

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Geltungsbereich:

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Inhalt

Einleitung.....	2
1. Geltungsbereich des Steckbriefes Oberflächennahe Geothermie (EWS)	2
2. Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Standortbeurteilung	4
3. Standörtliche geologische und hydrogeologische Situation	5
4. Bohr- und Ausbauarbeiten; Bohrrisiken	7
5. Standörtliche geothermische Situation	8
6. Dimensionierung einer exemplarischen EWS-Anlage	9
7. Zusammenfassende Hinweise zum Genehmigungsverfahren.....	10

Anlagen

- 1 Schichtenverzeichnis HLNUG

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Einleitung

Zur Unterstützung privater und kommunaler Bauherren bei der Entscheidung für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmesonden (EWS) haben das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVW) im Jahr 2019 ein Projekt zur Erhebung geologischer und geothermischer Informationen und Daten ausgewählter Baugebiete initiiert. Das Projekt wird seit 2020 von der Landesenergieagentur Hessen (LEA) koordiniert.

Die Ergebnisse der Erhebungen werden vom HLNUG in Steckbriefen Oberflächennahe Geothermie (EWS) zusammengefasst und um Hinweise zur Bemessung exemplarischer EWS-Anlagen ergänzt.

Die Steckbriefe werden vom HLNUG unter folgendem Link zur Verfügung gestellt:

<https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie/oberflaechennahe-geothermie/projekt-ong-in-baugebieten>

Unter diesem Link sind auch die Kontaktpersonen des HLNUG aufgeführt, von denen bei Interesse weitere Unterlagen, z. B. der Bericht der Bohrfirma, der Bericht zum Thermal-Response-Test sowie Daten zur exemplarischen Dimensionierung einer EWS-Anlage mittels EED-Berechnung (Earth Energy Designer) angefordert werden können.

1. Geltungsbereich des Steckbriefes Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Die Erkundungsbohrung wurde vom 16.11.2021 bis 18.11.2021 an folgendem Bohrpunkt niedergebracht (Abb. 1):

