

GeoBerichte 42



LANDESAMT FÜR
BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE



Ihr Lotse für
Tiefengeothermie-Projekte
in Niedersachsen



Niedersachsen



GeoBerichte 42

Landesamt für
Bergbau, Energie und Geologie

Ihr Lotse für
Tiefengeothermie-Projekte
in Niedersachsen

WOLFGANG WIRTH & ROBERT SCHÖNER

Hannover 2021

Impressum

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel. (0511) 643-0
Fax (0511) 643-2304

Download unter www.lbeg.niedersachsen.de

4. Auflage.

Version: 07.10.2021

Redaktion: Ricarda Nettelmann

Mail: bodenkundlicheberatung@lbeg.niedersachsen.de

Titelbild: M. Duddek (LBEG).

ISSN 1864–6891 (Print)

ISSN 1864–7529 (digital)

DOI 10.48476/geober_42_2021

GeoBer.	42	S. 3 – 40	2 Abb.	2 Tab.	Anh.	Hannover 2021
---------	-----------	-----------	--------	--------	------	---------------

Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen

WOLFGANG WIRTH & ROBERT SCHÖNER

Kurzfassung

Tiefengeothermie, die Erdwärme aus mindestens 400, meist aber mehreren Tausend Metern Tiefe zur Versorgung von Wärmenetzen oder Einzelabnehmern mit großem Wärmebedarf sowie in manchen Fällen zur Erzeugung von Strom nutzt, wird in Deutschland bisher überwiegend im süddeutschen Raum, aber auch in einzelnen nordostdeutschen Städten genutzt. „Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen“ soll helfen, dieser klimaschonenden Form der Energiegewinnung auch in Niedersachsen Wege zu bereiten, indem er potenziellen Tiefengeothermie-Unternehmern eine allgemeinverständliche Orientierungshilfe bietet und dazu beiträgt, in dieser größtenteils jungen Branche Prozesse und Handlungsabläufe zu etablieren. Dazu begleitet „Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen“ den Leser durch die einzelnen Phasen eines Tiefengeothermie-Projektes – vom allgemeinen Interesse bis zum Betrieb. Wesentlicher Bestandteil sind die Anhänge mit ergänzenden Empfehlungen zur Beantragung einer Erlaubnis zur Aufsuchung bzw. Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme sowie einer Checkliste für die Erstellung von Machbarkeitsstudien für Tiefengeothermie-Projekte.

Inhalt

	Vorwort	5
1.	Einführung	6
2.	Phase I: Vorbereitung	7
3.	Phase II: Aufsuchung	11
4.	Phase III: Gewinnung	17
5.	Literatur	20
	Anhang A – Ergänzende Empfehlungen zur Beantragung einer Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme	22
	Anhang B – Checkliste für die Erstellung von Machbarkeitsstudien für Tiefengeothermie-Projekte	26
	Anhang C – Ergänzende Empfehlungen zur Beantragung einer Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme	34

Vorwort

Die tiefe Geothermie nutzt Erdwärme aus meist mehreren Tausend Metern Tiefe. Sie kann der Versorgung von Wärmenetzen oder von Einzelabnehmern mit großem Wärmebedarf sowie in manchen Fällen der Erzeugung von elektrischem Strom dienen. Nachhaltig, klimaschonend und unabhängig von Tageszeit und Witterung verfügbar, kann sie ein wesentlicher Baustein der Energiewende sein. Geowissenschaftliche Studien weisen auf vorhandene Tiefengeothermie-Potenziale in Niedersachsen hin. Bei der Erschließung kann das Land auf 150 Jahre umfassende Erfahrungen im Bohrlochbergbau zurückgreifen, die im Rahmen der Aufsuchung und Gewinnung von Erdöl und Erdgas gesammelt wurden. Doch es braucht neben noch immer nicht ausreichend vorhandenen Finanzierungs- und Fördermodellen für Tiefengeothermie-Projekte mit ihren hohen Bohrkosten und Fündigkeitsrisiken auch Unternehmer, die sich als Energieversorger oder Betreiber von Anlagen mit hohem Wärmebedarf auf das häufig zunächst wenig vertraute Terrain der Tiefengeothermie begeben. Solchen Unternehmern möchten wir mit „Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen“ eine verständliche Orientierungshilfe geben.

„Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen“ ist ein Produkt des Niedersächsischen Geothermiedienstes (NGD). Mit dessen Einführung im Jahr 2019 setzt das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) seine langjährige Beratungs- und Grundlagentätigkeit im Bereich der Geothermie fort. Der neue durch den NGD gegebene Rahmen verbessert die Vernetzung mit anderen innerhäusigen Fachbereichen und erschließt damit Synergien für eine noch effizientere Herangehensweise an Fragen der Erdwärmennutzung. Der NGD berät Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Bürger zu oberflächennaher und tiefer Geothermie. Die Beratung erfolgt fachlich neutral und wirtschaftlich unabhängig. Außerdem entwickelt er geowissenschaftliche Datengrundlagen zur Geothermie.

Grundlagen und Rahmenbedingungen der oberflächennahen Geothermie werden im Geo-Bericht 24, „Leitfaden zur Erdwärmennutzung in Niedersachsen“, beschrieben.

Carsten Mühlenmeier
Präsident LBEG



1. Einführung

Die tiefe Geothermie nutzt Erdwärme aus mindestens 400, meist aber mehreren Tausend Metern Tiefe zur Versorgung von Wärmenetzen oder Einzelabnehmern mit großem Wärmebedarf (z. B. Gewächshäusern) sowie in manchen Fällen zur Erzeugung von Strom. Als klimaschonende Art der Energiegewinnung gilt sie als ein Hoffnungsträger der Energiewende. Im Gegensatz zu anderen Formen regenerativer Energiegewinnung besteht bei der Erdwärmenutzung nur ein geringer Flächenbedarf, und es ist kein wesentlicher Eingriff in das Landschaftsbild erforderlich. Sie wird bereits an einzelnen Standorten, insbesondere in Süddeutschland, aber auch in den drei nordostdeutschen Städten Waren, Prenzlau und Neustadt-Glewe sowie demnächst voraussichtlich in Schwerin, erfolgreich genutzt.

Die tiefe Geothermie ist eine größtenteils junge Branche. Prozesse und Handlungsabläufe müssen erst noch etabliert werden. Das Landesamt

für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) hat in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit einer allgemeinverständlichen Orientierungshilfe erkannt und die Broschüre „Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen“ entwickelt. Das LBEG berät Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Privatbürger zum Thema Erdwärmenutzung – fachlich neutral und wirtschaftlich unabhängig.

Sie interessieren sich für tiefe Geothermie – die Nutzung von Erdwärme aus meist mehreren tausend Metern Tiefe zur Versorgung von Wärmenetzen oder Einzelabnehmern mit großem Wärmebedarf oder zur Erzeugung von elektrischem Strom?¹ Sie sind vielleicht Energieversorger, Vertreter einer Gemeinde oder Investor und planen eine eigene Tiefengeothermie-Anlage? Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen begleitet Sie im Folgenden durch die verschiedenen Projektphasen – vom allgemeinen Interesse bis zum Betrieb².



Abb. 1: Ablaufskizze eines typischen Tiefengeothermie-Projektes vom allgemeinen Interesse bis zum Betrieb.

¹ Wir gehen davon aus, dass bei Tiefengeothermie-Projekten in der Regel eine Gewinnung von Erdwärme i. S. d. Bundesberggesetzes vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so ist die vorliegende Broschüre nicht gültig.

² Die spätere Einstellung des Betriebs und der so genannte Nachbergbau sind nicht Gegenstand dieser Broschüre. Wir empfehlen jedoch, sich auch über diese Aspekte frühzeitig zu informieren.

2. Phase I: Vorbereitung



Allgemeines Interesse

Wenn Sie sich allgemein für das Thema tiefe Geothermie interessieren, nutzen Sie das Informationsangebot des LBEG. Besuchen Sie unsere *Internet-Seite zur tiefen Geothermie* und unseren *Geothermie-Downloadbereich*. Umfangreiche Informationen zur tiefen Geothermie finden Sie auch auf dem *Internetportal der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands*. Eine hervorragende Einführung in das

Thema ist die Informationsbroschüre „Tiefe Geothermie – Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland“ (STOBER et al. 2016), die beim Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik oder auf der *Publikations-Seite des geothermischen Informationssystems für Deutschland GeotIS* erhältlich ist.

Als Tiefengeothermie wird hier die Aufsuchung oder Gewinnung von Erdwärme aus Tiefen von mehr als 400 Metern mit den unten beschriebenen oder vergleichbaren technologischen Konzepten bezeichnet. Oberflächennahe Geothermieanlagen, die Wärme aus Tiefen von weniger als 400 Metern gewinnen, und Thermalbäder werden hier nicht behandelt. Die meisten Tiefengeothermie-Bohrungen in Deutschland sind derzeit zwischen ca. 2.000 und ca. 3.500 Metern tief. Die Tiefengeothermie dient üblicherweise der Gewinnung von Erdwärme für die Versorgung von Wärmenetzen oder Einzelabnehmern mit großem Wärmebedarf sowie in manchen Fällen der Erzeugung von Strom.

Eine Systematik der geläufigsten technologischen Konzepte im Bereich der Tiefengeothermie finden Sie in der folgenden Abbildung.

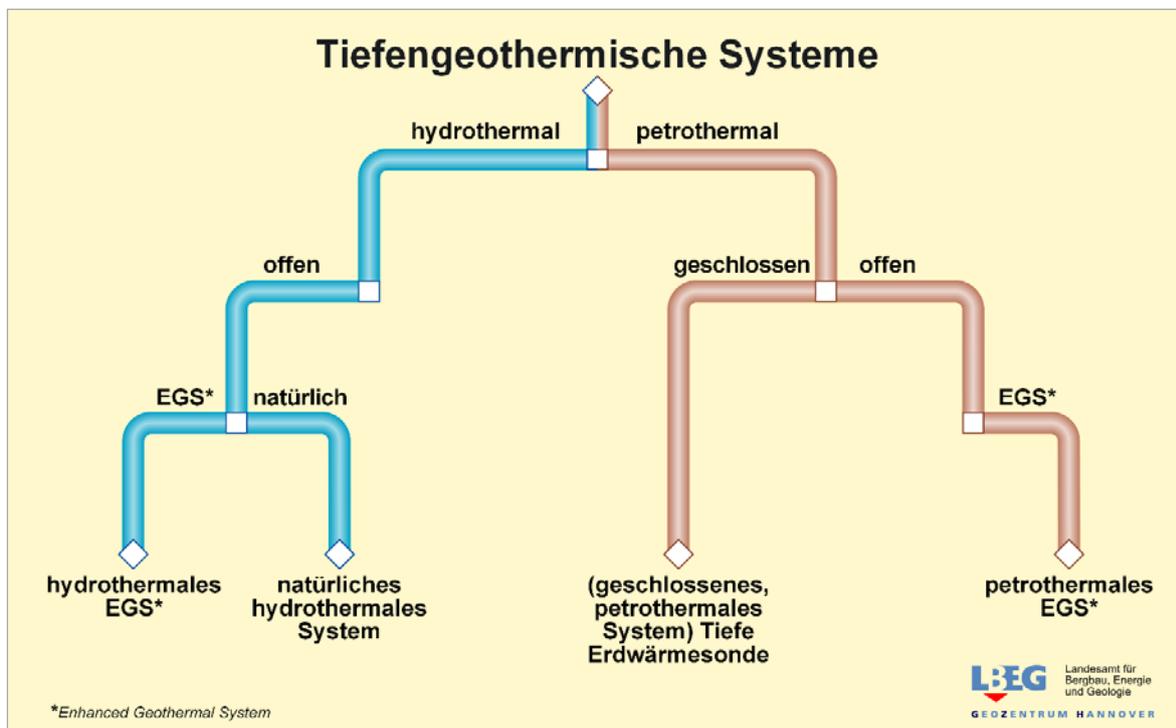


Abb. 2: Systematik geläufiger technologischer Konzepte im Bereich der Tiefengeothermie. Erläuterungen finden sich im Text.

Allen dargestellten Systemen ist gemeinsam, dass ein Wärmeträgermedium (meist Wasser bzw. so genannte Sole, d. h. salzhaltiges Wasser) zwischen Untergrund und Erdoberfläche zirkuliert und dabei Wärme gewinnt. Grundsätzlich ist zwischen hydrothermalen und petrothermalen Systemen zu unterscheiden. **Hydrothermale Systeme** nutzen natürlich im Untergrund vorhandenes Wasser bzw. natürlich im Untergrund vorhandene Sole als Wärmeträgermedium und gewinnen einen Teil der darin gespeicherten Wärme. **Petrothermale Systeme** verwenden künstlich eingeführte Wärmeträgermedien, um einen Teil der im Gestein gespeicherten Wärme zu gewinnen. Weiterhin kann zwischen offenen und geschlossenen geothermischen Systemen unterschieden werden. Bei **offenen geothermischen Systemen** wird Wasser über mindestens eine Bohrung aus dem Untergrund gefördert (**Förderbohrung**) und über mindestens eine weitere Bohrung in den Untergrund zurückinjiziert (**Reinjektionsbohrung**), nachdem ihm Wärme entzogen wurde. Bei **geschlossenen geothermischen Systemen** – so genannten tiefen Erdwärmesonden – zirkuliert ein Wärmeträgermedium (z. B. Wasser) in einer verrohrten und ausgebauten Bohrung, ohne direkt mit dem Untergrundgestein in Kontakt zu kommen. Von **Enhanced Geothermal Systems (EGS)** spricht man, wenn durch technische Eingriffe – insbesondere durch hydraulische Bohrlochstimulation zur Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit der Gesteine (siehe „Durchführung der ersten Bohrung“) – offene petrothermale Systeme erzeugt oder offene hydrothermale Systeme optimiert werden. Da im Prinzip jede Geothermiebohrung Maßnahmen zur Optimierung des Anschlusses an den zu nutzenden Horizont beinhaltet, ist die Abgrenzung zwischen natürlichen hydrothermalen Systemen und hydrothermalen EGS oft nicht eindeutig. Wir sprechen in der Regel erst dann von einem EGS, wenn eine hydraulische Bohrlochstimulation stattgefunden hat. Es sind jedoch auch andere Definitionen gebräuchlich.

Wie Abbildung 2 zeigt, ergeben sich daraus vier geläufige technologische Konzepte:

- das **natürliche hydrothermale System**,
- das **hydrothermale EGS**,
- das **petrothermale EGS** und
- die **Tiefe Erdwärmesonde**.

Abgesehen von der tiefen Erdwärmesonde handelt es sich dabei um offene tiefengeothermische Systeme. Voraussetzung für offene tiefengeothermische Systeme ist das Vorhandensein einer geologischen Zielformation, die

- tief genug liegt, um die für die geplante Anwendung benötigte Temperatur aufzuweisen,
- von Natur aus oder nach hydraulischer Bohrlochstimulation wasserdurchlässig und mächtig genug ist, um ausreichende Fluidraten daraus fördern zu können,
- chemisch so beschaffen ist, dass das daraus geförderte Fluid grundsätzlich und langfristig handhabbar ist und
- ein Heißwasserreservoir bzw. einen unterirdischen Wärmetauscher enthält, der groß genug ist, um über einen ausreichenden Zeitraum Wärme nachliefern zu können.

