

Nutzung von Erdwärme in Brandenburg

Heizen und Kühlen mit oberflächennaher Geothermie:
Ein Leitfaden für Bauherren, Planer und Fachhandwerker

0. Vorwort	Seite 3
1. Oberflächennahe Geothermie – Wärmeenergie der Zukunft	Seite 4
2. Erdwärmesonden	Seite 6
3. Erdwärmekollektoren	Seite 7
4. Grundwassernutzung	Seite 8
5. Die Wärmepumpe	Seite 9
6. Konstruktive Betonbauteile	Seite 10
7. Tiefengeothermie	Seite 10
8. Geologische Voraussetzungen	Seite 11
9. Rechtliche Rahmenbedingungen	Seite 13
10. Hinweise für Planung und Einbau	Seite 15
11. Bohrungen für Erdwärmesonden und Brunnen	Seite 17
12. Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten	Seite 19
13. Nützliche Adressen	Seite 22
Impressum	Seite 23

Heizen und Kühlen mit oberflächennaher Geothermie: Ein Leitfaden für Bauherren, Planer und Fachhandwerker

Heizung und Warmwasserbereitung sind die großen Energieverbraucher im privaten Haushalt. Auch in Verwaltungsgebäuden und vielen Dienstleistungsunternehmen, zum Beispiel im Gastgewerbe, verursachen das Heizen und die Warmwasserbereitung erhebliche Kosten. Durch steigende Preise für fossile Energieträger sind die Betriebskosten für konventionelle Heizungsanlagen in den vergangenen Jahren stark angestiegen. Bauherren und Unternehmer suchen daher – aber auch vor dem Hintergrund des Klimawandels – zunehmend nach Alternativen, nach Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung.

Diese stützt sich auf zwei Säulen. Zum einen geht es darum, den Energieverbrauch zu reduzieren. Einsparungen können beispielsweise durch eine gute Wärmedämmung oder eine effizientere Heizungstechnik erzielt werden. Und zum anderen geht es um die Nutzung innovativer Energietechnologien. Brandenburg verfügt über hohe Kompetenzen bei modernen und Ressourcen schonenden Energietechnologien.

Mit ihrer Energiestrategie 2020 hat sich die brandenburgische Landesregierung das Ziel gesetzt, den Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 20 Prozent zu steigern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird im Konzert mit Wind-, Biomasse- und Solarenergie auch die Geothermie ihren Platz einnehmen. In weiten Gebieten des Landes Brandenburg bestehen sehr gute natürliche Voraussetzungen für die Nutzung von Erdwärme. Wir leben in Brandenburg wie auf einer gigantischen „Heizplatte“. Unsere Häuser werden jedoch zum überwiegenden Teil mit Gas oder Öl beheizt.

Der vorliegende Leitfaden will mit Beiträgen über Technik, Standortvoraussetzungen, gesetzliche Regelungen, Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten den Weg zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie erleichtern.

Ich wünsche Bauherren und Unternehmern, Planern und Fachhandwerkern eine informative Lektüre.



*Ulrich Junghanns
Minister für Wirtschaft
des Landes Brandenburg*

A handwritten signature in blue ink that reads "Ulrich Junghanns". The signature is fluid and cursive, written in a professional style.

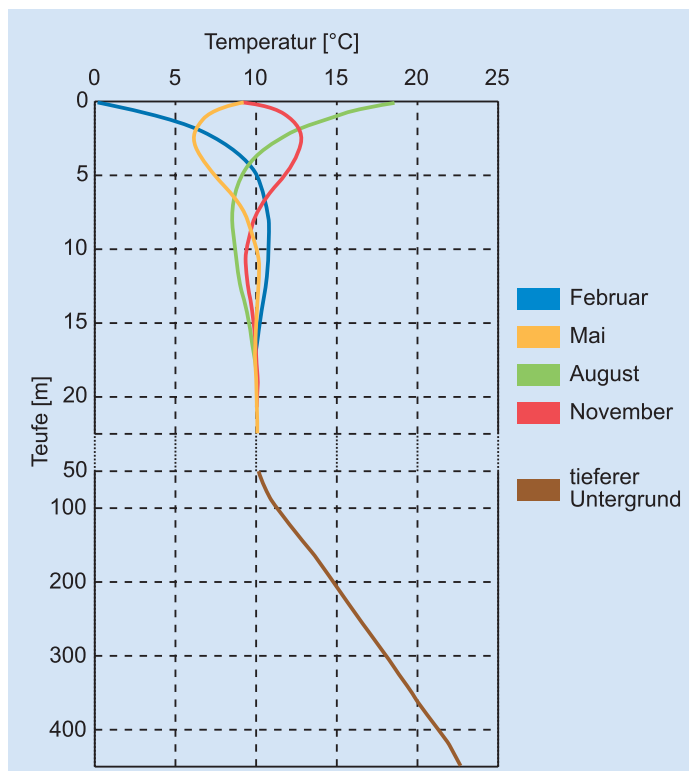
*Minister für Wirtschaft
des Landes Brandenburg*

1 Oberflächennahe Geothermie: Heizen und Kühlen mit Erneuerbarer Energie

4

Woher kommt die Wärme?

Der Begriff Geothermie setzt sich aus den griechischen Worten „geos“ = Erde, Land und „thermos“ = Wärme zusammen und umfasst die unterhalb der Erdoberfläche in Form von Wärme gespeicherte Energie, die der Erde entzogen und genutzt werden kann. Die Wärme ist zum einen Restwärme, die bei der Entstehung der Erde erzeugt wurde und sehr langsam nach außen abgegeben wird, zum anderen entsteht sie durch den Zerfall natürlich vorkommender radioaktiver Elemente. In den obersten Schichten (bis etwa 15 m Tiefe) kommt zusätzlich die Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung hinzu.



Die Veränderung der Temperatur in Abhängigkeit von der Tiefe und den Jahreszeiten

Während die Temperatur in den oberen Schichten durch die jahreszeitlichen Schwankungen der Sonneneinstrahlung bestimmt wird, ist sie darunter über die Zeit konstant und nimmt mit der Tiefe zu (in unseren Breitengraden etwa 3°C je 100 m). Bei den in Brandenburg gegebenen geologischen Verhältnissen liegen die Temperaturen bis 100 m Tiefe je nach Standort bei etwa 8–12°C. Oberflächennahe Geothermie erschließt Wärme aus Schichten bis 400 m Tiefe, wobei der Großteil der Anlagen aufgrund der hohen Kosten für tiefere Bohrungen nur die oberen 100 m nutzt.

Wie kann die Erdwärme genutzt werden?

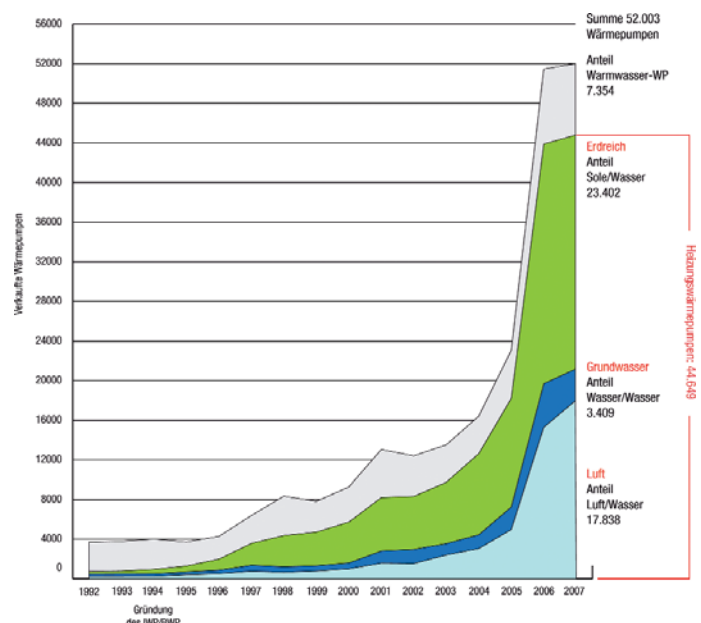
Die oberflächennahe Erdwärme kann zum Heizen oder auch zum Kühlen verwendet werden. Dazu muss sie durch eine geeignete Anlage (z. B. Erdwärmesonde) der Erde entzogen und in der Regel

über eine Wärmepumpe/Kältemaschine der Nutzungsanlage (Heizung, Kühlsystem) zugeführt werden. Im Falle einer Heizungsanlage wird die relativ geringe Temperatur der Erdwärme (8–12°C) durch die Wärmepumpe auf ein für die Heizung benötigtes höheres Temperaturniveau (35–55°C) angehoben. Auch Kühlen ist mit einigen Wärmepumpenmodellen möglich, diese arbeiten dann umgekehrt nach dem Kältschrankprinzip als Kältemaschine. Unter Umständen ist auch eine direkte Kühlung ohne den Schritt über die Wärmepumpe möglich. Die für die Wärmepumpe aufgewandte Energie ist maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Die der Erde entzogene Wärmeenergie wird durch Wärmeleitung aus der Tiefe, mit dem Grundwasserstrom oder/und durch die Sonneneinstrahlung ausgeglichen. Auch die bei der Kühlung oder anderen Prozessen anfallende und in die Erde geleitete Wärme kann im Untergrund gespeichert werden.

Was spricht für die Nutzung der Geothermie?

Die Heizung ist in einem privaten Haushalt der größte Energieverbraucher. In Zeiten steigender Rohstoff- und Energiepreise sowie im Rahmen der Diskussionen um den Klimawandel sucht man nach alternativen Systemen, um fossile Brennstoffe zu sparen und den CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist eine derartige Alternative, die zudem komfortabel, wirtschaftlich und vielseitig einsetzbar ist. Ein weiteres Plus sind die dezentrale Anwendungsmöglichkeit und der – außer bei Erdwärmekollektoren – geringe Flächenverbrauch.

Wie ist der Stand der Geothermie-Nutzung in Deutschland?



Der Absatz von Wärmepumpen zwischen 1992 und 2007

Quelle: Verändert nach www.waermepumpe.de

Der Absatz von Wärmepumpen, die Wärmeenergie aus der Erde nutzen, ist in Anbetracht der steigenden Kosten für fossile Brennstoffe in den letzten Jahren stark angestiegen. Förderprogramme unterstützen diesen Trend. Durch das am 01.01.2009 in Kraft ge-

tretenen Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) besteht bei Neubauten die Verpflichtung zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen zum Heizen. Im Bereich der Geothermie steht dabei noch ein großes Potential für die Erschließung zur Verfügung.

