

DVGW-INFORMATION

vom 23. Juli 2013 zu

Erdwärmennutzung in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Der **DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.** – Technisch-wissenschaftlicher Verein – fördert das Gas- und Wasserfach mit den Schwerpunkten Sicherheit, Hygiene und Umweltschutz. Mit seinen rund 13.000 Mitgliedern erarbeitet der DVGW die allgemein anerkannten Regeln der Technik für Gas und Wasser. Der Verein initiiert und fördert Forschungsvorhaben und schult zum gesamten Themenspektrum des Gas- und Wasserfaches. Ferner unterhält er ein Prüf- und Zertifizierungswesen für Produkte, Personen sowie Unternehmen. Die technischen Regeln des DVGW bilden das Fundament für die technische Selbstverwaltung und Eigenverantwortung der Gas- und Wasserwirtschaft in Deutschland. Sie sind der Garant für eine sichere Gas- und Wasserversorgung auf international höchstem Standard. Der gemeinnützige Verein wurde 1859 in Frankfurt am Main gegründet. Der DVGW ist wirtschaftlich unabhängig und politisch neutral.

Ansprechpartner

Dipl.-Geol. Udo Peth

Dr. Daniel Petry

Josef-Wirmer-Straße 1-3

D-53123 Bonn

Tel.: +49 228 9188-859

Fax: +49 228 9188-994

E-Mail: peth@dvgw.de, petry@dvgw.de

Zusammenfassung

Die Erdwärmenutzung hat in den vergangenen Jahren rasant zugenommen. Im Vordergrund steht der positive Effekt der Nutzung der Erdwärme als regenerative Energiequelle. Dabei sind auch die Gefährdungen, die von einzelnen Anlagen, wie auch aus der Summe der Anlagen für das Grundwasser ausgehen können, zu betrachten und unter Vorsorgeaspekten zu reglementieren. Insbesondere darf von der Nutzung der Erdwärme keine Gefährdung der Trinkwasserressourcen ausgehen. Die nachfolgend formulierten Anforderungen und Grundsätze zielen in erster Linie auf den Schutz des für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwassers, insbesondere in Trinkwasserschutzgebieten, aber darüber hinaus auch auf Vorranggebiete und im wasserrechtlichen Verfahren befindliche Trinkwassergewinnungsgebiete sowie das potenziell gefährdete Umfeld. Zu berücksichtigen sind daher auch ausreichende hydrogeologische oder sonstige Barrieren, die eine Ausbreitung schädlicher Veränderungen im Grundwasser zu den Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen hin grundsätzlich ausschließen. Für den Schutz von Trinkwassertalsperren und von für die Wassergewinnung genutzten Seen können sich in Abhängigkeit von den örtlichen Bedingungen andere Gefährdungsbeurteilungen und damit auch andere Reglementierungen der Erdwärmenutzung ergeben.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende Grundsätze für die Errichtung von Erdwärmesonden in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen, die im Einzelfall auch für andere geothermische Anlagen wie Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe sowie Wärmepumpenanlagen mit Grundwasserbrunnen zutreffen:

1. Vorrang des Schutzes der Trinkwasserressourcen vor der Erdwärmenutzung
2. Einschränkungen der Erdwärmenutzung in Trinkwasserschutzgebieten
3. Anzeige- und Genehmigungspflicht für Erdwärmenutzungen bei den zuständigen Fachbehörden
4. Qualitätssicherung durch unabhängige Sachverständige
5. Vermeidung der gegenseitigen Beeinflussung von geothermischen Anlagen
6. Ausreichende Standorterkundung für geothermische Anlagen
7. Strenge Beachtung der einschlägigen technischen Regelungen und Einsatz qualifizierter Fachfirmen
8. Einsatz unschädlicher Bau- und Betriebsstoffe
9. Sicherstellung einer dauerhaften Wirksamkeit der Ringraumabdichtung
10. Überwachung von Bau und Betrieb der geothermischen Anlage sowie Anlagendokumentation
11. Haftungserklärung des Betreibers gemäß § 89 Wasserhaushaltsgesetz
12. Fachgerechter Rückbau defekter bzw. stillgelegter geothermischer Anlagen

Hintergrund

Die Grundwassergefährdung in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen hat insbesondere durch den Bau von geothermischen Anlagen und dem damit verbundenen Eingriff in das Grundwasser infolge mangelhafter Planung, unsachgemäßem Bau und Betrieb und nicht ausreichender Kontrolle dieser Bauvorhaben drastisch zugenommen. Zu bemängeln sind Einträge in das Grundwasser im Rahmen der Bohrtätigkeiten, z. B. durch die nicht fachgerechte Verwendung von Spülzusätzen, das Verbinden verschiedener Grundwasserstockwerke, Einträge durch das Auslaufen eines wassergefährdenden Wärmeträgermediums oder die Beschaffenheitsveränderung des Grundwassers durch Wärmeentzug/-eintrag sowie durch den Rückbau nach Nutzungsende. Heute verursachte Fehler machen sich erst viele Jahre später bemerkbar. Zudem können Summeneffekte, verursacht durch die Vielzahl der Anlagen, zu nachteiligen Beeinträchtigungen des Grundwassers führen.

In den meisten Bundesländern sind Leitfäden für die Erdwärmenutzung einschließlich der Anlagenplanung und -zulassung erschienen. Zudem hat der Verein Deutscher Ingenieure eine Richtlinie (VDI 4640) zur thermischen Nutzung des Untergrundes herausgegeben. Die wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkte werden in diesen Abhandlungen allerdings nicht einheitlich oder vielfach nicht ausreichend berücksichtigt.

