Berlin, 17. September 2025
Referatsleiter/in: Dr. Ute Hörrmann
Hausruf: 6605
Bearbeiter/in: Mario Hattemer
Hausruf: 3156

V E R M E R K

Betr.: FAQ Geothermie

Fragen zur Geothermie für die Wärmeversorgung

Was ist Tiefe Geothermie?

Neben der Oberflächennahen Geothermie, bei der die Erdwärme mit Wärmekollektoren und Wärmepumpen für Heizzwecke genutzt wird, kann die aus Tiefbohrungen erschlossene geothermische Energie bei ausreichend hohen Temperaturen direkt zur klimaschonenden Wärmeversorgung genutzt werden. Von Tiefer Geothermie wird üblicherweise bei Tiefen über 400 m gesprochen [1]. In Deutschland kommen bisher hydrothermale Systeme (hydrothermale Geothermie) zum Einsatz, bei denen Heißwasser-Vorkommen im tieferen Untergrund genutzt werden. Dabei wird das Wasser über mindestens eine Bohrung aus dem Untergrund gefördert die Wärme wird entzogen und genutzt und dann geht das Wasser, über mindestens eine weitere Bohrung in den Untergrund zurück. Die Wärme wird in Nah- oder Fernwärmenetze gespeist oder in Industrieprozessen genutzt.

Welche Vorteile hat Geothermie?

Erdwärme steht ganzjährig und verlässlich zur Verfügung, sie ist wetterunabhängig, krisensicher und quasi unerschöpflich. Sie ist eine CO2-freie, heimische Energie. Im Molassebecken des Alpenvorlands, im Oberrheingraben und im Norddeutschen Becken

. . .

sind hydrothermale Reservoire in einer Tiefe vorhanden, um wirtschaftlich Wärme zu nutzen. Die Technologien zur Nutzung der hydrothermalen Geothermie für die Wärmeversorgung sind sehr effizient.

Welche Erfahrungen bestehen mit der Technologie?

Die hydrothermale Geothermie ist eine erprobte Technologie. In Deutschland gibt es 41 Anlagen, davon 39 zur Wärmenutzung mit einer installierten Gesamtwärmeleistung von ~350 MW, die seit Jahren zuverlässig laufen [2]. Um den Ausbau der Tiefen Geothermie voranzutreiben, ist eine weitere Verbesserung der Marktreife der Technologie notwendig.

Wie wird die Sicherheit der Geothermie bewertet?

Die hydrothermale Geothermie ist eine erprobte und sichere Technologie, die natürlich im konkreten Projekt alle notwendigen Umwelt- und Sicherheitsstandards einhalten muss.

Umweltverträglichkeit

Wie jede Technologie stellt auch die Tiefe Geothermie einen Eingriff in die Umwelt dar. Im Vergleich zu konventionellen, nicht erneuerbaren Formen der Energiegewinnung ist dieser Eingriff jedoch klein. Zur Nutzung Tiefer Geothermie besteht nur ein geringer Flächenbedarf, das Landschaftsbild wird kaum beeinträchtigt. Es wird Tiefenwasser genutzt, welches durch geologische Barrieren vom Grundwasser getrennt ist.
Zur Vermeidung einer möglichen Grundwasserverunreinigung im Rahmen von hydraulischen Stimulationen liegen umfassende Regelwerke und technische Maßnahmenkataloge vor, die den Stand der Technik vorgeben. Eine Studie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe im Auftrag des Umweltbundesamts [3] kommt zu der Einschätzung: „Bei Einhaltung der bestehenden Vorschriften, Regelwerke sowie des Standes von Wissenschaft und Technik kann eine Beeinträchtigung von Grundwasser im Zusammenhang mit hydraulischen Stimulationen in der Tiefen Geothermie faktisch ausgeschlossen werden.“ Neben den technischen

. . .

Vorkehrungen wird der Grundwasserschutz bereits im Zuge des Genehmigungsverfahrens durch Fachbehörden sichergestellt.

