



Mecklenburg-Vorpommern

Landesamt für Umwelt,  
Naturschutz und Geologie  
Abteilung Geologie, Wasser und Boden

Anlage 9

# Anforderungen an ein hydrogeologisches Fachgutachten als Grundlage für eine Befreiung von Verboten bei Anträgen von Erdwärmennutzungen in Wasserschutzgebieten (weitere Schutzzone III bzw. IIIA und B)

Version für Mecklenburg-Vorpommern, Stand: 21.09.2022, Güstrow

## Vorbemerkungen

Im Rahmen des allgemein gültigen Grundwasserschutzes sowie der Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung sind an die Errichtung und den Betrieb von Erdwärme nutzenden Anlagen (im Folgenden: Bohrungen, Sonden, Körbe und sonstige Installationen im Untergrund zu diesem Zweck) aus wasserwirtschaftlicher Sicht strenge Maßstäbe zu stellen, um ggf. schädliche Veränderungen des Grundwassers zu vermeiden. Dazu zählen insbesondere:

- Die Vermeidung des Eintrags wassergefährdender Stoffe oder die Veränderung der chemischen/physikalischen Beschaffenheit des Grundwassers.
- Die bestmögliche Erhaltung des natürlichen Zustandes der Grundwasser-Deckschichten und der Grundwasserleiter durch vermeidbare Eintragspfade.
- Die Vermeidung signifikanter thermischer Veränderungen des Grundwassers.

Kann z. B. durch Zuführung von Stoffen (Schadstoffeinträge, Spülungsverluste, mikrobielle Verunreinigungen etc.) eine chemische Verschlechterung des abströmenden Grundwassers nicht ausgeschlossen werden oder liegen schutzwürdige oder bohr- und ausbautechnisch nicht sicher beherrschbare Untergrundverhältnisse vor, gilt nach § 47 Abs. 1 Nr. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) das Verschlechterungsverbot. Prinzipiell geht von offenen Systemen, d. h. Anlagen, die einen direkten Kontakt zum Grundwasser haben bzw. die Grundwassermenge thermisch und/oder chemisch signifikant beeinträchtigen können oder austauschen, ein größeres Gefährdungspotenzial aus als von geschlossenen Systemen (Prototyp: Erdwärmesonde), bei denen weder zum Grundwasserleiter noch zum Grundwasser selbst ein zwingender Kontakt bestehen muss.

In Kap. 9 des „Leitfaden Erdwärmesonden in M-V“ (LUNG, 2015) ist ausgeführt, dass in Schutzzone I und II eines Wasserschutzgebietes die Errichtung und der Betrieb von Erdwärmesondenanlagen grundsätzlich untersagt sind. Dies entspricht der Regelung des § 49 Abs. 1 der Ver-

ordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV). Gemäß § 49 Abs. 2 Nr. 4 AwSV sind auch in der weiteren Schutzzone von Wasserschutzgebieten die Errichtung und Erweiterung von Anlagen mit Erdwärmesonden verboten. Hier können gemäß § 49 Abs. 4 Nr. 2 AwSV Befreiungen (Einzelfallentscheidung) durch die untere Wasserbehörde (uWB) zugelassen werden, „wenn der Schutzzweck des Schutzgebietes nicht beeinträchtigt wird“. Dafür ist durch den Antragsteller der Nachweis auf der Basis geologisch/hydrogeologischer Standortbeurteilungen zu erbringen.

Grundlage einer solchen Einzelfallentscheidung sollte ein **hydrogeologisches Fachgutachten** sein, das von einem externen, fachlich geeigneten Ingenieurbüro oder Gutachter erarbeitet wird. Auch wenn keine wassergefährdenden Stoffe i. S. der AwSV verwendet werden, kann ein solches hydrogeologisches Gutachten aufgrund von §52 Abs. 1 WHG bzw. §31 Abs. 4 Landeswassergesetz M-V (LWAG M-V) gefordert werden.