In der Praxis der Tiefengeothermie in Deutschland sind derzeit die hydrothermalen Systeme am besten etabliert. Zielformationen für hydrothermale Systeme sind i. d. R. so genannte **Aquifere**, d. h. wasser- bzw. soleführende Gesteinskörper.

Projektidee

Denken Sie darüber nach, ein Tiefengeothermie-Projekt zu realisieren? Dann sollten Sie folgende Hinweise beachten:

- Überlegen Sie sich, ob eine realistische Aussicht auf die Finanzierung Ihres Projektes besteht. Die Gesamtinvestitionskosten für ein Tiefengeothermie-Projekt liegen üblicherweise im achtstelligen Euro-Bereich. Informieren Sie sich über Fördermöglichkeiten. Finanzielle staatliche Förderung für Tiefengeothermie-Projekte erfolgt z. B. durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Für die tiefe Geothermie sind drei Förderwerkzeuge von Bedeutung:
 1. Das ERNEUERBARE ENERGIEN GESETZ fördert geothermische Stromerzeugungsprojekte durch eine garantierte Einspeisevergütung.
 2. Das Marktanzreizprogramm gewährt Geothermieprojekten Tilgungszuschüsse

für Bohrkosten, Anlagenbau und den Ausbau von Wärmenetzen.

3. Projektorientierte Forschung zur Tiefengeothermie kann im Rahmen des 7. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung finanziell gefördert werden.

- Informieren Sie sich über Möglichkeiten, unternehmerische Risiken z. B. durch Versicherungen, wie beispielsweise eine Fündigkeitsversicherung, teilweise abzuschließen. Bei der Realisierung offener tiefengeothermischer Systeme sind verschiedene unternehmerische Risiken zu beachten. Als **Bohr- bzw. Erschließungsrisiken** bezeichnen wir alle geologischen, technischen und planerischen Risiken, die dazu führen können, dass der Zielhorizont nur mit unerwartet hohem technischen bzw. finanziellen Aufwand, nur teilweise oder nicht erschlossen werden kann. Als **Fündigkeitsrisiko** bezeichnen wir das Risiko, unter Aufwendung der dazu notwendigen Investitionen, vor allem der Bohrkosten, ein Reservoir zu erschließen, aber nicht den erforderlichen Wärmegewinn daraus zu erzielen. In Anlehnung an andere gängige Definitionen (siehe z. B. oben genannte Broschüre „Tiefe Geothermie – Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland“ des Leibniz-Institutes für Angewandte Geophysik; STÖBER et al. 2016) unterscheiden wir zwischen einem Fündigkeitsrisiko bezüglich der Quantität und einem Fündigkeitsrisiko bezüglich der Qualität eines tiefengeothermischen Reservoirs. Als **Fündigkeitsrisiko bezüglich der Quantität eines tiefengeothermischen Reservoirs** bezeichnen wir das Risiko, ein Reservoir zu erschließen, aber festzustellen, dass
 - das geförderte Fluid nicht die aus wirtschaftlicher Sicht erforderliche Mindesttemperatur aufweist und/oder
 - bei aus wirtschaftlicher Sicht maximal vertretbarer durch Pumpenleistung erzeugter Druckabsenkung in der Bohrung nicht die aus wirtschaftlicher Sicht erforderliche Mindestfluidförderrate erzielt wird.

Die erforderliche Mindesttemperatur, die maximal vertretbare durch Pumpenleistung erzeugte Druckabsenkung in der Bohrung und die erforderliche Mindestfluidförderrate

aus wirtschaftlicher Sicht sind vom Unternehmer festzulegen. Als **Fündigkeitsrisiko bezüglich der Qualität eines tiefengeothermischen Reservoirs** bezeichnen wir das Risiko, ein Reservoir zu erschließen, aber festzustellen, dass

- das geförderte Fluid aufgrund seiner chemischen Beschaffenheit grundsätzlich nicht handhabbar ist.

Als **Betriebsrisiko** bezeichnen wir das Risiko, dass der langfristige Betrieb einer tiefengeothermischen Anlage nur mit unerwartet hohem technischen bzw. finanziellen Aufwand, nur eingeschränkt oder nicht möglich ist. Besonders zu beachten ist hier das Risiko von Korrosion und Ablagerungen (**Scaling**) in der Anlage aufgrund der chemischen Beschaffenheit des geförderten Fluids. Außerdem zählen das Risiko einer frühzeitigen Erschöpfung des genutzten Reservoirs und das Risiko von Veränderungen der Untergrundbedingungen (z. B. der hydraulischen Eigenschaften) mit negativen Auswirkungen auf den Förderbetrieb zum Betriebsrisiko. Als **Marktrisiko** bezeichnen wir das Risiko negativer Marktentwicklungen, wie mangelnde oder nicht dauerhaft ausreichende Energieabnahme oder Preisverfall. Als **Umweltrisiko** bezeichnen wir das Risiko von Schäden durch negative Umweltauswirkungen bei unvorhergesehenen Ereignissen, wie induzierter Seismizität und unkontrollierter Stoffausbreitung über oder unter Tage. Der Begriff **induzierte Seismizität** bezeichnet durch menschliche Aktivitäten verursachte Erschütterungen des Untergrundes.

- Beachten Sie bei der Auswahl des Projektstandortes, dass grundsätzlich die Möglichkeit gegeben sein sollte, in Standortnähe geeignete Wärmeabnehmer zu finden. Dies ist meist auch eine Grundvoraussetzung für eine mögliche Wirtschaftlichkeit bei Geothermieprojekten, die der Stromerzeugung dienen.
- Versuchen Sie, sich einen ersten grundlegenden Überblick über geologische Gegebenheiten und geothermische Potenziale zu verschaffen, um so die Erfolgsaussichten am geplanten Projektstandort bewerten bzw. einen möglichst aussichtsreichen Projektstandort auswählen zu können. Nutzen Sie hierfür den **NIBIS® Kartenserver** des

LBEG mit dem geologischen 3D-Untergrundmodell für Niedersachsen und Karten explorationsrelevanter Gesteine (z. B. der *Karte explorationsrelevanter Sandsteine des Valanginium 1 : 500.000*). Weitere Informationen zur Nutzung geologischer 3D-Modelle des LBEG finden Sie auf der *LBEG-Internetseite „Geologische 3D-Modelle“*. Einen Bericht zu den Karten explorationsrelevanter Gesteine finden Sie im *Geothermiedownload-Bereich des LBEG*. Verwenden Sie als weitere Informationsquelle *GeotIS – Das geothermische Informationssystem für Deutschland*.

- Stellen Sie fest, ob der geplante Projektstandort in einem Gebiet liegt, in dem besondere Regelungen bezüglich Wasser- oder Naturschutz gelten oder in dem Bergbau betrieben wird bzw. zu einem früheren Zeitpunkt Bergbau betrieben wurde, und informieren Sie sich, inwieweit dies Auswirkungen auf die Durchführbarkeit Ihres Vorhabens hat. Beachten Sie insbesondere, dass in bestimmten Gebieten ein prinzipielles Verbot für die hydraulische Stimulation bei petrothermalen EGS besteht.
- Prüfen Sie, ob bestehende Bergbauberechtigungen der Verwirklichung des Projektes am geplanten Projektstandort entgegenstehen. Nutzen Sie hierfür die *Karte der Bergbauberechtigungen* auf dem NIBIS® Kartenserver des LBEG.

- Überblicksdarstellung der geologischen Situation,
- Auflistung verfügbarer Daten und Quellen zur lokalen Geologie,
- grober technischer Entwurf möglicher Erschließungs- und Nutzungskonzepte,
- Identifikation möglicher Hemmnisse und Risiken,
- grobe Kostenabschätzung sowie
- vorläufiger Zeitplan für das geplante Projekt.

Informationen zur Geologie aus dem NIBIS® Kartenserver des LBEG, z. B. aus dem geologischen 3D-Untergrundmodell Niedersachsens, können hierbei als wichtige Grundlage dienen. Weitere Informationen zur Nutzung geologischer 3D-Modelle des LBEG finden Sie auf der *LBEG-Internetseite „Geologische 3D-Modelle“*. Daneben sollte die Vorstudie eine Übersicht über verfügbare Daten aus Tiefbohrungen und geophysikalischen Messungen beinhalten, die später im Rahmen der Erstellung einer Machbarkeitsstudie beschafft werden und Auskunft über den Untergrund im Umfeld des Projektstandortes liefern können. Der NIBIS® Kartenserver des LBEG unterstützt Sie bei der Suche nach verfügbaren Daten aus der Erdöl- und Erdgasexploration mit Lagekarten von *Tiefbohrungen, seismischen Messungen* sowie anderen geophysikalischen Messungen.

Vorstudien

Haben Sie sich nun entschlossen, mit der Umsetzung Ihrer Projektidee zu beginnen, so beauftragen Sie ein geeignetes Ingenieurbüro oder gegebenenfalls mehrere geeignete Ingenieurbüros mit der Erstellung von Vorstudien zu unterschiedlichen Aspekten der Projektplanung. Die Kosten hierfür werden in der Regel im niedrigen fünfstelligen Euro-Bereich liegen. Welche Vorstudien im Einzelnen erforderlich sind, hängt von den Rahmenbedingungen Ihres Projektes ab. Unter Umständen können alle zu berücksichtigenden Aspekte in einer einzigen Vorstudie behandelt werden. Lassen Sie sich diesbezüglich von Ihrem Ingenieurbüro beraten. Mindestens sollten im Rahmen der Vorstudien folgende Ergebnisse erarbeitet werden:

- Definition der Projektziele,

Beginn einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit

Wir empfehlen dringend, die Öffentlichkeit spätestens vor der Beantragung der Aufsuchungserlaubnis über Ihre Projektpläne zu informieren. Suchen Sie auch im weiteren Projektverlauf den ständigen Dialog mit der Bevölkerung vor Ort. Nehmen Sie deren Besorgnisse ernst und gehen Sie im Rahmen der Projektentwicklung darauf ein. Sehen Sie in Ihrer finanziellen Planung ein angemessenes Budget für diese Art der Öffentlichkeitsarbeit vor. Das Einschalten professioneller Moderatoren kann sich als hilfreich erweisen. Gelingt es, auch kritische Stimmen in einen konstruktiven Dialog einzubeziehen, so können auch diese als zusätzliche Kontrollinstanz einen Beitrag zur erfolgreichen und sicheren Durchführung Ihres Geothermie-Projektes leisten.

3. Phase II: Aufsuchung



Erlaubnis Antrag

Haben die Ergebnisse der Vorstudie(n) Sie ermutigt, Ihr Projekt weiterzuführen, dann beantragen Sie nun beim LBEG eine Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme. Der Erlaubnis Antrag wird vom LBEG geprüft. Falls er den bergrechtlichen Anforderungen entspricht, wird vom LBEG für einen begrenzten Zeitraum eine Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme erteilt. Diese gewährt Ihnen das Recht, dass in dem vereinbarten Erlaubnisfeld niemand außer Ihnen Aufsuchungstätigkeiten nach Erdwärme betreiben darf, berechtigt Sie jedoch noch nicht zur Durchführung konkreter bergbaulicher Tätigkeiten, wie z. B. seismischen Messungen oder Bohrungen. Im Gegenzug verpflichten Sie sich, Aufsuchungstätigkeiten nach einem mit dem LBEG vereinbarten Arbeitsprogramm

durchzuführen. Für die Beantragung der Aufsuchungserlaubnis lesen Sie bitte den *Runderlass des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* und Anhang A. Gesetzliche Grundlagen hierzu sind vor allem das BUNDESBERGGESETZ und gegebenenfalls das BUNDESNATURSCHUTZGESETZ.

Nach § 30 Abs. 1 des BUNDESBERGGESETZES hat der Inhaber einer Aufsuchungserlaubnis eine jährliche Feldesabgabe zu entrichten. Diese beträgt für Erdwärme im ersten Jahr 5 € je angefangenem Quadratkilometer und erhöht sich danach in jedem weiteren Jahr um weitere 5 € je Quadratkilometer bis zu einem Höchstbetrag von 25 € je Quadratkilometer (§ 30 Abs. 3). Aufwendungen, die für die Aufsuchung gemacht wurden, können auf die Feldesabgabe angerechnet werden.

Während des Erlaubniszeitraums müssen Sie dem LBEG jährlich über den Verlauf der Aufsuchungsarbeiten berichten.

Beauftragung einer Machbarkeitsstudie

Beauftragen Sie nun ein geeignetes Ingenieurbüro mit der Erstellung eines geologischen 3D-Modells und einer Machbarkeitsanalyse für Ihr Projekt. Meist erfolgt beides zusammen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie.

Ziel einer Machbarkeitsanalyse oder -studie ist die Analyse möglichst aller verfügbaren und relevanten Informationen, um Umsetzungsmöglichkeiten, Erfolgsaussichten und Risiken eines Vorhabens zu bewerten. Die Analyse soll als Entscheidungsgrundlage dafür dienen, ob und gegebenenfalls wie ein Vorhaben realisiert wird.

Für Machbarkeitsstudien zu Tiefengeothermie-Projekten müssen in der Regel vorhandene Daten, vor allem aus nahegelegenen Tiefbohrungen und seismischen Messungen, beschafft und neu ausgewertet werden. Ein Großteil dieser Daten ist nach dem GEOLOGIEDATENGESETZ beim LBEG erhältlich. Außerdem sollten Ergebnisse eigener Vorerkundungsarbeiten in die Machbarkeitsstudie einfließen. In der Praxis werden häufig bereits vor Beginn eigener Vorerkundungsarbeiten ein erstes geologisches Modell und eine erste Machbarkeitsanalyse auf Basis der Auswertung vorhandener Daten als Grundlage für die weitere Planung erstellt.

Wenn dann Ergebnisse eigener Vorerkundungsarbeiten vorliegen, werden geologisches Modell und Machbarkeitsanalyse aktualisiert.

Grundlage einer Machbarkeitsanalyse für ein Tiefengeothermie-Projekt ist i. d. R.

- ein geologisches 3D-Modell.

Dieses kann als Teil der Analyse bzw. Studie betrachtet werden.

Bezüglich der Umsetzungsmöglichkeiten sollte die Analyse folgende Themen beinhalten:

- Erschließungskonzepte mit einer Darstellung möglicher geologischer Zielhorizonte und Erschließungstechnologien sowie von Bohr- und fördertechnischen Konzepten,
- Gewinnungskonzepte mit einer Abschätzung der gewinnbaren Leistung sowie einer Prognose der erwarteten Ausbreitung von Temperatur- und Druckänderung im Untergrund während des Anlagenbetriebs,
- Wärmenutzungskonzepte und
- Konzepte zur Anlagenüberwachung.

Die Einschätzung der Erfolgsaussichten und Risiken sollte folgende Themen umfassen:

- Wirtschaftlichkeitsanalysen,
- Analysen der Umweltauswirkungen des Vorhabens,
- Analysen der rechtlichen Rahmenbedingungen für das Vorhaben und
- eine mindestens qualitative Bewertung der Projektrisiken.

In Anhang B finden Sie eine ausführliche Checkliste als Orientierungshilfe, was eine Machbarkeitsstudie für ein Tiefengeothermie-Projekt beinhalten sollte.