Seismizität (lokale Erdbeben)

Bei der Erschließung oder dem Betrieb von Anlagen der Geothermie können vor allem in Gebieten mit natürlicher Seismizität induzierte, also durch menschliche Aktivitäten verursachte, seismische Ereignisse auftreten. Diese Seismizität ist mit empfindlichen Seismometern messbar und nur in Ausnahmen vom Menschen als schwach spürbare Erschütterungen, manchmal verbunden mit einem Geräusch, wahrnehmbar. Anders als bei tiefem Bergbau, wo große Mengen an Gestein aus dem Untergrund gewonnen werden, überträgt die Bohrtätigkeit selbst nicht genügend Energie, um nennenswerte seismische Ereignisse auszulösen. Im Betrieb geothermischer Anlagen gibt es inzwischen langjährige Erfahrungen. Durch gründliche geologische und seismische Vorplanung und Exploration sowie durch fachgerechte Planung und technische Ausführung der Bohrung sowie durch ein kontinuierliches Monitoring ist die induzierte Seismizität (mit Hilfe sogenannter Ampelsysteme) gut kontrollierbar. Dies zeigt auch ein Blick in die empirischen Daten, die für Deutschland keine bedenklichen geothermisch induzierten Ereignisse ausweisen: Eine Magnitude von 2,7 wurde bislang nicht überschritten [3].

Natürliche Radioaktivität

In den durch Tiefe Geothermie geförderten Fluiden sind auch natürliche radioaktive Stoffe enthalten. Die abgeschätzte obere Grenze der Strahlenexposition ist unbedenklich und liegt in der gleichen Größenordnung, wie die ohnehin vorhandene mittlere Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen. Eine Strahlenexposition für Anwohner sowie die Anlagenumgebung durch den Betrieb einer geothermischen Anlage kann folglich ausgeschlossen werden [4], [5].

Wer ist für die Genehmigung von Tiefengeothermieanlagen zuständig?

Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands haben eine gemeinsame "Checkliste" für eine geothermische Erschließung entwickelt. Der Leitfaden besteht entsprechend den bergrechtlichen Vorgaben für die verschiedenen Projektphasenaus einer Einführung und einer nicht abschließenden Auflistung der erforderlichen Angaben in den jeweiligen vorzulegenden Antragsunterlagen. Investoren für Geothermieanlagen wenden sich deshalb vor Beginn der Planung an den zuständigen Staatlichen Geologischen Dienst des Bundeslandes sowie die örtlich zuständige Landesbergbehörde. Die typischen bergrechtlichen Projektphasen lauten: "Antrag Erlaubnis", "Hauptbetriebsplan für die Aufsuchung", "Antrag Bewilligung", "Hauptbetriebsplan für die Gewinnung und Aufbereitung" und "Abschlussbetriebsplan“.

Worin liegt der Unterschied zwischen der hydraulischen Stimulation (Fracking) bei der Erschließung von Erdgas- und Erdöl Lagerstätten und zur Nutzung hydrothermaler Geothermie?

Grundsätzlich dient das Verfahren der hydraulischen Stimulation dazu, die hydraulische Durchlässigkeit eines Gesteins im Untergrund zu erhöhen. Dies geschieht, indem Flüssigkeiten unter hohem Druck mittels einer Bohrung in den tiefen Untergrund eingepresst werden. Im tiefen Untergrund können dabei bereits existierende Risse („Fractures“) im Gestein aufgeweitet und neue erzeugt werden. Trotz dieser Gemeinsamkeit unterscheiden sich beide Verfahren hinsichtlich folgender Aspekte.

- *Fracking zur **Öl- und Gasförderung*** ist eine Standardtechnologie in der Öl- und Gasindustrie. Sie wird in konventionellen als auch in so genannten unkonventionellen Lagerstätten zur Steigerung der Ergiebigkeit einer Bohrung eingesetzt. Bei Tightgas- und Schiefergaslagerstätten ist dies zwingend erforderlich, da deren Gesteine hydraulisch nahezu undurchlässig sind. In konventionellen Reservoiren wird nach heutigem Stand der Technik in der Regel eine Bohrung gerichtet bzw. horizontal abgelenkt und in der Zielformation über z.T. mehrere Kilometer weitergeführt, sodass ein möglichst großes Gesteinsvolumen mit einer

. . .