Die uWB bewertet mithilfe dieses Gutachtens, ob die **Voraussetzungen** für eine Ausnahme genehmigung (d. h. der fachliche Nachweis für die gefahrlose Errichtung sowie den gefahrlosen Betrieb bzw. der Nachweis für die Nichtgefährdung der Trinkwasserversorgung) gegeben sind. Die Gefahrenbetrachtung erstreckt sich üblicherweise über die drei Phasen

- a) Bohren/Abteufen und Einbringen der Anlage,
- b) Betrieb (Hauptgefährdungsphase), und
- c) Rückbau und Entsorgung,

wobei mit dem vorzulegendem Fachgutachten zunächst nur die theoretische Gefährdung des Trinkwasserleiters bestimmt werden soll, die mit den Parametern der Projektierung (Lage, Tiefe, Materialien und Stoffe) einhergeht. Die während des Betriebs bzw. Rückbaus zu berücksichtigenden Maßnahmen werden, wie auch für Geothermie-Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten, mit der zuständigen uWB abgestimmt. Für die fachliche Beurteilung kann ggf. das LUNG, Dezernat Hydrogeologie, im Rahmen einer Stellungnahme gebührenpflichtig (Geokostenverordnung, GeoKostVO) hinzugezogen werden.

Wichtig:

- Die bloße Vorlage des Fachgutachtens entscheidet nicht zwingend über die Erteilung der Ausnahmegenehmigung.
- Die Bohrfreigabe wird erst im Anschluss der Prüfung der Unterlagen durch die uWB erteilt.

Im Folgenden werden die aus Sicht des LUNG erforderlichen Schwerpunkte genannt, die in dem hydrogeologischen Fachgutachten für die Prüfung einer Ausnahmegenehmigung in Schutzzone III oder IIIA und IIIB berücksichtigt werden sollten. Die Gliederung orientiert sich an der „Gliederung für die Erstellung von hydrogeologischen Gutachten zur Bemessung und Gliederung von Wasserschutzgebieten“ (Stand Jan 2014), im Internet abrufbar ([Link](#)).

Die darüber hinaus zu beachtenden Anforderungen sind dem „Leitfaden Erdwärmesonden in M-V“, den „Empfehlungen für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und -kollektoren“ (LAWA, 2018) sowie einschlägigen Gesetzen, Erlassen und Richtlinien im Literaturteil am Ende dieses Dokuments zu entnehmen.

Erdwärmeanlagen tiefer 100 m erfordern darüber hinaus besondere Prüf- und Zulassungskriterien nach Standortauswahlgesetz (StandAG) bzw. entsprechend § 127 Bundesberggesetz (BBergG).

## Schwerpunkte im hydrogeologischen Fachgutachten

	<b>Offene Systeme</b> (Förder- und Injektionsbohrungen)	<b>Geschlossene Systeme</b> (Erdwärmesonden und -kollektoren, Eisspeicher u. a.)
<b>1</b>	<b>PROJEKTINFORMATIONEN</b>	
1.1	<p><b>Allgemeine Angaben</b> lt. „Erlaubnis Antrag für Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern“ (<a href="#">Link</a>), im Folgenden <b>EWS-Antrag</b> abgekürzt, sowie alle darin genannten Anlagen. Zusätzlich sind ab Punkt 1.2 (in diesem Dokument) alle folgenden Angaben zu erbringen.</p> <p>Es werden nur die für das jeweilige System (offen/geschlossen) relevanten Angaben im EWS-Antrag ausgefüllt.</p>	
1.2	<b>Angaben zum Zeitplan</b> für den Bau und ggf. Fristen	
1.3	<b>Konzept und Variantenbetrachtung hinsichtlich Effektivität und Umweltverträglichkeit</b>	
1.3.1	Angaben zur Dimensionierung der Förder- und Injektionsbohrung sowie Diskussion, ob je eine große Förder- und Injektionsbohrung oder mehrere kleinere Bohrungen effizienter und umweltverträglicher sind	Nicht erforderlich
1.3.2	Angaben zu geplanten Förder- und Reinjektionsmengen und -temperaturen einschl. Bewertung, ob die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) hinzuzuziehen ist	Nicht erforderlich
1.3.3	ggf. Angaben über Anzahl, Art und Koordinaten von geplanten Grundwasserüberwachungspegeln	Nicht erforderlich