Lage: TK 5221 Alsfeld, R 35 18 650, H 56 24 748, ca. 298 m ü. NN

Gemarkung Alsfeld, Flur 7, Flurstück 235

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

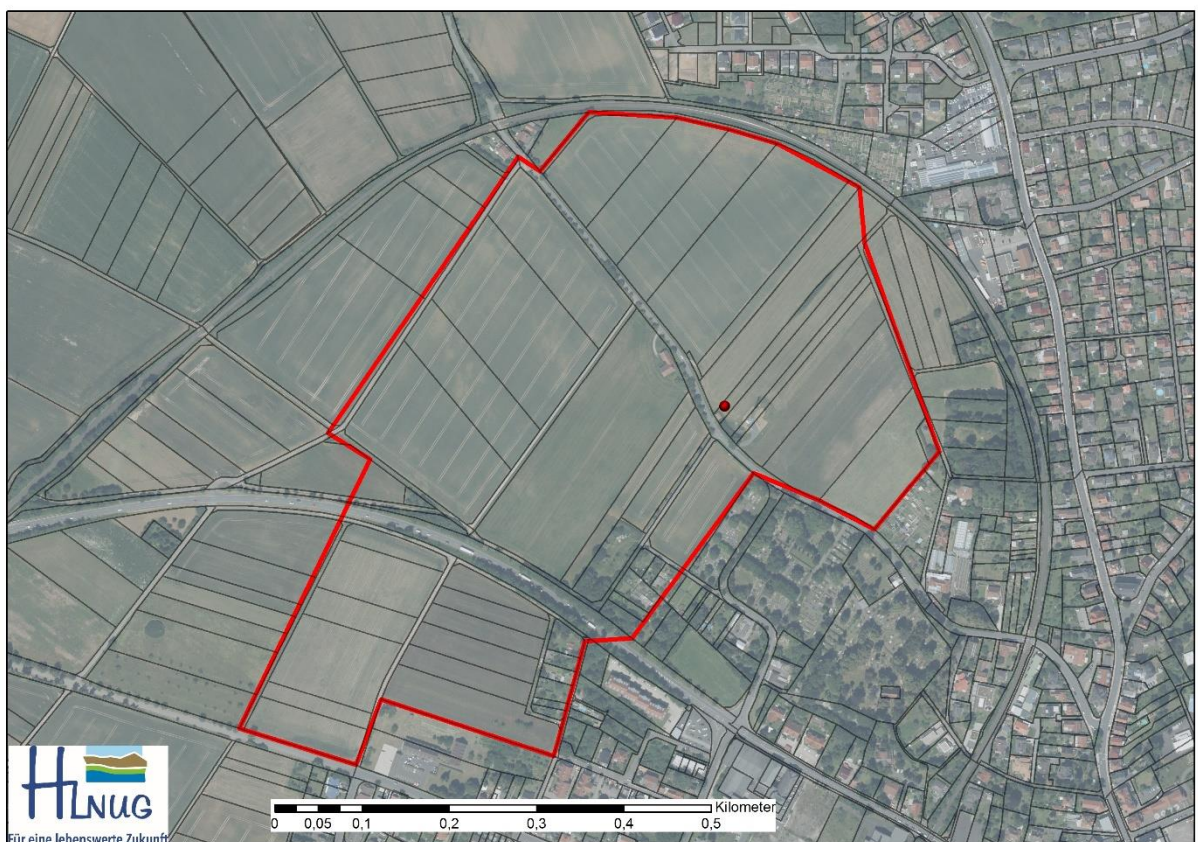
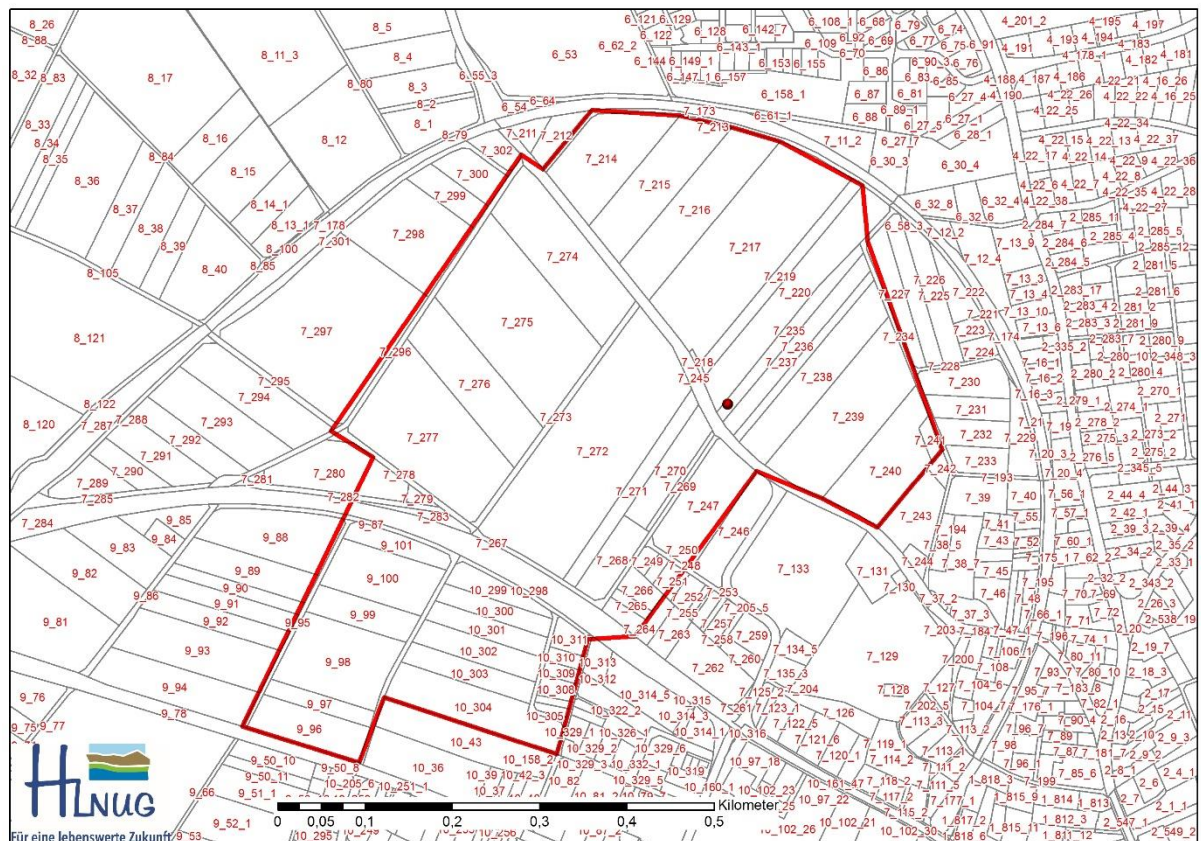


Abb. 1: Lage des Bohrpunktes (roter Punkt) innerhalb des Neubaugebiets „Am Reibertenröder Weg“ (rot umrandet).

2. Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Standortbeurteilung

Die *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden*, zuletzt geändert mit Erlass vom 19.12.2021 (StAnz. 1/2022 S. 16), regeln den Ablauf des Erlaubnisverfahrens für Erdwärmesonden (EWS) in Abhängigkeit der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Standortbeurteilung. Die vom HLNUG durchgeführte Beurteilung kann für jeden Standort in Hessen unter <https://gruschu.hessen.de> eingesehen werden. Die Grundlagen der Beurteilung erläutert der *Leitfaden Erdwärmenutzung in Hessen*¹.

