

Geothermie in Schleswig-Holstein

Leitfaden für oberflächennahe Erdwärmeanlagen

Herausgeber:

Landesamt für Natur und Umwelt
des Landes Schleswig-Holstein
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek
Tel.: 0 43 47 / 704-0
www.lanu-sh.de

AnsprechpartnerInnen:

Claudia Thomsen, Tel.: 0 43 47 / 704-563
Dr. Thomas Liebsch-Dörschner, Tel.: 0 43 47 / 704-559
Dr. Reinhard Kirsch, Tel.: 0 43 47 / 704-534

Titelfotos (Fotoautor):

Links: Erdwärmesonde (Dr. R. Kirsch)
Mitte: Einbringen der Erdwärmesonde
(Dr. T. Liebsch-Dörschner)
Rechts: Bohrarbeiten zur Installation von
Erdwärmesonden (C. Bruhn)

Herstellung:

Pirwitz Druck & Design, Kiel

August 2006

ISBN: 3-937937-12-9

Schriftenreihe LANU SH – Geologie und Boden 12

Diese Broschüre wurde auf
Recyclingpapier hergestellt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der
Öffentlichkeitsarbeit der schleswig-
holsteinischen Landesregierung heraus-
gegeben. Sie darf weder von Parteien
noch von Personen, die Wahlwerbung
oder Wahlhilfe betreiben, im Wahl-
kampf zum Zwecke der Wahlwerbung
verwendet werden. Auch ohne zeit-
lichen Bezug zu einer bevorstehenden
Wahl darf die Druckschrift nicht in einer
Weise verwendet werden, die als Partei-
nahme der Landesregierung zu Gunsten
einzelner Gruppen verstanden werden
könnte. Den Parteien ist es gestattet,
die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer
eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Landesregierung im Internet:

www.landesregierung.schleswig-holstein.de

Geothermie in Schleswig-Holstein

Leitfaden für oberflächennahe Erdwärmeanlagen

Erdwärmekollektoren - Erdwärmesonden

	Vorworte.....	4
1	Einführung.....	6
2	Komponenten einer oberflächennahen Erdwärmeanlage.....	8
	2.1. Wärmequellenanlage.....	8
	2.2. Wärmepumpen.....	11
	2.3. Wärmenutzungsanlage.....	14
3	Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme – Heizen, Kühlen und Wärmespeicherung.....	16
4	Dimensionierung der Wärmequellenanlage.....	18
	4.1. Erdwärmekollektor	18
	4.2. Erdwärmesonde	18
5	Qualitätssicherung.....	23
6	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	28
7	Checklisten – Mögliche wasserrechtliche Anordnungen – Musteranzeigen	32
8	Anschriften der zuständigen Behörden in Schleswig-Holstein.....	38
9	Weiterführende Informationen.....	40
10	Literatur.....	42

Vorworte

Eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung ist das Rückgrat jeder modernen Volkswirtschaft. In Schleswig-Holstein hat die Nutzung regenerativer Energien einen hohen Stellenwert eingenommen.

Die privaten Haushalte verbrauchen etwa ein Drittel der Endenergie. Davon entfallen 77 % auf die Raumheizung und 12 % auf die Warmwasserbereitung. Für diese Bereiche gewinnt die Erdwärmennutzung neben den Nutzungen von Biomasse und Solarenergie auch aufgrund der steigenden Energiekosten zunehmend an Bedeutung. Dies zeigt sich vor allem an den gestiegenen Absatzzahlen von erdgekoppelten Wärmepumpen sowie an der verbesserten Auftragslage der Bohrunternehmen und anderen Fachhandwerkern.

Obwohl die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme technisch ausgereift ist und dazu beiträgt, die CO₂-Emissionen zu verringern, müssen schon in der Planungsphase wichtige Randbedingungen beachtet werden. Bei technisch guter Ausführung und richtiger Dimensionierung unter Beachtung wasserrechtlicher und geologischer Voraussetzungen ist die oberflächennahe Erdwärmennutzung eine zuverlässige und wirtschaftliche Option für die Bereitstellung von Niedertemperaturwärme.

Der Leitfaden des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein soll die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme in Schleswig-Holstein unterstützen. Er richtet sich daher an Bürgerinnen und Bürger, Planer und ausführende Handwerksunternehmen. Der Leitfaden bietet Hilfestellungen bei der Planung, Dimensionierung und zur Qualitätssicherung von Anlagen, informiert über die rechtlichen Genehmigungsverfahren und gibt Hinweise zu weiterführenden Informationsquellen.

Mit diesem weiteren Baustein wird der zunehmende Informationsbedarf über regenerative Energieformen in Schleswig-Holstein gedeckt.



Dietrich Austermann
Minister für Wissenschaft, Wirtschaft und
Verkehr des Landes Schleswig-Holstein

Liebe Leserinnen und Leser,

jeder Mensch benötigt Energie. Sie ist eine wertvolle Ressource, mit der wir sparsam und umsichtig umgehen müssen. Die Nutzung regenerativer Energien ist daher im Interesse des Umweltschutzes und zur Schonung fossiler Energieträger eine ernstzunehmende Option, dessen Potenziale zunehmend genutzt werden. Bei der Bereitstellung von Heizwärme ist die oberflächennahe Geothermie – unabhängig von saisonalen und klimatischen Schwankungen – eine wirtschaftlich interessante und technisch ausgereifte Variante. Das steigende Interesse, diese umweltfreundliche Energieform zu nutzen, ist am sprunghaften Absatz von erdgekoppelten Wärmepumpen abzulesen.

Das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein berät verstärkt Bürger, Planerinnen und Planer sowie Fachhandwerksunternehmen zur wirtschaftlichen und umweltverträglichen geothermischen Nutzung und liefert geologische Grundlagen zur Dimensionierung der Geothermieanlagen. Die Nachfrage nach

Informationsgrundlagen führte dazu, dass unsere Broschüre „Geothermie in Schleswig-Holstein – Ein Baustein für den Klimaschutz 2004“ trotz hoher Auflage heute nahezu vergriffen ist. Um speziell dem stark nachgefragten Bereich der Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Schleswig-Holstein eine eigene aktuelle Informationsebene zu geben, wurde der vorliegende Leitfaden erarbeitet.

Das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein wird auch weiterhin in Fragen der Geothermie als zukunftsweisender regenerativer Energie als Ansprechpartner und zur Beratung allen Interessierten zur Verfügung stehen.



Wolfgang Vogel
Direktor des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein

1 Einführung

Geothermische Energie – oft auch als Erdwärme bezeichnet – ist die in „Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde“.

Betrachtet man den Jahresgang der Untergrundtemperatur in der Nähe der Erdoberfläche (Abbildung 1), so ergibt sich ab einer Tiefe

von 10 m bis 20 m eine nahezu konstante Temperatur von 10 – 12 °C, die mit Zunahme der Tiefe um etwa 3 °C pro 100 m ansteigt. Es ist also dort unten im Winter wärmer und - bis zu einer Tiefe von ca. 100 m - im Sommer kälter als an der Erdoberfläche, was für Heiz- und Kühlzwecke genutzt werden kann.

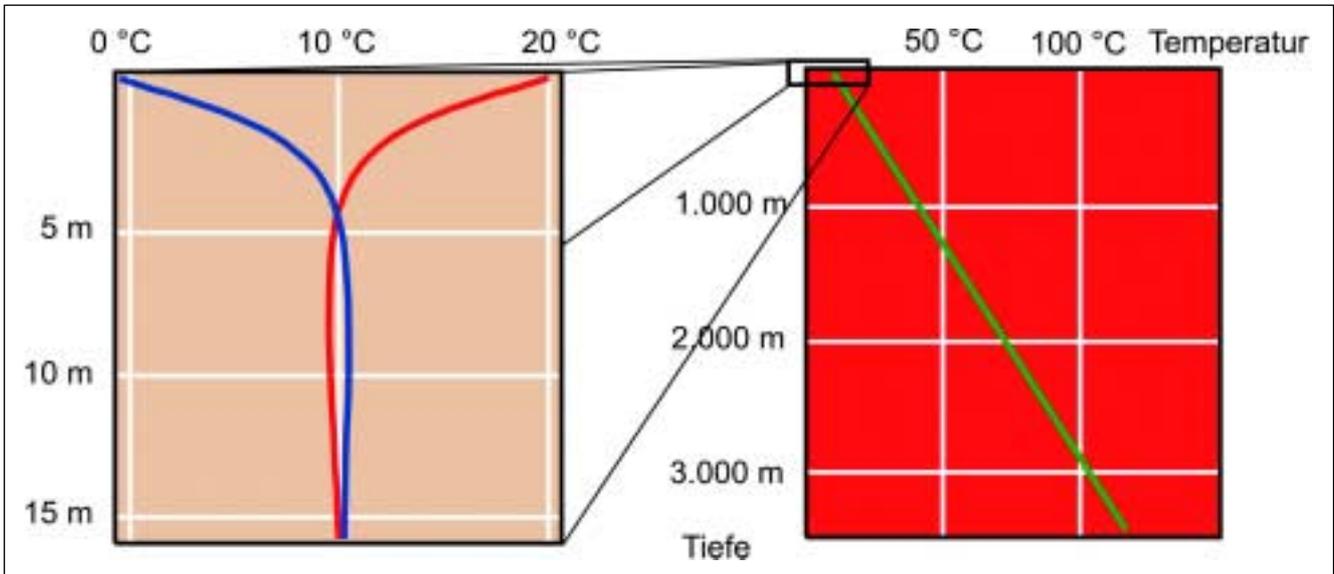


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Untergrundtemperatur und Tiefe

In diesem Leitfaden geht es nur um die Nutzung der Erdwärme des oberflächennahen Untergrundes bis in ca. 100 - 150 m Tiefe. Obwohl die Wärme in diesem Tiefenbereich im Wesentlichen durch die Sonneneinstrahlung sowie durch versickerndes Niederschlagswasser geliefert wird, spricht man auch in diesem Fall von Erdwärme. Die Erde ist also im oberflächennahen Bereich hauptsächlich ein Speicher für Sonnenenergie, der Wärmefluss aus dem Erdinneren spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Erdwärmesonden und -kollektoren sind Möglichkeiten, diese Wärme als regenerative Energiequelle zu erschließen. Erfreulicherweise interessieren sich immer mehr Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer für die moderne Form der Wärmeversorgung aus dem Untergrund (Abbildung 2). Die Anfangsinvestitionen für

eine Erdwärmeheizung sind höher als die einer konventionellen Heizanlage. Aber gegenüber z.B. einer Gasheizung ergeben sich trotz des elektrischen Antriebs der Wärmepumpe um etwa 50 % verringerte Betriebskosten und eine um 25 % verringerte Emission von Kohlendioxid.

Grundsätzlich ist eine Erdwärmennutzung in Schleswig-Holstein nahezu überall dort möglich, wo eine Beeinträchtigung des Grundwassers in Trinkwassereinzugsgebieten ausgeschlossen werden kann. Die erforderliche Sondenlänge zur Realisierung der gewünschten Heizleistung hängt von den örtlichen Untergrundverhältnissen ab. Einschränkungen bzw. Auflagen beim Betrieb von Erdwärmesonden aus rechtlicher Sicht sind in Wasserschutzgebieten möglich.

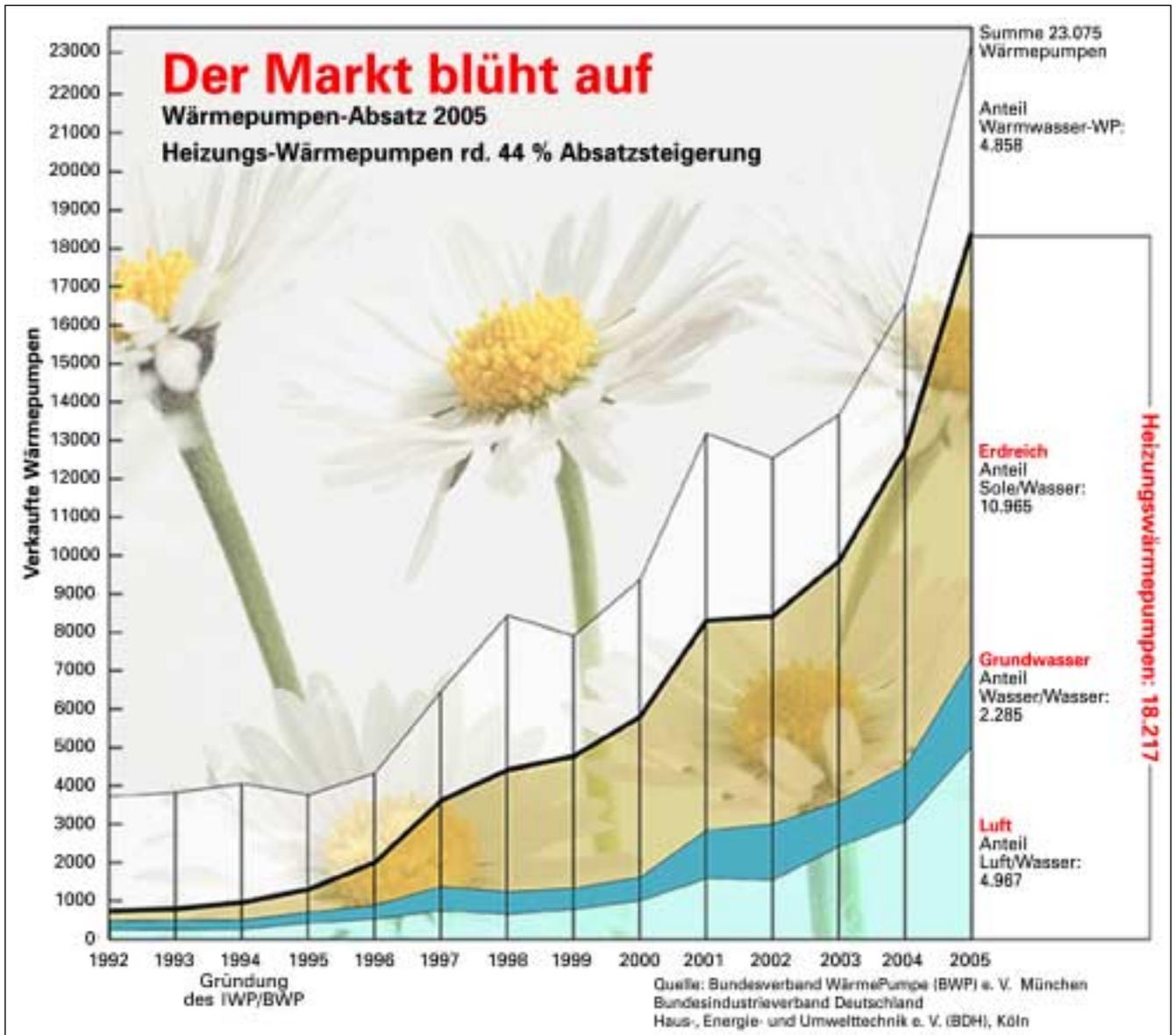


Abbildung 2: Entwicklung des Wärmepumpenabsatzes

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an Planer, Bauherren, Fachfirmen und ausführende Bohrunternehmen. Er informiert über die fachlichen Grundlagen von Geothermieanlagen und gibt Hilfestellungen bei der Dimensionierung von Erdwärmesonden/-kollektoren. Gleichzeitig enthält der Leitfaden Hinweise über erforderliche Standards zur Bauausführung, um eine zuverlässige und wirtschaftliche

Betriebsweise zu erreichen. Art und Umfang der wasserrechtlich landesweit einheitlichen Rahmenbedingungen werden beschrieben. Die dem Leitfaden beigefügten Vordrucke unterstützen die Antragsteller bei der Zusammenstellung der erforderlichen Anzeigeverfahren und tragen somit zur Verfahrensvereinfachung und -beschleunigung bei.

2 Komponenten einer oberflächennahen Erdwärmeanlage

Die Erdwärme im Tiefenbereich der oberen 100 m bei Temperaturen von durchschnittlich 10 °C (örtlich bis zu 12 °C) wird mit erdgekoppelten Wärmepumpen über Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Grundwasserbrunnen vor allem für dezentrale Heizanlagen genutzt. Erdwärmennutzung über Grundwasserbrunnen wird aufgrund der schwierigen technischen und rechtlichen Umsetzung in diesem Rahmen nicht weiter behandelt. Der Untergrund kann sowohl als Quelle als auch als Speicher für Wärme und/oder Kälte genutzt werden. In Abhängigkeit von den baulichen Gegebenheiten, der Heizungsanlage und dem Nutzerverhalten lässt sich die Geothermieanlage dimensionieren.

