



Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie



Niedersächsischen Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz

Entwurf zur Prüfung und Stellungnahme – vorgesehen als Änderung zu:

Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen Rechtliche und technische Grundlagen

Letzte Aktualisierung: Juli 2017



Entwurf zur Prüfung und Stellungnahme

<i>Inhalt</i>	<i>Erläuterung</i>	<i>geändertes Kapitel</i>
Vorwort		
1 Allgemeines		
2 Erdwärmetechnik		
2.1 Wärmequellen und Anlagentypen.....	Seite 3	Seite 6 (Stand 07/2017)
2.1.1 Erdwärmesonden		
2.1.2 Erdwärmekollektoren		
2.1.3 Erdwärmebrunnensysteme		
2.1.4 Energiepfähle/ aktivierte Gründungsbauteile		
2.2 Wärmepumpentechnik		
2.2.1 Wärmepumpe		
2.2.2 Effizienz und Dimensionierung der Wärmepumpe		
3 Gesetzliche Grundlagen		
3.1 Allgemeines		
3.2 Wasserrecht (WHG/NWG)		
3.3 Bergrecht und Lagerstättenrecht (BBergG/LagerstG)		
4 Verfahrensablauf zur Errichtung und zum Betrieb von Erdwärmegewinnungsanlagen		
4.1 Erdwärmesondensysteme		
4.1.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung		
4.1.2 Verfahrensablauf		
4.2 Erdwärmekollektorsysteme.....	Seite 4	Seite 6 (Stand 01/2015)
4.2.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung		
4.2.2 Verfahrensablauf		
4.3 Erdwärmebrunnensysteme		
4.3.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung		
4.3.2 Verfahrensablauf		
4.4 Erdwärmesondenfelder (> 30 kW).....	Seite 5	Seite 8 (Stand 07/2017)
5 Quellen		
5.1 Gesetze, Verordnungen		
5.2 Richtlinien, Regelwerke		
5.3 Zitierte Literatur		
5.4 Weiterführende Literatur		
5.5 Links		
6 Anhang		
Anhang 1a: Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage		
Anhang 1b: Allgemeine Anforderungen an die..... Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmekollektoranlage	Seite 4	Seite 13 (Stand 01/2015)
Anhang 2: Musterleistungsverzeichnis für die Erstellung von Erdwärmesonden		
Anhang 3: Prüf- und Abnahmeprotokoll von Erdwärmesonden		
Anhang 4a: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmesondenanlagen		
Anhang 4b: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmekollektoranlagen		
Anhang 4c: Anlageninstallationsprotokoll für Erdwärmebrunnensysteme		
Anhang 5: Adressen der Unteren Wasserbehörden		
Anhang 6: Anforderungen an einen Bericht zur Anlagenüberwachung (Monitoringbericht)	Seite 5	Seite 15 (Stand 07/2017)

Änderung zu: [Wärmequellen und Anlagentypen \(Kap. 2.1\)](#) – Stand 07/2017

Erläuterung des Entwurfs zum Abschnitt „Schrägsonden“ (in Kap. 2.1.1. Erdwärmesonden):

Nach bestehendem Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen (GeoBerichte 24, 2012) ist bei Schrägsonden mit einer verminderten Entzugsleistung im unmittelbaren Schachtbereich, in dem die in der Regel sternförmig abgeteuften Sonden zusammenlaufen, zu rechnen, die durch Ausgleichsmaßnahmen (größere Sondenlänge) kompensiert werden muss.

Dabei wurde nicht betrachtet, dass bei Schrägsonden durch den sternförmigen Bau die Abstände der Sondenenden deutlich größer sind als bei lotrecht parallel verlaufenden Sonden. Dies hat zur Folge, dass bei Schrägsonden im unteren Sondenbereich in der Regel größere Entzugsleistungen als bei lotrechten Sonden erreicht werden können.

Bilanziert man die positiven wie negativen Effekte von Schrägsonden gegenüber lotrechten Sonden, ist die Entzugsleistung von Schrägsonden vergleichbar bzw. im Finiten Elemente Modell (Herrmann & Hagedorn, 2010)¹ sogar günstiger zu bewerten.

Der Absatz zur Technik der Schrägsonden wurde entsprechend korrigiert.

¹ Herrmann, R. & Hagedorn, A. (2010): Vergleich von vertikalen und radialen Erdwärmesonden. – In: Fach.Journal, Ausgabe 2010-2011, S. 82-86.

Änderung zu: [Erdwärmekollektorsysteme \(Kap. 4.2\)](#) – Stand 01/2015

Änderung zu: [Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmekollektoranlage \(Anhang 1b\)](#) – Stand 01/2015

Erläuterung des Entwurfs:

Nach bestehendem Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen (GeoBerichte 24, 2012) ist der Einbau eines mit glykolhaltigem Wärmeträgermittel gefüllten Erdwärmekollektors im Grundwasser nicht zulässig.

Durch den Bau von Erdwärmekollektoren im Grundwasser kann es zu

1. einer Verminderung des Rückhaltevermögens der grundwasserschützenden Deckschichten durch Bodenarbeiten beim Einbau der Kollektoren und
2. möglichen Leckagen der Kollektorrohre mit Austritt von Wärmeträgermittel

kommen.

Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist das Gefährdungspotenzial von Erdwärmekollektoren jedoch in der Regel niedriger als bei Erdwärmesondenanlagen, da die Eingriffstiefe bauartbedingt deutlich geringer ist und in der Regel 5 m nicht überschreitet. Aus diesem Grund und da die Kollektoranlage nicht überbaut werden darf, ist ein vollständiger Zugriff auf den Kollektor im Falle eines potenziellen Austritts von Wärmeträgermittel leicht realisierbar. Weiterhin ist z. B. die Gefahr einer Verbindung unterschiedlicher Grundwasserstockwerke nicht gegeben. Die derzeitige Regelung im Leitfaden sieht bei Kontakt eines Erdwärmekollektors mit dem Grundwasser eine strengere Regelung als für Erdwärmesonden vor. Um eine Gleichbehandlung von Erdwärmekollektoren und -sonden zu erreichen, wurden die nachfolgend aufgeführten Änderungen entwickelt.

