

**Empfehlungen der LAWA für  
wasserwirtschaftliche Anforderungen  
an Erdwärmesonden und  
Erdwärmekollektoren**

ENTWURF

Redaktionsschluss: 10.05.2011



**Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kleingruppe Erdwärmepumpen des BLAK UmwS</b> .....	1
<b>Wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren für Anlagen mit einer Leistung bis 30 kW</b> .....	2
1. <b>Allgemeines</b> .....	2
2. <b>Wärmeträgermedien und Zusätze (Öle, Additive)</b> .....	4
3. <b>Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung - VAwS)</b> .....	5
4. <b>Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und sonstige schützenswerte Grundwasservorkommen</b> .....	5
5. <b>Qualitätssicherung</b> .....	7
6. <b>Anforderungen an die Bauausführung</b> .....	8
7 <b>Anforderungen an den Betrieb</b> .....	10
<b>Veröffentlichungen</b> .....	11

Mitglieder der Kleingruppe

Udo Pasler, Umweltministerium Baden-Württemberg (bis Dezember 2009)

Astrid Reiner, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz

Dr. Günther Siegert, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Thomas Wagner, Bayer. Landesamt für Umwelt (Sprecher)

Uta Zepf, Umweltministerium Baden-Württemberg

Andrea Zöllner, Thüringer Landesverwaltungsamt

## Kleingruppe Erdwärmepumpen des BLAK UmwS

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat in der 119. Sitzung am 16./17.9.2002 die von den Ausschüssen für Grundwasser und anlagenbezogenen Gewässerschutz erarbeiteten „Anforderungen an Erdwärmepumpen“ zur Kenntnis genommen. Eine spätere Überarbeitung wurde damals angeregt, um insbesondere die Aufnahme von Direktverdampferanlagen und nicht wassergefährdenden Stoffen als Wärmeträger zu prüfen. In der 55. Sitzung des LAWA-AG am 4./5.6.2008 wurde der Bund/Länderarbeitskreis Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BLAK UmwS) gebeten, das Thema Erdwärmesonden und -kollektoren aufzugreifen. In der 3. Sitzung des BLAK UmwS im Juli 2008 wurde dazu eine Kleingruppe eingerichtet und mit der Überprüfung und Aktualisierung der Anforderungen beauftragt. Ziel des vorliegenden Papiers ist es, einheitliche wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärme-

sonden und Erdwärmekollektoren zu formulieren, den Ländern für die Überarbeitung ihrer jeweiligen Anforderungen oder Leitfäden zum Thema Empfehlungen zu geben und dem BMU für den geplanten einschlägigen Anhang der VAUwS Regelungen vorzuschlagen.

Nachfolgend werden im Normaldruck die wasserwirtschaftlichen Anforderungen und im Kurzdruk Erläuterungen dazu wiedergegeben.

### **Wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren für Anlagen mit einer Leistung bis 30 kW**

Die Nutzung von Erdwärme mittels Wärmepumpen als regenerativer Energie hat nach einer ersten Hochzeit in den 1980er Jahren derzeit erneut Hochkonjunktur. Dies wird im Interesse des Klimaschutzes und zur Schonung fossiler Energieträger positiv gesehen. Mit der Nutzung der Erdwärme sind jedoch durch die Verwendung wassergefährdender Stoffe und die notwendigen Bohrungen für Erdwärmesonden Gefahren für das Grundwasser verbunden. Dies zeigen u.a. spektakuläre Schadensfälle in der letzten Zeit. Das vorliegende Papier gibt Empfehlungen, wie die umweltverträgliche Nutzung der oberflächennahen Erdwärme unter Berücksichtigung des Grundwasserschutzes ermöglicht werden kann. Es richtet sich insbesondere an den Bund und die Länderbehörden. Darüber hinaus wird es den auf diesem Gebiet tätigen technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen zur Verfügung gestellt.

Hydrogeologische Kriterien und die nach Landesrecht erforderlichen behördlichen Verfahren bleiben unberücksichtigt.

Jede Bohrung birgt die potentielle Gefahr einer Grundwasserverunreinigung. Zum einen wird während des Bohrvorgangs auf der Baustelle mit wassergefährdenden Schmier- und Treibstoffen umgegangen, deren direktes oder indirektes Eindringen in den Untergrund (z. B. durch das Bohrloch) unter allen Umständen verhindert werden muss. In hochdurchlässigen Grundwasserleitern mit hohen Grundwasserfließgeschwindigkeiten, wie sie häufig in Karstgrundwasserleitern oder kiesigen Lockergesteinsgrundwasserleitern auftreten, besteht die Gefahr von Spülungs- und Zementationsverlusten, wobei Fremdstoffe, Eintrübungen sowie chemische und/oder mikrobiologische Verunreinigungen weit in das abströmende Grundwasser gelangen können und damit ggf. die aus diesem Horizont geförderten Wässer beeinträchtigen. Beim Erschließen unterschiedlicher voneinander getrennter Grundwasserstockwerke besteht die Gefahr des hydraulischen Kurzschlusses zwischen Grundwasserleitern, deren Grundwässer unterschiedliche Spannungszustände und/oder hydrochemische Zusammensetzungen aufweisen.