Damit spielen drei Komponenten eine wichtige Rolle, die optimal aufeinander abgestimmt werden müssen, um einen wirtschaftlichen und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten:

- **Wärmequellenanlage:** Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonde
- **Wärmepumpe**
- **Wärmenutzungsanlage:** Fußbodenheizung, Radiator, Warmwasserversorgung

2.1. Wärmequellenanlage

Die Erdwärme kann über Erdwärmetauscher erschlossen werden. Diese bestehen aus Kunststoffrohren, die entweder horizontal (Flächenkollektor) wenige Meter unter der Erdoberfläche verlegt oder senkrecht in Bohrlöcher (Erdwärmesonden) eingebracht werden.

Durch diese Kunststoffrohre strömt in einem geschlossenen Kreislauf ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch (Sole) als Wärmeträgermedium, das dem Erdreich Wärme entzieht.

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren werden flächenhaft oder in flachen Gräben verlegt (Abbildung 3), anschließend wird das Erdreich wieder aufgefüllt. Die Verlegung der Kunststoffrohre erfolgt waagrecht unterhalb der Frostgrenze in ca. 1,2 m bis 1,5 m Tiefe. Sie nutzen gespeicherte Sonnenenergie, die durch direkte Einstrahlung, Wärmeübertragung aus der Luft und vor allem durch Niederschlag in den Untergrund eindringt. Aufgrund der jahreszeitlich wechselnden Temperaturen muss daher die Wärmepumpe in den Zeiten des größten Wärmebedarfs (Winter) mit den ungünstigsten Wärmequellentemperaturen auskommen, was wiederum zu geringeren Arbeitszahlen und folglich höheren Betriebskosten führen kann.

Der Bedarf an möglichst nicht überbauten Flächen beträgt bei herkömmlichen Kollektoren in der Regel das 1,5 bis 2-fache der zu beheizenden Fläche. Die Kollektorfläche beträgt etwa 15-30 m² pro kW Heizleistung, je nach den Untergrundverhältnissen.

Flächensparende Sonderentwicklungen wie Grabenkollektoren, Spiralrohre und spezielle Polypropylenmatten müssen gesondert betrachtet werden.

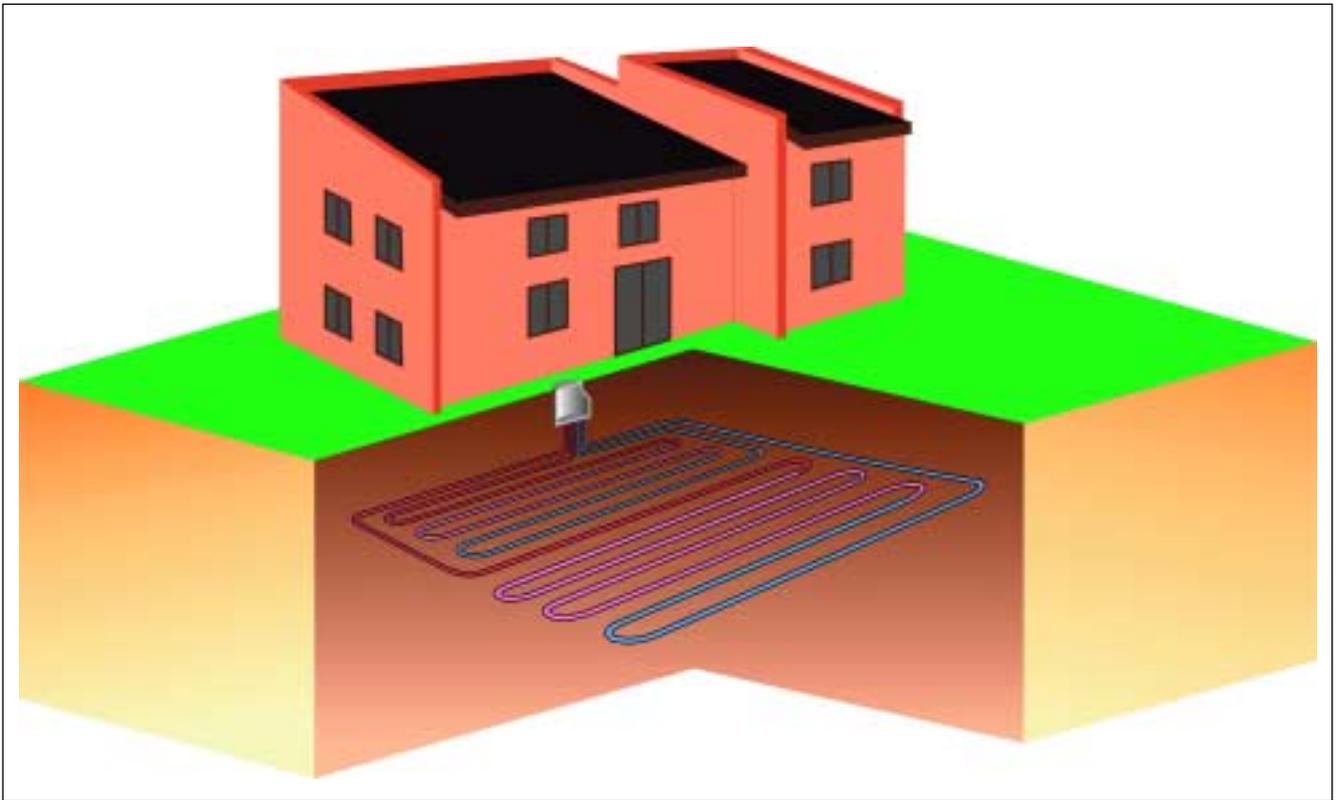


Abbildung 3: Erdwärmekollektoren

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in eigens dafür erstellte vertikale Bohrungen von 15 - 25 cm Bohrdurchmesser und bis etwa 100 m Tiefe, seltener bis zu 150 m Tiefe, eingebracht. Die Sonden bestehen in der Regel aus paarweise gebündelten U-förmigen Kunststoffrohrschleifen, die nahe der Erdoberfläche über Sammelleitungen an eine Wärmepumpe angeschlossen sind (Abbildung 4). Die in den Sonden zirkulierende Wärmeträgerflüssigkeit übernimmt den Wärmetransport aus dem Untergrund zur

Wärmepumpe hin. Bei richtiger Auslegung wird die entzogene thermische Energie durch die nachströmende Wärmeenergie aus dem Untergrund regeneriert. Die Sondenlänge hängt von den Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes ab, der in Schleswig-Holstein komplex aufgebaut ist. Grundsätzlich gilt: Je tiefer die Sonden verlegt werden, desto unabhängiger ist der Wärmeertrag von den jahreszeitlich wechselnden Temperaturen an der Erdoberfläche.

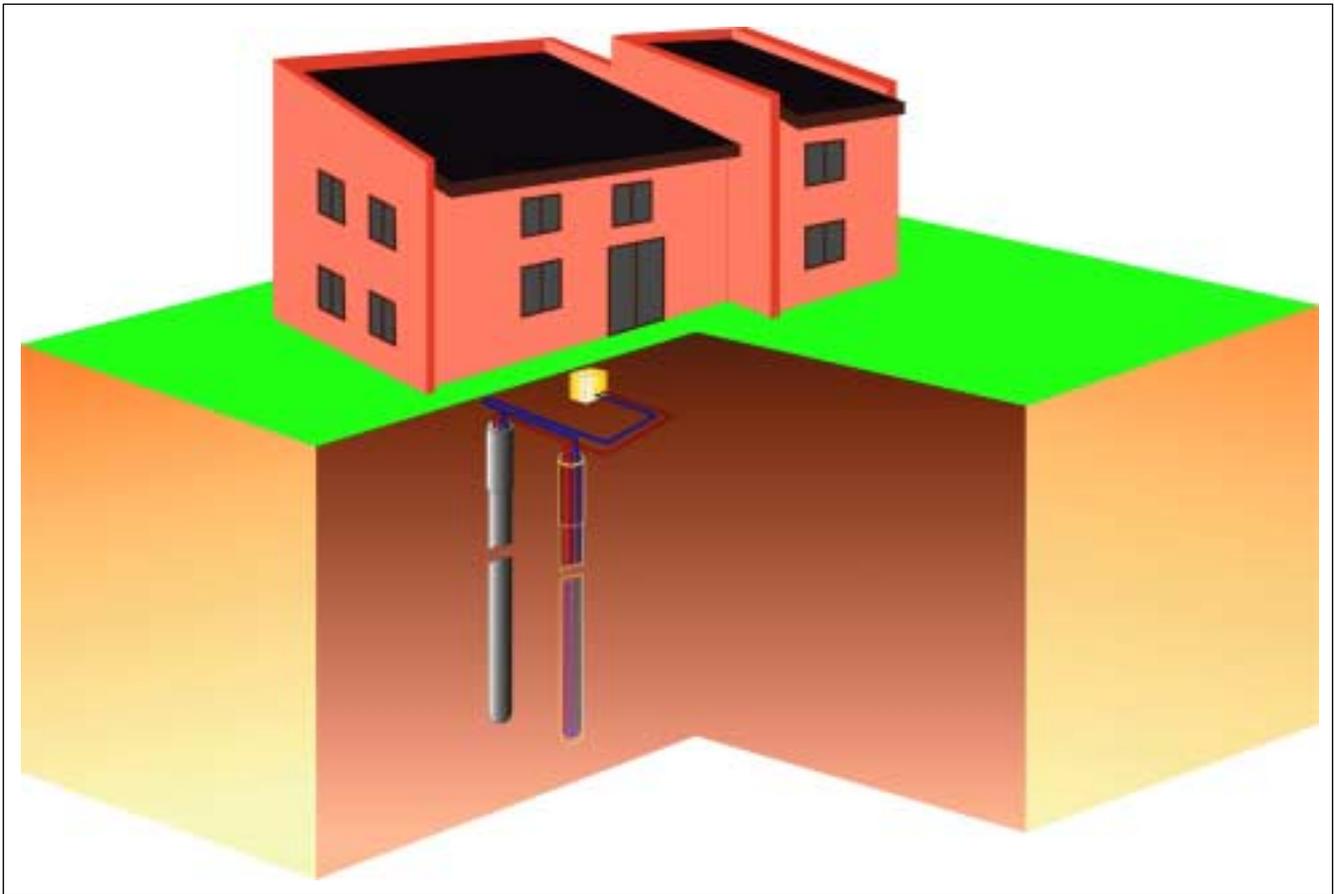


Abbildung 4: Erdwärmesonden

Bei Neubauten können statisch notwendige Betonteile und/oder Gründungspfähle bzw. Schlitzwände mit Wärmetauchstrukturen ausgerüstet und in Verbindung mit einer Wärmepumpe zum Heizen und Kühlen eines Gebäudes eingesetzt werden. Die Bemessung derartiger Energiepfähle, Energiebodenplatten oder Energieschlitzwände ist gesondert zu betrachten.

Nach dem Einbau der Sonden wird der zwischen den Sondenbündeln und der Bohrlochwand verbleibende Hohlraum mit einer Ton-

Zement-Suspension hohlraumfrei verpresst, um einerseits eine hydraulische Verbindung zweier oder mehrerer Grundwasserstockwerke zu verhindern und andererseits, um eine thermische Anbindung der Sonden an den Untergrund zu erreichen.

Für den Sondenbetrieb sind sowohl Koaxialrohre als auch Doppel-U-Rohre bekannt. Der Einfluss des Sondentyps auf die Leistung ist eher gering. Je nach Untergrundbeschaffenheit ist bei einer 100 m – Sonde mit Entzugsleistungen von 3 - 6 kW zu rechnen.

Erdwärmetauscher

- **Erdwärmekollektoren**

Horizontal

1,2 m – 1,5 m Tiefe

25-50 m² pro kW Heizleistung

- **Erdwärmesonden**

Vertikal

Bis zu 150 m Tiefe

3 – 6 kW pro 100 m Sondenlänge

2.2. Wärmepumpen

Mit Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren wird dem Untergrund Wärme entzogen. Dabei erreicht die Wärmeträgerflüssigkeit maximal die Untergrundtemperatur (z.B. 10 °C), kann aber in der Praxis durch die Abkühlung des Untergrundes beim Sondenbetrieb noch erheblich niedriger liegen. Um die gewonnene Wärme zu nutzen, muss sie mindestens auf die Vorlauftemperatur der Heizung gebracht werden. Dieses erfolgt mit einer Wärmepumpe, die dadurch zu einer zentralen Komponente bei der Erdwärmeversorgung wird.

Arbeitsprinzip

Das Prinzip der Wärmepumpe hat sich seit über hundert Jahren in Kühlschränken bewährt, bei denen Wärme aus dem Inneren abgepumpt und am Kondensator auf der Rück-

seite an die Raumluft abgegeben wird.

Die Komponenten einer Wärmepumpe sind Kompressor, Kondensator und Verdampfer sowie ein Arbeitsmedium mit niedrigem Siedepunkt (Abbildung 5). Das gasförmige Arbeitsmedium wird komprimiert und erwärmt sich dabei. Im Kondensator gibt es einen Teil der Wärme an das Heizungssystem ab, das führt zur Abkühlung und Verflüssigung. Anschließend nimmt das Arbeitsmedium im Verdampfer über einen Wärmetauscher Wärme aus dem Solekreislauf der Erdwärmesonden auf. Dabei wird die Sole der Erdwärmesonden abgekühlt (teilweise auf unter 0 °C). Die hierbei von der Wärmepumpe aufgenommene Leistung wird daher als Kälteleistung bezeichnet. Das Arbeitsmedium erwärmt sich über den Siedepunkt und wird wieder gasförmig. Im Kompressor wird es dann erneut komprimiert und gibt seine Wärme im Kondensator ab.

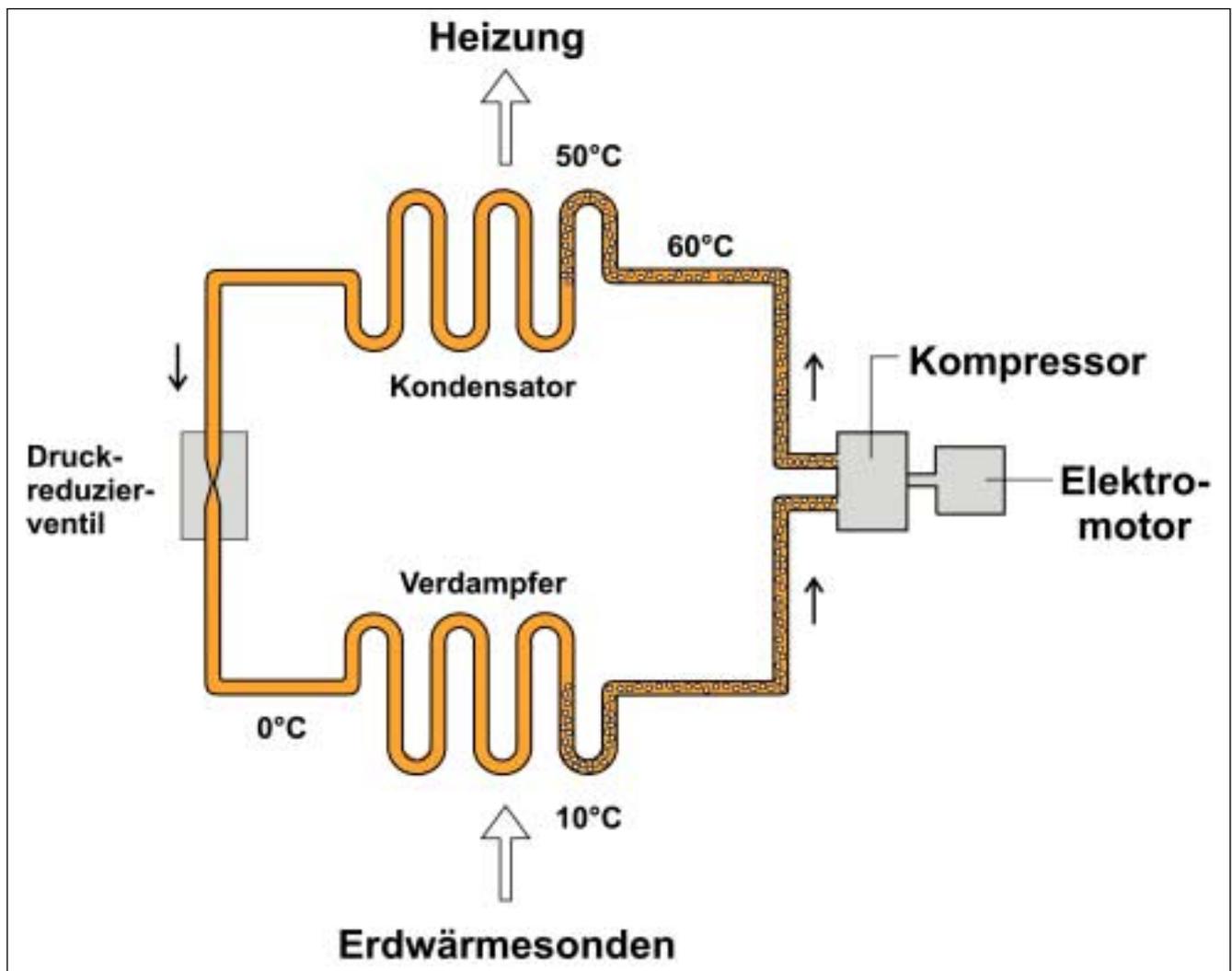


Abbildung 5: Arbeitsprinzip einer Wärmepumpe

Wärmepumpen mit Direktverdampfer haben keinen Solekreislauf in der Erdwärmesonde bzw. dem Flächenkollektor. Das Arbeitsmedium der Wärmepumpe (z.B. CO₂) durchströmt direkt die Erdwärmesonde und nimmt Wärme aus dem Untergrund auf. Da weder Wärmetauscher mit entsprechenden Verlusten noch Umwälzpumpe für den Solekreislauf benötigt werden, ist dieses System besonders energieeffizient. Es sind allerdings Erdwärmesonden aus Metall erforderlich.