Bohrung erschlossen wird. Über das Bohrloch wird dann die Zielformation im tiefen Untergrund abschnittsweise hydraulisch gefrackt, in dem ein Fracfluid – in der Regel Wasser mit chemischen und mineralischen Zusätzen – über den Bohrstrang in die Zielformation im tiefen Untergrund gepresst wird. Der Einsatz dieser so genannten Stützmittel dient dazu, sich ansonsten schließende Risse offen zu halten. Über das so erzeugte Rissnetzwerk können dann die sich in der Zielformation befindlichen Kohlenwasserstoffe dem Bohrstrang zufließen und zutage gefördert werden.

In Deutschland wurde 1961 zum ersten Mal eine Kohlenwasserstoff-Bohrung hydraulisch stimuliert. In Niedersachsen, wo über 95% des inländischen Erdgases gefördert wird, wurden 327 hydraulische Stimulationen in 148 Bohrungen durchgeführt (Stand Ende 2011), vorwiegend in Tight-Gas Lagerstätten in dichten Sandsteinen in Tiefen von 3.000 bis 5.000 m. In Deutschland ist der Einsatz des Verfahrens in diesen Lagerstätten grundsätzlich erlaubt, wird aber seit einigen Jahren nicht mehr eingesetzt. Hingegen ist nach der Novellierung des Bundesberggesetzes (BbergG) und des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) im Jahr 2016 Fracking zur Erschließung von Lagerstätten in Schiefer-, Ton-, Mergel- und Kohleflözgestein bundesweit untersagt; von den gesetzlich maximal vier möglichen Pilotbohrungen zu wissenschaftlichen Zwecken wurde bisher keine realisiert.

- Bei der *hydraulischen Stimulation für* ***Geothermische Projekte*** werden vorrangig bereits existierende Risse im Gestein aufgeweitet, um die hydraulische Leitfähigkeit zu erhöhen. So werden typischerweise mit Hilfe großer Wassermengen ohne den Einsatz von Stützmitteln und weiteren Zusatzstoffen zwei oder mehr Bohrungen hydraulisch miteinander verbunden. Die Rissflächen dienen als unterirdische Wärmetauscher, über die dem Gestein Wärme entzogen werden kann. Zusätzlich werden bei einigen hydrothermalen Systemen chemische Stimulationen durchgeführt; vor allem in den Karbonatgesteinen des Süddeutschen Molassebeckens.

Wo sind weiterführende Informationen zu finden?

Bundesverband Geothermie
https://www.geothermie.de/geothermie/geothermische-technologien/tiefe-geothermie.html
Informationsportal Tiefe Geothermie
https://www.tiefegeothermie.de/
Geothermisches Informationssystem
https://www.geotis.de/
Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland
https://www.ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/documents/Roadmap%20Tiefe%20Geothermie%20in%20Deutschland%20FhG%20HGF%2002022022.pdf
Der Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. https://www.bveg.de/

Quellenangaben

[1] Verein Deutscher Ingenieure (VDI) [Hrsg.] (2010): Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Richtlinie 4640, Blatt 1; Düsseldorf
[2] https://www.geotis.de/geotisapp/templates/heatsumstatistic.php
[3] TEXTE 104/2015, Sachverständigengutachten UBA-FB 002242 (2015): Tiefe Geothermie – mögliche Umweltauswirkungen infolge hydraulischer und chemischer Stimulationen. http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/tiefe-geothermie-moegliche-umweltauswirkungen
[4] Bundesverband Geothermie (2016): Hintergrundpapier zum Umgang mit natürlicher Radioaktivität in Anlagen der Tiefen Geothermie.
https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Bibliothek/Downloads/Hintergrundpapiere/Hintergrundpapier_NORM_Radioaktivitaet-Tiefengeothermie.pdf
[5] Bundesamt für Strahlenschutz
https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/rueckstaende/tiefengeothermie/tiefengeothermie_node.html#:~:text=Strahlenexposition,R%C3%BCckst%C3%A4nde%20entsorgt%20oder%20verwertet%20werden