneren	7
Welche Techniken und Anwendungen existieren	8
Erstes Geothermisches Kraftwerk	8
Erdwärmesonden	9
Aufbau und Funktion	10
Wärmeträgermedien für Erdwärmesonden	12
Vorgänge in der Wärmepumpe	12
Erdwärmekollektoren	13
Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein?	14
Die ersten Schritte zur eigenen Anlage	14
Staatliche Fördermaßnahmen	15
Wirtschaftlichkeit: Vorteile und Nachteile	17
Vorteile	17
Nachteile	18
Worauf muss ich bei der Auswahl der Bohrunternehmen achten?	18

Einleitung

Die im oberen, zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme wird als Erdwärme oder Geothermie bezeichnet. Sie zählt zu den regenerativen Energiequellen. Erdwärme ist unabhängig vom Wetter, von Tages- und Nachtzeiten und steht immer zur Verfügung.

Der Begriff Erdwärme umfasst nicht nur die wissenschaftliche Untersuchung der thermischen Situation des Erdkörpers, sondern auch die ingenieurtechnische Nutzung.

Mit Erdwärmesonden oder Erdkollektoren wird die in der Erde gespeicherte Energie nutzbar gemacht, einerseits zum Heizen, Kühlen, Warmwasseraufbereiten und zur Erzeugung von elektrischem Strom, andererseits in einer Kraft-Wärme-Kopplung (dezentrale Nutzung der gleichzeitig bereitgestellten Elektrizität und Wärme). Bei einer mit Kraft-Wärme-Kopplung betriebenen Energieumwandlungsanlage (Geothermieanlage z.B. Geothermische Heizzentrale Neu-Brandenburg) wird sowohl die bei der chemischen oder physikalischen Umwandlung von Energieträgern (Geothermie, Solarenergie, Wasserkraft, Wind, etc.) entstehende Wärme als auch die durch Energieumwandlung erzeugte elektrische Energie zu großen Teilen genutzt. Auch die Sole/Wasser-Wärmepumpe gehört in die Reihe der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, da sie die Wärme und die erzeugte elektrische Energie mittels Erdwärmesonden aus dem Erdreich nutzt.

Temperaturverlauf in der Erde

Mit den Jahreszeiten schwankt die Lufttemperatur sehr stark. Jedoch nimmt die Temperatur im Untergrund pro Kilometer Erdtiefe um ca. 30°C zu. Deshalb herrscht in einer Tiefe von 1 Kilometer meist eine Temperatur von 30°C bis 40°C.

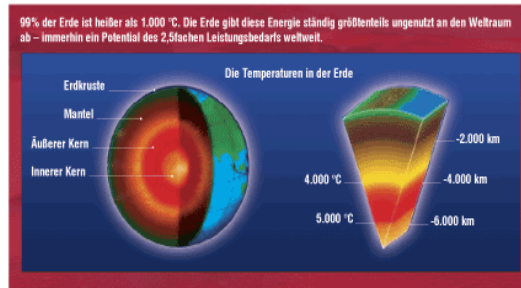


Abb.1: Temperaturverlauf in der Erde

Die gemessene Bodentemperatur in 5 bis 10 m Tiefe (siehe Abb.2) ist ganzjährig kontinuierlich und entspricht ungefähr der Jahresmitteltemperatur des Standortes (in Deutschland ca. 8 bis 10°C).

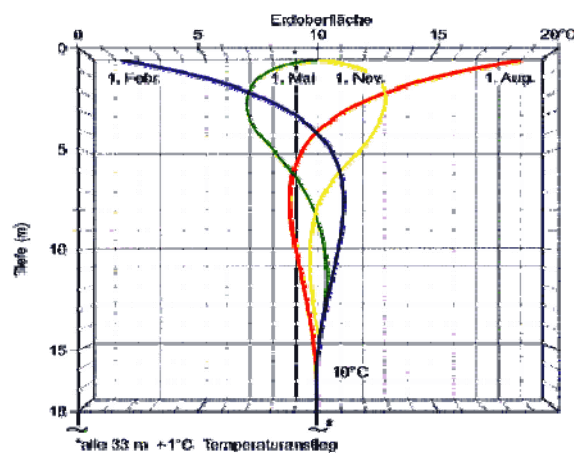


Abb.2: Temperaturverlauf bis 18 m Erdtiefe

Unter besonderen geologischen Bedingungen (z.B. in ehemaligen und aktiven vulkanischen Gebieten) entstehen geothermische Anomalien, dort kann die Temperatur mehrere hundert Grad Celsius in wenigen Metern unter der Erdoberfläche erreichen. Unter diesen Voraussetzungen werden sie weltweit zur Stromerzeugung genutzt. Daher befindet sich Island global auf Platz 1 der Erdwärmennutzung. Dort erreichen die Temperaturen schon in 1000 – 2000 m Tiefe 200 °C. Im Jahr 2004 kamen 53% der Primärenergie in Island aus geothermalen Anlagen (Nutzung der Erdwärme aus Thermalquellen).

