



MERKBLATT ZUR NUTZUNG VON OBERFLÄCHENNÄCHSTER UND OBERFLÄCHENNAHER ERDWÄRME IN RHEINLAND-PFALZ

Wasserwirtschaftliche Mindestanforderungen und ergänzende Hinweise



IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU), Kaiser-Friedrich-Straße 7, 55116 Mainz;
Tel.: 06131 / 6033-0, E-Mail: poststelle@lfu.rlp.de

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB), Emy-Roeder-Straße 5,
55129 Mainz; Tel.: 06131 / 9254-0, E-Mail: office@lgb-rlp.de

Bearbeitung: Christof Baumeister, Jochen Kampf, Martin Schykowski
(LfU, Referat Grundwasserbewirtschaftung)

Ruth Brune, Lena Ludwig, Gabriele Theobald, Dascha Tichomolow, Peter Woll
(Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd – SGD Süd)

Dr. Frank Bitzer, Roman Storz
(LGB, Referat Hydrogeologie)

Ansgar Wehinger, Christoph Pappert
(LGB, Referat Ingenieurgeologie)

Moritz Farack
(LGB, Referat Bohrlochbergbau und Markscheidewesen)

Satz: Tatjana Schollmayer (LfU)

Bildquelle: Titelbild: photo 5000 - [stock.adobe.com](https://www.stock.adobe.com)

1. Auflage © LfU & LGB, Mainz, April 2024

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung der Herausgeber

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

INHALT

1	EINFÜHRUNG	4
2	OBERFLÄCHENNÄCHSTE GEOTHERMIE	5
3	OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE	6
	Geschlossene Systeme (Erdwärmesonden)	6
	Offene Systeme	8
4	AUSSERBETRIEBNAHME UND RÜCKBAU	9
5	BAUGRUNDRISIKO UND ALTBERGBAU	10
	Baugrundrisiko	10
	Altbergbau	10
6	GEOLOGIEDATENGESETZ	11
7	ANSPRECHPARTNER	11
8	QUELLENANGABEN UND VERWEISE	12

1 EINFÜHRUNG

Zur Nutzung oberflächennächster und oberflächennaher Erdwärme in Rheinland-Pfalz haben das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) und das Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) folgende Arbeitshilfen erstellt:

- Der „[Leitfaden zur Geothermie in Rheinland-Pfalz](#)“ enthält Informationen zu den fachlich-technischen Grundlagen der Erdwärmegewinnung sowie zum gesetzlichen Rahmen, innerhalb dessen die Erdwärmenutzung möglich ist.
- Das hier vorliegende „Merkblatt zur Nutzung von oberflächennächster und oberflächennaher Erdwärme in Rheinland-Pfalz“ enthält die Auflistung der wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen sowie ergänzende praktische Hinweise zur Berücksichtigung bei Planung, Bau und Betrieb von Erdwärmetauscheranlagen.
- Der Online-Dienst „[Standortqualifizierung von Erdwärmetauscheranlagen](#)“ gibt dem Nutzer die standortspezifischen wasserwirtschaftlichen und geowissenschaftlichen Hinweise, die bei der wasserrechtlichen Prüfung berücksichtigt werden. Der Online-Dienst bietet weiterhin Verknüpfungen zu weiteren Online-Diensten, die im Zuge der Anzeige- und Erlaubnisverfahren genutzt werden können.

Das vorliegende Merkblatt behandelt die wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen sowie Hinweise und Empfehlungen, die bei der Planung, dem Bau und Betrieb von Erdwärmetauscheranlagen berücksichtigt werden sollten. Sie gelten für Anlagen bis 400 m Tiefe und einer Heizleistung bis 200 kW im privaten Bereich. Für Anlagen außerhalb dieses Geltungsbereichs werden die Mindestanforderungen im Rahmen einer Einzelfallprüfung unter Beteiligung von SGD, LfU und LGB formuliert.

Die wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen müssen beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden, Erdwärmekörpern, Erdwärmekollektoren (geschlossene Systeme) und sog. Grundwasser-Wärmetauscheranlagen (offene Systeme) eingehalten werden. In begründeten Einzelfällen kann von den Mindestanforderungen abgewichen werden.

