

# Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren in Mecklenburg-Vorpommern

Leitfaden zur geothermischen Nutzung  
des oberflächennahen Untergrundes

**Herausgeber:**

Landesamt für Umwelt, Naturschutz  
und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG)  
Goldberger Str. 12  
18273 Güstrow  
Telefon: 03843/777-0  
Fax: 03843/777-106  
E-Mail: poststelle@lung.mv-regierung.de

**Bearbeitung:**

Dipl.-Geol. Dr. Karsten Obst  
Dipl.-Geophys. Joachim Iffland

unter Mitwirkung von

Dipl.-Geoln. Dr. Beate Schwerdtfeger  
Dipl.-Geoln. Juliane Brandes

**Abbildungen:****Titelseite:**

Übersichtskarte der Wärmeleitfähigkeit bis 40 m Tiefe für Mecklenburg-Vorpommern (Iffland 2015)  
und Schema einer Erdwärmesonde für Wärmepumpenanlagen (Bundesverband Wärmepumpe  
e.V.)

**Rückseite:**

Arbeitsschritte zur Errichtung einer Erdwärmesonde in Ribnitz-Damgarten (Obst 2007)

**Herstellung und Druck:**

Zentrale Druckerei der Landesverwaltung  
Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287  
19095 Schwerin

ISBN 978-3-9808263-5-8

2. überarbeitete und erweiterte Auflage

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten und Helfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwandt werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwandt werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden kann. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Güstrow, im Dezember 2015

## Inhalt

Vorwort.....	5
1. Grundlegendes zur Erdwärme und ihrer Nutzung.....	7
2. Erschließung der Erdwärme mit Sonden.....	9
3. Erschließung der Erdwärme mit Kollektoren.....	11
4. Funktionsweise von Wärmepumpenanlagen.....	13
5. Dimensionierung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren.....	15
6. Rechtliche Grundlagen der Erdwärmennutzung/-gewinnung.....	19
7. Anforderungen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesonden.....	21
8. Anforderungen an Verlegung und Betrieb von Erdwärmekollektoren.....	28
9. Standortbeurteilung.....	30

### Anlagen

- Anlage 1: Gesetze, Richtlinien und Regelwerke
- Anlage 2: Wasserbehörden in Mecklenburg-Vorpommern
- Anlage 3: Verfahrensweise bei der wasserrechtlichen Behandlung von Erdwärmesondenanlagen
- Anlage 4: Erlaubnis Antrag für Erdwärmesonden
- Anlage 5: Bohranzeige und Ergebnismitteilung gemäß Lagerstättengesetz
- Anlage 6: Anzeige für Erdwärmekollektoren
- Anlage 7: Übersichtskarten der spezifischen Wärmeleitfähigkeit in Mecklenburg-Vorpommern
- Anlage 8: Übersichtskarten zur hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Standortbewertung in Mecklenburg-Vorpommern

### Quellenangaben der Abbildungen

- Abb. 1: Umweltbundesamt
- Abb. 2a: Informationsbroschüre „Oberflächennahe Geothermie“, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- Abb. 2b: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
- Abb. 3: J.-G. Fritsche, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
- Abb. 4: HAKA.Gerodur AG
- Abb. 5, 7, 18: H.S.W. GmbH
- Abb. 6: Erdwärme Plus
- Abb. 8: Merkblätter Landesumweltamt NRW, Band 48: „Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme“
- Abb. 9, 10: Informationsbroschüre „Oberflächennahe Geothermie“, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- Abb. 11, 12: Bundesverband Wärmepumpe e.V.
- Abb. 13 bis 17: K. Obst, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
- Abb. 19: K. Obst/B. Schwerdtfeger, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V



## Vorwort

Energie ist eine wertvolle Ressource, deren nachhaltige Nutzung ein wichtiges Ziel des Landes Mecklenburg-Vorpommern darstellt. Neben dem sparsamen Umgang kann dies auch mittels schrittweiser Substitution von fossilen durch regenerative Energieträger gewährleistet werden.

Ein großes Einsparpotenzial und zugleich günstiger Einsatzbereich für alternative Energien bietet sich im Bereich der Wärmeversorgung von Gebäuden an. Fast 70 % des Endenergieverbrauches in einem Haushalt werden für die Raumheizung benötigt (Abb. 1). Mithilfe von modernem baulichen Wärmeschutz und Heizungsmodernisierung können hier in erheblichem Maß fossile Energieträger geschont und damit durch die Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

Bei der Wahl des Heizsystems sollten die fortgeschrittenen Möglichkeiten des Einsatzes erneuerbarer Energien berücksichtigt werden. Zur emissionsarmen Wärmegewinnung bieten sich vor allem Solar- und Geothermieanlagen an. Von den Umweltenergien hat dabei die Erdwärme den entscheidenden Vorteil, dass sie bei ordnungsgemäßer Ausführung der Wärmegewinnungsanlage unabhängig von Tages- und Jahreszeit stetig zur Verfügung steht.

Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen stellen eine technisch ausgereifte, zuverlässige und wirtschaftlich interessante Möglichkeit der Nutzung regenerativer Energien für die Wärmeversorgung von Wohn- und Bürogebäuden dar. Zunehmend gewinnt auch die Kombination von Raumheizung und -kühlung in Verbindung mit der Wärme-/Kältespeicherung im geologischen Untergrund an Bedeutung.

In Mecklenburg-Vorpommern wurden in den letzten zehn Jahren über 2.500 erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen in Betrieb genommen. Obwohl besonders im Bereich größerer Städte und Touristenzentren nachgefragt, sind viele Anlagen im ländlichen Raum ein Beleg dafür, dass die Nutzung der oberflächennahen geothermischen Potenziale auch ein wichtiger Baustein bei der dezentralen Versorgung mit Energie ist.

Auch wenn die umweltpolitische Bedeutung der Erdwärmennutzung unbestritten ist, muss sie sich den Anforderungen des vorsorgenden Grundwasserschutzes für die Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserversorgung unterordnen. Das kann besondere Auflagen für den Ausbau von Erdwärmesonden oder im Einzelfall den Verzicht auf die Erdwärmennutzung am konkreten Standort bedeuten.

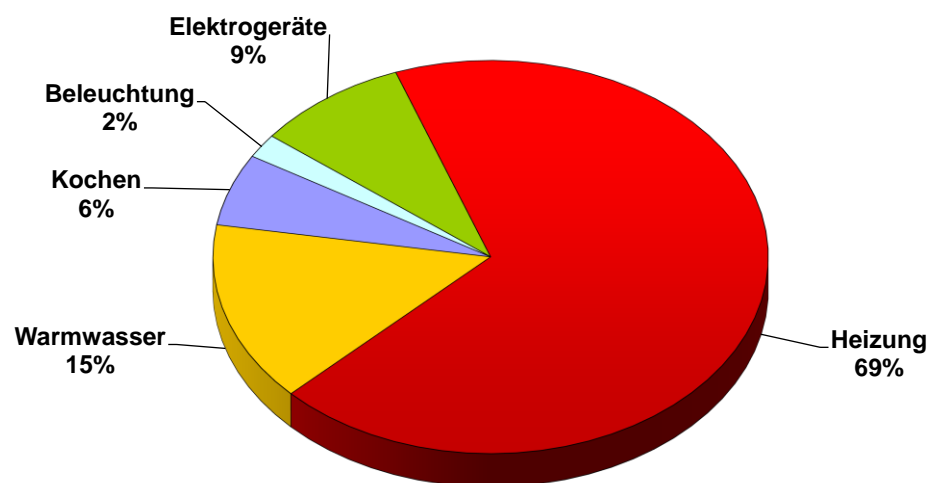


Abb. 1: Verteilung des Endenergieverbrauches in einem Haushalt (2012)

Dieser überarbeitete Leitfaden soll Bauherren, Planer, Heizungsbauer und Bohrunternehmer über die Prinzipien sowie technischen und rechtlichen Anforderungen von erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen informieren. Die Neuauflage enthält neben aktualisierten gesetzlichen und technischen Anforderungen auch Übersichtskarten der Wärmeleitfähigkeit für verschiedene Tiefen-

bereiche. Zudem werden Planungsgrundlagen zur Anwendung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren vorgestellt. Mit den vorliegenden Informationen bietet der Leitfaden Hilfestellung für den Entscheidungsprozess in Stadt- und Kreisverwaltungsbehörden und macht die erforderlichen Anzeigen bzw. Erlaubnisverfahren für den Antragsteller transparenter.

## 1. Grundlegendes zur Erdwärme und ihrer Nutzung

Unter „**Erdwärme**“ versteht man die unterhalb der Oberfläche der festen Erde gespeicherte Wärmeenergie. Als synonyme Begriff dazu gilt auch „Geothermische Energie“. Dagegen bezeichnet der Begriff „**Geothermie**“ pauschal die Aktivitäten zur Erschließung und Nutzbarmachung der Erdwärme.

Die unerschöpfliche Quelle der Erdwärme ist zum einen die im Erdinneren gespeicherte Gravitationsenergie aus der Entstehungszeit der Erde vor 4,5 Milliarden Jahren und zum anderen die in der oberen Erdkruste ständig produzierte Zerfallsenergie natürlicher radioaktiver Isotope vor allem von Uran, Thorium und Kalium.

Der stetig aus der Tiefe an die Erdoberfläche aufsteigende (terrestrische) Wärmestrom beträgt in Deutschland durchschnittlich 65 bis 70 mW/m<sup>2</sup> und setzt sich zu etwa 30 % aus der Gravitations- und zu etwa 70 % aus der radioaktiven Zerfallsenergie zusammen. Dieser **Wärmetransport** ist fast ausschließlich auf Wärmeleitung zurückzuführen. Die dabei transportierte Wärmemenge ist proportional dem Temperaturgradienten und den spezifischen Wärmeleitfähigkeiten der am Aufbau der Erdkruste beteiligten Gesteine. Ausnahmen bilden Kluft- oder Störungssysteme, in denen meteorische Wässer rasch bis in große Tiefen versickern können und danach stark aufgeheizt in Form von heißen Quellen (auch Geysiren) wieder aufsteigen. Dort findet der Wärmetransport mit dem strömenden Wasser statt. Man spricht in diesem Fall von konvektivem Wärmetransport. Die auf diese Weise transportierte Wärmemenge verhält sich proportional zur Fließgeschwindigkeit des strömenden Wassers und ist wegen der hohen spezifischen Wärmekapazität von Wasser deutlich größer, als diejenige infolge reiner Wärmeleitung durch das Gestein.

Der globale Mittelwert für den Temperaturgradienten in der oberen Erdkruste beträgt ca. 3 °C pro 100 m, d.h. mit zunehmender Tiefe um 30 m steigt die Temperatur um ca. 1 Kelvin bzw. 1 °C an. Den Reziprokwert des Temperaturgradienten bezeichnet man als „**geothermische Tiefenstufe**“.

Die obersten Meter der Erdkruste werden thermisch allein durch den solaren Wärmestrom bestimmt. Das liegt daran, dass er den terrestrischen Wärmestrom um das 20.000-fache übertrifft und dadurch die jahreszeitlichen Schwankungen der Lufttemperatur Auswirkungen auf den Temperaturverlauf bis zu einer Tiefe von etwa 20 m haben (Abb. 2). Die dort gespeicherte geothermische Energie ist also solaren Ursprungs. Erst unterhalb einer Übergangszone kommt ab ca. 50 m ausschließlich der o.g. geothermische Gradient zum Tragen.

Die verschiedenen Nutzungskonzepte der Geothermie lassen sich im wesentlichen nach zwei Gesichtspunkten unterscheiden. Einmal wird als **Unterscheidungskriterium** die **Tiefe** zugrunde gelegt, aus der die Erdwärme gewonnen wird. Man unterscheidet zwischen „Oberflächennaher“ und „Tiefer“ Geothermie. Dabei hat man sich zum allgemeinen Verständnis auf einen Tiefenwert von 400 m festgelegt, der quasi als Grenzwert zwischen beiden Bereichen gelten soll. Er entspricht bei einem normalen Gradienten einer Temperatur von etwas über 20 °C. Somit ist bei der Oberflächennahen Geothermie der Einsatz einer mit Strom oder Gas betriebenen Wärmepumpe unerlässlich, wenn man die Erdwärme zur Gebäudeheizung nutzen will. Von Tiefer Geothermie im engeren Sinne spricht man jedoch erst ab Tiefen größer 1000 m und/oder Temperaturen größer 50 °C. Unter diesen Bedingungen ist eine direkte Wärmenutzung (nur Wärmetauscher) für Heizungszwecke möglich.

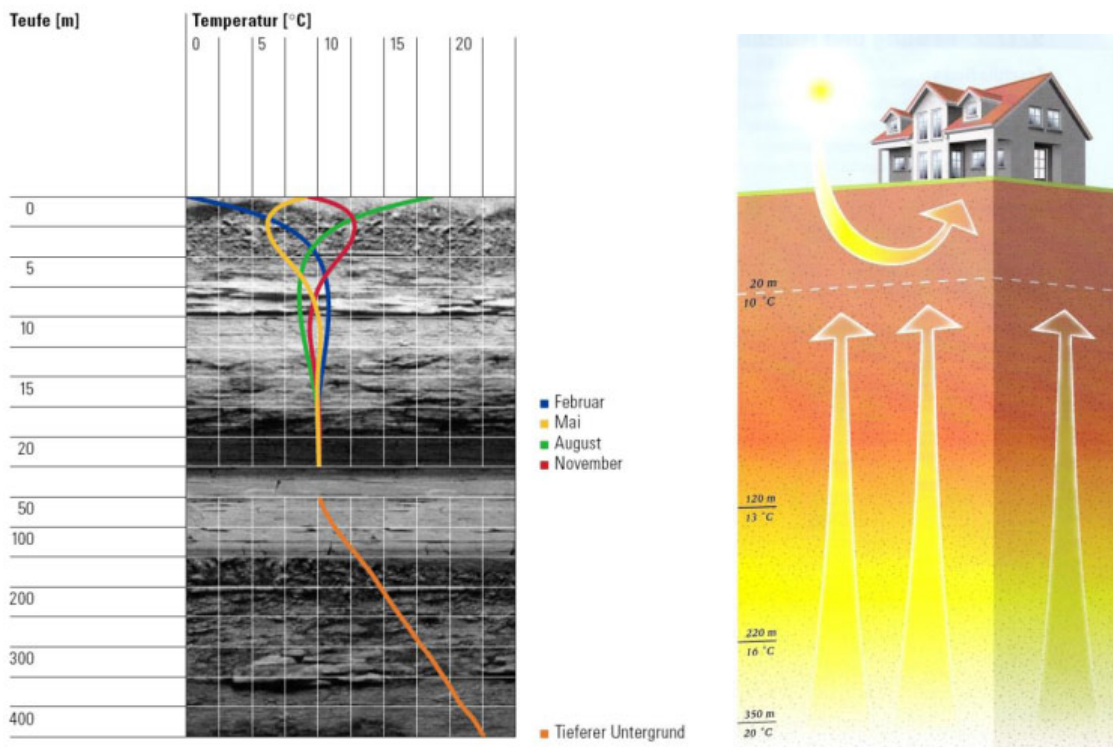


Abb. 2a und b: Einflussbereiche des solaren und terrestrischen Wärmestromes

Während das Unterscheidungskriterium Tiefe eine gewisse Unschärfe aufweist, ist die Unterscheidung nach der **Art des Wärmetransportes** im Gestein eindeutiger.

Bei „**Hydrothermalen Systemen**“ spielt der konvektive Wärmetransport eine wesentliche Rolle. Er kann nur in klüftigen und/oder porösen Gesteinen bei ausreichender hydraulischer Durchlässigkeit durch Strömung bzw. Zutageförderung des (thermalen) Grundwassers zustande kommen. Der Wärmeentzug bzw. die Wärmeübertragung an den Heizkreislauf eines Gebäudes oder eines größeren Verteilungsnetzes erfolgt obertägig mittels Wärmetauscher oder Wärmepumpe. Durch Reinjektion des abgekühlten Wassers über eine zweite Bohrung (Bohrungsdublette) in den Untergrund bildet sich ein unterirdischer Kreislauf heraus, der gegenüber dem klüftigen/porösen Gestein als „offen“ zu betrachten ist. Daraus leitet sich als weiterer synonyme Begriff für solche Systeme die Bezeichnung „Offenes System“ ab.

Als „**Petrothermale Systeme**“ bezeichnet man solche, bei denen die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine den Wärmetransport maßgeblich bestimmt. Wärmeleitung ist sowohl in dichten, als auch in klüftigen/porösen Gesteinen möglich. Bei porösen Gesteinen

hängt die Wärmeleitfähigkeit von der Porosität und der Art der Porenfüllung ab. Beispielsweise macht sie bei trockenen Sanden weniger als ein Viertel derjenigen von wassergesättigten Sanden aus.

Typische Beispiele für die technische Realisierung des untertägigen Anlagenteiles Petrothermalen Systeme sind **Erdwärmesonden** – bei Einsatz sowohl im oberflächennahen als auch im tiefen Bereich – sowie **Erdwärmekollektoren** und erdberührte Betonbauteile (Energiepfähle, Energiebodenplatten u.a.) bei ausschließlicher Einsatz im oberflächennahen Bereich. Allen gemeinsam ist die Tatsache, dass sie „Geschlossene Systeme“ darstellen. Sie arbeiten als reine Wärmetauscher. Ein stofflicher Austausch mit dem Untergrund wie bei den Hydrothermalen Systemen erfolgt nicht. Die den Gesteinen entzogene Erdwärme wird in einem geschlossenen Flüssigkeitskreislauf zutage gefördert, dort über Wärmetauscher oder Wärmepumpe an den Heizkreislauf übertragen und abgekühlt in den Untergrund zurück geführt. Diese Rücklauftemperatur erzeugt um die Erdwärmesonde einen Temperaturgradienten, der den Wärmetransport aus dem umgebenden Gestein aufrecht erhält.



## 2. Erschließung der Erdwärme mit Sonden

Zur Erschließung der oberflächennahen Erdwärme stehen verschiedene Systeme (Wärmeübertrager) zur Verfügung. Welches System für ein Vorhaben die beste Eignung aufweist, muss in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der Standortbedingungen und dem haustechnischen Versorgungskonzept geprüft und entschieden werden.