Vereinfacht ausgedrückt kann man sagen, dass die Speichereigenschaften und die Wärmeleitfähigkeit um so größer sind, je mehr der Boden mit Wasser angereichert ist, je höher der Anteil der mineralischen Bestandteile (z.B. Quarz, Feldspat) und je geringer die Porenanteile sind.

In Deutschland gilt der Oberrheingraben als geologisch besonders gut geeignet und an einigen Standorten sind Erdwärmeprojekte geplant und bereits in der Bauphase.

Ursprung der Geothermie

- 50-70 % stammt aus radioaktiven Zerfallsprozessen im Erdinnern, die kontinuierlich seit Jahrmillionen bis heute noch in der Erdkruste Wärme erzeugen. Im Erdkörper zerfallen langlebige Isotope z.B. $^{235}\text{Uran}$, $^{238}\text{Uran}$, $^{232}\text{Thorium}$, $^{40}\text{Kalium}$, diese Elemente sind auch in die Kristallgitter von bestimmten Mineralen eingebaut (z.B. Feldspäte, Glimmer), es handelt sich um eine natürliche Form von Kernenergie.
- Ca. 30-50 % stammt aus der Restwärme zur Zeit der Erdentstehung durch die Akkretion von Materie und die Umwandlung von kinetischer Energie in Wärme vor ca. 4,5 Milliarden Jahren. Wegen der geringen Leitfähigkeit der Gesteine und der damit verbundenen geringen Wärmeabgabe an den Weltraum ist sie bis heute teilweise erhalten.
- zusätzlich erwärmen sich die erdoberflächennahen Schichten durch die Sonneneinstrahlung und den Wärmekontakt mit der Luft.

Wie wird Erdwärme nutzbar?

Die **Direkte Nutzung** geothermischer Energie existiert seit mehr als 10.000 Jahren. In Frankreich gibt es Hinweise auf historische, geothermische Fernwärmenetze aus dem 14. Jahrhundert. Auch im frühen China und bei den Osmanen nutzte man schon Erdwärme.

Bei der Nutzung von Geothermie als Energiequelle unterscheidet man zwischen:

- *Nutzung oberflächennaher Geothermie (bis max. 400 m Tiefe, max. 25°C) mittels Wärmepumpenheizung und*
- *Tiefengeothermie zur Direkten Nutzung (ohne Wärmepumpe) oder auch Stromerzeugung (Geothermiekraftwerk), zur Optimierung von Wirkungsgraden sind hier Kraft-Wärme-Kopplungen optimal.*

Die Nutzung **oberflächennaher Geothermie** ist besonders effektiv für die Heizung, Kühlung und Warmwasserversorgung von Gebäuden. In der Regel wird heutzutage die Erdwärme aus bis zu 100 m Tiefe in Verbindung mit Erdsonden bzw. Erdkollektoren und Umwälzpumpe sowie Wärmepumpen eingesetzt. Diese Art der Nutzung ist besonders in der Schweiz, aber mittlerweile auch in Deutschland schon weit verbreitet.

Die **Tiefengeothermie** (Abteufungen ab 400 bis 6000 m) dient zur direkten Nutzung im Wärmemarkt oder auch zur indirekten Nutzung für die Stromerzeugung (z.B. Reichstag in Berlin).

Im Bereich der **Tiefengeothermie** werden drei Arten der Wärmeentnahme aus der Erdrinde unterschieden:

- Hydrothermale Systeme, Anzapfen von Heißwasser-Aquiferen (Tiefe bis 3000 m)
- Petrothermale Systeme (HDR=Hot-Dry-Rock ; 4000 - 6000 m)
- Tiefe Erdwärmesonden (2000 - 3000 m)

International sind hydro- und petrothermale Systeme als Energiegewinnung für große Heizwerke oder zur Stromversorgung schon im Einsatz und weiterhin geplant (z.B. gemessen wurden sehr gute Wärmeflussdichten im Himalaya, Indien).

Es bestehen bei genauer Betrachtung besonders vielfältige Möglichkeiten in der Sekundärnutzung von stillgelegten Bergwerken und alten Tunnelanlagen.

Nutzung in Deutschland

In Deutschland sind aktuell meist hydrothermale Systeme geplant und bereits in Betrieb (z.B. Neustadt-Glewe, Erdwärme aus Thermalwasser).

In Norddeutschland ist die geologische Situation besonders vorteilhaft, da vorhandene thermalwasserführende Porenspeicher aus dem Mesozoikum (Erdzeitalter Trias, Jura, Kreide, Beginn vor ca. 251 Mio. Jahre, Ende vor ca. 65,5 Mio. Jahre) in 1000 bis 2500 m Tiefe mit Temperaturen von 50 bis 100°C anzutreffen sind.

Die Nutzung der derzeit bekannten hydrothermalen Ressourcen könnte bis zu 29 % der benötigten Wärme der Bundesrepublik bereitstellen. In diesem Bereich gibt es derzeit 30 Installationen (z.B. im Norddeutschen Becken, in der Süddeutschen Molasse, in der Oberrheinischen Tiefebene/Oberrheingraben) mit Leistungen über 100 kW.

Die geologischen Voraussetzungen für petrothermale Systeme sind sehr gering, dennoch gibt es erfolgsversprechende Pilotprojekte in Soultz-sous-Forets im Elsass und in Bad Urach (Schwäbische Alb).