Geothermie im Überblick

Anwendungsbereiche/Nutzungsmöglichkeiten:

- Heizen
- Warmwasser
- Kühlen
- Wärmespeicherung

Umweltaspekt:

- Reduziert den Einsatz fossiler Brennstoffe
- Vermindert ggf. den CO₂-Ausstoß (abhängig von der Stromquelle)
- Geringer Flächenverbrauch (außer bei Kollektoren)
- Erneuerbare Wärmequelle
- Bei sachgemäßer Errichtung und Anwendung keine Beeinträchtigung von Grundwasser und Boden

Einsatzbereiche:

- Einfamilienhaus bis Wohnsiedlung
- Private und öffentliche Gebäude
- Betriebsstätten (Werkhallen, Gewächshäuser etc.)
- Lagerhallen (z. B. Lebensmittelindustrie)
- Bürogebäude (Klimatisierung)

Technische Aspekte:

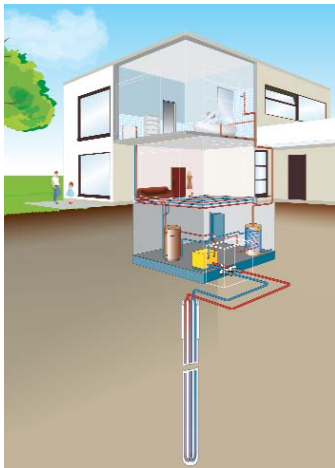
- Erdwärme ganzjährig nahezu unbegrenzt verfügbar
- Kein Schornstein notwendig
- Vollautomatischer, ungefährlicher Betrieb, Wartungsarbeiten erforderlich
- Dezentrale Anlage
- Mit anderen Anlagen (z.B. Solarthermie) kombinierbar
- Ungeeignet für Heizungssysteme, die hohe Vorlauftemperaturen erfordern

Wirtschaftliche Aspekte:

- Geringe Verbrauchskosten (Strombedarf für die Wärmepumpe, aber keine Brennstoffkosten)
- Geringe Betriebskosten (keine Emissionsmessungen, kein Schornsteinfeger)
- Kein Brennstoffvorrat notwendig (kein Tankraum, kein Gasanschluss)
- Vergleichsweise hohe Investitionskosten
- Amortisation abhängig von der allgemeinen Energiekostentwicklung
- Wirtschaftlichkeit abhängig von fachgerechter Auslegung der gesamten Anlage und von Strom-Sondertarifen („Wärmepumpenstrom“) der Energieversorger

6 2 Erdwärmesonden

Bei der Erschließung der oberflächennahen Erdwärme finden am häufigsten Erdwärmesonden Anwendung. Hierbei werden in Bohrungen von meist 25–100 m Tiefe Rohre (Sonden) verlegt, in denen ein Wärmeträger zirkuliert, der auch als Sole bezeichnet wird. Als Wärmeträger dient für gewöhnlich ein frostsicheres Wasser-Glykol-Gemisch. In der Regel werden Doppel-U-Sonden aus Kunststoff genutzt, seltener Einfach-U-Sonden oder die aus Innen- und Außenrohr bestehenden Koaxialsonden. Als Kunststoff wird hochdichtes Polyethylen (PE-HD, PE 100) verwendet, das eine hohe Reißfestigkeit und Beständigkeit aufweist. Um den Anforderungen an den Grund- und Trinkwasserschutz Rechnung zu tragen, sollten werksgeschweißte Erdwärmesonden mit entsprechender Fremdüberwachung der Herstellung eingesetzt werden.



Schematische Darstellung einer Erdwärmesonden-Heizungsanlage in einem Einfamilienhaus
Quelle: www.waermepumpe.de

Die Bohrungen werden mit einem hoch wärmeleitfähigen Spezialzement verpresst, der für eine dauerhafte Abdichtung speziell der verschiedenen Wasserstockwerke sorgt und zudem den Wärmetransport aus dem Erdreich zu den Sonden unterstützt. Hier ist darauf zu achten, dass die Rückverfüllung des Bohrloches ordnungsgemäß nach VDI 4640 durchgeführt wird, um sicherzustellen, dass die durchteuften Gesteinsschichten und ggf. angebohrten Grundwasserstockwerke wieder sicher verschlossen bzw. getrennt werden. Die in den Rohren zirkulierende Sole wird mittels Wärmetransport aus dem Erdreich erwärmt und gelangt dann zum Verdampfer der im Haus installierten Wärmepumpe. Hier wird die Wärme abgegeben. Da die Temperatur zum Heizen zu gering ist, muss sie durch die Wärmepumpe auf das für die Heizung oder die Warmwasseranlage notwendige Temperaturniveau (ca. 35–55°C, durch Heißgasauskopplung auch bis 65° möglich) angehoben werden. Für den Betrieb der Wärmepumpe wird elektrischer Strom verbraucht.

Die abgekühlte Sole fließt in den Rohren in den Untergrund zurück und kann dort wieder Wärme aufnehmen. Die Sole zirkuliert nur in den Rohrbündeln der Bohrung und dem Plattenwärmetauscher der Wärmepumpe. Dieses System wird daher auch als geschlossenes System bezeichnet.

Erdwärmesonden sind je nach Aufbau und Art des Untergrundes und der erzielbaren Wärmeentzugsleistung sowohl einzeln als auch als Multisondensystem anwendbar. Für ein Einfamilienhaus mit etwa 14 kW Heizleistung benötigt man je nach vorhandener Geologie ca. 160–280 laufende Meter, verteilt auf mehrere Bohrungen, für Großbauten, ganze Siedlungen etc. entsprechend mehr.

Grundsätzlich sind Erdwärmesonden fast überall einsetzbar. Ausnahmen gelten in wasserwirtschaftlich oder geologisch sensiblen Gebieten (z. B. Trinkwasserschutzgebiete, Bergbaugebiete). Es eignen sich sowohl Locker- als auch Festgesteine. Eine möglichst ge-



Bohrung für eine Erdwärmesonde
Quelle: Heidelberger Geotechnik, Ennigerloh

naue Kenntnis der Bodenbeschaffenheit, Schichtenfolge und Grundwasserverhältnisse ist für die Planung unverzichtbar, da die verschiedenen Materialien (Sand oder Ton, wassergesättigt oder trocken) verschiedene Eigenschaften haben. Dies beugt Überraschungen bei der Bohrung vor und ermöglicht zudem die Bestimmung der spezifischen Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds. So kann die zu erwartende spezifische Wärmeentzugsleistung



Doppel-U-Sonde aus elastischem Kunststoff. Rechts sieht man den Sondenkopf, der die Sonde nach unten hin abschließt. Mit Hilfe eines Gewichtes, das am Sondenkopf montiert wird, wird die Sonde in das Bohrloch niedergebracht.
Quelle: LBGR – N. Schlaak

der Erdwärmesonde(n) ermittelt und damit die Planung der Gesamtheizungsanlage (Kühlanlage) optimiert werden. Eine Sonderform bei vertikalen Erdwärmesonden und horizontalen Erdwärmekollektoren bilden sogenannte Direktverdampfersysteme, bei denen die Kälteflüssigkeit der Wärmepumpe direkt in den Rohren zirkuliert und verdampft. Das System ist sehr effektiv, weil die Soleumwälzpumpe und die Verluste aus dem Wärmetauscher entfallen.

Erdwärmesonden im Überblick:

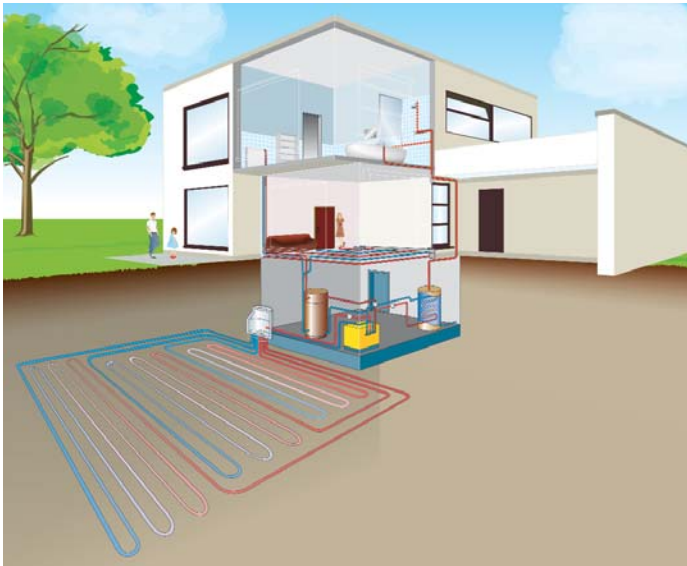
Vorteile:

- Geringer Flächenverbrauch, überbaubar
- Hoher Wirkungsgrad (JAZ > 4,5 möglich), damit geringe Verbrauchskosten
- Zuverlässige Technik mit langer Lebensdauer
- Heizen und Kühlen sowie Speichern von Wärmeenergie möglich

Nachteile:

- Vergleichsweise höhere Investitionskosten
- Installation relativ aufwändig
- Einschränkungen durch Grundwasserschutzmaßnahmen möglich

3 Erdwärmekollektoren



Schematische Darstellung einer Erdwärmekollektor-Heizungsanlage in einem Einfamilienhaus (hier mit Rohrregister-Kollektor)

Quelle: www.waermepumpe.de

Erdwärmekollektoren funktionieren grundsätzlich nach dem gleichen Prinzip wie die Erdwärmesonden und bestehen aus den gleichen Materialien. Im Unterschied dazu werden aber die Rohre, in denen die Sole zirkuliert, horizontal im Erdreich verlegt. Zum Schutz vor Gefrieren werden sie 20 cm unterhalb der örtlichen Frostgrenze eingebracht, das heißt in der Regel in einer Tiefe von 1,00–1,50 m. Die Rohre bilden dabei ein mäandrierendes System ähnlich dem einer Fußbodenheizung. Es können aber auch andere Rohrsysteme wie z. B. Kollektormatten angewandt werden. Wie bei den Erdwärmesonden wird die von der Sole aufgenommene Wärmeenergie an die Wärmepumpe abgegeben.

Im Gegensatz zu Erdwärmesonden, die in der Regel unabhängig von der aktuellen Wetterlage arbeiten, da der Witterungseinfluß im tieferen Untergrund vernachlässigt werden kann, nutzen Erdwärmekollektoren vor allem die Sonnenenergie, die in den oberen



Erdwärme-Kompaktkollektor (Kapillarrohrsystem)

Quelle: GeoClimaDesign AG

Erdschichten das Temperaturniveau bestimmt. Die nutzbare Wärmeenergie wird durch die direkte Sonneneinstrahlung und den Wärmeeintrag aus der Luft sowie durch den Niederschlag und die Bodenfeuchtigkeit bestimmt. Bei der Planung der Anlage müssen die jahreszeitlichen Schwankungen dieser Werte berücksichtigt werden, denn gerade Zeiten mit erhöhtem Heizbedarf weisen ungünstige Temperaturen der Wärmequelle auf. Die dem Erdreich entnommene Wärme regeneriert sich durch den jahreszeitlichen Zyklus.

Nachteilig gegenüber den anderen Anlagen ist vor allem der große Flächenverbrauch. So ist für die flachen Kollektoren eine Fläche zu berücksichtigen, die bis zu doppelt so groß ist wie die zu beheizende Fläche. Die Kollektoren dürfen zudem nicht überbaut werden. Wenn die Bodenverhältnisse es ermöglichen, kommen daher zunehmend flächensparende Varianten wie Grabenkollektoren, Kapillarmatten und Erdwärmekörbe zum Einsatz; alternativ können auch mehrere zwei Meter lange Spiralkollektoren in 3,50 m Tiefe eingebracht werden.



Einbau eines Grabenkollektors als flächensparende Variante

Quelle: Fa. SBK GmbH, Neuenstein

Erdwärmekollektoren im Überblick:

Vorteile:

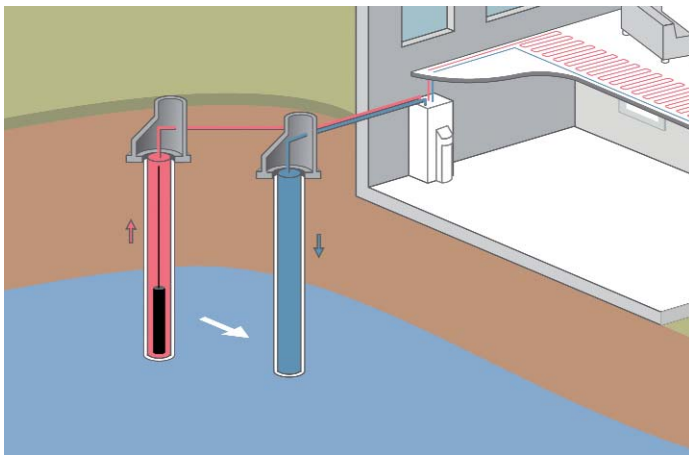
- Nahezu überall nutzbar
- Wärmeenergie ganzjährig verfügbar
- Einfache Erschließung der Wärmequelle
- Vergleichsweise geringe Erschließungskosten
- Hohe Lebensdauer

Nachteile:

- Großer Flächenbedarf, Fläche nicht überbaubar
- Geringere Wärmeentzugsleistung als vertikale Systeme
- Die aktuelle Witterung hat Einfluss auf die Effizienz der Anlage

8 | 4 Grundwassernutzung

Bei der Grundwassernutzung entfällt die in Rohren zirkulierende Sole als Wärmeträger, hier wird das Grundwasser direkt genutzt. Über einen Förderbrunnen wird Grundwasser erschlossen und meist durch eine Unterwasserpumpe direkt zur Wärmepumpe geleitet. Hier wird dem Grundwasser die Wärme entzogen und es erfolgt die für den Heizkreislauf notwendige Anhebung des Temperaturniveaus. Das abgekühlte Grundwasser wird über einen Schluckbrunnen in den Grundwasserleiter zurückgeführt. Wegen der direkten Nutzung des Grundwassers wird dieses System als offenes System bezeichnet. Die Brunnen müssen einen ausreichenden Abstand zueinander haben, da sonst das abgekühlte Wasser des Schluckbrunnens das Wärmeniveau im Förderbrunnen negativ beeinflussen kann.



