

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
zum BV Neubau Heizzentrale
im Rahmen des Projekts Wärmeversorgung Bad Saulgau
in
88348 Bad Saulgau

Bauherr und Auftraggeber:

Stadtwerke Bad Saulgau
Moosheimer Straße 28
88348 Bad Saulgau

Geotechnische Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

Erstattungsdatum:

18. April 2024

Aktenzeichen:

BSNAWAN G01

Geschäftsführer:

DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ

DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ

DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE

DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

DIPL.-GEOL. GESINE WILTSCHKO

Hauptsitz Stuttgart

Emilienstr. 2

78056 STUTTGART

TEL.: 0711.997 60 73-0

FAX: 0711.73 56 298

E-MAIL: KONTAKT@HENKEGEO.DE

Vertretung Kirchheim/Teck

Blumenstr. 19

73271 HOLZMADEN

TEL.: 0177.71 61 678

FAX: 0711.73 56 298

E-MAIL: TB@HENKEGEO.DE

Vertretung Nagold

Haydnweg 10/1

72202 NAGOLD

TEL.: 0177.71 61 682

FAX: 0711.73 56 298

E-MAIL: MK@HENKEGEO.DE

Vertretung Schwarzwald-Baar

Vor dem Hummelsholz 4

78056 VS-SCHWENNINGEN

TEL.: 07720.95 86-92

FAX: 07720.95 86-87

E-MAIL: VS@HENKEGEO.DE

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	3
4. Allgemeiner geologischer Überblick	6
5. Baugrunderkundung	6
5.1 Kernbohrungen / Schürfgruben	6
5.2 Rammsondierungen	7
6. Schichtenbeschreibung	9
7. Bodenverunreinigungen	12
8. Hydrogeologische Situation	15
8.1 Allgemein	15
8.2 Gemessene Grundwasserstände	15
8.3 Bemessungswasserspiegel	16
8.4 Wasser- und Quellenschutzgebiet	16
9. Versickerungsversuche	17
10. Geotechnische Laboruntersuchungen	17
11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	18
12. Homogenbereiche	19
13. Bodenkennwerte	21
14. Geotechnische Kategorie	21
15. Baugrubenherstellung	22
16. Erdbebensicherheit	26
17. Gründungsempfehlung	26
18. Arbeitsraumverfüllung / Geländeaufschüttung	36
19. Abdichtung von erdberührten Bauteilen	36
20. Erddruck	37
21. Kanal- und Leitungsbau	38
21.1 Graben- und Grubenaushub	38
21.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	38
21.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	39
22. Bau von Verkehrsflächen	41
23. Regenwasserversickerung	45
24. Schlussbemerkungen	46

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
	1.1		Übersichtslageplan
	1.2		Lageplan Baugrundaufschlüsse und Profilschnitte
Anlage	2	Kernbohrungen / Schürfgruben	
	2.1.1 – 2.9.1		Bohrkernaufnahme KB 1/24 bis KB 9/24
	2.1.2 – 2.9.2		Fotodokumentation der Bohrkerne
	2.10 – 2.15		Schürfgrubenaufnahme SG 1/24 bis SG 6/24
	2.16		Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Rammsondierungen	
	3.1 – 3.6		Rammsondierprofile DPH 1/24 bis DPH 6/26
Anlage	4	Geologische Profilschnitte	
	4.1 – 4.7		Profilschnitt PS 1 bis PS 7
Anlage	5	Chemischen Analytik	
	5.1 – 5.9		Analysenberichte EBV MP 1 bis MP 8 und MP Kies
	5.10		Bestimmung Arsengehalte
	5.11		Bestimmung PAK-Gehalt Asphalt
Anlage	6	Geotechnische Laborversuche	
	6.1		Tabellarische Zusammenstellung der Laborergebnisse
	6.2 – 6.6		Kornverteilungen
Anlage	7	Versickerungsversuch SG 4/24	

1. Auftrag

Das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH, Vertretung Oberschwaben wurde von den Stadtwerken Bad Saulgau beauftragt, für den geplanten Neubau einer Heizzentrale, die im Rahmen der geplanten Wärmeversorgung Bad Saulgau gebaut werden soll, einen Geotechnischen Bericht zu erstellen.

2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

Knecht Ingenieure GmbH:

- [1] Lageplan, Grundrisse Schnitte und Ansichten der geplanten Heizzentrale, Stand Vorabzug Entwurfsplanung als pdf-Datei mit Datum 12.03.2024 (sauer baumanagement GmbH)

Stadtwerke Bad Saulgau:

- [2] Bericht ABU zur orientierenden und indikativen Erkundung der Altablagerung ehem. Kiesgrube Kühlsteig in Saulgau vom 16.11.1999 als pdf-Datei

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

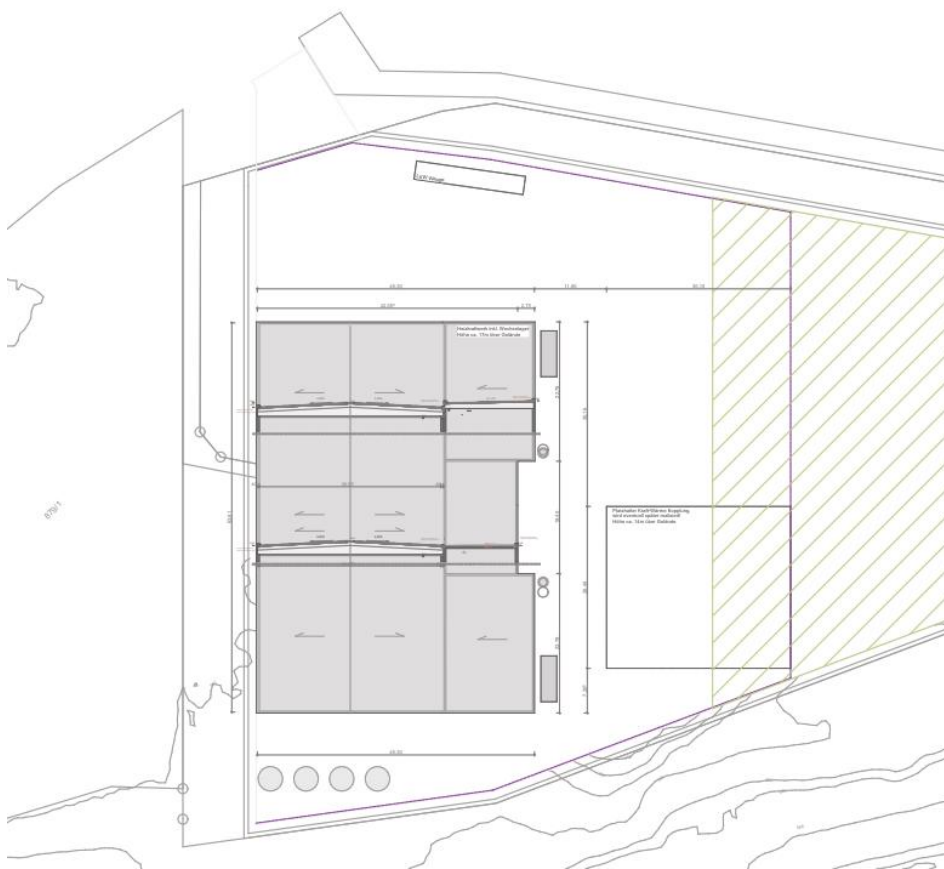
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden – Württemberg (LGRB):

- [3] Geologische Karte von Baden - Württemberg von 1996, Maßstab 1:25.000, Blatt 7923 Saulgau – Ost und digitale geologische Karte
- [4] Bohrprofile Grundwassermessstellen AA Kühlsteig GWM 2/99 und GWM 3/99

3. Projektbeschreibung

Im Rahmen des Projektes Wärmeversorgung Bad Saulgau soll eine Heizzentrale im Bereich der ehemaligen Kiesgrube „Kühlsteig“ auf den Flurstücken 878, 879 und 881 im Südosten von Bad Saulgau erstellt werden. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, in dem die ungefähre Lage der geplanten Heizzentrale rot gekennzeichnet wurde.