Die Erdwärmesonde stellt die am häufigsten genutzte Form erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen dar. Dabei wird zumeist **ein einzelnes U-Rohr oder ein Doppel-U-Rohr als Wärmetauscher in vertikale Bohrungen** mit Tiefen zwischen 40 m bis 200 m eingebaut. Im Sondenkreislauf zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, meistens ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch, das als Sole bezeichnet wird und die im Untergrund vorhandene Energie aufnimmt.

Die U-Rohr-Systeme werden oberflächennah über Sammelleitungen an eine Wärmepumpe angeschlossen. Sie bestehen aus einem Sondenfuß und endlosen, vertikalen Sondenrohren aus hochdichtem Polyethylen (Abb.3). Besonders der Werkstoff PE-HD zeichnet sich durch eine gute Verarbeitbarkeit, hohe Reißfestigkeit, hohe Alterungsbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber aggressiven Flüssigkeiten aus. Die nach DIN 8074 und 8075 gefertigten Werkstoffe erfüllen die gestellten Anforderungen. Verbesserte Eigenschaften für geothermische Anwendungen bieten die weiter entwickelten Werkstoffe PE 100-RC oder PE-Xa.

Sollten in Ausnahmefällen, z. B. bei Koaxial-Systemen, Stahlrohre verwendet werden, so ist auf ausreichende Wanddicke, Stahlqualität und Korrosionsschutz zu achten.



Abb. 3: Konfektionierte Doppel-U-Rohr-Sonde vor dem Einbau in die Bohrung



Abb. 4: Sondenfuß einer Erdwärmesonde mit Gewicht

Der Sondenfuß ist das sensibelste Bauteil einer Erdwärmesonde (Abb.4). Er ist den größten Belastungen während des Einbaues und des Betriebes ausgesetzt und muss einen ausreichend niedrigen Durchflusswiderstand (lt. VDI 4640  $<10$  mbar bei 1 m/s) aufweisen. Seine Anschlüsse an die Sondenrohre sind werkseitig herzustellen.

Der Einbau der vorgefertigten und z. B. durch das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum (SKZ) geprüften Sonde geschieht durch das Bohrunternehmen. Dabei ist mit größter Sorgfalt zu arbeiten, um Beschädigungen der Sonde zu vermeiden. Die dem Sondeneinbau nachfolgende Verfüllung des Bohrlochringraumes dient zwei unterschiedlichen Zielen:

- Sicherstellung des thermischen Kontaktes zwischen Sonde und Gestein.
- Hydraulische Abdichtung des Bohrloches in der Vertikalen, um Schadstoffeintrag von der Erdoberfläche und eine gegenseitige Beeinflussung von Grundwasserleitern grundsätzlich auszuschließen, sowie Bodensetzungen im bohrlochnahen Bereich zu verhindern.

Beide Ziele sind von wesentlicher Bedeutung. Zum einen gewährleistet eine ordnungsgemäße Verfüllung unter den gegebenen geologischen Verhältnissen eine optimale Wärmeentzugsleistung der Erdwärmesonde und zum anderen kann selbst unter komplizierteren hydrogeologischen Bedingungen (siehe Abschnitt 9) dem Grundwasserschutz Rechnung getragen werden.

Die Anbindung der Sonden vom Bohransatzpunkt bis zum Haus erfolgt ebenfalls in PE-HD-Rohren frostfrei in ca. 1,0 m bis 1,2 m tiefen Gräben mit Sandbett. Bei zwei oder mehreren Sonden werden die einzelnen Sondenkreisläufe in einem Verteiler zusammengeführt. Alle Verbindungen im Boden werden geschweißt. Die Schweißarbeiten haben nach den Richtlinien 2207 und 2208 des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik (DVS) zu erfolgen. Die ausführende Firma muss entsprechende Qualifikationen nachweisen können.

### 3. Erschließung der Erdwärme mit Kollektoren

Die im Erdreich gespeicherte Energie kann auch über horizontal liegende Rohre erschlossen werden, durch die analog zu den Erdwärmesonden ein Wärmeträger strömt – meistens ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch. Diese **Erdwärmekollektoren werden häufig flächenhaft in 1,2 m bis 1,5 m Tiefe verlegt.**

Der Bodeneingriff beim **Flächenkollektor** ist vergleichbar mit der Errichtung eines unterkellerten Gebäudes. Nach dem Abschieben des Oberbodens werden die Rohrkreise des Erdwärmekollektors (z. B. PE-Rohre oder Kompaktabsorbermatten) verlegt (Abb. 5). Die einzelnen, parallel nebeneinander angeordneten und möglichst gleich langen Rohrkreise sollten eine Länge von ca. 100 m aufweisen und 150 m nicht überschreiten, da sonst größere Umwälzpumpen mit einer höheren Leistungsaufnahme erforderlich sind.

Der Verlegeabstand der einzelnen Rohrkreise ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit und liegt üblicherweise zwischen 0,3 m und 0,8 m. Anschließend werden die Rohrkreise wieder mit Boden bedeckt. Der Bedarf an möglichst nicht überbauten Flächen beträgt bei herkömmlichen Flächenkollektoren etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche. Für kleinere Grundstücke können Kollektoren auch konfektioniert werden (Abb. 6).



Abb. 5: Flächenhaft verlegte PE-Rohre



Abb. 6: Flächenkollektor für kleine Grundstücke

Neben dem Flächenkollektor mit horizontal angeordneten Kunststoffröhren gibt es noch weitere Möglichkeiten, Kollektorrohre im Erdreich anzuordnen. Beispiele hierfür sind Erdwärmekörbe/Spiralkollektoren und Grabenkollektoren. Sie unterscheiden sich jeweils im Flächenbedarf und bei den Erschließungskosten, aber ähneln hinsichtlich ihres Funktionsprinzips den Erdwärmekollektoren. Alle diese Systeme nutzen gespeicherte Sonnenenergie, die durch direkte Einstrahlung, Wärmeübertragung aus der Luft und durch Niederschlag in den Untergrund eindringt.

**Erdwärmekörbe/Spiralkollektoren** bestehen aus konischen oder zylindrischen Drahtkörben, die mit Kollektorrohren umwickelt sind (Abb. 7). Sie **werden unterhalb der Frostgrenze in 1,5 m bis 5,0 m Tiefe eingebaut.** Die Baugrube wird danach mit dem Aushub bzw. Sand wieder verfüllt. Die Höhe beträgt in der Regel 1 m bis 3 m. Die Durchmesser liegen zwischen 0,5 m und ca. 2 m. Die Kollektorrohrlänge variiert zwischen 100 m und 300 m.

Die Erdwärmekörbe können in Reihe oder parallel verbunden werden, wobei je nach Korbdurchmesser ein Abstand von mehreren Metern einzuhalten ist – in der Regel mindestens 4 m. Durch ihre kompakte Bauform ist der gesamte Flächenbedarf dieser Kollektoren etwas geringer als bei den Flächen- oder Grabenkollektoren. Aufgrund der größeren Einbautiefe eignen sie sich zum Heizen im Winter und Kühlen im Sommer.



Abb. 7: Spiralkollektor

Für den **Grabenkollektor** wird ein Graben mit schrägen Wänden bis in eine Tiefe von ca. 2 m bis 3 m ausgehoben und die Rohrkreise an den Grabenwandflächen montiert. Anschließend wird der Graben mit dem Bodenaushub wieder verfüllt. Der Verlegeabstand der Rohre beträgt etwa 10–20 cm. Die Rohrenden der einzelnen Rohrkreise werden in einem Sammelanschluss zusammengeführt und mit einer Vor- und Rücklaufleitung an das Gebäude/Heizsystem angeschlossen.

Je kW Heizlast sind ca. 2 bis 3 lfm. Graben notwendig. Der Graben kann gerade, in L-Form oder in U-Form ausgeführt werden. Eine Sonderform des Grabenkollektors sind U-förmige senkrecht verlegte Kollektoren. Sie werden in 1 m bis 2 m Tiefe unterhalb der Frostgrenze in Gräben eingelassen und mit Erdreich aufgefüllt.

## 4. Funktionsweise von Wärmepumpenanlagen

Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen bestehen aus drei, über Wärmetauscher vollständig voneinander getrennten Kreisläufen (Abb. 8).

Der **geothermische Quellenkreislauf** (z. B. der Erdwärmesondenkreislauf) sorgt für die Wärmeaufnahme aus dem geologischen Untergrund. Als Wärmeträger dient ein Gemisch aus Wasser und einem Frostschutzmittel oder eine Salzlösung (siehe Tabelle 2), wofür auch der allgemeine Begriff „Sole“ benutzt wird. Durch das Temperaturgefälle zwischen dem Gestein und dem kühleren Wärmeträger wird die Erdwärme auf den Wärmeträger übertragen und mittels einer Umwälzpumpe zum Wärmetauscher auf der Verdampferseite der Wärmepumpe transportiert.

Im **Wärmepumpenkreislauf** wird die Wärme vom Verdampfer zum Verflüssiger transportiert. Als Wärmeträger dient ein geeignetes Kältemittel, wie z. B. die ozonunschädlichen HFKW R407C und R134a oder die Kohlenwasserstoffe Propan (R290) und Propen (R1270).

Der **Heizungskreislauf** ist Bestandteil der technischen Gebäudeausrüstung und verteilt die am Wärmetauscher auf der Verflüssigerseite der Wärmepumpe aufgenommene Wärme innerhalb des Gebäudeheizungssystems. Als Wärmeträger dient im Regelfall Wasser.

Die **Wärmepumpe** ist bei der Oberflächennahen Geothermie eine unverzichtbare Komponente der Wärmegewinnungsanlage. Sie ermöglicht es, die Erdwärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf das zum Heizen und zur Warmwasserbereitung nutzbare Niveau anzuheben. Dazu ist in der Regel der Einsatz elektrischer Antriebsenergie notwendig (Abb. 9).

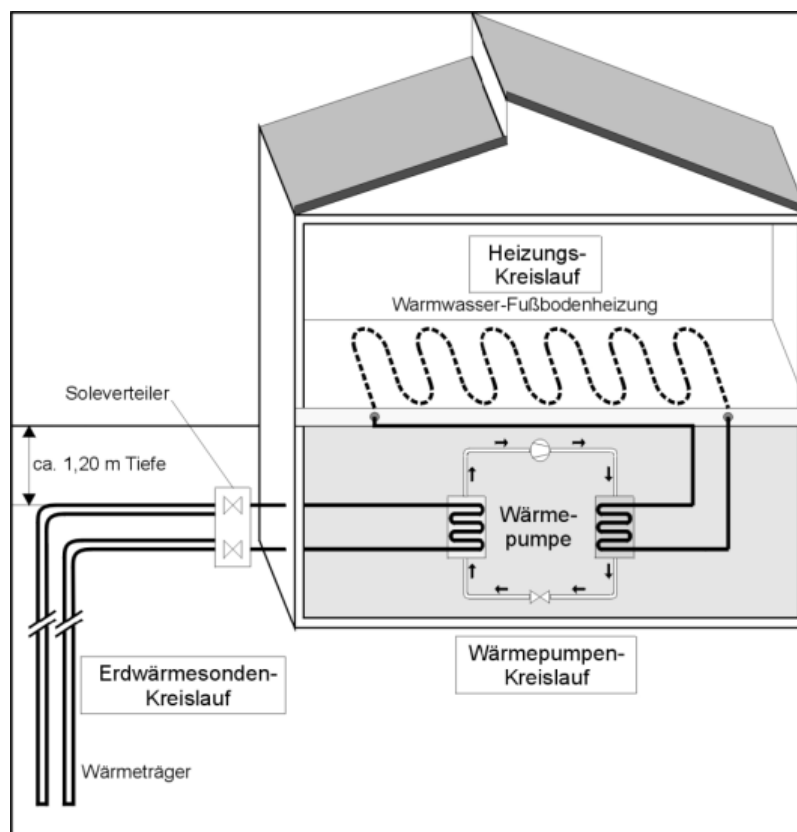
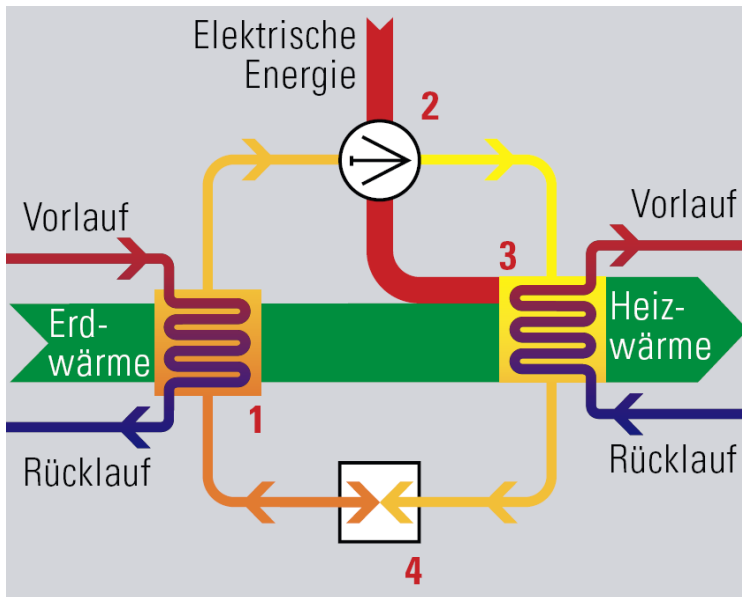


Abb. 8: Prinzipschema einer erdgekoppelten Wärmepumpenanlage



- (1) Verdampfung des kalten Arbeitsmittels (Wärmeträger) durch Wärmeaufnahme
- (2) Erhitzung durch Verdichtung im Kompressor zu sog. Heißgas
- (3) Abgabe der Wärmeenergie und Kondensation des Gases
- (4) Abkühlung durch Entspannung des warmen flüssigen Arbeitsmittels

Abb. 9: Wirkungsprinzip einer Wärmepumpe

Die als Heizwärme verfügbare Gesamtenergie einer Wärmepumpe setzt sich aus der Erdwärme plus der Antriebsenergie zusammen. Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch die auf dem Prüfstand ermittelte *Leistungszahl*  $\epsilon$  beschrieben (Abb. 10).

$$\epsilon = \text{momentan abgegebene Wärmeleistung} / \text{momentan aufgenommene Antriebsleistung}$$

Aussagekräftig für die Qualität der gesamten Wärmepumpen-Heizanlage ist die im praktischen Einsatz ermittelte *Jahresarbeitszahl*  $\beta_a$ , welche alle von der Heizanlage benötigten Hilfsenergien (auch Antriebsenergie von Umwälzpumpen) berücksichtigt.

$$\beta_a = \text{jährlich abgegebene Wärmeenergie} / \text{jährlich aufgenommene Antriebsenergie}$$

In jedem Fall hängen die Kennwerte  $\epsilon$  und  $\beta_a$  von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher ab. Es gilt: Je geringer diese Differenz  $\Delta T$ , desto wirtschaftlicher arbeitet die Wärmepumpe und damit die gesamte Heizanlage (Abb. 9). In der Praxis bewirkt die Verringerung von  $\Delta T$  um je 1 Kelvin (= 1 °C) eine Stromersparnis bis zu 2,5 %.

Wegen der Abhängigkeit der Arbeitszahlen von der notwendigen Temperaturspreizung beeinflusst auch die technische Auslegung des **Gebäudeheizkreislaufes** die Effektivität der Gesamtanlage. Besonders Fußboden-

und Wandheizungen sind wegen der relativ niedrigen Vorlauftemperaturen sehr vorteilhaft.

Nur die aufeinander abgestimmte Auslegung und Dimensionierung jeder der drei miteinander gekoppelten Kreisläufe bringt den gewünschten Erfolg. Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen beziehen im Durchschnitt 75 % Heizwärme aus der Umwelt und benötigen nur 25 % Strom als Hilfsenergie. Das entspricht einer Jahresarbeitszahl 4. Optimal abgestimmte Anlagen erreichen sogar eine Jahresarbeitszahl 5. Sie sind damit sowohl hinsichtlich Primärenergieverbrauch als auch hinsichtlich Emission von Kohlendioxid konventionellen Brennstoff-Heizsystemen deutlich überlegen.

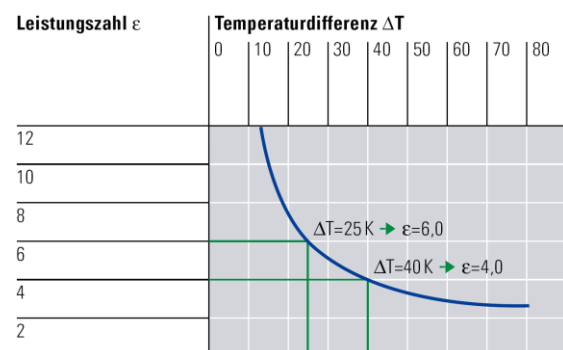


Abb. 10: Die Leistungszahl  $\epsilon$  als Funktion der Temperaturdifferenz  $\Delta T$  zwischen Verdampfer und Verflüssiger

## 5. Dimensionierung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren

### Erdwärmesonden

Die geologischen Verhältnisse und die Nutzungsanforderungen bestimmen die Tiefe bzw. die Länge einer Erdwärmesonde. Sie bewegt sich üblicherweise zwischen einigen 10er Metern und etwa 200 m. Dagegen ist der gewählte Sondentyp (U-Rohr, Doppel-U-Rohr, Koaxial-Rohr, Durchmesser, Wandstärke, Material) von nachgeordneter Bedeutung. Er übt jedoch bei kurzfristigen Änderungen des Betriebszustandes (z. B. Einschaltphasen) von Erdwärmesondenanlagen einen merklichen Einfluss auf den zeitlichen Temperaturverlauf der Wärmeträgerflüssigkeit aus. Durch gute thermische Anbindung der Sonde an das Erdreich und Unterbindung von laminarer Strömung in der Sonde kann ein thermisch optimaler Betrieb des Quellsystems erzielt werden.

