



Erdwärmennutzung Geothermie

*Heizen und Kühlen für Ein- und
Mehrfamilienhäuser,
Büro- und Verwaltungsgebäude*

- Grundlagen der geothermischen Energiegewinnung
- oberflächennahe Geothermie
- Funktion der Wärmepumpe
- Planung einer Erdwärmeanlage und des Heizungssystems
- Gebäudekühlung mit Geothermie
- Optimierung mit dem Geosolar-System
- behördliche Genehmigungen
- Bohrungen von Erdwärmesonden
- Kosten der Bohrungen
- staatliche Förderungen
- unsere Leistungen

Bei den heute immer mehr steigenden Energiepreisen für die Gebäudeheizung wird die erneuerbare Energieerzeugung für Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie für alle anderen größeren Bauten mittels Erdwärme immer attraktiver. Die Erdwärmegewinnung ist völlig unabhängig von Preissteigerungen fossiler Brennstoffe (Öl und Gas) und wird mit wesentlich weniger Primärenergieaufwand sowie ohne Freisetzung des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) betrieben.

Alles in allem --- eine umwelt- und ressourcenschonende und langfristig kostengünstige Wärmeenergieversorgung.

Grundlagen der geothermischen Energiegewinnung:

Unser Planet Erde hat einen Radius von 6.370 km und die feste Erdkruste besitzt eine Mächtigkeit von ca. 35-65 km. Dieser riesige Körper besitzt eine nach menschlichem Ermessen unerschöpfliche Wärmeenergie, die durch Prozesse im Erdmantel gesteuert werden. Der geothermische Wärmefluss zur effektiven Erdwärmennutzung ist erst ab ca. 10 - 20 m Tiefe wirksam. In Tiefen bis 20 m wird der Wärmefluss im wesentlichen noch atmosphärisch durch die Strahlungswärme der Sonne beeinflusst.

Bei der tiefen Geothermie werden Bohrungen bis in 3.000 m und 4.000 m Tiefe niedergebracht, wo sich z.B. heiße Wasser bis 170° C oder darüber finden. Diese Systeme

werden in der Regel zur geothermischen Stromerzeugung bei Großprojekten mit einem Investitionsaufwand von mehreren Zehner-Millionen EUR genutzt (z.B. bei Landau/Pfalz, Unterhaching, Erding etc.).

Die oberflächennahe Geothermie dagegen erschließt den Untergrund bis max. 200 m Tiefe zur Erdwärmennutzung für Wohn-, Büro- und Verwaltungsgebäude sowie für andere größere Gebäudekomplexe wie zum Beispiel Krankenhäuser, Altenheime und auch industrielle Anlagen.

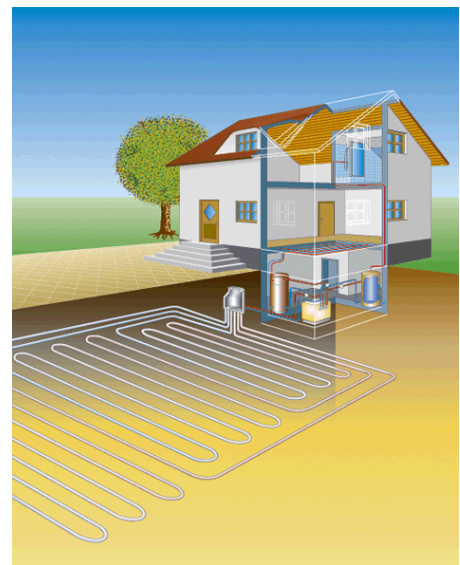


Abb. 1 :
Prinzip der horizontal verlegten Erdwärmekollektoren.

Erdwärmesysteme der oberflächennahen Geothermie:

Zur Energiegewinnung durch Erdwärme kommen verschiedene Systeme, je nach geologischer und hydrogeologischer Lage des Standortes und der wasserrechtlichen und auch der bergrechtlichen Genehmigungsfähigkeit in Frage:

- Erdwärmekollektoren

sind horizontal in Gräben auf der Grundstücksfläche in frostsicherer Tiefe (ca. 1-2 m) verlegte Sole-Leitungen (Abb. 1). Dieses System benötigt eine grosse Grundstücksfläche, die meist nicht zur Verfügung steht. Außerdem ist diese Variante energetisch (Doppel-U-Sonden) am ungünstigsten, da in dieser Tiefe noch atmosphärische Einflüsse wirksam sind. Die Wärmepumpe arbeitet bei diesem System mit einem schlechten Wirkungsgrad, d.h. einer niedrigen Arbeitszahl.