Im Erfolgsfall können Machbarkeitsstudien ein nützliches und effektives Werkzeug sein, um Investitionshemmnisse für Tiefengeothermie-Projekte abzubauen und so deren Realisierung auf den Weg zu bringen. Aus der Machbarkeitsstudie kann sich auch die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen ergeben, um das Erfolgsrisiko des Projektes weiter zu minimieren.

Die Kosten für eine Machbarkeitsstudie liegen ohne geophysikalische Vorerkundung meist im sechsstelligen Euro-Bereich.

Klären Sie im Vorfeld mit dem LBEG, welche Untersuchungen nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen anzuzeigen, und welche Ergebnisse nach § 11 Nr. 4 des BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen zu übermitteln sind. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

Betriebsplan-/pläne für geophysikalische Vorerkundung

Sofern die weitere Finanzierung gesichert ist, reichen Sie beim LBEG die nötigen Betriebspläne für die geophysikalische Vorerkundung ein. Welche Betriebspläne im Einzelfall vorzulegen sind, ist im Vorfeld zu klären. Für seismische Untersuchungen wird das LBEG einen Hauptbetriebsplan und nach Erfordernis weitere Sonderbetriebspläne für bestimmte Teile des Vorhabens verlangen. Das LBEG beteiligt im Betriebsplanverfahren nach Bundesberggesetz die zuständigen Fachbehörden, die betroffenen Landkreise und kreisfreien Städte sowie sonstige Fachbehörden und die von dem Vorhaben betroffenen Gemeinden. Hauptbetriebspläne sind in der Regel für einen Zeitraum von zwei Jahren aufzustellen. Je nach Umfang des geplanten Vorhabens kann vorab auch ein so genannter fakultativer Rahmenbetriebsplan gefordert werden, um die grundsätzliche Machbarkeit des gesamten Vorhabens in einem bestimmten Bereich mit den zuständigen Fachbehörden und den betroffenen Gemeinden zu klären. Falls eine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig ist, wird in jedem Fall ein so genannter obligatorischer Rahmenbetriebsplan gefordert. Als Hilfestellung hierzu finden Sie auf den Internet-Seiten des LBEG eine allgemeine Übersicht über *Genehmigungsverfahren des LBEG im bergbaulichen Bereich*. Einzelheiten zum Genehmigungs- und Betriebsplanverfahren können zuvor mit dem LBEG abgesprochen werden. Gesetzliche Grundlagen hierzu sind vor allem das BUNDESBERGGESETZ, das GESETZ ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG, das WASSERHAUSHALTSGESETZ, das NIEDERSÄCHSISCHE WASSERGESETZ, gegebenenfalls das BUNDES-NATURSCHUTZGESETZ, das NIEDERSÄCHSI-

Geophysikalische und andere Vorerkundung

Wenn die entsprechenden Betriebspläne durch das LBEG zugelassen wurden, lassen Sie von geeigneten Unternehmen seismische Messungen (i. d. R. eine 3D-Reflexionsseismik-Messung) durchführen und auswerten. Die Kosten für eine 3D-Seismik-Messung werden meist im niedrigen siebenstelligen Euro-Bereich liegen.

Die **Seismik** ist ein geophysikalisches Verfahren, das Laufzeiten künstlich angeregter Schallwellen durch den Untergrund misst und daraus Rückschlüsse über den Untergrundaufbau ermöglicht. Je nach Anordnung und Anzahl von Anregungs- und Messpunkten kann ein zwei- oder dreidimensionales Abbild des Untergrundes gewonnen werden. Entsprechend spricht man von 2D- oder 3D-Seismik. Das zweidimensionale Untergrundabbild der 2D-Seismik wird als Profil (oder Sektion) und das dreidimensionale Untergrundabbild der 3D-Seismik als Volumen bezeichnet. In einer 2D-Seismik-Kampagne werden häufig mehrere Profile gemessen. Streckenangaben zu 2D-Seismik-Profilen bzw. Flächenangaben zu 3D-Seismik-Volumen beziehen sich i. d. R. auf die jeweilige Projektion des Messbereiches an die Oberfläche. **Prozessierung** ist die rechenaufwendige, computergestützte Verarbeitung von Datensätzen aus seismischen oder anderen geophysikalischen Feldmessungen. Wird ein Datensatz, der bereits prozessiert wurde, mit verbesserten technischen Möglichkeiten oder Methoden erneut prozessiert, spricht man von **Reprozessierung**. Im Bereich Seismik werden häufig mehrere Profile im Rahmen einer Studie reprozessiert und im Zusammenhang interpretiert.

Unter der Annahme, der Untergrund im Projektgebiet wäre bereits gut genug bekannt, weil entsprechende Daten aus früheren Explorationstätigkeiten in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung stehen, auf seismische Messungen zu verzichten, ist in der Regel nicht zu empfehlen, da solche Messungen jeweils dem neuesten Stand der Technik entsprechen und auf die speziellen Fragestellungen des geplanten Projektes zugeschnitten sein sollten.

Unter Umständen können weitere geophysikalische oder geochemische Vorerkundungskampagnen oder die Erkundung von Analogaufschlüssen sinnvoll sein. Ein **Analogaufschluss** ist eine Stelle, an der ein Gestein an der Erdoberfläche zugänglich ist, das Rückschlüsse über bestimmte Eigenschaften eines zu untersuchenden Gesteins in der Tiefe zulässt, z. B. weil es zur selben Schicht gehört.

Kommen Sie Ihrer Verpflichtung zur Anzeige nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen sowie zur Datenübermittlung nach § 11 Nr. 4 des BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen nach und übermitteln Sie die Ergebnisse der geophysikalischen Vorerkundung in Form von Berichten und Daten an das LBEG. Um den Aufwand möglichst gering zu halten, können Umfang, Form und Format der Daten zuvor mit dem LBEG abgesprochen werden. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

POS-Studie

Sollten Sie zur Akquise von Investoren oder zum Abschluss einer Fündigkeitsversicherung eine quantitative Abschätzung der Erfolgsaussichten Ihres Projektes benötigen, so beauftragen Sie ein geeignetes Ingenieurbüro oder eine geeignete Institution mit der Erstellung einer so genannten POS-Studie als Ergänzung zur Machbarkeitsstudie. Die Kosten für eine POS-Studie werden meist im niedrigen fünfstelligen Euro-Bereich liegen.

POS steht für Probability of Success, also Erfolgswahrscheinlichkeit. POS-Studien quantifizieren die Fündigkeitswahrscheinlichkeit einer Geothermiebohrung mittels stochastischer Verfahren. Sie dienen insbesondere als Grundlage für Versicherungen, die das Fündigkeitsrisiko absichern.

Klären Sie im Vorfeld mit dem LBEG, welche Untersuchungen nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen anzuzeigen, und welche Ergebnisse nach § 11 Nr. 4 des BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/

oder anderen Gesetzen und Verordnungen zu übermitteln sind. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

Klärung der Nutzbarkeit des Grundstückes

Sofern die Erkenntnisse aus der geophysikalischen Vorerkundung nicht gegen den Erfolg des Projektes sprechen, legen Sie die Standorte für Bohrung(en) und Wärmezentrale bzw. Kraftwerk fest und sichern Sie sich die notwendigen privatrechtlichen Nutzungsrechte für die entsprechenden Grundstücke. Stellen Sie bei der zuständigen Baubehörde eine Bauvoranfrage für die Wärmezentrale bzw. das Kraftwerk. Erkundigen Sie sich bei der zuständigen Raumordnungsbehörde, ob eine raumordnerische Prüfung erforderlich ist und lassen Sie diese gegebenenfalls durchführen.

Betriebsplan-/pläne für die erste Bohrung

Reichen Sie nun beim LBEG die nötigen Betriebspläne für die erste Bohrung ein. Welche Betriebspläne im Einzelfall vorzulegen sind, ist im Vorfeld zu klären. Für die Bohrung wird das LBEG einen Hauptbetriebsplan und nach Erfordernis weitere Sonderbetriebspläne für bestimmte Teile des Vorhabens verlangen. Das LBEG beteiligt im Betriebsplanverfahren nach Bundesberggesetz die zuständigen Fachbehörden, die betroffenen Landkreise und kreisfreien Städte sowie sonstige Fachbehörden und die von dem Vorhaben betroffenen Gemeinden. Hauptbetriebspläne sind in der Regel für einen Zeitraum von zwei Jahren aufzustellen. Je nach Umfang des geplanten Vorhabens kann vorab auch ein so genannter fakultativer Rahmenbetriebsplan gefordert werden, um die grundsätzliche Machbarkeit des gesamten Vorhabens in einem bestimmten Bereich mit den zuständigen Fachbehörden und den betroffenen Gemeinden zu klären. Falls eine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig ist, wird in jedem Fall ein so genannter obligatorischer Rahmenbetriebsplan gefordert.

Im Betriebsplanverfahren entscheidet sich auch, ob für das geplante Vorhaben eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 8 Abs. 1 des WASSERHAUSHALTSGESETZES erforderlich ist und ob diese im konkreten Fall erteilt werden kann. Für natürliche hydrothermale Systeme, hydrothermale EGS und petrothermale EGS ist in jedem Fall eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.

In folgenden Fällen ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen:

- nach § 1 Nr. 8 der VERORDNUNG ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG BERGBAULICHER VORHABEN bei Tiefbohrungen zur Gewinnung von Erdwärme ab 1.000 m Teufe in Naturschutzgebieten nach § 23 des BUNDESNATURSCHUTZGESETZES oder in Natura-2000-Gebieten nach § 7 Abs. 1 Nr. 8 des BUNDESNATURSCHUTZGESETZES und
- nach § 1 Nr. 8a der VERORDNUNG ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG BERGBAULICHER VORHABEN bei Tiefbohrungen zur Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme mit Aufbrechen von Gestein unter hydraulischem Druck, wenn bei der hydraulischen Bohrlochstimulation wassergefährdende Gemische eingesetzt werden oder das Vorhaben in einer Erdbebenzone 1 bis 3 nach DIN EN 1998 TEIL 1 vom Januar 2011 liegt.

Liegt keiner dieser Fälle vor, so ist nach § 1 Nr. 10 der VERORDNUNG ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG BERGBAULICHER VORHABEN FÜR TIEFBOHRUNGEN ab 1.000 Meter Teufe zur Gewinnung von Erdwärme eine allgemeine Vorprüfung und bei Tiefbohrungen ab 1.000 Meter Teufe zur Aufsuchung von Erdwärme eine standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalles durchzuführen. Aus diesen Vorprüfungen kann sich ebenfalls das Erfordernis einer Umweltverträglichkeitsprüfung ergeben.

Die Kriterien für das Erfordernis von wasserrechtlicher Erlaubnis, UVP-Vorprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Tiefengeothermie-Projekten wurden 2016 im Rahmen eines Gesetzesänderungspaketes zur hydraulischen Bohrlochstimulation und anderen Fragen des Bohrlochbergbaus neu geregelt.

Als Hilfestellung zu diesem Thema finden Sie auf den Internet-Seiten des LBEG eine allgemeine Übersicht über *Genehmigungsverfahren des LBEG im bergbaulichen Bereich*. Ausführliche Informationen rund um Genehmigungs- und

Betriebsplanverfahren stellt Ihnen das LBEG über die Online-Plattform *BergPass*[®] zur Verfügung. Gesetzliche Grundlagen hierzu sind vor allem das BUNDESBERGGESETZ, das GESETZ ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG, das WASSERHAUSHALTSGESETZ, das NIEDERSÄCHSISCHE WASSERGESETZ, das BUNDESNATURSCHUTZGESETZ, das NIEDERSÄCHSISCHE AUSFÜHRUNGSGESETZ ZUM BUNDESNATURSCHUTZGESETZ, die BERGVERORDNUNG FÜR ALLE BERGBAULICHEN BEREICHE, die BERGVERORDNUNG FÜR TIEFBOHRUNGEN, UNTERGRUNDSPEICHER UND FÜR DIE GEWINNUNG VON BODENSCHÄTZEN DURCH BOHRUNGEN IM LAND NIEDERSACHSEN sowie die VERORDNUNG ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG BERGBAULICHER VORHABEN.

Zeigen Sie Ihre Bohrung spätestens zwei Wochen vor Bohrbeginn beim LBEG an und übermitteln Sie dabei die nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES erforderlichen Nachweisdaten. Diese Anzeige ersetzt nicht das erforderliche Betriebsplanverfahren.

Bohrplatzbau und Durchführung der ersten Bohrung

Wenn die entsprechenden Betriebspläne vom LBEG zugelassen wurden, lassen Sie die Bohrung von einem geeigneten Bohrunternehmen durchführen. Die Kosten für die Bohrung werden je nach Tiefe im sieben- bis achtstelligen Euro-Bereich liegen.

Zur Durchführung der Bohrung gehören auch die Einrichtung eines Bohrplatzes sowie geophysikalische Bohrlochmessungen, die Entnahme und Untersuchung von Gesteinsproben (z. B. Bohrkerne oder Spülproben) und gegebenenfalls notwendige Bohrlochbehandlungen. **Geophysikalische Bohrlochmessungen** meint hier speziell so genanntes **Well Logging** zur Messung verschiedener physikalischer Größen im Bohrloch. Beim Well Logging wird eine Sonde in das Bohrloch eingebracht, die die zu messende physikalische Größe in bestimmten Tiefen oder kontinuierlich beim Wiederherausziehen der Sonde aus dem Bohrloch registriert. Die so gewonnenen Registrierungen heißen **Logs**. **Bohrkerne** sind zylindrische Gesteinsproben, die während einer Bohrung aus dem Untergrund gewonnen werden. **Spülproben** sind Proben der durch die so genannte Bohrspülung während des Bohrprozesses aus einer

Bohrung gespülten Gesteinsbruchstücke. **Bohrlochbehandlungen** sind insbesondere hydraulische Bohrlochstimulationen und andere Maßnahmen zur Verbesserung des hydraulischen Anschlusses der Bohrung an den Untergrund. Die **hydraulische Bohrlochstimulation** ist ein Verfahren, bei dem ein Fluid über eine Bohrung in den Untergrund eingepresst wird, um Gesteine unter hydraulischem Druck aufzubrechen. Im Bereich der Tiefengeothermie wird hierbei meist Wasser als Fluid verwendet.

In manchen Fällen können auch **Geophonversenkmessungen** bzw. **vertikale, seismische Profile (VSP)** sinnvoll sein. Dabei handelt es sich um Seismik-Messungen, bei denen sich die Empfänger (Geophone) für die seismischen Signale in einem Bohrloch befinden.

Ein wichtiges Ergebnis der Bohrung ist das so genannte **Schichtenverzeichnis**. Dabei handelt es sich um eine geologische Beschreibung der bei einer Bohrung angetroffenen Schichten.