Die für einen vorgegebenen Heizbedarf erforderliche **Sondenlänge** ist entscheidend von der geologisch/hydrogeologischen Beschaffenheit des Untergrundes abhängig. Das liegt in der Unterschiedlichkeit der spezifischen Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der einzelnen Gesteinsarten und deren Porenfüllung (variierende Wassersättigung bei Lockergesteinen) begründet.

Die **spezifischen Wärmeleitfähigkeiten** der in Mecklenburg-Vorpommern am häufigsten auftretenden oberflächennahen Sedimente variieren in einem engen Intervall. Die in der Tabelle 1 aufgeführten Mittelwerte für feuchte (oberhalb Grundwasserspiegel) bzw. wassergesättigte Bedingungen basieren im wesentlichen auf laborative Wärmeleitfähigkeitsmessungen von Lockergesteinen in Norddeutschland und der Auswertungen sogenannter Thermischer Response Tests (TRT) in Mecklenburg-Vorpommern. Die ebenfalls angegebenen Werte der Wärmekapazität sind der VDI 4640, Blatt 1 entnommen.

Übersichtskarten (siehe Anlage 7) zeigen die Verteilung der mittleren spezifischen Wärmeleitfähigkeiten für verschiedene Tiefenintervalle in Mecklenburg-Vorpommern an. Sie wurden durch Regionalisierung bohrungsbezogener Ergebnisse für etwa 15.000 lithologische Profile und unter Berücksichtigung der Angaben zum Grundwasserspiegel erstellt. Sie bilden eine objektive Grundlage für die Abschätzung der realisierbaren Entzugsleistungen und damit für die Dimensionierung von Erdwärmesondenanlagen.

Gestein/Material	Wärmeleitfähigkeit in W/mK		Wärmekapazität in MJ/m <sup>3</sup> K	
	feucht	wassergesättigt	Min	Max
Torf, Mudde	0.7	0.7	0.5	3.8
Ton	1.8	1.8	2.0	2.8
Schluff	1.8	1.8	2.0	2.8
Sand	1.4	2.4	2.2	2.8
Kies	0.4	2.0	2.2	2.6
Geschiebemergel, -lehm	2.4	2.4	1.5	2.5
Mergel (Kalk-, Tonmergel)	1.8	1.8	n.a.	n.a.
Tonstein	2.2	2.2	2.1	2.4
Schluffstein	2.2	2.2	2.1	2.4
Sandstein	2.8	2.8	1.8	2.6
Mergelstein (Kalk-, Tonmergelstein)	2.3	2.3	2.2	2.3
Schreibkreide	1.6	1.6	n.a.	n.a.
Kalkstein	2.7	2.7	2.1	2.4
Luft		0.02		0.0012
Wasser		0.59		4.15
Eis		2.32		1.87
Stahl		60		3.12
Kunststoff (HD-PE)		0.42		1.8
Bentonit		0.60		3.9

Tab. 1: Wärmeeigenschaften von ausgewählten Locker- und Festgesteinen sowie sonstigen Materialien

Die **Wärmeentzugsleistung** von Erdwärmesonden lässt sich unter Vorgabe konkreter Untergrund- (Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, initiale Temperatur, terrestrischer Wärmefluss, Grundwasserfluss) und technischer Parameter (Sondenlänge, Sondenanzahl, Sondenart, Zusammensetzung des Wärmeträgerfluides, minimale Rücklauftemperatur, Jahresprofil der Wärmemenge) mittels speziell entwickelter Software (z. B. EED = Earth Energy Designer) oder numerischer Modelle zur Grundwasserströmung und zum Wärmetransport (z. B. FEFLOW, SHEMAT) berechnen.

Wenn an einem Nutzungsstandort der Bau von mehr als einer Erdwärmesonde erforderlich ist, dann spielen der **Abstand zwischen den Sonden** sowie die aufeinander abgestimmten Sondenlängen und -durchmesser eine wichtige Rolle (Abb. 11). Ein Mindestabstand von **5 m bei Sondenlängen bis 50 m** und von **6 m bei Sondenlängen bis 100 m** ist einzuhalten, um eine spürbare thermische Beeinflussung von benachbarten Erdwärmesonden zu vermeiden (VDI 4640, Blatt 2). Eine Vergrößerung des Abstandes ist im Rahmen der räumlichen Möglichkeiten des Baugrundstückes jedoch zu empfehlen. Bei größeren Anlagen, die eine Installation von Sonden Gruppen und -feldern erfordern, ist eine Berechnung der Wechselwirkung der Sonden untereinander und der thermischen Reichweite nach außen hin unerlässlich.

Die Forderung nach einer Abstimmung der Sondenlängen und -durchmesser bei mehreren Sonden ergibt sich hingegen aus der Tatsache, dass die Einzelsonden in parallel geschalteten Kreisen zum Verteiler geführt werden müssen. Dabei sind eine gleichmäßige Durchströmung und damit eine gleichmäßige Ausschöpfung der potenziellen Wärmeleistung aller Einzelsonden sicherzustellen. Das kann nur über gleiche hydraulische Widerstände in den einzelnen Kreisläufen erreicht werden. Dazu stehen auch spezielle Armaturen (z. B. Tacosetter) zur Verfügung, die eine separate Mengenregulierung in den einzelnen Rohrsträngen erlauben. Ihr Einsatz ist vor allem bei größeren Sondenfeldern zwingend notwendig. Bei zwei bis drei Sonden kann man eine gleichmäßige Durchströmung der Einzelsonden erreichen, wenn exakt gleiche Rohrlängen (zwischen Sondenfuß und Anschluss an den Verteiler) und gleiche Rohrdurchmesser verwendet werden.

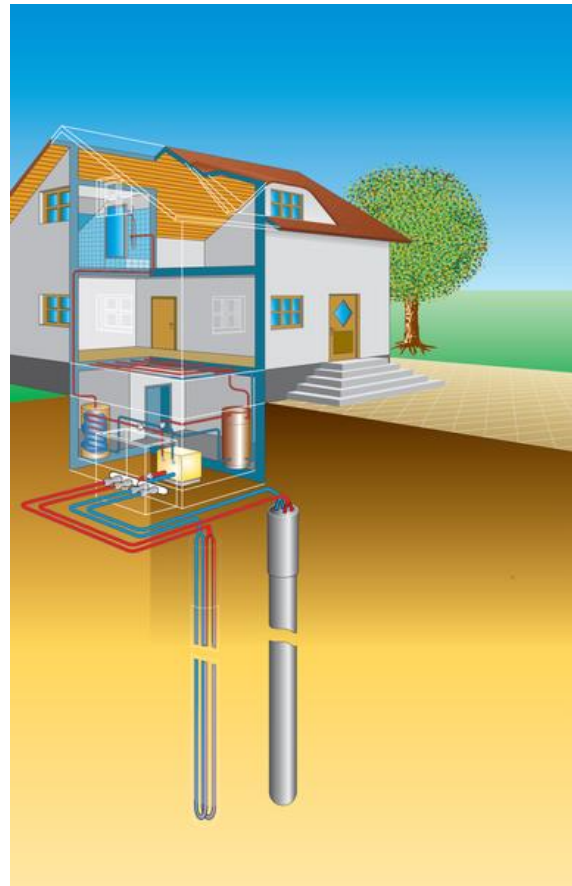


Abb. 11: Heizen und Warmwasseraufbereitung mittels Erdwärmesonden

Aber auch in diesen Fällen bieten Armaturen zur Strömungsregelung größere Sicherheit, denn schon leichte Quetschungen vor allem der horizontal verlegten Anschlussrohre können spürbare Auswirkungen auf den Strömungswiderstand haben.

Wegen der o.g. Mindestabstände zwischen benachbarten Sonden ergibt sich auch ein erforderlicher **Mindestabstand zur Grundstücksgrenze**. Dieser **beträgt bei einer Einzelsonde 5 m**. Für Sonden Gruppen oder -feldern sind die Abstände zu vergrößern (siehe oben).

**Verminderte Leistungen** sind häufig darauf zurückzuführen, dass die Sondenlänge

- zu kurz ausgeführt,
- nicht den geologischen Verhältnissen angepasst (u. a. Grundwasserspiegel) oder
- falsch berechnet (Betriebsstundenzahl und/oder Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe nicht beachtet, spätere Erhöhung des Heizbedarfs, benachbarte Sonden nicht berücksichtigt) wurde.



Als weitere Ursachen kommen aber auch eine mangelhafte Hinterfüllung der Erdwärmesonden bzw. Leckagen in Betracht. Mögliche Schäden bei Unterdimensionierung der Erdwärmesonden sind ein abnehmender Wirkungsgrad der Anlage infolge sinkender Temperaturen und sich demzufolge erhöhende Betriebskosten. Ab einer Temperatur von ca. -5 °C im Rohrrinneren erfolgt zudem eine Eisbildung in den angrenzenden Schichten, die zunächst zu Bauschäden (Hebungen und Senkungen) und im Extremfall zum Stilllegen der gesamten Anlage führen kann.

### Erdwärmekollektoren

Die thermische Eignung des Bodens für eine Erdwärmenutzung mittels Erdwärmekollektoren hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Wasser-/Feuchtegehalt des Bodens (mit den Wassergehalten steigt sowohl die Wärmekapazität als auch die Wärmeleitfähigkeit, d. h. feuchte Böden sind gute Standorte für eine Erdwärmenutzung),
- Mineralbestand des Bodens (sandige Böden haben auf Grund ihres hohen Quarzanteils eine höhere Wärmeleitfähigkeit als tonige Böden),
- Lagerungsdichte (Trockenrohdichte) des Bodens (mit zunehmender Dichte steigt die Wärmeleitfähigkeit des Bodens).

Die beste Energieeffizienz beim Wärmeentzug wird beim Einbau in feuchte, wasserspeichernde, dicht gelagerte, sandreiche Böden erreicht. Trockene, locker gelagerte Böden weisen geringe Entzugsleistungen auf. Eine Kombination mit einer Regenwasserversickerung kann daher die Effizienz von Erdwärmekollektoren in trockenen Böden erheblich steigern.

Eine hydrogeologische Beurteilung ist bei Beachtung der VDI 4640 in der Regel für Kollektoranlagen, die mit einem zugelassenen Wärmeträgermittel betrieben werden (siehe Tabelle 2), nicht erforderlich. Direktverdampferkollektoren, die mit Betriebsmitteln arbeiten, die nicht in der für Erdwärmeanlagen zugelassenen Stoffliste benannt sind, finden in diesem Leitfaden keine Berücksichtigung.

Für die Dimensionierung von Erdwärmekollektoren gibt es verschiedene Methoden. Einfache Verfahren basieren auf Diagrammen oder Berechnungsabfolgen. Mittels spezieller

Software (z. B. GLD = Ground LOOP Design oder WP-OPT) kann die benötigte Kollektorfläche bzw. die Kollektorrohrlänge und daraus die Anzahl der Kollektorkreise genauer berechnet werden (Abb. 12). Dazu werden anlagenspezifische Parameter wie Jahresarbeitszahl, Wärmebedarf in Abhängigkeit von der Raumgröße und bodenspezifische Parameter (Bodenarten, Wärmeleitfähigkeiten, Exposition) benötigt.

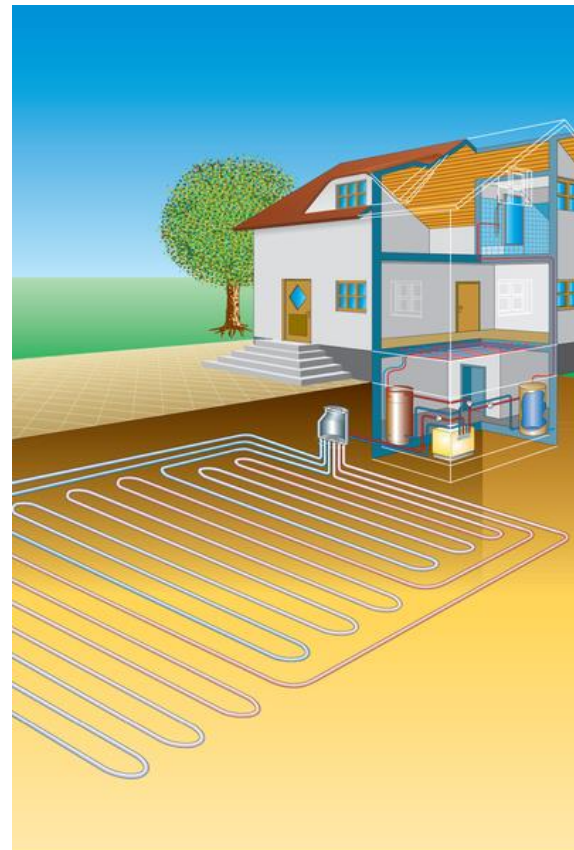


Abb. 12: Heizen und Warmwasseraufbereitung mittels Erdwärmekollektoren

Beispielsweise kann die Kollektorfläche aus der Verdampferleistung und der spezifischen Wärmeentzugsleistung des Bodens berechnet werden, die in der VDI 4640, Blatt 2 für verschiedene Böden und Betriebsvarianten (z. B. reiner Heizbetrieb oder Heizbetrieb mit Warmwasseraufbereitung) angegeben sind:

$$\text{Kollektorfläche (m}^2\text{)} = \text{Verdampferleistung der Wärmepumpe (W)} / \text{spezifische Wärmeentzugsleistung (W/m)}$$

Eine Erhöhung der Verdampferleistung um 1 kW erfordert in der Regel eine Erhöhung der Kollektorfläche um ca. 10 %.

Bei Erdwärmekollektoren (Sonderbauformen ausgenommen) ist die Reichweite des horizontalen thermischen Einflusses geringer als bei Erdwärmesonden, so dass ein **Abstand von einem Meter zur Grundstücksgrenze ausreichend** ist.

Da dem Erdboden auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen Wärme entzogen wird, besteht die Gefahr der Vereisung des Bodens. Bei der Dimensionierung der Anlage ist daher darauf zu achten, dass sich der Boden in der warmen Jahreszeit regenerieren kann.

## 6. Rechtliche Grundlagen der Erdwärmennutzung/-gewinnung

Die den nachfolgenden Ausführungen zugrunde liegenden Gesetze sind in der Anlage 1 aufgeführt.

### Bergrecht

Erdwärme gilt nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2b Bundesberggesetz (BBergG) als bergfreier Bodenschatz. Deshalb bedarf es für die Aufsuchung der Erdwärme einer Erlaubnis nach § 7 BBergG und für deren Gewinnung einer Bewilligung nach § 8 BBergG oder des Bergwerkseigentums nach § 9 bzw. § 149 BBergG, und zwar unabhängig von der Teufe des Nutzhorizontes, also auch bei Bohrteufen <100 m. Diese Grundsätze gelten nicht, sofern die Nutzung der Erdwärme in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstiger städtebaulicher Nutzung steht (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG), z. B. für die Beheizung eines Gebäudes. Wird die Erdwärme für Zwecke benutzt, die über das eigene Grundstück hinausgehen, also etwa zur Beheizung von Gebäuden auf anderen Grundstücken, liegt die Ausnahme des § 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG nicht vor, d. h. es bedarf zur Gewinnung der Erdwärme einer Bergbauberechtigung.

**Bei einer grundstücksbezogenen Nutzung der Erdwärme kommen die wasserrechtlichen Regelungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Anwendung,** z. B. für erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen mit einer Heizleistung bis 30 kW, wenn die Erdwärmesonden gleichzeitig einen Mindestabstand von 5 m zur Grundstücksgrenze einhalten. Das gilt auch bei Sondenlängen über 100 m. In diesen Fällen besteht jedoch für die Bohrung als solche eine zusätzliche Anzeigepflicht bei der zuständigen Bergbehörde (s.u.).

### Wasserrecht

Bohrung, Installation und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen sind gemäß der § 8, § 9 und § 10 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) als Gewässerbenutzung einzustufen und erlaubnispflichtig. Erdaufschlüsse zum Verlegen von Kollektoren für den Betrieb einer Wärmepumpenanlage sind nach § 49, § 100, § 101 WHG i. V. m. § 106, § 107, § 118 Landeswassergesetz (LWaG MV) anzeigepflichtig.

**Jede Errichtung einer Erdwärmesonde oder eines Erdwärmekollektors ist der zuständigen unteren Wasserbehörde** (siehe Anlage 2) gemäß § 49 WHG in Verbindung mit § 106, § 107, § 118 LWaG **anzuzeigen** und es ergeht nach Prüfung der eingereichten Unterlagen die wasserrechtliche Entscheidung (Zustimmung, Registrierung).

Die Anzeige bzw. der Antrag für die Errichtung einer Erdwärmesonde oder eines Erdwärmekollektors mit den entsprechenden Unterlagen (siehe Anlagen 4 und 6) muss nach § 49 WHG mindestens einen Monat vor Beginn der Arbeiten eingereicht werden. Die untere Wasserbehörde prüft, ob ein Tatbestand der Gewässernutzung gemäß § 9 WHG vorliegt und ob besondere Anordnungen zum Schutze des Grundwassers erforderlich sind.

**Liegt nach § 9 WHG ein wasserrechtlicher Benutzungstatbestand vor, ist ein Erlaubnisverfahren (§ 8 WHG) im Zusammenhang mit der Errichtung von Erdwärmesonden notwendig.** Dies trifft dann zu, wenn es sich um Maßnahmen handelt, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen. Besonders beim Durchbohren hydraulisch getrennter Grundwasserstockwerke können unzulässige Beeinträchtigungen des Grundwassers auftreten.

**Eine Erlaubnis kann in begründeten Fällen durch die untere Wasserbehörde nach § 12 WHG versagt oder mit Auflagen verbunden werden.** Die erteilten Auflagen werden durch die zuständige Behörde überwacht.

Erdwärmekollektoren, die sich im unmittelbaren Einflussbereich eines Grundwasserleiters befinden, können unter Umständen ebenfalls die Durchführung eines wasserrechtlichen Erlaubnisverfahrens erforderlich machen.