Fachliche Information über die Erdwärmenutzung in Berlin

Entzugsleistungen Berliner Böden nach VDI – Richtlinie 4640

Untergrund	Spezifische Entzugsleistung (für 2400 Betriebsstunden)
Kies, Sand, trocken	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	55 – 65 W/m
Ton, Lehm, feucht*	30 – 40 W/m

* für Geschiebemergel, Schluffe, Braunkohleschluffe und -tone

Im Berliner Raum wird bei der Erdwärmenutzung in zwei Kategorien unterschieden:

- Projekte mit einer Heizleistung bis 30 kW (EFH)
- Projekte mit größerer Heizleistung.

Für Bohrungen bis maximal 100 Meter Tiefe ist prinzipiell das Wasserwirtschaftsamt zuständig und ab 100 Meter Tiefe ist eine Genehmigung vom zuständigen Bergbauamt erforderlich.

In Berlin ist es nicht erlaubt im Sommer die Wärme aus einem Gebäude wieder zurück in den Untergrund zu leiten, d.h. das Gebäude mit einer Klimaanlage zu betreiben, die über eine Erdwärmeanlage funktioniert, da der Berliner Untergrund schon durch verschiedene Einflussfaktoren genug aufgeheizt ist.

Es gab im Land Berlin im Jahr 2001 erst 15 Erdwärmeanlagen. Die Anzahl stieg bis ins Jahr 2006 auf 670 Anlagen, Tendenz steigend.

Thermal Response Test

Bei der Errichtung von Erdwärmeprojekten mit mehr als 30 kW Heizleistung ist ein Thermal Response Test (TRT) zu machen. Der TRT kann mit mobilen Messgeräten aufgebaut und an einer fertig eingebauten Erdwärmesonde durchgeführt werden. Man bekommt genaue Daten der thermischen Eigenschaften des Untergrundes (Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit) für die korrekte Auslegung der Erdwärmesondenanlagen direkt am Standort. Deshalb ist er so wichtig bei der Dimensionierung größerer Anlagen.

Wie funktioniert die Gewinnung von Erdwärme?

Wärmestrom aus dem Erdinneren

Aus tieferen Bereichen der Erde wird Wärme überwiegend durch Wärmeleitung (Konduktion) aber auch durch Wärmeströmung (Konvektion) in erreichbare Tiefen transportiert.

Aufgrund der kleinen Wärmestromdichte von $0,063 \text{ W/m}^2$ (d.h. geringe Wärmeübertragungsvorgänge, aus tieferen Schichten nach oben strömende Wärme) wird bei der Geothermie die in der Erdkruste vorhandene, gespeicherte Energie genutzt und nicht die nachströmende Energie aus dem Erdinneren. Es handelt sich um die in den Gesteins- und Bodenschichten vorhandene Energie pro Fläche, auch Leistungsflussdichte genannt.

So betrachtet ist die Erdwärme doch eine endliche (in Mio. Jahren betrachtet) Energiequelle, weshalb die Dimensionierung einer Erdwärmeanlage sehr wichtig ist und genau auf den betreffenden Untergrund abgestimmt sein muss, damit dieser nur langsam auskühlt und die Anlage wirtschaftlich und langfristig betrieben werden kann.

Dennoch bildet die Erdwärme, die in den oberen 3 Kilometern der Erdkruste gespeichert ist, eine langfristig nutzbare Energiequelle. Durch diese Vorräte könnte theoretisch und rechnerisch der derzeitige globale Energiebedarf für mehr als 100.000 Jahre gesichert sein.

Welche Techniken und Anwendungen existieren?

Noch vor wenigen Jahren wurde Erdwärme direkt über die Entnahme von Grundwasser aus einem Förderbrunnen genutzt. Dann leitete man das abgekühlte Grundwasser über einen Schluckbrunnen zurück ins Erdreich. Dadurch konnte es zu Korrosionsschäden, zu Verockerung oder zu Verkalkung der Anlage kommen.

Heute wird der Einsatz geschlossener Rohrsysteme mit Kollektor- oder Sondenanlagen hauptsächlich für den Neubau von Ein- bzw. Mehrfamilienhäusern praktiziert. Unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. mit vorhandener Fußboden-, Wandheizung, etc) kann ein Altbau mit einer Erdwärmeanlage aufgerüstet werden.

Bei der **natürlichen Kühlung** wird Wasser mit der Temperatur des flachen Untergrundes (Jahresmitteltemperatur des Standortes) direkt zum Kühlen von Gebäuden genutzt. Diese Anwendung ist ohne Wärmepumpe einsetzbar und könnte in Zukunft alle elektrisch betriebenen Klimaanlage ersetzen.

Das **Eisfreihalten** von Brücken und Straßen benötigt auch keine Wärmepumpe, da sich im Sommer der Speicher durch Abführung und Einspeicherung der Wärme mit einer Umwälzpumpe von der heißen Fahrbahn regeneriert.