Es sollte abweichend von den generellen Regelungen im Leitfaden zum Einbau eines Erdwärmekollektors ein Kollektoreinbau im Grundwasser zugelassen werden, wenn ein zum Erdwärmesondenbau vergleichbarer Grundwasserschutzstandard sichergestellt werden kann.

Änderung zu: [Anlagen > 30 kW \(Kap. 4.4\)](#) – Stand 07/2017

Neuer Anhang: [Anforderungen an einen Bericht zur Anlagenüberwachung \(Monitoringbericht\) \(Anhang 6\)](#) – Stand 07/2017

Erläuterung des Entwurfs:

Im bestehenden Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen (GeoBerichte 24, 2012) ist der Bau von Anlagen >30 kW nur in einem sehr komprimierten Absatz behandelt. Zahlreiche wiederkehrende Nachfragen sowohl seitens der Unteren Wasserbehörden als auch der Projektplaner sprechen dafür, dass die Thematik in größerer Tiefe dargestellt werden sollte. Auch haben die Erfahrungen im Rahmen von wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren seit 2012 gezeigt, dass ergänzend zu den bisherigen Themen weitere Aspekte berücksichtigt werden sollten. Dies hat dazu geführt, dieses Kapitel grundlegend zu überarbeiten und an die aktuellen Erfordernisse anzupassen. Da bei großen Geothermieanlagen in Niedersachsen Erdwärmesondenfelder bei weitem am häufigsten zur Anwendung kommen, beschränken sich die Ausführungen auf dieses System.

Die Einwirkungen von großen Geothermieanlagen auf den Untergrund und das Grundwasser sollten durch eine bedarfsorientierte und den Standortverhältnissen angepasste Vorerkundung und Planung minimiert und durch ein geeignetes Beweissicherungsverfahren (Monitoring) überwacht werden. Im Verfahrensablauf für Erdwärmesondenfelder werden diese Erfordernisse entsprechend berücksichtigt.

Das Monitoring ist im Rahmen eines Berichtes darzustellen und auszuwerten. Die Anforderungen an einen solchen Bericht sind in Anhang 6 beschrieben.

Die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) löst die bisher geltende Länderverordnung ab 1.8.2017 ab. Die betroffenen Textpassagen des Leitfadens Erdwärmenutzung in Niedersachsen wurden bisher noch nicht angepasst. Es wird in diesem Zusammenhang insbesondere auf § 49 AwSV hingewiesen.

1

2 Erdwärmetechnik

2.1 Wärmequellen und Anlagentypen

2.1.1 Erdwärmesonden

[...]

Schrägsonden

Unter Schrägsonden werden Wärmetauschersysteme verstanden, bei denen die Bohrung nicht lotrecht in den Boden eingebracht wird, sondern mit einer Neigung „schräg“ in den Untergrund eindringt. Die Vorteile dieses Systems liegen in einer geringeren Eindringtiefe bei gleicher Sondenlänge, was z.B. in Gebieten mit einer Bohrtiefenbeschränkung eine sinnvolle Lösung sein kann. In der Regel werden bei diesem System mehrere Bohrungen sternförmig von einem zentralen Schacht aus angelegt, so dass die Zusammenführung mehrerer Sonden erleichtert wird. Es gelten bei diesem System dieselben Anforderungen an das Sondenmaterial und die Bohrtechnik wie bei konventionellen lotrechten Erdwärmesondensystemen (siehe Anhang 1a). Die Endpunkte der jeweiligen Schrägsonden sollten den Mindestabstand von 5 m zur Grundstücksgrenze nicht unterschreiten.

[...]

3

4 Verfahrensablauf zur Errichtung und zum Betrieb von Erdwärmegewinnungsanlagen

4.1

4.2 Erdwärmekollektorsysteme

4.2.1 Kriterien zur wasserrechtlichen Beurteilung

Die Standortbeurteilung zur Errichtung und für den Betrieb von Erdwärmekollektoren erfolgt in erster Linie anhand bodenkundlicher Gegebenheiten und der hydrogeologischen Situation (z. B. Abstand zur Grundwasseroberfläche) sowie der Lage des Vorhabens in Trinkwassergewinnungsgebieten. Laut § 49 WHG sind Arbeiten [Kollektoreinbau], die so tief in den Boden eindringen, dass sie sich unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung, die Höhe oder die Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können, [...] der zuständigen Behörde [Untere Wasserbehörde] einen Monat vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen.“ Durch diese Anzeige wird das Bauvorhaben eines Kollektors im Hinblick auf die Grundwasseroberfläche und damit in Bezug auf den Grundwasserschutz geprüft. Ausnahmen von der Anzeige sind möglich, wenn nachweislich kein Grundwasser betroffen sein kann.

Die hydrogeologische Beurteilung erfolgt im Hinblick auf die mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch Leckage des Kollektors/der Kollektoren oder einer Verminderung des Rückhaltevermögens der grundwasserschützenden Deckschichten durch Bodenarbeiten beim Einbau des Kollektors/der Kollektoren. Sie stellt keine Bewertung der Effizienz der Erdwärmekollektoranlage in einem bestimmten Gebiet dar.

In Trinkwassergewinnungsgebieten und vergleichbaren Nutzungen (zum Beispiel Heil- und Mineralquellen) besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers, die über den allgemeinen Grundwasserschutz hinausgeht. Daher ist die relative Lage eines Vorhabenstandorts zu Wassergewinnungsanlagen zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist bei der Errichtung von

Anlagen in Wasserschutzgebieten das LBEG zu beteiligen. Auch die Einflüsse von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasserverunreinigungen können zu einer eingeschränkten Nutzung beziehungsweise zum Versagen der Zulassung führen.

Generell ist eine Erdwärmenutzung mittels Kollektoren zulässig, mit Ausnahme der nachfolgend aufgeführten Gebiete, in denen die Erdwärmenutzung als unzulässig/bedingt zulässig anzusehen ist:

- Unzulässige Gebiete:
 - Trinkwasserschutzzone I und II,
 - Heilquellenschutzgebiet Zone I, II und A.
- Bedingt zulässig, wasserrechtliche Einzelfallprüfung mit dem Erfordernis einer Erlaubnis: Es bedarf eines wasserrechtlichen Antrags. In Einzelfällen können in Abhängigkeit der standörtlichen Verhältnisse auch zusätzliche Auflagen von der Unteren Wasserbehörde gefordert oder der Antrag abgelehnt werden:
 - Trinkwasserschutzgebiet Zone III, III/A, III/B und Trinkwassergewinnungsgebiete – bei Erschließung eines Grundwasserleiters,
 - Heilquellenschutzgebiet Zone III, III/1, III/2 und B – bei Erschließung eines Grundwasserleiters,
 - Gebiete mit Altlasten, Altbergbau, Erdfällen und artesischen Grundwasserverhältnissen,
 - innerer festgelegter Mineralwasserschutzbereich (≤ 100 m um Mineralwasserbrunnen).