## Gesetzliche Richtlinien für Bohrungen

Wird dem Antrag auf Nutzung von Erdwärme durch die zuständigen Behörden (Wasserbehörde bzw. Bergamt) stattgegeben, **besteht** unabhängig davon nach § 4 Abs. 1 Lagerstättengesetz **gegenüber dem Geologischen Dienst** im Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V) **eine Anzeigepflicht für das Abteufen von Bohrungen** (Abb. 13). Die Verpflichtung trifft jeden, der eine Bohrung auf eigene oder fremde Rechnung ausführt (Bohrunternehmen). Die Anzeige der Bohrung(en) muss **mindestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten** erfolgen (siehe Anlage 5.1). Die Bohrergebnisse sind dem Geologischen Dienst M-V ohne weitere Aufforderung spätestens vier Wochen nach Abschluss der Arbeiten zu übergeben (siehe Anlage 5.2). Die Mitteilung der Ergebnisse kann nach vorheriger Absprache auch in digitaler Form erfolgen.

**Für Bohrungen, die mehr als 100 m in das Erdreich eindringen, gilt zusätzlich eine separate Anzeigepflicht** gemäß § 127 Abs. 1 BBergG **bei der zuständigen Bergbehörde**. Dies ist in Mecklenburg-Vorpommern das Bergamt Stralsund. Die Bergbehörde entscheidet, ob das Vorhaben betriebsplanpflichtig ist oder nicht. Diese bergrechtliche Anzeige ersetzt jedoch nicht die o.g. wasserrechtliche Anzeige (§ 127 Abs. 2 BBergG)!



Abb. 13: Bohranlage im Einsatz

## 7. Anforderungen an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesonden

Die Errichtung und der Betrieb von Wärmepumpenanlagen, die Erdwärmesonden nutzen, können nachteilige Auswirkungen auf die stoffliche Beschaffenheit des Grundwassers haben. Das betrifft vor allem unzulässige Stoffeinträge (wasserschädigende Betriebsmittel) während der Bohr- und Ausbauphase, Leckagen der Sonde während der Betriebsphase, aber auch die Schaffung unerwünschter hydraulischer Verbindungen zwischen Grundwasserleitern unterschiedlicher Wasserbeschaffenheit und/oder Hydrodynamik durch fehlerhaften Ausbau der Bohrung. Um dies zu vermeiden, ergeben sich eine Reihe von Anforderungen an die Bauausführung und den Betrieb von Erdwärmesonden.

Grundsätzlich gilt, dass die maßgebenden **DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke** zu **beachten** sind. Erdwärmesonden sowie zugehörige Anlagenteile müssen dem Stand der Technik entsprechen. Mit der Ausführung von Bohr- und Ausbauarbeiten sind daher ausschließlich solche Unternehmen zu beauftragen, die über die notwendige fachliche und technische Leistungsfähigkeit verfügen. Als Nachweis dafür können z. B. das DVGW-Zertifikat nach Arbeitsblatt W 120-2 gelten. Dieser Nachweis sollte der zuständigen unteren Wasserbehörde beim Einreichen des Erlaubnisanspruches mit vorgelegt werden.

Die Bohrunternehmen verpflichten sich, bei ihren Arbeiten entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt W 120-2

- den Schutz der Umwelt wahrzunehmen,
- für jede Baustelle eine ausgebildete, erfahrene Fachkraft als Baustellenleiter und Aufsichtsperson sowie sonstiges Fachpersonal in genügender Zahl einzusetzen und für ihr Fachpersonal entsprechende Fortbildungsmaßnahmen zu belegen oder firmenintern durchzuführen,
- die jeweils erforderlichen Geräte und Verfahren einzusetzen,
- die einschlägigen öffentlich-rechtlichen Vorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und Technischen Regeln zu beachten,
- die Anforderungen des Bundesberggesetzes zu erfüllen,
- für jede Baustelle die Arbeitsstättenverordnung einzuhalten,
- einen Versicherungsschutz abzuschließen.

Nachfolgend sollen einige wesentliche Anforderungen im Zusammenhang mit den einzelnen Phasen der Bauausführung und mit dem Betrieb von Erdwärmesonden genannt werden, die sich aus den Vorschriften, Richtlinien und Regelwerken (siehe Anlage 1) ergeben.

### Erlaubnisanspruch

Entsprechend der unter Abschnitt 6 erläuterten rechtlichen Grundlagen ist für die grundstücksbezogene, oberflächennahe Geothermienutzung im Leistungsbereich bis 30 kW mittels erdwärmesondengekoppelter Wärmepumpenanlagen immer eine Anzeige des Vorhabens bei den unteren Wasserbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte notwendig (siehe Anlage 4). Liegen seitens der Behörde keine Einwände vor, kann die Erdwärmesondenanlage bis zur angezeigten Tiefe errichtet werden. Andernfalls wird ein Erlaubnisverfahren eingeleitet, das eine Erdwärmesondenanlage an dem betreffenden Standort nur mit Auflagen gestattet oder diese gänzlich untersagt.

### Bohrarbeiten

Zielstellung der Bohrarbeiten muss es sein, einen sicheren Sondeneinbau und eine ordnungsgemäße Verfüllung auf der gesamten Bohrlochlänge zu gewährleisten. Dazu sind solche Geräte, Verfahren und Betriebsmittel einzusetzen, die unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz den Bedingungen des geologischen Untergrundes am Bohrplatz gerecht werden (Abb. 14).

Der Beginn der Bohrarbeiten ist spätestens zwei Wochen vorher dem Geologischen Dienst im Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern anzuzeigen. Bohrungen tiefer als 100 m müssen zusätzlich beim Bergamt Stralsund angezeigt werden.

Bohrgeräte und sonstige eingesetzte Maschinen sind gegen Tropfverluste oder Auslaufen von Kraftstoffen, Ölen und sonstigen wassergefährdenden Stoffen während des Betriebes, der Wartung, der Reparatur sowie der Befüllung so zu sichern, dass diese Stoffe nicht in das Erdreich eindringen können.

**Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen** sind der unteren Wasserbehörde oder zuständigen Polizeidienststelle unverzüglich anzuzeigen, wenn diese nicht mit einfachen betrieblichen Mitteln beseitigt werden können. Der Verursacher muss in eigener Verantwortung Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung oder -minimierung ergreifen.

Auf der Baustelle sind Materialien und Geräte für Sofortmaßnahmen im Störfall (z. B. Brand, Ölunfall, Auftreten artesisch gespannten Wassers u. ä.) ständig vorzuhalten.

Beim Abteufen der Bohrung dürfen nur **Spülmittelzusätze** verwendet werden, die keine chemischen oder mikrobiologischen Veränderungen im Untergrund bewirken. Es gelten die Richtlinien des DVGW-Merkblattes W 116. Ein geschlossener Bohrspülungskreislauf ist sicherzustellen.

Lassen sich bei Wasserspülbohrungen größere Spülungsverluste ( $\geq 1 \text{ l/s}$ ) im Bohrloch trotz Einsatz von geeigneten Spülmittelzusätzen nicht verhindern, sind die Bohrarbeiten sofort einzustellen und die zuständige Wasserbehörde umgehend zu informieren. Dabei ist ein Lösungsvorschlag zu unterbreiten, wie das Eindringen größerer Mengen von Bohrspülung in den Grundwasserleiter durch andere Mittel verhindert werden kann (z. B. Einbau einer Verrohrung).

Um die Bohrung sicher abzudichten und einer Beschädigung der Sondenschläuche vorzubeugen, ist der **Bohrdurchmesser** so groß zu wählen, dass zwischen dem Sondenbündel und der Bohrlochwand ein allseitiger Ringraum von mindestens 30 mm verbleibt (d. h. Bohrdurchmesser  $\geq$  Durchmesser Sondenbündel + 60 mm). Als minimaler Bohrdurchmesser sind 150 mm zu gewährleisten.



Abb. 14: Abteufen einer Erdwärmesondenbohrung



Abb. 15: Probennahme bei einer Spülbohrung

Während der Bohrarbeiten ist eine regelmäßige **Entnahme von Gesteinsproben** vorzunehmen (Abb. 15). Sie hat bei jedem Schichtwechsel oder mindestens im 2,5 m – Abstand zu erfolgen. Es gelten die Richtlinien des DVGW-Merkblattes W 115.

Dem Geologischen Dienst ist durch rechtzeitige Absprache die Möglichkeit der Begutachtung des Probenmaterials einzuräumen. Auf Verlangen sind die Proben seitens des Bohrunternehmens mindestens 6 Monate aufzubewahren oder zwischenzeitlich dem Geologischen Dienst zur Verfügung zu stellen. Die sachkundige Begutachtung kann auch von einem, die Bohrarbeiten fachlich begleitenden hydrogeologischen Fachbüro übernommen werden.

Bei notwendigen Abweichungen vom Bohrprogramm und bei auftretenden Störungen während des Arbeitsablaufs ist die untere Wasserbehörde unverzüglich zu verständigen. Bei Misserfolg einer Bohrung vor Einbau der Sonde ist das Bohrloch bis zur Geländeoberkante dauerhaft wasserdicht im Kontraktorverfahren von der Bohrlochsohle beginnend zu verpressen und der Rückbau zu dokumentieren.

Das nach DIN 4022 erstellte **geologische Schichtenverzeichnis** ist zusammen mit einer Dokumentation von

- Wasserständen (wenn messbar),
- Spülungsverlusten bei Wasserspülbohrungen,
- einschließlich des Bohrmeisterprotokolls und eines Lageplans mit Angabe von Koordinaten (im amtlichen Bezugssystem ETRS89/UTM) sowie der Geländehöhe des Bohransatzpunktes

dem Geologischen Dienst und der zuständigen unteren Wasserbehörde spätestens 4 Wochen nach Abschluss der Bohrarbeiten auszuhändigen (siehe Anlage 5.2).

### Sondeneinbau

Zum sicheren Einbringen der Sonde in das offene Bohrloch sind folgende Schritte bzw. Maßnahmen einzuhalten:

Es sind nur werkseitig komplettierte (Rohre + Sondenfuß) und nach DIN 4279-7 **druck- und durchflussgeprüfte Sondensysteme** einzubauen. Die ordnungsgemäße Ausführung ist der unteren Wasserbehörde mit einem entsprechenden Zertifikat des Herstellers (werkseitiges Prüfprotokoll) nachzuweisen.



Abb. 16: Einbau einer Erdwärmesonde

Die Sonde ist vor dem Einbau mit Wasser zu füllen, um ein Aufschwimmen im wasser- bzw. mit Bohrspülung gefüllten Bereich des Bohrloches zu verhindern. Zur Erhöhung und besseren Verteilung der Eigenlast ist ein ausreichend dimensioniertes Zusatzgewicht am Sondenfuß erforderlich (Beispiel siehe Abb. 5). Vor der Einführung der Sonde in das Bohrloch ist die darin befindliche Spülung bei Bedarf auszudünnen, um den Auftrieb für die Sonde zu mindern.

In der ersten Phase des Einbaus muss die von der Haspel eindringende Sonde gebremst und bei zunehmender Tiefe leicht nachgeschoben werden (Abb. 16). Hierbei ist eine ausreichende Weite und **Standicherheit der offenen Bohrung** wichtig. Ansonsten ist mit einer temporären Schutzverrohrung die Bohrlochwand zu sichern.

Von der Anwendung äußerer Kräfte durch technische Geräte (z. B. Aufbringen von zusätzlichem Druck mit dem Bohrkopf) ist abzuraten, auch wenn dies in der VDI 4640 nicht ausdrücklich untersagt ist. Die Gefahr der Beschädigung des Sondenfußes ist bei solchen Maßnahmen nicht beherrschbar.

Zur Vermeidung des Eindringens von Fremdkörpern sind bis zum Anschluss an die Wärmepumpe die offenen Enden der Sondenrohre mit PE-Endkappen sicher zu verschließen.

### Verfüllung des Bohrlochringraumes

Die Verfüllung des Bohrlochringraumes dient der thermischen Ankopplung der Sonde an den Untergrund und der hydraulischen Abdichtung des Bohrloches in vertikaler Richtung. Gleichzeitig stellt sie im Falle einer Leckage der Sonde während des laufenden Betriebes eine zusätzliche Sicherheit gegenüber austretender Sole dar.

Als **Verfüllmaterial** von Erdwärmesonden sind nur grundwasserunschädliche, dauerhaft aushärtende, wasserdichte und Frost-Tauwechsel beständige Suspensionen einzusetzen, die eine hohlraumfreie und volumenbeständige Bohrlochverfüllung zulassen. Es sollten Fertigmischungen (Sack-/Siloware) verwendet werden, welche für geothermische Zwecke zugelassen sind, und für die entsprechende Untersuchungen zur Widerstandsfähigkeit gegenüber Frost-Tauwechsel vorliegen (Abb. 17).



Gleichzeitig mit der Sonde muss das Verfüllrohr in das Bohrloch eingeführt werden. Abhängig von der Bohrtiefe sind bei Bedarf mehrere Rohre abgestufter Länge zu verwenden, um eine lückenlose Verfüllung mit Sicherheit gewährleisten zu können.

Unmittelbar nach Einbringen der Erdwärmesonde ist das Bohrloch ohne Unterbrechung vollständig von der Sohle aus nach oben mit der Suspension zu verpressen. Durch geeignete Maßnahmen (z. B. Zentrierung der Sonden) ist eine vollständige Umhüllung der Sonden durch die Suspension zu gewährleisten. Durch Lufteinschlüsse entstehende Hohlräume sind unbedingt zu vermeiden.

Das Anmischen und **Verpressen** der Suspension hat nur mit solchen Gerätschaften zu erfolgen, die das Herstellen einer homogenen Masse im vorgegebenen Mischungsverhältnis und das Einbringen unter kontrollierten Druckbedingungen erlauben (z. B. Kolloidmischer). Die Menge und Dichte des eingepressten Materials für die Ringraumverfüllung ist kontinuierlich zu erfassen. Der Verpressvorgang ist so lange fortzuführen, bis

die Dichte der aus dem Bohrloch austretenden Suspension jener der eingepressten Suspension entspricht.

Übersteigt der Bedarf an Verpressmaterial das Zweifache des Ringraumvolumens, ist der Verpressvorgang zunächst zu beenden und umgehend die untere Wasserbehörde zu informieren.

Das beim Verpressen aus dem Bohrloch verdrängte Wasser und die in der Endphase austretende Suspension sind sachgerecht aufzufangen und zu entsorgen.

Eine **Überwachung des Abdichtvorgangs** kann automatisch erfolgen oder von einem externen Sachverständigen geprüft werden. Falls eine dotierte Baustoff Suspension zur Abdichtung der Erdwärmesondenbohrung eingesetzt wird, besteht für Bauherren und Bohrfirmen die Möglichkeit, eine geophysikalische Messung der Sonden hinterfüllung parallel zu den Anbindearbeiten durchführen zu lassen.



Abb. 17: Herstellung einer Bentonit-Zement-Mischung zum Verpressen

Abschließend ist eine **Funktionsendprüfung** der mit Wasser gefüllten Sonde durchzuführen (VDI 4640, Blatt 2). Bei Problemen ist die Sonde ordnungsgemäß zurückzubauen und nach sachgerechter Behebung des Schadens oder unter Einsatz einer neuen Sonde der Einbau zu wiederholen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu protokollieren und zusammen mit den anderen Unterlagen der verfahrensleitenden Behörde schriftlich mitzuteilen.

Im Interesse des Grundwasserschutzes, aber auch zur Absicherung der normgerechten und wirtschaftlichen Ausführung der Erdwärmesonden ist grundsätzlich die Mitwirkung eines erfahrenen hydrogeologischen Fachbüros empfehlenswert.

### **Betrieb des Sondenkreislaufes**

Als **Wärmeträgerflüssigkeiten** dürfen ausschließlich Wasser oder nicht wassergefährdende Stoffe verwendet werden.

Wässrige Lösungen der Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) vom 17.05.1999, zuletzt geändert am 27.07.2005, Bundesanzeiger Nr. 142a vom 30.07.2005, auf der Grundlage der Stoffe Ethylenglykol (Ethandiol) oder Propylenglykol (1,2-Propan-diol) erforderlichenfalls unter Zusatz von Korrosionsinhibitoren können eingesetzt werden, soweit nicht die Anforderungen an Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und sonstige schützenswerte Grundwasservorkommen entgegenstehen. Die Stoffe sind in Tabelle 2 genannt.

Die Verwendung von anderen nicht genannten Stoffen, wie z. B. voll- oder teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen (FKW bzw. HFKW), ist nicht zulässig. Diese Stoffe kommen natürlicherweise im Grundwasser nicht vor und sind dort schwer abbaubar. Darüber hinaus sind sie schwerer als Luft, können ins Grundwasser übergehen und dort verbleiben. Der Lieferant anderer Wärmeträgermittel hat zu bescheinigen, dass es den Anforderungen entspricht und nach der VwVwS in die WGK 1 einzustufen ist.

Erdwärmesonden sind durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen (z. B. baumustergeprüfte Druckwächter) zu sichern. Bei einer **Leckage** im Erdwärmeson-

denkreislauf wird die Umwälzpumpe sofort abgeschaltet und ein Störsignal abgegeben. Vom Betreiber der Anlage ist darüber hinaus regelmäßig zu prüfen, ob aus dem obertägig zugänglichen Teil Wärmeträgerflüssigkeit austritt. Sollte dies zutreffen, ist die Anlage sofort außer Betrieb zu setzen. In beiden Fällen ist unverzüglich ein hydrogeologisches Fachbüro mit der Klärung der Ursachen bzw. Behebung des Schadens zu beauftragen. Sollte Wärmeträgerflüssigkeit ins Erdreich eingedrungen sein, muss die untere Wasserbehörde umgehend informiert und das weitere Vorgehen abgestimmt werden.

Durch sachgerechte Dimensionierung und Betriebsweise der Wärmepumpenanlage ist sicher zu stellen, dass die Temperatur des in die Sonde zurück strömenden Wärmeträgermittels im Dauerbetrieb (Wochenmittel) 11 Kelvin (°C) Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdreichtemperatur nicht überschreitet. Bei Spitzenlast sollen 17 Kelvin Temperaturänderung nicht überschritten werden (VDI 4640, Blatt 2).

Erdwärmesondenanlagen sind so zu dimensionieren und zu betreiben, dass ein frostfreier Betrieb sichergestellt ist. Dies dient in erster Linie dem Grundwasserschutz, da bei frostfreiem Betrieb nicht die Gefahr besteht, dass die Hinterfüllung (Verpressung) durch Frost-Tauwechsel zerstört wird. Eine geschädigte Hinterfüllung eröffnet Wegsamkeiten zwischen unterschiedlichen Grundwasserstockwerken und für Schadstoffe in den Untergrund und das Grundwasser.