Das Merkblatt wendet sich – wie auch der „Leitfaden zur Geothermie in Rheinland-Pfalz“ – an die unteren und oberen Wasserbehörden (Kreisverwaltungen, Stadtverwaltungen und Struktur- und Genehmigungsdirektionen) sowie an Planer, zukünftige Betreiber und Anlagenbauer.

Es wird unabhängig vom o.g. Leitfaden und dem Online-Dienst „Standortqualifizierung von Erdwärmetauscheranlagen“ fortgeschrieben.

2 OBERFLÄCHENNÄCHSTE GEOTHERMIE

Beim Bau und Betrieb von oberflächennächsten Erdwärmetauschersystemen (Erdwärmekörbe, Flächenkollektoren und ähnliche Systeme) gelten die von den SGDen Nord und Süd im Merkblatt „[Erdwärmekollektoren](#)“ genannten wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen. Darüberhinaus gelten folgende Mindestanforderungen:

- Anlagen zur Sickerwasseranreicherung zwecks Effizienzsteigerung des Erdwärmetauschers dürfen Nachbargrundstücke – insbesondere die der Unterlieger – nicht beeinflussen. Der Bau von Rigolen bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis.
- Beim Bau von Kollektoranlagen und Körben werden die Deckschichten großflächig entfernt bzw. gestört. Der Wiedereinbau hat mit ortsüblichem unbelastetem Bodenmaterial, am besten mit dem Aushub selbst, zu erfolgen (auf die Ersatzbaustoffverordnung wird verwiesen).
- Der Bau der Anlage ist im Rahmen des Anzeige- bzw. Erlaubnisverfahrens so zu dokumentieren, dass die verwendeten Materialien und die räumliche Lage nachvollziehbar sind.

HINWEISE:

Bei der Planung von oberflächennächsten Erdwärmetauschersystemen sollte auf einen ausreichenden Abstand zur Grundstücksgrenze geachtet werden, um die thermische Nutzung des Untergrundes auf das eigene Grundstück zu begrenzen und somit Nachbarschaftsstreitigkeiten vorzubeugen.

3 OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

Geschlossene Systeme (Erdwärmesonden)

Im Folgenden werden die wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen, die beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden (oder vergleichbaren geschlossenen Systemen) einzuhalten sind, aufgeführt. Insbesondere sind die Anlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (VDI 4640, Blatt 1 und 2 und DIN 8901) zu planen, zu errichten und zu betreiben.