Nach den Plänen [1] soll die geplante Heizzentrale Grundrissabmessungen von 45,30 m x 63,61 m aufweisen. Die OK Bodenplatte (EFH) = +/- 0,00 m soll auf einer Höhe von 594,90 m ü. NN liegen. Die Bodenplatte der Abwurfmulden soll bei - 5,50 m = 589,40 m ü. NN und die OK Bodenplatte der geplanten Aschekeller soll bei -3,06 m = 591,84 m ü. NN zu liegen kommen. Das geplante Gebäude soll eine Höhe von ca. 15 m bis 17 m und der geplante Kamin von 34,0 m erhalten. Südwestlich der geplanten Heizzentrale sollen vier Silos erstellt werden. Nachfolgend ist ein Lageplan der geplanten Heizzentrale dargestellt:



Nordöstlich der geplanten Heizzentrale soll ein Versickerungsbecken erstellt werden.

Das Baufeld der geplanten Heizzentrale wird derzeit als Lagerfläche benutzt. Im südlichen Bereich der geplanten Heizzentrale bzw. im Bereich der südlich der geplanten Heizzentrale geplanten Verkehrsflächen befindet sich ein großes Erdhaufwerk mit zwischengelagertem Bodenaushub. Das Haufwerk weist

eine Höhe von ca. 3,2 m bis 3,8 m über OK Bodenplatte der geplanten Heizzentrale auf. Die Lage des Erdhaufwerks kann dem als Anlage 1.2 beiliegenden Lageplan entnommen werden.

Das nachfolgende Bild zeigt die Abbaukante der ehemaligen Kiesgrube „Kühlsteig“ (rote Linie), die aus einem Luftbild aus dem Jahr 1968 entnommen wurde, sowie die geplante Lage der Heizzentrale (grüne Fläche):



4. Allgemeiner geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte [3] stehen im geplanten Baufeld würmeiszeitliche Schmelzwasserkiese und -sande an, welche zumeist von einem Verwitterungslehm überlagert werden. Der tiefere Untergrund wird von den tertiären Schichten der Oberen Meeresmolasse (OMM) in Form von Mergel, Sandmergel, Sand und Sandstein gebildet. Durch die Lage der geplanten Heizzentrale auf dem Gelände der ehemaligen Kiesgrube „Kühlsteig“ muss oberflächlich mit unterschiedlich Tiefen künstlichen Geländeauffüllungen gerechnet werden.

5. Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundsituation wurden vom 24.01.2024 bis zum 05.02.2024 im Auftrag der Stadtwerke Bad Saulgau von der Firma BauGrund Süd insgesamt neun Kernbohrungen (KB 1/24 bis KB 9/24), fünf schwere Rammsondierungen (DPH 1/24 bis DPH 5/24) abgeteuft sowie sechs Bagger-schürfen (SG 1/24 bis SG 6/24) angelegt. Außerdem wird zur Bewertung der Baugrundsituation die Bohrprofile aus [4] mit herangezogen.

Die Aufschlusspunkte wurden durch den Vermesser der IG Schranz + Co mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen.

Die Lage der Kernbohrungen KB 1/24 bis KB 9/24 und der Rammsondierungen DPH 1/24 bis DPH 5/24 sowie die Lage der Schürfgruben SG 1/24 bis SG 6/24 kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

5.1 Kernbohrungen / Schürfgruben

Die neun Kernbohrungen KB 1/24 bis KB 9/24 wurden bis in eine Tiefe von 8,0 m bis 18,0 m unter bestehende Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 104 m gebohrt. Die Schürfgruben SG 1/24 bis SG 6/24 wurden bis in eine Tiefe von 1,2 m bis 3,5 m unter GOK angelegt.

Die im Zuge der hergestellten Kernbohrungen gewonnenen Bohrkerns sowie der in den Schürfen aufgeschlossenen Böden wurden von HuP nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 bzw. DIN 4022 aufgenommen und beschrieben, außerdem erfolgte eine

fotografische Dokumentation der Bohrkerne. Für geotechnische Laboruntersuchungen, chemische Analysen und als Rückstellproben wurden aus den Bohrkernen 41 Bodenproben und aus den Schürfgruben sieben Bodenproben sowie eine Asphaltprobe entnommen.

Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an DIN 4023 liegen als Anlagen 2.1 bis 2.15. Die Fotodokumentation der Bohrkerne kann der Anlage 2.1.2 bis 2.9.2 entnommen werden. Als Anlage 2.16 ist eine Zeichenerklärung der verwendeten Signaturen beigelegt.

Die ca. 80 cm breiten und ca. 2-3 m langen Schürfgruben wurden nach der Aufnahme mit dem Bagger wieder verfüllt. Eine definierte Verdichtung fand nicht statt. In den Bereichen, in denen Gebäudeelemente oder Verkehrsflächen über den Schürfen oder deren Einflussbereich zu liegen kommen, ist das Bodenverfüllmaterial der Schürfen bis zum gewachsenen, ungestörten Grund auszuheben und durch geeignetes Material (z.B. Schotter 0/45 mm oder gleichwertiges Material) auszutauschen. Das Austauschmaterial ist lagenweise auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ der einfachen Proctordichte zu verdichten.

5.2 Rammsondierungen

Die fünf Rammsondierungen DPH 1/22 bis DPH 5/22 wurden mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht. Die Rammsondierung DPH 1/24 wurde aufgrund der erreichten geringen Eindringtiefe zweimal angesetzt.

Beim Rammsondiervorgang werden die Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) gezählt und in einem tiefenbezogenen Diagramm aufgetragen. Die Rammsondierungen wurden bis zur Rammbarkeitsgrenze niedergebracht, die Tiefen zwischen 2,2 m bis 8,0 m erreicht wurde. Insgesamt wurden 27,7 lfd. m rammsondiert. Die Rammsondierprofile können den Anlagen 3.1 bis 3.6 entnommen werden.

Durch die Rammsondierungen können Schichtgrenzen erkannt und bei bindigen Böden die Konsistenz und bei grobkörnigen Böden die Lagerungsdichte anhand der Schlagzahlen beurteilt werden. Schichtgrenzen werden in den Rammsondierdiagrammen im Wesentlichen durch markante Wechsel in den Schlagzahlen markiert. Bei regelmäßigeren Schlagzahlen ist tendenziell von einem bindigen Boden mit

geringem Stein-/Kiesanteil, bei häufigem Wechsel in den Schlagzahlen von gemischtkörnigem und bei einzelnen Spitzenpeaks von stein- bzw. schutthaltigem Boden auszugehen.

Erfahrungsgemäß können bei feinkörnigen und grobkörnigen Böden nachfolgende Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen anhand der ermittelten Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung (N_{10}) der schweren Rammsonde ohne Mantelreibung am Gestänge abgeschätzt werden.

Feinkörnige Böden:

Schlagzahl N_{10}	Konsistenz
0 – 0,5	breiig ($I_c = 0$ bis 0,5)
0,5 - 2	weich ($I_c = 0,5$ bis 0,75)
2 - 6	steif ($I_c = 0,75$ bis 1,0)
6 - 14	halbfest ($I_c > 1,0$)
> 14	fest

Grobkörnige Böden:

Schlagzahl N_{10} über GW	Lagerungsdichte	Schlagzahl N_{10} unter GW	Lagerungsdichte
0 - 5	locker	0 - 3	locker
5 - 20	mitteldicht	3 - 14	mitteldicht
> 20	dicht	> 14	dicht

6. Schichtenbeschreibung

Anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Baufeld der geplanten Heizzentrale wie folgt dar:

Bei den Schürfguben SG 4/24 und SG 5/24, die im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens hergestellt wurden, beginnt die Schichtenfolge mit einem ca. 30 cm bis 35 cm mächtigen, humosen, schwach durchwurzelten, dunkelbraunen **Oberboden**. Bei allen weiteren hergestellten Baugrundaufschlüssen beginnt die Schichtenfolge mit heterogenen **künstlichen Geländeauffüllungen**. Bei den erbohrten heterogenen Geländeauffüllungen handelt es sich um gemischtkörnige und bindige Böden sowie tlw. und organogene bis stark organische Böden, die eine weiche und steife Konsistenz aufweisen. Die Auffüllungen zeigen eine graue, graubraune, hellbraune bis dunkelbraune, grüngraue und schwarze Farbe und enthalten vereinzelt Ziegelstücke bzw. -reste und vereinzelt Asphaltstückchen. Oberflächlich sind die Auffüllungen tlw oberbodenartig und enthalten Wurzeln. Die Kernbohrungen KB 4/24, KB 5/24, KB 6/24 und KB 9/24 wurden auf dem auf dem Grundstück befindlichen Erdhaufwerk abgeteuft. Die Auffüllungen reichen bei Aufschlüssen KB 5/24 und KB 9/24 bis in eine Tiefe von 3,9 m bis 4,0 m unter GOK und in den Bohrungen KB 4/24 und KB 6/24 bis in eine Tiefe von 11,5 m bis 12,0 m unter GOK. Die Bohrungen KB 4/24 und KB 6/24 liegen im Bereich der ehemaligen Kiesgrubenverfüllung. Auch die Bohrungen KB 2/24 und KB 3/24 sowie die Schürfgrube SG 3/24 liegen am Randbereich der ehemaligen Kiesgrubenverfüllung. Bei diesen Aufschlüssen reichen die künstlichen Geländeauffüllungen bis in eine Tiefe von 4,2 m bis 5,0 m unter GOK. Die Auffüllungen in den übrigen Aufschlüssen reichen bis in eine Tiefe von 0,15 m bis 1,6 m unter GOK.

In der SG 4/24 wurde unter dem Oberboden bis in eine Tiefe von 0,8 m ein **Verwitterungslehm** aufgeschlossen. Der graubraune bis braune, noch schwach durchwuzelte Verwitterungslehm setzt sich aus einem steinigen, sandigen, kiesigen, tonigen Schluff zusammen und weist nach der manuellen Bodenansprache eine steife Konsistenz auf.

Zuunterst wurde in den hergestellten Bohrungen und Schürfgruben bis zur Endtiefe der Bohrungen und angelegten Schürfgruben **Schmelzwasserkiese** aufgeschlossen. Oberflächlich liegen diese teilweise in verlehmt Form vor. Die Schmelzwasserkiese weisen eine graubraune und graue Farbe auf. Die Oberkante der gering bis unverlehmt Schmelzwasserkiessschicht ist durch einen deutlichen Anstieg der Schlagzahlen N_{10} der schweren Rammsonde in den Rammsondierdiagrammen zu erkennen. Anhand der Schlagzahl N_{10} weisen die Schmelzwasserkiese eine überwiegend dichte Lagerung auf.

Erfahrungsgemäß können auch **Schmelzwassersands**sichten innerhalb der Schmelzwasserkiese auftreten.

Die Oberkante der gering bis unverlehmtten Schmelzwasserkielesschicht wurde bei den abgeteufte Kleinbohrungen, den angelegten Schürfgruben und niedergebrachten Rammsondierungen in folgender Tiefe bzw. Höhe über m NN festgestellt:

Bezeichnung Aufschluss	OK Schmelzwasserkies [m u. GOK]	OK Schmelzwasserkies [m ü. NN]
KB 1/24	1,60	592,27
KB 2/24	4,20	590,11
KB 3/24	5,0	589,19
KB 4/24	12,0	586,01
KB 5/24	4,0	593,36
KB 6/24	11,50	587,24
KB 7/24	1,0	593,57
KB 8/24	1,50	593,70
KB 9/24	3,90	594,55
SG 1/24	0,90	592,74
SG 2/24	0,50	593,85
SG 3/24	1,50 - > 3,5	592,13 - > 590,13
SG 4/24	1,0	591,82
SG 5/24	0,60	592,49
SG 6/24	0,15	595,16
DPH 1/24	1,10	592,89
DPH 1b/24	1,10	592,89
DPH 2/24	0,70	594,14
DPH 3/24	1,80	593,18
DPH 4/24	3,70	593,42
DPH 5/24	2,0	593,25

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden über das Baufeld verteilt insgesamt sieben geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlagen 4.1 bis 4.7 beiliegen. Die Lage der geologischen Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Bei den geologischen Profilschnitten ist zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden sowie die Schichtgrenzen in den Rammsondierungen anhand des ermittelten Schlagzahlverlaufs abgeschätzt wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

7. Bodenverunreinigungen

Routinemäßig wurde das aufgeschlossene Bodenmaterial auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. Innerhalb der oberflächlich anstehenden künstlichen Geländeauffüllungen wurden vereinzelt Ziegelreste und Asphaltstückchen angetroffen. Erfahrungsgemäß können die in Bad Saulgau anstehenden Verwitterungslehme und Schmelzwasserkiese erhöhte geogene Arsenwerte aufweisen.

Für eine erste orientierende Untersuchung, ob ggf. geogene und anthropogene Bodenverunreinigungen vorliegen, wurde aus den entnommenen Bodenproben der oberflächlich angetroffenen künstlichen Geländeauffüllungen der KB 1/24, KB 8/24 und SG 2/24 die Mischproben MP 1, aus den entnommenen Bodenproben der angetroffenen künstlichen Geländeauffüllungen der KB 2/24 die Mischprobe MP 2, aus den entnommenen Bodenproben der angetroffenen künstlichen Geländeauffüllungen der SG 1/24, SG 3/24 und KB 3/24 die Mischprobe MP 3 gebildet.

Aus den entnommenen Bodenproben der Auffüllungen des auf dem Baufeld liegenden Erdhaufwerks der Bohrung KB 4/24 wurde die Mischprobe MP 4, aus den entnommenen Bodenproben der Auffüllungen des Erdhaufwerks der Bohrung KB 5/24 wurde die Mischprobe MP 5, aus den entnommenen Bodenproben der Auffüllungen des Erdhaufwerks der Bohrung KB 6/24 wurde die Mischprobe MP 6 und aus den entnommenen Bodenproben der Auffüllungen des Erdhaufwerks der Bohrung KB 9/24 wurde die Mischprobe MP 7 erstellt.

Die Mischprobe MP 8 wurde aus entnommenen Bodenproben der alten Kiesgrubenverfüllung aus der Kernbohrung KB 4/24 und KB 6/24 gebildet.

Aus Bodenproben der Schmelzwasserkiese, die aus den Kernbohrungen entnommen wurden, wurde die Mischprobe MP-Kies erstellt.

Die Mischproben wurden im chemischen Labor „BVU GmbH“ auf die vorgegebenen Parameter der Ersatzbaustoffverordnung hin analysiert. Außerdem wurde an einer entnommenen Probe des in der SG 4/24 aufgeschlossenen Verwitterungslehms sowie an einer entnommenen Schmelzwasserkiesprobe aus der SG 4/24 und an einer entnommenen Schmelzwasserkiesprobe aus der SG 5/24 der Arsengehalt im chemischen Labor „BVU GmbH“ bestimmt. Die ausführlichen Analysenberichte liegen als Anlage 5.1 bis 5.10 diesem Bericht bei.

Die Bewertung der Analysenergebnisse ist in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Probenbezeichnung	Bewertung nach EBV	Bewertung nach VwV-Boden	maßgebende Parameter
MP1 (Auffüllung KB1/24 / KB 8/24 / SG 2/24)	BM-F3	Z2	PAK (10,1 mg/kg TS)
MP 2 (Auffüllung KB 2/24)	BM-F3	Z2	PAK (24,8 mg/kg TS)
MP 3 (Auffüllung SG 1/24 / SG 3/24 / KB 3/24)	BM-F3	Z2	PAK (13,1 mg/kg TS)
MP 4 (Auffüllung HW KB 4/24)	> BM-F3	> Z2	PAK (35,3 mg/kg TS)
MP 5 (Auffüllung HW KB 5/24)	BM-F0*	Z 1.2	PAK (5,3 mg/kg TS)
MP 6 (Auffüllung HW KB 6/24)	BM-F0*	Z 1.2	PAK (3,2 mg/kg TS)
MP 7 (Auffüllung HW KB 9/24)	BM-F0*	Z 1.2	PAK (5,0 mg/kg TS)
MP 8 (Auffüllung alte Kiesgrubenverfüllung KB 4/24 / KB 6/24)	BM-F3	Z2	PAK (29,0 mg/kg TS)
MP-Kies (Mischprobe anstehende Schmelzwasserkiese)	BM-0*	Z0*	Arsen 11,0 mg/kg
Verwitterungslehm (SG 4/24 / 0,3-0,8 m)	BM-0	Z0	
Schmelzwasserkies (SG 4/24 / 1,0-1,4 m)	BM-0*	Z0*	Arsen 15,0 mg/kg
Schmelzwasserkies (SG 5/24 / 1,0-1,3 m)	BM-0*	Z1.1	Arsen 16,0 mg/kg

Künstliche Auffüllungen die Fremdkomponenten enthalten sollten aus Vorsorgegründen mindestens in den Zuordnungswert BM-0* nach der EBV eingestuft werden.