## **1. Allgemeines**

1.1 Diese Anforderungen gelten für Erdwärmesonden und –kollektoren, auch mit Direktverdampfung.

*Direktverdampfung bedeutet, dass das Arbeitsmittel des Wärmepumpenkreislaufs direkt in Erdreichwärmeübertragern zirkuliert und dort Wärme aufnimmt (VDI 4640 T1 Entwurf).*

1.2 Neben den hier genannten Anforderungen gelten die Anforderungen der einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik, z.B. DIN 8901 und VDI 4640, soweit die hier genannten Anforderungen nicht weiter gehen oder diesen widersprechen.

1.3 Als Abstand zwischen zwei Erdwärmesondenanlagen hat sich ein Mindestabstand von 10 m, als Abstand zur Grundstücksgrenze von 5 m bewährt. Mit Einverständnis des Nachbarn kann auch ein geringerer Abstand von der Grundstücksgrenze gewählt werden. Bei Erdwärmekollektoranlagen ist ein Abstand von 1 m zur Grundstücksgrenze ausreichend.

*Um zu verhindern, dass sich die Erdwärmeanlagen bei der Wärmeabgabe gegenseitig beeinflussen oder mehrere Anlagen sich aufsummieren, sollte die Temperaturänderung auf dem eigenen Grundstück weitgehend abklingen.*

*Die Abstandsregelung reicht z.B. bei Ein- oder Zweifamilienhäusern (Sondenlängen bis 100 m) im Allgemeinen aus, um den Wärmeentzug in Boden oder Grundwasser so gering zu halten, dass keine nachteilige Veränderung zu besorgen ist.*

*Damit die Erdwärmenutzung keiner Bewilligung nach § 8 BBergG bedarf, sondern der Ausnahmebestand nach § 4 Abs. 2 zweiter Halbsatz Nr. 1 BBergG greift, muss sichergestellt sein, dass das Lösen der Erdwärme innerhalb des Grundstückes geschieht. In der Regel ist davon auszugehen, dass die Erdwärmegewinnung dann in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung erfolgt, wenn zwischen Erdwärmebohrung und Grundstücksgrenze ein Abstand von 5 m eingehalten wird.*

1.4 Erdwärmesondenanlagen sind so zu dimensionieren und zu betreiben, dass ein frostfreier Betrieb sicher gestellt ist.

- a. *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. Eine dauerhafte Hinterfüllung ist außerdem erforderlich zum Schutz vor Beschädigungen der Sondenrohre im Betrieb, zur optimalen thermischen Anbindung der Sonde an das umgebende Locker- oder Festgestein, zur Reduzierung der Gefahr von Nachfall im Bohrloch und von Verwerfungen an der Oberfläche. Auch anstehende frostempfindliche Gesteine, z.B. bindige Lockergesteine, können bei Frost-Tauwechselbelastungen insbesondere hinsichtlich ihrer dichtenden Eigenschaften nachteilig verändert werden, wodurch erhöhte Wegsamkeiten geschaffen werden.*
- b. *Bei Unzulänglichkeiten der Bohrlochabdichtung kann ein dauerhafter hydraulischer Kurzschluss entstehen. So können Grundwässer in tiefere Grundwasserleiter entwässern, für gespannte Grundwässer Wegsamkeiten in überlagernde durchlässige Deckschichten geschaffen werden oder artesisch gespannte Grundwässer übertägig austreten. Bei unzulänglicher Bohrlochabdichtung und Verletzung einer ehemals schützenden Grundwasserüberdeckung besteht generell die erhöhte Gefahr des ungefilterten Eintrags wassergefährdender Stoffe von der Erdoberfläche in den Grundwasserleiter hinein bzw. der Verlagerung oberflächennaher Verunreinigungen in tiefere Bereiche.*
- c. *Beim Betrieb mit wassergefährdenden Stoffen werden Erdwärmesonden bislang so ausgelegt und betrieben, dass auch Frost-Tauwechsel vorkommen. Die in das Sondenbohrloch eingebrachte Hinterfüllung muss diese Frost-Tauwechsel nachweislich schadlos überstehen. Bisher gibt es kein Hinterfüllmaterial, das die Prüfnorm DIN 52104 mit wassergesättigten Prüfkörpern bei zehn Frost-Tauwechseln zwischen +20°C und -20°C eingehalten hätte. Ein anderes allgemein anerkanntes Prüfverfahren zum Nachweis der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tauwechselbelastungen speziell für das Hinterfüllmaterial von Erdwärmesonden gibt es derzeit nicht.*
- d. *Bei Verwendung von Wasser muss die Erdwärmesonde im frostfreien Bereich betrieben werden, um die Funktionsfähigkeit der Anlage zu erhalten. Frost-Tauwechsel können nicht auftreten, die Hinterfüllung wird dadurch nicht geschädigt, Wegsamkeiten für Schadstoffe werden nicht eröffnet. Zudem ist Wasser ein effizienterer Wärmeträger und hat eine geringere Viskosität als Glykol.*

1.5 Die Dimensionierung von Erdwärmesonden muss auf die lokalen geologischen, hydrogeologischen und geothermischen Bedingungen abgestimmt sein.