- Die Ausführungsarbeiten sind durch qualifizierte Bohrunternehmen vorzunehmen. Vom DVGW zertifizierte und überwachte Bohr- und Brunnenbauunternehmen (nach DVGW-Merkblatt W 120) finden Sie z. B. unter: <https://www.dvgw-cert.com/> und <https://www.bdbohr.de/unternehmen/verzeichnis-dvgw-w120.html>.
- Beim Abteufen der Bohrung sind Grundwasserstände, Spülungsverluste, evtl. ausgeblasene Wassermengen, Hohlräume, Klüftigkeit etc. zu dokumentieren. Bei Anomalien, z. B. unerwartet hohen Spülungsverlusten im Bohrloch, ist das weitere Vorgehen umgehend mit der Erlaubnisbehörde abzustimmen.
- Die Ringraumverfüllung ist nach der VDI-Richtlinie 4640 (Blatt 2) vollständig, von unten nach oben und dicht durchzuführen (z. B. mittels Bentonit-Zement-Suspension). Die Suspension muss nach Aushärtung dauerhaft dicht und beständig sein.
- Für die Ringraumverfüllung ist Verfüllmaterial mit erhöhter Frost-Tauwechselbeständigkeit zu verwenden.
- Für jede Erdwärmesonde ist auf der Baustelle Dichte, Marshzahl, Suspensionstemperatur, Ergebnis des Siebttests und Absetzmaß des angemischten, werkseitig gelieferten Verfüllbaustoffs direkt zu Beginn der Verfüllarbeiten zu kontrollieren und unter Angabe des verwendeten Mixers zu dokumentieren. Die vorherrschende Lufttemperatur ist ebenfalls zu erfassen. Übersteigt das Verfüllvolumen das Zweifache des Bohrlochvolumens, ist der Verfüllvorgang zu unterbrechen und unverzüglich die Genehmigungsbehörde zu informieren.
- Die Inbetriebnahme der Anlage darf frühestens 4 Wochen nach der Herstellung der Ringraumabdichtung erfolgen.
- Die Temperatur am Ausgang der Wärmepumpe darf -3°C nicht unterschreiten (Überwachung mit einem Temperaturwächter).
- Als Sondenmaterial sind PEHD-Werkstoffe mit nachweislich höherer Spannungsriss- und Punktlastbeständigkeit (z. B. PE-X oder PE 100-RC oder mindestens gleichwertige Werkstoffe) zulässig. Es sind dauerhaft dichte Rohrverbindungen zu verwenden.
- Als Wärmeträgermedium in der Sonde sind höchstens schwach wassergefährdende Stoffe zulässig (Wassergefährdungsklasse 1).
- Die unterirdischen Bestandteile der Sonde, die wassergefährdende Stoffe enthalten, sind durch eine selbsttätige Kontrolleinrichtung auf Leckage zu überwachen (ggf. im Wärmetauscher integrierte Druck-/Strömungswächter). Im Fall einer Leckage des Wärmeträgerkreislaufs hat sich die Umwälzpumpe der Anlage sofort abzuschalten und ein Alarmsignal auszulösen.
- Die Sondenköpfe sowie zu- und abgehende Leitungen sollen dauerhaft zugänglich sein.

- Bei Bohrspülungen ist sauberes Wasser zu verwenden. Bei der Verwendung von Spülungszusätzen sind die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblatts W 116 (A) einzuhalten.
- Spülflüssigkeit und Bohrschlämme sind ordnungsgemäß zu entsorgen.

In begründeten Einzelfällen (z. B. wenn als Wärmeträgermedium reines Wasser verwendet wird) kann von einzelnen der oben genannten Mindestanforderungen abgewichen werden. Abweichungen bedürfen grundsätzlich einer wasserrechtlichen Genehmigung.

- Bei Bohrverfahren, die keine Ringraumverfüllung entsprechend VDI-Richtlinie 4640 erlauben (z. B. mittels Hohlbohrschnecke), darf die Sonde nur innerhalb des obersten Grundwasserleiters eingebaut werden.

HINWEISE:

Bei der Planung von Erdwärmesonden sollte auf einen ausreichenden Abstand zur Grundstücksgrenze geachtet werden, um die thermische Nutzung des Untergrundes auf das eigene Grundstück zu begrenzen und somit Nachbarschaftsstreitigkeiten vorzubeugen. In Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640 wird dafür ein Mindestabstand von 3 m empfohlen.

Bei der Planung von mehreren Erdwärmesonden sollte in Anlehnung an die VDI-Richtlinie ein Mindestabstand von 6 m zwischen den einzelnen Sonden eingehalten werden, um die dauerhafte thermische Leistungsfähigkeit des Systems zu gewährleisten. Vorteilhaft für eine thermische Regeneration des Untergrundes ist die Nutzung der Erdwärmesonde(n) zu Kühlzwecken.

Das sichere Niederbringen der Bohrung(en) und die ordnungsgemäße Durchführung der Verfüllarbeiten erfordern die Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse (z. B. Gesteinsarten und Grundwasserverhältnisse) am Standort. Das LGB kann hierzu Auskunft geben.

Der Bohrdurchmesser sollte den Untergrundverhältnissen (z. B. quellfähiger Tonmergel) angepasst sein.

Die Bohrung(en) sollte(n) richtungstreu und kalibertreu ausgeführt werden.

Der Verfüllbaustoff sollte eine hydraulische Durchlässigkeit von $\leq 1 \times 10^{-10}$ m/s aufweisen.