Effizienz der Wärmepumpe

Zum Betrieb einer Wärmepumpe wird Energie benötigt. Als Maß für die Effizienz der Wärmepumpe gilt die Leistungszahl, auch als **COP** (coefficient of performance) bezeichnet. Sie

gibt das Verhältnis von gewonnener Heizleistung zur benötigten Antriebsleistung der Wärmepumpe an (Abbildung 6). Die Leistungszahl hängt im Wesentlichen von der Temperaturdifferenz ab, die von der Wärmepumpe überbrückt werden muss, also von der Soletemperatur der Erdwärmesonden und der Vorlauf-temperatur der Heizung. Im Normalfall liegt die Leistungszahl zwischen 3 und 4,5. Unter 3 sollte die Leistungszahl der Wärmepumpe nicht sinken, da der Wirkungsgrad der Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen lediglich bei 30 – 40 % liegt. Eine zu geringe Leistungszahl würde dann, neben den hohen Stromkosten für den Benutzer, eine ungünstigere CO₂-Bilanz aufweisen als die direkte Verbrennung fossiler Brennstoffe.

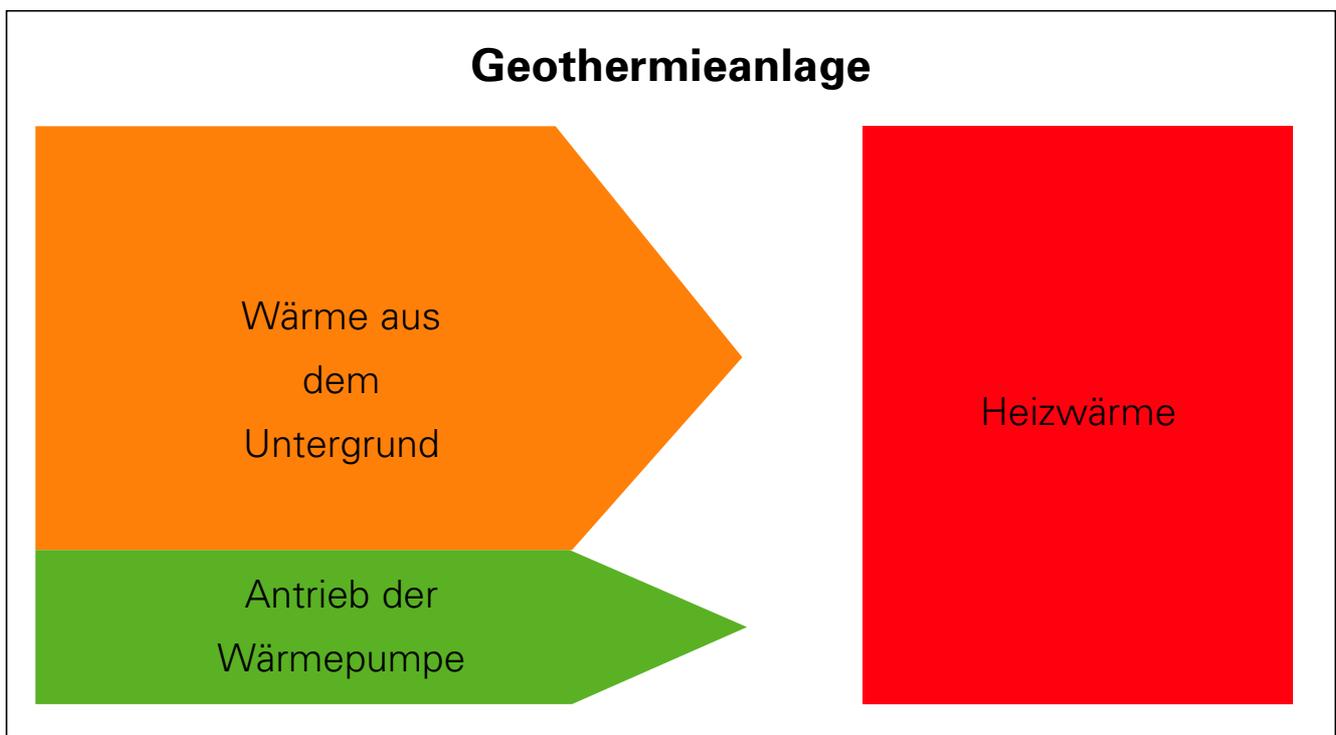


Abbildung 6: Leistungsbilanz einer Geothermieanlage: bei einer Leistungszahl 4 (COP 4) bringt die Wärmepumpe ein Viertel der Heizleistung auf, während der Untergrund drei Viertel der Heizleistung liefert

In Abbildung 7 ist der Einfluss der Vorlauf-temperatur auf die Leistungszahl der Wärmepumpe gezeigt. Während bei einer Vorlauf-temperatur von 30 °C die Leistungszahl 4,6 erreicht wird, beträgt sie bei einer Vorlauf-temperatur

von 50 °C lediglich 3,1 und liegt damit am unteren Grenzwert. Für eine erfolgreiche geothermische Wärmeversorgung ist also eine moderne Heizung mit niedriger Vorlauf-temperatur vorteilhaft.

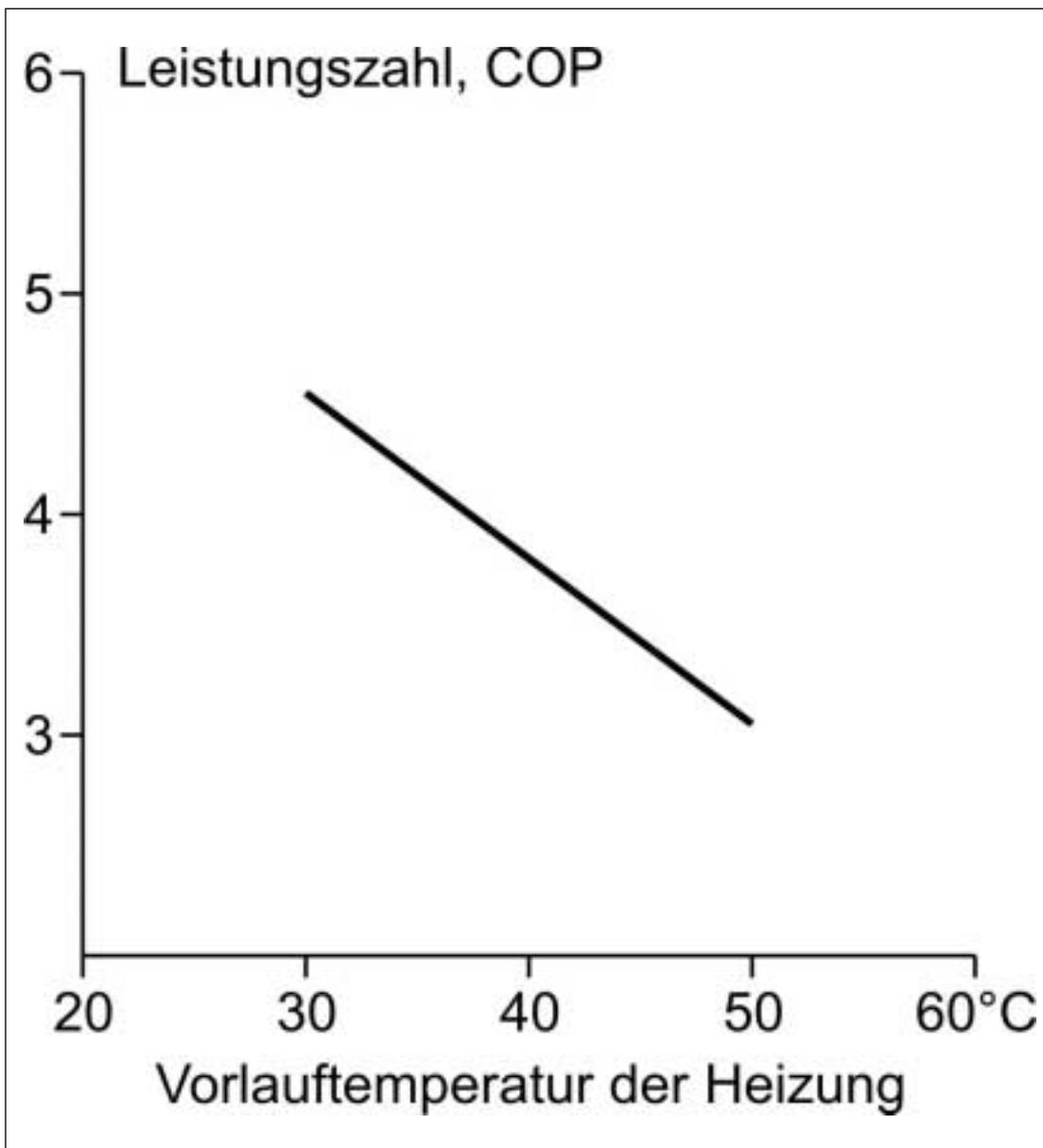


Abbildung 7:
Leistungszahl einer Wärmepumpe bei einer Soletemperatur von -5 °C in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur der Heizung (nach Wolf-Technik GmbH)

Definition

Die **Leistungszahl (COP)** wird aus dem Verhältnis der Leistungsaufnahme zur abgegebenen Leistung gebildet. Hierbei handelt es sich um den technisch erreichbaren Maximalwert.

Mit der **Jahresarbeitszahl** wird das Verhältnis zwischen der abgegebenen Leistung an das Heiz- und Warmwassersystem und der aufgenommenen elektrischen Leistung unter Berücksichtigung aller eingesetzten Hilfsenergien innerhalb eines Jahres beschrieben. Sie ist vergleichbar mit dem Jahresnutzungsgrad einer herkömmlichen Heizungsanlage.

Technische Besonderheiten

Während in den Anfangszeiten der Erdwärmeheizung häufig noch ein externer Spitzenlastkessel vorgesehen war (bivalenter Betrieb), werden die Heizungen heute so ausgelegt, dass auch die Spitzenlast mit der Wärmepumpe bewältigt werden kann (monovalenter Betrieb). Einige Hersteller von Wärmepumpen bieten eine elektrische Zusatzheizung im Warmwasserkreislauf für besonders kalte Tage an. Die Heizanlage sollte aber so ausgelegt sein, dass die elektrische Zusatzheizung nur im seltenen Ausnahmefall (kontrolliert) zugeschaltet wird.

Die Bauteile der Wärmepumpe (Kompressor, Verdampfer, usw.) sind bewährte Komponenten der Kältetechnik und auf lange Lebensdauer ausgelegt. Einige Hersteller rüsten die Wärmepumpen mit einem Pufferspeicher aus, so dass die Wärmepumpe nur dann anläuft, wenn die Temperatur im Pufferbehälter unter einen Grenzwert sinkt. Wärmepumpen ohne Pufferspeicher laufen im Dauerbetrieb. Das erhöht zwar die Betriebszeit, insbesondere in Hinblick auf die Kältebelastung der Erdwärmesonden, einen erheblichen Teil der Betriebszeit laufen diese Anlagen aber im Teillastbereich mit entsprechend geringerer Sondenbelastung.

Typische Wärmeleistungen handelsüblicher Wärmepumpen liegen im Bereich von 4 bis 40 kW. Wärmepumpen der oberen Leistungsklasse sind häufig mit 2 Kompressoren in Verbundschaltung ausgestattet, so dass im Teillastbetrieb nur ein Kompressor läuft.

Da der größte Teil der Heizenergie dem Untergrund entnommen wird, sieht die **CO₂-Bilanz** günstig aus: im Vergleich zu einer Erdgas-Brennwert-Heizung reduziert sich die CO₂-Emission bei einer Wärmepumpe auf 75%.

2.3. Wärmenutzungsanlage

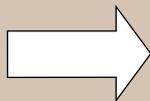
Wie bei jeder Entscheidung zur Festlegung eines Heizungssystems bestimmen die jeweiligen wirtschaftlichen Bedingungen des Bauherrn maßgeblich die Art und Auswahl. Grundsätzlich muss als Bemessungsgröße der Wärmebedarf als Wärmeleistung benannt werden. Dabei müssen bei einem Neubau die neuesten Wärmeschutzrichtlinien nach dem Stand der Technik zu Grunde gelegt werden. Je besser ein Gebäude isoliert ist, desto geringer ist der Wärmebedarf. Bei Altbauten gilt dieser Grundsatz entsprechend. Der Wärmeschutz am Gebäude ist eine primär zu betrachtende Schlüsselfunktion zum erfolgreichen wirtschaftlichen Betrieb einer Heizanlage.

Die Ermittlung des benötigten Wärmebedarfs wird sich zukünftig verstärkt aus den Angaben des jeweiligen Gebäudeenergie-Passes (DIN V 18599) ergeben. Es ist sinnvoll, im Rahmen der Vorplanung mehrere Varianten zur Haus- und Heiztechnik zu prüfen oder prüfen zu lassen. Mit den Ergebnissen und der Entscheidung zu einer geothermischen Anlage wird die Ausführungsplanung sinnvollerweise von einer Fachfirma für Heizungsanlagen unter Beteiligung eines Bohrunternehmens umgesetzt.

Die Bemessungen nach Anzahl und Tiefe der erdverlegten horizontalen Kollektoren oder vertikalen Sonden erfolgen auf der Basis der Kenndaten der Berechnung nach der DIN EN 12831 beziehungsweise nach VDI-Richtlinie 4640.

Vor der Durchführung der einzelnen Gewerke sind **klare Verantwortlichkeiten festzulegen**. Beim Bau der Anlage sind mehrere Bereiche aus dem Installations- und Baugewerbe beteiligt. Um den reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, empfiehlt es sich, einen Generalunternehmer (Heizungsfachbetrieb oder Bohr-

Haustyp	Neubau – Altbau
Vorlauftemperaturen	35 °C – 55 °C
Heizkörper	Flächenheizungen – Radiatoren
Wärmedämmung	gemäß ENEC – Altbaustandard Gebäudeenergiepass



Wirtschaftlichkeit einer Geothermieanlage

unternehmen) mit klaren Leistungsbeschreibungen zu beauftragen. Der Generalunternehmer verteilt die einzelnen Aufgaben an die Subunternehmer und gewährleistet die fachgerechte Ausführung gegenüber dem Bauherrn. Grundsätzlich sind die Gewerke aber klar getrennt. Für den Innenbereich ist der Heizungsfachbetrieb und für den Außenbereich der Bohrunternehmer verantwortlich.

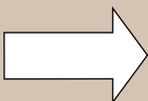
Der Bauherr kann die Leistungszahl der Wärmepumpe durch eine günstige **Heizungskonfiguration** beeinflussen. Beim Neubau sollten die Vorlauftemperaturen daher nicht höher als 35 °C ausgelegt werden. Flächenheizungen wie Fußboden-, Wand- oder Deckenheizungen, die mit möglichst niedrigen Vorlauf- (35 °C) bzw. Rücklauftemperaturen (30 °C) arbeiten, sind daher den Radiatoren vorzuziehen. In Altbauten sollte zunächst der Wärmedämmung (neue Fenster, Dämmung des Dachgeschosses usw.) und der Überprüfung des Nutzungsverhaltens der Vorzug gegeben werden, um den Energiebedarf so gering wie möglich zu halten. In Heizungsanlagen können zwar Wärmepumpen mit Vorlauftemperaturen von 55 °C betrieben werden, doch ist hier – aufgrund der kleinen Leistungszahl - schnell die Wirtschaftlichkeitsgrenze erreicht. Eine Senkung der Vorlauftemperaturen kann z.B. durch Austausch der Heizflächen vorgenommen werden. Für den störungsfreien Betrieb sind allerdings Mindestumlaufmengen des

Heizungswassers notwendig, um häufige Schaltintervalle der Wärmepumpe, die die Lebensdauer beeinflussen, zu vermeiden. Da eine Wärmepumpe meist nur eine geringere Temperaturdifferenz zwischen HeizungsVorlauf und –rücklauf erbringen kann als z.B. eine Gastherme, muss dies bei einer Umstellung auf eine erdgekoppelte Wärmepumpe berücksichtigt werden. So kann dies beispielsweise dazu führen, dass bei einer Fußbodenheizung der Verlegeabstand im Estrich geringer gewählt werden sollte.