Aus diesem Grund und angesichts von negativen Praxisbeispielen ist es erforderlich, die aus der Sicht des Trinkwasserressourcenschutzes relevanten Belange bei der Nutzung von Erdwärme herauszustellen und ableitbare Anforderungen an einen wasserwirtschaftlich unbedenklichen Einsatz von geothermischen Anlagen zu formulieren.

Anwendungsbereich

Im Folgenden werden die Genehmigung, Errichtung und Überwachung von oberflächennahen geothermischen Anlagen in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen angesprochen. Damit sind alle Arten der Erdwärmenutzung bis zu einer Tiefe von 400 m gemeint. Dies beinhaltet Anlagen, die zu Heizzwecken dem Untergrund Wärme entziehen oder auch zur Kühlung von Gebäuden oder Prozessabläufen in der Industrie Wärme zuführen sowie Anlagen, die einen Wechselbetrieb vorsehen. Auch Anlagen, die eine Wärmespeicherung im Grundwasser vorsehen, fallen in den Anwendungsbereich.

Maßgaben zu den notwendigen Vorarbeiten im Zusammenhang mit der Planung, zur Qualitätssicherung während der Ausführung bzw. im Betrieb, zur Dokumentation und Überwachung sowie zu den eingesetzten Materialien aus Sicht des vorsorgenden Gewässerschutzes runden diese Information ab. Mit der Formulierung von Ausschlusskriterien erfolgt eine Einschränkung der Erdwärmenutzung in Trinkwasserschutzgebieten und Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen.

Begriffsbestimmungen

Geothermische Anlagen

Einrichtungen, die die natürliche Untergrundtemperatur verändern. Generell lassen sich geschlossene und offene Systeme unterscheiden. Bei geschlossenen Systemen wird das Wärmeträgermedium im Kreislauf geführt. Bei offenen Systemen wird Grundwasser entnommen und direkt in die Wärmetauscher eingespeist. Folgende technische Erschließungsformen sind derzeit hauptsächlich in Gebrauch:

- Erdwärmesonden: Diese kommen vorwiegend bei Einfamilienhäusern als Einzelsonden zur Anwendung. Zur Versorgung von Großbauten werden aber auch Multisondensysteme eingesetzt.
- Energiepfähle: Energiepfähle werden meistens bei Großbauwerken eingesetzt. Wärmeträgerrohre werden dabei in die aus statischer Sicht erforderlichen Gründungsmaßnahmen oder bereits in die Baugrubensicherungen integriert.
- Geothermische Brunnenanlagen: Im Gegensatz zu den Erdwärmesonden und Energiepfählen wird bei diesen Anlagen das Grundwasser selbst durch eine Entnahme und Wiedereinleitung mittels Brunnen genutzt. Diese Technik setzt ergiebige Grundwasserleiter voraus. Die Ausbreitung von Wärmefahnen und möglicherweise eingetragener Stoffe erfolgt nicht nur infolge der natürlichen Grundwasserströmung, sondern auch durch die Veränderung der Grundwasserströmung infolge der Entnahme und Zugabe.

Neben diesen klassischen Erschließungsformen sind noch die oberflächennahe Nutzung durch Erdwärmekollektoren bzw. die Erdwärmenutzung von Tunnelbauwerken zu nennen.

Beeinträchtigung des Grundwassers

Negative Veränderungen der Strömungsverhältnisse, der Beschaffenheit oder des Wärmehaushalts im Grundwasser.

Qualitätssicherung

Sicherstellung der Planung, des Baus, des Betriebs, der Überwachung und der Dokumentation von geothermischen Anlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Erläuterungen zu den Grundsätzen

1. Vorrang des Schutzes der Trinkwasserressourcen vor der Erdwärmenutzung

Dem Schutz des Grundwassers ist Vorrang vor der Erdwärmenutzung einzuräumen. In Gebieten, in denen zur Erschließung der Erdwärme das erforderliche sehr hohe Schutzniveau nicht sichergestellt und Gefährdungen für das Grundwasser insbesondere bezüglich der Beeinträchtigung der Beschaffenheit nicht ausgeschlossen werden können, sind geothermische Anlagen aus Sicht des Grundwasserschutzes grundsätzlich abzulehnen. Dies gilt insbesondere für:

- Karstgebiete, stark geklüftete Festgesteinsgebiete, oder Grundwasserleiter mit ganz oder teilweise sehr starker Durchlässigkeit (k_f -Wert $> 10^{-2}$ m/s)
- Grundwasserleiter mit ausgeprägter Stockwerksgliederung (Erdwärmenutzung nur im ersten Grundwasserstockwerk) und/oder hohen Druckunterschieden
- Grundwasserleiter mit artesisch gespanntem Grundwasser
- Bergbaugebiete mit Setzungsgefährdung
- Tektonisch aktive Gebiete
- Gebiete mit Verpressmaterial angreifendem Grundwasser
- Gebiete mit gasführenden Schichten
- Altlastenstandorte und deren Abstrombereiche
- Gebiete, in denen die Erdwärmenutzung gemäß zugehöriger Bewirtschaftungspläne vollständig ausgeschöpft ist

2. Einschränkungen der Erdwärmenutzung in Trinkwasserschutzgebieten

In den Schutzzonen I, II und III/III A von ausgewiesenen und geplanten Trinkwasserschutzgebieten werden wegen der Nähe zu den Anlagen der Trinkwassergewinnung hohe Anforderungen an den Schutz des Grundwassers gestellt. Das Errichten von geothermischen Anlagen birgt grundsätzlich Gefährdungen in sich, die auch trotz sorgfältigster Planung und Bauausführung nicht vollkommen ausgeräumt werden können. Die Erdwärmenutzung ist mit dem hohen Schutzerfordernis in den Schutzzonen I, II und III/III A nicht vereinbar und aus Vorsorgegründen zu unterlassen.