Schematische Darstellung von Förder- und Schluckbrunnen bei der direkten Nutzung von Grundwasser

Quelle: BWP e.V.

Im Vergleich zu Wärmesonden kann durch Grundwasser-Wärmepumpen schon in geringerer Tiefe (10–50 m) ein vergleichsweise hohes und ganzjährig konstantes Temperaturniveau von 8–10 °C genutzt werden. Zudem entfallen die Wärmetauscherverluste der geschlossenen Systeme. Liegen oberflächennah geeignete Grundwasservorkommen vor, weist das offene System gegenüber Erdwärmesonden einen höheren Wirkungsgrad auf, weil die Tempe-

ratur nur von etwa 8 °C auf 35–55 °C angehoben werden muss. Deshalb ist dieses System dann besonders wirtschaftlich.

Grundwasser ist jedoch je nach Beschaffenheit nur eingeschränkt nutzbar. Bei hohen Eisen- und/oder Mangangehalten in sauerstoffreduziertem Wasser kann es zur Verockerung der Brunnen kommen, bei aggressiven Wässern zur Korrosion der Anlage. Die Grundwasserqualität ist daher vorher stets zu prüfen.

Des Weiteren muss der Grundwasserstrom so stark sein, dass dauerhaft ein geforderter Nenndurchfluss durch die Wärmepumpe gewährleistet ist. Dies kann durch Pumpversuche nachgewiesen werden. So sind für eine Heizleistung von 15 kW Grundwasserfördereraten von ca. 1 l/s notwendig. Für den Schluckbrunnen ist auf eine entsprechende Aufnahmekapazität zu achten, die durch Versickerungsversuche nachzuweisen ist.

Da eine direkte thermische Beeinflussung des Grundwassers erfolgt, muss vor dem Bau gemäß Wasserschutzgesetz (WHG) die Erlaubnis der Wasserschutzbehörde eingeholt werden. In Wasserschutzgebieten ist die Nutzungsmöglichkeit eingeschränkt.

Grundwasserwärmepumpen im Überblick:

Vorteile:

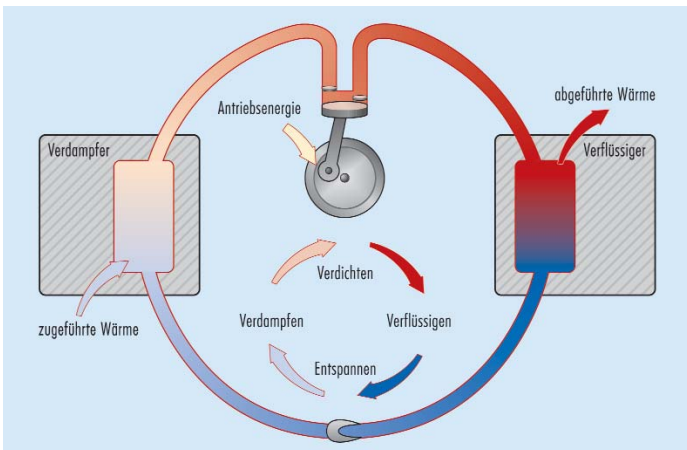
- Geringer Flächenverbrauch
- Höherer Wirkungsgrad als geschlossene Systeme (JAZ bis 5), geringe Verbrauchskosten
- Ganzjährig konstantes und vergleichsweise hohes Temperaturniveau
- Heizen und Kühlen möglich
- Zuverlässige, unkomplizierte Technik

Nachteile:

- Bau relativ aufwändig
- Hohe Anschaffungskosten
- Je nach Grundwasserqualität nur eingeschränkt nutzbar (Korrosionsgefahr)

5 Die Wärmepumpe

Die Wärmepumpe ist für die Nutzung oberflächennaher Geothermie unabdingbar. Nur durch eine Wärmepumpe können die relativ niedrigen Quelltemperaturen von 8–12°C zum Heizen und zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Meist werden elektrisch betriebene Kompressionswärmepumpen verwendet. Diese arbeiten nach dem umgekehrten Kältschrankprinzip. In einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert ein Kältemittel. Dies ist eine Flüssigkeit, die schon bei sehr geringen Temperaturen verdampft (z. B. Propan). Das Kältemittel nimmt im Verdampfer die Wärmeenergie der Sole bzw. des Grundwassers auf und verdampft. Ein Kompressor verdichtet das Gas unter Verbrauch von mechanischer bzw. elektrischer Energie, wodurch es zu Heißgas erhitzt wird. Im Verflüssiger, der zum Beispiel vom noch kalten Heizstrom umspült wird, gibt das Heißgas Wärme ab, wodurch das Heizwasser erwärmt wird. Dadurch verflüssigt sich das Kältemittel (Heißgas) wieder. Ein Expansionsventil sorgt anschließend für eine Druckminderung und damit für eine starke Abkühlung des Kältemittels, der Kreislauf beginnt von vorn.



Funktionsprinzip einer Wärmepumpe
Quelle: www.waermepumpe.de

Die im Verflüssiger abgegebene Wärmeenergie setzt sich also aus der der Erde entnommenen Wärmeenergie und der mechanisch durch Kompression erzeugten Wärmeenergie zusammen. Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher ist, desto weniger Energie muss aufgewandt werden und desto wirtschaftlicher arbeitet die Wärmepumpe. Heizsysteme mit niedriger Vorlauftemperatur, wie z. B. Fußbodenheizungen, sind in Verbindung mit Erdwärme daher besonders geeignet. Für die Warmwasserbereitung muss entsprechend mehr elektrische Energie aufgewandt werden. Alternativ dazu hat sich für die Warmwasserbereitung die Kombination mit einer solarthermischen Anlage als günstig erwiesen. Bei ausreichender Sonneneinstrahlung erfolgt die Warmwasserversorgung direkt über die solarthermische Anlage, wobei das Wasser ohne weitere Energiezufuhr ausreichend heiß wird. Nur an sonnenarmen Tagen muss die Wärmepumpe verwendet werden. Es ist auch möglich, zusätzlich eine kleinere Brauchwasser-Wärmepumpe zu installieren, um Betriebskosten zu sparen. In Zeiten, in denen nicht geheizt wird, kann dann der Betrieb der „großen“ Heizungswärmepumpe eingestellt werden.

Der Wirkungsgrad einer Wärmepumpenheizungsanlage wird über die Jahresarbeitszahl angegeben:

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) gibt das Verhältnis zwischen der jährlich an das Gebäude abgegebenen Wärmeenergie und der im Jahr dafür aufgewandten (elektrischen) Energie für Wärmepumpe, Umwälzpumpen etc. wieder und ist ein Maß für den Wirkungsgrad der Anlage.

$$JAZ = \frac{\text{jährlich abgegebene Wärmeenergie (kW)}}{\text{jährlich aufgewandte Antriebsenergie (kW)}}$$

Die Jahresarbeitszahl ist vor allem abhängig vom Anlagentyp, von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher und vom Heizverhalten. Eine Jahresarbeitszahl von 4 bedeutet, dass die Anlage mit 1 Teil elektrischer Energie 4 Teile Wärmeenergie gewinnt, 3 Teile davon „umsonst“ aus der Erdwärme. Zu beachten ist, dass die vom Hersteller angegebene Leistungszahl einer Wärmepumpe nur unter bestimmten Voraussetzungen erreicht wird.

Neben dem Heizbetrieb können einige Wärmepumpenmodelle auch zum Kühlen verwendet werden. Die Wärmepumpe läuft dann genau umgekehrt zum Heizbetrieb, analog zum Kältschrank. Die Abwärme kann in die Erde geleitet und dort gespeichert werden. In der Regel werden Wärmepumpen jedoch nur für den Heizbetrieb konstruiert, zum Kühlen ist eine technische Erweiterung notwendig.

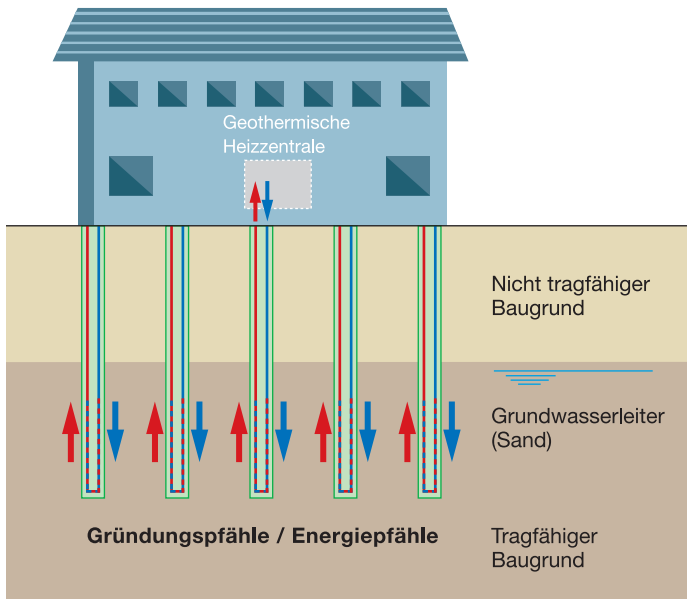
Wärmenutzungsanlage	Wasserheizung		
Art der Wärmepumpe	Sole*/Wasser Wärmepumpe	Wasser/Wasser Wärmepumpe	Luft/Wasser Wärmepumpe
Wärmequelle	Erdreich Horizontal- und Vertikal- kollektor	Wasser - Grundwasser - Oberirdische Gewässer - Kühl-, Abwasser - Brauchwasser	Luft - Außenluft - Wärmerückgewinnungssysteme
* Frostgeschütztes Wasser			

Mögliche Betriebsarten von Wärmepumpen

Neben elektrischen Wärmepumpen gibt es auch Gas-Wärmepumpen, die vor allem dann interessant sind, wenn bereits ein Gasanschluss vorhanden ist.

Der Bundesverband Wärmepumpe e.V. vergibt ein Gütesiegel für qualitativ hochwertige Wärmepumpen, wodurch Bauherren die Auswahl einer geeigneten Technik erleichtert wird.

6 Konstruktive Betonbauteile



Geothermieleitungen in den Gründungspfählen erschließen die Erdwärme
 Quelle: Franki Grundbau GmbH & Co. KG

Die Gewinnung von Erdwärme kann auch über die gut wärmeleitfähigen unterirdischen Betonbauteile eines Gebäudes erfolgen. Dies ist vor allem für Großbauten interessant, da hier zur Gründung und Sicherung meist tief in den Untergrund reichende Betonkonstruktionen wie Gründungspfähle, Schlitz- oder Pfahlwände errichtet werden, auch Fundamentplatten sind geeignet. Ohne großen Mehraufwand werden hierbei Kunststoffrohre in die Betonteile verlegt, in denen ein Wärmetauscher (Sole) zirkuliert. Eine Wärmepumpe ist auch hier notwendig, um das gewünschte Temperaturniveau zu erreichen. Die Anlagen sind sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen geeignet, auch die Speicherung von Prozesswärme oder Wärme aus dem Kühlbetrieb ist möglich. Betonbauteile, deren Einbau bereits konstruktiv notwendig ist, werden so zu Energiepfählen, Energiebohlenplatten oder Energieschlitzwänden.