Das Neubaugebiet Werbaer Straße in Waldeck-Sachsenhausen liegt in keinem Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet und ist daher als wasserwirtschaftlich günstig eingestuft. Aufgrund einer angenommenen wesentlichen, d. h. weiträumigen Grundwasserstockwerksgliederung, dem möglichen Vorkommen von gespannten und artesisch gespannten Grundwasser sowie möglicherweise betonaggressiven Grundwasser ist der Bereich des Neubaugebietes und die weitere Umgebung als hydrogeologisch ungünstig eingestuft.

Da er nicht in einem Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet liegt, ist der Standort als wasserwirtschaftlich günstig eingestuft.

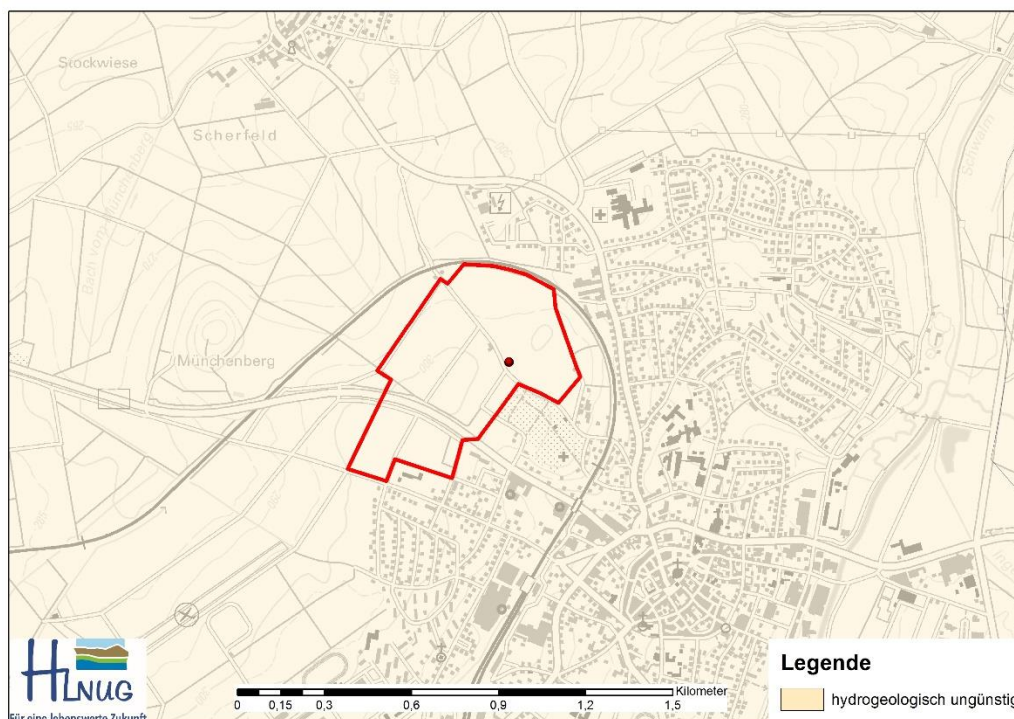


Abb. 2: Hydrogeologische Standortbeurteilung des Baugebietes und seiner Umgebung

¹ https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/geologie/erdwaerme/Leitfaden_Erwaerme_6._Auflage_gesamt.pdf

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

3. Standörtliche geologische und hydrogeologische Situation

Das Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“ liegt auf einem flachen- SW-NE streichenden Höhenrücken im Übergangsbereich zwischen dem tertiären Vulkangebiet des Vogelsberges, an dessen nordöstlichen Ausläufern Alsfeld liegt und dem geologischen Strukturraum des tertiären Alsfelder Beckens, das sich nordöstlich anschließt. Demzufolge überlagern jüngere miozäne Basalte stellenweise das sedimentäre, vornehmlich aus Tonen und Schluffen, untergeordnet Sanden, bestehende sedimentäre Tertiär als Relikte von Lavaströmen. Die Basalte bilden dabei Härtinge, die als sanfte Hügel in der Regel in Höhen über 300 m ü. NN in Erscheinung treten, während das sedimentäre Tertiär in tieferen Lagen ansteht. Überdeckt wird die gesamte Abfolge großflächig von quartärem Verwitterungslehm (Abb. 3). Den tieferen Untergrund unter dem Tertiär bildet der Mittlere Buntsandstein, der den Hauptgrundwasserleiter darstellt. Die Basalte können örtlich begrenzte Kluftgrundwasserleiter mit sehr kleinräumigem Einzugsgebiet bilden, während das sedimentäre Tertiär mit Ausnahme weniger geringmächtiger Sandhorizonte einen Grundwassergering- bis Nichtleiter darstellt. Vorfluter für den Höhenrücken sind im Westen und Norden Struth und Schwalm sowie im Osten die Schwalm.