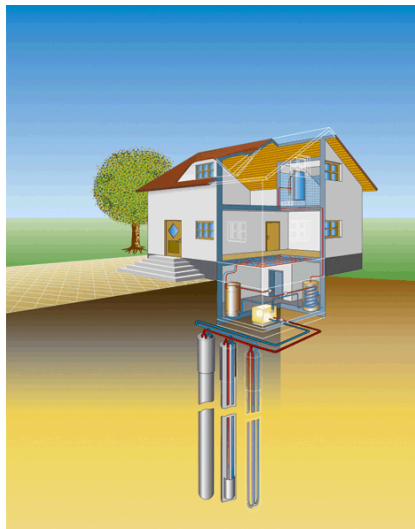


Abb. 2 :
Gewinnung von Wärme mittels vertikalen Erdsonden (Doppel-U-Sonden).

- vertikale Erdwärmesonden

sind meist sogenannte Doppel-U-Sonden und sind derzeit die am meisten verwendeten Systeme. Die Vorteile liegen auf der Hand:

Nur ein geringer Platzbedarf ist für die Sonden er-

forderlich. Die Sonden können je nach geologischen und wasserrechtlichen Standortgegebenheiten auch bis in größere Tiefen (150 - 200 m) niedergebracht werden. Bei vertikalen Erdsonden liegen ideale Voraussetzungen als Wärmequelle vor, da in diesen Tiefen keine atmosphärische Beeinflussung mehr wirksam ist. Je nach Untergrundverhältnissen sind spezifische Entzugsleistungen von 55-85 W/m Sondenlänge zu erzielen.

- Grundwasseranlagen

Sofern am Standort Grundwasser vorhanden ist, kann das Grundwasser auch als Wärmequelle genutzt werden. Dazu ist eine sogenannte Grundwasser-Doublette erforderlich, die aus einem Entnahmebrunnen und einem Infiltrationsbrunnen besteht (Abb. 3).

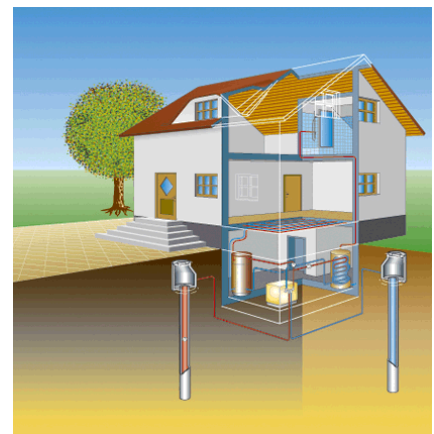


Abb. 3:
Gewinnung von Wärme mittels einer Grundwasserdoublette.

Der Wärmeentzug erfolgt über das Grundwasser selbst, das über das ganze Jahr eine gleichbleibende Temperatur von ca. 8 - 12 °C hat.

Probleme können sich bei diesem System aus den Wasserinhaltsstoffen z.B. Eisen, Mangan bzw. Eisen, Karbonate) ergeben, die im Vorfeld genau zu untersuchen sind. Weiterhin sind hydrogeologische Untersuchungen (Pumpversuche etc.) bzw. eine Machbarkeitsstudie erforderlich und eine wasserrechtliche Erlaubnis muß zwingend vorliegen.

Die Funktion der Wärmepumpe:

Die Energie aus dem Wärmefluss der Erde wird mittels einer Wärmepumpe angereichert und für Heizzwecke und zur Warmwasseraufbereitung zur Verfügung gestellt.