Sollen künstliche Auffüllungen entsorgt werden, sind diese in entsprechenden Haufwerken zwischenzulagern, auf der Grundlage der LAGA PN 98 zu beproben und durch chemische Analysen zu deklarieren.

Es wird empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Verwertung von Boden der Kategorie BM- / BG-0, BM- / BG-0*, BM / BG-F1, BM- / BG-F2 und BM- / BG-F3 nach der EBV sowie für eine Beseitigung von Boden auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 und DK I vorzusehen. Außerdem sollten bei der Ausschreibung Positionen für die Verwertung von Boden der Kategorie BM- / BG-0, BM- / BG-0*, BM / BG-F1, BM- / BG-F2 und BM- / BG-F3 nach der EBV mit erhöhten organischen Anteilen sowie für eine Beseitigung von Boden mit erhöhten organischen Anteilen auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 und DK I vorgesehen werden. Positionen für eine Rasterbeprobung, Haufwerksbildung, Zwischenlagerung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach der EBV ggf. nach der VwV und der Deponieverordnung sollten zusätzlich bei der Ausschreibung der Baumaßnahme berücksichtigt werden.

Erfahrungsgemäß ist es schwierig Böden mit einem Zuordnungswert von $\geq$ BM-0* zu verwerten. Ist keine Verwertung möglich müssen die Böden auf einer Deponie entsorgt bzw. beseitigt werden. Für die Ausschreibung wird daher empfohlen festzuhalten, dass der Auftragnehmer/Unternehmer, falls er den Analysen nach, verwertbares Material der Kategorie BM- / BG-0*, BM- / BG-F1, BM- / BG-F2 und BM- / BG-F3 nach der EBV aufgrund von mangelnden Verwertungsstellen auf einer Deponie entsorgt, keine Mehrkosten geltend machen kann. Der im Leistungsverzeichnis für eine BM- / BG-Position angegebene Preis ist daher zwingend einzuhalten, auch wenn das entsprechende BM- / BG-Material stattdessen deponiert wird. Die im Falle einer Deponierung des eigentlichen BM- / BG-Materials anfallenden Kosten für ggf. zusätzliche Haufwerksbildung, Zwischenlagerung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach DepV, die daraus resultierenden Verzögerungen sowie die Deponierungskosten sind AN-seitig zu tragen.

An einer aus der KB 7/24 entnommenen Asphaltprobe wurde der PAK – Gehalt und der Phenolindex im chemischen Institut "BVU GmbH" bestimmt. Der Analysenbericht liegt als Anlage 5.11 bei. Anhand der chemischen Untersuchung wurde ein PAK-Gehalt von 1,04 mg/kg und ein Phenolindex von < 10 µg/l bestimmt. Beim untersuchten Asphalt handelt es sich nach den Analysenergebnissen somit um nicht teerhaltigen bzw. pechhaltigen Asphalt und kann nach der RuVA-StB in die Verwertungsklasse A eingestuft werden.

8. Hydrogeologische Situation

8.1 Allgemein

Die tertiären Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse sind in Bezug auf die darüber anstehenden Schmelzwasserkiese / -sande als Grundwassergeringleiter bzw. -stauer anzusehen. Die Schmelzwasserkiese bilden den obersten Grundwasserleiter, der als Porengrundwasserleiter eine große bis sehr große Wasserdurchlässigkeit aufweist.

8.2 Gemessene Grundwasserstände

Während der Bohrarbeiten wurden in den beiden tiefen Kernbohrungen KB 4/24 und KB 6/24 folgende Grundwasserstände im verrohrten Bohrloch gemessen:

Bezeichnung Bohr- / Ramm- sondierung	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [m ü. NN]	Bemerkung
KB 4/24	14,80	583,21	vermutlich kein Ruhewasserstand
KB 6/24	15,20	583,54	vermutlich kein Ruhewasserstand

In der ausgebauten Grundwassermessstelle GWM 3/99 wurden folgende GW-Stände gemessen:

Bezeichnung GWM	3/99
Pegelausbau [Schicht]	Schmelzwasserkies
POK [m ü. NN]	594,36
	Grundwasserspiegel [m ü. NN]
Messtermin [Datum]	
04.04.2024	583,32

Nach den uns vorliegenden Grundwasserdaten von Bad Saulgau fließt das Grundwasser im Baufeld der geplanten Heizzentrale in Richtung Nordwesten.

Für das betrachtete Baufeld kann von einem **mittleren Grundwasserspiegel auf einer Höhe** von ca. **583,80 m ü. NN** ausgegangen werden.

8.3 Bemessungswasserspiegel

Nach den aktuellen Hochwassergefahrenkarten liegt das Baufeld der geplanten Heizzentrale außerhalb einer Überflutungsfläche eines Oberflächengewässers. Da keine langfristigen Grundwassermessdaten für das geplante Baufeld vorliegen, wird zur Festlegung des Bemessungsgrundwasserspiegels ein Sicherheitszuschlag zum mittleren Grundwasserstand von 2,0 m empfohlen. Somit sollte für das Bauvorhaben von einem **Bemessungsgrundwasserstand** auf Höhe von **585,80 m ü. NN** ausgegangen werden.

8.4 Wasser- und Quellenschutzgebiet

Das Baufeld der geplanten Heizzentrale liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb eines Wasser- und Quellenschutzgebietes.

9. Versickerungsversuche

Während der Baugrunderkundung wurde im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens in den Schürfgruben SG 4/24 und SG 5/24 Versickerungsversuche innerhalb der gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiese ausgeführt.

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden die Schürfgruben nach dem Aus-
hub bis in die Schmelzwasserkielesschicht mit Wasser befüllt und die Absenkung des Wasserspiegels
über die Zeit gemessen. Aus dem Absinken des Wasserspiegels über die Zeit kann der Wasserdurch-
lässigkeitswert bestimmt werden. Da die Schürfgrubenwände der SG 5/24 während des Versicke-
rungsversuches eingebrochen sind, konnte der Versickerungsversuch in der Schürfe SG 5/24 nicht
ausgewertet werden. Die Auswertung des Versickerungsversuches in der Schürfgrube SG 4/24 liegt
als Anlage 7 bei. Nach der Auswertung des ausgeführten Versickerungsversuches in der Schürfe SG
4 /24 ergibt sich für den Schmelzwasserkies in einer Tiefe von 1,3 m unter GOK ein Wasserdurchläs-
sigkeitsbeiwert von $k_f = 1,0 \times 10^{-4}$ m/s.

10. Geotechnische Laboruntersuchungen

Zur Bodenklassifikation und zur Bestimmung bodenphysikalischer und -mechanischer Eigenschaften
sowie zur Ableitung von Homogenbereichen und Bodenkennwerten wurden im geotechnischen Labor
nachfolgende Laboruntersuchungen ausgeführt:

- 6-mal Bestimmung des Feinkorngehaltes in Anlehnung an DIN 18123
- 5-mal Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 6.1 bei.
Die Einzelergebnisse der Kornverteilungen können den Anlagen 6.2 bis 6.6 entnommen werden.

Anhand der Bestimmung des Feinkornanteils und der Bestimmung der Kornverteilung können die un-
tersuchten Schmelzwasserkiese der Bodengruppe GI / GW / GU / GT nach DIN 18196 zugeordnet
werden.

11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend sind die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der geotechnischen Laborversuche und allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammengestellt.