4.2.2 Verfahrensablauf

Erdwärmekollektoranlagen sind zulässig, sofern die nachfolgenden Maßgaben beachtet werden und Schutzbestimmungen für Wasserschutzgebiete nicht entgegenstehen. Bei einem Genehmigungsvorbehalt im Wasserschutzgebiet (vgl. Nr. 12 der Anlage zur SchuVO) sind die unten genannten Kriterien ebenfalls heranzuziehen.

Es wird empfohlen, Erdwärmekollektoren wie Erdwärmesonden über das mit der Online-Bohranzeige zu erstellende Formular anzuzeigen. Soweit erforderlich, wird die Anzeige von

der Unteren Wasserbehörde als Antrag gewertet, soweit der Antragsteller dies in seiner Anzeige erklärt hat.

Um einen dem Erdwärmesondenbau vergleichbaren Grundwasserschutzstandard zu gewährleisten, ist folgendes zu beachten:

- Bei bindigen Deckschichten: Herstellung der vor dem Bau bestehenden Dichtwirkung der Deckschichten oberhalb des Grundwasserleiters (z. B. durch Verfüllen mit dem bindigen Aushubmaterial).
- Bei Verlegung im Grundwasser: Um eine ausreichende Abdichtung zum Grundwasser zu erreichen, ist bis 1 m oberhalb des Grundwassers eine Einbettung der Kollektorrohre in grundwasserunschädliches, nach Erhärtung dauerhaft wasserdichtendes Material erforderlich. Dabei ist eine allseitige Ummantelung der Kollektorrohre mit Dichtmaterial von mindestens 30 mm zu gewährleisten. Hierdurch kann im Falle einer Leckage die Ausbreitung der Wärmeträgerflüssigkeit in das Grundwasser verhindert bzw. deutlich eingeschränkt werden. Zur Vermeidung von Verlusten von Wärmeträgerflüssigkeit ist für den Einbau sehr widerstandsfähiges Rohrmaterial zu verwenden.
- Sicherung der Anlage mit einer selbsttätigen Leckageüberwachungseinrichtung (Druckwärter) zur rechtzeitigen Abschaltung der Umwälzpumpe bei Druckverlusten. Die Anlage ist mit einer separaten Absperrmöglichkeit der Kollektorkörbe/Kollektorkreise auszurüsten. Hierdurch können mögliche Flüssigkeitsverluste reduziert werden.
- In Schutzgebieten (Trinkwasser-/Heilquellwasser) oder Gebieten für die Gewinnung von Trinkwasser oder Mineralwasser ist ergänzend analog den hierzu aufgeführten Regelungen zum Erdwärmesondenbau (Kap. 4.1.1 und Anhang 1a) zu verfahren.

Weitergehende Anforderungen an die Bauausführung und Hinweise zu allgemeinen Verfahrensgrundlagen sind in Anhang 1b zu finden oder bei der jeweiligen Unteren Wasserbehörde zu erfragen.

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

- Anlageninstallationsprotokoll (s. Anhang 4b),
- Lageplan mit Koordinaten,
- Einbaudarstellung der Anlage mit Bemaßung,
- Bodenaufbau mit Grundwasserstand.

4.3

4.4 Erdwärmesondenfelder (> 30 kW)

4.4.1 Einleitung

Mehrere räumlich benachbarte Erdwärmesonden, die zu einer Gesamtanlage mit einer Leistung > 30 kW zusammengeführt werden, werden hier als Erdwärmesondenfeld bezeichnet. Bei einer Erdwärmeanlage, die überwiegend im Heizbetrieb eingesetzt wird, ist die maßgebliche Leistung hierbei die Heizleistung der Wärmepumpe. Bei durchschnittlichen Wärmeleitfähigkeiten in Niedersachsen ist davon auszugehen, dass Erdwärmesondenfelder in der Regel mehr als 700 Gesamtbohrmeter benötigen um eine Heizleistung von > 30 kW zu generieren. Eine Erdwärmeanlage, die überwiegend der Kühlung dient, d. h. bei der in der Bilanz mehr Wärme in den Untergrund eingebracht als entnommen wird, ist unabhängig von der Leistung der Anlage in der Regel ebenfalls wie ein Erdwärmesondenfeld zu behandeln.

Im Unterschied zu kleinen Anlagen, die in der Regel auf Basis der über das LBEG öffentlich verfügbaren Untergrunddaten und standardisierter Richtwerte ausgelegt werden können (VDI 4640 Blatt 1 und 2), erfordern Erdwärmesondenfelder eine Vorerkundung der lokalen Untergrundverhältnisse und eine auf die Standortverhältnisse angepasste Auslegungsberechnung. Damit soll gewährleistet werden, dass

- eine auf die Standortverhältnisse optimierte Konfiguration des Sondenfeldes erreicht, d. h. eine Über- oder Unterdimensionierung vermieden und damit die Einwirkung auf den Untergrund minimiert wird,
- die durch den Betrieb der Anlage unvermeidlichen Temperaturänderungen im Untergrund in dem nach Stand der Technik vertretbaren Rahmen bleiben (VDI 4640 Blatt 1),
- bisher nicht oder nicht genau bekannte Grundwassergeringleiter, die verschiedene Grundwasserstockwerke trennen, oder bisher nicht oder nicht genau bekannte Grundwasserversalzung rechtzeitig erkannt

und bei der Errichtung des Sondenfeldes berücksichtigt werden, und

- bisher nicht oder nicht genau bekannte bohrtechnische Schwierigkeiten oder Gefährdungen am Standort rechtzeitig erkannt und bei der Errichtung des Sondenfeldes berücksichtigt werden, z. B. lokale artesische Verhältnisse, Untergrundverhältnisse mit Potenzial für erhebliche Spülungsverluste oder quellfähige Sulfatgesteine.