Lassen Sie für ein offenes geothermisches System nach Abschluss der Bohrung von geeigneten Servicefirmen hydraulische Bohrlochtests, Temperaturmessungen im Bohrloch und chemische Analysen des gefördert Fluids durchführen. Hier entscheidet sich, ob Ihre Bohrung erfolgreich war. Mit den hydraulischen Tests wird die Ergiebigkeit der Bohrung ermittelt, d. h. es wird gemessen, wie viel heißes Wasser in einer bestimmten Zeit gefördert werden kann. Ergiebigkeit und Temperatur bestimmen die gewinnbare geothermische Leistung. Von der chemischen Zusammensetzung des gefördert Fluids hängt es ab, mit welchen Korrosions- und Ablagerungserscheinungen beim Betrieb einer Geothermieanlage zu rechnen ist. Sind Ergiebigkeit und Temperatur ausreichend und spricht die chemische Zusammensetzung des gefördert Fluids für eine ausreichende Beherrschbarkeit von Korrosions- und Ablagerungserscheinungen, um den wirtschaftlichen Betrieb einer Geothermieanlage zu ermöglichen, so ist damit die Fündigkeit Ihrer Bohrung nachgewiesen. Lassen Sie Ihre Bohrung auch hinsichtlich ihrer Eignung als Reinjektionsbohrung bewerten.

Bei tiefen Erdwärmesonden ist die Fündigkeit in geeigneter Weise nachzuweisen.

Kommen Sie Ihrer Verpflichtung zur Anzeige nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen sowie zur Datenübermittlung nach § 11 Nr. 4 des

BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen nach und übermitteln Sie die Ergebnisse der ersten Bohrung an das LBEG. Um den Aufwand möglichst gering zu halten, können Umfang, Form und Format der Daten zuvor im Detail mit dem LBEG abgesprochen werden. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

Betriebsplan-/pläne für zweite/weitere Bohrung(en)

Bei einer zweiten und weiteren Bohrungen ist bezüglich der Betriebspläne gegebenenfalls ähnlich zu verfahren wie bei der ersten Bohrung. Einzelheiten können vorab mit dem LBEG abgesprochen werden.

Durchführung der zweiten/weiterer Bohrung(en)

Wenn die entsprechenden Betriebspläne vom LBEG zugelassen wurden, lassen Sie die zweite und weitere Bohrung(en) von einem geeigneten Bohrunternehmen, wie oben für die erste Bohrung beschrieben, durchführen und hinsichtlich Fündigkeit und Eignung als Reinjektionsbohrung bewerten. Die Kosten jeder Bohrung werden je nach Tiefe im sieben- bis achtstelligen Euro-Bereich liegen.

Kommen Sie Ihrer Verpflichtung zur Anzeige nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen sowie zur Datenübermittlung nach § 11 Nr. 4 des BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen nach und übermitteln Sie die Ergebnisse der zweiten Bohrung und gegebenenfalls weiterer Bohrungen an das LBEG. Um den Aufwand möglichst gering zu halten, können Umfang, Form und Format der Daten zuvor im Detail mit dem LBEG abgesprochen werden. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

Zirkulationstests

Entscheiden Sie, welche Bohrungen als Förder- und welche als Reinjektionsbohrungen genutzt werden sollen und lassen Sie einen Zirkulationstest durchführen. Der Begriff **Zirkulationstest** beschreibt im Zusammenhang mit offenen tiefengeothermischen Systemen den testweisen Betrieb des Wasserkreislaufes zwischen Förder- und Reinjektionsbohrung(en). Dieser soll zeigen, ob die für das geplante System erforderlichen hydraulischen Voraussetzungen gegeben sind.

Ein Zirkulationstest kann mehrere Wochen in Anspruch nehmen. Unter Umständen sind mehrere Tests erforderlich. Hier entscheidet sich, ob Ihre Bohrungen insgesamt erfolgreich waren.

Im Rahmen der Zirkulationstests können auch Tracerversuche sinnvoll sein. Der **Tracerversuch** ist eine Methode zur Untersuchung einer Wasserströmung, bei der dem Wasser ein Stoff (Tracer) zugesetzt wird, dessen Bewegung mit der Strömung sich durch chemischen Nachweis an einer oder mehreren Messstellen nachverfolgen lässt.

Kommen Sie Ihrer Verpflichtung zur Anzeige nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen sowie zur Datenübermittlung nach § 11 Nr. 4 des BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen nach und übermitteln Sie die Ergebnisse der Zirkulationstests an das LBEG. Um den Aufwand möglichst gering zu halten, können Umfang, Form und Format der Daten zuvor im Detail mit dem LBEG abgesprochen werden. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

Reservoirsimulation

Lassen Sie für ein offenes geothermisches System von einem geeigneten Ingenieurbüro ein Reservoirmodell erstellen. Ein **Reservoirmodell** ist ein Modell eines Bodenschatz-, in diesem Fall eines Erdwärmevorkommens. Man unterscheidet statische **geologische Modelle** und

dynamische **Reservoirsimulationen**. Das geologische Modell beschreibt die geologische Situation. Die Reservoirsimulation beschreibt, basierend auf dem geologischen Modell, z. B. thermische, hydraulische, chemische oder mechanische Prozesse bei der Nutzung des Vorkommens.

Zur Erstellung des Reservoirmodells ist gegebenenfalls zunächst Ihr geologisches 3D-Modell unter Einbeziehung der im Rahmen der Vorerkundung und der Bohrungen ermittelten geologischen Strukturinformationen zu aktualisieren und mit hydraulischen und thermophysikalischen Parametern zu belegen. Lassen Sie sich dann im Rahmen einer thermisch-hydraulisch-chemischen Reservoirsimulation oder, falls im Einzelfall erforderlich, einer thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemischen Reservoirsimulation eine Förderprognose, eine Prognose der Druck- und Temperaturentwicklung im Umfeld Ihrer Bohrungen, voraussichtliche Korrosions- und Ablagerungsprozesse und gegebenenfalls zu erwartende geomechanische Auswirkungen während des Anlagenbetriebes über den geplanten Bewilligungszeitraum berechnen. Die Förderprognose ist Voraussetzung für die Beantragung einer Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme. Zur Bemessung des Bewilligungsfeldes benötigen Sie die Prognose der Druck- und Temperaturentwicklung im Umfeld der Bohrungen. Im Betriebsplanverfahren können Angaben zu voraussichtlichen Korrosions- und Ablagerungsprozessen sowie zu geomechanischen Auswirkungen gefordert werden. Die Reservoirsimulation liefert Ihnen selbst aber auch eine Grundlage für die Auslegung Ihrer Anlage und die Optimierung des späteren Anlagenbetriebes.

Für eine tiefe Erdwärmesonde ist eine Modellrechnung erforderlich, die eine Förderprognose und die Entwicklung der Temperaturentwicklung im Umfeld der Bohrung für die Bemessung des Bewilligungsfeldes ergibt.

Kommen Sie Ihrer Verpflichtung zur Anzeige nach § 8 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen sowie zur Datenübermittlung nach § 11 Nr. 4 des BUNDESBERGGESETZES, §§ 9 und 10 des GEOLOGIEDATENGESETZES und/oder anderen Gesetzen und Verordnungen nach und übermitteln Sie die Ergebnisse der Reservoirsimulation an das LBEG. Um den Aufwand möglichst gering zu halten, können Umfang, Form und Format der Daten zuvor im Detail mit dem LBEG abgesprochen werden. Sehen Sie die Datenübermittlung auch als Gelegenheit, Ihre bisherigen Ergebnisse gemeinsam mit den Experten des LBEG zu diskutieren. Sofern Sie dies wünschen, wenden Sie sich direkt an das LBEG.

4. Phase III: Gewinnung

Bewilligungsantrag

Betriebsplan/-pläne für die Errichtung und Führung des Betriebes

Bau der übertägigen Anlage

Inbetriebnahme

Betrieb

Bewilligungsantrag

Konnte die Fündigkeit einer Bohrung nachgewiesen und aufgrund der Ergebnisse der Bohrungen, des Zirkulationstests und des Reservoirmodells das zu beantragende Bewilligungsfeld festgelegt werden, dann beantragen Sie jetzt beim LBEG eine Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme. Im Rahmen des Bewilligungsantrages muss der Fündigkeitsnachweis dargelegt und das Reservoirmodell ausführlich beschrieben und erläutert werden. Der Antrag wird vom LBEG geprüft. Falls er den bergrechtlichen Anforderungen entspricht, wird vom LBEG für einen begrenzten Zeitraum eine Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme erteilt. Diese gewährt Ihnen das Recht, dass in dem vereinbarten Bewilligungsfeld niemand außer Ihnen Erdwärme gewinnen darf, berechtigt Sie jedoch noch nicht zur Durchführung konkreter bergbaulicher Tätigkeiten, wie z. B. den geplanten Fördermaßnahmen. Im Gegenzug verpflichten Sie sich, die Gewinnung von Erdwärme nach einem mit dem LBEG vereinbarten Arbeitsprogramm zu betreiben. Für die Beantragung der Bewilligung lesen Sie bitte den *Rund-erlass des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* und Anhang C. Gesetzliche Grundlagen hierzu sind vor allem das BUNDESBERGGESETZ und gegebenenfalls das BUNDESNATURSCHUTZGESETZ.

Grundsätzlich hat der Inhaber eines Bewilligungsfeldes nach § 31 Abs. 2 des BUNDESBERGGESETZES eine Förderabgabe zu entrichten. Die jeweilige Landesregierung hat jedoch

das Recht, bestimmte Bodenschätze per Verordnung von der Förderabgabe zu befreien (§ 32 Abs. 2 BUNDESBERGGESETZ). In Niedersachsen ist der Bodenschatz Erdwärme derzeit von der Förderabgabe befreit.

Betriebsplan/-pläne für die Errichtung und Führung des Betriebes

Reichen Sie nun beim LBEG den Betriebsplan bzw. die Betriebspläne für die Errichtung und Führung Ihres Betriebes ein. Welche Betriebspläne im Einzelfall vorzulegen sind, ist im Vorfeld zu klären. Das LBEG wird einen Hauptbetriebsplan für den Erdwärmeförderbetrieb sowie nach Erfordernis zusätzliche Sonderbetriebspläne verlangen. Letztere können z. B. für die Errichtung weiterer Anlagen wie Wärmetauschereinheiten oder elektrische Einrichtungen erforderlich sein. Hauptbetriebspläne sind in der Regel für einen Zeitraum von zwei Jahren aufzustellen. Als Hilfestellung hierzu finden Sie auf den Internet-Seiten des LBEG eine allgemeine Übersicht über *Genehmigungsverfahren des LBEG im bergbaulichen Bereich*. Ausführliche Informationen rund um Genehmigungs- und Betriebsplanverfahren stellt Ihnen das LBEG über die Online-Plattform *BergPass*[®] zur Verfügung. Gesetzliche Grundlagen hierzu sind vor allem das BUNDESBERGGESETZ, das WASSERHAUSHALTSGESETZ, das NIEDERSÄCHSISCHE WASSERGESETZ, gegebenenfalls das BUNDESNATURSCHUTZGESETZ sowie das NIEDERSÄCHSISCHE AUSFÜHRUNGSGESETZ ZUM BUNDESNATURSCHUTZGESETZ.

Bau der übertägigen Anlage

Wenn der entsprechende Betriebsplan vom LBEG genehmigt wurde, holen Sie in Absprache mit dem LBEG bei der zuständigen Baubehörde die Baugenehmigung für die obertägige Anlage ein und beauftragen Sie ein geeignetes Bauunternehmen mit deren Errichtung. Gesetzliche Grundlage hierfür ist vor allem die NIEDERSÄCHSISCHE BAUORDNUNG.

Bei Anlagen und Einrichtungen unter Aufsicht der Bergbehörden sind jedoch nur Gebäude baugenehmigungspflichtig (§ 1 Abs. 2 Nr. 2 der NIEDERSÄCHSISCHEN BAUORDNUNG). Alle ande-

ren Anlagenbestandteile müssen in einem Betriebsplan bei der Bergbehörde beantragt werden.

Inbetriebnahme

Wenn der entsprechende Betriebsplan vom LBEG zugelassen wurde, starten Sie den Betrieb Ihrer Geothermieanlage. Erfahrungen zeigen, dass vor einem kontinuierlichen, stabilen Anlagenbetrieb eine zum Teil mehrere Monate dauernde Inbetriebnahmephase erforderlich ist, während derer verschiedene Anlagenparameter justiert werden müssen. Während dieser Zeit muss die Anlage in der Regel noch mehrmals zeitweise abgeschaltet werden. Bereits während der Inbetriebnahme ist durch ein geeignetes Monitoring der Förder- und Anlagenparameter (Fördermenge, Fördertemperatur, chemische Zusammensetzung des Fluids, Kopfdruck usw.) zu belegen, dass die Bestimmungen des Betriebsplanes eingehalten werden.

Betrieb

Zeigt Ihre Anlage ein stabiles Verhalten, dann gehen Sie in den kontinuierlichen Dauerbetrieb über. Während des Anlagenbetriebes ist durch ein geeignetes Monitoring der Förder- und Anlagenparameter (siehe Anlage C) und durch regelmäßige Berichterstattung zu belegen, dass die Bestimmungen des Betriebsplanes und die Vereinbarungen des Arbeitsprogrammes eingehalten werden.

5. Literatur

Primärtext

STOBER, I., FRITZER, T., OBST, K., AGEMAR, T. & SCHULZ, R. (2016). Tiefe Geothermie - Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland. – 4. überarb. Aufl., 87 S., Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG); Hannover.

Weiterführende Links

LEIBNIZ-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOPHYSIK: GeotIS – Geothermisches Informationssystem, <www.geotis.de>.

STAATLICHE GEOLOGISCHE DIENSTE DEUTSCHLANDS: Internetseiten der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands, <www.in-fogeo.de>.

Gesetze, Verordnungen, Normen

BERGVERORDNUNG FÜR ALLE BERGBAULICHEN BE- REICHE (ABBERGV): Allgemeine Bundesberg- verordnung vom 23. Oktober 1995 (BGBl. I: 1466), die zuletzt durch Artikel 4 der Verord- nung vom 18. Oktober 2017 (BGBl. I: 3584) geändert worden ist. – <<https://www.gesetze- im-internet.de/abbergv/BJNR146600995.html>>.

BERGVERORDNUNG FÜR TIEFBOHRUNGEN, UNTER- GRUNDSPEICHER UND FÜR DIE GEWINNUNG VON BODENSCHÄTZEN DURCH BOHRUNGEN IM LAND NIEDERSACHSEN (BVOT): Tiefbohrverordnung vom 20.09.2006, Nds. MBl.: 887. – <[https://www.lbeg.niedersachsen.de/down- load/57493/Bergverordnung_fuer_Tiefboh- rungen_Untergrundspeicher_und_fuer_die_ Gewinnung_von_Bodenschaetzen_durch_ Bohrungen_im_Land_Niedersachsen_BVOT_.pdf](https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/57493/Bergverordnung_fuer_Tiefboh- rungen_Untergrundspeicher_und_fuer_die_ Gewinnung_von_Bodenschaetzen_durch_ Bohrungen_im_Land_Niedersachsen_BVOT_.pdf)>.

BUNDESBERGGESETZ (BBERGG) vom 13. August 1980 (BGBl. I: 1310), das zuletzt durch Arti- kel 1 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I: 1760) geändert worden ist. – <<https://www.gesetze-im-internet.de/bbergg/ BJNR013100980.html>>.

BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (BNATSchG): Ge- setz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I: 2542), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I: 2020) geändert worden ist. –

<https://www.gesetze-im-internet.de/bnat schg_2009/BJNR254210009.html>.