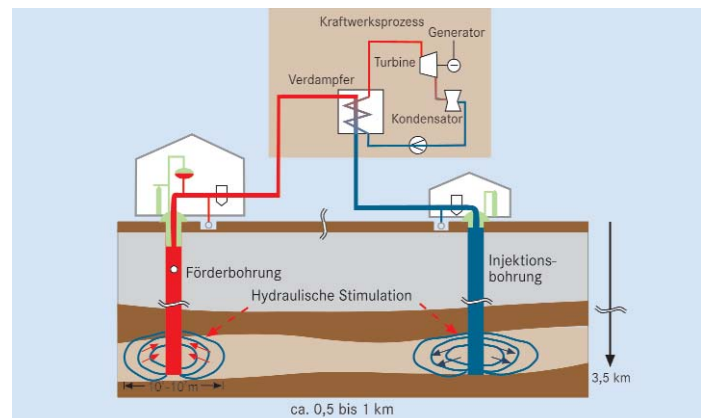
Im Idealfall können so große Gebäude (Museen, Fabriken, Verwaltungsgebäude, Sportstätten etc.) im Sommer gekühlt und im Winter mit der beim Kühlen gewonnenen und gespeicherten Wärme beheizt werden. Weitere Anwendungsbeispiele sind Straßen und Brücken. Durch den Wärmeaustausch können im Sommer Hitze bedingte Verformungen verhindert und mit der gespeicherten Wärme im Winter Frostfreiheit erzielt werden.



Schlitzwandkorb mit Geothermieleitungen
 Quelle: Franki Grundbau GmbH & Co. KG

7 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie nutzt die Erdwärme in den tiefer als 400 m liegenden Schichten. Hier sind die nutzbaren Temperaturen höher, gleichzeitig steigt aber auch der Aufwand für die Erschließung stark an. Die hohen Temperaturen werden direkt zum Heizen genutzt oder zur Stromerzeugung. In Prenzlau werden zum Beispiel etwa 550 Wohnungen durch eine tiefe Erdwärmesonde (2800 m) beheizt. Geschlossene Systeme sind allerdings von der Effizienz her den offenen Systemen unterlegen. Als offene Systeme werden hydrothermale und petrothermale Systeme genutzt.



Schematische Darstellung der Gewinnung von Strom aus Erdwärme
 Quelle: Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam

Bekannt ist die Nutzung hydrothermaler Systeme in den Bade-Thermen Brandenburgs. Sie nutzen tief liegende, durchlässige, wasserführende Schichten mit hohen Temperaturen. Die wasserführende Formation wird über mindestens zwei Bohrungen, eine Förder- und eine Injektionsbohrung, erschlossen. Über die Förderbohrung wird das heiße Wasser an die Oberfläche gefördert und durch Wärmetausch und ggf. den Einsatz einer Wärmepumpe abgekühlt. Danach wird es über die zweite Bohrung zurück in den Ursprungshorizont injiziert. Die Bohrungen sind hierbei ca. 1.000 bis 2.500 m tief. Weitere Anwendungsbereiche sind Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung, eingebunden in Wärmenetze.

Petrothermale Systeme finden bei nahezu wasserfreien Gesteinen Verwendung. Hierbei wird Wasser über natürliche und künstliche Risse durch das heiße Gestein gepumpt.

Bei sehr heißen Gesteinen dient der erzeugte Wasserdampf zur Stromerzeugung. Erste Erdwärmekraftwerke sind in Deutschland z. B. in Neustadt-Glewe und Landau entstanden. Das GeoForschungsZentrum Potsdam entwickelt und testet im brandenburgischen Groß Schönebeck (Landkreis Barnim) neue Verfahren zur Erschließung der Erdwärme für die Stromerzeugung. Zwei mehr als 4.000 m tiefe Forschungsbohrungen dienen als Versuchslabor für wissenschaftliche Experimente und Messprogramme.



Bohrung für Forschung zur Geothermienutzung in Groß Schönebeck, Brandenburg
 Quelle: Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam

8 Geologische Voraussetzungen

Nicht jeder Standort ist in gleichem Maße für die Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet. Neben den oberirdischen Gegebenheiten (Flächenangebot, Relief etc.) sind vor allem die geologischen Eigenschaften des Untergrundes entscheidend. Nur unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren kann entschieden werden, ob die Erdwärme am Standort sinnvoll nutzbar ist und welcher Anlagentyp in welcher Dimensionierung sich am besten eignet. Gleichzeitig kann das Risiko von Problemen bei den Bohrungen minimiert werden. Die Standorteigenschaften entscheiden auch darüber, ob und in welcher Form ein Genehmigungsverfahren für die Anlage notwendig ist.

Eine hohe Jahresarbeitszahl einer Anlage kann vor allem dann erreicht werden, wenn die Wärmequelle ein hohes Temperaturniveau aufweist und ganzjährig konstant zur Verfügung steht. Da die Temperaturen mit der Tiefe ansteigen und dort konstant sind, sind tiefere Erdwärmesonden gegenüber Kollektoren tendenziell im Vorteil. Grundwasser-Wärmepumpen können dagegen das vergleichsweise hohe und gleich bleibende Temperaturniveau des Grundwassers schon in geringeren Tiefen nutzen, sofern geeignete Grundwasservorkommen vorhanden sind.

Erdwärmesonden und -kollektoren

Wichtig sind hierbei die Eigenschaften der vor Ort anstehenden Gesteine bzw. des Bodens, allen voran die spezifische Wärmeleitfähigkeit und die spezifische Wärmekapazität:

- Die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ [W/(K*m)] beschreibt das Vermögen eines Gesteins, thermische Energie mittels Wärmeleitung zu transportieren (konduktiver Wärmetransport). Sie ist eine temperaturabhängige Materialkonstante.
- Die spezifische Wärmekapazität c_p [MJ/(m³*K)] gibt jene Energiemenge an, die man benötigt, um 1 m³ des Gesteins um 1 K zu erwärmen. Je größer sie ist, desto mehr Wärmeenergie kann das Gestein aufnehmen (speichern) und letztendlich auch wieder abgeben.

Gestein	Mittlere Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	Spezifische Wärmekapazität c_p [MJ/(m ³ *K)]
Kies, trocken	0,4	1,4–1,6
Kies, nass	1,8	2,4
Sand, trocken	0,4	1,3–1,6
Sand, nass	2,4	2,2–2,9
Schluff/Ton, trocken	0,5	1,5–1,6
Schluff/Ton, nass	1,7	1,6–3,4
Moräne	2,0	1,5–2,5

Thermische Kennwerte für ausgewählte Lockergesteine
Quelle: VDI 4640

In der Tabelle sind Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität für ausgewählte Gesteine angegeben. Für die Nutzung von Erdwärme sind sowohl eine hohe Wärmeleitfähigkeit als auch eine hohe Wärmekapazität vorteilhaft. Da beide Werte mit zunehmendem Wassergehalt der Gesteine ansteigen, wirkt sich eine hohe Wassersättigung immer günstig aus. Bei Vorkommen von frei be-

weglichem Grundwasser kommt noch ein weiterer Pluspunkt hinzu. Hier kann die Wärmeenergie auch durch das strömende Wasser weitergeleitet werden, was deutlich effektiver ist als der Wärmetransport innerhalb eines Gesteines.

Der für die Dimensionierung einer Erdwärmequellenanlage wesentliche Wert ist die spezifische Wärmeentzugsleistung, die u. a. von Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität abhängig ist:

- Die spezifische Wärmeentzugsleistung eines Kollektors bzw. einer Sonde gibt an, wie viel Wärmeenergie pro Dimensionseinheit im Verdampfer der Wärmepumpe zur Nutzung zur Verfügung steht. Sie wird für Erdwärmekollektoren in W/m² und für Erdwärmesonden in W/m angegeben.

Boden	Spezifische Wärmeentzugsleistung (W/m ²)	
	1.800 h/a	2.400 h/a
nichtbindiger Boden, trocken	10	8
bindiger Boden, feucht	20–30	16–24
Sand/Kies, wassergesättigt	40	32

Spezifische Wärmeentzugsleistung eines Erdwärmekollektors
Quelle: VDI 4640

Lockergestein	Spezifische Wärmeentzugsleistung (W/m)	
	1.800 h/a	2.400 h/a
Kies/Sand, trocken	<25	<20
Kies/Sand, wasserführend	65–80	55–65
Ton/Schluff, feucht	35–50	30–40

Spezifische Wärmeentzugsleistung einer Erdwärmesonde
Quelle: VDI 4640

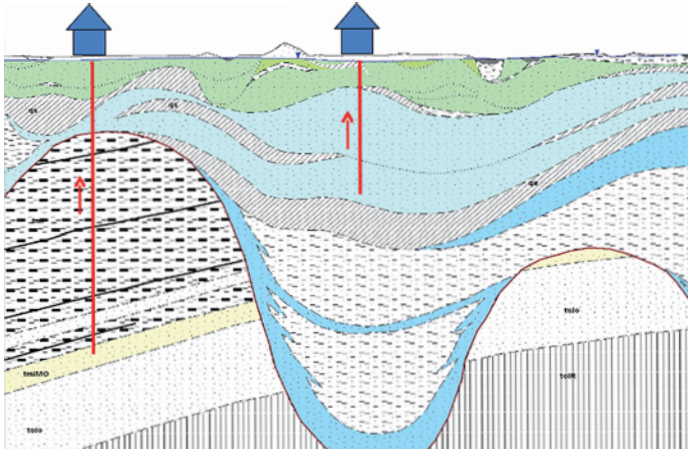
Wie den Tabellen zu entnehmen ist, steigt die Wärmeentzugsleistung ebenfalls mit dem Wassergehalt an. Sie ist aber auch davon abhängig, wie viele Betriebsstunden im Jahr die Heizungsanlage genutzt wird. Bei reinem Heizbetrieb ist von ca. 1800 h/Jahr auszugehen, erfolgt auch die Warmwasserversorgung über die geothermische Anlage, läuft diese ca. 2400 h/Jahr. Da die lang-



Anhand der bei der Bohrung gewonnenen Gesteinsproben kann die Wärmeentzugsleistung genauer ermittelt werden
Quelle: LBGR – N. Schlaak

fristige Regenerationsfähigkeit (Wärmenachschub) jedoch begrenzt ist, muss bei längerer Betriebsdauer pro Jahr eine geringere Wärmeentzugsleistung berücksichtigt werden und die Anlage dementsprechend größer geplant werden. Die aus Erfahrungswerten und Schätzungen abgeleitete spezifische Wärmeentzugsleistung ist kein absoluter Wert, der in jedem Fall erreicht wird. Er ist lediglich ein Richtwert für die Planung und kann in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen und den konkreten geologischen Verhältnissen vor Ort in der

Praxis erheblich abweichen, im positiven wie im negativen Sinne. Die fachkundige Beratung durch einen zertifizierten Baubetrieb ist in jedem Fall zu empfehlen.



Die geologische Situation kann auch kleinräumig schwanken. Die Größe einer Erdwärmesonde muss daran angepasst werden. Ggf. ergibt eine flache Bohrung (rechts) eine höhere Wärmeentzugsleistung als eine tiefe (links), da Grundwasserleiter unterschiedlich mächtig sind.

Quelle: Verändert nach Pawlitzky, LBGR

Grundwassernutzung

Durch die direkte Nutzung des Grundwassers steht der Wärmepumpe ganzjährig konstant vergleichsweise viel Wärmeenergie zur Verfügung. Voraussetzung ist jedoch, dass das Grundwasser in geringen Tiefen erschlossen werden kann und dass das Wasser geeignete physikalisch-chemische Eigenschaften aufweist, da es sonst zu Verockerung und Korrosion der Anlage kommen kann. Für die Dimensionierung der Anlage sind die vertikale Mächtigkeit des Grundwasserleiters und die Durchlässigkeit der Gesteine entschei-

dend, denn davon hängt die förderbare Grundwassermenge ab. Die für die Beheizung notwendige Förderrate kann geschätzt werden und liegt für eine Heizleistung von 15 kW bei 1 l/s. Sorgfalt ist auch auf die Dimensionierung des Schluckbrunnens zu legen, die gleichfalls von der Durchlässigkeit der Gesteine bestimmt wird. Um eine chemische Veränderung des Wassers durch Luftkontakt zu vermeiden, muss eine Einleitung unterhalb des Brunnenwasserspiegels sichergestellt werden.