Falls die hydrogeologischen Bedingungen eine nachteilige Veränderung des Grundwassers infolge von geothermischen Anlagen nicht besorgen lassen, ist im Einzelfall eine Ausnahme nur in der Schutzzone III B möglich, wenn ausschließlich Wasser ohne Zusatzstoffe als Wärmeträgermedium zum Einsatz kommt. Das gleiche gilt für den weiteren Anstrombereich von Anlagen zur Trinkwassergewinnung ohne bzw. bei einem zu klein festgesetzten Trinkwasserschutzgebiet oder von Vorranggebieten für die Trinkwasserversorgung.

Für Gewinnungsgebiete, die im wasserrechtlichen Zulassungsverfahren stehen oder künftig zur öffentlichen Wasserversorgung genutzt werden sollen und für die noch kein Trinkwasserschutzgebiet festgesetzt worden ist (im Zulassungsverfahren befindlich oder bereits mit einer Veränderungssperre belegte Gebiete), sind die voraussichtlichen Schutzzonen durch ein Fachgutachten zu ermitteln.

3. Anzeige- und Genehmigungspflicht für Erdwärmennutzungen bei den zuständigen Fachbehörden

Von Anlagen zur Erdwärmennutzung können grundsätzlich Veränderungen im Grundwasser ausgehen und Zustandsverschlechterungen im Grundwasser zu besorgen sein. Daher bedarf es zukünftig grundsätzlich einer wasserrechtlichen Anzeige der beabsichtigten Erdwärmennutzung bei der zuständigen Fachbehörde und einer Genehmigung durch diese. Um einen Überblick über die vorhandenen Anlagen zu erlangen, sollten die Fachbehörden hierzu ein entsprechendes Anlagenkataster führen. Der Betreiber der zu schützenden öffentlichen Wasserversorgung sollte behördlicherseits in das Genehmigungsverfahren der Erdwärmennutzung eingebunden werden. Zum vorsorgenden Schutz von Grundwasserressourcen erscheint es geboten, die Pflichtanforderungen des Errichters und des Betreibers der geothermischen Anlage von vornherein hinsichtlich einer regelkonformen Bauartzulassung und von Positivlisten für Materialien, Bau-, Hilfs- und Betriebsstoffe klar und transparent zu regeln. Dies könnte zugleich das Antrags- und Genehmigungsverfahren vereinfachen und nachvollziehbar gestalten. Erforderlich ist eine Erweiterung von Genehmigungsvoraussetzungen bereits während der Antragsverfahren, die den schadlosen Rückbau defekter und stillgelegter Anlagen sicherstellen. Ein Fachkundenachweis der Errichter- und Betreiberfirmen für die Planung, den Bau und Betrieb sollte bereits im Antragsverfahren erfolgen.

Heute ist schon geregelt, dass es im Falle der Besorgnis nicht unerheblicher, schädlicher Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Grundwassers erforderlich sein kann, ein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren einzuleiten. Ebenfalls heute schon ist zu prüfen, ob eine Wärmegewinnung im bergrechtlichen Sinne und damit die Verpflichtung zur Beantragung einer bergrechtlichen Erlaubnis vorliegt, bzw. bei Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 100 m ist zu prüfen, ob ein bergrechtlicher Betriebsplan aufzustellen ist.

Die wesentlichen Rechtsgrundlagen für die Herstellung und den Betrieb von geothermischen Anlagen bilden das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), die Landeswassergesetze (LWG) sowie das Bundesberggesetz (BBergG) in Verbindung mit dem Lagerstättengesetz. Darüber hinaus sind die Bestimmungen der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnungen zu beachten.

Wasserrecht

Geothermische Anlagen können nachteilige Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und insbesondere die stoffliche Beschaffenheit des Grundwassers haben. Nach § 5 Wasserhaushaltsgesetz ist „jede Person verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine nachteilige Veränderung der Gewässereigenschaften zu vermeiden, um eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers sicherzustellen, um die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes zu erhalten und um eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.“ In Abhängigkeit von der Art der Erdwärmennutzung und der Betrachtung der potenziellen Risiken durch die verwendeten Anlagenkomponenten können unterschiedliche Vorschriften des WHG einschlägig sein (§ 1 Zweck, § 8 Erlaubnis, Bewilligung, § 9 Benutzungen, § 12 Voraussetzungen, § 10 Inhalt der Erlaubnis und der Bewilligung, § 13 Inhalts- und Nebenbestimmungen der Erlaubnis und der Bewilligung, §§ 51 und 52 Wasserschutzgebiete etc.).

Bergrecht

Das Bergrecht enthält Regelungen über die Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme. Nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 b Bundesberggesetz (BBergG) gilt Erdwärme als „bergfreier Bodenschatz“. Dies bedeutet, dass sich das Eigentum an einem Grundstück nicht auf die Erdwärme erstreckt. Für die Aufsuchung der Erdwärme bedarf es daher einer Erlaubnis nach § 7 BBergG und für die Gewinnung einer Bewilligung nach § 8 BBergG oder einer Verleihung von Bergwerkseigentum nach § 9 BBergG.