Erstes geothermisches Kraftwerk

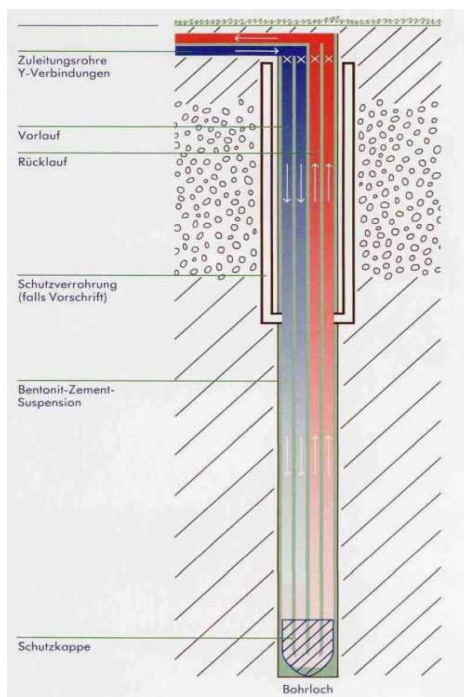
Die Stromerzeugung mit Geothermischer Energie wurde weltweit erstmals in der Toskana (Larderello) in Italien eingesetzt. Seit 1905 ist dort das geothermische Kraftwerk in Betrieb und seit 1913 dient es der Stromgewinnung. Damals trieb Wasserdampf die Turbinen an. Heute werden von dort 400 MW Strom in Italiens Energienetz gespeist. Dieser Anteil deckt ungefähr 2% des Strombedarfs in Italien. Der Betrieb weiterer Geothermiekraftwerke in Italien ermöglicht die Deckung der Hälfte des italienischen Strombedarfs.

ERDWÄRMESONDEN

Wie bereits erläutert wird mit Erdwärmesondenanlagen Wärme und Strom erzeugt. Sie nutzen das konstante Temperaturniveau des Untergrundes und eignen sich besonders gut bei kleinen Grundstücken, da sie sehr wenig Platz in Anspruch nehmen, aber auch bei der Nachrüstung an bestehenden Gebäuden.

Je nach erforderlicher Heizleistung (nur Heizung, Heizung und Warmwasserbereitung, Kühlung) muss die Anlage entsprechend konzipiert und dimensioniert sein.

Die Erdwärme wird mittels vertikalen (selten auch schräge Bohrungen) Erdwärmesonden (= Erdspieße) an die Oberfläche gefördert. Es handelt sich hier um eine oder mehrere Bohrungen von 30 bis zu 300 m Tiefe, in die die Erdwärmesonde (meist Doppel-U-Rohrsonden) eingesetzt wird. Die häufigste Variante sind 2 Doppel-U-Rohrschleifen aus Kunststoff (PVC-Hart, HDPE) in einem Bohrloch. Dieser Sondentyp besteht aus 4 PE-Rohren, 2 Vorlauf- und 2 Rücklaufleitungen. Die Rohre



werden am unteren Ende mit dem Sondenfuß verschweißt. Am oberen Ende (Sondenkopf) sind sie über Hosenstücke mit jeweils einer Vor- und Rücklaufleitung zum Soleverteiler verbunden. Alle Hohlräume zwischen den Rohren und dem Erdreich werden mit gut wärmeleitendem Material verdichtet (Bentonit-Suspension).

Die Wärme aus dem Erdreich wird an den Hilfskreis (Solekreis) abgegeben, welcher die Wärme an das Arbeitsmittel in der Wärmepumpe abgibt. Erdwärmesondenanlagen funktionieren als geschlossenes System. In der Regel zirkuliert ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole).

Abb.3: Funktion einer Erdwärmesonde

Aufbau und Funktion

Die Erdwärmesonde besteht aus zwei U-förmigen Rohrschlaufen. In der Mitte der Rohrbündel wird ein Injektionsrohr angebracht, durch das nach dem Einbringen der Sonde eine Bentonit-Zementmischung hindurchgepresst wird. Diese Injektion füllt nun das Bohrloch von unten nach oben und fließt dabei zwischen den Sondenrohren hindurch in alle Ritzen und Spalten. Dies garantiert eine vollständige Verbindung der Erdwärmesonde mit dem umgebenden Erdreich, dichtet wasserführende Schichten gegeneinander ab, garantiert einen definierten Wärmeschluss und schützt die EWS.

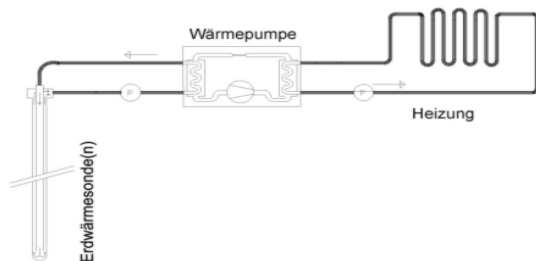


Abb.4: Schema einer Erdwärmesondenanlage

Nach dem umgekehrten Prinzip eines Kühltanks funktioniert die Wärmepumpe. Sie erzeugt die Nutzwärme (erforderliche Heizleistung für ein Gebäude) und kühlt die Sole (Wärmeträger) ab. Das abgekühlte Frostschutzgemisch fließt zum tiefsten Punkt und wieder zurück zum Verdampfer der Wärmepumpe. Dabei nimmt es Wärme auf.