Informationen darüber, welche Gesteine am Standort anstehen und welche hydrogeologischen Verhältnisse (Grundwasserleiter etc.) zu erwarten sind, können den vom geologischen Landesamt herausgegebenen geologischen und hydrogeologischen Karten entnommen werden. Für Erdwärmekollektoren können zudem Bodenkarten herangezogen werden. Empfehlenswert ist eine Anfrage beim Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe.

Für reine Heizungsanlagen bis zu einer Leistung von 30 kW können die für die Planung benötigten Kennwerte aus den Karten und den Tabellen der VDI 4640 geschätzt werden. Nach erfolgter Bohrung kann dann durch Begutachtung des Bohrgutes die Wärmeentzugsleistung genauer bestimmt und die Dimensionierung der Anlage bei Bedarf angepasst werden.

Bei größeren Anlagen und der Nutzung des Untergrunds zum Kühlen und Speichern von Wärme sind schon im Vorfeld weitere Untersuchungen (Bohrungen, computergestützte Simulationen, thermischer Response-Test) notwendig.

In hydrogeologisch sensiblen Gebieten (artesische Druckverhältnisse, Trinkwassernutzung, Bergbauggebiete u. a.) kann die Nutzung von Erdwärme untersagt oder nur unter Auflagen gestattet werden (vergleiche Kap. Genehmigungen).

Sollten die geologischen oder technischen Voraussetzungen für eine Erdwärmeanlage ungünstig sein, kann ggf. eine Luftwärmepumpe interessant sein, die die Wärme aus der Umgebungsluft zieht. Diese arbeitet aber weniger effektiv als eine Erdwärmepumpe.

9 Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei der Nutzung von oberflächennaher Geothermie sind verschiedene rechtliche Aspekte zu beachten. Den größten Stellenwert hat dabei der Grundwasserschutz, dem durch technische Empfehlungen und Auflagen Rechnung getragen wird.

Allgemeine rechtliche Grundlagen

Erdwärme gilt nach Bundesberggesetz (BBergG) als bergfreier Bodenschatz. In der brandenburgischen Verwaltungspraxis werden jedoch in der Regel nur Erdwärmeprojekte mit Bohrungen von mehr als 100 m Teufe (Anzeige-/Betriebsplanpflicht) oder einer thermischen Leistung von größer 200 kW bergrechtlich behandelt. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie für private Haushalte (Leistung bis 30 kW, Sondentiefe max. 100 m) bedarf daher im Allgemeinen keiner bergrechtlichen Genehmigung. Voraussetzung ist, dass die Erdwärme auf dem gleichen Grundstück gewonnen wird, auf dem sie auch genutzt wird. Alle Bohrungen sind gemäß Lagerstättengesetz (LagerstG) mindestens 2 Wochen vor Beginn dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR Brandenburg) anzuzeigen. Die bei den Bohrungen aufgenommenen Schichtenverzeichnisse müssen dem LBGR unaufgefordert zur Verfügung gestellt werden.



Erdaufschlüsse für Kollektoren (hier Grabenkollektor) müssen nur angezeigt werden, wenn eine Beeinträchtigung des Grundwassers zu erwarten ist
Quelle: Fa. SBK GmbH, Neuenstein

Auch im Rahmen des Wasserschutzgesetzes sind diese kleineren Anlagen meist erlaubnisfrei, soweit keine schädlichen Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Grundwassers zu erwarten sind. Der Einbau einer Erdwärmesonde muss 1 Monat vor der geplanten Maßnahme der Unteren Wasserbehörde des Landkreises angezeigt werden (BbgWG § 56, Erdaufschlüsse). Diese hat 1 Monat Zeit, eine eventuelle Beeinträchtigung des Grundwassers zu ermitteln und ggf. die Bohrung zu untersagen oder nur mit Auflagen zu genehmigen. Der Erdaufschluss für die Verlegung von Kollektoren muss nur dann nach BbgWG § 56 angezeigt werden, wenn mittelbar oder unmittelbar eine Beeinflussung auf die Bewegung oder die Beschaffenheit des Grundwassers zu erwarten ist. Dies kann zum Beispiel bei Grundwasserflurabständen < 2 m der Fall sein. Die direkte Nutzung des Grundwassers mittels Grundwasserwär-

mepumpe bedarf dagegen immer einer Erlaubnis durch die Untere Wasserbehörde (§2 Abs.1 WHG). Unter Umständen (Entnahme großer Wassermengen, Entnahme aus Feuchtgebieten u. a.) kann die Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung bestehen (§3 Abs.1 BbgUVPG).

Eine Baugenehmigung ist beim alleinigen Einbau von Erdwärmesonden, -pumpen oder Brunnen nicht erforderlich (BbgBO).

Für Anlagen im gewerblichen Bereich oder im Bereich öffentlicher Einrichtungen sind ggf. weiterreichende Bestimmungen zu beachten. Sie können als Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gelten und fallen dann unter die hierfür bestehende Verordnung (VAWS). Sie müssen der Unteren Wasserbehörde ebenfalls 1 Monat vorher angezeigt werden.



Jede Bohrung muss dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe 2 Wochen vor Beginn angezeigt werden

Quelle: LBGR – N. Schlaak

Einschränkungen in wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten

In Wasserschutzgebieten und sonstigen Trinkwassergewinnungsgebieten besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers. Hier sind daher weitere Regelungen zu beachten. In den Schutzzonen I und II der auf Grundlage des Brandenburger Wassergesetzes festgesetzten Wasserschutzgebiete sind Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme generell verboten. Bei artesischem (= unter Druck stehendem) Grundwasser sind Erdwärmesonden und Grundwasser-Wärmepumpen ebenfalls untersagt.

In der Zone III eines Wasserschutzgebietes sind Anlagen mit Brunnen oder Sonden nur unter Auflagen zulässig. So darf die den genutzten Grundwasserleiter schützende, gering leitende Deckschicht (Ton, Geschiebemergel) nicht verletzt werden. Dies gilt für die gesamte Zone III A oder, wenn diese nicht extra ausgewiesen ist, innerhalb der Zone III bis 1000 m Entfernung von der Wasserfassung (Förderbrunnen). Die gleiche Regelung tritt bei Wassergewinnungsgebieten für die öffentliche Wasserversorgung ohne festgesetztes Wasserschutzgebiet oder für die Mineralwassergewinnung bis 1000 m Entfernung von der Wasserfassung in Kraft, sofern diese Gebiete im Einzugsgebiet liegen.

Die Lage der Wasserschutzgebiete und der einzelnen Schutzzonen kann entsprechenden Karten entnommen werden bzw. sind bei der unteren Wasserbehörde zu erfragen.

Rechtliche Grundlagen bei geologisch besonderen Verhältnissen

In folgenden Gebieten bedürfen die Vorhaben einer besonders tiefgründigen Prüfung der Unteren Wasserbehörden unter Mitwirkung des Landesumweltamtes und des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe:

- Gebiete mit mehreren Grundwasserstockwerken mit deutlichen Grundwasserdruckunterschieden
- Gebiete mit Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserschäden
- Gebiete mit vermutetem oder nachgewiesenem salinarem (salzhaltigen) Grundwasserzufluss.

Weitere Informationen dazu erteilt die Untere Wasserbehörde. Die Einhaltung eventueller Auflagen wird durch die Mitarbeiter der betroffenen Ämter überprüft. Durch Messgeräte kann zum Beispiel die Art und Qualität der Verfüllung einer Bohrung auch im Nachhinein ermittelt werden.

Rechtliche Grundlagen im Berliner Stadtgebiet

Im Berliner Stadtgebiet gelten ähnliche Regelungen wie in Brandenburg. Die genauen Vorschriften sind dem Leitfaden „Erdwärmennutzung in Berlin“ der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz zu entnehmen.

Wichtige Fristen

	Erdwärmesonde	Erdwärmekollektor	Grundwasser-Wärmepumpe
4 Wochen vor Bohrbeginn	Anzeige des Sondeneinbaus bei der Unteren Wasserbehörde	Anzeige des Erdaufschlusses bei der Unteren Wasserbehörde (nur bei Beeinflussung des Grundwassers)	Einholung einer Erlaubnis bei der Unteren Wasserbehörde
2 Wochen vor Bohrbeginn	Anzeige der Bohrung beim LBGR	–	Falls Bohrung, Anzeige beim LBGR

10 Hinweise für Planung und Einbau

Dem Einbau einer Geothermieanlage sollte in jedem Fall eine gründliche Analyse und Planung vorangehen. Alternativen müssen geprüft werden, um die energetisch, bautechnisch und finanziell günstigste Variante zur Beheizung und Warmwasserversorgung eines Gebäudes zu finden. Empfehlenswert ist das Hinzuziehen eines „Energieberaters“. Diese kennen die Anlagen und wissen um die Vor- und Nachteile bei verschiedenen Gebäudetypen. Zudem können sie weitergehende energiesparende Maßnahmen empfehlen (z.B. Dämmung, neue Fenster), die oft schon eine hohe Energieeinsparung mit sich bringen.

Ist die Wahl auf eine Geothermieanlage gefallen, sind folgende Punkte zu beachten:

1. Auswahl des ausführenden Bauunternehmens

Wählen Sie einen fachlich kompetenten und erfahrenen Installationsbetrieb, der Referenzanlagen vorweisen kann. Achten Sie darauf, dass das Unternehmen die Einhaltung der VDI-Richtlinie 4640 (Thermische Nutzung des Untergrundes) garantiert. Fragen Sie nach unabhängigen Zertifizierungen z. B. seitens der Handwerkskammer oder des „Bundesverbandes Wärmepumpe“. Bezüglich der Bohrarbeiten sollten Sie nur Bohrunternehmen mit einer Zertifizierung nach DVGW W120 G1 oder G2 (G=Geothermiebohrungen) einsetzen, da diese hiermit Ihre Fachkompetenz nachweisen. Holen Sie ggf. Angebote von mehreren Fachbetrieben ein.

2. Art und Dimensionierung der Anlage

Lassen Sie sich von einem Energieberater und dem Installationsbetrieb ausführlich beraten. Dazu gehören eine genaue Gebäudeanalyse und Wärmebedarfsberechnung, die Ermittlung der konkreten geologischen Situation und der zu erwartenden Wärmeentzugsleistung (Anfrage beim Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg) und die Berücksichtigung der Energieversorgerbedingungen. Vergleichen Sie die Wirtschaftlichkeit und ökologische Qualität der möglichen Varianten.

Erhaltene Angebote können Sie z.B. bei der Geothermischen Vereinigung e.V. oder einem Gutachter für geothermische Anlagen für einen geringen Betrag überprüfen lassen.

3. Genehmigungen

Holen Sie rechtzeitig notwendige Genehmigungen ein und melden Sie die geplante Maßnahme fristgerecht bei der Unteren Wasserbehörde bzw. beim Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR Brandenburg). Viele Bohrunternehmen sind Ihnen gerne dabei behilflich, die Verantwortung liegt aber bei Ihnen als Grundstückseigner.

4. Förderprogramme

Informieren Sie sich über Fördermöglichkeiten und beantragen Sie diese rechtzeitig. (siehe S. 22)

5. Qualität der Anlage

Achten Sie auf hochwertige Materialien und Verarbeitung bei allen Bestandteilen der Wärmequellenanlage sowie der Heizungs-/Warmwasseranlage und lassen Sie sich dies ggf. zertifizieren (z.B.

Leistungszahl der Wärmepumpe). Minderwertige Materialien und nicht aufeinander abgestimmte Produkte und Gewerke (Bohrung und Anlageneinbindung) verringern den Wirkungsgrad der Anlage, so dass letztendlich über die zum Teil dann erheblich höheren Verbrauchskosten höhere Gesamtkosten entstehen. Achten Sie auf die Einhaltung eventueller Auflagen seitens der Behörden.