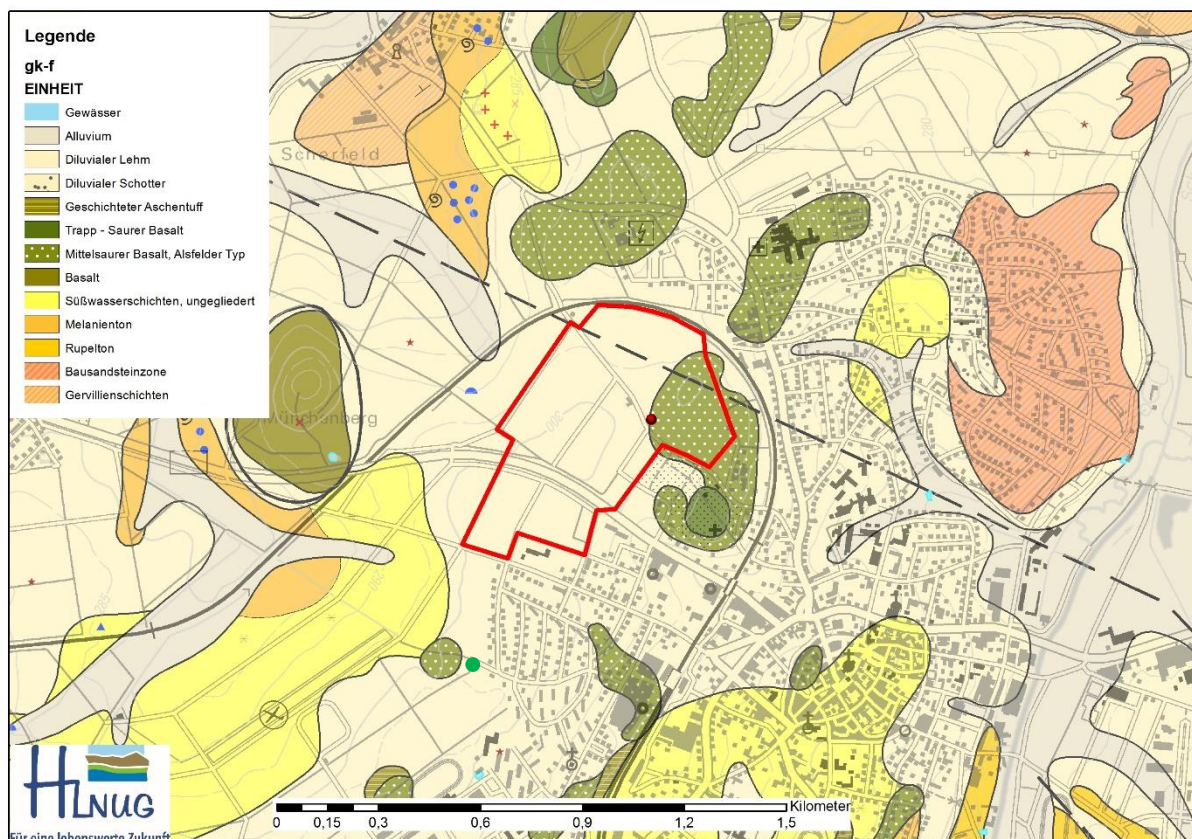


Abb. 3: Ausschnitt aus der digitalen geologischen Karte 1:25.000, GK 5221 Alsfeld. Roter Punkt: Erkundungsbohrung, grüner Punkt: EWS-Bohrung KITA Wichtelland.

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Nach der Geologischen Karte 1: 25.000 setzt die Erkundungsbohrung an der Grenze der Kartiereinheiten Basalt zu Hanglehm an.

Sie erreichte nach 2 m Verwitterungslehmschicht bis 44 m unter Ansatzpunkt untermiozäne tholeiitische Basalte, die teilweise sehr stark zu Grus verwittert und zersetzt sind (Anlage 1).

Darunter folgen bis 99 m tertiäre Tone, teilweise feinsandig, die zwischen 45 m und 47 m sowie zwischen 62 m und 66,5 m durch Feinsandlagen unterbrochen sind. Auf dem letzten Meter bis zur Endteufe von 100 m wurde Kalkmergel erbohrt.

Eine 925 m südwestlich gelegene 155 m tiefe Erdwärmesondenbohrung aus dem Jahr 2020 für die KITA Wichtelland, R 35 18 125, H 56 23 990, Ansatzhöhe 302 m ü. NN, traf unter lediglich 2 m Basaltschutt bis 92 m Tone mit untergeordneten Sandlagen des Sedimentären Tertiäres an und darunter bis zur Endtiefe Mittleren Buntsandstein.