Im Allgemeinen schwankt der spezifische Wärmefluss des Untergrundes stark und liegt zwischen 20 und 100 W/m. Deshalb wird bei der Berechnung von der Sondenlänge mit einem Mittelwert von 50 W/m gerechnet. Für eine Heizleistung von 6,5 kW benötigt man eine Sonde von ca. 130 m oder zwei Sonden von 65 m. Zwischen zwei Erdwärmesonden sollte ein Mindestabstand von mindestens 5 m bei 50 m Teufe und mindestens 6 m bei 100 m Teufe eingehalten werden.

Die genaue Auslegung richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit und den wasserführenden Schichten und kann erst vor Ort durch die ausführende Bohrfirma ermittelt werden.

Achtung: Eine größere Einbautiefe der Erdwärmesonden erhöht die erforderliche Pumpenleistung sowie den zu überwindenden Druckverlust.

Beispiel für die Auslegung:

Ausführung als Doppel-U-Rohr

Mittlere Entzugsleistung der Erdwärmesonden:

$q = 50 \text{ W/m}$,

Bedarf/Kälteleistung* $Q = 5 \text{ kW}$

Sondenlänge $l = Q / q = 5000 \text{ W} / 50 \text{ W/m} = 100 \text{ m}$.

Rohr für Sonde: PE 32 x 2,9 mm mit 0,53 Litern/m .

*die Kälteleistung errechnet sich aus folgenden Daten der Wärmepumpe:
Heizleistung der Wärmepumpe – Leistungsaufnahme der Wärmepumpe

Erforderliche Menge des Wärmeträgermediums:

Die Zuleitung ist größer als die Rohrkreise zu wählen.

$m = 2 \times \text{Sondenlänge} \times 2 \times \text{Rohrleitungsvolumen} + \text{Länge}$
 $\text{Zuleitung} \times \text{Rohrleitungsvolumen}$

Druckverlust der Erdsonde:

$\Delta p = R\text{-Wert (Druckverlust/m Leitung)} \times \text{Rohrlänge}$

Der R-Wert bezieht sich auf die erforderliche Menge des Wärmeträgermediums.

$\Delta p = \Delta p \text{ Doppel-U-Rohr-Sonde} + \Delta p \text{ Zuleitung} + \Delta p \text{ Wärmepumpe}$.

Im Sommer kann Erdwärme generell auch zur Kühlung des Gebäudes genutzt werden, indem die überschüssige Wärme aus dem Haus über die Wärmepumpe in die Sonden zurück ins Erdreich abgeführt wird. Dadurch wird die Auskühlung des Erdreichs im Winter durch die Wärmerückführung im Sommer reguliert.

Langjährige Erfahrungen zeigen, dass Erdwärmesondensysteme bei sorgfältiger Planung und Ausführung praktisch störungsfrei arbeiten. Um die Kosten niedrig zu halten, ist eine genaue Berechnung der Erdwärmesondenanlage von einem Fachmann notwendig.

Im Zuge der Planungsphase ist die zuständige Wasserbehörde frühzeitig zu informieren.

Wenn nicht sicher ist, dass die Sonde nicht absolut zentrisch eingebaut werden kann, muss der Ringraum (Abstand Bohrloch-Sonde) > 70 mm betragen, um eine

sichere Abdichtung zu ermöglichen. Die Verpressung des Bohrringraumes ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal, je dichter sie ist umso besser wird die Erdwärme an die Sonde geleitet. Dadurch wird die Effizienz der Anlage erhöht. Je geringer die Verpressung des Ringraumes ausfällt, umso schlechter kann die Sonde die Erdwärme aufnehmen und umso mehr Leistung muss die Wärmepumpe erbringen.

Wärmeträgermedien für Erdwärmesonden

Sie nehmen durch Wärmeaustausch mit dem umgebenden Erdreich Wärme auf. Die Temperatur bewegt sich dabei zwischen ca. $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (max. ungestörte Erdreichtemperatur in 100 m Tiefe) und ca. $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (verdampfendes Arbeitsmittel in der Wärmepumpe). Die Wärmeträgermedien sind in die Wassergefährdungsklasse 1 einzustufen.

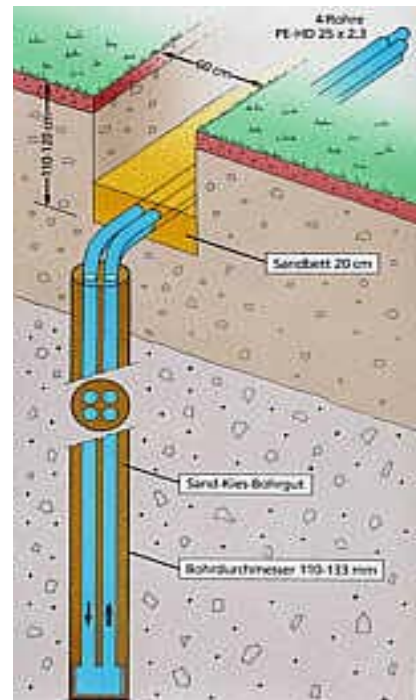


Abb 5: Eingebaute Erdwärmesonde

Vorgänge in der Wärmepumpe

In der Regel besteht eine Wärmepumpenheizung aus einer oder mehrerer Erdwärmesonden und einer Wärmepumpe.