6. Einweisung und Wartung

Lassen Sie sich ausführlich die Bedienung der Anlage erklären, damit Sie diese optimal und wirtschaftlich nutzen können. Stellen Sie eine regelmäßige fachgerechte Wartung der Anlage sicher, um einen störungsfreien Ablauf zu gewährleisten.

Geothermie im Bestand

Während in Neubauten die Nutzung von Geothermie in der Regel problemlos möglich ist, ist die Nachrüstung einer solchen Anlage in bestehenden Gebäuden oft schwieriger. Der alleinige Wechsel der Wärmequelle bringt hier nicht die gewünschte Ersparnis. Erfolgen jedoch weitergehende Sanierungsarbeiten, ist der Einbau einer Erdwärmeanlage auch hier wirtschaftlich. Das Hinzuziehen eines Energieberaters ist in jedem Fall sinnvoll.



Einbau einer Fußbodenheizung (Kapillarrohrsystem) im Altbau. Die Vorteile der Erdwärmennutzung zeigen sich vor allem in Kombination mit Niedertemperatur-Heizsystemen.

Quelle: GeoClimaDesign AG

Da Erdwärmesysteme optimal für Niedertemperaturheizungen sind, ist es zunächst vorteilhaft, den Wärmebedarf des Hauses zu reduzieren, damit Niedertemperaturheizungen zum Einsatz kommen können. Dies gelingt vor allem durch eine bessere Dämmung und neue Fenster.

Des Weiteren sind oft vergrößerte Heizflächen notwendig, da herkömmliche Systeme mit zu hohen Vorlauftemperaturen arbeiten. Diese können von der Wärmepumpe zwar bereitgestellt werden, sind dann aber nicht wirtschaftlich. Am besten geeignet sind daher Wand-, Fußboden- oder Deckenheizungen; aber auch mit modernen Flächenheizkörpern oder durch ventilatorgestützte Heizkonvektoren kann eine wirtschaftliche Arbeitsweise erzielt werden. Bei modernen Flächenheizkörpern wird mit mehrlagiger Ausführung und Zusatzlamellen, moderner Durchströmungstechnik und sehr gut wärmeleitenden Materialien wie z.B. Aluminium die Abstrahlung deutlich erhöht. Zum Vergleich: Bei der Umstellung eines Heizsystems mit 75°C/60°C Vorlauf-/Rücklauf-temperatur bei konventioneller Beheizung auf 45°C/35°C Vorlauf-/Rücktemperatur bei Erdwärmeheizung ist eine Heizflächenvergrößerung um das 3,4-fache notwendig.

Da Altbauten oft einen hohen Wärmeenergiebedarf haben, bieten sie ein hohes Einsparpotenzial. Durch Sanierungsarbeiten können die Verbrauchskosten deutlich gesenkt werden, so dass sich die dafür notwendigen Investitionen gut amortisieren.

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Mit dem am 01.01.2009 in Kraft getretenen Gesetz müssen in allen Neubauten erneuerbare Energien zur Wärmeengewinnung eingesetzt werden. Dadurch sollen Ressourcen geschont und

eine sichere und nachhaltige Energieversorgung gefördert werden. Entscheidet sich der Bauherr für Erdwärme als erneuerbare Energie, so muss mindestens 50% des gesamten Wärmeenergiebedarfs daraus gedeckt werden. Dazu kommen Anforderungen an die Qualität der Anlage. So muss bei Erdwärmepumpen eine Mindest-Jahresarbeitszahl von 4 erreicht werden und es werden Wärmemengen- und Stromzähler zur Kontrolle vorgeschrieben (letztere nur bei Vorlauftemperaturen über 35°C).

Das Geothermieportal www.geothermieportal.de

Die breite Öffentlichkeit findet im Internet eine Entscheidungshilfe zur Nutzung von Erdwärme: Das Bürgerinformationssystem oberflächennahe Geothermie unter der Webseite www.geothermieportal.de. Unter dieser Adresse ist seit 2005 eine Anwendung verfügbar, die nicht nur für Experten, sondern auch für Bürger erstellt wurde. Hier kann für nahezu jede Region Brandenburgs grundstücksgenau die Eignung für eine Geothermienutzung geprüft werden.

Folgende Informationen werden zur Verfügung gestellt:

- Landkarten
- Nutzungseinschränkungen für ein Gebiet (z. B. Wasserschutzgebiet)
- das geothermische Potenzial eines Standortes, d.h. die geologischen Eigenschaften des Untergrundes und ihre Eignung für die Erdwärmennutzung.

Das Portal für das Land Brandenburg wird vom Kompetenzzentrum für Geologie des LBGR in Kleinmachnow betrieben.

11 Bohrungen für Erdwärmesonden und Brunnen

Für die Installation von Erdwärmesonden sind Bohrungen notwendig. Diese werden in Brandenburg in der Regel im Spülbohrverfahren hergestellt. Dabei werden nur die ersten Meter einer Bohrung zur Stabilisierung verrohrt, das restliche Bohrloch wird dann durch die Bohrspülung offen gehalten. Die Spülflüssigkeit wird in einem Kreislauf durch das Bohrloch gepumpt und befördert damit das Bohrgut (Gestein) nach oben. Spezielle Zusätze in der Spülung können die Tragfähigkeit (Dichte) der Flüssigkeit erhöhen oder durch Anlagerung an die Bohrlochwand ein Eindringen von Wasser in das umgebende Gestein verhindern.

Bei den derzeitigen Sondentypen sind Bohrdurchmesser von ca. 110 mm bis 200 mm notwendig. Auch Förder- und Schluckbrunnen für die Grundwasser-Wärmepumpe können gebohrt werden, diese haben mindestens 150 mm Durchmesser. Um eine thermische Beeinflussung zwischen 2 Anlagen zu vermeiden, müssen Sonden bis 50 m Tiefe mindestens 5 m Abstand voneinander haben und Sonden mit mehr als 50 m Tiefe 6 m Abstand (VDI 4640). Diese Werte gelten für Anlagen bis max. 30 kW Leistung.



Bohrkran mit Spülungsgrube

Quelle: LBGR – N. Schlaak

Moderne Bohrgeräte sind relativ klein und können auch auf Grundstücken mit wenig Platz arbeiten. Entscheidend ist, dass das Fahrzeug mit dem Bohrgerät bis zur Bohrstelle fahren kann. Um Baufreiheit zu haben, sollte der Abstand zu Gebäuden mindestens 1 m betragen, besser 2–3 m. Für den Bohrvorgang wird in geringer Entfernung zur Bohrstelle zusätzlich eine Grube von ca. 2–4 m² Fläche ausgehoben, die das Spülwasser bereithält. Der zeitliche Aufwand ist meist gering, bei leicht zu bohrenden Sedimenten sind bis zu 80 m an einem Tag zu schaffen. Nach Einbau der Sonden und Verfüllung des Bohrlochs und der Spülungsgrube ist oberflächlich von der Anlage nichts mehr zu sehen, die Anschlussleitungen zum Haus werden unterirdisch verlegt. Wesentlich ist eine einwandfreie Verfüllung des Bohrlochs, da hier von der Gewährleistung des Grundwasserschutzes und die Leistungsfähigkeit der Sonde (Wärmeentzugsleistung) abhängen.

Risiken und Vorschriften

Durch die Bohrungen werden geologische Schichten bis in große Tiefen durchörtert. Dabei können bestimmte Schichten die Boh-

rungen und Einbauarbeiten erschweren oder gar unmöglich machen. So können Gesteinshorizonte zum Abbruch oder zur Verteuerung der Bohrung führen, plastische Tonschichten können das Bohrloch so sehr verengen, dass die Sonde nicht eingebaut werden kann. Das Eindringen hochmineralisierter Salzwässer in das Bohrloch kann dazu führen, dass die Dichtungsmasse nicht abbindet.

Andererseits stellen die Bohrarbeiten und der nach der Bohrung verbleibende Ringraum der Bohrlöcher Risiken für das Grundwasser dar. So kann beispielsweise durch die Bohrung eine ungewünschte Wegsamkeit zwischen zwei Grundwasserkörpern hergestellt werden. Tief liegendes salziges Wasser kann dann in höher liegende Grundwasserkörper eindringen und so die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen. Andersherum kann auch oberflächennahes verschmutztes Wasser in tiefere Schichten gelangen und das Grundwasser kontaminieren.

Gefahren können auch von der in den Sonden zirkulierenden Sole ausgehen, wenn diese durch Lecks ins Grundwasser übertritt.



Verfüllte Bohrung mit eingebauter Erdwärmesonde

Quelle: Heidelberger Geotechnik, Ennigerloh



Durch die Abstandshalter wird die Sonde im Bohrloch zentriert; gleichzeitig trennen sie die einzelnen Sondenstränge voneinander.

Quelle: LBGR – Schlaak

Durch eine sorgfältige Planung und die Einhaltung bestimmter Vorschriften für die Bohrung und den Sondereinbau können diese Risiken allerdings ausgeschlossen bzw. minimiert werden. Einige der Vorschriften werden nachfolgend genannt:

- Grundsätzlich hat die Nutzung der Erdwärme entsprechend den einschlägigen technischen Vorschriften und Regeln (insbesondere nach VDI-Richtlinie 4640) zu erfolgen. Mit den Bohrarbeiten sollen nur qualifizierte Bohrfirmen beauftragt werden, die nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 120 in den Gruppen G1 oder G2 oder gleichwertig zertifiziert sind und den Sachkundenachweis für Bohrgeräteleiter gemäß DIN 4021 vorlegen können.
- Für Bohrungen sind die Anforderungen des DVGW-Regelwerkes zu beachten. So sind bei der Erstellung der Bohrungen und der Verwendung von Spülungszusätzen die DVGW-Arbeitsblätter W 115 und W 116 einzuhalten.
- Es sind nur die in VDI-Richtlinie 4640 Blatt 1 genannten Frostschutzmittel zu verwenden.

- Die Anlagen sind sorgfältig zu dimensionieren. Eine Vereisung, auch wenn diese nur vorübergehend besteht, deutet auf eine fehlerhafte und somit ökonomisch und ökologisch nicht sinnvolle Anlage hin und ist zu überprüfen. Hierzu sind insbesondere die Leistung je Sondenmeter, die Vorlauftemperatur und die Anbindung an das System (z.B. Zuleitungs- und Verteilerdimensionen) zu beachten.
- Der Bohrlochdurchmesser ist so zu wählen, dass eine ordnungsgemäße Ringraumabdichtung vorgenommen werden kann. Die Sonden sind in der Bohrung zu zentrieren. Hierzu sind an den Sonden alle 3 m Abstandshalter zur Bohrwand einzubauen. Abweichend von der Vorschrift hat sich in der Praxis jedoch ein geringerer Abstand von max. 1,50 m bewährt. Die Abstandshalter trennen des Weiteren die einzelnen Sondenstränge voneinander, wodurch eine thermische Beeinflussung zwischen warmer und kalter Stranghälfte vermieden wird.
- Nach Einbringen der Erdwärmesonde ist das Bohrloch ohne Unterbrechung von der Sohle aus nach oben mit einer grundwasserunschädlichen, dauerhaft wasserdichten und (frost-) beständigen Suspension (derzeit i. d. R. Bentonit-Zement-Suspension) nach DVGW-Arbeitsblatt W 121 zu verpressen. Um ein Quetschen oder Beulen der Sondenschläuche zu verhindern ist die Sonde vor dem Verpressen mit Wasser zu füllen und zu verschließen.
- Vor dem Einbau und nach Abschluss des Sondereinbaus ist eine Sondendichtigkeitsprüfung gemäß VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2, Pkt. 5.2.3 bzw. 5.2.7 vorzunehmen und durch ein Protokoll zu dokumentieren. Zu empfehlen ist außerdem, vor dem Verpressen eine nochmalige Druckprobe durchzuführen
- Der Sondenkreislauf muss gegen Flüssigkeitsverluste durch Lecks gesichert sein, z.B. mit einem Druck-/Strömungswächter, der bei Abfall des Flüssigkeitsdrucks in der Anlage die Pumpe abschaltet und Alarm auslöst.