Auch anstehende frostempfindliche Gesteine, z. B. bindige Lockergesteine, können bei Frost-Tauwechselbelastungen insbesondere hinsichtlich ihrer dichtenden Eigenschaften nachteilig verändert werden, wodurch erhöhte Wegsamkeiten oder sogar hydraulische Kurzschlüsse entstehen können.

Sofern der unterirdische Teil der Erdwärmesondenanlage vorübergehend nicht mehr genutzt wird, muss das Wärmeträgermittel ausgespült und fachgerecht entsorgt werden. Die Sonde ist mit reinem Wasser zu füllen und gegebenenfalls dicht zu verschweißen.

Produktname	Hersteller	WGK	Hauptkomponente		Anteile Additive		
			Name	Anteil	WGK 1	WGK 2	WGK 3
Coracon KS 6	Aqua-Concept	1	Ethylenglykol	98.87	0.68	0.01	0
Coracon WT 6N	Aqua-Concept	1	Ethylenglykol	97.74	1.37	0.02	0
Coracon WT 6N F-20	Aqua-Concept	1	Ethylenglykol	37.63	0.53	0.01	0
Coracon WT 6P	Aqua-Concept	1	Propylenglykol	97.74	1.37	0.02	0
Coracon WT 6P F-20	Aqua-Concept	1	Propylenglykol	37.14	0.52	0.01	0
Coracon GEKO N	Aqua-Concept	1	Ethylenglykol	95.49	2.78	0	0
Havoline AFC	Arteco	1	Ethylenglykol	(94.1) <sup>1</sup>	5.70	0.20	0
Havoline XLC	Arteco	1	Ethylenglykol	(94.1) <sup>1</sup>	5.70	0.20	0
Glythermin P44-00	BASF	1	Propylenglykol	> 89	< 6	< 0,5	0
Glythermin NF	BASF	1	Ethylenglykol	< 90	< 4	< 0,1	0
Antifrogen N	Clariant	1	Ethylenglykol	91.30	4.98	0.50	0
Antifrogen L	Clariant	1	Propylenglykol	91.71	4.69	< 0,1	0
Leckanzeige Clariant	Clariant	1	Ethylenglykol	91.30	4.98	0.50	0
Protectogen N	Clariant	1	Ethylenglykol	94.78	2.99	0.30	0
Protectogen L	Clariant	1	Propylenglykol	95.04	2.81	0.06	0
Deucol N	Deuring	1	Ethylenglykol	95.06	2.80	0.14	0
Deucol L	Deuring	1	Propylenglykol	95.06	2.80	0.14	0
Dowcal 10	DOW	1	Ethylenglykol		98.90 <sup>2</sup>	0.20	0
Dowcal 20	DOW	1	Propylenglykol		98.90 <sup>2</sup>	0.52	0
Coolex N	GHC	1	Ethylenglykol	93.12	4.10	0.12	0
Coolex N	GHC	1	Propylenglykol	93.12	4.12	0.10	0
Glykosol N	pro Kühlsole	1	Ethylenglykol	96.20	3.50	0	0
Pekasol L	pro Kühlsole	1	Propylenglykol	96.80	3	0	0
Kühlsolekonzentrat N	Staub & Co.	1	Ethylenglykol	98.50	1.12	0	0
Kühlsolekonzentrat Spezial VA	Staub & Co.	1	Propylenglykol	98.50	1.12	0	0
Tyforoc Konzentrat	Tyforop	1	Ethylenglykol	≤ 93	< 5	< 0.2	0
Tyforoc L Konzentrat	Tyforop	1	Propylenglykol	≤ 93	< 5	< 0.2	0
Vollmer N	Vollmer	1	Ethylenglykol	98.5	1.50	0	0
Glysofor N		1	Ethylenglykol	> 98	< 1	0	0
Glysofor TERRA		1	Ethylenglykol	> 98	< 1	0	0
Glysofor L		1	Propylenglykol	> 98	< 1	0	0
GWE OptiFlow N	WITTIG Umweltchemie GmbH	1	Ethylenglykol	> 98	< 1	0	0

<sup>1</sup>Anteile in Klammern rechnerisch aus den Anteilen der Additive ermittelt

<sup>2</sup>Anteil an WGK1-Substanzen inklusive des Hauptbestandteils (Glykol)  
jeweils zu 100% fehlende Anteile: nicht wassergefährdende Stoffe (z. B. Wasser)

Tab. 2: Auswahl von Wärmeträgermitteln, die seitens der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) die wasserwirtschaftlichen Anforderungen für Erdwärmesonden und -kollektoren erfüllen (Stand: 2015). WGK = Wassergefährdungsklasse

Bei **endgültiger Stilllegung von Erdwärmesonden** ist ebenfalls die Wärmeträgerflüssigkeit mit Frischwasser auszuspülen und fachgerecht zu entsorgen. Entspricht das Sondenmaterial den Anforderungen gemäß VDI 4640, Blatt 1, Abschnitt 9.1, kann die Sonde im Untergrund verbleiben. Sie ist jedoch vollständig mit dauerhaft abdichtendem und

Grundwasser unschädlichem Material zu verpressen. Ansonsten muss die Erdwärmesonde überbohrt oder ausgebaut werden. Die Stilllegung ist der unteren Wasserbehörde anzuzeigen.

## 8. Anforderungen an Verlegung und Betrieb von Erdwärmekollektoren

Die geplante Errichtung einer Erdwärmekollektoranlage ist mittels des Formulars in Anlage 5 bei der zuständigen unteren Wasserbehörde (siehe Anlage 2) anzuzeigen. Nach Anzeige des Vorhabens ist nicht vor Ablauf der Frist von einem Monat mit den angezeigten Arbeiten zu beginnen, sofern die untere Wasserbehörde nichts anderes anordnet (vgl. § 49 WHG).

Für die Bauausführung und den Betrieb von Erdwärmekollektoranlagen sind grundsätzlich die maßgebenden **DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke** zu beachten. Die Anschlussarbeiten der erdgekoppelten Anlagenteile mit dem Heizsystem (Wärmepumpe) müssen von einer fachkundigen Heizungsbaufirma bzw. einem eingetragenen Handwerksbetrieb ausgeführt werden:

- Bei Grabenkollektoren sind die DIN-Normen zur Arbeitssicherheit bei der Erstellung von Gruben und Böschungen (z. B. DIN 4124) zu beachten.
- Wenn beim Kollektoreinbau Grundwasser erschlossen wird, ist die untere Wasserbehörde umgehend zu informieren.

Bei **Verlegung im unmittelbaren Einflussbereich eines Grundwasserleiters** ist eine Einbettung der Kollektorrohre in grundwasserunschädliches, nach Erhärtung dauerhaft wasserdichtendes Material erforderlich, um eine ausreichende Abdichtung zu erreichen. Dabei ist eine allseitige Ummantelung der Kollektorrohre mit Dichtmaterial von mindestens 30 mm zu gewährleisten. Hierdurch kann im Falle einer Leckage die Ausbreitung der Wärmeträgerflüssigkeit in das Grundwasser verhindert bzw. deutlich eingeschränkt werden. Andernfalls sind die Kollektorrohre in einem Sandbett zu verlegen (VDI 4640), Bauschutt und scharfe Steine sind zu entfernen, um sie vor Punktlasten zu schützen.

Verteilerschächte sind flüssigkeitsdicht auszuführen (Abb. 18), alle Leitungen sind ansteigend zum Haus hin zu verlegen. Im Wärmekollektorkreislauf sind nur **Wärmeträgermittel** der WGK 1 (siehe Tabelle 2) sowie nicht wassergefährdende Wärmeträgermittel zulässig.



Abb. 18: Verteilerschacht für ein Erdwärmekollektor-System

Alle Kollektorkreise sollten einzeln absperbar sein. Die Kollektorrohre sollten nicht in Kies oder Schotter verlegt werden, da Punktlasten zur Beschädigung der Rohre führen können. Zur Vermeidung von Verlusten von Wärmeträgerflüssigkeit ist für den Einbau sehr widerstandsfähiges Rohrmaterial zu verwenden. Rohre, die für den Kollektorbau verwendet werden, müssen güteüberwacht (z. B. SKZ, TÜV) und vom Hersteller für die Verwendung als Erdwärmekollektor vorgesehen sein. Freiliegende Rohrleitungen und Geräte müssen UV-beständig sein. Für den Kollektorbau ist Rohrmaterial in mindestens PE-100-RC-Qualität zu empfehlen, da hier eine erhöhte Spannungsriss-, Kerb- und Punktlastbeständigkeit gegeben ist.

**Bei bindigen Deckschichten** ist die Herstellung der vor dem Bau bestehenden Dichtwirkung oberhalb des Grundwasserleiters (z. B. durch Verfüllen mit dem bindigen Aushubmaterial) erforderlich. Materialien, die in den Untergrund eingebracht werden, sollen ungiftig und korrosionssicher (Tauwasserbildungsgefahr) und für den geplanten Temperaturbereich geeignet sein.

Der Kollektor ist mit einem Warnband, das 30 cm oberhalb des Kollektors verlegt wird, vor Beschädigung bei späteren Grabarbeiten zu sichern (VDI 4640).

Nach Fertigstellung der Anlage sind die nachfolgend aufgelisteten Dokumente an die untere Wasserbehörde zu übersenden:

- Anlageninstallationsprotokoll,
- Lageplan mit Koordinaten,
- Zeichnerische Darstellung der Anlage mit Maßangaben,
- Bodenaufbau mit Grundwasserstand.

Folgende **Druck-/Dichtigkeitsprüfungen** sollten erfolgen:

- Dichtigkeits-/Durchflussprüfung nach Verlegen/Einbau des Kollektors vor dem Abdecken mit Bodenmaterial.
- Dichtigkeitsprüfung aller erdseitigen Bauteile (Kollektoren, Verteilerschächte, Anbindeleitungen etc.) mit dem 1,5-fachen des Betriebsdruckes vor Inbetriebnahme am Übergabepunkt im Haus.

Der Kollektorkreislauf ist durch selbsttätige **Leckageüberwachungseinrichtungen** (baumustergeprüfte Druckwärter) zu sichern. Im Falle einer Leckage des Erdwärmekollektors muss die Umwälzpumpe sofort abgeschaltet und ein Störsignal abgegeben werden. Verteilerbalken/-schächte sind zugänglich und kontrollfähig zu gestalten. Bei Schadensfällen ist die zuständige untere Wasserbehörde umgehend zu unterrichten.

Die Temperatur des zum Erdwärmekollektor zurückkehrenden Wärmeträgermediums soll gemäß VDI 4640 Blatt 2 im Dauerbetrieb (Wochenmittel) den Grenzbereich von  $\pm 12$  Kelvin Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdreichtemperatur nicht überschreiten, bei Spitzenlast  $\pm 18$  Kelvin.

Bei **Stilllegung der Anlage** sind die Kollektorrohre auszuspülen und die Wärmeträgerflüssigkeit fachgerecht zu entsorgen. Zur Wiederherstellung der Funktion des Bodens (§ 2 Bundesbodenschutzgesetz) müssen die obersten 2 m des Bodens beräumt werden. Dies erfordert einen Rückbau von Flächenkollektoren.

## 9. Standortbeurteilung

Die Planung von Anlagen zur Nutzung von Erdwärme mit Sonden und Kollektoren setzt Kenntnisse über die geologischen/ bodenkundlichen und hydrogeologischen Verhältnisse eines Standortes sowie über damit in Verbindung stehende oder sonstige administrative Restriktionen voraus.

Restriktionen gegenüber der Errichtung von Erdwärmesonden- und Erdwärmekollektoranlagen ergeben sich in erster Linie aus den vorrangigen Forderungen des Grundwasserschutzes. Sie können aber auch der technischen Sicherheit beim Bau der Anlagen geschuldet sein.

### Erdwärmesonden

Aus alleiniger Sicht der Gewinnbarkeit von Erdwärme sind Erdwärmesonden überall einsetzbar. Sie können prinzipiell in allen Gesteinen errichtet werden. Es werden dabei keine besonderen Standortbedingungen vorausgesetzt, wie das bei hydrogeothermischen Anwendungen mit dem Vorhandensein ergiebiger Aquifere der Fall ist. Der geologische Aufbau des Untergrundes sowie die Grundwasserstände und -dynamik am konkreten Standort beeinflussen über die erzielbare, spezifische Wärmeentzugsleistung die Dimensionierung von Erdwärmesonden (siehe Abschnitt 5) und damit die Investitionskosten solcher erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen. In diesem Sinne würde sich ein „ungünstiger“ Standort gegenüber einem „günstigen“ allein durch einen längeren Amortisationszeitraum der Investitionskosten für die Anlage, also hinsichtlich seiner Wirtschaftlichkeit unterscheiden.

Übersichtskarten zur Verteilung der mittleren spezifischen Wärmeleitfähigkeit für verschiedene Tiefenstufen (siehe Anlage 7) liefern für Mecklenburg-Vorpommern Richtwerte zur Dimensionierung von Erdwärmesonden, solange kein verlässliches lithologisches Tiefenprofil für den Standort der Erdwärmeanlage vorliegt.

Die Qualifizierung eines Standortes aus hydrogeologischer oder wasserwirtschaftlicher Sicht in „günstig“ und „ungünstig“ erfolgt dagegen ausschließlich unter der Prämisse des Schutzes von Grund- und Trinkwasser.

Für einen ungünstigen Standort in diesem Sinne ist eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Errichtung einer Erdwärmesondenanlage unabdingbar. Dabei können Restriktionen ausgesprochen werden, die von besonderen Auflagen beim Bau bis zur Versagung der Erlaubnis für eine solche Anlage reichen können.

Standorte sind aus **wasserwirtschaftlicher Sicht als ungünstig** zu bewerten, wenn sie

- in Wasserschutzgebieten (§ 19 WHG i.V.m. § 19 LWaG), Trinkwasserschutz- bzw. Vorbehaltsgebieten (§ 136 LWaG) oder Heilquellenschutzgebieten (§ 35 LWaG),
- im Einzugsgebiet einer öffentlichen Trinkwassergewinnung oder staatlich anerkannten Heilquelle ohne festgesetzte Schutzzonen,
- in Gebieten von Altlasten und Grundwasserunreinigungen,
- in Küstenschutz- und Überschwemmungsgebieten liegen.

In den Schutzzonen I und II von Trinkwasserschutzgebieten ist die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen grundsätzlich untersagt. In allen anderen Fällen können auf Antrag im Rahmen des Erlaubnisverfahrens Einzelfallentscheidungen auf der Basis geologisch/hydrogeologischer Standortbeurteilungen getroffen werden.

Unter den geologischen Gegebenheiten des Landes Mecklenburg-Vorpommern sind Standorte als **hydrogeologisch ungünstig** zu betrachten, wenn die geplante Tiefe von Erdwärmesonden

- artesische Grundwasserleiter,
- Grundwasserleiter mit stärkerer Grundwasserversalzung (vor allem aufsteigende Tiefenwässer; Abb. 19),
- Grundwasserleiter im „Hut“-Bereich von Salzstöcken,
- mehrere Grundwasserstockwerke mit deutlich unterschiedlicher Grundwasserdynamik und Wasserbeschaffenheit berührt.

Auch hier sind Einzelfallentscheidungen innerhalb eines Erlaubnisverfahrens zu treffen.

Die Karten der Anlage 8 geben einen Überblick zu hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich ungünstigen Gebieten sowie zum Grundwasserflurabstand in Mecklenburg-Vorpommern.

Die wesentlichen Schritte und Kriterien der Verfahrensweise bei der wasserrechtlichen Behandlung von Erdwärmesondenanlagen sind in Anlage 3 schematisch dargestellt. Die dort erwähnten Einzelfallprüfungen für hydrogeologisch und/oder wasserwirtschaftlich ungünstige Standorte können abhängig vom konkreten Sachverhalt und vom vorliegenden Informationsstand zum geologischen Untergrund und zu den Grundwasserverhältnissen komplex und aufwendig sein.

Beurteilungsgrundlage für die Erteilung der Erlaubnis in ungünstigen Gebieten ist grundsätzlich eine geologisch/hydrogeologische Stellungnahme des Geologischen Dienstes oder eines anerkannten hydrogeologischen Fachbüros. Die Stellungnahme muss auch Angaben zu den Anforderungen enthalten, die bei den Bohr- und Ausbaurbeiten im Interesse des Grundwasserschutzes zu beachten sind.

Auflagen, die seitens der unteren Wasserbehörde zum Schutz der grundwasserführenden Horizonte (z. B. Versalzungsgefahr) erteilt werden, sind unbedingt einzuhalten und die entsprechenden Maßnahmen zu protokollieren. Bei Vorliegen von wasserrechtlichen Ausnahmegenehmigungen, z. B. in ausgewiesenen Schutzgebieten mit einer möglichen Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität, ist ein geeignetes Fachbüro mit der Überwachung der Bohrarbeiten und des Einbaus der Erdwärmesonden zu beauftragen.

Eine besondere Stellung nehmen Standorte ein, die wegen ihrer **Lage in bergschadengefährdeten Gebieten** (z. B. Altbergbau in Südwestmecklenburg) als ungünstig zu betrachten sind. Hier ist im Erlaubnisverfahren unbedingt eine Stellungnahme des Bergamtes Stralsund einzuholen und zu berücksichtigen.

Die für die Erarbeitung solcher Stellungnahmen entstehenden Kosten sind vom Antragsteller zu tragen. Der Antragsteller ist darüber vorab zu informieren.