*Eine wesentlich zuverlässigere Dimensionierung der Erdwärmesondenanlage ist möglich, wenn die erste Erdwärmesondenbohrung als Erkundungsbohrung ausgeführt wird und eine Plausibilitätsprüfung und ggf. Korrektur der vor Bohrbeginn getroffenen Dimensionierung auf Grundlage der Erkenntnisse aus dieser Erkundungsbohrung erfolgt.*

1.6 Bei erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen sind die einzelnen Systemkomponenten (z.B. Sonden, Kollektoren, Wärmepumpen, Hausinstallation, Umwälzpumpen) bei der Dimensionierung optimal aufeinander abzustimmen.

*In der „Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG“ wird eine Zertifizierung von Installateuren gefordert, in deren Rahmen auch der Nachweis systemübergreifender Kenntnisse zu erbringen ist. Zertifizierungssysteme müssen in den EU-Mitgliedsstaaten bis 31.12.2012 eingerichtet sein.*

## **2. Wärmeträgermedien und Zusätze (Öle, Additive)**

2.1 Als Wärmeträgermedien dürfen Wasser oder nicht wassergefährdende Stoffe verwendet werden (Beispiele siehe Anhang Tabelle 1).

2.2 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-Propandiol) erforderlichenfalls unter Zusatz von Korrosionsinhibitoren können eingesetzt werden, soweit nicht die Anforderungen an Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und sonstige schützenswerte Grundwasservorkommen (Nr. 4) entgegenstehen. Die Stoffe sind im Anhang in Tabelle 2 genannt.

*Calciumchlorid wird nach Auskunft der Hersteller aufgrund seiner Korrosivität nicht mehr als Wärmeträgermedium angeboten. Kaliumcarbonat wird nicht in die Tabelle aufgenommen, da es sehr leicht wasserlöslich ist und stark alkalisch reagiert. Zudem ist der natürliche Gehalt an Kalium in Wasser und Boden in der Regel eher gering.*

*Die Verwendung von anderen nicht genannten Stoffen, wie z.B. voll- oder teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen (FKW bzw. HFKW), ist nicht zulässig. Diese Stoffe kommen natürlicher Weise im Grundwasser nicht vor und sind dort schwer abbaubar. Darüber hinaus sind sie schwerer als Luft, können ins Grundwasser übergehen und dort verbleiben.*

2.3 Bei anderen Wärmeträgermedien als den im Anhang in Tabelle 2 genannten hat der Lieferant zu bescheinigen, dass das Wärmeträgermedium den Anforderungen in Nr. 2.1 und Nr. 2.2 entspricht und unter Berücksichtigung der Zusätze nach der VwVwS in die WGK 1 einzustufen ist (dazu darf u. a. der Anteil von Zusätzen einschl. Korrosionsinhibitoren max. 5 % betragen).

2.4 In Wärmepumpen sind nur biologisch abbaubare Kältemaschinenöle zulässig, die nicht wassergefährdend oder in WGK 1 eingestuft sind.

*Siehe Nr. 3.1 DIN 8901.*

### **3. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (Anlagenverordnung - VAwS)**

Wärmepumpen, Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind Anlagen zum Verwenden wassergefährdender Stoffe, wenn die Kältemittel und Wärmeträgermedien wassergefährdend im Sinne der VAwS sind.

3.1 Anlagen zum Verwenden wassergefährdender Stoffe im Bereich der **gewerblichen Wirtschaft und im Bereich öffentlicher Einrichtungen** (§ 62 Abs. 1 WHG) unterliegen der VAwS. Diese verlangt insbesondere, dass unterirdische Rohrleitungen doppelwandig, einwandig im Schutzrohr oder als Saugleitung ausgeführt sind. Für die üblichen einwandigen Bauweisen von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren ist daher eine Ausnahme erforderlich, sofern nach Landesrecht eine einwandige Bauweise nicht ausdrücklich zulässig ist. Außerdem sind diese Anlagen vor Inbetriebnahme sowie nach einer wesentlichen Änderung, ansonsten wiederkehrend alle 5 Jahre und bei Stilllegung durch einen Sachverständigen nach VAwS zu prüfen.