Ein wichtiger Punkt der Energieversorgung ist neben der Heizwärme die **Warmwasserbereitung**. Dieses kann durch die Wärmepumpe als zusätzliche Funktion erfolgen. Als Konsequenz ergibt sich eine höhere Belastung der Erdwärmesonden (als Richtwert 2.400 anstatt 1.800 Volllaststunden pro Jahr), da warmes Wasser über das ganze Jahr zur Verfügung stehen soll. Dies muss durch eine Erhöhung der Sondenlänge kompensiert werden. Zusätzlich ist das benötigte Temperaturniveau des Warmwassers höher als 35 °C und somit höher als das der Fußbodenheizung. Wird die Warmwasserbereitung durch die Wärmepumpe mit betrieben, so sinkt - je nach gewünschtem Temperaturniveau – die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe. Die Warmwasserbereitung kann aber auch extern erfolgen, z.B. durch eine zusätzliche Luft-Wasser-Wärmepumpe oder einen Durchlauferhitzer.

Was ist zu beachten?

- Energieeinsparmöglichkeiten
- Nutzerverhalten
- Haustyp nach Energieeinsparverordnung bzw. zu beheizende Gesamtfläche
- Heizungskonfiguration (Vorlauftemperaturen, Mindestumlaufmengen)
- Volllaststundenanzahl der Anlage
- Warmwasserbereitung



Ermittlung des Wärmebedarfs

3 Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme – Heizen, Kühlen und Wärmespeicherung

Die Temperatur des Untergrundes beträgt ab einer Tiefe von etwa 15 m bis etwa 100 m unabhängig von der Jahreszeit 10 – 12 °C. Die Untergrundtemperatur ist also im Winter hö-

her und im Sommer niedriger als die an der Erdoberfläche und kann damit sowohl für Heiz- als auch für Kühlzwecke genutzt werden (Abbildung 8).

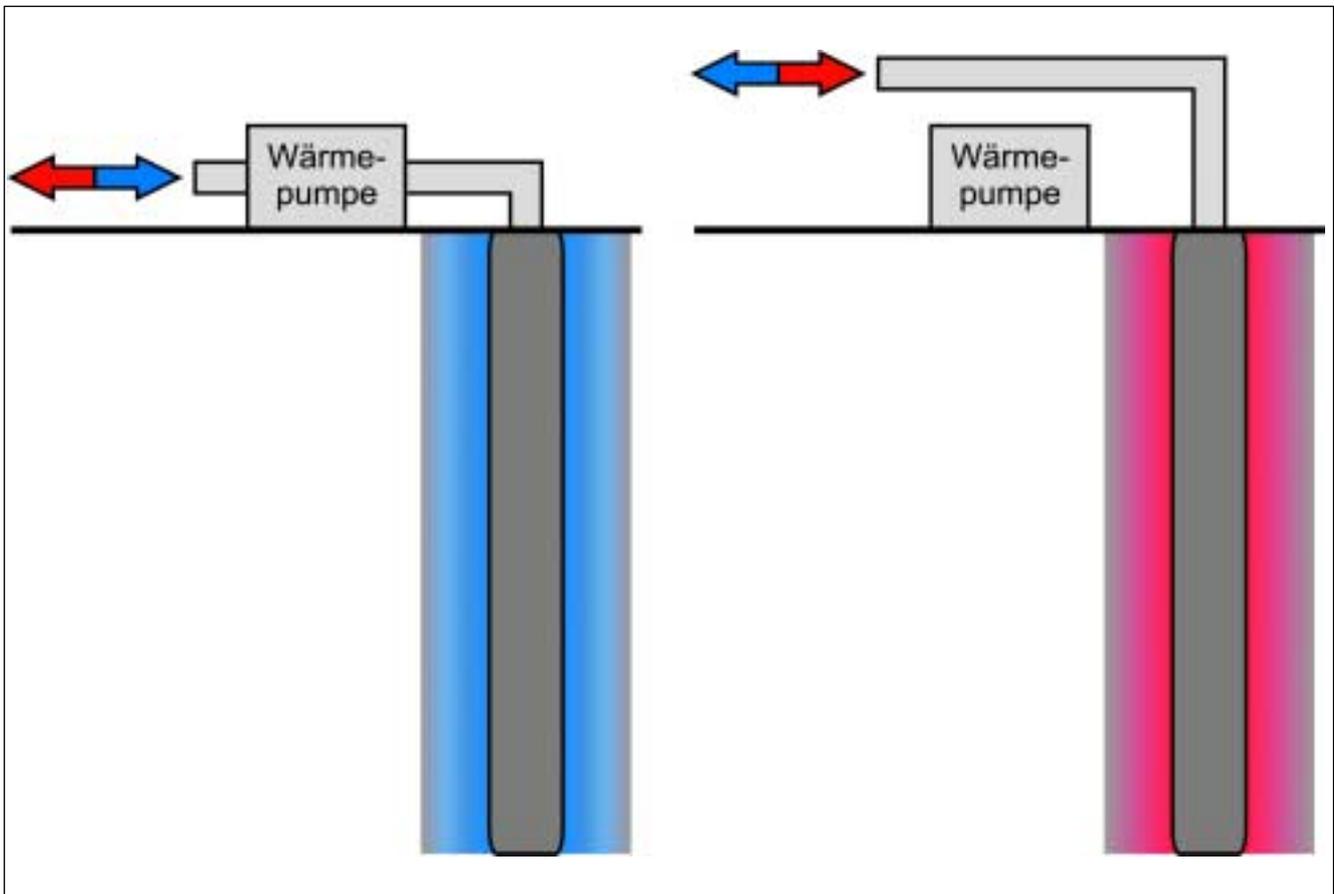


Abbildung 8: Entzug von Wärme aus dem Untergrund zum Heizen (links) und Speicherung von Raumwärme zum Kühlen (rechts)

Geothermisches Heizen

Am häufigsten wird die Erdwärme für Heizzwecke genutzt, wobei Erdwärmesonden oder Flächenkollektoren in Verbindung mit Wärmepumpen eingesetzt werden. Durch den Wärmeentzug ergibt sich im Sondenbereich eine kleinräumige Abkühlungszone, die aber im Laufe des Jahres durch Wärmezufuhr aus dem umgebenden Erdreich wieder kompensiert wird. Die Nutzung der Erdwärme zum Heizen lohnt sich, bei korrekter Auslegung der Anlage, sowohl ökonomisch als auch ökologisch: Sie können gegenüber einer Gasheizung bis zu 50 % an jährlichen Heizkosten und bis zu 25 % an CO₂-Emission einsparen.

Geothermisches Kühlen

Die vergleichsweise kühle Untergrundtemperatur kann im Sommer auch zur Gebäudekühlung eingesetzt werden. Die freie oder passive Kühlung kommt ohne Wärmepumpe aus, es wird lediglich kaltes Wasser durch den Heizkreislauf des Hauses geleitet. Die dabei aufgenommene Wärme wird über die Erdwärmesonden in den Untergrund abgeführt. Durch diese überschüssige Wärme erfolgt eine bessere Regeneration der Untergrundtemperatur nach der Abkühlung während der Heizperiode. Bei der aktiven Kühlung wird zusätzlich die Wärmepumpe als Kühlaggregat verwendet. Die Kühloptionen sind bei vielen Wärmepum-

pentypen vorgesehen. Da die Temperaturzunahme mit steigender Tiefe sich ungünstig auf die Wärmeableitung auswirkt, sollte die Tiefe der Erdwärmesonden nicht mehr als 100 m betragen.

Die Kühloption ist besonders interessant für Büro- und Gewerbebauten, da große Fensterflächen und die Wärmeabgabe der PCs häufig eine Kühlung im Sommer erforderlich machen (z.B. Einbau von Energiepfählen oder Energieschlitzwänden). Eine Kühlung unter Verwendung von Erdsonden wurde beispielsweise beim Neubau des Plenarsaals des Schleswig-Holsteinischen Landtags und beim Haus der Wirtschaft in Kiel realisiert.

Wärmespeicherung im Untergrund

Saisonale Überschusswärme, die z.B. bei Solarthermie, Produktionsprozessen oder der Stromerzeugung anfällt, kann ebenfalls im Untergrund durch Sondenfelder gespeichert werden und steht bei Bedarf für Heizzwecke zur Verfügung. Eine interessante Wärmequelle sind Verkehrsflächen wie Straßen oder Parkplätze, durch die pro Jahr ca. 140 kWh/m² gewonnen werden können. Diese Wärme kann z.B. verwendet werden, um diese Flächen im Winter nahezu kosten- und CO₂-neutral eisfrei zu halten. Ein Beispiel hierfür ist der Bahnhof von Bad Lauterberg im Harz, wo 200 m Bahnsteig unter Einsatz von 10 Erdwärmesonden mit insgesamt 1.800 m Länge eisfrei gehalten werden.

4 Dimensionierung der Wärmequellenanlage

4.1. Erdwärmekollektor

Die Gesamtfläche des Kollektors hängt sowohl vom Heizwärmebedarf des Gebäudes als auch vom geologischen Aufbau des Untergrundes ab. Die Bodentemperaturen können in 1 m Tiefe auch ohne Wärmenutzung den Gefrierpunkt erreichen. In 2 m Tiefe liegt die minimale Temperatur bei ca. 5° C. Damit die durch den Wärmeentzug erfolgte Vereisung in der warmen Jahreszeit auftauen kann, sollte die Verlegetiefe nach VDI-Richtlinie 4640 1,20 - 1,50 m betragen. Um ein vollständiges Vereisen der Entzugsrohre zu verhindern, ist ein genügend großer Verlegeabstand zu wählen. Die Fläche oberhalb des Kollektors sollte nicht überbaut (beschattet und betoniert) und nicht mit tief wurzelnden Bäumen und Sträuchern bepflanzt werden.

Entscheidend für eine gute Entzugsleistung ist der Ausbau in mindestens feuchten, besser in

wassergesättigten Böden. Sie liegt in der Regel zwischen 20 und 40 W/m². Diese Bodenverhältnisse sind nicht überall in Schleswig-Holstein gleichmäßig vorhanden. Hierzu können Sie sich beim LANU beraten lassen oder geologische bzw. bodenkundliche Karten heranziehen. Die Grundwasserverhältnisse schwanken im jahreszeitlichen Mittel im Dezimeterbereich.

Mögliche spezifische Entzugsleistungen für Erdwärmekollektoren sind in Tabelle 1 aufgeführt. Dabei wurde von 1.800 Volllaststunden pro Jahr für reinen Heizbetrieb und 2.400 Volllaststunden pro Jahr für Heizung und Warmwasserbereitung ausgegangen. Bei Wärmeinleitung im Sommer (Kühlung, Solarthermie) sind höhere spezifische Entzugsleistungen möglich.

Tabelle 1: Spezifische Entzugsleistungen oberflächennaher Sedimente in Schleswig-Holstein für Erdwärmekollektoren (nach VDI 4640)

Untergrund	spezifische Entzugsleistung nach VDI 4640 Blatt 2	
	1.800 Volllaststunden/a	2.400 Volllaststunden /a
trockener, nicht bindiger Boden	10 W/m ²	8 W/m ²
bindiger Boden, feucht	20-30 W/m ²	16-24 W/m ²
wassergesättigter Sand/Kies	40 W/m ²	32 W/m ²

Die Temperatur des zum Erdwärmekollektor zurückkehrenden Wärmeträgermediums soll im Dauerbetrieb (Wochenmittel) den Grenzbereich von ±12 °C Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdreichtemperatur nicht überschreiten, bei Spitzenlast können es maximal ±18°C sein. Als Wärmeträgermedium wird ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch eingesetzt.

4.2. Erdwärmesonde

Gemäß VDI-Richtlinie 4640 ist die spezifische Wärmeentzugsleistung einer Erdwärmesonde abhängig von:

- **Wärmetransportvermögen** des Untergrundes
- **Anzahl der Betriebsstunden**
- **Gegenseitige Beeinflussung** bei einer Anzahl benachbarter Anlagen.

Bei erdgekoppelten Wärmepumpen ist ein hohes **Wärmetransportvermögen** des Untergrundes erwünscht, damit die dem Untergrund entzogene Wärme kontinuierlich aus dem Umgebungsmaterial nachgeführt wird. Die Wärmenachführung erfolgt durch Wärmeleitung des Untergrundmaterials sowie, wenn möglich, durch den (geringen) Fluss des Grundwassers.

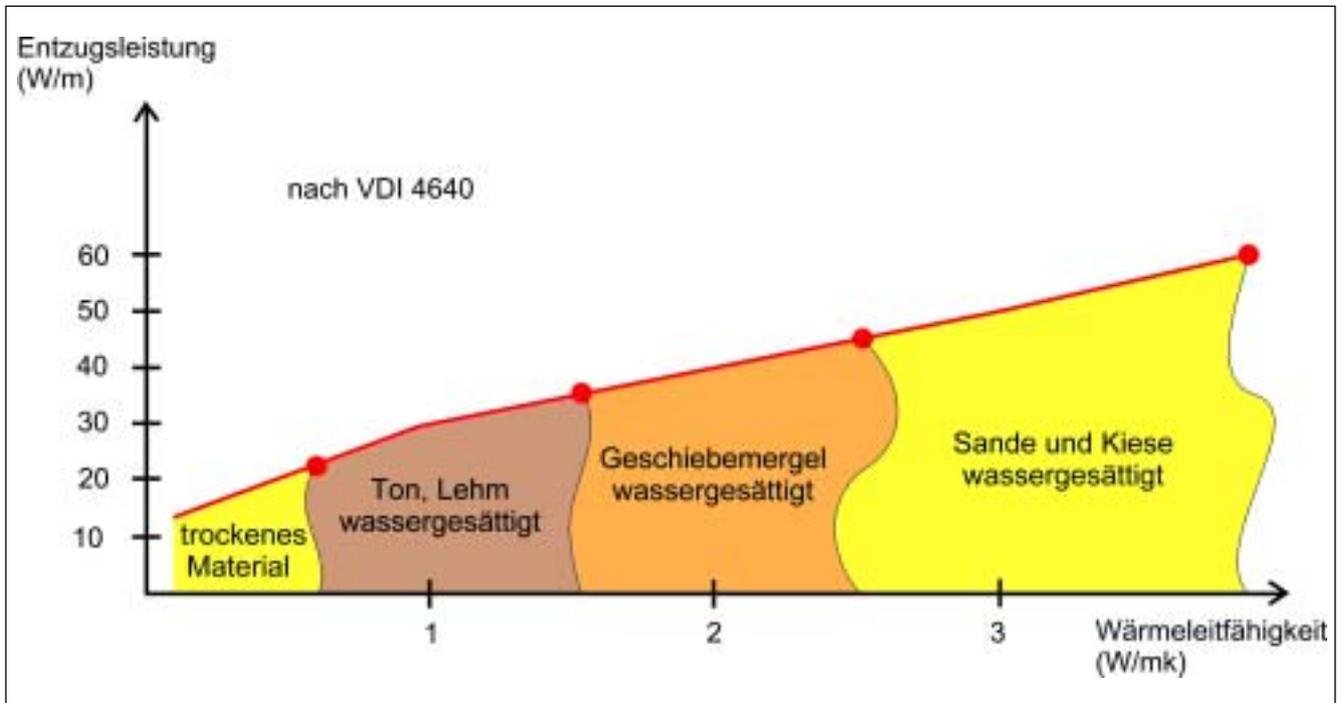


Abbildung 9: Spezifische Entzugsleistung in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes

Im Regelfall kann die Grundwasserbewegung, insbesondere in tieferen Grundwasserstockwerken, nicht quantifiziert werden. Daher basieren die Prognosen über realisierbare Entzugsleistungen für Erdwärmesonden lediglich auf der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes. Durch die Grundwasserbewegung ist ein zusätzlicher Wärmeentzug möglich. Diese Größe kann als Sicherheitszuschlag für die Sondendimensionierung angesehen werden.

Die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes hängt vom Mineralgehalt (Sand oder Ton), der Porosität und der Art der Porenfüllung ab. Luft ist ein schlechter Wärmeleiter, daher hat der trockene bzw. teilgesättigte Bereich oberhalb des Wasserspiegels nur eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Der Bereich oberhalb des Grundwasserspiegels ist daher für den Wärmeentzug wenig produktiv (siehe Abbildung 9).

In Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes, der Volllaststundenzahl und

dem Sondentyp sind Wärmeentzugsleistungen für Anlagen bis zu einer Heizleistung von 30 kW berechnet worden (VDI-Richtlinie 4640), die als Grundlage zur Dimensionierung von erdgekoppelten Wärmepumpen dienen.

Die Rahmenbedingungen hierfür sind:

- nur Wärmeentzug
- Länge der einzelnen Erdwärmesonden zwischen 40 m und 100 m
- kleinster Abstand zwischen zwei Erdwärmesonden:
5 m bei Sondenlängen von 40 m - 50 m
6 m bei Sondenlängen > 50 m bis 100 m
- Doppel-U Sonde oder Koaxialsonde > 60 mm Durchmesser
- nicht anwendbar bei einer größeren Anzahl kleiner Anlagen auf einem begrenzten Areal.

Unter diesen Bedingungen sind die in Tabelle 2 angegebenen spezifischen Entzugsleistungen zu erwarten:

Tabelle 2: Spezifische Entzugsleistungen oberflächennaher Sedimente in Schleswig-Holstein für Erdwärmesonden (nach VDI 4640)
 *Geschiebemergel ist ein Sand/Ton-Gemisch mit stark unterschiedlichen Gemischverhältnissen. In der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1 sind Wärmeleitfähigkeiten angegeben für Sand, Ton und Moränenmaterial, was am ehesten dem Geschiebemergel entspricht. Die Wärmeleitfähigkeit von Moränenmaterial liegt nach dieser Richtlinie zwischen denen von Sand und Ton. Da die thermische Leistung der Erdwärmesonde von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes bestimmt wird, schlagen wir als thermische Leistung bei Geschiebemergel 45 W/m vor.

Untergrund	Spezifische Entzugsleistung nach VDI 4640 Blatt 2	
	1.800 Volllaststunden/a	2.400 Volllaststunden/a
Kies, Sand , trocken	< 25 W/m	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	65-80 W/m	55-65 W/m
Ton, Lehm , feucht	35-50 W/m	30-40 W/m
Geschiebemergel*	*	45 W/m*

Informationen zum geologischen Aufbau am geplanten Standort sind unter genauer Ortsangabe beim Staatlichen Geologischen Dienst Schleswig-Holstein im LANU erhältlich. Anhand des so erhaltenen Schichtenaufbaus des

Untergrundes kann auf Basis der Schichtmächtigkeiten und der spezifischen Entzugsleistungen die zu erwartende Entzugsleistung der Erdwärmesonde berechnet werden. Ein Beispiel hierzu ist in Abbildung 10 gezeigt.

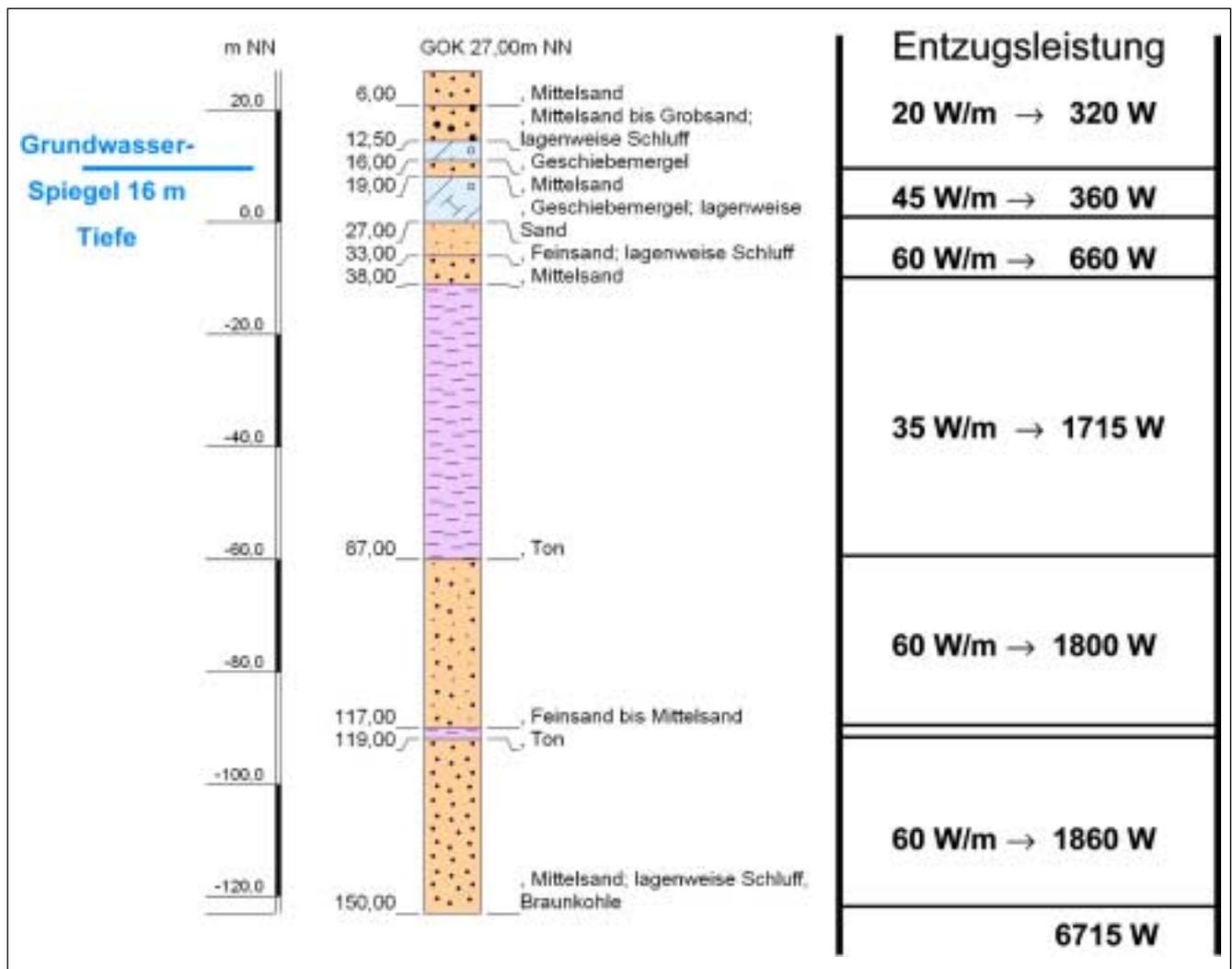


Abbildung 10: Beispiel zur Berechnung der Entzugsleistung einer Erdwärmesonde anhand des durch eine Bohrung belegten Untergrundaufbaus (2.400 h Volllastbetrieb)

Da in der Regel erst mit der Bohrung der tatsächliche Schichtaufbau des Untergrundes ermittelt wird, entscheidet sich vor Ort die endgültige Sondenlänge.

Bei größeren Geothermieanlagen kann dieser überschlägige Ansatz mittels eines **thermal response test**, durchgeführt durch ein Fachunternehmen, noch konkretisiert werden. Die spezifische summarische Entzugsleistung über die erbohrte Schichtenfolge (Probebohrung) wird direkt über eine Sonde ermittelt. Auf der Basis dieser Daten kann dann eine differenzierte Bemessung der benötigten Sonden erfolgen.

Die Dauer des Wärmeentzugs aus dem Untergrund (**Jahresbetriebsstunden**) ist zu beach-

ten, da mit zunehmender Volllaststundenzahl die Wärmeentzugsleistung stark abnimmt. Generell bringt eine Unterdimensionierung der Erdwärmesonden einen starken Wärmeentzug, geringere Wärmequellentemperaturen und eine kleinere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe mit sich. Im Dauerbetrieb (Wochenmittel) soll die Temperatur des zur Erdwärmesonde zurückkehrenden Wärmeträgermediums nicht mehr als ± 11 °C von der ungestörten Erdreichtemperatur abweichen, bei Spitzenlast ± 17 °C (nach VDI 4640). In Abbildung 11 ist gezeigt, wie die spezifische Entzugsleistung mit Zunahme der Jahresbetriebsstunden abnimmt. Im Dauerbetrieb (8.000 Stunden) sind nur noch 10 W/m realisierbar.

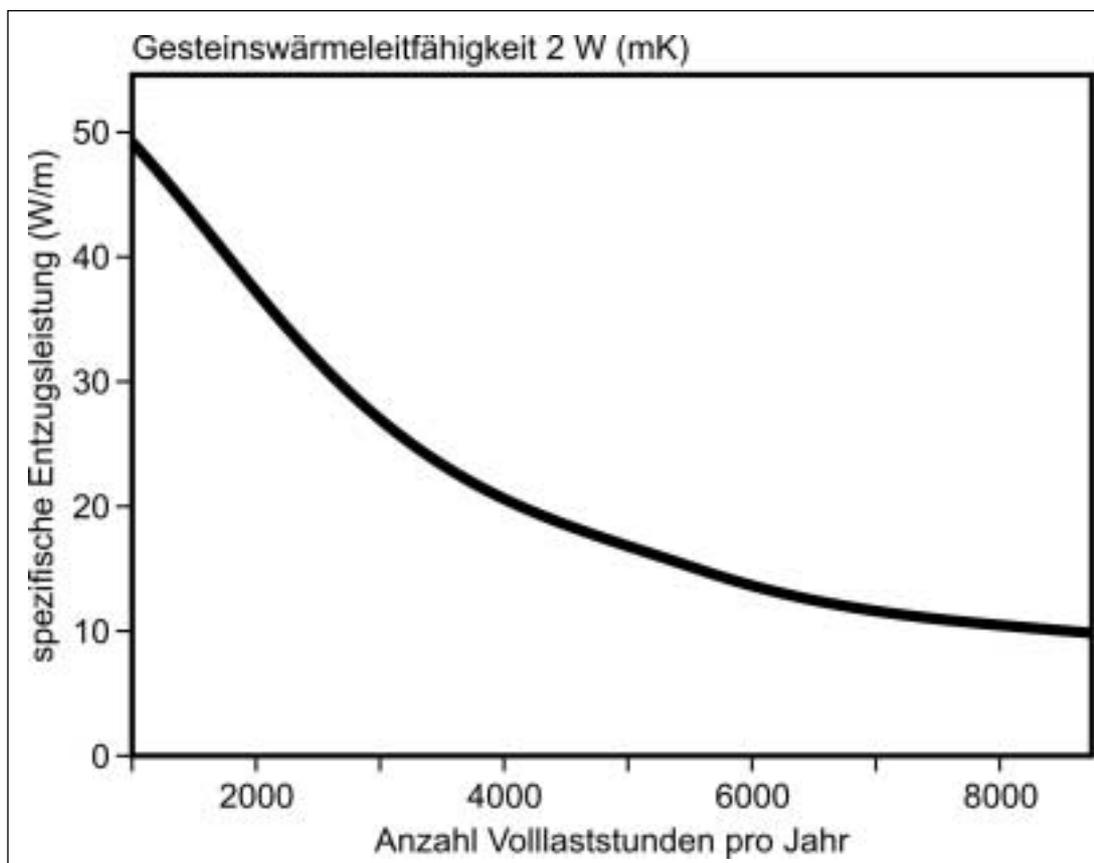


Abbildung 11: Zusammenhang zwischen Wärmeentzugsleistung und Anzahl der Volllaststunden pro Jahr

Die **gegenseitige Beeinflussung** von Erdwärmesonden ist im reinen Heizbetrieb zu beachten; sie macht meist eine deutliche Vergröße-

rung der Sondenlängen oder des Sondenabstands erforderlich.

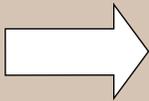
Was muss beachtet werden?

- Aufbau des Untergrundes
- Anzahl der Volllaststunden
- Anzahl der Sonden und deren Abstand

Mögliche Ursachen der Unterdimensionierung von Erdwärmesonden (EWS)

- Sondenlänge zu kurz
 - o nicht der Geologie angepasst (u.a. Grundwasserspiegel)
 - o falsch berechnet (Betriebsstundenzahl und /oder Jahresarbeitszahl der WP nicht beachtet, spätere Erhöhung des Heizbedarfs, benachbarte EWS nicht berücksichtigt)
- Mangelhafte Hinterfüllung der EWS
- Leckage

Folgen



- Leistungseinbußen der EWS
- bei (gleich) hoher Heizlast wird dem Untergrund mehr Energie entzogen als durch die natürliche Regeneration nachfließen kann
- Abnahme der Temperaturen in der EWS

Mögliche Schäden bei Unterdimensionierung von EWS

- Abnahme des Wirkungsgrades der Anlage, hohe Betriebskosten
- Ab einer Temperatur von ca. -5 °C im Rohrinne Eisbildung in den angrenzenden Schichten
- Bauschäden (Hebungen und Senkungen)
- Ab einer Temperatur von ca. -6 °C übt die Eisbildung Druck auf EWS aus – Verformung der EWS, geringerer Durchfluss, Erhöhung der Temperaturspreizung im Verdampfer, Absenken der Eintrittstemperaturen in der EWS
- Im Extremfall Vereisen der Soleumwälzpumpe, Abklemmen der EWS

5 Qualitätssicherung

Bei der effizienten Nutzung der oberflächennahen Erdwärme kommt es entscheidend auf die Rahmenbedingungen, die technische Durchführung und die Auswahl der Materialien an. Diese Komponenten bestimmen die Laufzeit und damit direkt die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Deshalb sollen im Folgenden wichtige Aspekte bei der Planung und dem Bau von Anlagen für die oberflächennahe Erdwärmennutzung angesprochen werden.

Technische Durchführung (Grundsatz)

Bei der Entscheidung zum Bau einer Erdwärmanlage sind mehrere Komponenten zu berücksichtigen. Eine Erdwärmanlage besteht aus den erdverlegten horizontalen Kollektoren oder vertikalen Sonden (Erdsonden), einer Verteilereinheit (Sammelbalken) und der Wärmepumpeneinheit, die mit dem Heizverteilersystem gekoppelt ist. Dadurch ergeben sich zwei Kreislaufsysteme.

Die Ausführung der baulichen und technischen Anlagen soll dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen. Dieser Stand der Technik ist den jeweils gültigen technischen Regelwerken des Deutschen Instituts für Normung e.V. (DIN) sowie den Richtlinien des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) und der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfachs e.V. (DVGW) zu entnehmen. Insofern werden im folgenden Text nur eine Auswahl von Normen und Richtlinien benannt.

Erdwärmekollektoren

Die Auslegung von Flächenkollektoren bedarf einer hinreichend genauen Bemessung. Hier gibt die VDI-Richtlinie 4640 einige Hilfestellung. Zur Vermeidung von Beschädigungen sind die Kollektoreinheiten im Sandbett zu verlegen und ggf. mit einem darüber eingelegten Warnband gegen später erfolgende Leitungsarbeiten zu versehen. Weitere Angaben fanden sich schon im Kapitel 4 Dimensionierung.



Abbildung 12 und 13: Bohrgerät (links) und Bohrkopf (Flügelmeißel und Rollenmeißel, rechts)

Erdwärmesondenbohrungen

Die Bohrungen sollten von einem versierten Bohrunternehmen mit nachweislichen Qualitätsmerkmalen (Zertifizierung nach DVGW W 120 oder gleichwertig; Angaben zu durchgeführten Erdwärme-Bauvorhaben; erfahrener Bohrmeister) erstellt werden.