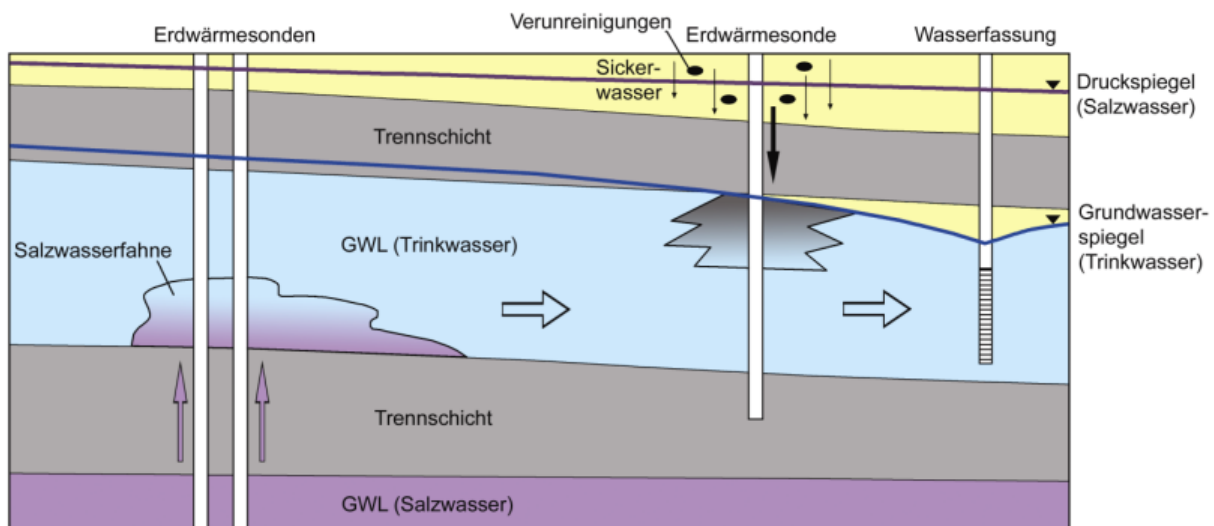


Abb. 19: Mögliche Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität infolge Salzwasseraufstiegs oder dem Eintrag von Schadstoffen, z. B. Altöle. (GWL = Grundwasserleiter)

### Erdwärmekollektoren

Die Standortbeurteilung zur Errichtung und für den Betrieb von Erdwärmekollektoren erfolgt in erster Linie anhand bodenkundlicher Gegebenheiten und der hydrogeologischen Situation (z. B. Abstand zur Grundwasseroberfläche) sowie der Lage des Vorhabens in Trinkwassergewinnungsgebieten.

Die hydrogeologische Beurteilung erfolgt im Hinblick auf die mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch Leakage des Kollektors/der Kollektoren oder einer Verminderung des Rückhaltevermögens der grundwasserschützenden Deckschichten durch Bodenarbeiten beim Einbau des Kollektors/

der Kollektoren. Sie stellt keine Bewertung der Effizienz der Erdwärmekollektoranlage in einem bestimmten Gebiet dar.

In Trinkwassergewinnungsgebieten und vergleichbaren Nutzungen (zum Beispiel Heil- und Mineralquellen) besteht eine besondere **Schutzbedürftigkeit des Grundwassers**, die über den allgemeinen Grundwasserschutz hinausgeht. Daher ist die relative Lage eines Vorhabenstandorts zu Wassergewinnungsanlagen zu berücksichtigen. Auch die Einflüsse von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserverunreinigungen können zu einer eingeschränkten Nutzung beziehungsweise zum Versagen der Zulassung führen.

Generell ist eine Erdwärmenutzung mittels Kollektoren zulässig, mit Ausnahme der nachfolgend aufgeführten Gebiete.

#### **Unzulässige Gebiete:**

- Trinkwasserschutzzone I und II,
- Heilquellenschutzgebiet Zone I, II und A.

**Bedingt zulässige Gebiete, wasserrechtliche Einzelfallprüfung** seitens der unteren Wasserbehörde nötig:

- Trinkwasserschutzgebiet Zone III, III/A, III/B, IV und Trinkwassergewinnungsgebiete – bei Erschließung eines Grundwasserleiters,
- Heilquellenschutzgebiet Zone III, III/1, III/2 und B – bei Erschließung eines Grundwasserleiters,
- Gebiete mit Altlasten, Altbergbau, Erdfällen und artesischen Grundwasserverhältnissen.

#### **Planungsinformationen im Kartenportal des LUNG M-V**

Im Internet sind zahlreiche Informationen zu geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen sowie zu geothermischen Parametern zu finden:

**[www.umweltkarten.mv-regierung.de](http://www.umweltkarten.mv-regierung.de)**.

Für eine erste Prüfung, ob an einem geplanten Standort die Errichtung einer erdgekoppelten Wärmepumpenanlage und somit das Abteufen einer Erdwärmesondenbohrung rechtlich möglich, aber auch wirtschaftlich ist, können folgende Themen unter Beachtung von Maßstabsbeschränkungen aktiviert werden:

#### **Geologie/Landesbohrdatenspeicher**

Hier können die zu erwartenden geologischen Schichten aus Bohrprofilen benachbarter Bohrungen abgeschätzt werden, wenn die Schichtenverzeichnisse freigegeben sind. Häufig sind dabei auch Angaben zum Grundwasserstand verfügbar.

#### **Geologie/Geothermie**

Unter diesem Punkt lassen sich diverse Übersichtskarten aktivieren, die eine erste Abschätzung über die zu erwartende spezifische Wärmeleitfähigkeit bis zu einer Tiefe von 40 m, 60 m, 80 m und 100 m ermöglichen. Sie können zur Konfigurierung einer erdgekoppelten Wärmepumpenanlage, insbesondere zur Bemessung der benötigten Sondenlänge herangezogen werden, wenn in der Nähe keine Bohrung mit Schichtenverzeichnis verfügbar ist.

#### **Grundwasser**

Eine Vielzahl von Kartendarstellungen geben Auskunft zum Flurabstand des Grundwassers, zur Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze und zu Artesikgebieten.

In Artesik- oder Salzwasseraufstiegsgebieten sind EWS-Bohrungen mit Einschränkungen zulässig. Das Bohrunternehmen ist verpflichtet, sich mittels geeigneter Ausrüstung/Material und geschultem Personal auf entsprechende Verhältnisse einzustellen.

#### **Wasser/Schutzgebiete**

Hier kann geprüft werden, ob sich die geplante erdgekoppelte Wärmepumpenanlage in einem Trinkwasserschutzgebiet befindet. Liegt die projektierte Erdwärmesonde oder der geplante Erdwärmekollektor in einer Trinkwasserschutzzone I oder II, ist diese Anlage prinzipiell nicht genehmigungsfähig!

Liegt der Standort in einer Trinkwasserschutzzone III oder IV ist sie in Ausnahmefällen mit Auflagen genehmigungsfähig.

Weiterhin stehen im Internet auf den Seiten des LUNG sämtliche nachfolgenden Anlagen des Leitfadens in aktualisierter Form zur Verfügung. Dieser können heruntergeladen und z. T. auch elektronisch ausgefüllt werden.



## Anlagen

### Gesetze und Verordnungen

**Bundesberggesetz (BBergG)** vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 303 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

[www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbergg/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbergg/gesamt.pdf)

**Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz – LagerstG)** vom 4. Dezember 1934 (RGBl. I S. 1223), geändert durch Artikel 189 des Einführungsgesetzes zum Strafgesetzbuch vom 02.03.1974 (BGBl. I, S. 469), in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 750-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 22 des Gesetzes vom 10. November 2001 (BGBl. I S. 2992) geändert worden ist.

[www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/lagerstg/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/lagerstg/gesamt.pdf)

**Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG)** vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 101 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

[www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf)

**Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG MV)** vom 30. November 1992 (GVOBl. M-V S. 669), letzte berücksichtigte Änderung: § 16 geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 17. Dezember 2015 (GVOBl. M-V S. 583, 584).

[www.landesrecht-mv.de](http://www.landesrecht-mv.de)

**Wasserhaushaltsgesetz (WHG)** vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 320 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

[www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg\\_2009](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg_2009)

**Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (VwVwS)** vom 17. Mai 1999 (Bundesanzeiger Nr. 98a vom 29.05.1999) und Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der VwVwS vom 27. Juli 2005 (Bundesanzeiger Nr. 142 vom 30.06.2005).

[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

**Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAWS)** vom 31. März 2010 (BGBl. I S. 377).

[www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)

### Richtlinien und Regelwerke

Verein Deutscher Ingenieure, VDI [Hrsg.] (2010):  
Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte.  
**Richtlinie 4640, Blatt 1**; Düsseldorf.

Verein Deutscher Ingenieure, VDI [Hrsg.] (2001):  
Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen.  
**Richtlinie 4640, Blatt 2**; Düsseldorf.

Verein Deutscher Ingenieure, VDI [Hrsg.] (2001):  
Thermische Nutzung des Untergrundes – Unterirdische Thermische Erdspeicher.  
**Richtlinie 4640, Blatt 3**; Düsseldorf.

## Anlage 1 (Blatt 2)

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (2006):  
Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser.  
**Technische Regel, Arbeitsblatt W 101**; Bonn.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (2008):  
Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser.  
**Technische Regel, Arbeitsblatt W 115**; Bonn.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (1998):  
Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser.  
**Technische Regel, Arbeitsblatt W 116**; Bonn.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (2012):  
Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau, -regenerierung, -  
sanierung und -rückbau.  
**Technische Regel, Arbeitsblatt W 120-1**; Bonn.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (2012):  
Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie.  
**Technische Regel, Arbeitsblatt W 120-2**; Bonn.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (1998): Sanierung und Rückbau von  
Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen.  
**Technische Regel, Arbeitsblatt W 135**; Bonn.

**DIN EN ISO 14688-1** (2013)  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von  
Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung.

**DIN EN ISO 14689-1** (2011)  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von  
Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung.

**DIN 4124** (2012)  
Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.

**DIN 8074** (2011)  
Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100, Maße.

**DIN 8075** (2011)  
Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen.

**DIN 18301** (2010)  
VOB - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische  
Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten.

**DIN EN ISO 22475-1** (2007)  
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und  
Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung

**DIN 8901** (2002):  
Kälteanlagen und Wärmepumpen - Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser -  
Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung.

Deutscher Verband für Schweißtechnik und verwandte Verfahren e.V., DVS (2016):

**Richtlinie DVS 2207-11:** Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen. Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD.

Deutscher Verband für Schweißtechnik und verwandte Verfahren e.V., DVS (2012):

**Richtlinie DVS-2208 Beiblatt 1:** Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Werkzeuge und Geräte zum Heizelementschweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen.

**Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (2011):**

Empfehlungen der LAWA für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden.

**Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (1998):**

Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete. – 3. Aufl., 27 S.; Kulturbuchverlag Berlin.

## Weiterführende Literatur

SASS, I., SCHIESSL, S., GRIMM, R., HESKE, C. & POPP, T. (2013):

**Erdwärme. Tipps für Hausbesitzer und Bauherren.**

17 S.; Gtv Bundesverband Geothermie, Berlin.

KALTSCHMITT, M., STREICHER, W. & WIESE, A. [Hrsg.] (2013):

**Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte.**

931 S.; Berlin.

BAUMANN, F.-M., Laue, H.-J. & Müller, P. (2007):

**Wärmepumpen – Heizen mit Umweltenergie.**

4. erw. u. völlig überarb. Aufl., 112 S.; Berlin.

HARTMANN, F. & Schwarzburger, H.(2009):

**Systemtechnik für Wärmepumpen : Solar- und Umweltwärme für Wohngebäude.**

319 S.; Hüthig & Pflaum München/Heidelberg.

BONIN, J. (2009):

**Handbuch Wärmepumpen – Planung und Projektierung.**

208 S.; Beuth-Verlag Berlin.

THOLEN, M. & WALKER-HERTKORN, S. (2008):

**Arbeitshilfen Geothermie – Grundlagen der oberflächennahen Erdwärmesondenbohrungen.**

228 S.; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Bonn.

## Informationen im Internet

BWP – Bundesverband Wärmepumpe e.V.

[www.waermepumpe.de](http://www.waermepumpe.de)

Bundesverband Geothermie e.V.

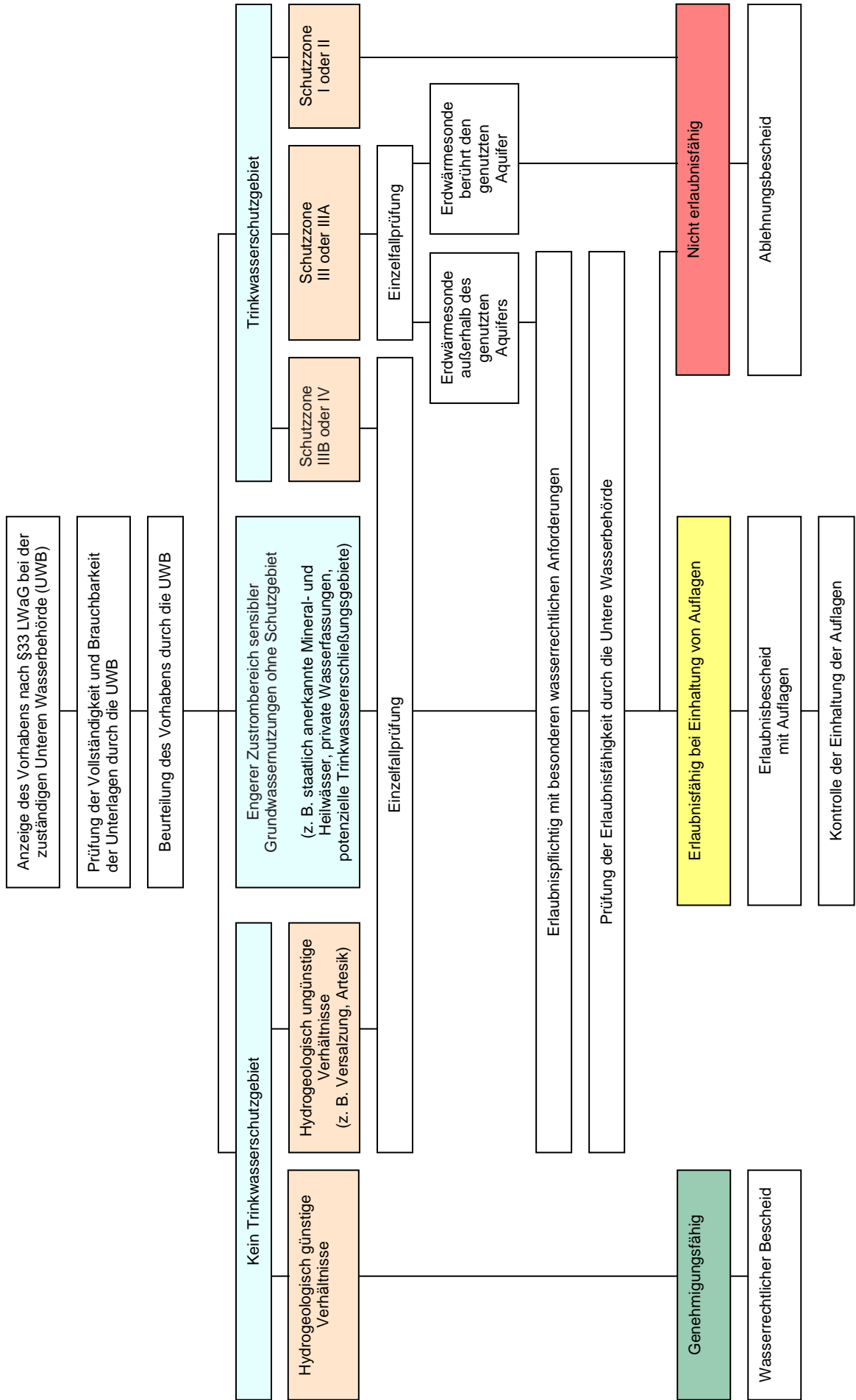
[www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern

[www.lung.mv-regierung.de](http://www.lung.mv-regierung.de)



# Verfahrensweise bei der wasserrechtlichen Behandlung von Erdwärmesondenanlagen



## Erlaubnisantrag für Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern

Adresse der zuständigen unteren Wasserbehörde:

### Heizleistung

- bis 30 kW
- über 30 kW

### Antragsteller / Bauherr

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Telefon  E-Mail

### Geplanter Standort der Anlage

Stadt / Landkreis

Gemeinde / Ortsteil

Straße / Hausnummer

Gemarkung/Flur/Flurstück

Koordinaten (ETRS89)  HW  RW  System/EPSP

### Bohrunternehmen

Firma

Straße

PLZ, Firmensitz

Telefon  E-Mail

Bohrmeister

### Hydrogeologisches Fachbüro

Firma

Straße

PLZ, Firmensitz

Ansprechpartner

Telefon  E-Mail

**Angaben zu den Bohrarbeiten**

geplante Anzahl Sonden  minimaler Abstand untereinander  m minimaler Abstand zur Grundstücksgrenze  m

geplante Bohrtiefe  m Bohrlochdurchmesser  mm

Bohrverfahren  Kernbohrung  Trockenbohrung  Spülbohrung

Spülungszusätze  Wassergefährdungsklasse

Bohranlagentyp  Baujahr

max. zulässiger Bohrdurchmesser  mm max. zulässige Bohrteufe  m letzte technische Prüfung

**Angaben zu Sondenauslegung, -ausbau und -betrieb**

Der Planung zugrunde liegende Wärmeleitfähigkeit  W/m oder Wärmeentzugsleistung  W/m

Sondenart  U-Rohr  Doppel-U-Rohr  Koaxial-Rohr

Rohrmaterial  Rohrdurchmesser  $\varnothing$  =  mm

Durchmesser des Sondenbündels  $\varnothing$  =  mm

Sondenhersteller  Prüfzertifikat liegt vor  Ja  Nein

Wärmeträgemittel  Wassergefährdungsklasse

Menge (Liter)  Konzentration  Gesamtmenge (Liter)

Verpressmittel zur Bohrlochabdichtung  Wassergefährdungsklasse

Zement-Bentonit-Sand-Gemisch  Fertigmischung Produktbezeichnung

Betriebsart  Heizung  Warmwasseraufbereitung  Kälte  Sonstiges

**Angaben zur Wärmepumpe**

Fabrikat und Typ

Heizleistung  kW

Kältemittel  Menge  Wassergefährdungsklasse

Automatische Drucküberwachung im Wärmeträgerkreislauf  Ja  Nein

**Geologische / hydrogeologische Angaben zum Standort des Vorhabens**

Geologisches Vorprofil <sup>1</sup>

Grundwasserflurabstand, Grundwasserfließrichtung <sup>1</sup>

Besonderheiten zu Beschaffenheit / Druckpotenzial des Grundwassers  Versalzung  Artesik

Sonstiges

Lage des Standortes in Bezug auf Wasserschutzgebiete  außerhalb  innerhalb Zone

Umliegende Grundwassernutzung  Brunnen  Erdwärmesonden

Sonstiges

<sup>1</sup> Als Anlage mit Hinweis auf die verwendeten Datenquellen beifügen.