DIN EN 1998 TEIL 1: Nationaler Anhang - Nation- al festgelegte Parameter - Eurocode 8: Aus- legung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau – Ausgabedatum 2011-01, 31 S.; Berlin (Beuth).

ERNEUERBARE ENERGIEN GESETZ: Informations- portal Erneuerbare Energien. – Bundesminis- terium für Wirtschaft und Energie, <<https:// www.erneuerbare-energien.de/EE/Redak- tion/DE/Dossier/eeg.html>>.

GEOLOGIEDATENGESETZ (GEOLDG): Gesetz zur staatlichen geologischen Landesaufnahme sowie zur Übermittlung, Sicherung und öf- fentlichen Bereitstellung geologischer Daten und zur Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben vom 19. Juni 2020 (BGBl. I: 1387) – <<https:// www.gesetze-im-internet.de/geoldg/BJNR 138700020.html>>.

GESETZ ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITS- PRÜFUNG (UVPg) in der Fassung der Be- kanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I: 540). – <<https://www.gesetze-im-internet.de/ uvpg/BJNR102050990.html>>.

NIEDERSÄCHSISCHE BAUORDNUNG (NBAUO) vom 3. April 2012, mehrfach geändert, § 73a ein- gefügt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10.11.2020 (Nds. GVBl.: 384). – <<https:// www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink& query=BauO+ND&psml=bsvorisprod.psml& max=true&aiz=true>>.

NIEDERSÄCHSISCHES WASSERGESETZ (NWG) vom 19. Februar 2010, Anlage 2 neu gefasst durch Artikel 10 des Gesetzes vom 10.12.2020 (Nds. GVBl.: 477). – <<https:// www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink& query=WasG+ND&psml=bsvorisprod.psml& max=true&aiz=true>>.

NIEDERSÄCHSISCHES AUSFÜHRUNGSGESETZ ZUM BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (NAGBNAT- SchG) vom 19. Februar 2010, mehrfach ge- ändert; §§ 1a, 2a, 2b, 5, 13a und 25a ein- gefügt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11.11.2020 (GVBl.: 451). – <<https://www.nds -voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=BNat SchGAG+ND&psml=bsvorisprod.psml&max =true&aiz=true>>.

VERORDNUNG ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG BERGBAULICHER VORHABEN (UVP-V BERGBAU) vom 13. Juli 1990 (BGBl. I: 1420), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 8. November 2019 (BGBl. I: 1581) geändert worden ist. – <https://www.gesetze-im-internet.de/uvpbergbv/BJNR014200990.html>.

WASSERHAUSHALTSGESETZ (WHG): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009 (BGBl. I: 2585), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Juni 2021 (BGBl. I: 1699) geändert worden ist – https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/BJNR258510009.html.

Anhang A – Ergänzende Empfehlungen zur Beantragung einer Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme

A1 – Einführung

Der *Runderlass des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* gibt allgemeine Hinweise zur Beantragung von bergrechtlichen Erlaubnissen zur Aufsuchung bergfreier Bodenschätze in Niedersachsen. Im Folgenden finden Sie ergänzende Empfehlungen mit konkretem Bezug zur Aufsuchung von Erdwärme. Diese richten sich an Antragsteller und genehmigende Stellen. Sie umfassen nur einen Teil der Antragserfordernisse, für den solche Konkretisierungen besonders notwendig erschienen. Bezüglich weiterer Erfordernisse und des Gesamtumfangs der erforderlichen Antragsunterlagen ist die oben genannte Richtlinie zu beachten.

Die folgenden Empfehlungen betreffen:

- die Erstellung von Arbeitsprogrammen für Erlaubnisse zur Aufsuchung von Erdwärme,
- die Bemessung von Erlaubnisfeldern zur Aufsuchung von Erdwärme und
- die jährliche Berichterstattung über Erlaubnisse zur Aufsuchung von Erdwärme.

Zum grundsätzlichen Verständnis finden sich am Ende dieses Anhangs einige Betrachtungen zu den angestrebten Ergebnissen der Aufsuchung.

A2 – Empfehlungen zur Erstellung von Arbeitsprogrammen für Erlaubnisse zur Aufsuchung von Erdwärme

Es wird empfohlen, Arbeitsprogramme für Erlaubnisse zur Aufsuchung von Erdwärme nach folgenden Kriterien zu erstellen:

1. Das Arbeitsprogramm ist vom Antragsteller vorzuschlagen.
2. Das Arbeitsprogramm sollte die vorgesehenen Aufsuchungsarbeiten mit den dafür erwarteten Kosten tabellarisch nach Erlaubnisjahren gruppiert enthalten.

Tab. A1: Tabellarische Aufstellung zum Arbeitsprogramm.

Erlaubnis-jahr	Aufsuchungs-arbeiten	Gesamtkosten pro Jahr
1		
2		
...		

3. Das Arbeitsprogramm kann folgende Aufsuchungsarbeiten enthalten:
 - a. Beschaffung, Aufbereitung (z. B. Digitalisierung), ggf. Reprozessierung und Neuinterpretation vorhandener Daten aus früheren Arbeiten unten beschriebener Art,
 - b. Erstellung eines geologischen 3D-Modells aufgrund vorhandener Daten,
 - c. Planung, Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Interpretation der Erkundung von Analogaufschlüssen,
 - d. Planung, Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Interpretation von 2D- oder 3D-seismischen Messungen,
 - e. Planung, Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Interpretation nicht seismischer geophysikalischer oder geochemischer Feldmessungen,
 - f. Aktualisierung des geologischen 3D-Modells durch Einbeziehung der Vorerkundungsergebnisse bzw. Erstellung eines geologischen 3D-Modells aufgrund von Vorerkundungsergebnissen und ggf. weiteren verfügbaren Daten,
 - g. Bohrungsplanung,
 - h. Bohrplatzeinrichtung,
 - i. Abteufen von Bohrungen,
 - j. geophysikalische Bohrlochmessungen, Well-Logging,
 - k. Entnahme und Untersuchung von Gesteinsproben (z. B. Bohrkerne oder Spülproben) aus einer Bohrung,
 - l. Geophonversenk- und vertikale seismische Profilmessungen (VSP),
 - m. chemische oder hydraulische Stimulationsmaßnahmen, gegebenenfalls einschließlich Simulationsrechnungen zur Rissausbreitung sowie Monitoring mit seismischen oder Neigungsmessungen zur Rissortung,
 - n. Temperaturmessungen in einer Bohrung,
 - o. Hydraulische Bohrlochtests,

- p. Entnahme und Analyse von Fluid- oder Gasproben aus einer Bohrung,
 - q. Bewertung der Bohrung hinsichtlich der Gewinnbarkeit von Erdwärme (Bohrungsergebnis),
 - r. Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation von Zirkulationstests, ggf. einschließlich Tracerversuche,
 - s. Aktualisierung des geologischen 3D-Modells durch Einbeziehung der Bohrungsergebnisse,
 - t. Reservoirsimulation mit Förderprognose und Prognose der druck- und temperaturbeeinflussten Bereiche um die Bohrungen des geplanten Erdwärmebetriebs.
4. Ein Arbeitsprogramm, das keine Aufsuchungsarbeiten enthält, die üblicherweise nur im Rahmen eines Aufsuchungsbetriebes mit zum Durchführungszeitpunkt zugelassenem Betriebsplan erfolgen können (z. B. eine seismische Messung oder eine Bohrung), sollte i. d. R. nicht als ausreichend für eine längerfristige Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme zu gewerblichen Zwecken betrachtet werden.
 5. Ein Arbeitsprogramm, das keine Aufsuchungsarbeiten enthält, die üblicherweise nur im Rahmen eines Aufsuchungsbetriebes mit zum Durchführungszeitpunkt zugelassenem Betriebsplan erfolgen können, sollte höchstens dann als ausreichend für eine kürzerfristige Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme zu gewerblichen Zwecken betrachtet werden, wenn es die Reprozessierung seismischer Daten umfasst und dafür finanzielle Investitionen in relevanter Höhe vorsieht. In diesem Fall sollte eine Erlaubnisdauer von zwei Jahren i. d. R. ausreichend sein.
 6. Ein Arbeitsprogramm, das keine Aufsuchungsarbeiten enthält, die üblicherweise nur im Rahmen eines Aufsuchungsbetriebes mit zum Durchführungszeitpunkt zugelassenem Betriebsplan erfolgen können, kann als ausreichend für die Verlängerung einer Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme zu gewerblichen Zwecken betrachtet werden, wenn bei der vorangegangenen Aufsuchung im Rahmen dieser Erlaubnis betriebsplanpflichtige Aufsuchungsarbeiten durchgeführt wurden.
 7. Soll das Arbeitsprogramm ausreichend für die unmittelbar anschließende Beantragung einer Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme sein, so muss es in der Regel zu den unter A5 aufgelisteten Aufsuchungszielen führen.
 8. Folgende Tätigkeiten sollten nicht als arbeitsprogrammrelevant betrachtet werden und dürfen dann i. d. R. nicht zu einer Unterbrechung der Aufsuchungsarbeiten von mehr als einem Jahr führen:
 - a. Erstellung oder Aktualisierung einer Machbarkeitsanalyse aufgrund eines geologischen 3D-Modells,
 - b. Erstellung oder Aktualisierung einer POS-Studie aufgrund eines geologischen 3D-Modells,
 - c. Klärung der Nutzbarkeit des Grundstücks für Bohrungen und spätere Wärmegewinnung,
 - d. Akquise finanzieller Mittel zur Durchführung des Projektes,
 - e. Öffentlichkeitsarbeit,
 - f. Vermarktung der Wärme bzw. des Stroms, die gewonnen werden sollen.
 9. Die technische Leistungsfähigkeit des Antragsstellers zur Durchführung des Arbeitsprogrammes sollte i. S. d. *Runderlasses des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* nachgewiesen sein, oder es sollten entsprechende Kooperationsverträge mit bzw. Absichtserklärungen von Partnern vorliegen, deren technische Leistungsfähigkeit zur Durchführung des Arbeitsprogrammes entsprechend nachgewiesen ist.
 10. Die Dauer der Erlaubnis ist vom Antragsteller vorzuschlagen. Sie muss dem Arbeitsprogramm entsprechen, wobei die vorgesehenen Zeiträume für die einzelnen Aufsuchungsarbeiten des Programmes angemessen sein müssen, und darf fünf Jahre nicht überschreiten. Es besteht die Möglichkeit, Erlaubnisse zu verlängern. Auch für die Verlängerung ist ein geeignetes Arbeitsprogramm vorzulegen. (siehe dazu auch *Runderlass des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz*).

A3 – Empfehlungen zur Bemessung von Erlaubnisfeldern zur Aufsuchung von Erdwärme

Es wird empfohlen, Erlaubnisfelder zur Aufsuchung von Erdwärme nach folgenden Kriterien zu bemessen:

1. Die Fläche des Erlaubnisfeldes ist vom Antragsteller vorzuschlagen.
2. Gemäß § 4 Abs. 7 BBERGG muss das Erlaubnisfeld an der Erdoberfläche von geraden Linien begrenzt sein, soweit nicht die Grenzen des Geltungsbereiches des BUNDESBERGGESETZES einen anderen Verlauf erfordern.
3. Das Erlaubnisfeld ist so festzulegen, dass im Rahmen des vorgesehenen Arbeitsprogramms im Wesentlichen die gesamte Fläche untersucht werden kann. Dies sollte in einer Kartendarstellung veranschaulicht werden, die insbesondere vorhandene Seismikmessungen und Bohrungen zeigt, die voraussichtlich ausgewertet werden sollen, und voraussichtlich im Rahmen der Aufsuchung vorgesehene Seismikmessungen und Bohrungen skizziert. Die in der Karte dargestellten Tätigkeiten müssen durch das Arbeitsprogramm und die dazugehörigen Glaubhaftmachungen der finanziellen Leistungsfähigkeit abgedeckt sein.
4. Für die Darstellung des Erlaubnisfeldes sind die Vorgaben des *Runderlasses des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* einzuhalten.

A4 – Empfehlungen zur jährlichen Berichterstattung über Erlaubnisse zur Aufsuchung von Erdwärme

Inhaber einer Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme müssen dem LBEG jährlich in einer zusammengefassten Darstellung über Verlauf und Ergebnisse der Aufsuchungsarbeiten Bericht erstatten. Diese Berichterstattung beinhaltet einen schriftlichen Jahresbericht, aufgrund dessen über die Notwendigkeit einer Jahresbesprechung mit Präsentation entschieden wird. Solange pro Jahresbericht nur über eine Erlaubnis berichtet wird, kann der Bericht formlos abgefasst werden. Er sollte jedoch mindestens folgendes enthalten:

1. Angaben zum Erlaubnisinhaber,
2. Bezeichnung des Feldes mit Aktenzeichen und Feldname,
3. Erlaubnisfrist (= Ablaufdatum der Erlaubnis),
4. Gesamtfläche (= Bruttofläche) des Erlaubnisfeldes in km²,
5. ggf. Bewilligungsfeldflächen in km²,
6. ggf. Konsortialpartner mit den jeweils anteiligen Konsortialverhältnissen in % und km²,
7. vollständiges zuletzt genehmigtes Arbeitsprogramm in der oben angegebenen tabellarischen Form,
8. Tätigkeitsbericht über die Aufsuchungsarbeiten im Berichtsjahr (bei 2D-seismischen Messungen sind die Profilstrecken in [km], bei 3D-seismischen Messungen die Messgebiete in km² und bei Bohrungen die neu erbohrten Strecken in m anzugeben),
9. ggf. Gründe für Abweichungen von dem für das Berichtsjahr vorgesehenen Arbeitsprogramm (die Erläuterungen an dieser Stelle sind zwingend und müssen aussagekräftig sein),
10. Ausblick auf die geplanten Tätigkeiten im laufenden Jahr.

Zur Jahresbesprechung wird vom LBEG nach Bedarf eingeladen. Sie hat das Ziel, die Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten des Vorjahres, aber auch die geplanten Tätigkeiten des aktuellen Jahres geowissenschaftlich, bergtechnisch und bergrechtlich zu erörtern und im Sinne der Rohstoffpolitik der jeweiligen Länder zu steuern. Der Erlaubnisinhaber hat den aktuellen Stand der Aufsuchungstätigkeiten und die weitere Planung in einer Präsentation darzustellen.

A5 – Angestrebte Ergebnisse der Aufsuchung

Als generelle Aufsuchungsziele gelten in Anlehnung an § 4 Abs. 1 BBERGG die Entdeckung und die Feststellung der Ausdehnung eines Bodenschatzes. Entdeckung bedeutet, bezogen auf Erdwärme, die Erschließung einer geeigneten Zielformation für ein offenes tiefeingeother-

misches System oder einer geeigneten Zielstrecke für ein geschlossenes tiefengeothermisches System mittels Bohrung, einschließlich eines entsprechenden Nachweises der Gewinnbarkeit von Erdwärme. Ausdehnung bedeutet, bezogen auf Erdwärme, die durch einen Gewinnungsbetrieb maßgeblich temperatur- oder druckbeeinflussten Untergrundbereiche. Im Rahmen der Aufsuchung, d. h. vor Beginn des Gewinnungsbetriebes, kann deren Feststellung grundsätzlich nur als Prognose erfolgen. Diese Prognose ist i. d. R. durch eine Reservoirsimulation zu ermitteln. Da die gesuchten beeinflussten Untergrundbereiche vom Gewinnungsbetrieb abhängen, ergibt sich dabei immer eine Kombination aus der Prognose des Gewinnungsbetriebs und der entsprechenden temperatur- oder druckbeeinflussten Untergrundbereiche.