Das Wärmeträgermedium gibt seine aufgenommene Wärme im Wärmepumpenverdampfer an das Arbeitsmittel ab. Vom Expansionsventil kommend tritt das Arbeitsmittel in den Niederdruckteil des Wärmepumpenkreislaufs (Temperatur unter $0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Es muss verhindert werden, dass die Temperatur des Wärmeträgermediums unter $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ fällt. Desweiteren darf die minimale Eintrittstemperatur in dem Verdampfer nur ungefähr $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ betragen. Deshalb wird Frostschutzmittel zum Wärmeträgermedium zugesetzt.

Im Allgemeinen sollten sämtliche verlegte Rohre, Formstücke und dgl. aus korrosionsbeständigem Material bestehen, z. B. Kunststoff PE 100 und HDPE.

Vor- und Rücklaufleitungen bei Sonden- und Kollektoranlagen führen kalte Sole (Soletemperatur < Kellertemperatur). Deshalb müssen alle Leitungen im Hause und die Mauerdurchführung dampfdiffusionsdicht wärmegeämmt werden, um Schwitzwasser und damit Feuchteschäden zu vermeiden.

Ohne Frage werden sich Erdwärmesonden auf dem zukünftigen Heizungs-Wärmepumpen-Markt weiter durchsetzen.

ERDWÄRMEKOLLEKTOREN

Die Wärme wird über Flächenkollektoren aufgenommen. Die Gewinnung der Wärme erfolgt über einen Wärmetauscher, der in einer unbebauten Fläche nahe des Gebäudes verlegt wird.

Die nutzbare Wärmemenge und die Größe der notwendigen Fläche hängt weitgehend von den thermophysikalischen Eigenschaften des Erdreiches und von der Einstrahlungsenergie ab.

Eine Kollektoranlage besteht aus einem über große Flächen kreisförmig verlegten Rohrsystem (Kunststoffrohre) mit einer Verlegungstiefe von mindestens 1,20 m.

Die einzelnen Rohrkreise sollten gleich lang sein und keine unzugänglichen Anschlüsse oder Verbindungen haben. Die Rohrkreislänge beträgt normalerweise 100 m.

In dem geschlossenen System zirkuliert ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole). Es muss sichergestellt sein, dass es zu keiner Grundwasserkontamination kommen kann. Um eine wirtschaftliche Betriebsweise zu gewährleisten muss die Planung und Berechnung der Anlage von einem Fachmann durchgeführt werden und die zuständige Wasserbehörde informiert werden. Ein großer Nachteil der Kollektoren ist der benötigte Platz an Auslegefläche. Diese sollte um eine wirtschaftlich arbeitende Anlage einzurichten das Doppelte bis Dreifache der zu beheizenden Wohnfläche umfassen.

Da die Erdkollektoren nur in relativ niedrige Tiefen verlegt werden, besteht bei Auslegefehlern nicht nur eine unwirtschaftliche Betriebsweise, sondern auch die Gefahr einer Vereisung des Bodens, die dauerhaft und unabhängig von Jahreszeiten auftritt.

Im Bereich der Kollektorfläche wird eine Bepflanzung mit Bäumen, Büschen und anderen tief wurzelschlagenden Pflanzen nicht empfohlen, da das Wurzelwerk die Kollektoren zerstören kann.

In Deutschland kommen bei Neubauten horizontal verlegter Erdkollektoren wegen der erforderlichen Grundstücksgröße nicht so häufig zum Einsatz.

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein?

Die ersten Schritte zur eigenen Anlage

Eine Geothermieanlage arbeitet nur wirtschaftlich, wenn ein Auskühlen des betreffenden Erdkörpers nur sehr langsam voranschreitet, sodass in der Zeit der Nutzung die Temperatur des Untergrundes nur gering abnimmt. Das ist der Fall, wenn im Winter mittels einer Wärmepumpe das oberflächennahe Temperaturniveau von 10°C zum Heizen verwendet wird und dabei entsprechend absenkt und im Sommer zur direkten Kühlung benutzt wird (**saisonale Wärmespeicher**).

Dadurch wird im Sommer beim Kühlen der oberflächennahe Bereich wieder erwärmt und kann sich also vom Wärmeentzug im Winter regenerieren. Im Idealfall sind beide Energiemengen gleich.

Die Energie, die das System verbraucht, besteht hauptsächlich aus der Antriebsleistung für die Wärme- bzw. Umwälzpumpe. Dadurch benötigt man ca. ¼ Antriebsenergie von einer anderen Energiequelle (z.B. Solar-, Windenergie, Biomasse, Gas, Öl)

Der **erste wichtige Schritt** zur eigenen Anlage ist die optimale Planung.

Zuerst wird die Heizlast des Gebäudes auf Basis der beheizten Fläche in m² festgelegt. Für das Kundengespräch und eine Angebotserstellung (**Vordimensionierung**) genügt es, diese überschlägig zu bestimmen.