Die Merkmale der **Bauleistungen** sind in einem vorab zu erstellenden Angebot anzugeben. Hierzu gehören folgende Leistungen mit Preisangaben:

- Einrichtung der Baustelle mit leistungsfähigem Bohrgerät bezogen auf die Tiefe der Bohrungen (Bohrverfahren)
- Bohrung oder Bohrungen mit Angabe der lfd. Meter und der zu erwartenden Bodenklassen. (In der Regel in Schleswig-Holstein Bodenklassen 1-5; in Ausnahmefällen Bodenklassen 6-7). Das Bohrloch sollte wegen des Platzbedarfes des Sondenbündels incl. Verpressrohr im Regelfall 180 mm betragen.
- Hindernisstunden bzw. Versetzen der Bohrstelle bei nicht zu beseitigenden Hindernissen
- Lieferung und fachgerechter Einbau der Erdwärmesonden (Datenblatt der Herstellerfirma incl. werksseitiger Druckprüfung)
- Abdichtung des Bohrlochs, mindestens bis zur Basis des Rohrgrabens (Zuleitung zum Haus), mit einer nachweislich geeigneten Ton-Zement Suspension einschließlich der Erstellung eines Verfüllprotokolls mit Mengenangabe
- Anbindung der vertikalen Erdwärmesonden zum Haus mittels Rohrgraben unterhalb der Frostgrenze, Verlegung des Vor-

und Rücklaufs, Einsanden und Verdichten des Rohrgrabens, Lieferung und Einbau Verteilerschacht, Verteiler (Sammelbalken) inkl. Isolierung, Druckwächtereinheit und Temperaturanzeige für Vorlauf und Rücklauf

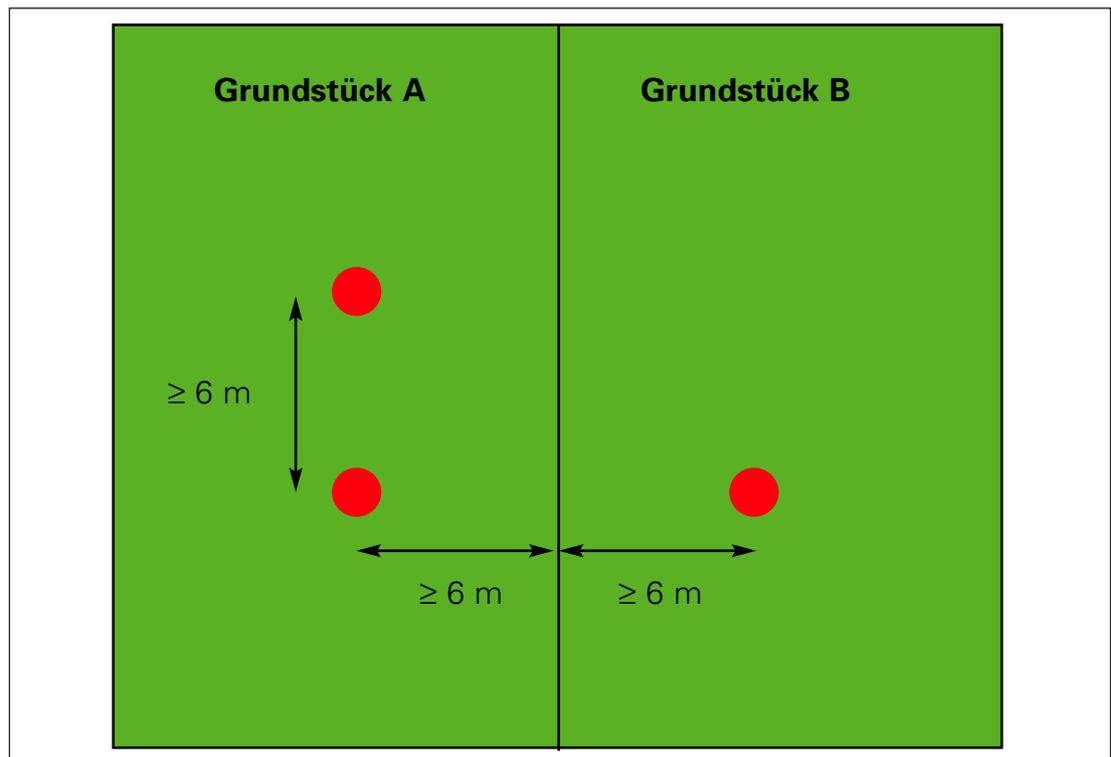
- Lieferung und Befüllung der Gesamtanlage mit Wärmeträgerflüssigkeit der Wassergefährdungsklasse 1, Spülung und Entlüftung der Anlage einschließlich des Protokolls zur Druckprüfung und Datenblatt
- Erstellen einer Anzeige bzw. Erstellen und Einreichen der Dokumentationsunterlagen bei der Unteren Wasserbehörde des Kreises / der kreisfreien Stadt. Bei Bohrungen über 100 m: Bohranzeige beim Landesbergamt. Grundsätzlich sind Lageplan und Schichtenverzeichnisse von Bohrungen an den Geologischen Dienst im LANU SH zu senden.

Standortauswahl bei Erdwärmesonden

Zur Durchführung von Bohrungen wird ein ausreichendes Baufeld benötigt. Der Platzbedarf beinhaltet das Aufstellen des Bohrgerätes mit der Möglichkeit der Verschiebung bei Mehrfachsonden und/oder Hindernissen, Aufstellen von weiteren bohrtechnischen Zusatzanlagen und die Zwischenlagerung von Material.

Die Lage des Bohrplatzes ist konzeptionell mit der Gesamtanlage und den übrigen Ver- und Entsorgungsleitungen abzustimmen. Kurze Wege zum Hausanschluss sind zu bevorzugen. Allerdings sollte ein Mindestabstand von 2 m zum Gebäude aus Standsicherheitsgründen eingehalten werden.

Abbildung 14:
Abstände von Erdwärmesonden (bei Sondentiefen bis 50 m: ≥ 5 m; bei Sondentiefen von 100 m: ≥ 6 m)



Bei der Erstellung von mehreren Erdwärmesonden ist die Festlegung der Lage wichtig. Zur Vermeidung der gegenseitigen Beeinflussung sollte ein Abstand der einzelnen Sonden von mindestens 5 m eingehalten werden (Anlagen mit einer Heizleistung < 30 kW). Dies gilt sinngemäß auch als Abstand zur Grundstücksgrenze. Damit ist gewährleistet, dass sich benachbarte Anlagen unterschiedlicher Betreiber nicht gegenseitig beeinflussen.

Sondenmaterial

Als Erdwärmesondenmaterial ist hochwertiges und nachweislich langlebige PE-HD-Material aus Erst-Granulat einzusetzen. Die Herstellung erfolgt auf Basis der DIN 8074 und DIN 8075. Die Sonden bestehen aus einem Sondenfuß und den Sondenrohren ohne weitere Schweißmuffen im Vertikalstrang. Der Sondereinbau erfolgt in der Regel als Doppel-U-Rohr. Die gängigen Rohrdurchmesser liegen zwischen DN 25 und DN 40.



Abbildung 15 und 16: Einbringen des Sondenbündels mittels Haspel (links) und Sondenfuß mit Gewicht (rechts)

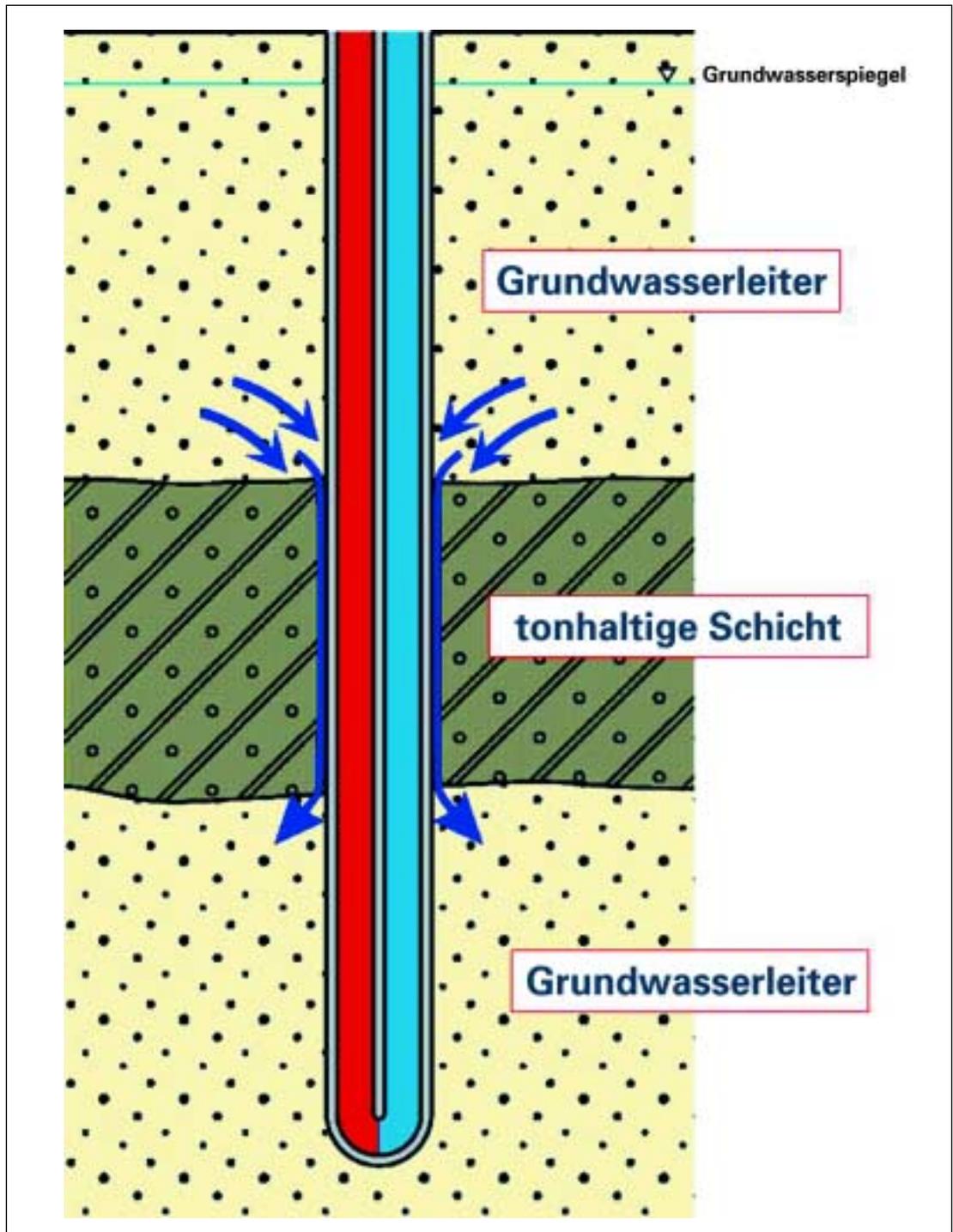
In der Regel wird das Sondenmaterial werksseitig auf die vorher bestimmte Länge vorgefertigt und geprüft. Auf der Baustelle kann dann das benötigte Sondenbündel (Doppel-U-Rohr) über eine Haspel mittels eines am Sondenfuß angebrachten Gewichtes in das Bohrloch eingebracht werden.

Abdichtung des Bohrlochs

In Schleswig-Holstein werden bei Erdwärmesonden-Bohrungen erfahrungsgemäß mehrere Grundwasserstockwerke durchbohrt. Zur Vermeidung von hydraulischen Kurzschlüssen ist es aus wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Gründen notwendig, das Bohrloch

nach Einbringung des Sondenmaterials abzudichten. Hierzu stehen mehrere Ton / Zement oder Ton / Zement / Quarzmehl - Fertigmischungen, die häufig auch als Trockenmörtel (Produktbezeichnung) angeboten werden, mit geprüfter Eignung zur Verfügung. Die werksseitig erstellte Trockenmischung wird auf der Baustelle mit Wasser zu einer verpressfähigen Suspension angemischt und über ein zentriertes Verpressrohr im Sondenbündel von unten nach oben im Bohrloch bis zur Geländeoberkante verpresst. Es erfolgt eine vollständige Abdichtung, die über das eingebrachte Volumen und den Verpressdruck dokumentiert wird.

Abbildung 17:
Mögliche Wasser-
wegsamkeiten bei
nicht abgedichteten
Sonden



Das Abdichtungsmaterial härtet im Bohrloch aus. Es bleibt allerdings halbplastisch. Jedoch ist nicht jede Ton / Zement Mischung gleichermaßen geeignet. Folgende Kriterien sollten berücksichtigt werden:

- Nachweis der Dichtungseigenschaften
- Hohe Wärmeleitfähigkeit
- Ausreichende Suspensionsdichte und Druckfestigkeit
- Frostsicherheit
- Nachweis der Umweltverträglichkeit des Baustoffs

Mittlerweile gibt es spezielle Fertigmischungen, die insbesondere unter Berücksichtigung

einer hohen Wärmeleitfähigkeit weiterentwickelt wurden.

In einigen Landesteilen Schleswig-Holsteins treten artesische Grundwasserverhältnisse und Bereiche mit oberflächennahen höher mineralisierten Grundwässern auf. Da die dauerhafte Funktion der Abdichtung gewährleistet werden muss, sind hier weitere Eigenschaften nachzuweisen:

- Ausreichende Suspensionsdichte und Druckfestigkeit bei artesischen Grundwasserverhältnissen
- Resistentes Quell- und Abbindeverhalten bei höher mineralisierten Grundwässern (Salzwassereinfluss)



Abbildung 18: Beispiel eines Sammelbalkens für den Anschluss von Erdwärmesonden

Druckprüfung des SONDENSYSTEMS / Kollektorensystems mit Überwachung

Die Dichtheit der erdgebundenen Anlage ist durch eine Druckprüfung nach DIN 8901 durchzuführen und zu dokumentieren. Vor Inbetriebnahme muss das Gesamtsystem einer Druckprüfung mit dem 1,5-fachen Betriebsdruck unterzogen werden. Der maximale Betriebsdruck beträgt bei Anlagen mit Absicherung als „geschlossenes System“ 3 bar. Zur Leckageüberwachung wird die Anlage mit einem Druckwächter ausgestattet.

Wärmeträgerflüssigkeit

Die Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert im erdgebundenen Kreislaufsystem und ist ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel (Glykole, Salze). Grundsätzlich darf das Wärmeträgermedium nur nicht-wassergefährdende Stoffe oder Stoffe der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) enthalten. Der Einsatz des jeweiligen Frostschutzmittels ist nach Art (Datenblatt) und Menge zu dokumentieren.

Die Zuleitung zum Gebäude bzw. zum Sammel-schacht sollte mit ansteigendem Gefälle ausgeführt werden. Dadurch wird beim Befüllen der Anlage die Bildung von Luftpolstern in den Zuleitungen vermieden.

6 Rechtliche Rahmenbedingungen

Bergrechtliche Aspekte

Erdwärme gilt nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2b Bundesberggesetz (BBergG) als „bergfreier Bodenschatz“. Dies bedeutet, dass sich das Eigentum an einem Grundstück nicht auf die Erdwärme erstreckt. Für die Aufsuchung der Erdwärme bedarf es daher einer Erlaubnis nach § 7 BBergG und für die Gewinnung einer Bewilligung nach § 8 BBergG.

Wenn die Erdwärme „in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstiger städtebaulicher Nutzung gelöst oder freigesetzt wird“ (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG), liegt jedoch keine Gewinnung im bergrechtlichen Sinne vor. Dies ist u. a. dann gegeben, wenn bei der Erdwärmegewinnung die Energie über einen Mittler, z. B. eine Wärmepumpe, gewonnen werden muss, weil das natürliche Energiegefälle für die Erdwärmennutzung nicht ausreicht.

Eine Bewilligung nach § 8 BBergG ist deshalb regelmäßig nicht erforderlich, wenn die Erdwärme mit Hilfe einer Wärmepumpe gewonnen wird.

Um gegenseitige thermische Einflüsse auszuschließen, wird für Ein- oder Zweifamilienhäuser mit einer Heizleistung von bis zu 30 kW empfohlen, einen Abstand zwischen Erdwärmesonde und Grundstücksgrenze von 5 m bzw. von 10 m zur nächsten Erdwärmesonde einzuhalten.

Unabhängig hiervon sind Bohrungen, die mehr als 100 m in den Boden eindringen sollen, nach § 127 BBergG der Bergbehörde vom Auftraggeber der Bohrung oder dem beauftragten Bohrunternehmer anzuzeigen. Aufgrund dieser Bohranzeige entscheidet die Bergbehörde, ob für die Bohrung, aus Rücksicht auf den Schutz Beschäftigter oder Dritter oder wegen der Bedeutung der Bohrung, ein Betriebsplan nach § 51 ff. BBergG erforderlich ist.

Hält die Bergbehörde einen solchen Betriebsplan für nicht erforderlich, bestätigt sie lediglich die Bohranzeige. Ist im Einzelfall ein Betriebsplan erforderlich, werden im Zulassungsverfahren nach § 55 ff. BBergG auch andere

betroffene Behörden von der Bergbehörde beteiligt. Stellt eine der im Betriebsplan beschriebenen Tätigkeiten (z.B. Bohrungen im Grundwasser, vorübergehende Grundwasserentnahme, Pumpversuche) einen Benutzungstatbestand im Sinne des WHG dar, entscheidet die Bergbehörde unter Beteiligung der zuständigen unteren Wasserbehörde auch über die dafür erforderliche wasserrechtliche Erlaubnis.

Wasserrechtliche Aspekte

Da beim Betrieb von Erdwärmesonden Grundwasser weder entnommen noch eingeleitet wird, liegt keine Gewässerbenutzung im rechtlichen Sinne vor. Eine wasserrechtliche Relevanz liegt jedoch darin, dass jede Erschließung von Grundwasservorkommen potentiell mit Risiken für die Grundwasserbeschaffenheit verbunden ist. Das Landeswassergesetz (§ 7 LWG) sieht daher eine Anzeigepflicht für Bohrungen ab 10 m Tiefe vor. Das Vorhaben ist mindestens vier Wochen vor Beginn der Ausführung der jeweils zuständigen unteren Wasserbehörde des Kreises (siehe Adressenliste im Anhang) anzuzeigen. Das entsprechende Anzeigeformular finden Sie ebenfalls im Anhang.