4.4.2 Geologisch-hydrogeologische Standortfaktoren

Die zu beachtenden geologisch-hydrogeologischen Standortfaktoren sind analog der in Kap. 4.1.1 beschriebenen Faktoren von kleinen Erdwärmesondenanlagen zu bewerten.

Zur Beurteilung von Untergrundaufbau, -eigenschaften und Grundwasserverhältnissen sind am Standort der geplanten Anlage neben den über den NIBIS-Kartenserver des LBEG (<https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>) öffentlich verfügbaren Daten in der Regel eine Erkundungsbohrung bis zur maximalen Erschließungstiefe und geophysikalische Vermessungen des Bohrlochs (Thermal Response Test und ggf. weitere Vermessungen) erforderlich. Um die Temperatureinwirkung im Untergrund/Grundwasser einschätzen und wasserrechtlich bewerten zu können, muss bei Erdwärmesondenfeldern die korrekte Anlagenauslegung durch Berechnung nach einem einschlägigen Verfahren nachgewiesen werden (VDI 4640 Blatt 2). Die verwendeten Eingangsparameter sind nachvollziehbar darzustellen, beispielsweise unter Bezug auf die Ergebnisse eines Thermal Response Tests für den Parameter Wärmeleitfähigkeit. In bestimmten Fällen werden für die wasserrechtliche Beurteilung zusätzlich Informationen zur räumlichen Verbreitung der durch die Anlage verursachten Temperaturveränderungen benötigt. Hierfür kann eine Abschätzung der Grundwasserströmung oder eine numerische Grundwassermodellierung mit Temperaturtransport notwendig sein.

4.4.3 Verfahrensablauf

Generell sind die allgemeinen Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage gemäß Anhang 1a zu beachten. Da große Erdwärmeanlagen mit Sonden (Erdwärmesondenfelder) im Vergleich zu kleinen Erdwärmeanlagen (≤ 30 kW) mit einem größeren Eingriff in den Untergrund verbunden sind und größere Wärmemengen aus dem Untergrund entzogen oder in den Untergrund eingebracht werden, sind seitens der Genehmigungsbehörden erhöhte Anforderungen an Planung, Errichtung und Betrieb solcher Anlagen zu stellen. Wird die Errichtung eines Erdwärmesondenfeldes nicht fachgerecht ausgeführt, kann sich dies in nicht nur unerheblichem Ausmaß nachteilig auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken. Zudem wirkt sich die Konfiguration des Sondenfeldes, wie sie bei größeren Anlagen nötig ist, unmittelbar auf den Anlagenbetrieb aus.

Das Anlegen des Sondenfeldes bei einer größeren Erdwärmeanlage unterscheidet sich demnach erheblich von einem typischen Erdaufschluss gemäß § 49 Abs. 1 WHG, der nur einer Anzeige bedarf. Diese besondere Maßnahme der Errichtung eines Sondenfeldes ist in der Regel als Benutzung i. S. v. § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG, ggf. i. V. m. § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG, anzusehen. Für Erdwärmesondenfelder ist daher in der Regel ein zweistufiges Verfahren erforderlich:

Verfahrensstufe 1: Vorerkundung

Der Verfahrensablauf für die Erkundungsbohrung, einschließlich geophysikalischer Vermessung (Thermal Response Test und ggf. weiterer Vermessungen), entspricht weitgehend dem für eine Erdwärmesondenanlage bis 30 kW Heizleistung (Kap. 4.1.2). Der Antragsteller zeigt zunächst die Erkundungsbohrung über die online-Bohranzeige des LBEG (<https://nibis.lbeg.de/Bohranzeige/>) an und sendet das vom System erstellte PDF-Dokument als wasserrechtliche Anzeige mindestens einen Monat vor Beginn der Arbeiten ausgedruckt, unterschrieben und mit den geforderten Unterlagen (Kap. 4.4.4) ausschließlich auf dem Postweg an die zuständige Untere Wasserbehörde. Damit können die erforderlichen Anzeigen nach Wasserrecht bei der Unteren

Wasserbehörde sowie nach Lagerstätten- und ggf. Bergrecht beim LBEG in einem Arbeitsschritt durchgeführt werden. Die Untere Wasserbehörde entscheidet je nach örtlichen Gegebenheiten, ob eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich ist und bindet ggf. das LBEG ein (Kap. 4.1) In den Gebieten, für die keine der in Kapitel 4.1 genannten Zulassungsbeschränkung gilt, kann auf eine Erlaubnis für die Vorerkundung verzichtet werden. Sofern eine Erlaubnis erforderlich ist, wird die Anzeige als Antrag gewertet, soweit der Antragsteller dies in seiner Anzeige erklärt hat. Mit den Arbeiten für die Erkundungsbohrung darf begonnen werden, wenn a) die Zustimmung/Erlaubnis der Unteren Wasserbehörde vorliegt oder innerhalb einer Frist von einem Monat nach Anzeige keine Einwände erfolgt sind und b) keine Einwände des LBEG innerhalb einer Frist von zwei Wochen nach Anzeige erfolgt sind. Der Antragsteller fertigt nun auf Basis der Ergebnisse der Vorerkundung die erforderlichen Antragsunterlagen für Stufe 2 des Verfahrens (Kap. 4.4.4) an.

Verfahrensstufe 2: Errichtung und Betrieb des Erdwärmesondenfeldes

Der Antragsteller zeigt alle Bohrungen für das geplante Sondenfeld wie für Verfahrensstufe 1 beschrieben über die online-Bohranzeige des LBEG an (<https://nibis.lbeg.de/Bohranzeige/>). In dem Online-Formular werden dabei die genehmigungsrelevanten Daten für den Betrieb der Anlage bei der Beschreibung der Bohrungen unter dem Bohrzweck „Erdwärmegewinnung“ erfasst. Das beim Absenden der online-Bohranzeige erzeugte PDF-Dokument ist wiederum ausgedruckt und unterschrieben zusammen mit allen weiteren benötigten Antragsunterlagen (Kap. 4.4.4) ausschließlich auf dem Postweg an die Untere Wasserbehörde zu senden. Die Untere Wasserbehörde prüft die Unterlagen in einem Erlaubnisverfahren. Grundsätzlich ist bei der Errichtung von Erdwärmesondenfeldern das LBEG durch die Untere Wasserbehörde zu beteiligen. Mit der Errichtung des Sondenfeldes darf begonnen werden, wenn a) die Erlaubnis der Unteren Wasserbehörde für die Errichtung und den Betrieb der Erdwärmesondenanlage vorliegt und b) keine Einwände des LBEG innerhalb einer Frist von zwei Wochen nach Anzeige erfolgt sind.