Überschlägige Ermittlung der Heizlast auf Basis der beheizten Fläche (in m²), diese wird mit folgendem spezifischen Leistungsbedarf multipliziert:

Passivhaus	10 W/m ²
Niedrigenergiehaus	40 W/m ²
Neubau (gute Wärmedämmung)	50 W/m ²
Haus (normale Wärmedämmung)	80 W/m ²

Die genaue Kenntnis über den geologischen und hydrogeologischen Aufbau des Untergrundes (Art, Verbreitung und Mächtigkeit der Gesteinsschichten) ist der **zweite Schritt (Dimensionierung)**. Die Untergrunderkundung führt eine geotechnische Firma durch und liefert alle Daten in einem geotechnischen Bericht bzw. im Zuge eines Neubaus in einem Baugrundgutachten. Der Wärmebedarf muss errechnet und genau bekannt sein, um die Erdwärmesondentiefe zu bestimmen. Auch sollte der Auftraggeber wissen zu welchem Zwecke die Erdwärme nutzbar gemacht wird (z.B. Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung).

Eine genaue Dimensionierung ist besonders wichtig, da zu klein oder zu groß gewählte Geräte oft mit hohen Anlagekosten verbunden sind. Unter- bzw. Überdimensionierungen müssen vermieden werden. Vor der Bestellung der Wärmepumpe muss wie bei allen Heizungssystemen die Norm-Heizlast des Gebäudes nach DIN EN 12831 bestimmt werden und die Wärmepumpe danach ausgewählt werden.

Der **dritte Schritt (Bohrung, Einsetzen der Erdwärmesonden und Auslegung)** wird von einem Bohrunternehmen durchgeführt, das eine W 120 Zertifizierung besitzt. Die Aufgabe des Auftraggebers besteht nur noch darin ausreichend Platz für die Bohranlage und eventuelle Versorgungsleitungen (Strom, Wasser) bereitzustellen.

Nachdem die Sonden eingebaut wurden und die Leitungen zum Haus und der Wärmepumpe verlegt sind, folgt die Arbeit der Heizung und Sanitär Firma, die die Funktion der Heizung und Warmwasserbereitstellung vervollständigen und für den Endverbraucher so einrichten, dass dieser wenn es kalt draußen ist nicht friert und mit warmem Wasser duschen, baden und abwaschen bzw. Wäschewaschen kann.

Staatliche Fördermaßnahmen

- Marktanzreizprogramm zu Gunsten erneuerbarer Energien
- Programme der KfW
- Förderprogramme von Ländern und Kommunen

Die Nutzung oberflächennaher Erdwärme ist bereits konkurrenzfähig und nur mit geringen Betriebskosten verbunden.

Beispiel 1:

Bei einem Neubau nach den neusten technischen Anforderungen, mit guter Wärmedämmung und mit Warmwassernutzung und einer beheizten Fläche von 120 m² beträgt die überschlägig ermittelte Heizlast 5 kW für eine vierköpfige Familie.

Bohrungen: für	mindest	erforderliche	90	m	inklusive	Ausbau	
		mit Erdwärmesonde und Anschlüssen					5000€
Wärmepumpe:							5300€
Nebenkosten:		Anschlüsse, Installation					2000€
Summe :							ca.:12300€

5 kW x 24h = 120 kWh. Um die maximale Tages-Wärmemenge zu decken, stehen aufgrund der Sperrzeiten (Nachtruhe) von 3 x 2 Stunden nur 18 h/Tag zur Verfügung. Jedoch wegen der Gebäudeträgheit bleiben 2 Stunden unberücksichtigt.

$$120 \text{ kWh} / (18 + 2) \text{ h} = 6 \text{ kW}$$

Demnach ist rein rechnerisch eine Wärmepumpe mit einer Heizleistung von 6 kW ausreichend.

Beispiel 2:

Für ein Haus das in etwa 11 KW Heizbedarf benötigt, das entspricht einem Altbau mit 120 m² mit Warmwassernutzung für eine vierköpfige Familie:

Bohrungen: für	mindest	erforderliche	199	m	inklusive	Ausbau	
		mit Erdwärmesonde und Anschlüssen					12000€
Wärmepumpe:							7500€
Nebenkosten:		Anschlüsse, Installation					2500€
Summe :							ca.:22000

Aufgrund des benötigten 11 kW Heizbedarfs und einer Fläche von 120 m² muss die Wärmepumpe eine Heizleistung von 13,2 kW mitbringen.

Wirtschaftlichkeit: Vorteile und Nachteile

VORTEILE:

Mit einer Erdwärmeanlage spart man Heizkosten.

Die Anschaffungskosten für Erdwärmeanlagen sind im Vergleich zu konventionellen Heizungssystemen (z.B. Öl-, Gasheizung) recht hoch. Die Mehrkosten gleichen sich jedoch in wenigen Jahren wieder aus. Bis zu 50 – 75% Energieeinsparung ist mit Erdwärmenutzung möglich. Das gewährleistet eine dauerhafte Senkung der Energiekosten. Zusätzlich ergibt sich dadurch auch eine Unabhängigkeit von verbundenen Abgaben: Mineralöl-, Öko- und Mehrwertsteuer.