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

Lagerstättenrecht

Nach § 4 Abs. 1 Lagerstättengesetz besteht eine Anzeigepflicht für das Abteufen von Bohrungen bei den staatlichen geologischen Diensten. Die Verpflichtung trifft jeden, der eine Bohrung auf eigene oder fremde Rechnung ausführt. Die Anzeige muss mindestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten erfolgen. Nach Abschluss der Arbeiten sind die Bohrergebnisse mitzuteilen.

Bodenschutzgesetz

Das Bodenschutzrecht ist bei der Nutzung von Erdwärme mit horizontalen im Boden verlegten Kollektoren tangiert. Bodenschutzrechtliche Anforderungen ergeben sich allgemein aus der Vorsorgepflicht in § 7 BBodSchG.

4. Qualitätssicherung durch unabhängige Sachverständige

Die Grundvoraussetzung für eine sach- und fachgerechte Herstellung von geothermischen Anlagen ist die Kenntnis der rechtlichen Vorgaben und Anforderungen aus den Technischen Regeln sowie Sorgfalt und Sachverstand bei der Standortbeurteilung, der Anlagenauslegung, der Bauausführung und Überwachung. Diese Voraussetzungen fehlen in der Regel beim Bauherrn und können teilweise auch bei der bauausführenden Firma oder den Überwachungsbehörden nicht in der erforderlichen Intensität erbracht werden. Dies kann bedarfsweise nur von einem neutralen Sachverständigen geleistet werden, der die einzelnen Arbeitsschritte bei der Erstellung einer Anlage begleitet.

Der unabhängige Sachverständige sollte zwischen dem Kunden/Bohrunternehmen und der Genehmigungsbehörde agieren. Er zeichnet sich durch besondere Sachkunde, Objektivität und Vertrauenswürdigkeit aus und ist bei folgenden Arbeitsschritten involviert bzw. hat eine Kontroll-/Überwachungsfunktion:

- Vorerkundung, Planung
- Standortbeurteilung
- Antragserstellung und Genehmigungsverfahren
- Bau und Betrieb
- Rückbau defekter oder stillgelegter Anlagen
- Dokumentation

Die erforderliche Qualifikation besitzen öffentlich bestellte Sachverständige der IHK (z. B. für Hydrogeologie, für Wasserwirtschaft, für geothermische Nutzung, für Ingenieurwesen), bera-

tende Geowissenschaftler des Berufsverbandes Deutscher Geowissenschaftler e.V. (BDG), Geowissenschaftler mit entsprechender Berufserfahrung. Zur Einhaltung der rechtlichen Vorgaben und Anforderungen sollte das technische Regelwerk hinsichtlich konkreter Prüf- und Überwachungskriterien und Überprüfungsfristen ergänzt werden. Erforderlichenfalls sind die Zulassungskriterien für Sachverständige und die Prüfintervalle für deren Qualifikationsnachweise an die technologiebedingt gewachsenen Anforderungen anzupassen.

Je nach Aufgabenstellung sind folgende Anforderungen an den unabhängigen Sachverständigen zu stellen:

- fachbezogenes Studium (Geo- bzw. Ingenieurwissenschaften) oder vergleichbares Studium
- mindestens 5-jährige praktische Tätigkeit im Bereich Planung, Betrieb, Unterhaltung in einem Fachbüro, Fachbehörde oder Wasserversorgungsunternehmen
- Kenntnisse des DVGW-Regelwerks, Kenntnisse der Normen und Richtlinien (DIN, VDI, VOB etc.), Kenntnisse der Rechtsgrundlagen (Wasserrecht, Bergrecht, Lagerstättengesetz, Bundesbodenschutzgesetz etc.)
- spezielle Kenntnisse: Wasserversorgung, Ressourcenmanagement, Bohr- und Ausbauarbeiten, geothermische Nutzung, lokale Geologie/Hydrogeologie, geophysikalische Erkundungs-, Kontroll- und Überwachungsuntersuchungen etc.

5. Vermeidung der gegenseitigen Beeinflussung von geothermischen Anlagen

Geothermische Anlagen sind so zu betreiben, dass die nutzungsbedingten Temperaturänderungen räumlich begrenzt bleiben. In Bereichen mit dichter Besiedlung und mit intensiver Erdwärmennutzung ist sicherzustellen, dass sich die einzelnen Nutzungsanlagen nicht gegenseitig beeinträchtigen und sie damit in ihrer Funktion eingeschränkt werden. Es kommt im Umfeld der Anlagen zur Ausbildung von Kälte- bzw. Wärmefahnen im Grundwasserkörper. Die nutzungsbedingten Temperaturveränderungen sollten auf dem eigenen Grundstück weitgehend abklingen, um die gegenseitige Beeinträchtigung sowie die thermische Übernutzung eines Grundwasserleiters oder mehrerer Grundwasserstockwerke zu verhindern. Dieses kann erfahrungsgemäß über einen ausreichenden Mindestabstand von Erdwärmesonden untereinander von 10 m bzw. durch einen Mindestabstand zur Grundstücksgrenze von 5 m erreicht werden. Bei größeren Anlagen > 30 kW ist durch ein Überwachungsprogramm, z. B. Messung in einer benachbarten Messstelle, sicherzustellen, dass die nutzungsbedingte Temperaturänderung räumlich begrenzt bleibt.