Welche Kriterien diese Aufsuchungsergebnisse erfüllen sollten, um als Grundlage für die Beantragung einer Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme dienen zu können, ist in Anhang C beschrieben. Zusammenfassend müssen für die Beantragung einer solchen Bewilligung i. d. R. folgende Ergebnisse vorliegen:

- Bohrungen mit daraus gewonnenen Daten und entsprechendem Nachweis der Gewinnbarkeit von Erdwärme durch Zirkulations- bzw. Betriebstests nach den unter C2 beschriebenen Kriterien sowie
- eine Reservoirsimulation mit Prognose des Gewinnungsbetriebs und der entsprechenden temperatur- oder druckbeeinflussten Untergrundbereiche³, die die unter C3, Punkt 2 beschriebenen Kriterien erfüllt und die unter C3, Punkt 3b beschriebenen Ergebnisse liefert.

³ In Ihrer Aussage hinsichtlich der Ausdehnung des Erdwärmenvorkommens entspricht diese Prognose der Aussage

einer Strukturkarte bei der Beschreibung strukturell begrenzter Lagerstätten materieller Bodenschätze.

Anhang B – Checkliste für die Erstellung von Machbarkeitsstudien für Tiefengeothermie-Projekte

Die folgende Checkliste richtet sich in erster Linie an Fachleute und Fachbüros, die entsprechende Studien erstellen. Sie kann jedoch auch Auftraggebern und Fördermittelgebern als Grundlage für eine Qualitätskontrolle hinsichtlich der inhaltlichen Vollständigkeit dienen. Machbarkeitsstudien müssen hohen Qualitätsanforderungen genügen. Insbesondere für die Vergabe öffentlicher Fördermittel für Machbarkeitsstudien sollten Qualitätskriterien aufgestellt

werden, die eine optimale Verwendung der Mittel befördern. Vor allem müssen die Themen enthalten sein, die notwendig sind, um die Erfolgsaussichten und Risiken des geplanten Projektes in fachlicher und wirtschaftlicher Sicht bewertbar zu machen. Die folgende Checkliste soll inhaltliche Qualitätskriterien hierfür definieren und als Hilfestellung dienen, diese einzuhalten. Dazu wird empfohlen, sie im Sinne einer Untergliederung zu verwenden und mindestens die darin beschriebenen Inhalte vorzusehen. Sollten zu einem Punkt keine entsprechenden Daten bzw. kein entsprechendes Material verfügbar sein, so empfiehlt es sich, dies durch eine Fehlanzeige im entsprechenden Abschnitt auszurücken und zu erläutern. Das Einfügen weiterer Unterkapitel kann in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten u. U. sinnvoll sein.

1. Einführung

- Darstellung der Veranlassung der Studie und der Vorgeschichte des Projektes, einschließlich Benennung existierender Studien
- Benennung der Projektträger und Projektpartner

2. Geographischer Überblick

- Definition und Beschreibung des Zielgebietes, einschließlich Kartendarstellung
- Beschreibung der vorhandenen Infrastruktur, ggf. einschließlich Kartendarstellung(en)
- Hinweis auf eigene und andere möglicherweise relevante Bergbauberechtigungen im Zielgebiet, einschließlich Kartendarstellung
- Hinweis auf eventuell relevante Schutzgebiete im Zielgebiet, einschließlich Kartendarstellung
- Hinweise auf mögliche Nutzungskonflikte

3. Recherche und Auswertung bekannter Daten

3.1. Literaturrecherche

- Auflistung und ausführliche Diskussion der vollständigen bekannten Literatur zu den relevanten geologischen und petrophysikalischen Eigenschaften des Untergrundes im Projektgebiet und – soweit ggf. übertragbar – in angrenzenden Gebieten
- Auflistung und ausführliche Diskussion bekannter Temperaturdaten, -karten und -modelle des Untergrundes im Projektgebiet

3.2. Recherche und Auswertung von Bohrungsdaten aus Tiefbohrungen in der Umgebung des Projektstandortes

3.2.1. Schichtenverzeichnisse der Tiefbohrungen

- Auflistung aller relevanten Bohrungen, aus denen Schichtenverzeichnisse vorhanden sind, mit Nennung der Bohrungseigentümer und aller Bohrungen, aus denen Schichtenverzeichnisse beschafft wurden, mit Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso vorhandene Schichtenverzeichnisse aus bestehenden Bohrungen nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Schichtenverzeichnisse, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- Darstellung der Daten in geeigneter Form
- Diskussion der Schichtenverzeichnisse und Neubewertung, falls erforderlich (z. B. Anpassung an aktuelle stratigraphische Gliederung, Darstellung von Unsicherheiten, sofern möglich Abgleich mit den Ergebnissen der Neubewertung der geophysikalischen Bohrlochmessungen aus Abschnitt 3.2.2 etc.)

3.2.2. Geophysikalische Bohrlochmessungen aus Tiefbohrungen

- Auflistung aller relevanten Bohrungen, aus denen geophysikalische Bohrlochmessungen vorhanden sind, mit Nennung der Bohrungseigentümer und aller Bohrungen, aus denen geophysikalische Bohrlochmessungen beschafft wurden, mit Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso vorhandene geophysikalische Bohrlochmessungen aus bestehenden Bohrungen nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der geophysikalischen Bohrlochmessungen, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- Beschreibung der Prozessierung der geophysikalischen Bohrlochmessungen, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde
- Darstellung der Daten in geeigneter Form
- Diskussion und Neubewertung, insbesondere hinsichtlich Lithologie, Stratigraphie, ggf. Sedimentologie, petrophysikalischer Eigenschaften und Fluidinhalt

3.2.3. Temperaturmessungen aus Tiefbohrungen

- Auflistung aller relevanten Bohrungen, aus denen Temperaturmessungen vorhanden sind, mit Nennung der Bohrungseigentümer und Auflistung aller Bohrungen, aus denen Temperaturmessungen beschafft wurden, mit Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso vorhandene Temperaturmessungen aus bestehenden Bohrungen nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Temperaturmessungen, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- Beschreibung rechnerischer Korrekturen der Bohrlochtemperaturdaten, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- Neubewertung der Temperaturdaten einschließlich Abgleich der bekannten regionalen Temperaturmodelle aus Abschnitt 3.1 mit den aufbereiteten Bohrlochtemperaturen und Diskussion der Unsicherheiten

3.2.4. Daten aus Bohrkernen

- Auflistung aller relevanten Bohrungen, aus denen Bohrkerndaten vorhanden sind, mit Nennung der Bohrungseigentümer und Auflistung aller Bohrungen, aus denen Bohrkerndaten beschafft wurden, mit Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso vorhandene Bohrkerndaten aus bestehenden Bohrungen nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Bohrkerndaten, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- ggf. Beschreibung ergänzender Datenerhebungen (z. B. sedimentologische Kernaufnahme, Messungen/Untersuchungen an Kernmaterial)
- Diskussion und Neubewertung vorhandener und neu erhobener Daten, insbesondere hinsichtlich petrographischer, geochemischer und petrophysikalischer Eigenschaften sowie ggf. der Sedimentologie

3.2.5. Fluidanalysen aus Tiefbohrungen

- Auflistung aller relevanten Bohrungen, aus denen Fluidanalysen vorhanden sind, mit Nennung der Bohrungseigentümer und aller Bohrungen, aus denen Fluidanalysen beschafft wurden, mit Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso vorhandene Fluidanalysen aus bestehenden Bohrungen nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Fluidanalysen, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- Darstellung und Beschreibung der Daten in geeigneter Form
- Diskussion und Neubewertung der Fluidanalysen, insbesondere hinsichtlich der Risiken von Korrosion und Ausfällungen in der technischen Anlage bzw. im geologischen Zielhorizont während des geplanten Anlagenbetriebs sowie hinsichtlich gesundheitsgefährdender und radioaktiver Inhaltsstoffe

3.2.6. Hydraulische Testmessungen und ggf. Produktionsdaten aus Tiefbohrungen

- Auflistung aller relevanten Bohrungen, aus denen hydraulische Testmessungen oder Produktionsdaten vorhanden sind, mit Nennung der Bohrungseigentümer und aller Bohrungen, aus denen hydraulische Testmessungen oder Produktionsdaten beschafft wurden, mit Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso vorhandene hydraulische Testmessungen oder Produktionsdaten aus bestehenden Bohrungen nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der hydraulischen Testmessungen oder Produktionsdaten, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- Darstellung und Beschreibung der Daten in geeigneter Form
- ggf. (Neu-)Auswertung der hydraulischen Testdaten oder Produktionsdaten
- Diskussion und Neubewertung der Ergebnisse der hydraulischen Tests oder Produktionsdaten

3.3. Recherche und Auswertung von Daten aus flächenhafter geophysikalischer Erkundung

3.3.1. Seismik-Daten

- Lageplan aller bekannten Seismik-Linien und -Kampagnen im Projektgebiet
- Auflistung der beschafften Seismik-Sektionen (die beschafften Sektionen müssen im Lageplan kenntlich sein) mit Nennung der Dateneigentümer; Erläuterung der Art der Beschaffung sowie ggf. Begründung, wieso Sektionen aus vorhandenen Seismik-Linien nicht beschafft wurden
- Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Seismik-Daten, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden
- überblicksartige Kurzbeschreibung der Daten-Reprozessierung, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde, mit Beschreibung und Diskussion des Geschwindigkeitsmodells; ausführlicher Reprozessierungsbericht kann als Anlage beigelegt werden
- Neuinterpretation und Diskussion insbesondere hinsichtlich strukturellem Bau, Raumlage von Störungen, Stratigraphie, Diskordanzen sowie Mächtigkeit, Geometrie und seismischer Attribute potenzieller, seismisch fassbarer Zielhorizonte

ggf. weitere Abschnitte für Daten aus sonstigen geophysikalischen Feldmessungen, analog 3.3.1

- ggf. Darstellung von Auswahl, Beschaffung, Bearbeitung und Interpretation von Daten aus Gravimetrie-, Magnetik-, Magnetotellurik- oder anderen flächenhaften geophysikalischen Feldmessungen, Darstellung nach Möglichkeit analog zu Abschnitt 3.3.1, ggf. eigener Abschnitt für jede Messungsart

4. Geophysikalische Vorerkundung

4.1. Eigene Seismik-Messungen

4.1.1. Durchführung eigener Seismik-Messungen

- übersichtsartige Kurzbeschreibung der Feldmessungen mit Benennung der beteiligten Firmen und Beschreibung der verwendeten seismischen Quellen
- Lagepläne der gemessenen Linien sowie der Schuss- und Aufnahmepunkte
- ausführlicher Messbericht kann als Anlage beigelegt werden

4.1.2. Prozessierung der eigenen Seismik-Daten

- übersichtsartige Kurzbeschreibung der Daten-Prozessierung mit Beschreibung und Diskussion des verwendeten Geschwindigkeitsmodells
- Darstellung der wichtigsten resultierenden Sektionen in geeigneter Form
- ausführlicher Prozessierungsbericht kann als Anlage beigelegt werden

4.1.3. Interpretation der eigenen Seismik-Daten

- Interpretation der Ergebnisse, insbesondere hinsichtlich strukturellem Bau, Raumlage von Störungen, Stratigraphie, Diskordanzen sowie Mächtigkeit, Geometrie und seismischer Attribute potenzieller, seismisch fassbarer Zielhorizonte
- soweit möglich, grafische Darstellung der interpretierten Strukturen in den vorhandenen seismischen Sektionen

ggf. weitere Abschnitte für sonstige geophysikalische Feldmessungen, analog 4.1

- ggf. Darstellung der Durchführung von Gravimetrie-, Magnetik-, Magnetotellurik- oder anderen flächenhaften geophysikalischen Feldmessungen sowie Prozessierung und Interpretation der daraus gewonnenen Daten, Darstellung nach Möglichkeit analog zu Abschnitt 4.1, ggf. eigener Abschnitt für jede Messungsart

5. Geologisches 3D-Modell

5.1. Erstellung des geologischen 3D-Modells

- Nennung aller verwendeten Daten und Beschreibung zusätzlicher Annahmen zur Erstellung des geologischen 3D-Modells
- ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise und Methoden zur Erstellung des geologischen 3D-Modells

5.2. Darstellung und Beschreibung des geologischen 3D-Modells

- Darstellung eines geologischen 3D-Modells, das unter Einbeziehung der Daten aus den Abschnitten 3 und 4 insbesondere Aussagen zum strukturellen und stratigraphischen Bau, zu Mächtigkeit, lateraler Ausdehnung, Raumlage, lithologischen bzw. lithofaziellen und petrophysikalischen Eigenschaften einzelner potenzieller geologischer Zielhorizonte, zu Heterogenitäten im Maßstab dieser Zielhorizonte sowie zu Raumlage, Geometrie und hydraulischen Eigenschaften der Trennflächengefüge (Störungs-/Kluftsysteme) enthält, in geeigneter Form
- Ausführliche Beschreibung der wichtigsten Merkmale des geologischen 3D-Modells in Text- und Tabellenform, einschließlich der Quantifizierung der nutzungsrelevanten Kennwerte und der erwarteten Heterogenitäten

5.3. Diskussion des geologischen 3D-Modells

- Diskussion der Zuverlässigkeit und Unsicherheiten des Modells unter Berücksichtigung der Datenlage und der zugrunde gelegten Annahmen

6. Erschließungskonzepte

6.1. Darstellung möglicher geologischer Zielhorizonte und Erschließungstechnologien

- Benennung möglicher Zielhorizonte mit Bezug zum geologischen 3D-Modell und Empfehlung der für jeden genannten Horizont geeigneten Erschließungstechnologie(n) (z. B. Erdwärmesonde, hydrothermales System, Enhanced Geothermal System) mit Begründung
- Einschätzung der in den genannten möglichen Zielhorizonten erwarteten Temperaturen und quantitative Abschätzung der Unsicherheiten mit Bezug zur Datenlage
- bei Empfehlung offener Systeme Einschätzung der in den genannten möglichen Zielhorizonten erwarteten hydraulischen Eigenschaften und quantitative Abschätzung der Unsicherheiten mit Bezug zur Datenlage
- bei Empfehlung von EGS Einschätzung der in den genannten möglichen Zielhorizonten erwarteten geomechanischen Eigenschaften und quantitative Abschätzung der Unsicherheiten mit Bezug zur Datenlage

6.2. Bohr- und fördertechnisches Konzept

6.2.1. Generelles Aufschlusskonzept

- Empfehlung zu Anzahl, Ansatzpunkt und Verlauf der Bohrungen mit Begründung
- ggf. Empfehlung von Stimulationsmaßnahmen mit Begründung

6.2.2. Entwurf der bohrtechnischen Planung

- Empfehlungen zu Bohrlochverlauf und Bohrverfahren mit Begründung
- Entwurf eines Verrohrungsschemas mit Begründung
- Diskussion der Anforderungen an den Bohrplatz und die Bohranlage und Bewertung hinsichtlich technischer Machbarkeit
- Empfehlung eines Programmes für geophysikalische Bohrlochmessungen, Kernentnahmen und hydraulische Tests mit Begründungen
- Empfehlungen zum Bohrlochausbau mit Begründung