Thermische Materialeigenschaften von Sonde und Verfüllung sollten aufeinander abgestimmt sein.

Informationen zu Wärmeleitfähigkeiten des Untergrunds in Rheinland-Pfalz als Planungshilfe zur Dimensionierung von Erdwärmesonden finden Sie hier:

- <https://www.lgb-rlp.de/fachthemen/geothermie-in-rheinlandpfalz/waermeleitfaehigkeiten.html>
- <https://www.lgb-rlp.de/karten-und-produkte/online-karten/online-karten-geothermie/onlinekartewrmeleitfhigkeit.html>

Offene Systeme

Beim Bau und Betrieb von Grundwasser-Erdwärmetauscheranlagen (Förderbrunnen und Schluckbrunnen) gelten die folgenden wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen:

- Die Ausführungsarbeiten sind durch qualifizierte Bohrunternehmen vorzunehmen. Vom DVGW zertifizierte und überwachte Bohr- und Brunnenbauunternehmen (nach DVGW-Merkblatt W 120) finden Sie z. B. unter: <https://www.dvgw-cert.com/> und <https://www.bdbohr.de/unternehmen/verzeichnis-dvgw-w120.html>.
- Beim Abteufen der Bohrungen sind Grundwasserstände, Spülungsverluste, evtl. ausgeblasene Wassermengen, Hohlräume, Klüftigkeit etc. zu dokumentieren. Bei Anomalien, z. B. unerwartet hohen Spülungsverlusten im Bohrloch, ist das weitere Vorgehen umgehend mit der Erlaubnisbehörde abzustimmen.
- Im Zuge der Planung einer Grundwasser-Erdwärmetauscheranlage sind umfangreiche Voruntersuchungen (z. B. Pump- und Schluckversuch) erforderlich. Alle erforderliche Arbeiten müssen nach den gültigen Regeln (DVGW W 120) durchgeführt werden.
- Die Planung einer Grundwasser-Erdwärmetauscheranlage muss durch ein qualifiziertes Büro durchgeführt werden.
- Die Grundwasserbeschaffenheit (z. B. hohe Eisen- oder Mangangehalte) kann einen ungünstigen Einfluss auf den Betrieb der Anlage haben. Vorerkundungen zu den Grundwasserverhältnissen (z. B. mittels Pumpversuch, Wasseranalyse) sind notwendig.

HINWEISE:

Um die thermische Nutzung des Untergrundes auf das eigene Grundstück zu begrenzen und möglichen Schäden auf benachbarten Grundstücken vorzubeugen wird empfohlen, bei der Planung von Grundwasser-Erdwärmetauscheranlagen auf einen ausreichenden Abstand der Brunnen zur Grundstücksgrenze zu achten.

Der Schluckbrunnen sollte im Abstrom und ausreichenden Abstand von dem Förderbrunnen errichtet werden, um die dauerhafte thermische Leistungsfähigkeit des Systems zu gewährleisten.

Das sichere Niederbringen der Bohrungen erfordert die Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse (z. B. Gesteinsarten und Grundwasserverhältnisse) am Standort. Das LGB kann hierzu Auskunft geben.

Der Bohrdurchmesser sowie der Ausbau sollte den Untergrundverhältnissen angepasst sein.

Die Bohrungen sollten richtungstreu und kalibertreu ausgeführt werden.

4 AUSSERBETRIEBNAHME UND RÜCKBAU

- Unabhängig vom genutzten System ist eine vorübergehende Außerbetriebnahme oder die endgültige Stilllegung einer Erdwärmetauschanlage in Abstimmung mit der Erlaubnisbehörde vorzunehmen.
- Bei geschlossenen Systemen muss das Wärmeträgermedium (sofern kein Trinkwasser) mit Trinkwasser vollständig aus den Erdwärmesonden bzw. Erdwärmekollektoren ausgespült und nachweislich fachgerecht entsorgt werden.
- Im Untergrund verbleibende Rohre der Erdwärmetauschanlage sind vollständig mit Trinkwasser zu füllen bzw. zu verpressen und dicht zu verschließen.
- Die genaue Lage der Erdwärmetauschanlage auf dem Grundstück ist vom Eigentümer zu verifizieren und zu dokumentieren.