*Die Prüfung vor Inbetriebnahme umfasst Ordnungsprüfung und Technische Prüfung. Bei der Ordnungsprüfung ist auch die Dokumentation der Errichtung einschließlich der Druckprobe nach Nr. 6.9 bzw. 6.10 zu prüfen. Der Koordinierungskreis der Sachverständigenorganisationen nach § 22 M-VAwS hat entsprechende Eckpunkte für Prüfgrundsätze für Erdwärmeeinrichtungen erarbeitet.*

*Im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung ist zusätzlich die Dichtheit des Gesamtsystems zu prüfen.*

3.2 Anlagen in **Privathaushalten** sowie Anlagen, in denen Wasser oder nicht wassergefährdende Stoffe verwendet werden, unterliegen nicht der VAwS. Für Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen im privaten Bereich kann die Prüfpflicht durch die Wasserbehörde angeordnet werden.

*Anlagen in Privathaushalten unterliegen § 5 WHG und müssen so eingebaut und betrieben werden, dass mit größtmöglicher Sorgfalt eine Verunreinigung der Gewässer verhütet wird. Dies bedeutet, dass dieselben materiellen Anforderungen wie für gewerbliche Anlagen zu erfüllen sind.*

### **4. Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und sonstige schützenswerte Grundwasservorkommen**

4.1 In Wasser- und Heilquellenschutzgebieten gilt die jeweilige Schutzgebietsverordnung.

4.2 Zum Schutz des Grundwassers und der Trinkwasserversorgung sind Erdwärmesonden und -kollektoren nach §§ 52 und 53 WHG in Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten der Zonen I und II bzw. A verboten.

4.3 Erdwärmesonden:

In der weiteren Schutzzone von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sind Erdwärmesonden grundsätzlich verboten. Ausnahmen sind im Einzelfall möglich, wenn eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist.

- a. *Das Verbot der Erdwärmesonden in Schutzgebieten stützt sich auf den Besorgnisgrundsatz und dient dem Grundwasserschutz. Auch bei Einhaltung aller Anforderungen zum Schutz der Gewässer verbleibt infolge der Errichtung und des Betriebs von Erdwärmesonden ein Restrisiko für das Grund-*

wasser und die Trinkwasserversorgung. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob dieses Restrisiko aufgrund der besonderen örtlichen hydrogeologischen Situation und/oder weiterer Auflagen auf ein für den Trinkwasserschutz ausreichendes Maß reduzierbar ist. In Frage kommen insbesondere eine erhöhte Überwachung, z.B. ein während der Errichtung der Erdwärmesonde ständig anwesender Hydrogeologe und eine Überprüfung der Sonde vor und nach dem Einbau auf Mängelfreiheit und der ordnungsgemäßen Verfüllung, und zusätzliche technische Maßnahmen wie z.B. höherwertige Werkstoffe oder eine durchgängige Verrohrung.

- b. Oberster Grundsatz ist, dass Arbeiten zu untersagen sind, wenn eine nachteilige Veränderung der Beschaffenheit des Grundwassers zu besorgen ist. Bei der Verwendung von wassergefährdenden Stoffen als Wärmeträgermedium können bei einer Leckage Schadstoffe in das Grundwasser eingetragen werden, da eine dauerhafte Beständigkeit der Sonden-Werkstoffe nicht für alle Einsatzgebiete nachgewiesen werden kann. Deshalb wird in Wasserschutzgebieten die Verwendung von Wasser oder nicht wassergefährdenden Stoffen vorgeschlagen. Das Grundwasser wird in erster Linie zur ortsnahen, öffentlichen Trinkwasserversorgung verwendet. Jeder Schaden im Grundwasser erhöht die Aufbereitungskosten und damit die Gebühren für das Trinkwasser. **Deshalb hat die öffentliche Wasserversorgung Vorrang vor der privaten Nutzung des Grundwassers.**
- c. Der Bau von Erdwärmesonden ist nicht zwingend im Wasserschutzgebiet erforderlich, da es andere Technologien gibt, die auch umwelt- und klimafreundlich sind und keine Gefahr fürs Grundwasser darstellen.
- d. Im DVGW Arbeitsblatt W 101 „Wasserschutzgebiete“ als a.a.R.d.T. wird die Gefährdung des Grundwassers durch physikalische, chemische, biologische und mikrobiologische Prozesse und die Bohrung in der Zone III/IIIA als hohes Gefährdungspotenzial und in Zone IIIB als weniger hohes Gefährdungspotenzial eingestuft. Im Positionspapier, das zusammen mit den Wasserversorgungsunternehmen erarbeitet wurde, fordert der DVGW, dass der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden (unabhängig von der Größe) in der Wasserschutzzone III/IIIA verboten ist. In der Zone IIIB wird der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden als Einzelfallentscheidung und mit Wasser als Wärmeträgermedium für möglich angesehen.