Der Vergleich der beiden Schichtabfolgen zeigt, dass die Mächtigkeit der Basaltüberlagerung über den Tertiärtonen auf kurzer Distanz sehr stark schwanken kann und insofern auch bei weiteren Bohrungen im Baugebiet mit Abweichungen vom erbohrten Profil der Erkundungsbohrung gerechnet werden muss.

Hinweise für Planung und Genehmigungsverfahren

Vor dem Abteufen einer Bohrung haben sich Planer und Bohrunternehmer ausführlich über den anzutreffenden geologischen Untergrund zu informieren. Informationen dazu sind beim HLNUG jederzeit über das Internet (<https://geologie.hessen.de>) bzw. über die Ansprechpartner Geothermie (unter <https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie>) erhältlich.

Wie oben erläutert, lässt sich die in der Erkundungsbohrung angetroffene Schichtabfolge nicht auf das gesamte Baugebiet übertragen, da die Mächtigkeit der Basaltüberdeckung stark variieren kann.

Daher wird ein für die sowohl aus basaltischen Festgesteinen als auch aus pelitischen (tonig-schluffigen) Lockergesteinen bestehende Schichtenfolge und die in Abschnitt 4 beschriebenen Bohrspülungsverluste jeweils geeignetes Bohrverfahren empfohlen. Die Hilfsverrohrung sollte dabei bis zur Endteufe mitgeführt werden.

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Wird eine Bohrtiefe von mehr als 50 m angestrebt, sind Maßnahmen zur Reduzierung von Bohrspülungsverlusten sehr wichtig.

Geologische Untersuchungen sind nach § 8 Geologiedatengesetz (GeolDG) für das Gebiet des Bundeslandes Hessen dem Landesamt für Naturschutz Umwelt und Geologie (HLNUG) in Wiesbaden anzuzeigen. Für die Anzeige aller Bohrungen (> 2 m Tiefe) ist ausschließlich die Webanwendung „Bohranzeige Online Hessen“ zu verwenden: <https://www.bohranzeige-online.de>.

Eine Prüfung des Standortes im Falle einer über 100 tiefen Bohrung gemäß §21 des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (StandAG) ist hier nicht erforderlich, da das Baugebiet außerhalb eines sogenannten „Identifizierten Gebiets“ liegt.

4. Bohr- und Ausbauarbeiten; Bohrrisiken

Gemäß Bautagesberichten und Bohrdokumentation der Bohrfirma wurde die 100 m tiefe Erkundungsbohrung in einem Bohrdurchmesser von 152 mm mit Luftspülung und im direkten (Rotary-) Spülbohrverfahren mit Wasser und zeitweilig Bentonit als Spülungszusatz niedergebracht. Die Hilfsverrohrung (178 mm) wurde bis zu einer Tiefe von 69 m mitgeführt.

Eine Lotung im Bohrloch unmittelbar nach Ausbau des Bohrgestänges ergab ein Hindernis im Bohrloch bei 80 m Tiefe. Nach Beseitigen dieses Hindernisses durch erneutes Einfahren von Gestänge und Meißel bis 100 m Tiefe konnte die EWS bis zu einer Tiefe von 97 m eingebaut werden.

Das Verfüllen der Bohrung erfolgte zunächst mit Verbleib der Hilfsverrohrung bis zum Austritt der Suspension aus dem Bohrloch. Mit Beginn des Ausbaus der Hilfsverrohrung kam es zum Übertritt der Suspension in das Gebirge (= Suspensionsverlust). Nach Angabe des überwachenden Büros UBeG konzentrierte sich dieser auf den Bereich von ca. 25 – 30 m unter GOK, also den unteren Bereich des Basalts. Erst durch Einbringen von 90 Liter (bzw. 100 kg) Tonpellets sowie rd. 300 Liter Sand (0,63-2 mm) konnte die Bohrung mit einem bis 21 m Tiefe eingebauten zweiten Verfüllschlauch vollständig bis GOK verfüllt werden.

Mittels CEMTrakker-Kontrollmessung nach erfolgter Verfüllung konnte im Tiefenbereich von ca. 21 – 25 m nur wenig bis sehr wenig dotierter Verfüllbaustoff nachgewiesen werden, so dass davon auszugehen ist, dass sich in diesem Tiefenbereich überwiegend Tonpellets und Sand im Bohrlochringraum befinden.

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Dem theoretisch zu verfüllenden Bohrlochringraum von 1.968 Liter steht gemäß Angaben der Bohrfirma letztlich eine tatsächliche Verfüllmenge von 4.657 Liter zuzüglich 90 Liter Tonpellets und 300 Liter Sand gegenüber, was einem Mehrbedarf von fast 160 % entspricht.