In der Betriebsphase hat der Erlaubnisinhaber den sachgerechten Betrieb der Anlage zu dokumentieren (Monitoring, Kap. 4.4.5, Anhang 6).

4.4.4 Erforderliche Unterlagen

Die Unterlagen für die Anzeige/den Antrag einer Erkundungsbohrung (Verfahrensstufe 1) bzw. den Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für Erdwärmesondenfelder (Verfahrensstufe 2) sollten mindestens die nachfolgend aufgelisteten Aspekte behandeln. In Anhängigkeit von den lokalen Standortverhältnissen kann die Untere Wasserbehörde im Einzelfall weitere Unterlagen fordern.

Unterlagen für Verfahrensstufe 1: Vorerkundung

- Übersichtslageplan (Maßstab i. d. R. 1 : 25 000) mit Kennzeichnung des geplanten Anlagenstandortes
- Auszug aus der Liegenschaftskarte mit Eintragung der Bohrung (Maßstab i. d. R. 1 : 5000)
- Angabe der eingesetzten Wärmeträgermittel sowie Bescheinigung des Lieferanten der Wärmeträgerflüssigkeit (Einstufung der prozentualen Anteile an WGK 1-, WGK 2- und WGK 3-Stoffen), wenn diese nicht im Anhang 1a, Tabelle 3 aufgeführt ist
- Angabe der eingesetzten Verfüllmaterialien
- Zertifizierung der Bohrfirma nach DVGW W 120-2 oder noch gültiges Zertifikat W120 in den Gruppen G1 und/oder G2 (DVGW 2005) oder gleichwertige Zertifizierung
- in bedingt zulässigen Gebieten (s. Tab. 2) ggf. Beschreibung geeigneter technischer Maßnahmen sowie während der Bohrtätigkeit vorzuhaltender technischer Ausrüstung zur Beherrschung der zu erwartenden Verhältnisse (z. B. bei artesischen Standortverhältnissen)

Unterlagen für Verfahrensstufe 2: Errichtung und Betrieb des Erdwärmesondenfeldes

- Übersichtslageplan (Maßstab i. d. R. 1 : 25 000) mit Kennzeichnung des geplanten Anlagenstandortes

- Auszug aus der Liegenschaftskarte mit Eintragung aller Bohrungen und ggf. geplanten Temperatur-/Grundwassermessstellen des Sondenfeldes (Maßstab i. d. R. 1 : 5000)
- Angabe der eingesetzten Wärmeträgermittel sowie Bescheinigung des Lieferanten der Wärmeträgerflüssigkeit (Einstufung der prozentualen Anteile an WGK 1-, WGK 2- und WGK 3-Stoffen), wenn diese nicht im Anhang 1a, Tabelle 3 aufgeführt ist
- Angabe der eingesetzten Verfüllmaterialien
- Zertifizierung der Bohrfirma nach DVGW W 120-2 oder noch gültiges Zertifikat W120 in den Gruppen G1 und/oder G2 (DVGW 2005) oder gleichwertige Zertifizierung
- Ergebnisse der Erkundungsbohrung (Schichtenverzeichnis, Angaben zum Grundwasserstand in Meter unter GOK sofern vorhanden)
- Ergebnisse der geophysikalischen Vermessung der Bohrung (Thermal Response Test und ggf. weitere Messergebnisse)
- Beurteilung der geologischen Verhältnisse des Standorts unter Berücksichtigung öffentlich verfügbarer Daten des LBEG und der Ergebnisse der Vorerkundung; Hinweise auf erwartete Bohr-/Baurisiken und Beschreibung geeigneter technischer Maßnahmen sowie der während der Bohrtätigkeit vorzuhaltenden technischen Ausrüstung zur Beherrschung der zu erwartenden Verhältnisse
- Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse unter Berücksichtigung öffentlich verfügbarer Daten des LBEG und der Ergebnisse der Vorerkundung; Hinweise auf Gebiete mit hydrogeologischen Besonderheiten (Kap. 4.1.1) und Beschreibung geeigneter technischer Maßnahmen sowie während der Bohrtätigkeit vorzuhaltender technischer Ausrüstung zur Beherrschung der zu erwartenden Verhältnisse
- Analytische Auslegungsberechnung für einen Zeitraum von 25 Jahren mit einer einschlägigen Software; Darstellung des Temperaturverlaufs für die Grundlast für einen Zeitraum von 25 Jahren; Darstellung des Temperaturverlaufs im 25. Betriebsjahr (Grundlast, Spitzenlast); Angabe der Eingabedaten
- Darstellung der Heiz-/Kühlbilanz in MWh pro Monat und Jahr
- Darstellung und Beurteilung der Auswirkungen der Anlage auf anderweitige Grundwassernutzungen im direkten Umfeld (z. B. Brunnen der Lebensmittelindustrie, bestehende Erdwärmeanlagen, private Trinkwassernutzungen)
- Darstellung und Beurteilung der Auswirkungen der Anlage für andere Schutzgebiete/-güter (z. B. Naturschutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, geschützte Oberflächengewässer)
- Abschätzung des Einflussbereichs der Temperaturveränderung ($> \pm 1$ K zu ungestörter Temperatur) im Grundwasser als Grundlage für die erforderliche Anlagenüberwachung (Monitoring):
 - bei kleinen Erdwärmesondenfeldern (Heizleistung der Wärmepumpe von > 30 kW bis ≤ 100 kW oder eine vergleichbar große Kühlleistung) in der Regel nach Erfahrungswerten
 - bei mittelgroßen Erdwärmesondenfeldern (Heizleistung der Wärmepumpe von > 100 kW bis ≤ 200 kW oder eine vergleichbar große Kühlleistung) in der Regel auf Basis der Fließrichtung und abgeschätzten Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers
 - bei großen Erdwärmesondenfeldern (Heizleistung der Wärmepumpe von > 200 kW oder eine vergleichbar große Kühlleistung) in der Regel als grafische Darstellung der Temperaturisolines ($> \pm 1$ Kelvin zu ungestörter Temperatur) in relevanten Tiefenschnitten, basierend auf einer numerischen Modellierung²