Im Verdampfer entzieht die Wärmepumpe dem Erdreich die gespeicherte Wärmeenergie und gibt diese an den Heiz- und Wasserkreislauf ab (rot). Die geförderte Erdwärme bzw. die kostenlose *Umweltwärme* wird über die Soleleitungen, die sogenannten Erdsonden zum Wärmetauscher (*Verdampfer*) der Wärmepumpe geführt.

Im Wärmetauscher befindet sich ein flüssiges Kältemittel (bzw. das Arbeitsmedium, z.B. R407), das die Wärme der Wärmequelle aufnimmt und dabei verdampft.

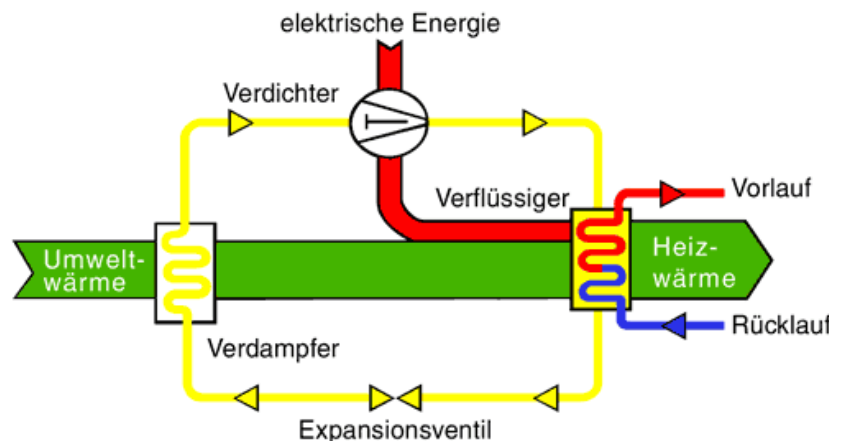


Abb. 4 :
Prinzip der Arbeitsweise einer Wärmepumpe.

Die Wärmepumpe arbeitet technisch eigentlich wie ein Kältschrank, nur mit umgekehrtem Nutzen. Sie entzieht einer kalten Umgebung Wärme, die zum Heizen genutzt wird.

In Abb. 4 ist das Funktionsprinzip der Wärmepumpe schematisch dargestellt:

Der Verdichter saugt das gasförmige Arbeitsmedium an und komprimiert es, dabei erhöht sich der Druck und die Temperatur steigt. Ein zweiter Wärmetauscher (*Verflüssiger*) sorgt dafür, daß die Wärme in das Umlaufsystem der Heizungsanlage des Gebäudes (*Heizwärme*) gelangt.

Der abschließende Druckabbau erfolgt durch das Expansionsventil.

Der Kreislauf in der Wärmepumpe beginnt von neuem und die gewonnene Erdwärme wird im Heizungs- und Brauchwasser-Kreislauf sukzessiv angereichert.

Moderne Wärmepumpenheizungsanlagen machen bei der Erdwärmegewinnung mit einem Primärenergieeinsatz von einer KWh etwa 3-4 KWh Wärme für die Heizung und die Warmwasseraufbereitung. Das heißt, es sind ca. 1/4 Primärenergieeinsatz an Wärmepumpenstrom erforderlich und 3/4 an Wärmeenergie wird kostenlos aus der Erde gewonnen. Die entspricht einer Arbeitszahl von 4.

Planung einer Erdwärmeanlage und Heizungssystem-Planung:

Die geothermische Energiegewinnung für die Gebäudeheizung arbeitet am effizientesten, sofern das Gebäude mit Flächenheizsystemen ausgerüstet ist (z.B. einer Fußbodenheizung oder entsprechend angepassten niedertemperaturfähigen Radiatoren). Die Erdwärmeheizung arbeitet nur dann sehr kostengünstig, wenn die drei Faktoren

- Anzahl und Tiefe der Bohrungen/Soleleitungen,
- die Wärmepumpe und das
- Heizungssystem bzw. die Wärmeabgabe in das Gebäude

optimal aufeinander abgestimmt sind.

Aus diesem Grunde bedarf es hinsichtlich der späteren Betriebskosteneinsparung einer fachgerechten ingenieurtechnischen Planung und Begleitung des Vorhabens.