Weitere Vorschriften sind dem „Merkblatt über Anforderungen des Gewässerschutzes an geothermische Anlagen“ des MLUV (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Brandenburg) vom 24.04.08 zu entnehmen. Hier ist zum Beispiel auch geregelt, was bei Misserfolg einer Bohrung oder Stilllegung einer Sondenanlage zu beachten ist.

Die Einhaltung der Vorschriften wird von den entsprechenden Behörden überprüft. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass durch neue Bohrlochmesstechniken auch die Qualität der Verfüllung einer Bohrung im Nachhinein geprüft und beurteilt werden kann.



Kleine Bohrgeräte ermöglichen das Bohren auf engem Raum

Quelle: Aquatermic

Qualifizierung der Bohrunternehmen

Die fachgerechte Ausführung der Bohrung und die qualifizierte Installation der Sonden und der Wärmepumpe sind Voraussetzung für eine effiziente, funktionierende Wärmepumpenanlage. Bei der Wahl eines Bohrunternehmens sollten Bauherren deshalb unbedingt auf die Zertifizierung nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 als Bohr- und Brunnenbauunternehmen sowie nach Bundesverband Wärmepumpe e.V. Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrunternehmen oder ähnliche Zertifizierungen achten. Wärmepumpeninstallateure sollten das EU-Zertifikat EU-CERT.HP (EU Certified Heat Pump Installer) <http://eucert.fiz-karlsruhe.de/> (Vergabe durch Bundesverband Wärmepumpe e.V.) nachweisen können.

12 Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten

Wirtschaftlichkeit

Die Heizung ist in einem Haushalt der größte Energieverbraucher. Es lohnt sich daher hier besonders, alle Einsparpotentiale zu nutzen. Mit der Nutzung von Erdwärme ist man weitgehend unabhängig von den Preisschwankungen auf dem Rohstoffmarkt. Etwa 75 % der Wärme werden der Umwelt entzogen, nur für 25 % muss elektrische Energie aufgewandt werden. Damit bleiben die Heizkosten auch auf längere Sicht überschaubar.

Verbrauchs- und Betriebskosten

Laut Berechnungen des Bundesverbandes Wärmepumpe kostet eine Kilowattstunde Wärme mit der Erdwärmepumpe derzeit nur etwa halb so viel (ca. 3 Cent) wie bei herkömmlicher Wärmeerzeugung (ca. 6 Cent). Die Verbrauchskosten pro m² liegen für Erdwärmeheizungen im Schnitt 52 % unter denen einer Ölheizung und 43 % unter denen einer Gasheizung (www.waermepumpe.de). Zudem fallen bei Erdwärmeanlagen keine Betriebskosten für Schornsteinfeger und Emissionsmessungen an, auch der Wartungsaufwand ist sehr gering. Bei Neubauten kann auf den Einbau eines Schornsteins ganz verzichtet werden.

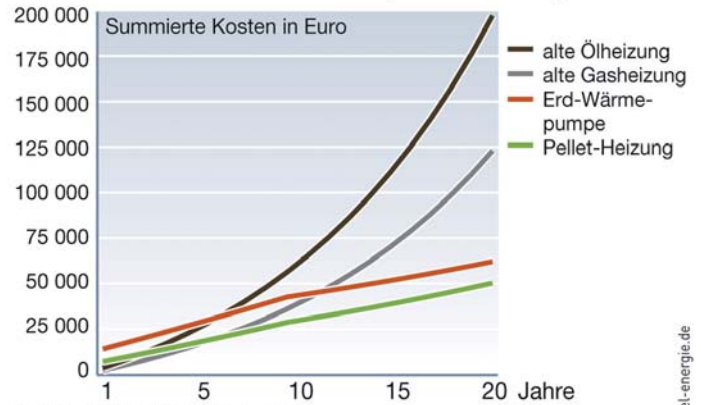
Stand 01.08.08	Gas	Wärmepumpe
Benötigte Heizenergie [kWh]	20.000	20.000
Wirkungsgrad/Arbeitszahl	85%	4
Bezugene Energiemenge [kWh]	23.529	5.000
Arbeitspreis [ct/kWh]	6,68	13,61
Grundpreis [€/Jahr]	142,8	41,40
Brennstoffkosten [€/Jahr]	1.714,56	721,90
Energiemenge Gebläse [kWh]	300	-
Arbeitspreis Gebläse [ct/kWh]	19,90	-
Gebläsekosten [€/Jahr]	59,70	-
Kosten Abgasmessung [€/Jahr]	45,11	-
Gesamtkosten [€/Jahr]	1.819,37	721,90
Differenz [€/Jahr]	-	-1.097,47
Prozentuale Kosten	100%	39,68%

Vergleich der Verbrauchs-/Betriebskosten zwischen typischer Gasheizung und monovalenter Erdwärmepumpe; Standort Fürstenwalde/Brandenburg; Tarife Gas: www.ewe.de; Strom: www.eon-edis.com; Quelle: www.waermepumpe.de

Wesentlich für den Vergleich der Verbrauchskosten sind die geltenden Strom- und Gas- bzw. Ölpreise. Wie auch im vorliegenden Rechenbeispiel bieten viele Energieversorger günstige Wärmepumpen-Stromtarife an. Ohne diesen Tarif oder bei Nutzung von teurerem Ökostrom ist die Kostendifferenz zu anderen Anlagen geringer. Andererseits führen weiter steigende Rohstoffpreise zu höheren Kosten für konventionelle Anlagen, wodurch sich die Differenz wieder vergrößert.

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit muss unbedingt die tatsächlich erreichte Jahresarbeitszahl der Anlage berücksichtigt werden, denn die vom Hersteller angegebenen möglichen Leistungszahlen können nur unter bestimmten Bedingungen ausgeschöpft werden.

Die Investition in Erneuerbare Energien lohnt sich im Vergleich zum Weiterbetrieb einer alten Heizung innerhalb weniger Jahre.



Annahmen der Musterrechnung:
 - Einfamilienhaus im Bestand mit 127 m² Wohnfläche und einem Wärmebedarf von 150 kWh/m² im Jahr
 - Preisentwicklung Öl / Gas: +10 % / Jahr, Wärmepumpenstrom / Holzpellets: +4 % / Jahr
 - Förderung gemäß Marktanzreizprogramm 2008
 - 50 % Eigenkapital- / 50 % Fremdkapitalfinanzierung
 Stand: 9/2008

Gesamtkostenvergleich: Erneuerbare Wärme vs. konventionelle Heizung

Wie viel Verbrauchs- und Betriebskosten im Vergleich zu anderen Systemen zu sparen sind, muss für jedes Objekt gesondert berechnet werden, da die Einflussfaktoren überall verschieden sind.

Investitionskosten

Während der Verbrauchs- und Betriebskostenvergleich für Erdwärmeanlagen meistens günstig ausfällt, sieht es bei den Investitionskosten anders aus. Diese sind vergleichsweise hoch. Durch die Langlebigkeit und geringe Anfälligkeit der Anlagen sowie die hohe Ersparnis bei den Verbrauchskosten relativieren sich die Kosten jedoch.

Wichtig ist, dass die Dimensionierung der Anlage genau an den Bedarf angepasst ist. Standardanlagen, wie sie von einigen Firmen angeboten werden, sind ungeeignet, da sie für den tatsächlichen Bedarf oft zu klein oder zu groß ausgelegt sind. Zu große Anlagen bedingen unnötig hohe Investitionskosten, zu kleine Anlagen erzielen nicht die gewünschte Leistung.

Wärmequelle	Investitionskosten
Erdwärmesonden	15.000 €
Erdwärmekollektoren (Erdarbeiten in Eigenregie)	11.000 €
Grundwasser-Wärmepumpe	13.000 €
Gasheizung	8.500 €
Ölheizung	12.200 €

Durchschnittliche Investitionskosten in einem Einfamilienhaus, ca. 150 m², Neubau, Fußbodenheizung, mit Warmwasserbereitung, Energiebedarf 15.000 kWh/Jahr, ohne Verteilsystem (Heizkreise, Heizkörper etc.)

Quelle: www.waermepumpe.de und Geothermische Vereinigung e.V.

Die in der Tabelle angegebenen Investitionskosten sind lediglich Richtwerte. Wie hoch sie im Einzelfall sind, muss nach den jeweiligen Gegebenheiten berechnet werden.

Wirkungsgrad/Jahresarbeitszahl

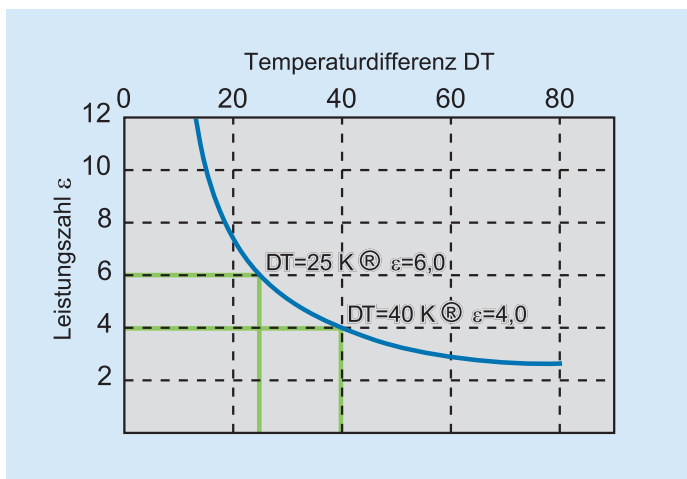
Um die gewünschte Ersparnis an Verbrauchskosten zu erreichen, muss die Anlage eine hohe Jahresarbeitszahl aufweisen. Schon kleine Details können entscheidend auf den Stromverbrauch einwirken.

Folgende Faktoren sind für eine hohe Effizienz wichtig:

- Ausreichend hohes Temperaturniveau der Wärmequelle
- Geringe Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher
- Ganzjährige Verfügbarkeit der Wärmequelle
- Ausreichende Regenerationsfähigkeit der Wärmequelle
- An den Bedarf angepasste Dimensionierung der Anlage
- Vorhandensein eines Pufferspeichers (z. B. um ein Takten der Anlage zu verhindern)
- Geeignetes Heizungssystem (niedrige Vorlauftemperatur, große Abstrahlungsfläche)
- Ausgereifte Technik, hochwertiges Material und fachgerechte Installation
- Energiebewusstes Heizverhalten

Die Bedeutung kleiner Details zeigt sich zum Beispiel darin, dass bereits eine Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher um 1K eine Effizienzminderung von 2,5% nach sich zieht.

Bei den derzeitigen Investitionskosten und den günstigen Wärmepumpenstromtarifen erweisen sich Erdwärmeheizungen zumindest im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen mittelfristig als preisgünstiger. Die Einflussfaktoren auf die Jahresarbeitszahl zeigen daneben, dass das Einsparvolumen auch von der Qualität der Anlage und vom eigenen Heizverhalten abhängt. Die Nutzung von Förderprogrammen oder/und die Kombination mit anderen (regenerativen) Energieträgern können zu weiteren Einsparungen führen. Lassen Sie sich von einem Energiesachverständigen beraten.



Die Leistungszahl einer Wärmepumpe ist umso größer, je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher ist.