6.2.3. Förderkonzept⁴

- Empfehlungen zum Förderkonzept mit Festlegung von Förder- und Reinjektionsbohrung, Konzept zum Einsatz von Pumpen, vorgesehener Förderrate und ggf. vorgesehener Druckabsenkung für die vorgeschlagenen Erschließungsvarianten mit Begründung
- Diskussion der Anforderungen an geeignete Thermalwasserpumpen bei den oben beschriebenen Erschließungsvarianten und Bewertung hinsichtlich technischer Machbarkeit
- Diskussion der Zuverlässigkeit und Unsicherheiten des Förderkonzepts für die vorgeschlagenen Erschließungsvarianten unter Berücksichtigung des geologischen 3D-Modells und der zugrunde gelegten Annahmen
- Diskussion eventuell zu erwartender Korrosions- oder Ausfällungseffekte während des Anlagenbetriebs bei den vorgeschlagenen Erschließungskonzepten unter Berücksichtigung vorliegender Kenntnisse über den Thermalwasserchemismus, einschließlich Beschreibung möglicher Gegenmaßnahmen

7. Gewinnungskonzepte

7.1. Abschätzung der gewinnbaren Leistung

- Abschätzung der als Nominalfall erwarteten gewinnbaren thermischen und ggf. elektrischen Leistungen sowie der wahrscheinlich erwarteten jährlichen thermischen und ggf. elektrischen Energiegewinne zu Beginn der Förderung und im zeitlichen Verlauf des Anlagenbetriebes für alle vorgeschlagenen Erschließungskonzepte für folgende Modellrechnungen und Überlegungen unter Berücksichtigung vorliegender Kenntnisse über Untergrundtemperaturen und Transmissivitäten bzw. Transmissibilitäten, einschließlich einer Darstellung der verwendeten Kennwerte, Annahmen und Berechnungsmethode
- Abschätzung der im ungünstigsten Fall und bestenfalls erwarteten gewinnbaren thermischen und ggf. elektrischen Leistungen sowie der im ungünstigsten Fall und bestenfalls erwarteten jährlichen thermischen und ggf. elektrischen Energiegewinne sowie ggf. weiterer Szenarien zu Beginn der Förderung und im zeitlichen Verlauf des Anlagenbetriebes für alle vorgeschlagenen Erschließungskon-

⁴ Nur bei offenen Systemen (z. B. hydrothermale Systeme und EGS).

zepte unter Berücksichtigung vorliegender Kenntnisse über Untergrundtemperaturen und Transmissivitäten bzw. Transmissibilitäten, einschließlich einer Darstellung der verwendeten Kennwerte, Annahmen und Berechnungsmethode

7.2. Prognose der erwarteten Ausbreitung von Temperatur- und Druckänderung im Untergrund durch den Anlagenbetrieb

- Diskussion gekoppelter thermischer, hydraulischer, mechanischer und chemischer Prozesse (THMC-Prozesse), die durch den Anlagenbetrieb bei den vorgeschlagenen Erschließungskonzepten im Untergrund zu erwarten sind
- abschätzende Beschreibung der Ausdehnung der durch den Anlagenbetrieb thermisch und hydraulisch beeinflussten Untergrundbereiche während des gesamten Betriebszeitraums für die oben dargestellten Nominalszenarien der vorgeschlagenen Erschließungskonzepte, ggf. mit Bezug auf vergleichbare, bereits in Betrieb befindliche Anlagen

8. Wärmenutzungskonzepte

- Benennung voraussichtlicher Wärmeabnehmer und Beschreibung von deren Wärmebedarf, Auflistung vertraglicher oder vorvertraglicher Regelungen bzw. Absichtserklärungen (LOIs = letters of intent) voraussichtlicher Wärmeabnehmer
- Gegenüberstellung und Diskussion der abgeschätzten thermischen Energiegewinne des Nominalszenarios und des voraussichtlichen Wärmebedarfs auf der Abnehmerseite
- Diskussion der Anforderungen für eine möglichst effiziente Integration der gewonnenen Erdwärme in das vorhandene Wärmeversorgungskonzept, einschließlich Beschreibung der hierfür erforderlichen Maßnahmen (z. B. Umbau des Heizungssystems, Verwendung von Zusatzheizungen, Verwendung von Wärmepumpen)
- ggf. Empfehlungen für eine jahreszeitlich begrenzte oder ganzjährige Stromerzeugung

9. Konzepte zur Anlagenüberwachung

- Vorschlag von Messvorrichtungen zur Überwachung der Förderparameter
- Vorschlag von Messvorrichtungen zur Überwachung potenzieller Umweltauswirkungen, insbesondere induzierter Seismizität

10. Wirtschaftlichkeitsanalyse der möglichen Nutzungskonzepte

- insbesondere Abschätzung des Gesamtinvestitionsvolumens, der Gewinnschwelle, der Amortisationsdauer und der Projekttrendite
- bei offenen Systemen Angabe der aus wirtschaftlicher Sicht erforderlichen Mindestförderrate, der Absenkung des Wasserspiegels, d. h. der Differenz zwischen Ruhewasserspiegel und Wasserspiegel bei Pumpenbetrieb in Metern, bei der die erforderliche Mindestförderrate aus wirtschaftlicher Sicht erreicht werden muss, und der aus wirtschaftlicher Sicht erforderlichen Mindesttemperatur des gefördert Fluids, als Grundlage für eine eventuelle Quantifizierung des Fündigkeitsrisikos, z. B. im Rahmen einer POS-Studie bzw. für eine Versicherung des Fündigkeitsrisikos
- Vorschläge für die Finanzierung unter Berücksichtigung finanzieller Förderungs- und Versicherungsmöglichkeiten

11. Umweltauswirkungen

- projektspezifische Diskussion positiver (z. B. CO₂-Einsparung) Umweltauswirkungen im vorgesehenen Regelbetrieb und
- projektspezifische Diskussion absehbarer negativer (Lärmemission, Veränderung des Mikroklimas durch Abwärme, Flächeninanspruchnahme, visuelle Beeinträchtigung) Umweltauswirkungen im vorgesehenen Regelbetrieb, einschließlich möglicher Gegenmaßnahmen

12. Rechtliche Rahmenbedingungen

- Benennung relevanter Gesetzesgrundlagen
- Darstellung der notwendigen Berechtigungen und Genehmigungen und der zuständigen Behörden für das geplante Vorhaben

13. Zusammenfassende Risikobewertung

13.1. Bohr- bzw. Erschließungsrisiken

- Allgemeine Beschreibung und projektspezifische qualitative Diskussion, Definition siehe „Projektidee“

13.2. Fündigkeitsrisiko

- Allgemeine Beschreibung und projektspezifische, mindestens qualitative Diskussion, Definition siehe „Projektidee“

13.3. Betriebsrisiko

- Allgemeine Beschreibung und projektspezifische qualitative Diskussion, Definition siehe „Projektidee“

13.4. Marktrisiko

- Allgemeine Beschreibung und projektspezifische qualitative Diskussion, Definition siehe „Projektidee“

13.5. Umweltrisiko

- Allgemeine Beschreibung und projektspezifische qualitative Diskussion, Definition siehe „Projektidee“

14. Schlussfolgerungen

- Zusammenfassende Bewertung der untersuchten Nutzungskonzepte, insbesondere hinsichtlich ihrer Erfolgsaussichten
- Empfehlungen für das weitere Vorgehen

Anhang C – Ergänzende Empfehlungen zur Beantragung einer Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme

C1 – Einführung

Der *Runderlass des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* gibt allgemeine Hinweise zur Beantragung von bergrechtlichen Bewilligungen zur Gewinnung bergfreier Bodenschätze in Niedersachsen. Im Folgenden finden Sie ergänzende Empfehlungen mit konkretem Bezug zur Gewinnung von Erdwärme. Diese richten sich an Antragsteller und genehmigende Stellen. Sie umfassen nur einen Teil der Antragserfordernisse, für den solche Konkretisierungen besonders notwendig erschienen. Bezüglich weiterer Erfordernisse und des Gesamtumfangs der erforderlichen Antragsunterlagen ist die oben genannte Richtlinie zu beachten.

Die folgenden Empfehlungen betreffen

- den Nachweis der Gewinnbarkeit von Erdwärme nach Lage und Beschaffenheit,
- die Erstellung von Arbeitsprogrammen für Bewilligungen zur Gewinnung von Erdwärme,
- die Bemessung von Bewilligungsfeldern zur Gewinnung von Erdwärme und
- die jährliche Berichterstattung über Bewilligungen zur Gewinnung von Erdwärme.

C2 – Empfehlungen zum Nachweis der Gewinnbarkeit von Erdwärme nach Lage und Beschaffenheit

Die Gewinnbarkeit von Erdwärme nach Lage und Beschaffenheit mit einem **natürlichen hydrothermalen System** oder einem **hydrothermalen EGS** kann i. d. R. als nachgewiesen gelten, wenn nach Niederbringung und Ausbau aller Förder- und Reinjektionsbohrungen des geplanten geothermischen Systems und nach Durchführung aller erforderlicher Stimulationsmaßnahmen in diesen Bohrungen ein Zirkulationstest durchgeführt wurde, der den geplanten Anlagenbetrieb widerspiegelt, und folgende Ergebnisse dieses Tests vorgelegt werden:

1. Testbeschreibung mit geologischen Profilen aller beteiligten Bohrungen und Top- und Basistiefen der im Zirkulationstest und im späteren Betrieb für Förderung und Reinjektion verwendeten Tiefenintervalle,
2. Nachweis, dass beim geplanten Betrieb keine gegenseitige negative Beeinflussung der beteiligten Bohrungen zu erwarten ist; dazu sind die vorgesehenen Förderbohrungen i. d. R. zunächst ohne Reinjektion zu testen, während in den vorgesehenen Reinjektionsbohrungen mögliche Beeinflussungen gemessen werden,
3. technisch förderbare Wasser-/Soleraten in Abhängigkeit von der Druckabsenkung an den Förderbohrungen,
4. technisch injizierbare Wasser-/Soleraten in Abhängigkeit vom Injektionsdruck an den Reinjektionsbohrungen unter Berücksichtigung der zu erwartenden maximal zulässigen Injektionsdrücke,
5. Fördertemperaturen an den Förderbohrungen mit Beschreibung, wie diese ermittelt wurden,
6. chemische Zusammensetzung des geförderten Wassers / der geförderten Sole an den Förderbohrungen mit quantitativen Angaben zu den Konzentrationen bzw. Gehalten der darin enthaltenen Ionen, organischen Stoffe, radioaktiven Isotope und gelösten Gase mit Beschreibung, wie diese ermittelt wurden,
7. Diskussion der aufgrund der chemischen Zusammensetzung des geförderten Wassers / der geförderten Sole zu erwartenden Scaling- und Korrosionserscheinungen und der Maßnahmen, die zu Ihrer Vermeidung, Beseitigung und gegebenenfalls Entsorgung vorgesehen sind.

Die Gewinnbarkeit von Erdwärme nach Lage und Beschaffenheit mit einem **petrothermalen EGS** kann i. d. R. als nachgewiesen gelten, wenn nach Niederbringung und Ausbau aller Förder- und Reinjektionsbohrungen des geplanten geothermischen Systems und nach Durchführung aller erforderlicher Stimulationsmaßnahmen in diesen Bohrungen ein Zirkulationstest durchgeführt wird, der den geplanten Anlagenbetrieb widerspiegelt, und folgende Ergebnisse dieses Tests vorgelegt werden:

1. Testbeschreibung mit geologischen Profilen aller beteiligten Bohrungen und Top- und Basistiefen der im Zirkulationstest und im späteren Betrieb für Förderung und Reinjektion verwendeten Tiefenintervalle,
2. Nachweis, dass beim geplanten Betrieb keine gegenseitige negative Beeinflussung der beteiligten Bohrungen zu erwarten ist; dazu sind die vorgesehenen Förderbohrungen i. d. R. zunächst ohne Reinjektion zu testen, während in den vorgesehenen Reinjektionsbohrungen mögliche Beeinflussungen gemessen werden,
3. technisch förderbare Wasser-/Soleraten in Abhängigkeit von der Druckabsenkung an den Förderbohrungen,
4. technisch injizierbare Wasser-/Soleraten in Abhängigkeit vom Injektionsdruck an den Reinjektionsbohrungen unter Berücksichtigung der zu erwartenden maximal zulässigen Injektionsdrücke,
5. Fördertemperaturen an den Förderbohrungen mit Beschreibung, wie diese ermittelt wurden,
6. chemische Zusammensetzung des verwendeten Wärmeträgerfluids,
7. Diskussion zu erwartender chemischer Veränderungen des Wärmeträgermediums während des geplanten Anlagenbetriebs, insbesondere durch Lösungsprozesse im Untergrund, sowie der danach zu erwartenden Scaling- und Korrosionserscheinungen und der Maßnahmen, die zu Ihrer Vermeidung, Beseitigung und gegebenenfalls Entsorgung vorgesehen sind.

Die Gewinnbarkeit von Erdwärme nach Lage und Beschaffenheit mit einer **Tiefen Erdwärmesonde** kann i. d. R. als nachgewiesen gelten, wenn nach Niederbringung und Ausbau der Sondenbohrung Betriebstests durchgeführt wurden, die den geplanten Anlagenbetrieb widerspiegeln, und folgende Informationen vorgelegt werden:

1. durch vorangegangene Betriebstests belegte Aussagen zur prinzipiellen Funktionsfähigkeit (z. B. Umlauffähigkeit, Dichtigkeit) der Sonde,
2. Beschreibung der durchteuften Gesteinsschichten, die (positiv oder negativ) zum Wärmegewinn beitragen, einschließlich

- a. geologischem Bohrprofil,
 - b. Tiefen-Profil der Temperatur mit einer Beschreibung, wie dieses ermittelt wurde und
 - c. Tiefen-Profil der Wärmeleitfähigkeiten der durchteuften Gesteinseinheiten mit einer Beschreibung, wie diese ermittelt wurden,
3. Angabe der aufgrund vorangegangener Betriebstests und der Beschreibung der durchteuften Gesteinsschichten erwarteten Entzugsleistungen mit Beschreibung, wie diese ermittelt wurden.

C3 – Empfehlungen zur Erstellung von Arbeitsprogrammen für Bewilligungen zur Gewinnung von Erdwärme

Es wird empfohlen, Arbeitsprogramme für die Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme nach folgenden Kriterien zu erstellen:

1. Das Arbeitsprogramm ist vom Antragsteller vorzuschlagen.
2. Dem Arbeitsprogramm sollte eine Reservoirsimulation zugrunde liegen, die folgende Kriterien erfüllt:
 - a. Sie sollte von einem anerkannten Fachunternehmen bzw. einer anerkannten Fachinstitution nach einem anerkannten Verfahren berechnet werden und im Ergebnis plausibel sein.
 - b. Bei offenen geothermischen Systemen sollte eine thermisch-hydraulische Simulation durchgeführt werden. Im Einzelfall können auch eine thermisch-hydraulisch-chemische oder eine thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemische Simulation erforderlich sein. Bei tiefen Erdwärmesonden sollte eine thermische Simulation durchgeführt werden. Im Einzelfall kann auch eine thermisch-hydraulische Simulation erforderlich sein.
 - c. Das der Reservoirsimulation zugrundeliegende statische geologische Modell und die damit verknüpften hydraulischen und thermophysikalischen Parameter sollten, soweit möglich, auf den Mess- und Untersuchungsergebnissen der vorangegangenen Aufsuchung basieren und nur in begründeten Fällen von diesen abweichen.