<b>2</b>	<b>WASSERWIRTSCHAFTLICHE VERHÄLTNISSE</b>	
2.1	<p><b>Wasserwirtschaftlicher Anlagenbestand</b> (Aufzählung vorhandener Brunnen, Vorfeldmessstellen, staatlicher Messstellen, Ausführungen zum technischen Zustand der Anlagen etc.)</p> <p>Alle Angaben sind in Anlage 1 als Tabelle zusammenzufassen und zusammen mit Punkt 2.2.1 kartografisch darzustellen.</p>	Nicht erforderlich
2.2	<b>Bestehende Schutzzonen</b>	
2.2.1	Kartografische Darstellung des Wasserschutzgebietes inkl. Abgrenzung der einzelnen Schutzzonen	
2.2.2	<p>Kartografische Darstellung sonstiger Schutzgebiete, sensibler Bereiche und Risikogebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vogelschutzgebiete</li> <li>- Naturschutzgebiete</li> <li>- Nationalparks</li> <li>- Landschaftsschutzgebiete</li> <li>- Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete</li> <li>- Biosphärenreservate</li> <li>- Küsten(schutz)bereiche</li> <li>- Überschwemmungsgebiete</li> <li>- Hochwasserrisikogebiete</li> </ul>	
<b>3</b>	<b>BESTANDSAUFNAHME UND BEWERTUNGS-GRUNDLAGEN</b>	
3.1	<b>Beschreibung der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse</b>	
3.1.1	<p>Beschreibung und 2-D-Darstellung der Tiefe, petrografischen Ausbildung, Stratigraphie und der Druckhöhe des ruhenden Grundwasserspiegels des für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasserleiters sowie aller Deckschichten; ggf. Darstellung der Flurabstände mehrerer Grundwasserleiter im komplexen geologischen Umfeld einschl. Bewertung, ob die Gefahr eines hydrogeologischen „Kurzschlusses“ bei unterschiedlichen Druckpotenzialen mehrerer Grundwasserstockwerke gegeben ist</p>	

3.1.2	Darstellung und Begründung der projektierten Tiefe der Geothermie-Installation in Bezug zu der für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasserleiter, hier insbesondere die Frage, ob derselbe durchteuft werden soll oder die Installation in den überlagernden Deckschichten endet
3.1.3	ggf. Angaben zu beabsichtigten Ablenkungen der Bohrungen
3.2	<b>Konkurrierende Nutzungen, Konflikt- und Gefährdungspotenzial</b>
3.2.1	Auflistung der im thermischen Einflussgebiet liegenden Geothermieranlagen und Diskussion bzw. Beeinträchtigungsabschätzung (möglicher signifikanter Entzug von Wärmeleistung)
3.2.2	Darstellung von Gebieten, die als Wasserschutzgebiete vorgesehen (aber noch nicht durch ein festgesetztes Wasserschutzgebiet gesichert sind). Gegebenenfalls ist die Rücksprache mit dem zuständigen Wasserversorgungsunternehmen erforderlich.
3.2.3	Auflistung ggf. relevanter Verbots- und Nutzungsbeschränkungen gemäß der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnung (WSGVO)
3.2.4	Auflistung und Lagedarstellung vorhandener schädlicher Bodenveränderungen (digitales Bodenschutz- und Altlastenkataster M-V)
3.3	<b>Alternative Grundlagenermittlung</b>
3.3.1	Liegen keine Erdaufschlüsse im Untersuchungsgebiet vor, die die geplante Tiefenlage erschlossen haben, ist in Rücksprache mit der uWB die Tätigkeit weiterer hydrogeologischer Feldarbeiten für die Grundlagenermittlung zu planen <ul style="list-style-type: none"> <li>• z. B. geologische Aufschlussarbeiten, Erkundungsbohrungen inkl. Pumpversuch, Brunnen- und Messstellenneubau</li> </ul>