Hinweise für Planung und Genehmigungsverfahren sowie Bohr- und Ausbauarbeiten

Innerhalb der Basalte (Tiefenbereich bei der Erkundungsbohrung: 2 – 44 m) können weit geöffnete Klüfte zu hohen Suspensionsverlusten führen. Ein ggf. erforderlicher Einsatz von Stopfmitteln (Tonpellets, Sand) sollte möglichst bereits im Erlaubnisverfahren mit der zuständigen Wasserbehörde abgestimmt werden.

5. Standörtliche geothermische Situation

Die Bestimmung der für die Planung von EWS-Anlagen maßgeblichen geothermischen Planungsgrößen *effektive Wärmeleitfähigkeit* und *ungestörte Untergrundtemperatur* wurden mittels Thermal-Response-Tests (TRT) und Temperatur-Tiefenprofilmessung an der hierzu im Baugebiet errichteten 98 m tiefen Pilot-EWS durchgeführt.

Die Temperatur-Tiefenprofilmessung wurde 30.11.2021 unmittelbar vor Start des TRT, d. h. 12 Tage nach Fertigstellung der EWS durchgeführt.

Tab. 1: Ergebnisse von TRT und Temperaturmessung der Fa. UBeG

Parameter	Einheit	Ergebnis / Messwert
Tiefenlage der tiefsten Temperaturmessung	m	98
Tiefenbereich unter Geländeoberfläche mit jahreszeitlich variierender Temperatur (saisonale Zone)	m	10
Mittlere Untergrundtemperatur unterhalb der saisonalen Zone, Messung 30.11.2021	°C	10,9
Effektive Wärmeleitfähigkeit λ	W/(m*K)	1,6 ± 0,1
Therm. Bohrlochwiderstand R_b	K/(W*m)	0,075
Beeinflussung des Tests durch fließendes Grundwasser anhand von Messwerten erkennbar		nein

Die mittels TRT ermittelte effektive Wärmeleitfähigkeit von $1,6 \pm 0,1$ W/(m*K) liegt in einer für die erschlossene Schichtenfolge plausiblen Größenordnung. Gemäß VDI 4640-1 weisen Basalte, die hier fast 40 % der Schichtenfolge bis 100 m bilden, Gesteinswärmeleitfähigkeiten

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

von 1,3 – 2,3 W/(m*K) auf. Tone, die fast 60 % der Schichtenfolge bilden, weisen gemäß der VDI 4640-1 Gesteinswärmeleitfähigkeiten von 1,1 – 3,1 W/(m*K) auf, wobei die Richtlinie einen Rechenwert von 1,8 W/(m*K) empfiehlt.

Die 12 Tage nach Fertigstellung der EWS-Bohrung am 30.11.2019 gemessenen Untergrundtemperaturen sind aufgrund der vorliegenden Daten als noch durch den Ausbauvorgang leicht beeinflusst, d. h. erhöht anzusehen. Für eine 100 m tiefe EWS sollte daher eine mittlere Untergrundtemperatur von 10,7 - 10,8 °C angesetzt werden.

Hinweise für Planung und Genehmigungsverfahren

Für die Planung von 100 m tiefen EWS sollte von einer effektiven Wärmeleitfähigkeit von 1,6 W/(m*K) und einer ungestörten mittleren Untergrundtemperatur von 10,8°C ausgegangen werden.

6. Dimensionierung einer exemplarischen EWS-Anlage

Zur Veranschaulichung, wie viele EWS mit welchen Bohrtiefen bei der erkundeten geothermischen Situation erforderlich sind, werden nachfolgend die Ergebnisse der Auslegung einer exemplarischen EWS-Anlage vorgestellt. Die hierzu gewählte Heizleistung von 10 kW ist ausreichend für ein großes Einfamilienhaus bzw. ein kleines Zweifamilienhaus.

Für die Dimensionierung wird die Software Earth Energy Designer (EED) verwendet. In der Praxis erfolgt die Dimensionierung von kleinen EWS-Anlagen durch Bohrfirmen häufig mittels Schätzgrößen und Tabellenwerten der **VDI 4640-2**, da spezielle Software-Tools wie Earth Energy Designer (EED) fehlen. Nachteil der Dimensionierung mittels Tabellenwerten der VDI 4640-2 ist, dass bekannte standörtliche Daten nur teilweise berücksichtigt werden können.

Hinweis: Das nachfolgende Beispiel ersetzt keine auf tatsächliche Heizanforderungen für konkrete Vorhaben abgestimmte Planung!