² Die Anforderungen an eine numerische 3D-Grundwassermodellierung sind in Neuß & Dörhöfer (2009, Geofakten 8 des LBEG) erläutert. Es sind die Differenzen der zu erwartenden Temperatur zur ungestörten Untergrundtemperatur in aussagefähigen Tiefenschnitten darzustellen (z. B. $> \pm 1$ K zu ungestörter Temperatur). Es ist

die Temperatur am zeitlichen Extrempunkt (wärmster oder kältester zu erwartender Zeitpunkt im Untergrund) in Tiefenschnitten auf einer aussagefähigen topographischen Grundlage darzustellen. Die Strömungsrichtung und Geschwindigkeit (Abstandsgeschwindigkeit) des Grundwassers ist z. B. mit Vektoren anzugeben.

4.4.5 Anlagenüberwachung in der Betriebsphase (Monitoring)

Zur Überwachung des ordnungsgemäßen Betriebs der Anlage und zur Beweissicherung bedarf es der Aufnahme, Darstellung und Auswertung spezifischer Betriebsdaten. Dabei sind folgende Daten aufzunehmen:

- Außentemperatur in Form von Stundenwerten [°C]
- Stromverbrauch der Erdwärmeanlage mindestens in Form von Jahreswerten, besser in Form von Monatswerten [MWh/a]
- Wärmemenge Heizwärme mindestens in Form von Jahreswerten, besser in Form von Monatswerten [MWh/a]
- Vor- und Rücklauftemperaturen des Gesamtfeldes in Form von Stundenwerten [°C]
- Vor- und Rücklauftemperaturen an einer ausgewählten Erdwärmesonde zentral im Erdwärmesondenfeld oder Temperaturdaten aus Temperatur-/Grundwassermessstellen in Form von Stundenwerten [°C]
- Wärmemenge, die dem Feld entnommen wurde in Form von Monats- und Jahreswerten [MWh/a]
- Wärmemenge, die in das Feld verbracht wurde in Form von Monats- und Jahreswerten [MWh/a]

Bei Erdwärmesondenfeldern mit einer Leistung > 100 kW ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Errichtung von mindestens einer Temperatur-/Grundwassermessstelle erforderlich ist. Die Aufnahme von Stundenwerten sollte zeitgleich erfolgen. Die Aufnahme weiterer Parameter, wie z. B. Zeitpunkt und Dauer des Verdichter-/Primärpumpenbetriebes ist zu empfehlen, da sie die Identifikation von Fehlmessungen und Fühlerdefekten durch Abgleich mit zeitgleich gemessenen Temperaturdaten ermöglichen kann. In Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen kann die Untere Wasserbehörde im Einzelfall weitere Daten fordern.

Die aufgezeichneten Daten sind im Rahmen eines Berichtes, angefangen vom ersten Betriebsjahr, in zunehmenden Zeitintervallen darzustellen und auszuwerten. Bezüglich der Anforderungen an einen solchen Bericht sind die

Erläuterungen in Anhang 6 zu beachten. Üblich ist die Erstellung eines Monitoringberichtes nach dem 1., 2., 5. Betriebsjahr und anschließend im 5-jährigen Zyklus. Bei Auffälligkeiten (z. B. deutliche Temperaturabweichungen gegenüber der Prognose, Wärmeeintrag/-austrag abweichend von der ursprünglichen Planung) sollten diese Zeitabschnitte enger gefasst werden. Die konkreten Anforderungen an die Anlagenüberwachung werden in der wasserrechtlichen Erlaubnis geregelt.

Eine etwaige Überschreitung der prognostizierten Untergrundtemperaturen kann durch eine konsequente Anlagenüberwachung vermieden werden. Die Möglichkeit einer Kontrolle verschiedener Betriebszustände birgt zudem den Vorteil, die Erdwärmeanlage optimal auf die jeweiligen Nutzeranforderungen anpassen zu können. Auf diese Weise trägt das Monitoring nicht nur zur Einhaltung der Auflagen der wasserrechtlichen Erlaubnis, sondern auch zum wirtschaftlichen Betrieb der Erdwärmeanlage bei, da Optimierungspotenziale erkannt und zeitnah umgesetzt werden können.

5

6 Anhang

Anhang 1a

Anhang 1b: Allgemeine Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmekollektoranlage

Technische Anforderungen und Hinweise an Bauausführung und Betrieb

Grundsätzlich sind die maßgebenden DIN-Normen, VDI-Richtlinien und DVGW-Regelwerke zu beachten. Erdwärmekollektoren sowie zugehörige Anlagenteile müssen dem Stand der Technik entsprechen (Erdwärmekollektoren VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010), Wärmepumpen DIN 8901 (DIN 2002b)). Die Anschlussarbeiten der erdgekoppelten Anlagenteile mit dem Heizsystem (Wärmepumpe) müssen von einer fachkundigen Heizungsbaufirma bzw. einem eingetragenen Handwerksbetrieb ausgeführt werden.

Nach Anzeige des Vorhabens ist nicht vor Ablauf der Frist von einem Monat mit den angezeigten Arbeiten zu beginnen, sofern die Untere Wasserbehörde nichts anderes zulässt oder anordnet (vgl. § 49 WHG). Die Anzeigepflicht lässt die Einholung notwendiger privatrechtlicher und öffentlich-rechtlicher Genehmigungen unberührt.

1. Bei bindigen Deckschichten: Herstellung der vor dem Bau bestehenden Dichtwirkung der Deckschichten oberhalb des Grundwasserleiters (z. B. durch Verfüllen mit dem bindigen Aushubmaterial).