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammendrückbarkeit	Durchlässigkeit	Verdichtungsfähigkeit	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB
Auffüllung (gemischtkörnig)	GU, GT, GU*, GT*	gering bis mittel	mittel bis gering	gut bis mäßig	frostempfindlich F2 bis sehr frostempfindlich F3 ¹⁾
Auffüllung (bindig / feinkörnig)	TL, TM	groß bis sehr groß	sehr gering	schlecht bis sehr schlecht	sehr frostempfindlich F3
Auffüllung (organogen, organisch)	HZ, HN, OU, OT	sehr groß	mittel bis sehr gering	sehr schlecht	sehr frostempfindlich F3
Verwitterungslehm	TL, TM	mittel	sehr gering	schlecht bis mäßig	sehr frostempfindlich F3
Schmelzwasserkies / -sand	GW, GI, GU, GT, SU, ST, SW, SI, GU*, GT*	sehr gering bis gering	mittel bis sehr groß	sehr gut bis gut	nicht frostempfindlich F1 bis sehr frostempfindlich F3 ¹⁾

¹⁾ Die Bodengruppe GU* / GT* ist der Frostempfindlichkeitsklasse F3, die Bodengruppe GU / GT / SU / ST der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und die Bodengruppe GW, GI, SW, SI der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuzuordnen.

Die bindigen und organogenen bzw. organischen Auffüllungen sowie die Verwitterungslehme sind witterungsempfindlich. Bei ungünstiger Witterung und ungeschütztem Erdplanum oder bei unsachgemäßer Zwischenlagerung können erfahrungsgemäß durch Frost, Niederschläge oder hohe mechanische Beanspruchung durch Baustellenverkehr deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Eigenschaften eintreten.

12. Homogenbereiche

Die im Baufeld der geplanten Heizzentrale aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung und den geotechnischen Laborversuchen sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015-08) für "Erdarbeiten", nach DIN 18301 (2015-08) für "Bohrarbeiten" und nach DIN 18304 (2015-08) für "Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten" eingeteilt werden:

		Homogenbereich Boden		
		A	B	C
Geologische Bezeichnung		Auffüllung	Verwitterungslehm	Schmelzwasserkies / -sand
Bodengruppe nach DIN 18196		GU, GT, GU*, GT*, TL, TM, OU, OT, HZ, HN	TL, TM	GU*, GT, GU, GT, GW, GI, SU, ST, SW, SI
Wassergehalt	[%]	2 – 400	8 – 25	2 - 20
Dichte, feucht	[t/m³]	1,2 – 2,2	1,9 – 2,1	1,8 – 2,2
Konsistenzzahl I _c		0,5 – 1,0	0,6 – 1,0	-
Konsistenz		weich, steif	weich, steif	-
Plastizitätszahl I _p	[%]	0 – 25	8 - 20	-
Undrainede Scherfestigkeit c _u	[kN/m²]	0 – 120	40 – 120	-
Kohäsion	[kN/m²]	0 – 15	3 – 15	0 - 6
Organischer Anteil	[Gew.-%]	0 - 80	≤ 5	≤ 3
Korngrößenverteilung	T [%]	0 – 40	10 – 40	0 – 10
	U [%]	5 – 80	40 – 80	0 – 35
	S [%]	0 – 50	0 – 40	15 – 90
	G [%]	0 – 85	0 – 40	0 – 85
Massenanteil Steine / Blöcke ¹⁾	[%]	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / ≤ 30
Massenanteil Blöcke ²⁾	[%]	≤ 5	-	≤ 10
Lagerungsdichte		mitteldicht, dicht	-	mitteldicht, dicht
Abrasivitäts Koeffizient LAK	[g/t]	0 – 400	0 – 100	50 – 400
Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)		3, 4, 5, 7	4, 5	3, 4, 5, 7 ²⁾
Bodenklasse nach DIN 18301 (2012-09)		BN 1, BN 2, BB 2, BO 1, BO 2, BS 1, BS 3, ²⁾	BB 2, BS 1, BS 3	BN 1, BN 2, BS 1, BS 3, ²⁾

¹⁾ Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

²⁾ Blöcke mit Korngröße über 630 mm

Oberboden ist nach DIN 18320 unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

Die den Homogenbereich zugeordneten Schichtgrenzen können den Bohrprofilen und Schürfgrubenaufnahmen sowie den geologischen Profilschnitten entnommen werden. Bei den geologischen Profilschnitten ist zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden sowie die Schichtgrenzen in den Rammsondierungen anhand des ermittelten Schlagzahlverlaufs abgeschätzt wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

Bei den zuvor genannten Parametern für die Beschreibung der Homogenbereiche handelt es sich nicht um Kennwerte, die für erdstatische Berechnungen verwendet werden dürfen, sie dienen lediglich der Beschreibung der Bandbreiten der Bodeneigenschaften.

Da die bindigen und organogenen bzw. organischen Auffüllungen sowie die Verwitterungslehme teilweise wasserempfindlich sind, können diese Böden bei nicht fachgerechter Zwischenlagerung und bei starken Niederschlägen während eines Transports oder durch mechanische Beanspruchung aufweichen, so dass diese ggf. in die Bodenklasse 2 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. in eine breiige Konsistenz übergehen können.

Die angegebenen Werte sind nur z.T. durch geotechnische Laboruntersuchungen direkt bestimmt worden. Andere Angaben beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen nicht auszuschließen sind.

13. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die charakteristischen Berechnungskennwerte wurden auf der Grundlage der durchgeführten Baugrunderkundung und der durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeiner Erfahrung mit vergleichbaren Böden festgelegt.

Bodenschichten	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Auffüllungen	19 (17 – 20)	9 (8 – 10)	25 (22,5 – 32,5)	4 (0 – 8)	3 - 25
Verwitterungslehm	19,5 (19 – 20,5)	9,5 (9 – 10,5)	25 (22,5 – 32,5)	8 (6 – 12)	6 (5 – 8)
Schmelzwasserkies (verlehmte)	20 (19 – 21)	10 (9 – 11)	30 (27,5 – 32,5)	2 (0 – 5)	15 (8 – 30)
Schmelzwasserkies / -sand	21 (19 – 22)	12 (10 – 13)	35 (32,5 – 37,5)	0 (0 – 5)	70 (60 – 120)

fett = für Berechnungen empfohlene charakteristischer Bodenkennwerte

() Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

Für Setzungsberechnungen kann bei einem Bodenaushub ein Wiederbelastungsmodul von $E_{s,w,k} = 3,0 \times E_{s,k}$ angesetzt werden.

14. Geotechnische Kategorie

Der geplante Bau der Heizzentrale ist in die Geotechnische Kategorie GK 2 (Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund) nach EC 7 einzuordnen.

15. Baugrubenherstellung

Baugrubenböschungen können bis zu einer Tiefe von 1,25 m unter GOK senkrecht ausgehoben werden. Baugrubenböschungen mit einer Tiefe von > 1,25 m bis 5 m können über Schicht- bzw. Grundwasser bei den anstehenden Böden in Anlehnung an DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ angelegt werden.

Hierbei müssen Baugeräte bis 12 t sowie Fahrzeuge, welche nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 1,0 m und Baugeräte von mehr als 12 t bis 40 t sowie Fahrzeuge, welche nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 2,0 m einhalten.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

Bei Böschungshöhen über 5 m, einem erforderlichen steileren Böschungswinkel als zuvor angegeben, bei nicht Einhaltung der Aushubgrenzen nach DIN 4123 neben bestehenden Gebäuden, Schichtwasseraustritten aus der Böschung oder bei geringeren Abständen von Fahrzeugen entlang der Böschungskrone als zuvor angegeben und das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

Können aufgrund der Platzverhältnisse keine freien Böschungen angelegt werden muss ein Baugrubenverbau ausgebildet werden.

Ein Baugrubenverbau kann z.B. über Grundwasser mittels einer Trägerbohlwand oder einer aufgelösten Bohrpfahlwand mit Spritzbetonausfachung oder über eine Spundwand hergestellt werden. Zur Reduzierung der Verformungen kann ggf. eine überschnittene Bohrpfahlwand ausgebildet werden.

Das Einbringen von Spundwänden erfolgt mittels Vibration. Auf die davon ausgehenden Erschütterungen wird hingewiesen, diese können auf in geringer Entfernung liegende Infrastrukturleitungen und

Gebäude oder befestigten Flächen zu Schäden, Sackungen bzw. Setzungen führen. Durch zuvor durchgeführte Vorbohrungen können die Erschütterungen durch das Einbringen der Spundwandbohlen reduziert werden.