4	HYDROGEOLOGISCHES MODELL	
4.1	<p><b>Aufbau eines Grundwasserströmungsmodells</b> für den relevanten Grundwasserleiter in Anlehnung an die hydrogeologischen Gegebenheiten und den verwendeten geohydraulischen Kenndaten unter Einbeziehung folgender Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrogeologische Karte 1:50.000</li> <li>• Grundwasserressourcenkarte</li> <li>• Grundwasserneubildungskarte</li> <li>• Bohrprofile und geologische Schnitte</li> <li>• Pumpversuchsauswertungen</li> <li>• alle im Untersuchungsgebiet verfügbare Rohwasseranalysen</li> <li>• einschließlich Modelleichung ausgewählter geohydraulischer Parameter mit nachvollziehbarer Modellbeschreibung</li> </ul>	Nicht erforderlich
4.2	<p><b>Darstellung der Temperaturverbreitung im Untergrund</b> sowie des durch die projektierte Entnahmemenge erzeugten Absenktrichters, der Höhe der Absenkung und sein Einfluss auf benachbarte Brunnen oder Anlagen mithilfe softwaregestützter Modelle</p>	Nicht erforderlich
4.3	<p><b>Ermittlung der möglichen Entnahmemenge und max. Temperaturdifferenz beim Wärmeaustausch</b> (im Regelfall max. 6 Kelvin zulässig, siehe LAWA-Empfehlungen (2018), S. 19, Empfehlung 21)</p>	Nicht erforderlich

4.4	<p><b>Prognose der künftigen Grundwasserdynamik</b>, hierbei Prognose einer möglichen hydraulischen Beeinflussung von Oberflächengewässern und grundwasserabhängiger Landökosysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• standortspezifische flächenhafte Auswertung aus der Modellprognose</li> <li>• Ermittlung der Verhältnisse bzgl. Absenkung und Aufhöhung des Grundwasserstandes</li> <li>• mögliche Änderung von Redoxverhältnissen</li> </ul>	Nicht erforderlich
<b>5 BESCHREIBUNG DER TECHNISCHEN BAU-AUSFÜHRUNG</b>		
5.1	<b>Beschreibung der für die Installation der Anlage notwendigen Bauarbeiten</b>	
5.1.1	Beschreibung (Tiefe, Größe, Art) der Baugrube bzw. der für die Bohrarbeiten erforderlichen Fahrzeuge und Werkzeuge	
5.1.2	Angaben darüber, ob Zufahrtswege geschaffen oder genutzt werden können	
5.1.3	Auflistung aller beim Bohr- und Installationsprozess verwendeten, ggf. wassergefährdender Stoffe (z. B. Maschinenöle) und Werkstoffe einschl. Angaben zur Korrosionsbeständigkeit (ggf. mittels geochemischer Modellierung), insbesondere gegenüber betonaggressiven Grundwässern	
5.2	<b>Darlegung einer Ausbauzeichnung der Anlage</b>	
5.3	<p><b>Wassergefährdende Stoffe</b></p> <p>Im Wasserschutzgebiet sind ausschließlich Wasser (ohne Zusätze) oder nicht-wassergefährdende Stoffe (z. B. CO<sub>2</sub>, Propan, Propen) als Einsatzstoffe zulässig. Das betrifft Spülmittelzusätze, Verfüllbaustoffe, Soleflüssigkeiten, Wärmeträgermittel und Kühlmittel (siehe auch Empfehlungen in LAWA (2018) in Verbindung mit der Wärmeträger-<a href="#">Positivliste der LAWA</a>). Der Zusatz sonstiger nicht-wassergefährdender Stoffe abseits der genannten Listen und Empfehlungen sind mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde abzustimmen.</p> <p><b>Stoffe der Wassergefährdungsklasse 1 oder höher sind nicht ausnahmegenehmigungsfähig.</b></p>	

<b>6</b>	<b>ÜBERWACHUNGS- UND SICHERUNGSMASSNAHMEN</b>	
6.1	<b>Überwachungsplan der Betriebsparameter</b> der Anlage und Wasseranalysen (Parameterumfang entsprechend Rohwassererlass) im halbjährlichen Rhythmus an die uWB einschl. Zuständigkeit und Gewährleistung über lange Zeiträume (ggf. einschl. Daten aus der Eigenüberwachung in projektspezifischen Pegeln). Die einzelnen Auflagen sind mit der Unteren Wasserbehörde zu vereinbaren.	Nicht erforderlich
6.2	<b>Vorlage eines Wartungsplan</b> , d. h. welche Teile der Anlage werden in welchen Zeiträumen gewartet oder überprüft werden sollen. Die einzelnen Auflagen sind mit der Unteren Wasserbehörde zu vereinbaren.	
6.3	<b>Sicherungsmaßnahmen im Havariefall</b>	
6.3.1	Nennung der einzubauenden, selbsttätigen Leckage-Überwachungseinrichtungen (z. B. Druckwächter)	Nicht erforderlich
6.3.2	Installation eines Temperaturwächters zur Überwachung der Minimaltemperatur des Wärmeträgermittels (i. S. Frostüberwachung)	Nicht erforderlich
6.3.3	Plan zur Notabschaltung im Havariefall, Meldekette, Sofortmaßnahmen bei Feststellung von Leckagen	
6.3.4	Auflistung bevorrateter Ersatz- oder Zusatzmaterialien, Werkzeuge und Technik	
6.3.5	Darstellung von Möglichkeiten, die eine Verockerung der Brunnen ausschließen (z. B. Stickstoffbeaufschlagung in den Brunnen)	Nicht erforderlich
6.3.6	Haftungsfragen	
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	
	Dem Fachgutachten ist an abschließender Stelle eine Zusammenfassung beizufügen, aus der nach Wortlaut klar ersehen werden kann, ob durch die Errichtung der Geothermie-Anlage für den betreffenden Trinkwasserleiter eine Gefahr ausgeht, nicht ausgeschlossen oder verneint werden kann.	



## Anlagenverzeichnis des Fachgutachtens

EWS-Anlagen	<p>Es sind die im „Erlaubnisantrag für Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern“ aufgelisteten Anlagen zu erbringen:</p> <p><a href="https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/ews_anlage4_erlaubnisantrag_ews.pdf">https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/ews_anlage4_erlaubnisantrag_ews.pdf</a></p>
Zusätzliche Anlagen	<p><b>Zusammenstellung aller technischer Daten der Brunnen und GWMS der Wasserfassung</b></p> <p>Aufzählung und Bezeichnung vorhandener</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- staatlicher Messstellen</li> <li>- Vorfeldmessstellen</li> <li>- Haus- und Gartenbrunnen</li> <li>- Brunnen für die Lebensmittelherstellung (einschl. Mineralwasserabfüllung)</li> <li>- Beregnungsbrunnen, sonstige gewerblich genutzte Brunnen</li> </ul> <p>Ausführungen zum technischen Zustand der Anlagen, Angaben zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baujahr</li> <li>• Endteufe (m unter GOK)</li> <li>• Filtertiefe (m unter GOK)</li> <li>• Tiefenlage des angetroffenen Wasserhorizonts</li> <li>• Mächtigkeit und Petrografie des ggf. angebohrten oder durchteuften Grundwasserleiters</li> <li>• Durchmesser (mm)</li> <li>• Material (z. B. Stahl)</li> <li>• Angabe von Hoch- und Rechtswerten (EPSG 5650)</li> <li>• Angaben zum Brunnenbetrieb (z. B. in Betrieb, stillgelegt, verfüllt, Zustand unbekannt)</li> <li>• Angabe der Archiv-Nummer des LUNG</li> <li>• ggf. Angaben zu vergebenen Wasserrechten einschl. der GW-Entnahme pro Jahr</li> </ul>

## Literatur und Richtlinien

### Gesetze und Verordnungen (Auswahl)

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen. (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe - VwVwS) vom 17. Mai 1999 (BAnz. Nr. 98a vom 29. Mai 1999); aufgehoben am 10.08.2017; Fundstelle: BAnz AT 15.08.2017 B5.

Bundesberggesetz (BbergG) vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert am 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808, 2831).

Geologiedatengesetz (GeolDG): Gesetz zur staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie zur Übermittlung, Sicherung und öffentlichen Bereitstellung geologischer Daten und zur Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben, BGBl I 2020, 1387, letzte Fassung vom 23.07.2020.