Der Bauherr und das Bohrunternehmen verpflichten sich, nicht von den oben angegebenen Größenordnungen und Verfahrensweisen abzuweichen und garantieren, bei der Durchführung der Arbeiten die anerkannten Regeln der Technik einzuhalten, um negative Beeinträchtigungen des Untergrundes und des Grundwassers nachhaltig zu vermeiden. Bei notwendigen Abweichungen vom Bohrprogramm, wesentlichen Abweichungen von dem in der Anzeige angegebenen geologischen Profil bzw. den erwarteten Grundwasserverhältnissen und bei relevanten Störungen während des Arbeitsablaufes (unnormal hohe Spülungsverluste, Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen u.ä.) wird die zuständige untere Wasserbehörde unverzüglich verständigt.

Die Fertigstellung des angezeigten Bauvorhabens ist der zuständigen unteren Wasserbehörde spätestens 4 Wochen nach Abschluss der Arbeiten mitzuteilen. Dabei ist das Bohrmeisterprotokoll zu übergeben, in dem u. a. die erreichte Tiefe der Bohrungen sowie die eingesetzten Spül- und Verpressmittel vermerkt sind. Die Dichtheit der Erdwärmesondenanlage ist durch Vorlage des Protokolls der Druckprüfung entsprechend VDI 4640, Blatt 2, zu dokumentieren.

Das nach DIN 4022 erstellte geologische Schichtenverzeichnis ist zusammen mit einer Dokumentation von Wasserständen (wenn messbar), eines Lageplans mit Angabe von Koordinaten (i. a. UTM/ETRS89 oder Nennung des verwendeten Systems) und Geländehöhe des Bohransatzpunktes dem Geologischen Dienst im LUNG Mecklenburg-Vorpommern zu übergeben.

Die Stilllegung der Erdwärmesonde(n) und Nutzungsänderungen, z.B. Erhöhung der Heizleistung, Nutzung zu Kühlzwecken oder Austausch der Wärmepumpe werden der zuständigen unteren Wasserbehörde vorab unaufgefordert angezeigt.

Bei Eigentümerwechsel gehen alle Rechte und Pflichten auf den neuen Eigentümer über.

Bauherr	<div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <p>Ort, Datum, Unterschrift</p>
Bohrfirma	<div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <p>Ort, Datum, Unterschrift</p>
oder (falls zutreffend) Fachbüro	<div style="border: 1px solid black; height: 25px; width: 100%;"></div> <p>Ort, Datum, Unterschrift</p>

**beigefügte Anlagen:**

- Übersichtsplan, mindestens Maßstab = 1:25.000 mit Lage des Vorhabensstandortes
- Flurkarte Maßstab 1:1.000 oder 1:500 mit Flur-Nr., Gemarkung, Lage der Bohrpunkte sowie skizzierten Rohrleitungsverlauf der Haupt- und Sammelleitungen
- Zeichnerische oder tabellarische Darstellung des geologischen Vorprofils mit Angaben zu den relevanten hydrogeologischen Verhältnissen (mit Hinweis auf die Informationsquellen)
- Zertifikat nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 oder Gütesiegel Erdwärmesonden-Bohrfirmen oder Referenzen des Bohrunternehmens zum Bau von Erdwärmesonden
- Nachweis der Fachkunde für den Bohrmeister
- Prüfzertifikat des Sondenherstellers
- Eignungsnachweis für Wärmeträgermittel und ggf. für Spülungszusätze (falls Eignung des Produktes nicht allgemein bekannt ist)
- Eignungsnachweis für das Verpressmittel (falls Eignung des Produktes nicht allgemein bekannt ist)
- Eigentumsnachweis des Grundstücks

**Hinweise:**

Die Anzeige der Bohrung(en) muss lt. § 4 Lagerstättengesetz mindestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten auch beim Geologischen Dienst M-V erfolgen (<http://www.lung.mv-regierung.de>). Die Anzeigepflicht gilt unabhängig von Genehmigungs- oder Anzeigepflichten anderer Behörden. Für Bohrungen, die tiefer als 100 m werden sollen, gilt nach § 127 Bundesberggesetz zusätzlich eine Anzeigepflicht beim Bergamt Mecklenburg-Vorpommern (<http://www.bergamt-mv.de>).



Name und Anschrift des Absenders	Telefon
	Telefax
	E-mail

Landesamt für Umwelt, Naturschutz  
und Geologie  
Geologischer Dienst  
Goldberger Str. 12  
**18273 Güstrow**

**Anzeige eines Bohrvorhabens**  
nach § 4 Lagerstättengesetz

**Lage der Bohrung(en)**

PLZ Stadt / Landkreis	Gemeinde / Ortsteil	Strasse Nr.
		Flur / Flurstück

Rechtswert
Hochwert

**System**

- UTM/ETRS89  
 anderes: .....

Karte mit Eintragungen der geplanten Bohransatzpunkte beifügen!  
(topografische Karte mit nachvollziehbaren Orientierungspunkten)

**Umfang der Arbeiten**

Anzahl der Bohrungen	Geplante Bohrtiefe (m)	Bohrdurchmesser (mm)	vorauss. Bohrbeginn
----------------------	------------------------	----------------------	---------------------

<p>Zweck der Bohrungen</p> <p><input type="checkbox"/> Erdwärmegewinnung</p> <p><input type="checkbox"/> Grundwassererschließung</p> <p><input type="checkbox"/> Baugrunduntersuchung</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiger: .....</p>	<p>Bohrverfahren</p> <p><input type="checkbox"/> Kernbohrung</p> <p><input type="checkbox"/> Trockenbohrung</p> <p><input type="checkbox"/> Spülbohrung</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstige: .....</p>
--	---

**Auftraggeber/Informationseigentümer**

**Beratende Firma (z.B. Ingenieurbüro)**

Name, Adresse, Tel., Fax, E-mail	Name, Adresse, Tel., Fax, E-mail
----------------------------------	----------------------------------

Bemerkungen

Ich bin mit der Weitergabe der geologischen Daten durch den Geologischen Dienst einverstanden  nein  
Mir ist bekannt, dass vor Bohrbeginn die Bohrung bei der unteren Wasserbehörde und ggf. beim Bergamt anzuzeigen ist.

Datum, Unterschrift

Anlage 5.2

Name und Anschrift des Absenders

Telefon

Telefax

E-mail

Landesamt für Umwelt, Naturschutz  
und Geologie  
Geologischer Dienst  
Goldberger Str. 12  
**18273 Güstrow**

### Ergebnismitteilung

In der Anlage übersende ich Ihnen zu der Bohrung  folgende Unterlagen:

- Bohrzeit und Bohrverfahren
- Schichtenverzeichnis der Bohrung nach DIN 4022 und 4023
- Ausbau (z.B. Angaben zu Rohrtouren, Filterlage, Kiesschüttung, Verfüllmaterial)
- Grundwasserstandsmessungen; Rohroberkante:
- Pumpversuche                       Siebanalysen
- Grundwasseranalysen               Grundwasser-Probennahmeprotokolle

Bohrungszweck:

Auftraggeber (Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-mail des Informationseigentümers)

Bemerkungen

Ich bin mit der Weitergabe der geologischen Daten durch den Geologischen Dienst einverstanden  **nein**

Höhenfindung:

- Geländehöhe
- aus Karte abgegriffen
- eingemessen, am:.....durch:.....

Lagekoordinaten:

- Rechtswert  Hochwert
- Koordinatensystem UTM/ETRS89
- anderes: .....
- Lageplan beiliegend
- aus Karte abgegriffen
- eingemessen, am:.....durch:.....

Datum, Unterschrift

## Anzeige für Erdwärmekollektoren in Mecklenburg-Vorpommern

Adresse der zuständigen unteren Wasserbehörde:

### Antragsteller / Bauherr

Name, Vorname	<input type="text"/>		
Straße, Hausnummer	<input type="text"/>		
PLZ, Wohnort	<input type="text"/>		
Telefon	<input type="text"/>	E-Mail	<input type="text"/>

### Gepannter Standort der Anlage

Stadt / Landkreis	<input type="text"/>		
Gemeinde / Ortsteil	<input type="text"/>		
Straße / Hausnummer	<input type="text"/>		
Gemarkung/Flur/Flurstück	<input type="text"/>		
Koordinaten (ETRS89)	<input type="text"/>	HW	<input type="text"/>
		RW	<input type="text"/>
			System/EPSPG

### begleitendes Ingenieurbüro

Firma	<input type="text"/>		
Straße	<input type="text"/>		
PLZ, Firmensitz	<input type="text"/>		
Ansprechpartner	<input type="text"/>		
Telefon	<input type="text"/>	E-Mail	<input type="text"/>

### Angaben zu den Erdwärmekollektoren

Art	<input type="checkbox"/> Flächenkollektoren	<input type="checkbox"/> Spiralkollektoren	<input type="checkbox"/> Sonstige	<input type="text"/>
Länge der Kollektoren	<input type="text"/> m	Anzahl der Kollektoren	<input type="text"/>	Gesamtfläche
				<input type="text"/> m <sup>2</sup>
Material	<input type="text"/>	Durchmesser	<input type="text"/>	
Hersteller	<input type="text"/>	Verbindungen	<input type="text"/>	
Wärmeträgemittel	<input type="text"/>	Menge gesamt	<input type="text"/>	
Wassergefährdungsklasse	<input type="text"/>	Prüfzertifikat liegt vor	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

## Anlage 6 (Blatt 2)

### Zweck der Anlage

<input type="checkbox"/> Heizung	Wärmebedarf		Kältebedarf	
<input type="checkbox"/> Warmwasser	Leistung	<input type="text" value="kW"/>	Leistung	<input type="text" value="kW"/>
<input type="checkbox"/> Kälte	Wärme	<input type="text" value="MWh/a"/>	Wärme	<input type="text" value="MWh/a"/>

### Angaben zur Wärmepumpe

Fabrikat und Typ	<input type="text"/>	Leistung	<input type="text"/>
Kältemittel	<input type="text"/>	Menge	<input type="text"/>
Wassergefährdungsklasse	<input type="text"/>	Automatische Drucküberwachung im Wärmeträgerkreislauf	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

### Angaben zum Standort

Bodenart	<input type="text"/>		
Grundwasserflurabstand	<input type="text" value="m"/>	Grundwasserfließrichtung	<input type="text"/>
Trinkwasserschutzgebiet (Schutzzone, Name)	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="text"/>	<input type="text"/>
sonstige Schutzgebiete	<input type="text"/>		

Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen (VDI 4640 - Thermische Nutzung des Untergrundes, DIN 8901 - Wärmepumpen).

Die Fertigstellung des angezeigten Bauvorhabens ist der zuständigen unteren Wasserbehörde spätestens 4 Wochen nach Abschluss der Arbeiten mitzuteilen. Die Dichtheit der Erdwärmekollektoranlage ist durch Vorlage des Protokolls der Druckprüfung entsprechend VDI 4640, Blatt 2 sowie DIN 8907 zu dokumentieren und der Nachweis des eingesetzten Wärmeträgermittels vorzulegen.

Der Bauherr und das Bauunternehmen verpflichten sich, nicht von den oben angegebenen Angaben und Verfahrensweisen abzuweichen und garantieren bei der Durchführung der Arbeiten die anerkannten Regeln der Technik einzuhalten, um negative Beeinträchtigungen des Untergrundes und des Grundwassers nachhaltig zu vermeiden.

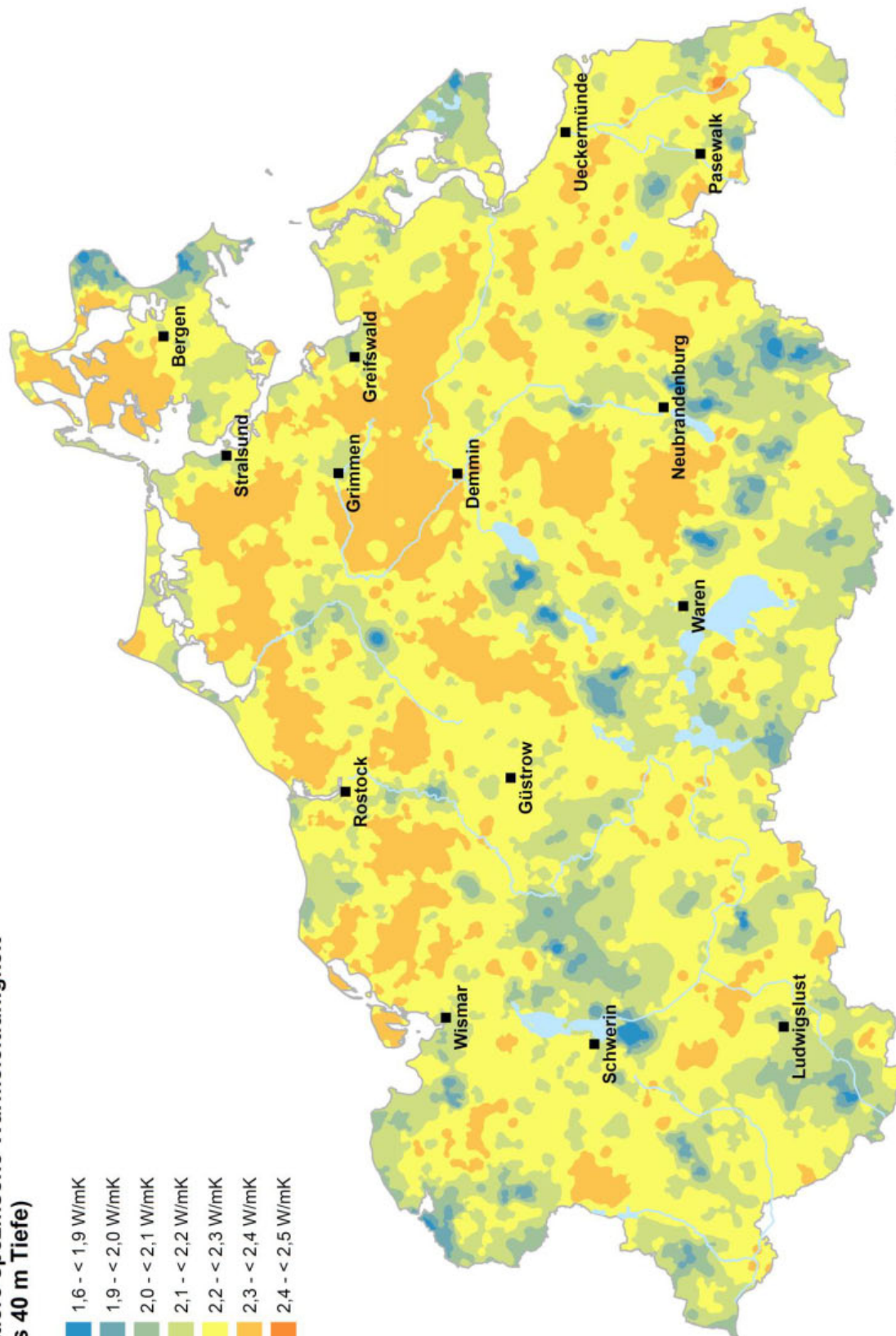
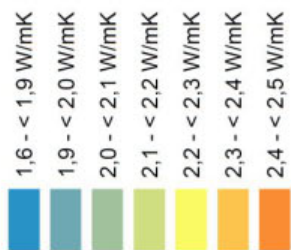
Ort, Datum

Unterschrift

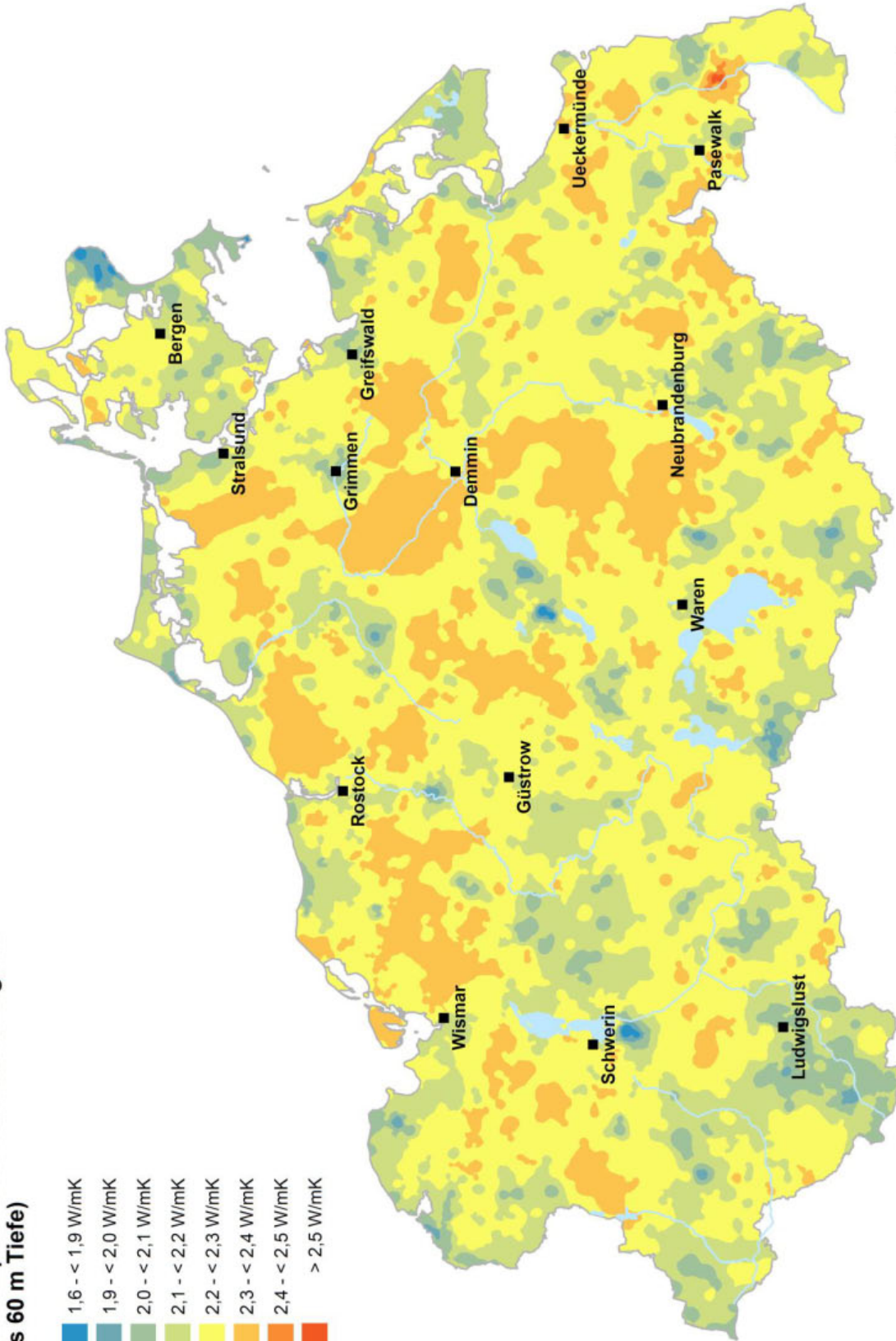
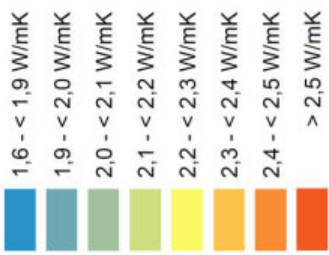
### Anlagen