6. Ausreichende Standorterkundung für geothermische Anlagen

Bei der Planung von geothermischen Anlagen sind die Standortfaktoren (z. B. geotechnische Daten, konkurrierende geothermische Anlagen) ausreichend zu ermitteln, Wärme- und Kältebelastpläne abzuleiten und hinsichtlich der Dimensionierung der Anlagen zu Grunde zu legen.

Die Beurteilung der Eignung des Standorts für die Erdwärmennutzung muss nach wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Kriterien erfolgen. Für die Erdwärmennutzung sind insbesondere Informationen zum geologischen Schichtenaufbau, zum Grundwasserflurabstand, zu den Grundwasserfließverhältnissen und zur Stockwerkstrennung erforderlich. Diese Angaben sind bei den wasserwirtschaftlichen oder geologischen Fachbehörden erhältlich bzw. mittels eigener Erkundung zu ergänzen.

Bei der wasserwirtschaftlichen Prüfung ist zu klären, ob sich der Standort in Gebieten befindet, die sich für eine Erdwärmennutzung nicht eignen (Ausschlussgebiete) oder ob bei der

Errichtung mit besonderen Gefährdungen und zusätzlichen Auflagen zu rechnen ist. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob bereits bestehende, benachbarte Grundwassernutzungen (auch Erdwärme) beeinträchtigt werden könnten.

Der geologische Schichtaufbau des für Erdwärmesonden genutzten Untergrundes kann nicht in allen Fällen in ausreichender Genauigkeit als bekannt vorausgesetzt werden. Letzteres gilt im Allgemeinen nur für homogene, ungestörte Lagerungsverhältnisse oder/und bei hoher Erkundungsdichte. In Gebieten mit stark wechselnder Lithosequenz, in geogen gestörten Untergründen und bei starkem Wechsel der Schichtmächtigkeiten ist eine teufengenaue Bohrgutaufnahme und -ansprache erforderlich. Bei Bohrverfahren ohne Kerngewinnung ist letzteres nur sehr schwierig oder gar nicht möglich. Die hinreichend genaue Kenntnis des Schichtaufbaus ist jedoch sowohl mit Blick auf den Schutz des Grundwassers (Abgrenzung von Grundwasserleitern und Grundwasserhemmern) als auch für die richtige Bemessung der geothermischen Anlage von Bedeutung (beispielsweise hat Schluff eine um die Hälfte geringere Energieabgabe je Meter als Sand).

Bei komplizierten Untergrundverhältnissen und insbesondere bei der Erschließung von größeren Erdwärmesondenfeldern wird die Bohrlocherkundung mittels geeigneter bohrlochgeophysikalischer Messungen entsprechend den Ausführungen des DVGW-Arbeitsblattes W 110 empfohlen.

Auf der Grundlage dieser Informationen ist ein auf den Einzelfall abgestimmtes Vorprofil zu erstellen, das nicht nur für die Eignungsprüfung des Standorts, sondern auch für die Bemessung der Anlage und der Planung der Bohrung unerlässlich ist. Eine fehlerhafte Bemessung und Betrieb der Anlage führt nicht nur zu wirtschaftlichen Nachteilen, sie kann auch z. B. durch Vereisung des umgebenden Gebirges technische Probleme und Umweltgefährdungen hervorrufen. Hierbei muss auch eine genauere Wärmebilanz für die Detailgebiete erstellt werden; Wärmeatlanten können hier nur Näherungswerte liefern.

7. Strenge Beachtung der einschlägigen technischen Regelungen und Einsatz qualifizierter Fachfirmen

Die Durchführung der Bohrarbeiten sowie der anschließenden Arbeiten zum Ausbau der geothermischen Anlage inklusive der sicheren und dauerhaften Verpressung des Bohrloches hat unter strenger Beachtung der entsprechenden einschlägigen DIN-Normen und Technischen Regeln des DVGW zu geschehen. Angepasst an die standörtlichen Untergrundverhältnisse ist das geeignete Bohrverfahren auszuwählen. Dabei ist die Bohrung möglichst lotrecht und kaliberhaltig abzuteufen.

Der Kontroll- und Überwachungsfunktion des unabhängigen Sachverständigen kommt hierbei eine entscheidende Bedeutung zu. Er hat dafür zu sorgen, dass die Vorgaben der Planung unter Beachtung aller Auflagen der genehmigenden Behörde eingehalten werden. Gegebenenfalls muss die ursprüngliche Planung kurzfristig an die im Zuge der Bohrarbeiten neu gewonnenen Erkenntnisse angepasst werden. Für den Noteinsatz im Störfall sind entsprechende Materialien und Gerätschaften auf der Baustelle vorzuhalten.

Um den aus wasserwirtschaftlicher Sicht geforderten Qualitätsstandard während der Errichtung und späteren Rückbau von geothermischen Anlagen erreichen zu können, sind mit den Bohr-, Ausbau- und Rückbauarbeiten ausschließlich Bohrfirmen zu beauftragen, die die Qualifikationsanforderungen nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 120-2 oder einer gleichwertigen Qualifikation erfüllen. Die Einhaltung der Anforderungen dieses Arbeitsblattes kann durch

eine Zertifizierung nachgewiesen und bestätigt werden. Die mit der Durchführung der Zertifizierung betraute Zertifizierungsstelle sollte die Anforderungen der entsprechenden Akkreditierungsgrundlage (z. B. DIN EN 45011) erfüllen und kann dies durch eine entsprechende Akkreditierung für dieses Arbeitsblatt nachweisen. Der Nachweis ist der zuständigen Fachbehörde mit Vorlage des Genehmigungsantrages für die Erdwärmennutzung vorzulegen.

8. Einsatz unschädlicher Bau- und Betriebsstoffe

Die Errichtung und der Betrieb von geothermischen Anlagen können nachteilige Auswirkungen auf die stoffliche Beschaffenheit des Grundwassers haben. Das betrifft vor allem unzulässige Stoffeinträge (Wasser schädigende 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 Bau- und Betriebsstoffe sowie an das Material von Erdwärmesonden. Grundsätzlich gilt, dass die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und Technischen Regeln des DVGW zu beachten sind. Erdwärmesonden sowie zugehörige Anlagenteile müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen (Erdwärmesonden VDI 4640, Wärmepumpen DIN 8901). Sowohl von den Baustoffen als auch von den Betriebsstoffen darf keine Gefährdung des Grundwassers ausgehen. Geothermische Anlagen sind so zu dimensionieren und zu betreiben, dass ein frostfreier Betrieb sichergestellt ist.

Bohrarbeiten

Falls Spülbohrverfahren angewendet werden, ist ein geschlossener Bohrspülungskreislauf sicherzustellen. Der Bohrenddurchmesser ist abhängig vom Bohrverfahren, der Stärke des Sondenbündels und entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt W 121 so zu wählen, dass eine ausreichende Stärke des Abdichtungsmaterials zwischen Sonde und Ringraum gegeben ist. Es dürfen nur Wasser mit Trinkwasserqualität und Spülmittelzusätze gemäß DVGW-Merkblatt W 116 verwendet werden, die keine chemischen oder mikrobiologischen Veränderungen im Untergrund bewirken. In diesem Zusammenhang sind die Vorgaben des DVGW-Merkblattes W 116 einzuhalten.

Verfüllung des Bohrloches

Für die Verfüllung sind nur Baustoffe einzusetzen, deren hygienische Unbedenklichkeit gewährleistet ist. Der Nachweis ist über eine Unbedenklichkeits-Bescheinigung eines akkreditierten Instituts zu erbringen. Die Angabe der Inhaltsstoffe erfolgt über ein Sicherheitsdatenblatt. Das Volumen sowie die physikalischen, (hydro-)chemischen und hydraulischen Eigenschaften der Verfüllung müssen dauerhaft beständig sein.

Erdwärmesonde

Die für Erdwärmesonden verwendeten Materialien müssen der chemischen, thermischen und mechanischen Beanspruchung standhalten, dauerhaft dicht und beständig sein und dürfen keine Schadstoffe an das Grundwasser abgeben. Dazu gehört die Korrosionsbeständigkeit gegenüber der Wärmeträgerflüssigkeit oder aggressivem Grundwasser. Sofern die Materialien diesen Beanspruchungen nicht standhalten, werden die Sonden undicht und es können Grundwasserverunreinigungen entstehen. Es ist hochwertiges, spannungs- und punktlastbeständiges Polyethylen (PE-X o. ä.) einzusetzen. Der Sondenfuß und seine Anschlüsse an die Sondenrohre sind werkseitig herzustellen (VDI 4640, Blatt 2). Die Verbindungen erfolgen durch Heizelementschweißen oder Spiegelschweißen nach den entsprechenden Teilen der DVS-Richtlinien 2207 und 2208.

Insbesondere bei dem heute gebräuchlichen Einsatz von PE-Rohren als Sondenmaterial und dem Fehlen von Zentriereinrichtungen kann es beim Einbau zu irreversiblen Beschädigungen der Rohrwandung kommen, die spätere Leckagen nach sich ziehen. Wenn aufgrund der Untergrundverhältnisse eine unzulässige Beschädigung der Rohroberfläche im Rahmen der Verlegung zu erwarten ist, ist daher ein zusätzlicher Rohraußenschutz, d. h. Umhüllungen bzw. Ummantelungen zu verwenden. Alternativ können Zentriereinrichtungen zum Schutz gegen Beschädigungen eingesetzt werden. Diese gewährleisten auch das Einhalten eines allseitig gleichgroßen Ringraumes.

Wärmeträgermedium

Das Wärmeträgermedium ist so zu wählen, dass im Fall einer Leckage eine Grundwasser- und Bodenverschmutzung möglichst gering gehalten wird. Für geothermische Anlagen in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen ist ausschließlich Wasser ohne Zusatzstoffe als Wärmeträgermedium einzusetzen.

9. Sicherstellung einer dauerhaften Wirksamkeit der Ringraumabdichtung

Der Bohrlochringraum um die Sonde sowie der Bereich zwischen den Sondenrohren sind vollständig und hohlraumfrei zu verfüllen. Dieses dient der thermischen Ankopplung der Sonde an den Untergrund sowie der hydraulischen Abdichtung des Bohrloches in vertikaler Richtung und wird benötigt, um dauerhafte hydraulische Kurzschlüsse zwischen Grundwasserstockwerken zu verhindern, die Sondenstränge vor Beschädigungen zu schützen und um der Gefahr von Setzungen entgegenzuwirken.

Zur Erstellung einer ordnungsgemäßen und damit qualitativ hochwertigen Erdwärmesonde ist ein ausreichender Bohr- bzw. Ringraumdurchmesser Voraussetzung. Der Bohrdurchmesser ist so zu wählen, dass zwischen dem mit Distanzstücken auf Abstand gehaltenen Sondenbündel und der Bohrlochwand ein allseitiger Ringraum von mindestens 30 mm verbleibt. Nur dadurch ist ein sicheres, dichtes und dauerhaftes Abdichten/Verpressen mittels geeigneter Suspension und Verfüllrohr sowie ein zentrischer Einbau der entsprechenden Anlagenteile unter Verwendung von Zentriereinrichtungen (Abstandshalter oder alternativ Einsatz von Zuggewichten) zu gewährleisten. Das Verpressen hat fachgerecht von unten nach oben mittels Verpressschlauch oder -gestänge zu erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Dichte der Suspension am Bohrlochmund der vorgegebenen Suspensionsdichte entspricht.

Zur Verpressung des Ringraumes muss eine grundwasserunschädliche, aushärtende, dauerhaft wasserdichte und frostbeständige Suspension verwendet werden. Hierfür sind z. B. Bentonit-Zement-Wasser-Suspensionen oder Bentonit-Zement-Sand-Wasser-Suspensionen geeignet. Es dürfen nur Hochofenzemente oder Zemente mit Chromatreduzierung zum Einsatz kommen.

Es sind zudem nur ausgewählte Suspensionen einzusetzen, deren Mischung auch unter Vorort-Bedingungen dem vom Hersteller empfohlenen Wasser-Feststoffwert gleichmäßig eingehalten werden kann. Abweichungen von den produktspezifischen Wasser/Feststoff-Werten führen zu einer geringeren Druckfestigkeit und zur Erhöhung der Durchlässigkeit der Suspension. Der Verfüllbaustoff hat dauerhaft einen Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \leq 10^{-9}$ m/s nach DIN 18130 T1 zu gewährleisten.

Zurzeit kann für keinen Verfüllbaustoff der Nachweis der Widerstandsfähigkeit gegenüber Frost-Tauwechsel-Beanspruchungen erbracht werden. Um sicherzustellen, dass die Ringraumverfüllung dauerhaft dicht und funktionstüchtig ist, sind geothermische Anlagen daher

so zu dimensionieren und zu betreiben, dass ein frostfreier Betrieb sichergestellt ist. Die Anlagen müssen werksseitig mit einem Frostwächter am Ausgang der Wärmepumpe ausgestattet sein.

Der Verfüllvorgang ist mit einem Verpressprotokoll zu dokumentieren, in dem die folgenden Werte erfasst sind:

- Verwendete Verarbeitungs- und Einbringtechnik
- Verwendeter Baustoff (eindeutige Produktkennzeichnung bei werksgemischten Produkten oder des Mischungsverhältnisses bei Vor-Ort-Mischungen)
- Wasser-Feststoff-Verhältnis
- Berechnetes Bohrlochvolumen in m^3
- Eingebachte Suspensionsmenge in m^3 (teufenbezogenes Verpressprotokoll)
- Dichte der Suspension mit einem Soll/Ist-Vergleich

Im Nachgang zum Verfüllvorgang ist der lückenlose und ordnungsgemäße Einbau des Verfüllmaterials über die gesamte Teufe und die vollständige Ummantelung der Installationselemente zu prüfen. Materialdefizite oder Hinterfüllungslücken sowie Spalt- und Rissbildungen sind hierbei Hinweise für eine mangelhafte Abdichtwirkung und eine Gefährdung des Grundwassers. Eine Möglichkeit zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Verfüllvorganges und der Bindigkeit der Suspension besteht in der Nutzung bohrlochgeophysikalischer Messmethoden. Speziell zur Kontrolle der Suspension über eine Sonde unmittelbar im Medienrohr der Erdwärmesonde sind Techniken in der Erprobung, die eingesetzt werden sollten, sobald sie verfügbar sind.

10. Überwachung von Bau und Betrieb der geothermischen Anlage sowie Anlagendokumentation

Mit der Überwachung der Baumaßnahme können etwaige Mängel bei der Bauausführung frühzeitig erkannt und abgestellt werden. Um dieses zu ermöglichen, ist der Baubeginn der zuständigen Behörde rechtzeitig vorher vom Bohrunternehmen oder Auftraggeber mitzuteilen.

Nur eine ordnungsgemäße Aufzeichnung der vorgenommenen Arbeiten ermöglicht spätere Recherchen bei einem möglichen weiteren Ausbau der Erdwärmenutzung oder bei möglicherweise eingetretenen Schäden. Daher ist es zwingend erforderlich, dass zur Bohrung für die Errichtung der Erdwärmesonde(n) ein Schichtenverzeichnis gemäß DIN EN ISO 14689-1 einschließlich der eingesetzten Spülungszusätze geführt, ein Ausbauplan über die eingebaute Erdwärmesonde mit Angaben über eingesetzte Werkstoffe (auch Verpressmaterial) und Dimensionen angefertigt und die Lage der Erdwärmesonde (Rechts-/Hochwert) vermessen wird. Darüber hinaus sollten die Wärmebedarfsberechnung sowie die Ergebnisse der evtl. im Vorfeld der Errichtung durchgeführten Versuche (z. B. Geophysik, Geothermal Response Test) für spätere Rückfragen zur Verfügung stehen. Die vorgenannten Unterlagen müssen dem Anlagenbetreiber wie auch der zuständigen Genehmigungsbehörde vorliegen. Insbesondere die Behörde benötigt diese Unterlagen, wenn im Umfeld weitere Erdwärmesonden errichtet und eine mögliche gegenseitige Beeinflussung der Funktion ausgeschlossen werden soll. Bei größeren Erdwärmeprojekten ist es darüber hinaus verhältnismäßig, Bodenproben der Bohrung(en) sowie Proben des eingesetzten Verpressmaterials beim Anlagenbetreiber zurückzustellen.