Beim Ziehen von Spundwänden, das ebenfalls mittels Vibrationsunterstützung erfolgt, kann es zu Setzungen durch unvermeidliche Nachverdichtungseffekte im Bereich der Arbeitsraumverfüllung und durch Materialwanderung in den freigegebenen Hohlräumen kommen. Sollten solche Setzungen vermieden werden, so müssen die Spundwände in diesen Bereichen im Untergrund verbleiben. Das beim Ziehen entstehende Setzungs- bzw. Sackungsmaß kann verringert werden, wenn über an den Spundwänden angebrachten Stahlverpressrohren im Zuge des Ziehens eine Verfüllung des entstehenden Spaltes mit Dämmen erfolgt.

Innerhalb der Schmelzwasserkiesschicht können größere Steine und Blöcke vorhanden sein. Sollen Spundwände hergestellt werden, muss eine Position für das Vorbohren vorgesehen werden. Zudem sollten Spundbohlen mit einem großen Widerstandsmoment verwendet werden. Durch das Vorbohren können Steine und Blöcke verdrängt werden. Sollte ein außergewöhnlich großer Block im Untergrund vorliegen, so kann dieser nur mit einer Austauschbohrung oder im oberen Bereich durch Freilegen in einem Baggerschurf beseitigt werden. Das Ausschreiben einer solchen Leistung als Standardleistung ist allerdings wenig sinnvoll, da hierzu eine gesonderte Baustelleinrichtung für ein Bohrgerät und Vorhaltekosten anfallen würden. Hier hat im Zuge der Ausschreibung eine Abwägung von Nutzen und Risiko durch den AG zu erfolgen. Nach unseren Erfahrungen treten größere Blöcke zumeist im Nahbereich zur Schichtgrenze der Molasseschicht auf.

Die Aushubtiefen zum Einbringen einer Ausfachung richten sich bei der Trägerbohlwand oder einer aufgelösten Bohrpfahlwand nach der Standfestigkeit der anstehenden Böden. Bei grobkörnigen und weichen bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden beträgt die max. Aushubtiefe zur Einbringung der Ausfachung $h = 0,5 \text{ m}$ und bei mindestens steifen bindigen Böden max. $h = 1,0 \text{ m}$.

Um hinter einer Spritzbetonausfachung oder hinter einer überschnittenen Bohrpfahlwand über dem Grundwasserspiegel die Ausbildung eines Wasserdruckes infolge von Schichtwasser zu verhindern, sind diese zu perforieren (mindestens eine Öffnung Durchmesser 50 mm je 4 m^2 Verbaupläche).

Sind keine setzungsgefährdeten Bauwerke, Bauteile, Verkehrsweg oder Leitungen in der Nähe des Verbaus anzutreffen, so kann eine nicht gestützte oder nachgiebig gestützte Verbauwand hergestellt werden und nicht umgelagerter aktiver Erddruck für die Bemessung angesetzt werden. Liegen setzungsempfindliche Bauteile, Verkehrsweg oder Leitungen in der Nähe des Verbaus oder liegt die freie Wandhöhe des senkrechten Baugrubenverbau im Ausstrahlungsbereich von Bauwerks- bzw. Fundamentlasten einer Nachbarbebauung, muss nach EAB der Baugrubenverbau rückverankert oder ausgesteift werden und mit erhöhten aktiven Erddruck mit einem Ruhedruckanteil von mindestens 50% bemessen werden.

Muss ein Baugrubenverbau rückverankert werden, können Verpressanker als Temporäranker hergestellt werden. Die Verankerung ist in den mindestens mitteldichtgelagerten Schmelzwasserkiesen /-sandten vorzusehen. Bei Durchführung einer Nachverpressung mittels 2 unterschiedlich tief geführter Verpressschläuche im Drittpunkt der Verankerungslänge, kann eine charakteristische Mantelreibung von

$$q_{s,k} = 250 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Der nachfolgend ausgewiesene charakteristische Herauszieh Widerstand $R_{a,k}$ und Bemessungsherauszieh Widerstand $R_{a,d}$ bezieht sich auf eine Krafteintragungslänge $L_{\text{fixed}} = 5,0 \text{ m}$ und einen Verpresskörperdurchmesser von $d = 130 \text{ mm}$, Ausführung einer Nachverpressung (mittels 2 unterschiedlich tiefgeführten Verpressschläuche im Drittpunkt der Verankerungslänge) und einer Überdeckung von $\geq 4,0 \text{ m}$ über dem Verpresskörper. Bei der Verwendung eines Ankerzements (z.B. der Fa. Schwenk CEM I 42,5 R-HO), der durch spezielle Zusätze eine Expansion des Verpresskörpers bewirkt, kann auf eine Primärverpressung verzichtet werden.

	charakteristischer Herauszieh Widerstand $R_{a,k} \text{ (kN)}$	Bemessungswert $R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_A \text{ (kN)}$
Schmelzwasserkies / -sand	510	460

Die angegebenen Ankerkräfte sind auf der Baustelle an allen Ankern im Zuge der Abnahmeprüfungen nachzuweisen. Die Prüfkraft P_p (kN) der Abnahmeprüfung ergibt sich aus dem Bemessungswert P_d (kN) der Ankerbeanspruchung zu $P_p = 1,10 (= \gamma_A) \times P_d$.

Um Schäden an Infrastrukturleitungen zu vermeiden, sollten Bohrungen von Verpressanker einen Mindestabstand von $\geq 1,5$ m zu diesen aufweisen. Zu Gebäuden ist ein Mindestabstand der Verpressanker von 4 m vorzusehen. Die Entwurfsregeln nach Ostermayer für die Anordnung von Verpressankern sind zu berücksichtigen.

Bei einer Rückverankerung in Nachbargrundstücken oder öffentlichen Flächen muss die Zustimmung der betroffenen Grundstückseigentümer eingeholt werden bzw. sind die genehmigungsrechtlichen Belange zu beachten.

Bei geneigten Ankern sind über den Baugrubenverbau Vertikalkräfte abzutragen (Nachweis Summe V). Bei Einbindung des Baugrubenverbaus in die Schmelzwasserkiese kann ein charakteristischer Spitzenwiderstand bei Bohrpfählen und einbetonierten Verbauträgern von $q_{b,k} = 2.000 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Für einen Bohrpfahl bzw. eine Betonplombe eines Verbauträgers kann zusätzlich eine charakteristische Mantelreibung in der Schmelzwasserkies- / -sandschicht von $q_{s,k} = 80 \text{ kN/m}^2$ rechnerisch berücksichtigt werden. Bei einer Spundwand kann innerhalb der Schmelzwasserkies / -sandschicht ein charakteristischer Spitzenwiderstand von $q_{b,k} = 10 \text{ MN/m}^2$ und eine charakteristische Mantelreibung von $q_{s,k} = 20 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Bis zur rechnerisch erforderlichen Einbindetiefe darf hierbei nur die halbe Mantelfläche und bei einer Verlängerung des Bohrpfahls bzw. Betonplombe des Verbauträgers über die rechnerisch erforderliche Einbindetiefe hinaus die ganze Mantelfläche angesetzt werden. Bei einer überschrittenen Bohrpfahlwand berechnet sich die ideelle Wanddicke b_t je nach gewähltem Achsabstand a der Pfähle wie folgt:

$$a = 0,95 \times \text{Pfahldurchmesser } d \Rightarrow b_t = 0,81 \times d$$

$$a = 0,90 \times \text{Pfahldurchmesser } d \Rightarrow b_t = 0,84 \times d$$

$$a = 0,80 \times \text{Pfahldurchmesser } d \Rightarrow b_t = 0,88 \times d$$

Die Bemessung eines Baugrubenverbaus muss durch eine statische Berechnung nach den Vorgaben der EAB und des EC 7 erfolgen. Durch die Herstellung einer Vorböschung kann die Verbauhöhe ggf. reduziert werden.

16. Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149: 2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für die geplante Heizzentrale folgende Zuordnung:

Erdbebenzone	2	Intensitätsintervalle $7 \leq I \leq 7,5$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,6 \text{ m/s}^2$
Untergrundklasse	S	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	C	Stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige bzw. fein- und gemischtkörnige Lockergesteine

17. Gründungsempfehlung

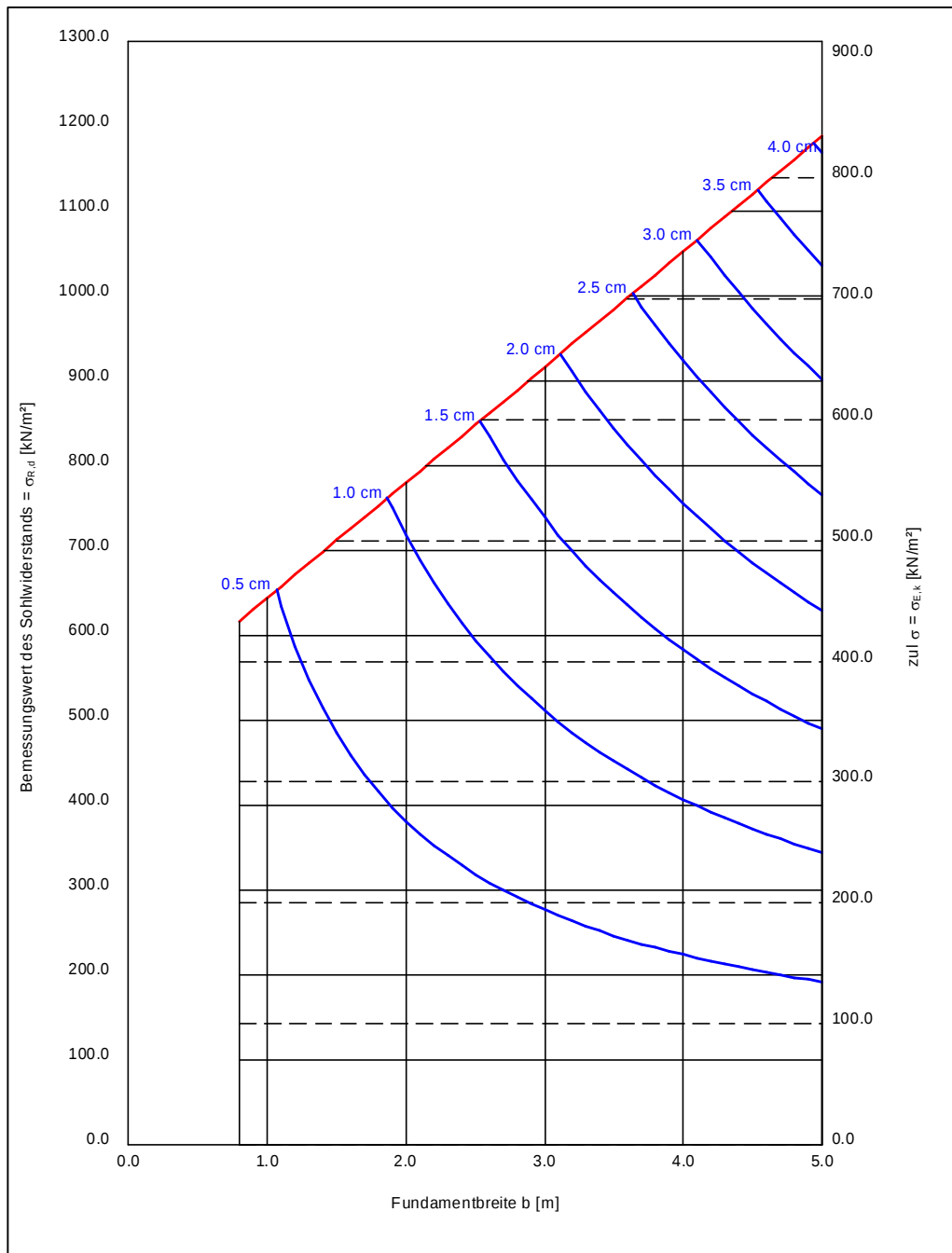
Außenliegende Bauteile müssen frostsicher mindestens 1,0 m unter Geländeoberkante (GOK) liegen. Das Tragwerk der Heizzentrale kann über Einzel und Streifenfundamenten auf den sehr gut tragfähigen Schmelzwasserkiesen gegründet werden. Liegt die planmäßige Gründungssohle von Einzel- und Streifenfundamenten über der tragfähigen Schmelzwasserkieschicht ist die Gründungssohle mittels Magerbeton bis auf die tragfähige Schicht zu führen. Gegebenenfalls können auch einzelne Betonplomben, welche bis in die tragfähige Schmelzwasserkieschicht reichen, hergestellt werden.

Die Angabe des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) für die Gründung des Bauwerks über Einzel- und Streifenfundamente bzw. Betonplomben auf der Schmelzwasserkieschicht erfolgt im Folgenden unter der Annahme einer Mindesteinbindetiefe der Fundamente von $t = 1,0 \text{ m}$ unter GOK bzw. unter OK Bodenplatte und einem Anteil der Verkehrslast (Q) von 50 % sowie unter Ansatz der ständigen Bemessungssituation BS-P (ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen) nach EC 7.

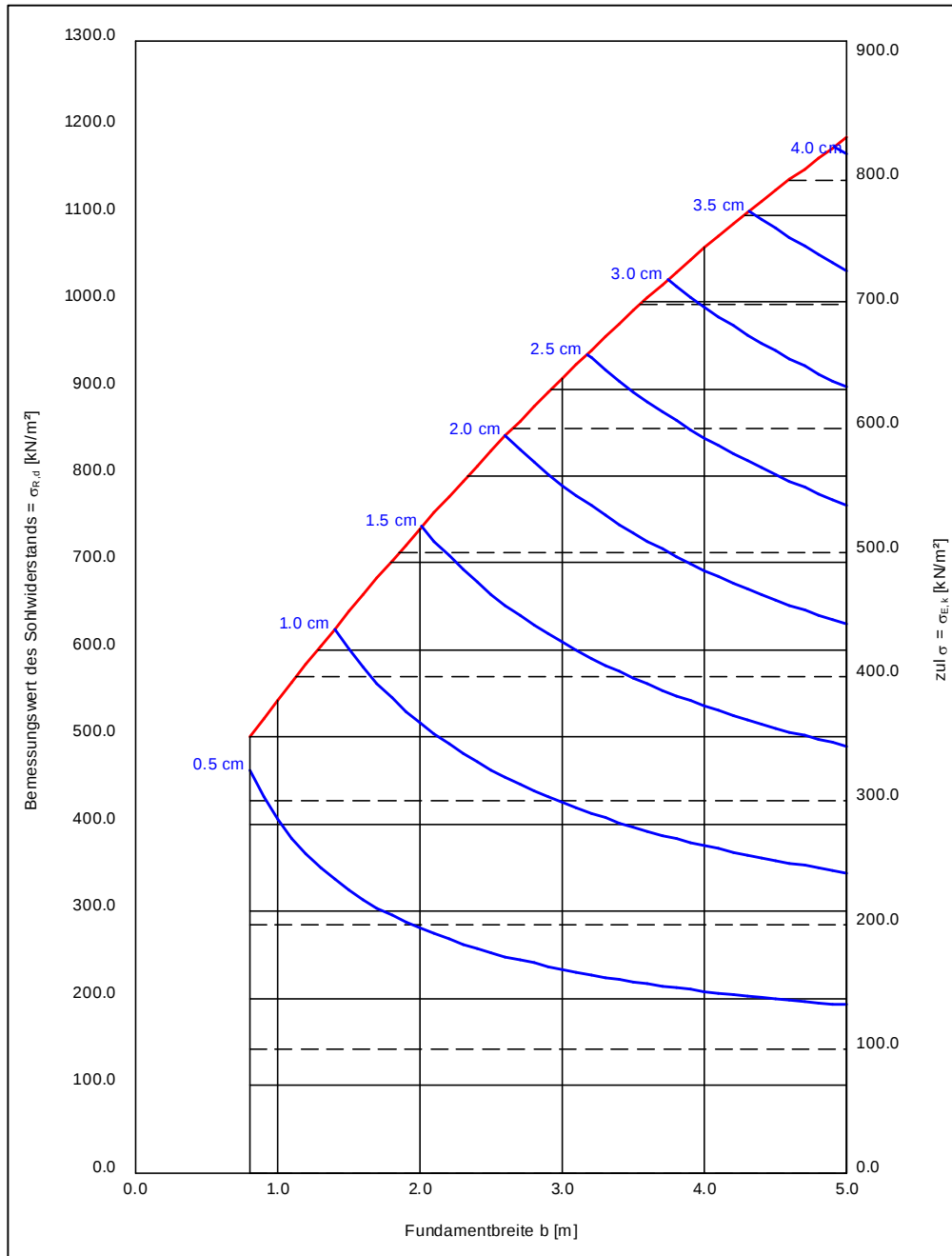
Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wurde über eine Grundbruchberechnung für ein quadratisches Einzelfundament bzw. Betonplomben ($a / b = 1,0$) mit einer Seitenlänge $b \geq 0,8 \text{ m}$ (bei kreisförmigen Betonplomben ist b im nachfolgenden Diagramm = Wurzel aus der Kreisfläche der Plombe), für ein rechteckiges Einzelfundament $a = 5,0 \text{ m}$ und $b \geq 0,8 \text{ m}$ und für ein Streifenfundament mit einer Breite von $b \geq 0,5 \text{ m}$ (Länge 20 m) für unterschiedliche Fundamentbreiten b ermittelt und kann