Bei Verlegung im Grundwasser: Um eine ausreichende Abdichtung zum Grundwasser zu erreichen, ist bis 1 m oberhalb des Grundwassers eine Einbettung der Kollektorrohre in grundwasserunschädliches, nach Erhärtung dauerhaft wasserdichtendes Material erforderlich. Dabei ist eine allseitige Ummantelung der Kollektorrohre mit Dichtmaterial von mindestens 30 mm zu gewährleisten. Hierdurch kann im Falle einer Leckage die Ausbreitung der Wärmeträgerflüssigkeit in das Grundwasser verhindert bzw. deutlich eingeschränkt werden. Zur Vermeidung von Verlusten von Wärmeträgerflüssigkeit ist für den Einbau sehr

widerstandsfähiges Rohrmaterial zu verwenden.

2. Zulässig sind glykolbasierte Wärmeträgermittel der Wassergefährdungsklasse 1 (siehe Tab. 3) sowie nicht wassergefährdende Wärmeträgermittel.
3. Verteilerschächte sind flüssigkeitsdicht auszuführen, alle Leitungen sind ansteigend zum Haus hin zu verlegen.
4. Bei Verlegung oberhalb des Grundwassers: Um die Kollektorrohre vor Punktlasten zu schützen, sind sie in einem Sandbett zu verlegen (VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010)), Bauschutt und scharfe Steine sind zu entfernen. Der Kollektor ist mit einem Warnband, das 30 cm oberhalb des Kollektors verlegt wird, vor Beschädigung bei späteren Grabarbeiten zu sichern (VDI 4640 (VDI 2001a, b; 2010)).
5. Nach Fertigstellung der Anlage sind die nachfolgend aufgelisteten Dokumente an die Untere Wasserbehörde zu übersenden:
 - o Anlageninstallationsprotokoll (Anlage 4b),
 - o Lageplan mit Koordinaten,
 - o Einbaudarstellung der Anlage mit Bemaßung,
 - o Bodenaufbau mit Grundwasserstand.
6. Materialien, die in den Untergrund eingebracht werden, sollen ungiftig und korrosionssicher (Tauwasserbildungsgefahr) und für den geplanten Temperaturbereich geeignet sein.
7. Rohre, die für den Kollektorbau verwendet werden, müssen güteüberwacht (z. B. SKZ, TÜV) und vom Hersteller für die Verwendung als Erdwärmekollektor vorgesehen sein. Freiliegende Rohrleitungen und Geräte sind UV-beständig auszuführen.
8. Folgende Druck-/Dichtigkeitsprüfungen sollten erfolgen:
 - a. Dichtigkeits-/Durchflussprüfung nach Verlegen/Einbau des Kollektors vor dem Abdecken mit Bodenmaterial,
 - b. Dichtigkeitsprüfung aller erdseitigen Bauteile (Kollektoren, Verteilerschächte, Anbindeleitungen etc.) mit dem 1,5-

fachen des Betriebsdruckes vor Inbetriebnahme am Übergabepunkt im Haus (Anlage 4b).

9. Der Kollektorkreislauf ist durch selbsttätige Leckageüberwachungseinrichtungen (baumustergeprüfte Druckwärter) zu sichern. Im Falle einer Leckage des Erdwärmekollektors muss die Umwälzpumpe sofort abgeschaltet und ein Störsignal abgegeben werden. Verteilerbalken/-schächte sind zugänglich und kontrollfähig zu gestalten. Bei Schadensfällen ist die zuständige Untere Wasserbehörde umgehend zu unterrichten.
10. Die Temperatur des zum Erdwärmekollektor zurückkehrenden Wärmeträgermediums soll gemäß VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 (VDI 2001a) im Dauerbetrieb (Wochenmittel) den Grenzbereich von ± 12 K Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdreichtemperatur nicht überschreiten, bei Spitzenlast ± 18 K.
11. Bei Stilllegung der Anlage sind die Kollektorrohre auszuspülen und die Wärmeträgerflüssigkeit ist fachgerecht zu entsorgen.
12. Hinweis: Bei Grabenkollektoren sind die DIN-Normen zur Arbeitssicherheit bei der Erstellung von Gruben und Böschungen (z. B. DIN 4124 (DIN 2002a)) zu beachten.

Anhang 2

Anhang 3

Anhang 4a

Anhang 4b

Anhang 4c

Anhang 5

Hinweise zu allgemeinen Verfahrensgrundlagen

1. Wenn beim Kollektoreinbau Grundwasser erschlossen wird, ist die Untere Wasserbehörde umgehend zu informieren.
2. Für den Kollektorbau ist Rohrmaterial in mindestens PE-100-RC-Qualität zu empfehlen, da hier eine erhöhte Spannungsrisss-, Kerb- und Punktlastbeständigkeit gegeben ist.
3. Alle Kollektorkreise sollten einzeln absperrbar sein. Die Kollektorrohre sollten nicht in Kies oder Schotter verlegt werden, da Punktlasten zur Beschädigung der Rohre führen können.

Anhang 6: Anforderungen an einen Bericht zur Anlagenüberwachung (Monitoringbericht)

Der Monitoringbericht dient dazu, den Nachweis eines korrekten Anlagenbetriebes zu erbringen. Er soll auch zur Beweissicherung des Betriebes der Anlage dienen.

Nach Fertigstellung einer Erdwärmeanlage bedarf deren Einregulierung in der Regel eines Zeitraumes von mindestens einem Jahr. Innerhalb dieses Zeitraumes wird die Anlage auf individuelle Benutzeranforderungen eingestellt, wodurch sich das Betriebsverhalten erheblich verändern kann. Betriebsdaten, die nach Beendigung dieser Arbeiten gewonnen werden, repräsentieren das tatsächliche mittel- bis langfristige Betriebsverhalten der Anlage.

Der Monitoringbericht gibt einen Überblick über die Betriebsweise der Erdwärmeanlage im Verlauf des vergangenen Jahres bzw. der vergangenen Jahre. Ein wenige Seiten umfassendes Dokument ist anzustreben. Nachfolgend sind die geforderten Inhalte des Monitoringberichtes im Einzelnen näher erläutert.