Folgende Unterlagen sind in der Regel gemeinsam mit dem ausgefüllten Formular bei der unteren Wasserbehörde einzureichen:

- ein Übersichtslageplan (1:5.000)
- ein Detaillageplan (1:500 bis 1:2.000, mit Angaben zur Lage der Bohrpunkte und zum Rohrleitungsverlauf)
- ein Zertifizierungsnachweis des Bohr- oder Brunnenbauunternehmens nach DVGW W120 oder entsprechende Qualifikation
- Sachkundenachweis des Bohrgeräteführers nach DIN 4021, Ziffer 6.1.3
- eine Darstellung des erwarteten Schichtenprofils und der Grundwasserhältnisse
- eine Beschreibung der Sondenanlage (Produktinformation des Herstellers, im System verwendete Flüssigkeiten mit den entsprechenden Unbedenklichkeitserklärungen)
- eine Beschreibung der Bohr- und Wiederabdichtungstechnik

Nach der Prüfung und Beurteilung des Vorhabens trifft die untere Wasserbehörde Anordnungen zum Schutz des Grundwassers. Schädliche Veränderungen des Grundwassers können sowohl während der Bauphase als auch durch den Betrieb der Anlage eintreten. Mit der Bohrung werden ggf. mehrere Grundwasserstockwerke im Untergrund durchfahren und damit potentielle Wegsamkeiten zwischen den Grundwasserstockwerken bzw. hydraulische Verbindungen der Wasserleiter geschaffen. Schadstoffe aus schädlichen Bodenverunreinigungen oder aus vorhandenen Grundwasserverunreinigungen können so auf direktem Wege von der Oberfläche in tiefere Grundwasserleiter gelangen.

Bei unsachgemäßer Bauausführung der Erdwärmeeinrichtung kann während des Betriebes die Gefahr des Austretens des Wärmeträgermittels bestehen. Da es sich hierbei um einen wassergefährdenden Stoff (Wassergefährdungskategorie 1) handelt, ist das Risiko einer Gewässerverunreinigung gegeben.

Eine Gefährdung kann auch die sich durch den Wärmeentzug verändernde Temperatur des Grundwassers darstellen. Ein übermäßiger Entzug kann insbesondere bei einer falschen Dimensionierung der Anlage auftreten. Die Anlage sollte daher mit einer entsprechenden Temperaturanzeige ausgerüstet werden, durch die der Betrieb der Erdwärmeeinrichtung durch den Betreiber überwacht werden kann.

Welche Anordnungen ein Bescheid üblicherweise enthalten kann, ist in Kapitel 7 aufgeführt.

Erdwärmesonden in Wassergewinnungs- und -schutzgebieten

In Bezug auf die wasserrechtliche Beurteilung stellen ausgewiesene Wasserschutzgebiete eine Besonderheit dar. Für die Errichtung einer Erdwärmeeinrichtung ist in der Regel eine Erlaubnis bzw. eine Ausnahmegenehmigung erforderlich. Die wasserrechtliche Anzeige (Anzeigeformular im Anhang) kann in diesem Fall gleichzeitig auch als Antragsformular verwendet werden. Von der Vorgehensweise unterscheidet sich das Erlaubnisverfahren kaum vom Anzeigeverfahren.

In Wasserschutzgebieten und innerhalb der Einzugsgebiete von Wasserwerken, die für die öffentliche Trinkwasserversorgung von Bedeutung sind (Jahresentnahme von mehr als 100.000 m³), hat die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser Vorrang vor anderen Nutzungen. In diesen Wassergewinnungsgebieten sind Restrisiken, die aus der Errichtung und dem Betrieb von Erdwärmesonden herrühren können, auszuschließen. Aus diesem Grund ist die Errichtung von Erdwärmesonden in der Regel

- im Umkreis von 100 m um die Entnahmepunkte nicht zulässig,
- bis zu einer Entfernung von 1 km im Anstrom vom Brunnen ausschließlich oberhalb des Nutzhorizontes zulässig und
- ab einer Entfernung von 1 km im Anstrom vom Brunnen im Einzelfall auch im Nutzhorizont zulässig, wenn dies in Hinblick auf die angestrebte Wärmeleistung zwingend erforderlich ist und alternative Ausbaumöglichkeiten nicht realisierbar sind. In diesen Fällen gelten erhöhte Anforderungen an die Überwachung der Bohrarbeiten.

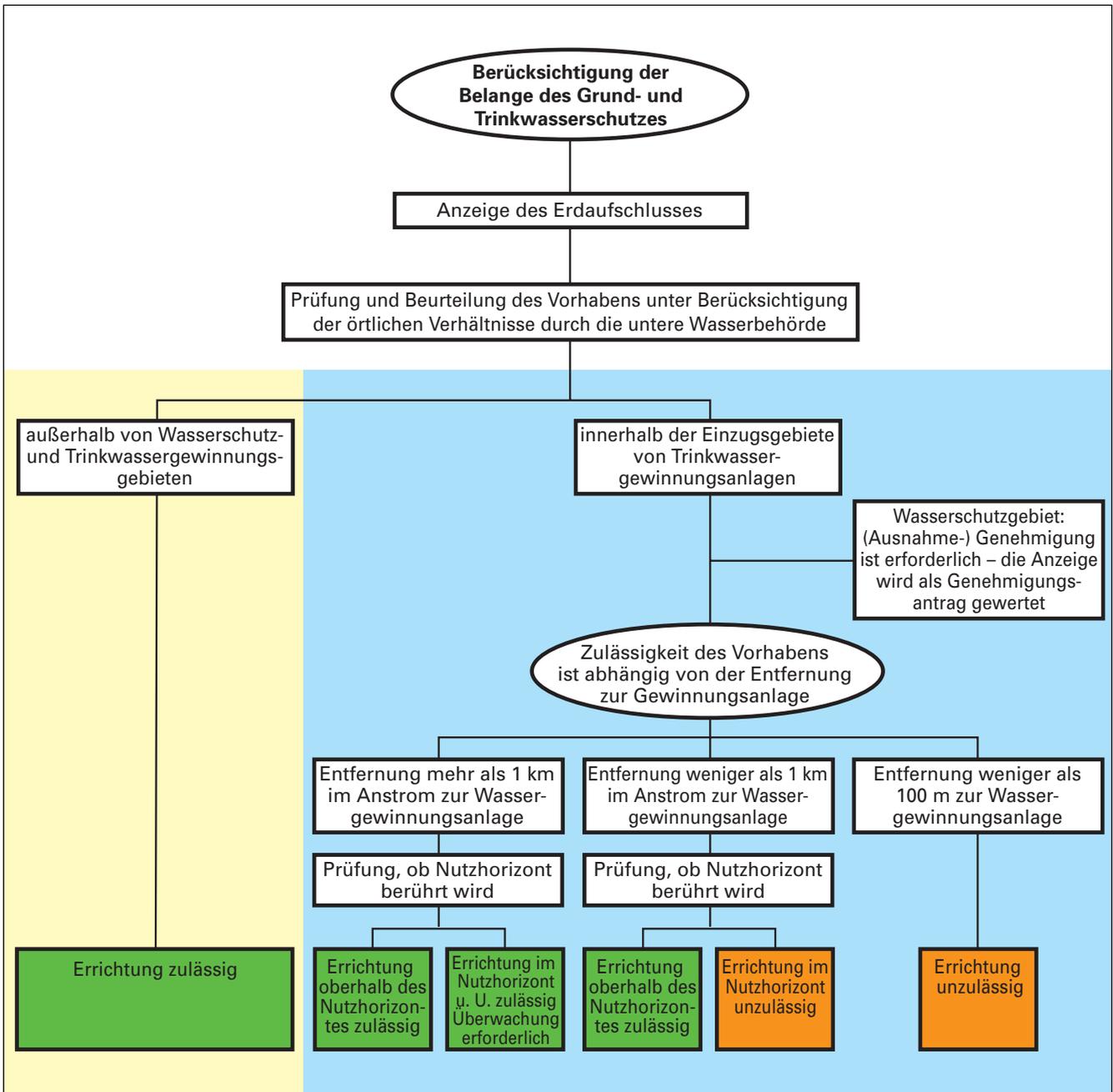


Abbildung 19: Wasserrechtliches Prüfschema

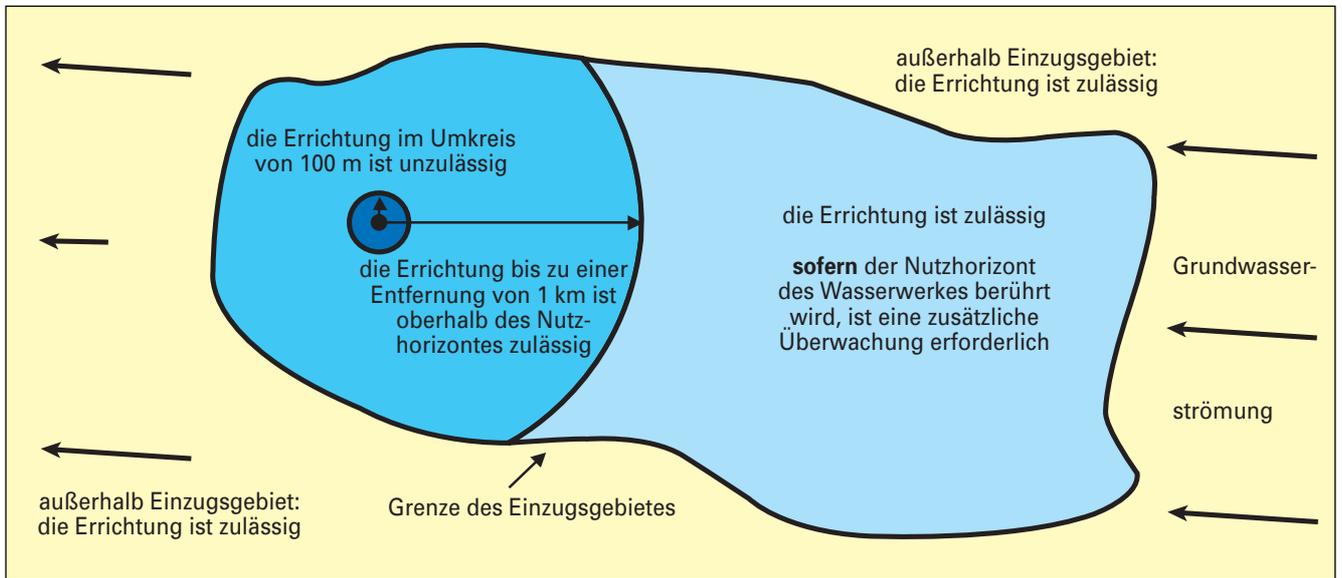


Abbildung 20: Räumliche Abgrenzung in Trinkwassereinzugsgebieten; schwarzer Punkt: Brunnen

Je nach Standortbedingungen und baulicher Ausführung sind Abweichungen von dem dargestellten Verfahrensweg möglich. Es wird daher empfohlen, schon während der Planungs-

phase die untere Wasserbehörde zu kontaktieren, um Anforderungen an die Errichtung der Erdwärmesonden rechtzeitig in die Planungen einfließen lassen zu können.

7 Checklisten - Mögliche wasserrechtliche Anordnungen – Musteranzeigen

Checkliste für die Planung oberflächennaher Geothermieanlagen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

1) Wie groß ist die erforderliche Heizleistung? Wärmebedarfsrechnung durchführen:

- Welcher Haustyp nach Wärmeschutzverordnung (Klassifizierung) bzw. Energiepass?
- Wie groß ist die zu beheizende Gesamtfläche?
- Wie sind die Heizflächen ausgelegt? Niedertemperaturheizung wird empfohlen.
- Soll die Warmwassererwärmung mit der Heizungswärmepumpe erfolgen?
- Soll eine Abluft-Wärmerückgewinnung integriert werden?
- Soll die Wärmepumpe mit einer Solarthermieanlage oder Kühlung kombiniert werden?

2) Sind die baulichen Voraussetzungen vorhanden?

- Ist die Genehmigung des Energie-Versorgungsunternehmens notwendig?
- Kann die Wärmepumpe ohne großen Aufwand in das (bestehende) Heizungsnetz eingebunden werden?
- Ist ein geeigneter frostfreier Raum für die Aufstellung der Wärmepumpe vorhanden?
- Ist ein Fundament für die Wärmepumpe vorhanden?
- Wie ist ein Elektroanschluss realisierbar?
- Allgemeine Vorschriften, Richtlinien und bauliche Gegebenheiten beachten!

3) Was ist beim Anschluss der Erdreichkollektoren zu beachten?

- Ist nach entsprechender Berechnung der Kollektorfläche genügend Grundfläche auf dem Grundstück vorhanden?
- Ist die Fläche frei von Beton und Bäumen?
- Kann der Erdreichkollektor in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 Meter verlegt werden?
- Können die Rohre des Erdreichkollektors mit Steigung zum Verteiler verlegt werden?

- Kann der Vor- und Rücklaufverteiler außerhalb des Gebäudes installiert werden? Ist er für spätere Revisionen zugänglich angeordnet worden?
- Bestehen die Rohrleitungen und Armaturen aus korrosionsbeständigem Material?
- Sind die Rohrleitungen der Wärmequelle im Gebäude Dampf-diffusionsdicht isoliert?
- Ist vor der Inbetriebnahme die Anlage mit Sole (Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch) gefüllt und abgedrückt worden?
- Ist die Umwälzpumpe Sole- und Schwitzwasser – beständig?

4) Was ist beim Anschluss der Erdwärmesonden zu beachten?

- Ist die Anzeige bei der unteren Wasserbehörde erfolgt?
- Sind Auflagen hinsichtlich der Genehmigung bekannt?
- Ist bei Bohrungen von mehr als 100 Meter Tiefe das Vorhaben der Bergbehörde angezeigt worden?
- Ist genügend Platz für die Erdbohrung (Bohrgerät und Auffangbecken) vorhanden?
- Kann der Vor- und Rücklaufverteiler außerhalb des Gebäudes installiert werden? Ist er für spätere Revisionen zugänglich angeordnet worden?
- Können die Rohre der Erdwärmesonde mit Steigung zum Verteiler verlegt werden?
- Bestehen die Rohrleitungen und Armaturen aus korrosionsbeständigem Material?
- Sind die Rohrleitungen der Wärmequelle im Gebäude Dampf-diffusionsdicht isoliert?
- Ist vor der Inbetriebnahme die Anlage mit Sole (Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch) gefüllt und abgedrückt worden?
- Ist die Umwälzpumpe Sole- und Schwitzwasser – beständig?

5) Was ist bei der Auslegung des Erdreichkollektors und der Erdwärmesonde zu beachten?

- Ist der unterschiedliche Schichtenaufbau des Untergrundes mit den jeweiligen spez. Wärmeentzugsleistungen berücksichtigt worden? (besonders der Grundwasserstand)
- Ist die Anzahl der Volllastbetriebsstunden (Warmwasserbereitung) berücksichtigt worden?
- Ist beim Verpressen des Bohrloches eine Ton-Zement-Suspension gewählt worden, die den Wärmeübergang vom Gestein auf die Erdwärmesonde nicht behindert?

Die Berechnung und Auslegung der Anlage sollte durch ein versiertes Fachunternehmen oder ein versiertes Ingenieurbüro erfolgen. Hierzu können die Industrie- und Handelskammern (IHK), die Ingenieur- und Architektenkammer und der Baugewerbeverband mit den angeschlossenen Innungen Auskunft geben.

Mögliche wasserrechtliche Anordnungen

Generelle Anordnungen zum Bau und Betrieb von Erdwärmesonden:

1. Mit der Baudurchführung dürfen nur Unternehmen beauftragt werden, die nach DVGW W 120 in den Gruppen G1 und/oder G2 oder gleichwertig zertifiziert sind und den Sachkundenachweis für Bohrgeräteführer gemäß DIN 4021 vorlegen können.
2. Für die Bohrungen gelten die Anforderungen des DVGW-Regelwerkes. Insbesondere sind bei der Erstellung der Bohrung die DVGW-Arbeitsblätter W 115 und W 116 zu beachten.
3. Eine Versickerung des Bohrspülwassers ohne Spülmittelzusätze oder mit Zusätzen nicht wassergefährdender Stoffe ist nur über den bewachsenen Boden und entsprechend der Bestimmungen des Bundes-Bodenschutzgesetzes (außerhalb von Altlasten, altlastverdächtigen Flächen, Flächen mit schädlicher Bodenveränderung und Verdachtsflächen) zulässig.
4. Die Bohrungen sind so abzudichten, dass jegliche Verunreinigungen des Bodens oder des Grundwassers ausgeschlossen sind. Der Bohrlochringraum ist vollständig von unten nach oben mit einer für die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse geeigneten Suspension zu verpressen.

5. Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne der Bohrungen sind an die untere Wasserbehörde und das Landesamt für Natur und Umwelt zu übermitteln.
6. Schweißungen an der Sonde sind nur dann zulässig, wenn eine normgerechte Schweißausrüstung und die Qualifikation des Schweißenden vorhanden sind und nach Vorgaben der einschlägigen Schweißrichtlinien erfolgen.
7. Schweißstellen, welche später vom Erdreich bedeckt sind, sind zu dokumentieren.
8. Nach Fertigstellung des Sondereinbaus ist deren Dichtigkeit entsprechend VDI 4640 Blatt 2 Nr. 5.2.3 zu überprüfen und durch ein Protokoll zu dokumentieren.
9. Einwandige Anlagen oder Anlagenteile im Boden oder Grundwasser dürfen als Wärmeträgermittel nur wassergefährdende Stoffe der WGK 1 mit einem maßgebenden Volumen von bis zu 450 Liter enthalten.
10. Die Anlagen und Anlagenteile müssen durch Systeme zur Leckage-Erkennung gesichert sein (z. B. Druck-/Strömungswächter). Der Betreiber hat den Sondenkreislauf und den Druckwächter monatlich zu kontrollieren.
11. Bei Undichtigkeiten der unterirdischen Anlage ist die Wärmeträgerflüssigkeit unverzüglich auszuspülen und zu entsorgen. Die Leckage ist der unteren Wasserbehörde anzuzeigen.
12. Nach Außerbetriebnahme bzw. Stilllegung der Anlage ist die Wärmeträgerflüssigkeit aus dem Sondenkreislauf zu entfernen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Sonden sind vollständig mit dauerhaft abdichtendem Material zu verpressen. Die ordnungsgemäße Stilllegung ist der unteren Wasserbehörde vorab anzuzeigen.

Hinweis: Um zu verhindern, dass sich die Auswirkungen mehrerer Anlagen aufsummieren und damit zu schädlichen Auswirkungen führen können, ist ein Abstand zur Grundstücksgrenze von 5 m einzuhalten. Dieser reicht z. B. bei Ein- oder Zweifamilienhäusern im Allgemeinen aus, den Wärmeentzug in Boden und Grundwasser so gering zu halten, dass keine nachteilige Veränderung zu besorgen ist, selbst wenn in einem Wohngebiet in jedem Grundstück eine Wärmepumpe eingebaut ist.

Zusätzliche Anordnungen:

In gesamten Gewinnungs- oder Schutzgebiet:

- Die durch die Bohrarbeiten anfallenden Feststoffe und Bohrspülwasser mit wassergefährdenden Spülmittelzusätzen sind fachgerecht zu entsorgen. Ein entsprechender Entsorgungsnachweis ist der Wasserbehörde vorzulegen.
- Über die Ergebnisse der Kontrollen des Sondenkreislaufes und der Druckwächter hat der Betreiber ein Betriebsbuch zu führen und dieses auf Verlangen der unteren Wasserbehörde vorzulegen.

In mehr als 1 km Entfernung von der Gewinnungsanlage, im Nutzhorizont:

- Wird das für die Trinkwasserversorgung genutzte Grundwasserstockwerk erschlossen, muss ein nachweislich geeignetes Ton-Zement-Gemisch mit ausreichender Suspensionsdichte, Druckfestigkeit und

geringen Durchlässigkeiten verwendet werden.

- Der sachgemäße Ausbau der Erdwärmesonde im Nutzhorizont ist von einem unabhängigen Ingenieurbüro / geologischen Büro verantwortlich zu überwachen. Das mit der Überwachung beauftragte Büro ist unter Beifügung entsprechender Referenzen der Wasserbehörde im Voraus mitzuteilen.

In weniger als 1 km Entfernung zur Gewinnungsanlage, oberhalb des Nutzhorizontes:

- Der über dem für die Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasserstockwerk liegende Stauer darf nicht durchteuft werden. Die Bohrtiefe ist auf maximal (x)* m unter GOK begrenzt.

*ist von der Wasserbehörde festzulegen

Auftraggeber: _____

Plz., Wohnort: _____ Straße: _____

Tel.: _____

Kreis _____ - Der Landrat

Untere Wasserbehörde

Behördenangaben

Gem.Kennz.:

G.-K. Koord.: rechts: 35____,____

hoch : 59____,____

**Anzeige § 7 Landeswassergesetz (LWG)
Erdaufschlüsse zur Errichtung von Erdwärmesonden**

1. Allgemeine Angaben

Gemeinde: _____ Gemarkung: _____

Flur: _____ Flurstück: _____

Straße, Nr.: _____ Bebauungsplan-Nr.: _____

Übersichtskarte 1:5.000, Nr.: _____ mit Lage des Grundstücks

Lageplan 1:500 bis 1:2.000, Nr.: _____ mit genauer Lage des Erdaufschlusses

(besonders zu Gebäuden, Grundstücksgrenzen und Gewässern)

sofern bekannt: Lage im/ in Wasserschutzgebiet altlastverdächtigere Fläche geschützter Biotopfläche

Bohrunternehmen: _____

Plz., Ort, Straße: _____

Anlagenplaner: _____

Plz., Ort, Straße: _____

Änderungen sind der Wasserbehörde kurzfristig mitzuteilen!

2. technische Angaben zum Erdaufschluss:

voraussichtliche Tiefe: _____m Bohrdurchmesser [cm]: _____

Bohrverfahren: _____

zu erwartende Grundwasserverhältnisse: _____

Bohrspülmittelzusatzmittel: _____ Wassergefährdungsklasse (WGK): _____

Entsorgung des Spülmittels: _____

Verpressmittel: _____

Geplanter Durchführungszeitraum: _____

3. Angaben zur Erdwärmesonde

Anzahl der Sonden: _____ Rohrdurchmesser: _____

Sondenmaterial: _____

Sondenart: U-Sonde Doppel-U-Sonde _____

Volumeninhalt der Sonden in l: _____

Sole- und Kältemittel: _____ WGK: _____

Beizufügende Unterlagen:

Zertifizierung nach DVGW W 120 oder entsprechende Eignung

Sachkundenachweis des Bohrgeräteführers nach DIN 4021, Ziffer 6.1.3

ggf. Darstellung des erwarteten Schichtenprofils

Herstellerinformation zum Abdichtungsmaterial

Sicherheitsdatenblatt des Wärmeträgermediums

Herstellerinformation der Sonde

Die Hinweise auf Seite 3 wurden zur Kenntnis genommen.

Die Herstellung der Erdwärmesondenanlage wird entsprechend der VDI 4640 durchgeführt.

Datum/Stempel und Unterschrift
der ausführenden Firma

Datum und Unterschrift
des Auftraggebers

Achtung: Die Zusendung dieser Bohranzeige entbindet nicht von der Verpflichtung des Bauherrn, dem zuständigen Geologischen Dienst (LANU) die Bohrinformation (z.B. Schichtenverzeichnis) zur Verfügung zu stellen.

Absender:

Straße

PLZ, Ort

Tel.:

Fax:

Bohrungsname

(wird vom LANU ausgefüllt)

Landesamt für Natur und Umwelt
des Landes Schleswig-Holstein
Abteilung Geologie und Boden
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek

Fax-Nr.: **04347 / 704 – 502**

Seitenzahl:

Anzeige von Bohrung(en)

Gemäß Lagerstättengesetz (Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten, zuletzt geändert durch Neuntes Euro-Einführungsgesetz vom 10. November 2001, BGBl. I S. 2992, 2999) muss die Bohrinformation jeder abgeteufte Bohrung dem zuständigen Geologischen Dienst zur Verfügung gestellt werden. In Schleswig-Holstein ist das LANU der zuständige Geologische Dienst.

1. Anzahl der Bohrung(en): vorgesehene Endteufe: vorrausichtlicher Bohrbeginn:
2. Lage der Bohrung(en) (bei mehreren bitte entsprechende Liste beifügen): Rechtswert: <input type="checkbox"/> aus Karte abgegriffen <input type="checkbox"/> aus Umweltatlas ermittelt <input type="checkbox"/> eingemessen Hochwert: oder Gemeinde, Ort: Gemarkung/Ortsteil: Straße, Hausnummer oder Flur/Flurstück: oder <input type="checkbox"/> siehe Eintragung in beigelegter Karte (z.B. topografische Karte mit nachvollziehbaren Orientierungspunkten)
3. Ausführende/ Ansprechpartner: Bohrfirma: ggf. Planer: Straße: Straße: PLZ, Ort: PLZ, Ort: Tel.: Fax: Tel.: Fax:
4. Auftraggeber: Firma/Name: Straße: PLZ, Ort: Tel.: Fax:
5. Bohrzweck: <input type="checkbox"/> Erdwärmesonde(n) <input type="checkbox"/> sonstiger:
6. Bohrverfahren: <input type="checkbox"/> Kernbohrung <input type="checkbox"/> Trockenbohrung <input type="checkbox"/> Spülbohrung <input type="checkbox"/> sonstige/ ergänzende Angaben
7. Aufbewahrungsort der Proben:

Firmenstempel

Ort, Datum, Unterschrift

8 Anschriften der zuständigen Behörden in Schleswig-Holstein

Geologischer Dienst Schleswig-Holstein:

Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

Abt.5 Geologie und Boden
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek
Tel.: 0 43 47 / 704-0

Landesbergamt für Schleswig-Holstein:

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

An der Marktkirche 9
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23 / 72 32 00

Untere Wasserbehörden der Kreise und kreisfreien Städte

Flensburg

Stadt Flensburg
Untere Wasserbehörde
Postfach 2742
24917 Flensburg
Tel.: 04 61 / 85-0

Kiel

Landeshauptstadt Kiel
Umweltschutzamt
Untere Wasserbehörde
Postfach 1152
24099 Kiel
Tel.: 04 31 / 901-0

Lübeck

Hansestadt Lübeck
Untere Wasserbehörde
Postfach 2132
23539 Lübeck
Tel.: 04 51 / 122-0

Neumünster

Stadt Neumünster
Fachdienst Natur und Umwelt
Untere Wasserbehörde
Postfach 2640
24531 Neumünster
Tel.: 0 43 21 / 942-0

Dithmarschen

Kreis Dithmarschen
Amt für Umweltschutz
Untere Wasserbehörde
Postfach 1620
25736 Heide
Tel.: 04 81 / 97-0

Herzogtum Lauenburg

Kreis Herzogtum Lauenburg
Fachbereich Regionalentwicklung, Umwelt und Bauen
Untere Wasserbehörde
Barlachstr. 2
23909 Ratzeburg
Tel.: 0 45 41 / 888-0

Nordfriesland

Kreis Nordfriesland
Bau- und Umweltamt
Untere Wasserbehörde
Postfach 1140
25801 Husum
Tel.: 0 48 41 / 67-0

Ostholstein

Kreis Ostholstein
Amt für Natur und Umwelt
Untere Wasserbehörde
Lübecker Str. 41
23701 Eutin
Tel.: 0 45 21 / 706-0

Pinneberg

Kreis Pinneberg
Fachdienst Umwelt
Untere Wasserbehörde
Moltkestr. 10
25421 Pinneberg
Tel.: 0 41 01 / 212-0

Plön

Kreis Plön
Amt für Umwelt
Untere Wasserbehörde
Postfach 7
24301 Plön
Tel.: 0 45 22 / 743-0

Rendsburg-Eckernförde

Kreis Rendsburg-Eckernförde
Umweltamt
Untere Wasserbehörde
Postfach 905
24758 Rendsburg
Tel.: 0 43 31 / 202-0

Steinburg

Kreis Steinburg
Amt für Umweltschutz
Untere Wasserbehörde
Postfach 1632
25506 Itzehoe
Tel.: 0 48 21 / 69-0

Schleswig-Flensburg

Kreis Schleswig-Flensburg
Untere Wasserbehörde
Flensburger Str. 7
24837 Schleswig
Tel.: 0 46 21 / 87-0

Stormarn

Kreis Stormarn
Untere Wasserbehörde
Mommsenstr. 11
23840 Bad Oldesloe
Tel.: 0 45 31 / 160-0

Segeberg

Kreis Segeberg
Untere Wasserbehörde
Postfach 1322
23792 Bad Segeberg
Tel.: 0 45 51 / 951-0

9 Weiterführende Informationen

Alles Wissenswerte rund um das Thema Geothermie in Schleswig-Holstein finden Sie auf dem neu eingerichteten Internetportal der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein:

www.i-sh.org/geothermie

Fragen zur Förderung von oberflächennahen Geothermieranlagen:

KfW-Info-Center

erreichbar: Mo. - Fr. von 7.30-18.30 Uhr unter der
Telefonnummer: 0 18 01 / 33 55 77 (bundesweit zum Ortstarif),
Fax: 069 / 74 31 - 64 355,
Postanschrift: Postfach 11 11 41, 60046 Frankfurt am Main,
Mail: infocenter@kfw.de,
Internet: <http://www.kfw-foerderbank.de>,

und bei den **Beratungszentren** der KfW:

- KfW-Beratungszentrum **Berlin**
Behrenstraße 31
10117 Berlin
Tel: 030 / 20 264 – 50 50
Fax: 030 / 20 264 – 54 45
- KfW-Beratungszentrum **Bonn**
Ludwig-Erhard-Platz 1
53179 Bonn
Tel: 02 28 / 831 – 80 03
- KfW-Beratungszentrum **Frankfurt am Main**
Bockenheimer Landstraße 104
60323 Frankfurt am Main
Te: 069 / 74 31 – 30 30

Nutzerinformationen zum Thema oberflächennahe Geothermieranlagen:

Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein e.V.

Bergstraße 24
24103 Kiel
Telefon: 04 31 / 59 09 90
Telefax: 04 31 / 59 09 977

Weitere Informationsmöglichkeiten:

- **Kostenloses Infopaket** zum Thema Wärmepumpe, herausgegeben vom Initiativkreis [Wärme+], kann unter www.waerme-plus.de angefordert werden.
- **„Tipps für Häuslebauer“ Broschüre** mit wichtigen Hinweisen zu Installation, Wahl des Fachbetriebes und Vergleich zwischen Gas, Öl und Erdwärme. Kostenlos anzufordern unter www.geothermie.de
- **Bohrfirmen, Fachhandwerker und Sachverständige** in Ihrer Nähe, Informationen zum Gütesiegel für Wärmepumpen sowie alles rund ums Thema Wärmepumpe finden Sie unter www.waermepumpe.de
- Das IZW-Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik e.V. bietet unter www.izw-online.de Informationsmaterial zum Thema **Heizen und Wärmepumpen**
- Für eine erste überschlägige Bewertung der Vollkosten ist der **Vollkostenrechner** der Klimaschutzkampagne "Klima sucht Schutz" zu nennen. Aktuelle Energiepreise und Investitionskosten können ergänzt werden. EnergieSparRatgeber unter www.baulinks.de
- **Kostenvergleiche** bietet ebenfalls die Wärmepumpeninitiative in den Bundesländern e.V. unter www.waermepumpe.de
- **Heizung und Warmwasser“- Ratgeber** , sowie **„Gebäude modernisieren - Energie sparen“- Ratgeber** (kostenpflichtig) können unter www.ratgeber.vzbv.de bezogen werden.
- Einen umfassenden Überblick über **Energie-Förderprogramme** gibt das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit unter www.bmwa.de
- Private Bauherren können **Förderinformationen** für einzelne Bauvorhaben auch unter www.energiefoerderung.info abrufen.
- **Baugewerbeverband Schleswig-Holstein:** www.bau-sh.de
- **Informationssystem Bauen und Nutzen:** www.bauen-sh.de
- **Innovationsstiftung Schleswig-Holstein:** www.i-sh.org
- **Fachverband Sanitär-Heizung-Klima Schleswig-Holstein:** www.installateur-sh.de
- **Investitionsbank Schleswig-Holstein:** www.ib-sh.de
- **Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen, Schleswig Holstein:** www.arge-sh.de

10 Literatur

Normen:

DIN 4021: Baugrund, Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben; Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) 1990

DIN 8074: Rohre aus Polyethylen (PE) – Maße; Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) 1999

DIN 8075: Rohre aus Polyethylen (PE) – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen; Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) 1999

DIN 8901: Kälteanlagen und Wärmepumpe – Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung; Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) 2002

DIN EN 12831: Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) 2003 (neuer Normentwurf 2006)

DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung; Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) 2005

Richtlinien:

DVGW W 115: Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser; Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) 2003

DVGW W 116: Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser; Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) 1998

DVGW W 120: Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung; Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) 2005

VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1: Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte; VDI-Handbuch Energietechnik 2000

VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen; VDI-Handbuch Energietechnik 2000

Weiterführende Literatur:

Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2004): Geothermie in Schleswig-Holstein – Ein Baustein für den Klimaschutz, 110 pp.

Kaltschmitt, M., Huenges, E. & Wolff, H. (Hrsg.) (1999): Energie aus Erdwärme. -265 pp.; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart