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Gesetz vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2193)).

Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 05. Mai 2017 (BGBl I S. 1074), zuletzt geändert am 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808, 2834).

Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), Ausfertigungsdatum: 12.02.1990, Neugefasst durch Bek. v. 18.03.2021 | 540.

Muster einer Verordnung zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten im Land Mecklenburg-Vorpommern (MusterVO), Stand: 28.12.2016, 16 S., <https://www.regierung-mv.de/serviceassistent/download?id=1582530>, sowie zugehörige Erläuterungen (<https://www.regierung-mv.de/serviceassistent/download?id=1582531>)

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18. April 2017 (BGBl.I S. 905).

Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG), Stand: 30.11.1992.

### Technische Regelwerke und Richtlinien (Auswahl)

DIN 4023 (2006): Geotechnische Erkundung und zeichnerische Darstellung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag).

DIN 4049-3 (1994): Begriffe der quantitativen Hydrologie; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag).

- DIN 8901 (2002): Kälteanlagen und Wärmepumpen – Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag).
- DIN EN ISO 14688-1 (2003) – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 1: Benennung und Beschreibung; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag).
- DIN EN ISO 14688-2 (2003) – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag)
- DIN EN ISO 14689-1 (2011): Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag).
- DIN EN ISO 22475-1 (2007): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung; Deutsches Institut für Normung, Berlin (Beuth-Verlag).
- DVGW W 110: (2005): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen, Grundwassermessstellen; Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen; Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Bonn.
- DVGW W 120-2: (2013): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden); Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Bonn.
- DVGW-Information vom 23.07.2013 zu: Erdwärmenutzung in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen. 14 S.
- LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2018): Empfehlungen der LAWA für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und -kollektoren. 28 S.
- VDI 4640-1 (2010): Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umwelt; Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- VDI 4640- 2 (2016, Gründruck): Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen; Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

## Weiterführende Literatur

- Anbergen, Hauke (2014): Prüfverfahren zur Bestimmung des Frost-Tau-Wechseleinflusses auf Hinterfüllbaustoffe für Erdwärmesonden, Dissertation TU Darmstadt.
- Brielmann H., Lueders T., Schreglmann K., Ferraro F., Avramov M., Hammerl V., Blum P., Bayer P., Griebler C. (2011): Oberflächennahe Geothermie und ihre potenziellen Auswirkungen auf Grundwasserökosysteme. Grundwasser 16: 77-91.
- Griebler, C., Kellermann, C., Stumpp, C., Hegler, F., Kuntz, D., & Walker-Hertkorn, S. (2015): Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung. UBA-Texte; 54/2015; 155 S.
- HLUG (2017): Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen; Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden (5., überarbeitete Auflage).
- Kübert, M., Walker-Hertkorn, S., Kuntz, D. (2014): Die Temperaturentwicklung im Ringraum einer Erdwärmesonde – Vortrag Fachgespräch Erdwärmennutzung in Hessen; Idstein
- Kuntz D., Kübert, M., Walker-Hertkorn, S. (2014): Modellgestützte Bilanzierung des thermischen Einflusses von Erdwärmesondenanlagen auf den Untergrund. Vortrag Geothermie-Kongress 2014; Essen.
- LQS EWS (2015): Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS); Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart.
- LUNG M-V (2015): Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren in Mecklenburg-Vorpommern: Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes. 2. Aufl., 54 S.
- Reuß, M., Koenigsdorff, R., Zorn, R., Kuckelkorn, J., Steger, H., Pröll, M. & Feuerstein, P.: Qualitätssicherung bei Erdwärmesonden und Erdreichkollektoren, Abschlussbericht, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (FKZ 0327453A), (2012).
- Thiem, A., Schmidt, K., Augenstein, T. & Betting, D. (2012): Wärmeträgerfluide in der Geothermie: Exemplarische Gefährdungsabschätzung anhand von Strukturaufklärung, Abbaubarkeit und Toxizität. DVGW-Forschungsvorhaben W1/01/09/ Badenova Innovationsfonds-Vorhaben 2010- 3.