Die Planungsarbeiten erfolgen in der Regel immer begleitend mit numerischen Berechnungen der Sondenanlage und mit Modellierungen des Wärmetransportes mit finiten Elementen im Untergrund und im Grundwasser.

Gebäudekühlung mit Geothermie:

Ein Erdwärmeheizungssystem kann zudem für die Sommermonate mit der Kühlung des Gebäudes ausgerüstet werden. Dabei wird der Raumluft die Wärme entzogen und über die Erdsonden dem Untergrund wieder zugeführt und dort gespeichert. Das hat den Nutzen, daß einerseits im Sommer eine temperierte Raumluft zur Verfügung steht, andererseits kann die im Untergrund gespeicherte Wärmeenergie (die nicht verlorengeht) im darauffolgenden Winter wieder zur Gebäudeheizung genutzt werden.

Optimierung der Erdwärmeanlage mit dem Geosolar-System:

Bei der Installation eines Solarabsorbers auf dem Gebäudedach kann die überschüssige Wärme aus der Solaranlage im Sommer dem Untergrund ebenfalls wieder zugeführt werden. Dies erhöht die Effektivität und die Leistung einer Erdwärmeanlage um ca. 30 - 40 %.

Die Leistung einer Erdwärmeanlage läßt sich durch die Kombination mit einer Solaranlage noch bis zum Verhältnis 1/5 Primärenergieeinsatz der Wärmepumpe und 4/5 kostenloser Wärme-Entzug (!!) aus der Erde optimieren.

Bei Bürogebäuden oder industriellen Gebäuden kann die wiederrückgeführte Abwärme aus der Gebäudekühlung oder aus industriellen Abwärmeprozessen die Betriebskosten der Anlage ebenfalls wesentlich optimieren.

Behördliche Genehmigungen:

Die Installation einer Erdwärmeanlage ist auf jeden Fall behördlich zu genehmigen. Im Vorfeld eines Vorhabens ist darauf zu achten, ob wasserrechtliche Einschränkungen der Erstellung einer Anlage an einem Standort entgegenstehen. So ist z.B. nur außerhalb von ausgewiesenen Wasserschutzgebieten eine Erdwärmeanlage genehmigungsfähig. Weiterhin können Einschränkungen zur Tiefe hin vorliegen, die Ihren Grund in schützenswürdigen Tiefengrundwässern haben.

In Tiefen ab 100 m gilt das Bergrecht und es ist eine bergrechtliche Bewilligung beim zuständigen Bergamt einzuholen.

In der Regel sind aber Erdwärmeanlagen an den meisten Standorten genehmigungsfähig.



Abb. 5 :
Durchführung von Bohrungen zur Aufnahme von Erdwärmesonden.

Bohrungen für die Aufnahme der Erdwärmesonden:

Für den Einbau der Erdwärmesonden werden Bohrungen mit Großbohrgeräten auf LKW oder Raupenfahrzeugen mit Durchmesser 150 mm bis zur geplanten Endtiefe niedergebracht (Abb. 5).

In das Bohrloch wird die druckgeprüfte Erdwärmesonde (Doppel-U-Sonde) mit Sonden-durchmesser von 32 mm eingebracht und mit wärmeleitfähigem Zement einzementiert (Abb. 6). Das erdgebundene SONDENSYSTEM ist somit wartungsfrei bis über 100 Jahre zu betreiben.

Die einzelnen Sonden aus den Bohrungen werden anschließend mit horizontal verlegten Leitungen aus PE100 als Vor- und Rücklaufleitungen

durch einen geprüften Fachmann verschweisst (Abb. 7) und einem Verteiler (Abb. 8) am Gebäude zugeführt an den die Wärmepumpe angeschlossen ist. Zweckmäßig ist es, den Hausverteiler aus Gründen von Schwitzwasser- oder Eisbildung am Rücklaufstrang ausserhalb des Gebäudes in einem Verteilerschacht unterzubringen.

Kosten der Bohrungen:

Grundsätzlich sind die Kosten einer Erdwärmeanlage abhängig vom jeweiligen Wärmebedarf des Gebäudes sowie von den örtlichen geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnissen.