#### 4.4 Erdwärmekollektoren:

In der weiteren Schutzzone von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sind Erdwärmekollektoren grundsätzlich möglich. Sie sind im Rahmen der erforderlichen Ausnahmegenehmigung hinsichtlich Eingriffstiefe und Flächenumfang einzelfallbezogen zu bewerten, da bei der Errichtung der Erdwärmekollektoranlage die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wesentlich gemindert werden kann. Die Erdwärmekollektoren sollten oberhalb des maximalen Grundwasserspiegels liegen. Zusätzlich muss unter der Anlage eine flächenhafte, bindige Dichtschicht vorhanden sein.

*Eine natürliche, bindige Dichtschicht sollte mindestens 2 m mächtig sein und einen Durchlässigkeitsbeiwert (DIN 18130, Teil 1) von  $k_f < 10^{-6}$  m/s („schwach durchlässig“) haben oder mindestens 1 m mächtig mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f < 10^{-8}$  m/s („sehr schwach durchlässig“) sein.*

*Das Einbringen bzw. das Ergänzen fehlender Dichtschichten kann auch technisch erfolgen, wobei nur natürliche mineralische Dichtmaterialien zu verwenden sind. Ersatzweise sind auch Bentonitmatten möglich. Folien sind nicht zulässig. Entsprechend geringe Durchlässigkeiten weisen größenordnungsmäßig sandiger Schluff – Schluff ( $k_f < 10^{-6}$  m/s), bzw. schluffiger Ton – Ton ( $k_f < 10^{-8}$  m/s) auf.*

*Diese abdichtenden Bodenschichten unter den Erdwärmekollektoren bilden einen zusätzlichen Schutz für das Grundwasser bei Leckagen oder sonstigen Verunreinigungen.*

Auf die Dichtschicht kann verzichtet werden, wenn die Anlage mit Wasser oder als Direktverdampfersystem mit nicht wassergefährdenden Arbeitsmitteln nach Tabelle 1 im Anhang betrieben wird.

*Werden diese Randbedingungen in Wasserschutzgebieten eingehalten, so ist eine schädliche Veränderung der Beschaffenheit des Wassers im Sinne des § 5 Abs. 1 WHG nicht zu befürchten.*

4.5 Die Anforderungen gelten auch für Einzugsgebiete der öffentlichen Wasserversorgung, für die kein oder noch kein Schutzgebiet ausgewiesen wurde.

## **5. Qualitätssicherung**

5.1 Beim Bau von erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik einzuhalten. Bei Einhaltung der einschlägigen technischen Vorschriften und Regeln kann davon ausgegangen werden, dass dies sicher gestellt ist (vgl. Nr. 1.2).

*Das sind insbesondere DIN-Normen (z.B. DIN 8901 für Wärmepumpen sowie Erdwärmekollektoren mit Direktverdampfung), VDI-Richtlinien (z.B. VDI 4640 für Erdwärmesonden und -kollektoren), DVGW-Arbeitsblätter (z.B. W 120), SIA 384/6 (Schweiz).*

5.2 Die einzelnen Schritte bei der Errichtung der erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen (Bohrung, Einbringen der Rohre, Herstellung der Hinterfüllung), besondere Vorkommnisse und die verwendeten Materialien sind nach den einschlägigen Normen und Richtlinien (DIN 4023, EN ISO 14688-1, EN ISO 14688-2 und EN ISO 14689-1, VDI 4640, SIA 384/6 und länderspezifischen Leitfäden) zu dokumentieren. Die Kenntnis der detaillierten geologischen Verhältnisse ist Voraussetzung für das rechtzeitige Erkennen von geotechnischen Risiken beim Bau der Erdwärmesondenanlagen. Weiterhin ist eine ausführliche Dokumentation grundlegend für den nachvollziehbaren Nachweis der qualitätsgerechten Errichtung der Erdwärmesondenanlage.

*Zusätzlich kann die Dokumentation des Bohrvorgangs auch automatisiert über einen Bohrdatenschreiber erfolgen.*

5.3 Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen müssen fachkundig geplant und durch qualifizierte Fachbetriebe errichtet werden. Die geologischen, hydrogeologischen und geothermischen Bedingungen am Anlagenstandort müssen bewertet werden und die Anlage entsprechend ausgelegt sein. Bei Anlagen, die mit wassergefährdenden Stoffen betrieben werden, ist ggf. zusätzlich eine Überwachung durch einen Sachverständigen nach VAWS notwendig (vgl. Nr. 3).

5.4 Fachkundig ist, wer auf Grund seiner fachlichen Aus- und Weiterbildung und praktischen Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen hat, über geologische und hydrogeologische Fachkenntnisse verfügt und mit den einschlägigen staatlichen Arbeits- und Umweltschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik so weit vertraut ist, dass er die Anlagen hinsichtlich Arbeitssicherheit und Umweltschutz planen, errichten und überwachen kann.