Erdwärmeanlagen sind generell umweltfreundlich, da sie das Klima nicht durch Schadstoffausstoß belasten. Zudem benötigt man keinen Schornstein mehr und es entfallen dementsprechend auch die Schornsteinfegerkosten.

Entsprechend den neuen Förderrichtlinien des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) verwenden Wärmepumpen nur erneuerbare Energien (Antriebsstrom und Umweltwärme) und sind quasi frei von CO₂ – Emissionen.

Erdwärme ist regenerativ und jederzeit verfügbar. Die Energiequelle befindet sich direkt auf dem Grundstück, der Flächenbedarf (Erdwärmesonden) ist gering und es gibt keine Auswirkungen auf die Optik des Gartens. Der Konsument ist unabhängig von fossilen Brennstoffen und deren Preisen. Man kann bis zu 75 % der Heizenergie kostenlos aus dem Erdreich erhalten. Man benötigt nur noch 25 % Antriebsenergie für den Betrieb der Wärmepumpe. Die Bodenenergie steht auch bei extremen Temperaturen unter minus 25° noch zur Verfügung, da die tieferen Schichten des Bodens kaum von der Lufttemperatur beeinflusst werden.

Erdwärmesondenanlagen sind langlebig und praktisch wartungsfrei. Im Allgemeinen sollen die Sole/Wasser-Wärmepumpen alle 5 Jahre auf ihre

Wirtschaftlichkeit geprüft und gewartet werden. Erdwärmesonden aus PE 100 (Polyethylen) halten mindestens 100 Jahre. Die Kennzeichnung nach erfolgter Prüfung durch das SKZ (Süddeutsche Kunststoff-Zentrum) bestätigt, welches System qualitativ hochwertig ist und die Bedingungen einer solchen Betriebsdauer erfüllt.

Eine Erdwärmesondenanlage mit Wärmepumpe hält bei fachgerechter Errichtung und alle 4-5 Jahre Wartung ein Leben lang.

NACHTEILE:

Um dem Grundwasserschutz vorzubeugen müssen alle Erdwärmeeinrichtungen durch die Wasserbehörde zugelassen werden. Grundsätzlich werden in Berliner Wasserschutz- und Heilquellengebieten keine Erdwärmeeinrichtungen zugelassen. Dort ist die Erdwärmeeinrichtung verboten. Nur unter bestimmten Voraussetzungen wird die Errichtung einer Erdwärmeeinrichtung in Wasserschutzzone III genehmigt. Das liegt an der Verwendung wassergefährdender Stoffe (Spülmittel, Frostschutzmittel der Gefährdungsklasse 1).

Einerseits kann es infolge nicht fachgerechter Arbeiten zu erheblichen Verunreinigungen des Grundwassers (siehe oben) während der Bohrarbeiten und durch die Verwendung von Wärmeträgerflüssigkeiten kommen. Andererseits kann eine unsachgemäße Verpressung der Bohrungen zu einer Verbindung verschiedener Grundwasserstockwerke führen. Aus letzterem Grund wird meist nicht bis zum Grundwasserleiter gebohrt.

Die Auswirkungen wären eine Veränderung der Grundwassertemperatur, eine Änderung der Selbstreinigungsprozesse im Boden und Grundwasser, eine Verkeimung im öffentlichen Trinkwassernetz und schließlich weitgehende Folgen für den Pflanzenbewuchs.

Daher ist es ratsam eine Firma auszuwählen die fachgerechte Arbeit gewährleisten kann und qualitativ hochwertige Materialien verwendet.

Worauf muss ich bei der Auswahl der Bohrunternehmen achten?

Wenn man sich für eine Erdwärmeeinrichtung entschieden hat, muss man sich durch einen Dschungel von Anbietern, kleinen und großen Unternehmen schlagen. Es hat sich bewährt nicht gleich das erstbeste Angebot anzunehmen.

Dem Baubeginn muss eine ausführliche Kundenberatung vorangehen.

Unternehmen, die Erdwärmeanlagen einrichten, müssen nachweisen können gemäß DIN 4640 und W120 zu arbeiten. Die Firma sollte über qualifiziertes und kompetentes Fachpersonal verfügen und hochwertige Erdwärmesondentechnik (z.B. Haka.GERODur) einsetzen. Um eine optimale Leistung der Erdwärmesondenanlage zu erzielen muss vor Baubeginn eine Dimensionierung durchgeführt werden, das bedeutet eine Einschätzung der benötigten Energie des Gebäudes und deren Gewinnung bezüglich der Geologie des Standortes. Dabei spielen neben anderen Aspekten (z.B. wasser- und umweltrechtliche Genehmigungen, etc.) die geologischen Voraussetzungen des Untergrundes, die Ermittlung haustechnischer Daten und die Berechnung der notwendigen Anzahl und Länge der Erdwärmesonden eine wichtige Rolle. Das Abteufen der Bohrung erfolgt mit moderner Technik. Die Firma garantiert eine umweltfreundliche Errichtung der Anlage und sichert natürlich den gesamten Baustellenbereich.