1. Rahmeninformationen zum Bericht

Folgende Rahmeninformationen sind dem Bericht voranzustellen:

- Nummer und Titel des Berichts
- Name und Anschrift des Autors/der Autoren
- Inhaber und Datum der wasserrechtlichen Erlaubnis
- Für die Betriebsüberwachung verantwortliche Person(en)
- Berichtszeitraum und Datum der Berichtsverfassung
- Sofern vorhanden Auflistung von Nummer, Titel, Autor(en) und Datum sämtlicher früherer Monitoringberichte

2. Kurzbeschreibung der Anlage

Die Kurzbeschreibung der Erdwärmeanlage dient sowohl der Darstellung baulicher als auch betriebsbedingter Charakteristika. Darzustellen sind die Informationen zur tatsächlich realisierten Erdwärmeanlage und deren konkreter Nutzung, welche häufig erheblich von der ursprünglich in den Antragsunterlagen beschriebenen Nutzung abweicht. Von der ursprünglichen Planung

abweichende Anlagenparameter sind zu erläutern.

Folgende Themen sind zu behandeln:

- kurze Chronologie der Erdwärmeanlage: Anlagenerrichtung, Genehmigung, Betriebsbeginn, Anlagenerweiterungen, ggf. Betriebsunterbrechungen und Gründe hierfür
- Anzahl und Länge der errichteten/betriebenen Erdwärmesonden sowie ggf. Anzahl und Tiefe vorhandener Messstellen
- Übersichtsplan mit Lage der errichteten/betriebenen Erdwärmesonden sowie etwaiger Messstellen (i. d. R. im Maßstab 1 : 5000)
- Methodik der Messwertaufnahme (wie, wo und unter Zuhilfenahme welcher Messtechnik wurden die beschriebenen Daten gewonnen)
- Betriebsweise der Erdwärmeanlage
 1. Heizbetrieb, Kühlbetrieb oder beides
 2. mono-/bivalent, monoenergetisch, etc.
 3. geothermischer Deckungsgrad
- Änderungen zur ursprünglich geplanten/beantragten Nutzung (z. B. zusätzliche Wärmeversorgung eines Erweiterungsbaus, Veränderung Heizwärme-/Kühlbedarf)

3. Darstellung der Rohdaten

Zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Betriebs der Anlage ist die Aufnahme, Darstellung und Auswertung spezifischer Betriebsdaten erforderlich. Zur Nachvollziehbarkeit einzelner Prozesse müssen Messwerte in entsprechender Menge und Qualität vorliegen.

Folgende Rohdaten sind dem Bericht in weiterverarbeitbarer digitaler, tabellarischer Form auf Datenträgern beizufügen:

- Außentemperatur in Form von Stundenwerten [°C]
- Stromverbrauch der Erdwärmeanlage mindestens in Form von Jahreswerten, besser in Form von Monatswerten [MWh/a]
- Wärmemenge Heizwärme mindestens in Form von Jahreswerten, besser in Form von Monatswerten [MWh/a]
- Vor- und Rücklauftemperaturen des Gesamtfeldes in Form von Stundenwerten [°C]
- Vor- und Rücklauftemperaturen an einer ausgewählten Erdwärmesonde zentral im

Erdwärmesondenfeld oder Temperaturdaten aus Temperatur-/Grundwassermessstellen in Form von Stundenwerten [°C]

- Wärmemenge, die dem Feld entnommen wurde in Form von Monats- und Jahreswerten [MWh/a]
- Wärmemenge, die in das Feld verbracht wurde in Form von Monats- und Jahreswerten [MWh/a]

Die Angabe weiterer aufgenommener Parameter (z. B. Ein- und Ausschaltzeiten der Verdichter oder Primärkreispumpe) kann die Identifikation und Nachvollziehbarkeit von Fehlern und Problemen durch Abgleich mit simultan gemessenen Temperaturdaten ermöglichen. Fehler/Probleme können beispielsweise durch ungünstig getaktete Datenlogger, defekte Anlagenbauteile (z. B. Fühler oder auch Ventile) oder fehlerhaft eingebaute Pumpen verursacht werden und einen grundsätzlich korrekten Anlagenbetrieb als fehlerhaft abbilden.

4. Auswertung und Interpretation der Messdaten

Die Auswertung und Interpretation dienen dazu, den ordnungsgemäßen Betrieb der Erdwärmeanlage nachzuweisen. Hierzu sind die gewonnenen Daten des Berichtszeitraumes mit der in der Planungsphase der Anlage prognostizierten Temperaturentwicklung im Untergrund und – sofern vorhanden – mit den Daten vorheriger Betriebsjahre zu vergleichen. Es ist zu prüfen, ob die im Erlaubnisbescheid festgesetzten Temperaturgrenzen eingehalten wurden.

Hierzu sind im Bericht folgende Diagramme zu erstellen:

- Jahresgang der Vorlauf-/Rücklauftemperaturen der Erdwärmeanlage (Gesamtfeld) und der Außentemperatur
- Jahresgang der Erdreichtemperaturen aus den einzelnen Temperaturmesspunkten oder der Vorlauf-/Rücklauftemperaturen aus einer ausgewählten Erdwärmesonde und der Außentemperatur
- Gegenüberstellung der geplanten und tatsächlich dem Feld entnommenen/in das Feld eingebrachten Wärmemengen (monatsweise)

- falls bereits Ergebnisse (Monitoringberichte) aus vorangegangenen Betriebsjahren vorhanden sind, sind diese den aktuellen Messwerten als zusätzliche Kurve in den Diagrammen gegenüberzustellen

In der Betriebsphase einer Erdwärmeanlage kann es zu Abweichungen der tatsächlichen von der prognostizierten Temperaturentwicklung (z. B. durch geändertes Nutzungsverhalten) und zu extremen kurzzeitigen Temperaturverläufen (z. B. durch einen besonders kalten Winter oder durch Ausfall von Systemkomponenten) kommen. Im Rahmen der Auswertung sind solche Temperaturverläufe kritisch zu diskutieren.

Im Einzelnen sind folgende Aspekte zu behandeln:

- Einstufung der Temperaturmesswerte in zu erwartende Werte und Extremwerte
- Erläuterung der Ursachen für etwaige Unterschiede zwischen prognostiziertem und gemessenem Temperaturverlauf
- Erläuterung und Diskussion der Ursachen für etwaige Extremwerte
- Prognose der mittel- bis langfristigen Temperaturentwicklung im Untergrund/Grundwasser
- Empfehlungen zum zukünftigen Betrieb der Anlage und ggf. geplante Maßnahmen zur Korrektur etwaig festgestellter ungünstiger Betriebszustände