*Bei den vorgenannten Fachbetrieben handelt es sich nicht um Fachbetriebe nach Wasserrecht (§ 191 WHG alt bzw. § 3 der Bundes-Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 31.03.2010), sondern um Betriebe, die für Errichtung, Instandhaltung und Instandsetzung von Wärmepumpenanlagen besonders qualifiziert sind. Der*

*Begriff „Fachbetrieb“ umfasst die an der Errichtung der Anlagen beteiligten Gewerke, z.B. Geologen, Ingenieure, Bohr- und Bauunternehmen, Installateure (Heizung, Kälte-Klima, Sanitär).*

5.5 Es dürfen nur Bohrunternehmen beauftragt werden, die als Fachfirmen nach DVGW W 120 „Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung“ für den jeweiligen Anwendungsfall zertifiziert sind oder einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis vorlegen können.

*Nach DVGW W 120 sind für Erdwärmesonden bis 100 m Bohrfirmen der Qualifizierungsgruppe G2, über 100 m der Qualifizierungsgruppe G1 geeignet.*

*Um den besonderen Anforderungen beim Bau von Erdwärmesonden gerecht zu werden, wurde das DVGW Arbeitsblatt W 120 in zwei Blätter aufgeteilt. Das DVGW Arbeitsblatt W 120-2, „Qualitätsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden)“, liegt seit Dezember 2010 als Gelbdruck vor und wird voraussichtlich im Jahr 2011 als Weißdruck erscheinen.*

*In Zukunft ist somit eine Zertifizierung nach DVGW W 120-2 oder ein gleichwertiger Qualifikationsnachweis erforderlich.*

## **6. Anforderungen an die Bauausführung**

6.1 Bei der Verwendung wassergefährdender Stoffe sind PE-HD-Werkstoffe mit nachweislich höherer Spannungsrissbeständigkeit und Punktlastbeständigkeit (z.B. PE-X oder PE 100-RC) zu verwenden.

Für den Kühlbetrieb oder die Einleitung von Wärme (z. B. von Sonnenkollektoren) sind PE-HD-Werkstoffe mit nachweislich höherer Temperaturbeständigkeit (z.B. PE-X) zu verwenden.

*Es ist zu gewährleisten, dass die vom Hersteller angegebenen max. zulässigen Temperaturen für das Sondenrohr während der gesamten Betriebszeit nicht überschritten werden.*

*Für Erdwärmesonden und –kollektoren sind mindestens Rohre PE 100 SDR 11 zu verwenden. Problematisch bei diesen Rohren sind Beschädigungen während des Einbaus. Beschädigungen von 10 % der Wanddicke können bereits zu einem Versagen der Rohre führen.*

6.2 Bei Direktverdampfersystemen sind Kupferrohre in Kältequalität, Edelstahlrohre oder gleichwertige Materialien zu verwenden.

6.3 Die Rohre müssen vom Hersteller für die Verwendung als Erdwärmesonde oder –kollektor vorgesehen und entsprechend gekennzeichnet sein. Der Sondenfuß muss werksgeschweißt sein. Bei der Verwendung wassergefährdender Stoffe als Wärmeträgermedien dürfen erdberührte Rohre darüber hinaus keine Verbindungen haben. Sollten ausnahmsweise Verbindungen notwendig sein, sind diese in stoffundurchlässigen Kontrollschächten oder in einem kontrollierbaren Schutzrohr anzuordnen.

6.4 Der Sondenfuß von Erdwärmesonden ist werksseitig mit dem 1,5-fachen des Nenn-drucks des Rohrmaterials zu prüfen (1,5 x PN).

6.5 Um einen beschädigungsfreien Einbau der Sonde und eine ordnungsgemäße Hinterfüllung der Bohrung zu gewährleisten, ist ein allseitiger Ringraum zwischen Bohrlochwand und Sonde von mindestens 30 mm erforderlich.

Die Erdwärmesonden sind mit Wasser gefüllt und verschlossen kontrolliert, d.h. gebremst, ins Bohrloch einzuführen. Hierbei sind geeignete Vorrichtungen, wie z.B. eine Haspel, vorzusehen, um Verunreinigungen der Sonden und Beschädigungen durch mechanischen Abrieb am Gewinde der Verrohrung zu vermeiden.

*Um eine ordnungsgemäße Hinterfüllung zu gewährleisten, sind zwischen den einzelnen Sondenrohren Abstandhalter einzufügen. Damit ist auch eine effektive Erdwärmenutzung sicher gestellt, da Vor- und Rücklauf thermisch voneinander getrennt sind.*

6.6 Die Bohrlöcher für die Erdwärmesonden sind vollständig von unten nach oben zu hinterfüllen. Es sind ausschließlich vom Hersteller für diesen Einsatzbereich vorgesehene Hinterfüllmaterialien zu verwenden, von denen nachweislich keine Gefahr für das Grundwasser ausgeht.

*Um die Bohrung unmittelbar nach Fertigstellung hinterfüllen zu können, ist pro Bohrgerät eine Injektionsanlage auf der Baustelle vorzuhalten. Bei nicht standfestem Gebirge ist die Verrohrung erst mit erfolgter Hinterfüllung zu ziehen.*

*Die Hinterfüllung um die Erdwärmesonde soll das Bohrloch dicht, ohne Lufteinschlüsse, Hohlräume und Brückenbildungen verschließen, den Stoffzutritt von der Oberfläche unterbinden und verhindern, dass zwischen verschiedenen Grundwasserleitern infolge der Bohrung ein Wasseraustausch erfolgt oder andere Wegsamkeiten entstehen. Im Regelfall werden Hinterfüllmaterialien auf Basis von Bentonit-Zement- oder Bentonit-Zement-Sand-Gemischen verwendet. Es dürfen nur Hochofenzemente (oder ggf. andere Zemente mit Chromatreduzierung) verwendet werden, so dass es zu keinem erhöhten Austrag von Chromat ins Grundwasser kommt. Ggf. sind aggressive Bestandteile im Grundwasser (z. B. Sulfat, Chlorid, Kohlensäure etc.) zu berücksichtigen und diesbezüglich hoch widerstandsfähige Baustoffe zu verwenden.*

6.7 Hinterfüllmaterialien müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- dauerhaft dicht
- widerstandsfähig gegen Frost-Tauwechsel
- thermisch verbessert (hohe Wärmeleitfähigkeit)
- erschütterungsresistent
- beständig gegenüber dem anstehenden Grundwasser
- erosionsstabil

*Derzeit kann für kein Hinterfüllmaterial die Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tauwechselbeanspruchungen zweifelsfrei nachgewiesen werden. Solange dieser Nachweis fehlt, kann auch die Dichtheit des Hinterfüllmaterials bei Betrieb der Sonden im Frost-Tauwechsel-Bereich nicht gewährleistet werden. Die Sonden dürfen deshalb nicht im Frostbereich betrieben werden.*

6.8 Die Hinterfüllung ist zu protokollieren. Dabei ist Menge und Dichte des Hinterfüllmaterials auch am Bohrlochaustritt zu dokumentieren.

6.9 Unmittelbar nach Hinterfüllung des Ringraums und vor Aushärtung des Hinterfüllmaterials ist die mit Wasser gefüllte Sonde einer Funktionsprüfung zu unterziehen. Dabei ist über 30 min eine Vorbelastung mit einem Überdruck von mindestens 6 bar (am Sondenkopf) aufzubringen. Die anschließende Druckprüfung über 60 min ist ebenfalls mit einem Prüfdruck von mindestens 6 bar (am Sondenkopf) durchzuführen. Dabei darf der zulässige Druckabfall maximal 0,2 bar betragen.

*Nach dem Einsetzen der Sonde, aber noch vor dem Hinterfüllen des Ringraums wird eine Druck- und Durchflussprüfung der mit Wasser gefüllten Sonde empfohlen.*

6.10 Erdwärmesonden und -kollektoren sind als Gesamtsystem vor Inbetriebnahme mit dem 1,5-fachen Betriebsdruck zu prüfen.

*Die Druckprüfung vor Inbetriebnahme soll auch Aufschluss über die Dichtheit der Anschlussleitungen und ihrer Verbindungen geben. Sie kann bei Erdwärmesonden entfallen, wenn die Gefahr einer Schädigung der Hinterfüllung besteht. Der Sachverständige nach VAwS kann die in Nr. 6.9 genannte Druckprüfung als Ersatz anerkennen.*

6.11 Sämtliche durchgeführte Prüfungen und ihre Ergebnisse sind in einem Protokoll zu dokumentieren, das dem Betreiber der Anlage auszuhändigen und ggf. dem Sachverständigen nach VAwS oder der Genehmigungsbehörde vorzulegen ist.

*Es wird empfohlen, den Sachverständigen nach VAwS (§ 22 M-VAwS) frühzeitig über den Termin der Funktionsprüfung zu informieren, damit dieser ggf. an der Druckprüfung teilnehmen kann.*

## **7. Anforderungen an den Betrieb**

Der Sonden-/Kollektorkreislauf ist bei Einsatz von wassergefährdenden Stoffen gegen Stoffverluste infolge von Leckagen zu sichern und dazu mit einem Druck-/Strömungswächter auszustatten, der bei Abfall des Drucks im Solekreislauf die Umwälzpumpe sofort abschaltet, Alarm auslöst und den Austritt des Wärmeträgermediums verhindert.

Die Dichtheit des Wärmeträger- und Wärmepumpenkreislaufs ist vom Betreiber zu kontrollieren. Wird eine Undichtigkeit festgestellt, ist die zuständige Behörde unverzüglich zu informieren.

Die Erdwärmesondenanlage ist auch im Spitzenlastfall ohne Gefahr einer Vereisung des Untergrundes (frostfrei) zu betreiben. Dies ist durch einen werksseitig eingestellten Frostwächter zu gewährleisten.