Für das Beispiel wird bei allen Steckbriefen von folgenden haustechnischen Daten ausgegangen:

Heizleistung der Wärmepumpe:	10 kW	
Verdampferleistung der Wärmepumpe:	8 kW	(bei COP = 5)
Jahresbetriebsdauer:	1.800 h	

Ergebnis der Auslegung mittels Software-Tool Earth-Energy-Designer

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Gemäß Berechnungen mit EED kann der Wärmebedarf für die vorgenannten WP-Daten mit folgender EWS-Anlage gedeckt werden:

Ergebnis Earth Energy Designer:

3 EWS von 82 m Tiefe

Aufgrund der erkundeten geothermischen Situation wurde hierbei davon ausgegangen, dass die Wärmeleitfähigkeit bis zu dieser Tiefe ca. $1,6 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ und die mittlere Temperatur $10,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt.

7. Zusammenfassende Hinweise zum Genehmigungsverfahren

Die durchgeführte Erkundungsbohrung hat bis zu einer Tiefe von 100 m keine Hinweise auf einen relevanten Grundwasserstockwerksbau ergeben. Die Beurteilung des Geltungsbereichs als „hydrogeologisch ungünstig“ aufgrund eines Stockwerkbaus ist daher erst für größere Bohrtiefen relevant. Notwendig ist hingegen die Einstufung des Bereichs als hydrogeologisch ungünstig aufgrund der hohen Durchlässigkeit.

Das Risiko hoher Verluste der Verfüllsuspension muss bei Planung und Ausführung der Bohr- und Ausbauarbeiten besonders sorgfältig berücksichtigt werden, um die gemäß den Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden erforderliche vollständige Verfüllung bzw. Abdichtung des Bohrlochringraums zu erzielen.

Bohrungen mit Tiefen von mehr als 100 m sind möglich und sie können durchaus sinnvoll sein. Für diese Bohrungen besteht jedoch zusätzlich eine Anzeigepflicht nach den Regelungen des *Bundesberggesetzes* (§ 127 BBergG).

Wiesbaden, 23.02.2022

HLNUG, Dezernat G4

Anlage 1

Schichtenverzeichnis und Profilschnitt

Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

Schichtdaten			Interpretation: 0
Teufe unter BAP in m	Mächtigkeit in m	Schichtbeschreibung	Stratigraphie
1,00	1,00	carbonatführender Gruslehm [] Basaltverwitterungslehm, vermutlich mit Lössanteil; mittelbraun; carbonathaltig Verwitterungsbildungen; Chronostratigraphie: Quartär	mz-tV
2,00	1,00	Gruslehm [] Basaltverwitterungslehm; carbonatfrei Verwitterungsbildungen; Chronostratigraphie: Quartär	mz-tV
44,00	42,00	Tholeiitischer Basalt [] zum Teil stark zersetzt, vergrust, zerbohrt; mit Bolus; zum Teil runde Blasen; plagioklasreich; carbonatfrei Londorf-Tholeiitoid-Formation; Chronostratigraphie: Miozän 5,00 bis 6,00 m unter BAP: Lage, Lagen: Grus []; hellbraun 7,00 bis 8,00 m unter BAP: Lage, Lagen: Tholeiitischer Basalt []; rötlich, evtl. Verwitterungshorizont; rotbraun 30,00 bis 32,00 m unter BAP: Lage, Lagen: Tholeiitischer Basalt []; rötlich braun verwittert; rötlich braun bis violett 33,00 bis 34,00 m unter BAP: Lage, Lagen: Grus []; stark zerbohrt; braun 40,00 bis 43,00 m unter BAP: Lage, Lagen: Tholeiitischer Basalt []; zerbohrt; graubraun	tmiu/mLd
45,00	1,00	Ton [] feinsandig; hellgrau bis hellbraun; carbonatfrei Tertiär; Chronostratigraphie: Tertiär	t
47,00	2,00	Sand [] tonig, mit Sandstein; weiß; carbonatfrei Tertiär	t
62,00	15,00	Ton []; weiß, grau, beige; carbonatfrei Tertiär	t
66,50	4,50	Sand [] leicht tonig; beige; carbonatfrei Tertiär; Chronostratigraphie: Tertiär	t
99,00	32,50	Ton [] hell- bis dunkelgrau, zum Teil carbonathaltig, 95-97 m feinsandig; hell- bis dunkelgrau; carbonathaltig Tertiär; Chronostratigraphie: Tertiär	t
100,00	1,00	mergeliger Kalkstein [] leicht tonig; hellgrau; carbonatreich unbestimmt	ub
Bohrung: 9040 Erkundungsbohrung Alsfeld 2021/743 Auftraggeber: Stadt / Gemeinde / Kreis / Land / Bund Bohrfirma: Geowell Erdwärme GmbH & Co.KG, Marl Bearbeiter: Schweitzer, Silja, Kött, Anne Datum: 17.02.2022			TK 25: 5221 Rechtswert: 3518650 Hochwert: 5624748 Bohrersatzhöhe: 299,00 m Endteufe: 100,00 m