Abb. 6 :

Im Bohrloch einzementierte Erdwärmesonde.

Überschlägig kann man davon ausgehen, daß z.B. für ein Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von ca. 8 - 14 KW Kosten für die Bohrungen Höhe von EUR 15.000,- bis 20.000,- (ohne Leitungsverlegung und Hausanschluss/Verteiler) anfallen.



Abb. 7 :

Leistungsanschluss der Vor- und Rücklaufleitungen zur Erdsonde.

Staatliche Förderung und finanzielle Fördertöpfe:

Geothermische Anlagen wurden einzig in der Bundesrepublik bislang nur in Baden-Württemberg mit einem Zuschuss für die Erdwärmebohrung staatlich gefördert. Diese Förderung ist aber ausgelaufen. Seit 01. Januar 2008 wurde aber vom Bund ein neuer Fördertopf aufgelegt, der die Installation einer Wärmepumpe zur Energieversorgung finanziell fördert. Dazu sind jedoch erreichte Arbeitszahlen nachzuweisen.

Weiter leistet z.B. die EnBW in Baden- Württemberg einen Förderbeitrag, sofern dieser Versorger den Wärmepumpenstrom liefert.

Bauherren, die von einer Elektrisch betriebenen Nachtspeicher-Heizung auf Erdwärme umrüsten wollen, erhalten vom Bund zusätzlich einen Zuschussbetrag für jeden ausgebauten Elektrospeicherofen.

Bei der Antragserstellung sind wir Ihnen gerne behilflich.



Abb. 8 (oben):
 Hausanschluss mit Verteil-
 system für Vor- und Rücklauf
 von 7 Erdwärmesonden.

Abb. 9 (unten):
 Durchführung von tiefen Boh-
 rungen von 150 m.



Bei Fragen zur Erdwärmenutzung für Heiz- und Kühlzwecke wenden Sie sich vertrauensvoll an uns.

Wir stehen Ihnen als kompetente Ansprechpartner für die Planung, Bemessung und Installation einer kompletten Erdwärmeanlage zur Verfügung.

— — **unsere Kompetenz ist Erdwärme** — —

Unsere Leistungen:

Wir führen für Sie die komplette Einrichtung einer Erdwärmanlage mit Einbau der Wärmepumpe und Installation der heizungstechnischen Anlage durch. Außerdem erstellen wir an die geothermische Anlage angepasste Gebäudeheizsysteme.

- Rechnerische Bemessung der erforderlichen Bohrungen und der Sondenlängen auf Grundlage des Wärmebedarfs des Gebäudes und der geologischen Untergrundbeschaffenheit.
 - Wärmebedarfsermittlung nach der neuesten EnEV (Energieeinsparverordnung) durch unsere Fachingenieure (falls diese nicht bereits vorliegt).
 - Erstellung der wasser- und der bergrechtlichen Genehmigungsanträge.
 - Durchführung der Bohrungen bis max. 150-200 m
- Tiefe mit Großbohrgeräten zur Aufnahme der Erdwärmesonden inkl. aller erforderlichen Bauleistungen.
 - Bauüberwachung der Bohr- und Tiefbauarbeiten sowie der Installationsarbeiten zur Sicherstellung von Qualitäts-Standards.
 - Leitungsverlegung der horizontalen Anschlüsse in Gräben und Montage des Verteileranschlusses bis zur Wärmepumpe. Befüllung der Anlage mit der behördlich zugelassenen Sole- bzw. Wärmeträgerflüssigkeit.
 - Lieferung und Installation der Wärmepumpe und der heiztechnischen Peripherieanlagen durch unsere Heizungs-Installateure.
 - Installation von Fußboden- und Wandheizungs- Systemen durch unsere Fach-Installateure.

Weitere Informationen: www.geothermie-rhein-neckar.de

oder kostenfrei anrufen: **0800 4362647**

Firmensitz:
Hirschhorner Landstraße 25
69412 Eberbach (Baden)

Tel.: 06271 94 5659
Fax: 06271 9477949



Niederlassung:
Krummer Weg 25
72762 Reutlingen

Tel.: 07121 370117