Grundsätzlich haftet der Anlagenbetreiber für den ordnungsgemäßen Bau und Betrieb der Anlage und alle daraus resultierenden Schäden. Die Frage der Haftung für mögliche Umweltschäden durch eine Erdwärmenutzung richtet sich nach den allgemeinen Regelungen des Wasserrechts, des Bundes-Bodenschutzgesetzes, des Polizeigesetzes, des Umweltschadensgesetzes, des Umwelthaftungsgesetzes und des Zivilrechts und ist anhand der jeweiligen Umstände des Einzelfalls zu beantworten.

Ein Wechsel des Anlagenbetreibers und der Betriebsweise ist der zuständigen Behörde mitzuteilen.

Bei dauerhafter Außerbetriebnahme ist die Erdwärmesonde vollständig mit dauerhaft dichtem Material zu verfüllen. Eventuell vorhandene wassergefährdende Stoffe sind zuvor auszuspülen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Die ordnungsgemäße Stilllegung ist der zuständigen Behörde unter Nachweis der Verfüllung mitzuteilen, ggf. ist eine Prüfung durch einen Sachverständigen erforderlich (vgl. 3.1).

*Mit der Entleerung und Verfüllung von Erdwärmesonden sollte ein für diese Tätigkeiten geeigneter Fachbetrieb beauftragt werden, insbesondere wenn sie mit brennbaren Stoffen betrieben wurden (z.B. Propan, Propen).*

### **Veröffentlichungen**

- 12. Sitzung am 10.12.2007 der Trinkwasserkommission, TOP 5 Erdwärmesonden – eine zunehmende Gefahr für das Multi-Barrieren-System / Umwelt Bundes Amt, Trinkwasserkommission, Ergebnisprotokolle  
[http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/twk\\_ergebnisprotokoll\\_12\\_sitzung.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/twk_ergebnisprotokoll_12_sitzung.pdf)
- Erdwärmesonden – Hauptprobleme durch fehlerhafte Planung und Erstellung ([http://www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/04\\_2009/bbr\\_6004\\_16\\_21\\_Berger.pdf](http://www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/04_2009/bbr_6004_16_21_Berger.pdf))

ENTWURF

**Anhang****Tabelle 1: Nicht wassergefährdende Wärmeträgermedien**

Produktname	Hersteller	Stoff
R 744	diverse	Kohlendioxid CO <sub>2</sub>
R 290	diverse	Propan
R 1270	diverse	Propen

**Tabelle 2: Wassergefährdende Wärmeträgermedien und deren prozentuale Anteile an WGK 1-, WGK 2- und WGK 3-Stoffen**

Produktname	Hersteller	Hauptkomponente	WGK	Anteil	Anteile Additive		
					WGK 1	WGK 2	WGK 3
Havoline AFC	Arteco	Ethylenglykol	1	(94,1%)	5,70% <sup>1</sup>	0,20%	0%
Havoline XLC	Arteco	Ethylenglykol	1	(94,1%)	5,70% <sup>1</sup>	0,20%	0%
Antifrogen N	Clariant	Ethylenglykol	1		96,80% <sup>2</sup>	0,60%	0%
Antifrogen L	Clariant	Propylenglykol	1		96,90% <sup>2</sup>	0,10%	0%
Leckanzeige Clariant	Clariant	Ethylenglykol	1		96,80% <sup>2</sup>	0,60%	0%
Protectogen N	Clariant	Ethylenglykol	1	> 95%	< 3,33%	< 0,5%	0%
Protectogen L	Clariant	Propylenglykol	1	> 95%	< 3,72%	< 0,11%	0%
Dowcal 10	DOW	Ethylenglykol	1		98,90% <sup>2</sup>	0,20%	0%
Dowcal 20	DOW	Propylenglykol	1		96,80% <sup>2</sup>	0,52%	0%
Glykosol N	pro Kühlsole	Ethylenglykol	1	96,2%	3,5%	0%	0%
Pekasol L	pro Kühlsole	Propylenglykol	1	96,8%	3,0%	0%	0%
Tyfocor Konzentrat	Tyforop	Ethylenglykol	1	<= 93%	< 5%	< 0,2%	0%
Tyfocor L Konzentrat	Tyforop	Propylenglykol	1	<= 93%	< 5%	< 0,2%	0%
Glysofor N	WITTIG Umweltchemie GmbH	Ethylenglykol	1	> 98%	< 1%	0%	0%
Glysofor TERRA		Ethylenglykol	1	> 98%	< 1%	0%	0%
Glysofor L		Propylenglykol	1	> 98%	< 1%	0%	0%
GWE OptiFlow N		Ethylenglykol	1	> 98%	< 1%	0%	0%

<sup>1</sup> Anteil an WGK1-Substanzen exklusive des Hauptbestandteils (Glykol)

<sup>2</sup> Anteil an WGK1-Substanzen inklusive des Hauptbestandteils (Glykol)  
Anteile in Klammern rechnerisch aus den Anteilen der Additive ermittelt