5 BAUGRUNDRISIKO UND ALTBERGBAU

Baugrundrisiko

Es wird darauf hingewiesen, dass das Baugrundrisiko grundsätzlich beim Bauherrn liegt.

Bei baulichen Eingriffen in Hanglagen ist die Hangstabilität zu beachten. In Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen kann der Baugrund in bestimmten Landesteilen rutschgefährdet sein.

Beim Bau und Betrieb von geothermischen Anlagen in hangrutschempfindlichen Bereichen kann es durch Hangbewegungen zur Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit(en) bis hin zu einem kompletten Ausfall der Anlage kommen (z. B. durch Abscheren der Sonde). Darüber hinaus besteht infolge größerer Geländeingriffe (z. B. Böschungsanschnitte > 1-2 m oder konzentrierte Versickerung von Wasser) die Gefahr einer Aktivierung oder Reaktivierung von Rutschungen.

Durch Hangbewegungen betroffene bzw. gefährdete Gebiete sind für bestimmte Landesteile in den [Hangstabilitätskarten](#) des LGB dargestellt.

Sofern das Bau-/ Planungsgelände entsprechend der ingenieurgeologischen Online-Karten in einem nachgewiesenen oder vermuteten Rutschgebiet liegt, sollte vom Bauherrn ein geeigneter Sachverständiger (Geotechniker) eingeschaltet oder von dem Vorhaben Abstand genommen werden. Auch wenn kein Rutschgebiet bekannt ist, empfiehlt sich bei Eingriffen in Hanglage die Einschaltung eines Sachverständigen. In aktiven Rutschgebieten ist der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden in der Regel nicht möglich.

Idealerweise erfolgt die Prüfung der Hangstabilität im Zuge der Baugrunduntersuchung. Die einschlägigen Regelwerke und Baugrund-Normen, wie DIN EN 1997-1 und -2, DIN 1054 und DIN 4020, sind zu beachten.

Altbergbau

Bauplanungsrechtlich sollte ebenso bereits im Vorfeld beachtet werden, dass in Rheinland-Pfalz in bestimmten Regionen (z. B. Westerwald, Siegerland) umfangreicher historischer Bergbau stattgefunden hat. Dieser kann sich negativ auf die Möglichkeit der oberflächennahen Nutzung von Erdwärme auswirken oder diese gar unmöglich machen. Im Rahmen der Verfahren zur Flächennutzungs- bzw. Bauleitplanung prüft das LGB als Träger öffentlicher Belange die mögliche Relevanz des Altbergbaus an Hand der dem LGB vorliegenden Informationen. Es wird deshalb auf die jeweils hierzu ergangenen Stellungnahmen, die den Gemeinden als Planungsträger vorliegen, verwiesen.

In anderen Fällen mit Hinweisen auf Altbergbau im Bereich des Bohransatzpunktes sollte eine entsprechende Prüfung im Rahmen einer Bauvoranfrage beim LGB erfolgen.

6 GEOLOGIEDATENGESETZ

Es besteht die Verpflichtung zu Datenlieferungen an das LGB nach § 16 Geologiedatengesetz (GeolDG). Dies betrifft:

- Nachweisdaten (§ 8 GeolDG); diese sind mindestens zwei Wochen vor Beginn einer geologischen Untersuchung anzuzeigen,
- Fachdaten (§ 9 GeolDG), u.a. angetroffene Schichtenfolge und geologische Aufnahme; diese sind spätestens drei Monate nach dem Abschluss der Bohrarbeiten zu übersenden und
- Bewertungsdaten (§ 10 GeolDG); diese sind spätestens sechs Monate nach dem Abschluss der Bohrarbeiten zu übersenden.