- d. Die Fördertemperatur zu Beginn der Simulation sollte dem im Zirkulationstest/Betriebstest nachgewiesenen Wert entsprechen.
- e. Die für die Bemessung des Bewilligungsfeldes ausschlaggebenden Förderparameter können zum Zeitpunkt des Bewilligungsantrages nur mit großer Unsicherheit prognostiziert werden. Deshalb sollte in der der Bemessung dienenden Reservoirsimulation bezüglich Förderraten, Gesamtfördermengen, Injektionsraten, Gesamtinjektionsmengen, Druckabsenkungen in der Förderbohrung, Injektionsdrücken und Reinjektionstemperaturen ein Nominalszenario angenommen werden, das folgenden Kriterien entspricht:
- Die im Nominalszenario angenommenen Förderraten, Gesamtfördermengen, Injektionsraten, Gesamtinjektionsmengen, Druckabsenkungen in der Förderbohrung und Injektionsdrücke sind vom Antragsteller unter Berücksichtigung plausibler und sinnvoller Annahmen zur Wärmeverwertung im Sinne von Maximalprognosen festzulegen, die im Betrieb nicht überschritten werden dürfen. Die Bewilligung sollte dann im Betrieb keine Überschreitung dieser Raten ohne Genehmigung der zuständigen Bergbehörde erlauben.
 - Die im Nominalszenario angenommenen Förder- und Reinjektionsraten sollten die im Zirkulationstest/Betriebstest erzielten Werte zu keinem Zeitpunkt überschreiten.
 - Die im Nominalszenario angenommenen Reinjektionstemperaturen sind vom Antragsteller unter Berücksichtigung plausibler und sinnvoller Annahmen zur Wärmeverwertung im Sinne von Minimalprognosen festzulegen, die im Betrieb nicht unterschritten werden dürfen. Die Bewilligung sollte dann im Betrieb keine Unterschreitung dieser Reinjektionstemperaturen ohne Genehmigung der zuständigen Bergbehörde erlauben.
 - Die Plausibilität und Sinnhaftigkeit der für die Erstellung des Nominalszenarios verwendeten Annahmen zur Wär-

meerverwertung ist durch Nennung bestehender und geplanter Anlagen (Wärmenetze, Kraftwerke u. ä.) zur Wärmeverwertung, ggf. mit Zeitplan der geplanten Errichtung, zu belegen.

Das Nominalszenario dient in erster Linie als Grundlage für die Bemessung des Bewilligungsfeldes. Die tatsächlich zulässigen Förder- und Reinjektionsraten sowie Reinjektionstemperaturen werden später im Rahmen der Betriebsplanzulassung oder der wasserrechtlichen Erlaubnis festgelegt. Dabei kann es sich ergeben, dass der tatsächlich zulässige Wärmeentzug geringer ist, als im Nominalszenario angenommen.

- f. Die Simulation muss den gesamten geplanten Bewilligungszeitraum umfassen.
- g. Vorhersehbare Betriebsänderungen (z. B. zusätzliche Wärmetauscher, zusätzliche Bohrungen, Änderungen der Förderrate, Änderungen der Reinjektionstemperatur u. ä.) sind in der Reservoirsimulation zu berücksichtigen.
3. Das Arbeitsprogramm sollte folgende Inhalte umfassen:
- a. Schematische Beschreibung der technischen Anlagen in den Bohrungen und zwischen den Bohrungen bis zum Wärmetauscher, einschließlich vorhersehbarer Erweiterungen bzw. Änderungen im Laufe des Bewilligungszeitraums (z. B. zusätzliche Wärmetauscher, zusätzliche Bohrungen usw.); technische Details sind erst im Rahmen eines späteren Betriebsplanverfahrens erforderlich. Aus diesem Betriebsplanverfahren können sich Einschränkungen gegenüber dem geplanten Betrieb ergeben.
- b. Ergebnisse einer Reservoirsimulation, die die oben geforderten Kriterien erfüllt. Die Ergebnisse sollten alle im Rahmen der selben Simulation ermittelt worden sein und folgendes umfassen:
- i. Dokumentation der Reservoirsimulation, die ausreicht, um die oben geforderten Kriterien zu überprüfen; insbesondere müssen die Quellen aller Eingangsparameter der Simulation tabellarisch aufgelistet sein,
 - ii. Prognose der jährlichen Werte folgender Parameter, tabellarisch nach Kalenderjahren gruppiert:

- maximale Förderrate [l/s],
- Gesamtfördermenge [l],
- maximale Druckabsenkung in der Förderbohrung [bar],
- maximale Injektionsrate [l/s],
- Gesamtinjektionsmenge [l],
- maximaler Injektionsdruck [bar],
- mittlere Fördertemperatur [°C],
- minimale Reinjektionstemperatur [°C],
- insgesamt gewonnene geothermische Wärmeenergie [TWh],

sowie, falls Strom erzeugt wird:

- in Form von elektrischem Strom verwertete Energie [TWh],
- Eigenbedarf an elektrischer Energie für Pumpen [TWh],
- in Form von Wärme verwertete Energie [TWh].

Bei mehreren Förder- oder Injektionsbohrungen sind die entsprechenden Werte für jede Bohrung einzeln anzugeben. Bei tiefen Erdwärmesonden gilt die Zirkulationsrate als Förder- und Injektionsrate. Die maximale Druckabsenkung in der Förderbohrung und der maximale Injektionsdruck sind in diesem Fall nicht anzugeben.

iii. Prognose der maßgeblich temperatur- und druckbeeinflussten Bereiche, dargestellt in einer Karte mit folgenden Inhalten:

- Isolinien für eine Temperaturänderung von 1 Kelvin des prognostizierten Abkühlungsbereiches um die Reinjektionsbohrung bzw. tiefe Erdwärmesonde in aussagekräftigen Tiefenschritten,

sowie bei hydrothermalen Systemen und hydrothermalen EGS

- Isolinien für eine Druckänderung von +1 bar des prognostizierten hydraulisch beeinflussten Bereiches um die Reinjektionsbohrung in aussagekräftigen Tiefenschritten,
- Isolinien für eine Druckänderung von +0,1 bar des prognostizierten

hydraulisch beeinflussten Bereiches um die Reinjektionsbohrung in aussagekräftigen Tiefenschritten,

- Isolinien für eine Druckänderung von -1 bar des prognostizierten hydraulischen Absenktrichters um die Förderbohrung in aussagekräftigen Tiefenschritten und
- Isolinien für eine Druckänderung von -0,1 bar des prognostizierten hydraulischen Absenktrichters um die Förderbohrung in aussagekräftigen Tiefenschritten.

4. Es sollte ein Monitoringkonzept vorliegen, das die Überwachung aller unter 3 b ii genannten Parameter gewährleistet.

5. Die technische Leistungsfähigkeit des Antragsstellers zur Durchführung des Arbeitsprogrammes sollte i. S. d. *Runderlasses des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* nachgewiesen sein, oder es sollten entsprechende Kooperationsverträge mit bzw. Absichtserklärungen von Partnern vorliegen, deren technische Leistungsfähigkeit zur Durchführung des Arbeitsprogrammes entsprechend nachgewiesen ist.

6. Die Dauer der Bewilligung ist vom Antragsteller vorzuschlagen. Sie muss dem Arbeitsprogramm entsprechen und darf fünfzig Jahre nur in begründeten Fällen überschreiten (siehe auch *Runderlass des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz*).

C4 – Empfehlungen zur Bemessung von Bewilligungsfeldern zur Gewinnung von Erdwärme

Maßgeblich für die Bemessung von Bewilligungsfeldern zur Gewinnung von Erdwärme sind die Empfehlungen des Bund-Länder-Ausschusses Bergbau vom 02.05.2002. Die klare räumliche Eingrenzung einer genutzten Lagerstätte aufgrund der Kenntnis geologischer Strukturen und Strukturgrenzen ist bei der Gewinnung von Erdwärme in der Regel nicht möglich. Die Bemessung von Bewilligungsfeldern erfolgt deshalb, wie in dem oben genannten Dokument vorgegeben, je nach Anlagentyp aufgrund der prognostizierten maßgeblich temperatur- oder druckbeeinflussten Bereiche. Es wird empfohlen, Bewilligungsfelder zur Gewinnung von Erdwärme nach folgenden Kriterien zu bemessen:

1. Die Fläche des Bewilligungsfeldes ist vom Antragsteller vorzuschlagen.
2. Gemäß § 4 Abs. 7 BBERGG muss das Bewilligungsfeld an der Erdoberfläche von geraden Linien begrenzt sein, soweit nicht die Grenzen des Geltungsbereiches des Bundesberggesetzes einen anderen Verlauf erfordern.
3. In der Regel sollten als Bemessungskriterien gelten, dass der Anlagenbetrieb während der gesamten Bewilligungsdauer zu keinem Zeitpunkt
 - a. außerhalb der Feldesgrenzen eine Temperaturänderung von mehr als -1 Kelvinsowie bei hydrothermalen Systemen und hydrothermalen EGS zu keinem Zeitpunkt
 - b. außerhalb der Feldesgrenzen eine Druckänderung von mehr als ± 1 bar oder
 - c. an bestehenden Bohrungen zur Erdwärmegewinnung in benachbarten Feldern eine Druckänderung von mehr als $\pm 0,1$ bar erwarten lässt.
4. Die Fläche des Bewilligungsfeldes sollte i. d. R. nicht größer sein, als es die Bedingungen 2 und 3 erfordern.
5. Zum Beleg für die Bedingungen 2, 3 und 4 sind der Umriss des beantragten Bewilligungsfeldes und die Lage von Bohrungen

zur Erdwärmegewinnung in benachbarten Feldern in die oben beschriebene Isoliniendarstellung der in der Reservoirsimulation prognostizierten temperatur- und druckbeeinflussten Bereiche einzuzeichnen.

6. Sofern sich nach dem beschriebenen Vorgehen eine unverhältnismäßig große Feldesgröße ergibt, eine Nutzungskonkurrenz droht oder andere besondere Umstände es erfordern, sollte in Einzelfällen von den oben genannten Kriterien abgewichen werden.
7. Für die Darstellung des Bewilligungsfeldes sind die Vorgaben des *Runderlasses des Niedersächsischen Wirtschaftsministeriums zur Erteilung von Erlaubnissen und Bewilligungen nach dem Bundesberggesetz* einzuhalten.

Das beschriebene Vorgehen verhindert die gegenseitige Beeinträchtigung verschiedener Gewinnungsbetriebe so weitgehend wie möglich, kann sie jedoch aufgrund unvermeidlicher Unsicherheiten bei der Prognose der maßgeblich druck- und temperaturbeeinflussten Bereiche im Falle eng benachbarter Bewilligungen nicht mit absoluter Sicherheit ausschließen.

C5 – Empfehlungen zur jährlichen Berichterstattung über Bewilligungen zur Gewinnung von Erdwärme

Inhaber einer Bewilligung zur Gewinnung von Erdwärme sollten im Bescheid über die Erteilung dieser Bewilligung verpflichtet werden, dem LBEG jährlich in einer zusammengefassten Darstellung über Verlauf und Ergebnisse der Gewinnung Bericht zu erstatten und so die Einhaltung des vereinbarten Arbeitsprogrammes und der einzuhaltenden Betriebsparameter zu dokumentieren. Die regelmäßige Berichterstattung über die Gewinnungsaktivitäten ist erforderlich, um zu prüfen, inwieweit davon ausgegangen werden kann, dass der unterirdische Einflussbereich des tatsächlich erfolgten Wärmeentzugs der Bemessung der Bewilligung, die auf einer Prognose dieses Wärmeentzugs beruht, angemessen ist. Sofern in der Zukunft Förderabgaben auf die Gewinnung von Erdwärme erhoben werden sollten, dient die jährliche Berichterstattung auch als Grundlage für die Festlegung der Förderabgabe.

Die jährliche Berichterstattung besteht aus einem schriftlichen Jahresbericht. Die Gegenüberstellung von zuletzt genehmigtem Arbeitsprogramm und tatsächlich erfolgter Gewinnung für das Berichtsjahr sollte in der unten vorgegebenen tabellarischen Form erfolgen. Ansonsten kann der Bericht, solange nur über eine Bewilligung berichtet wird, formlos abgefasst werden. Er sollte jedoch mindestens Folgendes enthalten:

1. Angaben zum Bewilligungsinhaber,
2. Bezeichnung des Feldes mit Aktenzeichen und Feldname,
3. Bewilligungsfrist (= Ablaufdatum der Bewilligung),
4. Gesamtfläche des Bewilligungsfeldes in km²,
5. gegebenenfalls Konsortialpartner mit den jeweils anteiligen Konsortialverhältnissen in % und km²,
6. tabellarische Gegenüberstellung von zuletzt genehmigtem Arbeitsprogramm und tatsächlich erfolgter Gewinnung für das Berichtsjahr in Form von Tabelle C1 (bei mehreren Förder- oder Injektionsbohrungen ist für jede Bohrung eine eigene Tabelle auszufüllen),
7. gegebenenfalls Gründe für Abweichungen von dem für das Berichtsjahr vorgesehenen Arbeitsprogramm (die Erläuterungen an dieser Stelle sind zwingend und müssen aussagekräftig sein),
8. Ausblick auf die geplante Gewinnung im laufenden Jahr.

Tab. C1: Gegenüberstellung von zuletzt genehmigtem Arbeitsprogramm und tatsächlich erfolgter Gewinnung für das Berichtsjahr X.

	nach Nominalszenario aus dem genehmigten Arbeitsprogramm im Berichtsjahr vorgesehen	tatsächlich im Berichtsjahr durchgeführt bzw. erfasst
Änderungen an den technischen Anlagen, in den Bohrungen und zwischen den Bohrungen bis zum Wärmetauscher		
Änderungen in der Wärmeverwertung (z. B. bzgl. Einspeisung in Wärmenetze, Stromerzeugung usw.)		
maximale Förderrate [l/s]		
Gesamtfördermenge [l]		
maximale Druckabsenkung [bar]		
maximale Injektionsrate [l/s]		
Gesamtinjektionsmenge [l]		
maximale Injektionsdruck [bar]		
mittlere Fördertemperatur [°C]		
minimale Reinjektionstemperatur [°C]		
insgesamt gewonnene geothermische Wärmeenergie [TWh]		
sowie, falls Strom erzeugt wird		
in Form von elektrischem Strom verwertete Energie [TWh]		
Eigenbedarf an elektrischer Energie für Pumpen [TWh]		
in Form von Wärme verwertete Energie [TWh]		

Autorenschaft

- Dr. Wolfgang Wirth
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie,
Referat L 3.6 Energieressourcen, Geothermie,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.
- Dr. Robert Schöner
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie,
Referat L 2.4 Geologische Grundlagen,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.

ISSN 1864 – 7529