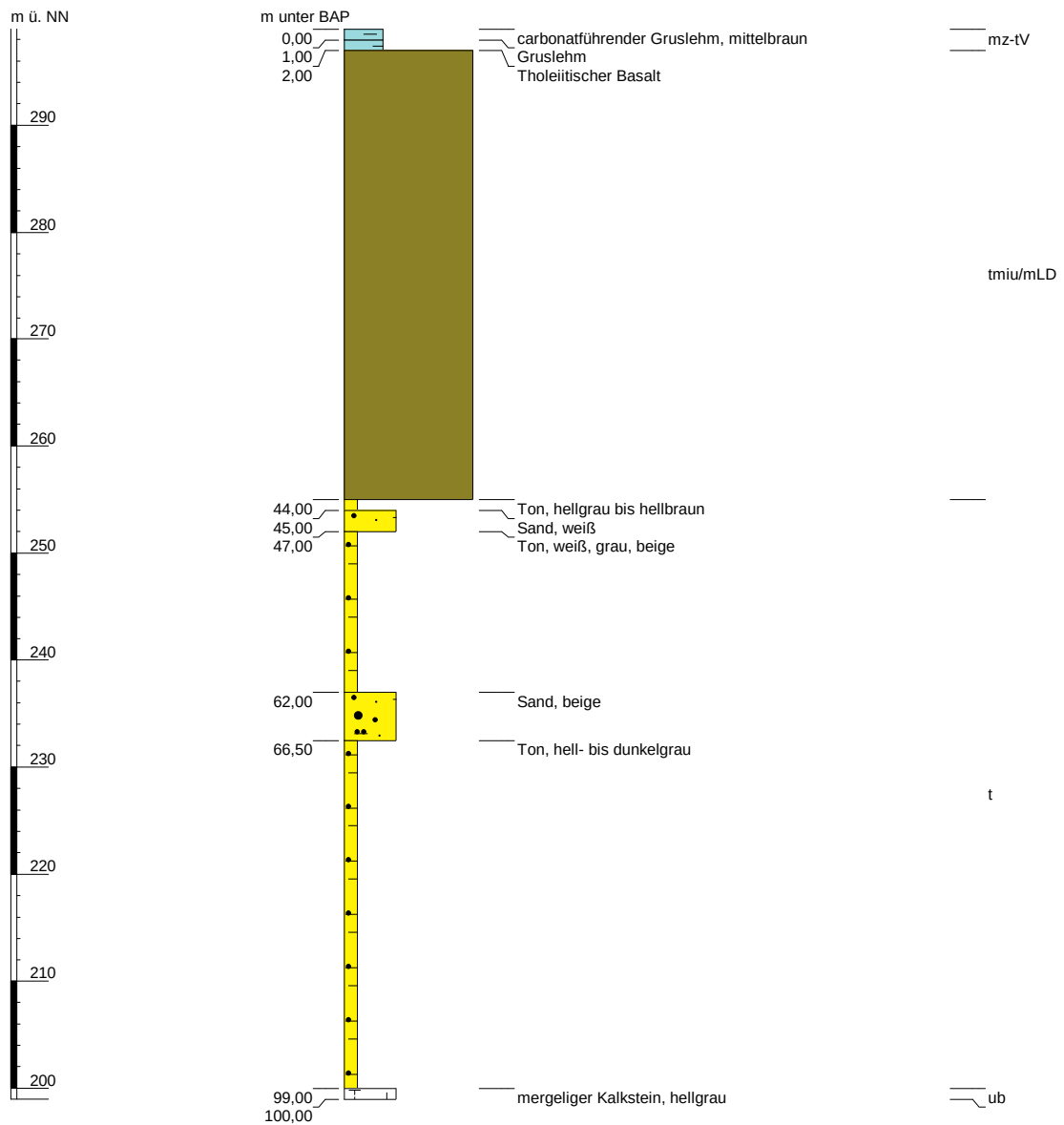
Steckbrief Oberflächennahe Geothermie (EWS)

Alsfeld, Neubaugebiet „Am Reibertenröder Weg“

9040 Erkundungsbohrung Alsfeld 2021/743

Maßstab: 1:600

Bohransatzhöhe: 299,00 m NN



Bohrung: 9040 Erkundungsbohrung Alsfeld 2021/743	TK 25:	5221	 Für eine lebenswerte Zukunft
Auftraggeber: Stadt / Gemeinde / Kreis / Land / Bund	Rechtswert:	3518650	
Bohrfirma: Geowell Erdwärme GmbH & Co.KG, Marl	Hochwert:	5624748	
Bearbeiter: Schweitzer, Silja, Kött, Anne	Ansatzhöhe:	299,00 m NN	
Datum: 17.02.2022	Endteufe:	100,00 m	