Weitere Hinweise zum GeolDG enthält der Informationsdienst des LGB:

<https://www.lgb-rlp.de/fachthemen/geologiedatengesetz.html>

Die Bohranzeigen sind digital einzureichen. Hierzu ist die Online-Anwendung zu nutzen:

<https://geoldg.lgb-rlp.de/>

Beim Abteufen von Bohrungen sind die angetroffenen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse zu dokumentieren und, die Bohrfirma hat qualifizierte DIN-konforme Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688 Teil I, II; DIN EN ISO 14689 und DIN 4023 zu erstellen (siehe DVGW W 120-2).

Bei Bohrverfahren mit einer eingeschränkten Aussagefähigkeit zu den Untergrundverhältnissen wird aus Gründen des Grundwasserschutzes empfohlen, diese durch bohrlochgeophysikalische Messungen gemäß DVGW W 110 zu verifizieren.

7 ANSPRECHPARTNER

- Ansprechpartner für wasserwirtschaftliche Stellungnahmen:
Regionalstellen der Struktur- und Genehmigungsdirektionen Nord und Süd
- Ansprechpartner für Fragen zu den Untergrundverhältnissen (Geologie, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, Altbergbau, Boden) finden Sie unter: <https://www.lgb-rlp.de/landesamt/organisation.html>
- Ansprechpartner der Wasserwirtschaft für konkrete Vorhaben sind die unteren Wasserbehörden der Kreise und kreisfreien Städte.

8 QUELLENANGABEN UND VERWEISE

- Leitfaden zur Geothermie in Rheinland-Pfalz – Nutzung von oberflächennächster und oberflächennaher Erdwärme.- 8. Fortschreibung; Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz und Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz - Mainz, Februar 2024; https://www.lgb-rlp.de/fileadmin/service/lgb_downloads/erdwaerme/erdwaerme_allgemein/leitfaden_erdwaerme.pdf
- Online-Dienst „Standortqualifizierung von Erdwärmetauscheranlagen“; <https://www.lgb-rlp.de/karten-und-produkte/online-karten/online-karten-geothermie.html>
- Merkblatt „Erdwärmekollektoren“; https://sgdsued.rlp.de/fileadmin/sgdsued/Service/Downloads/WAB/Merkblatt_Erdwaermekollektoren_v4-1_2023-10__1_.pdf
- Empfehlungen der LAWA für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und -kollektoren.- Gotha April 2019; https://www.lawa.de/documents/lawa-empfehlungen-anforderungen-erdwaermeanlagen_umlauf-_umk_2_1559634462.pdf
- Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden).- Technische Regel –Arbeitsblatt; DVGW W 120-2 (A) - Bonn, Juli 2013.
- Bohrlochgeophysik in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen.- Technische Regel – Arbeitsblatt; DVGW W 110 (A) - Bonn, Mai 2019.
- Gesetz zur staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie zur Übermittlung, Sicherung und öffentlichen Bereitstellung geologischer Daten und zur Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben (Geologiedatengesetz -GeoldG).- Geologiedatengesetz vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1387) in der jeweils neusten Fassung; <https://www.gesetze-im-internet.de/geoldg/>
- VDI 4640 Blatt 1: Thermische Nutzung des Untergrunds – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte in der jeweils neusten Fassung. Beuth-Verlag. Berlin.
- VDI 4640 Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrunds – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen in der jeweils neusten Fassung. Beuth-Verlag. Berlin.
- VDI 4640 Blatt 3: Thermische Nutzung des Untergrundes – Unterirdische thermische Energiespeicher in der jeweils neusten Fassung. Beuth-Verlag. Berlin.
- VDI 4640 Blatt 4: Thermische Nutzung des Untergrundes – Direkte Nutzungen in der jeweils neusten Fassung. Beuth-Verlag. Berlin.
- Ersatzbaustoffverordnung vom 9. Juli 2021 in der jeweils neusten Fassung.
- DIN 8901 (2002-12) in der jeweils neusten Fassung. Beuth-Verlag.





RheinlandPfalz

LANDESAMT FÜR UMWELT



RheinlandPfalz

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE
UND BERGBAU

Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 7
55116 Mainz

Poststelle@lfu.rlp.de
www.lfu.rlp.de

Landesamt für Geologie und Bergbau
Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5
55129 Mainz

office@lgb-rlp.de
www.lgb-rlp.de