Vor der Erstbefüllung der Sonde mit dem Wärmeträgermedium ist eine Dichtigkeitskontrolle erforderlich. Die Erdwärmesonde ist einer Druckprüfung mit dem 1,5fachen Nenndruck des eingesetzten Rohrmaterials zu unterziehen (VDI 4640, Blatt 2). Neben der Druckprüfung erfolgt aus Gründen der Funktionssicherheit eine Durchflussprüfung.

11. Haftungserklärung des Betreibers gemäß § 89 Wasserhaushaltsgesetz

Gemäß § 89 Wasserhaushaltsgesetz haftet derjenige für Schäden, der Stoffe in ein Gewässer einbringt, einleitet oder wer in anderer Weise auf ein Gewässer einwirkt und dadurch die Wasserbeschaffenheit nachteilig verändert. Im Falle eines eingetretenen Schadens ist der Schadensverursacher zu einem Ersatz gegenüber dem Betroffenen verpflichtet. Diese Regelung ist ohne Einschränkung auch auf den Betreiber einer geothermischen Anlage anzuwenden. In Form einer Haftungserklärung, die der Betreiber einer Anlage gemäß § 89 WHG jeweils vor dem Baubeginn abgeben sollte, wird dieser auf die bestehenden Regelungen aufmerksam gemacht und auf die Inhalte des Gesetzes verpflichtet.

12. Fachgerechter Rückbau defekter bzw. stillgelegter geothermischer Anlagen

Grundsätzlich sind Auswirkungen und Gefährdungen des Grundwassers auch bei der Aufgabe der Nutzung und beim Rückbau von geothermischen Anlagen möglich. Die Gefährdungen und nachteilige Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit müssen daher verhindert werden. Beispielsweise ist bei der Außerbetriebnahme von Anlagen die Wärmeträgerflüssigkeit auszuspülen und zu entsorgen sowie die Sonde zur Verhinderung von Wasserwegsamkeiten fachgerecht zu verfüllen oder zurückzubauen (s. DVGW W 135 (A); VDI 4640). Hierbei ist zu beachten, dass ein Großteil der Bohrungen nicht mehr zugänglich ist. Daher ist mindestens zu fordern, dass Erdwärmebohrungen in den Trinkwasserschutzgebieten so ausgebaut werden, dass mindestens eine nachträgliche Verfüllung der Anlage mit geeigneten Suspensionen möglich sein muss. Eine Überbohrung der Anlage ist in den meisten Fällen nicht möglich. Auf Grund der potenziellen Grundwassergefährdung auch beim Rückbau sollten bereits mit der Genehmigung entsprechende diesbezügliche Auflagen erteilt werden. Der Rückbau von Anlagen ist der Behörde anzuzeigen.

Literatur

Bundesberggesetz (BBergG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), zuletzt geändert durch Artikel 15a der Verordnung vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585)

Lagerstättengesetz (LagerstG) in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 750-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes vom 10. November 2001 (BGBl. I S. 2992)

Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. April 2013 (BGBl. I S. 734)

DVGW W 101 (A), Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete – Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser

DVGW W 110 (A), Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen - Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen

DVGW W 115 (A), Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser

DVGW W 116 (M), Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser

DVGW W 120-2 (A), Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden)

DVGW W 121 (A), Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen

DVGW W 135 (A), Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen

VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 1: Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte

VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 2: Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 3: Unterirdische Thermische Energiespeicher

VDI 4640, Thermische Nutzung des Untergrundes – Blatt 4: Direkte Nutzungen

DIN 8901 Anforderungen an Wärmepumpen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen zum Schutz von Boden, Grund- und Oberflächenwasser

DIN EN ISO 14689-1: 2003 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung

Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Umweltministerium Baden-Württemberg (2005) – 28 S., Stuttgart

Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern, Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., München in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (Juni 2012) - 36 S., München

Leitfaden für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren mit einer Heizleistung bis 30 kW.- Erdwärmenutzung in Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (Februar 2012) - 11 S., Berlin.

Leitfaden zur Erdwärmenutzung in Hamburg, Wärmegewinnung aus Erdwärmesonden und –kollektoren mit einer Heizleistung von max. 30 kW, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, (2012) - 46 S., 4. Auflage

Leitfaden für Erdwärmepumpen (Erdwärmesonden) mit einer Heizleistung bis 30 kW - Erdwärmenutzung in Hessen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2011) - 41 S., 4. überarb. Auflage, Wiesbaden

Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (Dezember 2006), Güstrow

Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen, Niedersächsisches Umweltministerium (Dezember 2006) - 21 S., Hannover

Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme, Merkblätter Band 48, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2004) - 46 S., Essen

Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (Mai 2012) - 36 S., 5. Fortschreibung, Mainz

Leitfaden Erdwärmenutzung, Ministerium für Umwelt Saarland (2008) - 24 S., Saarbrücken

Leitfaden für oberflächennahe Erdwärmeeinrichtungen, Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (September 2011) - 56 S., Flintbek

Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Freistaat Sachsen - Landesamt für Umwelt und Geologie (Februar 2011) - 42 S., 4. Überarbeitete Auflage, Dresden

Erdwärmenutzung in Sachsen-Anhalt, Informationsbroschüre zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, (April 2012) - 31 S.

Nutzung oberflächennaher Geothermie, Arbeitshilfe zur wasserrechtlichen Beurteilung, Landesverwaltungsamt Thüringen, (Mai 2013) - 37 S.