- Flurkarte mit Lage der Erdwärmekollektoren
- Übersichtsplan, mindestens Maßstab 1 : 25.000 mit Lage des Vorhabenstandortes
- Eigentumsnachweis für das Grundstück
- Eignungsnachweis für Wärmeträgermittel

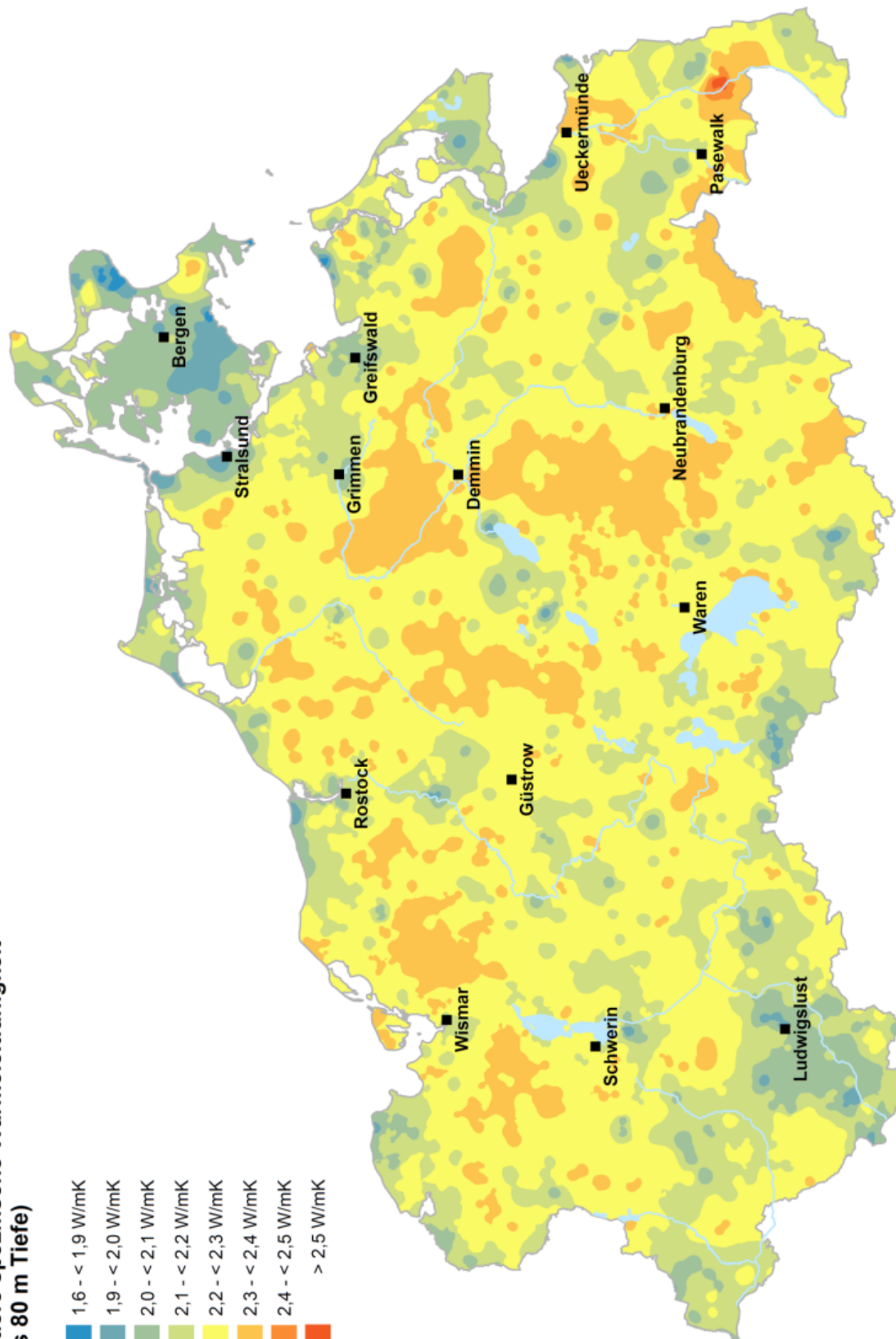
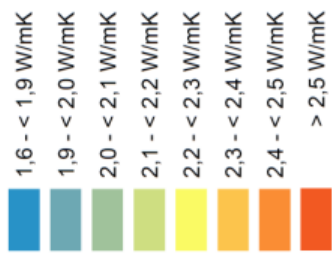
mittlere spezifische Wärmeleitfähigkeit  
(bis 40 m Tiefe)



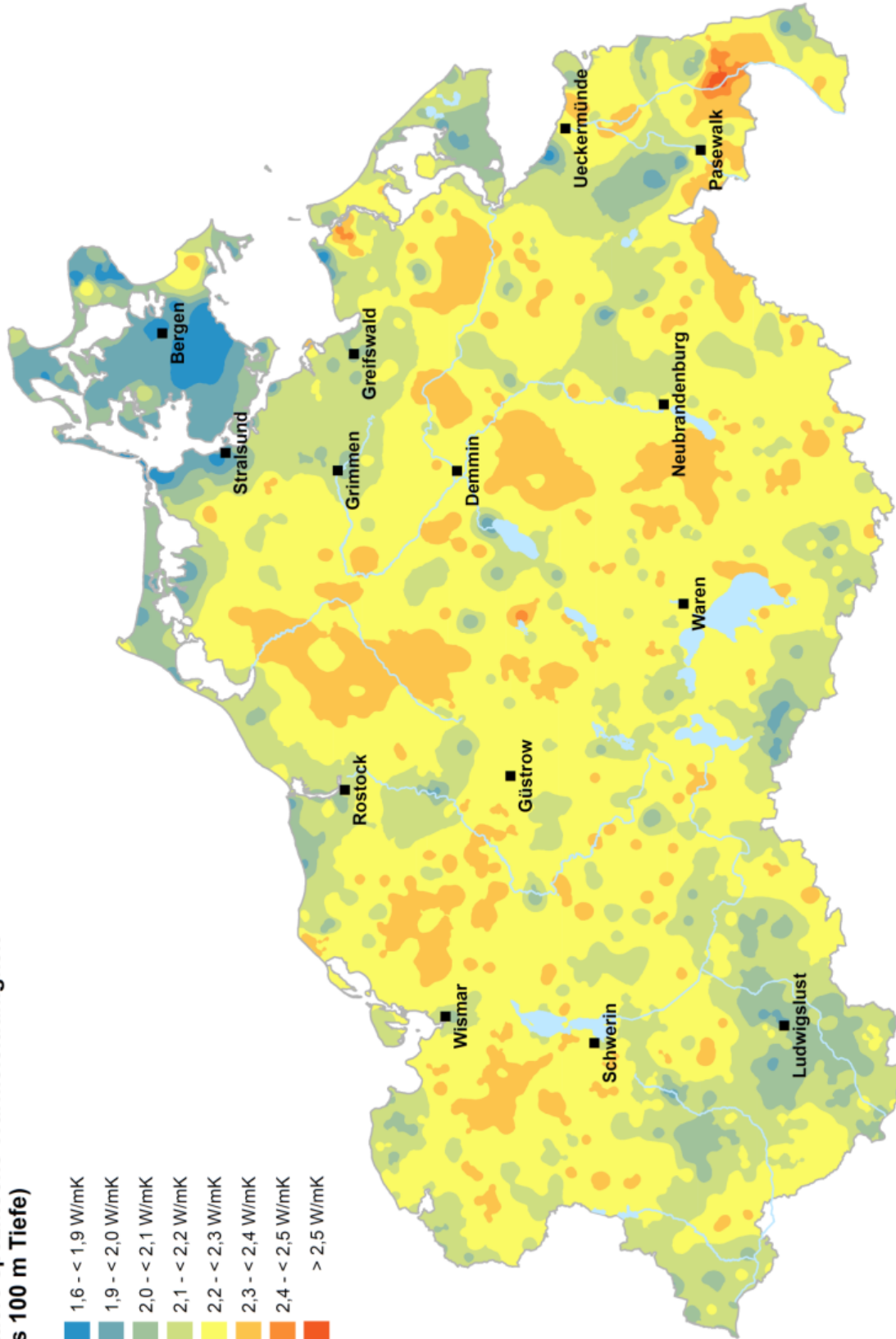
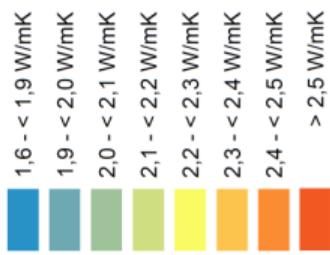
mittlere spezifische Wärmeleitfähigkeit  
(bis 60 m Tiefe)



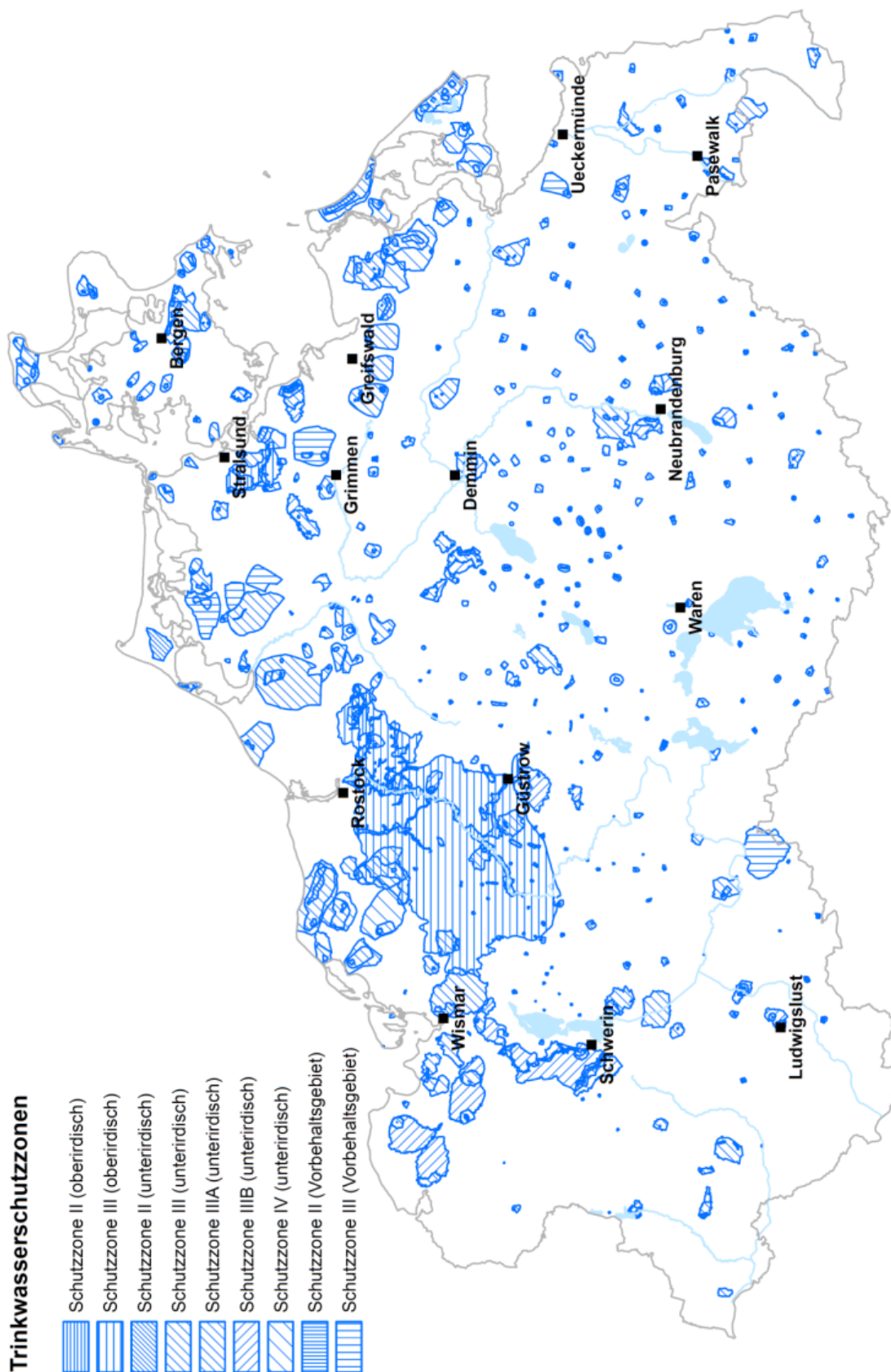
mittlere spezifische Wärmeleitfähigkeit  
(bis 80 m Tiefe)



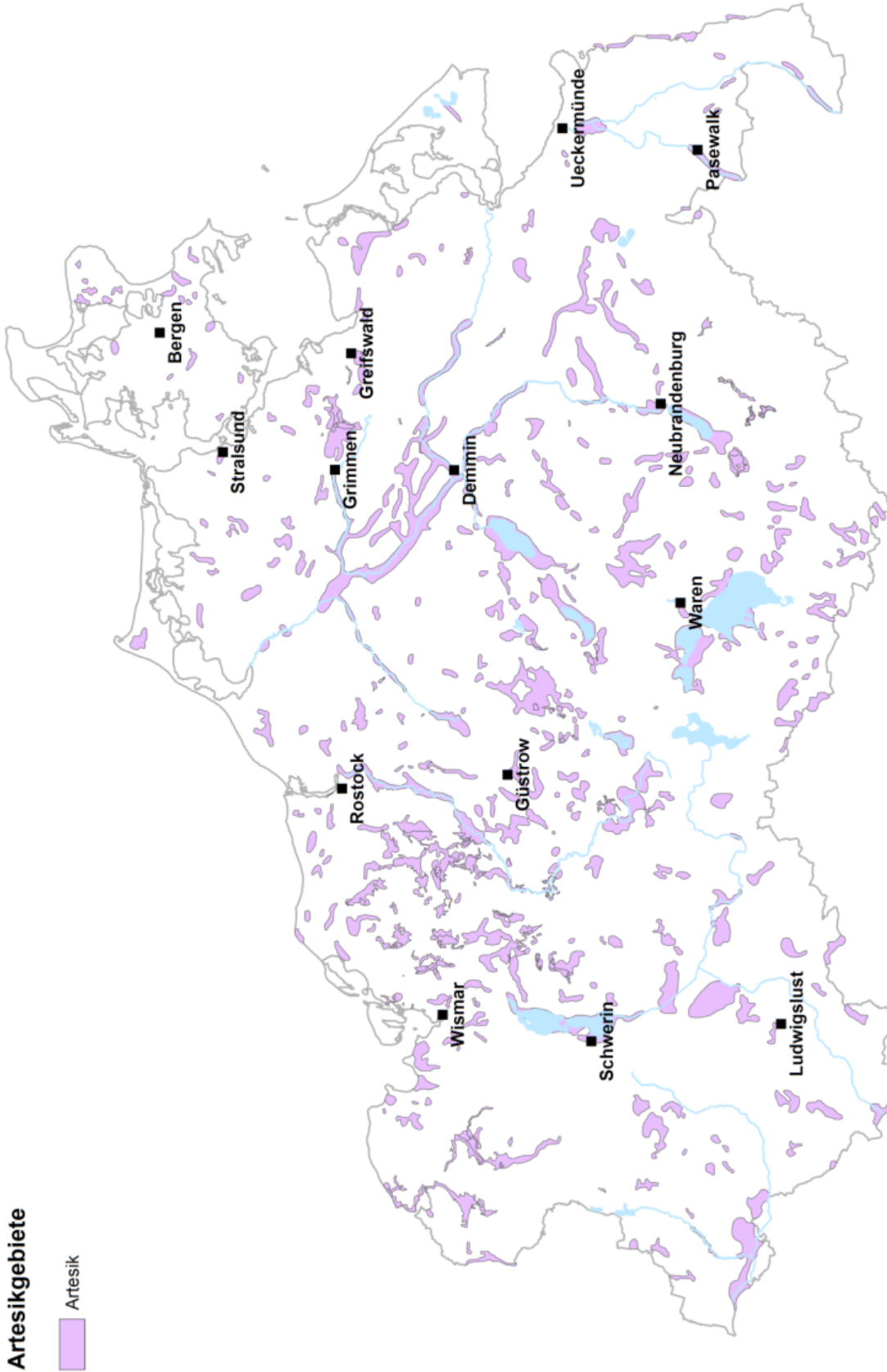
mittlere spezifische Wärmeleitfähigkeit  
(bis 100 m Tiefe)







**Artesikgebiete**



**Mecklenburg  
Vorpommern**

Landesamt für Umwelt,  
Naturschutz und Geologie