Wirtschaftlichkeit und Ökologie

Durch die Nutzung von Erdwärme kann der Ausstoß des klimaschädlichen CO₂ im Vergleich zu anderen Anlagen reduziert werden. Dies gilt jedoch nur, wenn der für die Wärmepumpe benötigte Strom aus erneuerbaren Energien stammt. Da dieser „Ökostrom“ teurer ist, ist der finanzielle Vorteil gegenüber anderen Anlagen nicht mehr unbedingt gegeben. Zudem sind gerade im Winter die Strommengen aus erneuerbaren Energien noch nicht in ausreichendem Umfang verfügbar. Erdwärmepumpen in Kombination mit einer Fußbodenheizung können bei Verwendung des konventionellen Strommixes beim CO₂-Ausstoß mit modernen Gas-Brennwert-Kesseln allenfalls gleichziehen; im Vergleich mit Ölheizungen stehen die Erdwärmepumpen allerdings oft besser da (Zeitschrift „Ökotest“ 2000). CO₂-Reduzierung und Wirtschaftlichkeit einer Anlage sind bei den derzeitigen Preisen für „Ökostrom“ schlecht miteinander vereinbar. Eine verbesserte Technik oder die Kombination mit anderen regenerativen Wärmequellen (z. B. Solarthermie) kann die Bilanz allerdings noch verbessern. Zudem nimmt der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix stetig zu.

Fördermöglichkeiten

In Deutschland wird die Nutzung von Erdwärme durch verschiedene Programme gefördert. Dies kann die Kosten für eine Anlage deutlich reduzieren und verbessert die Kosten-Nutzen-Relation. Neben der direkten Förderung von Erdwärmeanlagen können auch begleitende energiesparende Maßnahmen wie z. B. Dämmung oder allgemein der Bau eines Energiesparhauses gefördert werden. Förderangebote gibt es sowohl vom Bund als auch von einzelnen Ländern. Auch einige Energieversorger fördern den Einbau von Wärmepumpen. Die Förderung erfolgt in Form von Zuschüssen oder zinsgünstigen Darlehen.

Marktanreizprogramm der Bundesregierung (MAZ):

Gefördert werden effiziente Wärmepumpen für den Heiz- und Warmwasserbedarf. Die Förderhöhe ist von der beheizten Fläche abhängig und beträgt in einem neu gebauten Einfamilienhaus für Sole/Wasser-Wärmepumpen und Grundwasserwärmepumpen 10 €/m², max. 2000 €, im Bestand erhöht sich die Förderhöhe auf 20 €/m², max. 3000 €. Voraussetzung ist u. a. der Einbau eines Strom- und Wärmemengenzählers zur Bestimmung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe. Diese muss in Neubauten bei mindestens 4, im Bestand bei 3,7 liegen. Der Förderantrag ist innerhalb von 6 Monaten nach Herstellung der Betriebsbereitschaft der Anlage beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle zu stellen.

Kredite der KfW-Förderbank:

Die KfW-Bank fördert u. a. Heiztechnik auf Basis erneuerbarer Energien (*Programm Ökologisch Bauen*). Hierunter fallen auch Wärmepumpen (nach DIN V 4701-10), deren Einbau mit langfristigen, zinsverbilligten Darlehen mit Festzinssätzen und tilgungsfreien Anlaufjahren unterstützt wird. Dabei können 100% der Investitionskosten durch das Darlehen abgedeckt werden. Der Antrag muss vor dem Einbau gestellt werden.

Durch das *CO₂-Gebäudesanierungsprogramm* werden Energie sparende Maßnahmen einschließlich notwendiger Nebenarbeiten an bestehenden Wohngebäuden gefördert. Dies umfasst z. B. Maßnahmen zur Dämmung, die Erneuerung der Fenster oder den Einbau einer neuen Heizung. Die Förderung erfolgt ebenfalls über günstige Kredite, für Ein- und Zweifamilienhäuser gibt es auch die Zuschuss-Variante. Voraussetzung ist der Nachweis einer zuvor festgelegten Reduzierung des Energieverbrauchs nach Energieeinsparverordnung (EnEV). Der Antrag muss auch hier vor Beginn der Arbeiten gestellt werden.

Investitionsbank des Landes Brandenburg (ILB):

Im Rahmen des REN-Programms (Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien) werden in kleinen und mittleren Unternehmen Wärmepumpenanlagen aus Landes- und EU-Mitteln gefördert; für Privatpersonen ist dies nur im Einzelfall möglich. Der Antrag muss vor Baubeginn gestellt werden. Voraussetzung ist u. a. das Erreichen einer Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von 4.

Prämien der Energieversorger:

Viele Energieversorger vergeben Prämien für den Einbau von Wärmepumpen. Die Voraussetzungen für den Zuschuss von zumeist einigen hundert Euro sind sehr unterschiedlich. So wird zum Beispiel von einem Unternehmen nur der Umstieg von Öl auf Erdwärme gefördert, bei anderen muss eine Kombination aus Erdwärme und Solarthermie vorliegen, wieder andere fördern nur in Neubauten. Häufig wird nur eine bestimmte Anzahl an Wärmepumpenanlagen im Jahr prämiert. Die Angebote sind meist nur ein Kalenderjahr gültig, jeweils zu Jahresbeginn werden neue Programme aufgestellt. Der Zuschuss kann erst nach Inbetriebnahme der Wärmepumpe beantragt werden.

Insgesamt gilt: Förderprogramme haben oft nur kurze Laufzeiten, es kommt immer wieder zu Veränderungen der Modalitäten. Gerade zum Jahreswechsel fallen Fördermöglichkeiten weg bzw. kommen neue hinzu. Vor Beginn einer Maßnahme müssen daher die jeweils aktuell gültigen Förderprogramme recherchiert werden.

13 Nützliche Adressen

Genehmigungsbehörden

Anzeigen einer Bohrung nach Lagerstättengesetz bzw. Anfragen zur Geologie:

Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg (LBGR)
Inselstraße 26
03046 Cottbus
Telefon: (0355) 48640-0
Telefax: (0355) 48640-510
E-Mail: lbgr@lbgr-brandenburg.de
Internet: www.lbgr.brandenburg.de

Anzeigen einer Erdwärmeanlage bzw. Einholen einer Erlaubnis:

Bei den Unteren Wasserbehörden der Landesumweltämter der Kreise und kreisfreien Städte; Adressen unter:
www.mluv.brandenburg.de > Service > Adressen

Gesetzestexte

Bundesberggesetz (BBergG), Lagerstättengesetz (LagerstG), Wasserhaushaltsgesetz (WHG):
www.bundesrecht.juris.de

Brandenburgisches Wassergesetz (BbgWG), Brandenburgische Bauordnung (BbgBO), Brandenburgisches Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (BbgUVPG), Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAWS):
www.landesrecht.brandenburg.de

Informationen zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:
www.bmu.de

Regelwerke (kostenpflichtig):

Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW):
www.dvgw.de
Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):
www.din.de
Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI):
www.vdi.de

Geodatenbank zu Wasserschutzgebieten in Brandenburg

Standortgenaue Abfrage zur Möglichkeit der Nutzung von Geothermie, Portal Geothermie:
www.geo-brandenburg.de

Informationen zu Fördermittelprogrammen

KfW-Förderbank:
www.kfw.de
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle:
www.bafa.de

InvestitionsBank des Landes Brandenburg:
www.ilb.de

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie:
www.foerderdatenbank.de

Bundesverband WärmePumpe e.V.:

www.waermepumpe.de

febis GmbH und Co. KG:

www.foerder-data.de

BINE-Bürgerinformation neue Energietechniken:

www.energiefoerderung.info

Sowie bei den verschiedenen Energieversorgern in Brandenburg

Zertifizierte Fachbetriebe

Bundesverband WärmePumpe: www.waermepumpe.de

Geothermische Vereinigung e.V.: www.geothermie.de

Zertifizierung Bau e.V.: www.zert-bau.de

Informationen zur oberflächennahen Geothermie

Verbraucherzentrale:

www.verbraucherzentrale-energieberatung.de

Verbraucherzentrale Brandenburg:

www.vzb.de

Bundesverband WärmePumpe e.V.:

www.waermepumpe.de

Geothermische Vereinigung e.V.:

www.geothermie.de

EnergieAgentur.NRW:

www.energieagentur.nrw.de/_database/_data/datainfopool/

WP-Leitfaden.pdf

Informationen zur Tiefengeothermie

Deutsches Geoforschungszentrum:

www.gfz-potsdam.de

Geothermisches Informationssystem Deutschland:

www.geotis.de

Informationen zum Energiesparen und erneuerbaren Energien

GIH Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker:

www.energieberater-datenbank.de

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena):

www.dena.de

BINE-Bürgerinformation neue Energietechniken:

www.bine.info

co2online gGmbH („Klima sucht Schutz“):

www.klima-sucht-schutz.de

Agentur für Erneuerbare Energien:

www.unendlich-viel-energie.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:

www.erneuerbare-energien.de

Umweltbundesamt:

www.umweltbundesamt.de

Nutzung von Erdwärme in Brandenburg
Heizen und Kühlen mit oberflächennaher Geothermie:
Ein Leitfaden für Bauherren, Planer und Fachhandwerker
1. Auflage, 2009

Redaktionelle Bearbeitung:

Judith Grünert, Dipl. Geographin, im Auftrag der ETI
Liselotte-Herrmann-Str. 22, 10407 Berlin,
Tel. 0176-5 205 74 68

Tanja Kenkmann
Brandenburgische Energie Technologie Initiative (ETI)
IHK Potsdam, Breite Str. 2a-c, 14467 Potsdam,
Tel. 0331-2 78 62 82

Dr. Volker Scheps,
Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLUV),
Albert-Einstein-Straße 42-46, 14473 Potsdam,
Tel. 0331-8 66 78 55

Michael Pawlitzky,
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (LBGR),
Stahnsdorfer Damm 77, 14532 Kleinmachnow,
Tel: 033203-3 68 30

Bernhard Scherf,
Alternative Technik Scherf GmbH,
Calauer Str. 12, 03229 Altdöbern,
Tel: 035434-60 40

Dr. Alexander Ostin
Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV),
Lindenstraße 34a, 14467 Potsdam
Tel. 0331-866 7349

Wir danken folgenden Unternehmen und Institutionen herzlich für die Unterstützung:

*Bundesverband WärmePumpe e.V. (BWP), Berlin
Dreßler - Brunnen- und Tiefbau, Herrn Bernhard Dreßler, Potsdam
GeoClimaDesign AG, Frau Antje Vargas, Fürstenwalde / Spree
Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)
Heidelberger Geotechnik, Ennigerloh, Herrn Christof Pufahl
Fa. SBK GmbH, Neuenstein, Herrn Siegfried Boehnisch
Franki Grundbau GmbH & Co. KG, Seevetal, Herrn Thomas Garbers*

Herausgeber:

Brandenburgische Energie Technologie Initiative (ETI)
IHK Potsdam
Breite Straße 2a-c
14467 Potsdam

Die ETI wird finanziert vom Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg und der Industrie- und Handelskammer (IHK) Potsdam.

Bildnachweis Titel:

Erdkugel: LBGR
Bild links: LBGR - N. Schlaak
Bild rechts: www.waermepumpe.de

Hinweis

Diese Broschüre wurde im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Brandenburgischen Energie Technologie Initiative herausgegeben. Die Informationen wurden mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden. Gesetze, Verordnungen und Förderprogramme finden Anwendung entsprechend ihrer jeweils aktuellen Fassung.



Die Brandenburgische Energie Technologie Initiative (ETI)

Zur Förderung der Entwicklung und des Einsatzes innovativer und energiesparender Technologien in Brandenburg hat das Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg die Landesinitiative Brandenburgische Energie Technologie Initiative (ETI) initiiert. In der ETI sind verschiedene Arbeitsgruppen aktiv, die den Informationsaustausch fördern, Projekte begleiten und Hilfestellung bei der Fördermittelakquise und Ergebnisvermarktung geben. In der ETI sind Experten und Interessierte aus Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Verbänden und Finanzierungsinstituten aktiv. Die ETI wird vom Ministerium für Wirtschaft Brandenburgs und der Industrie- und Handelskammer (IHK) Potsdam finanziert. Trägerin ist die IHK Potsdam.

Kontakt

Brandenburgische Energie Technologie Initiative
IHK Potsdam
Frau Tanja Kenkmann
Breite Straße 2a-c, 14467 Potsdam
Telefon: 0331 - 27 86 282
Telefax: 0331 - 27 86 191
Email: eti@potsdam.ihk.de
Internet: www.eti-brandenburg.de



ETI



IHK Potsdam