nachfolgenden Diagrammen entnommen werden. Die zu erwartenden Setzungen können ebenfalls den Diagrammen entnommen werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Fundamentsetzungen anhand der charakteristischen Sohlspannung ($\sigma_{E,k}$) zu ermitteln sind.

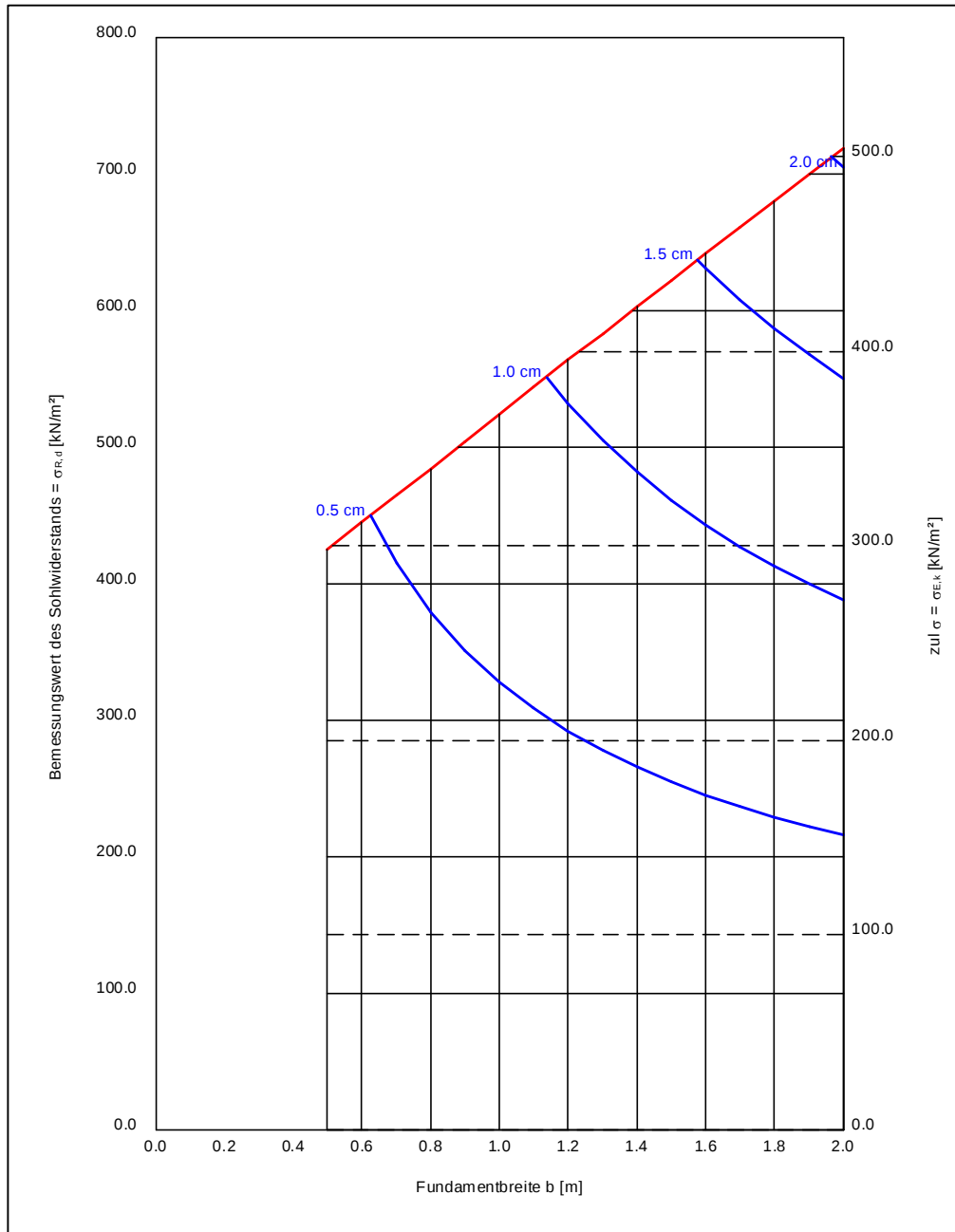
Einzelfundament ($a / b = 1,0$), $t = 1,0$ m:



Einzelfundament ($a = 5,0 \text{ m}$; $b \geq 0,8 \text{ m}$), $t = 1,0 \text{ m}$:



Streifenfundament a = 20 m, t = 1,0 m:



Die angegebenen Bemessungssohlwiderstände gelten unter der Voraussetzung, dass das Verhältnis von Horizontal- zu Vertikalkräften $H/V \leq 0,2$ beträgt. Bei einem Verhältnis $H/V > 0,2$ sind gesonderte Betrachtungen bzw. Berechnungen erforderlich.

Die Fundamentabmessungen sind vom Tragwerksplaner unter Einhaltung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) so anzupassen, dass keine bauwerksschädlichen Setzungsdifferenzen auftreten.

Vor Herstellung der Einzel- und Streifenfundamente müssen die aushubbedingten Auflockerungen in der Aushubsohle durch ein vollflächiges Nachverdichten der Gründungssohle mit geeignetem Verdichtungsgerät beseitigt werden.

Die vorgesehenen Kellerbauwerke können über eine Gründungsplatte gegründet werden. Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt mit dem Steifemodulverfahren oder alternativ mit dem Bettungsmodulverfahren.

Nach dem DIN – Fachbericht 130 „Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen“ erfolgt der Berechnungsablauf beim Bettungsmodulverfahren prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter.
2. Berechnung der Vertikalverschiebung und Sohldrücke mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner.
3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 ($E_I = 0$) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter.
4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner.
5. Neuberechnung der Bettungsmoduli aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter.

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach einer ausreichenden Übereinstimmung der Vertikalverformung kann von einem näherungsweisen korrekten Ansatz des Baugrundmodells in der statischen Berechnung ausgegangen werden. Die ermittelten Verformungen bzw. Differenzverformungen sind vom Tragwerksplaner hinsichtlich der

Bauwerks- bzw. Tragwerksverträglichkeit zu überprüfen und müssen ggf. durch zusätzliche Maßnahmen wie z.B. durch die Ausbildung einer dickeren Platte reduziert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante bzw. kein Verformungsparameter ist. Die Größe als auch die Verteilung des Bettungsmoduls werden neben der nichtlinearen Bodensteifigkeit von der Größe der Belastungsfläche, Höhe der Gesamtlast, Verteilung der Lasten sowie der Biegesteifigkeit der Platte einschließlich der aussteifenden Wände signifikant beeinflusst. Als Startwert für die Ermittlung einer ersten Spannungsverteilung wird ein Bettungsmodul von $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$ angegeben.

Vor Aufbringung der Gründungsplatte müssen die aushubbedingten Auflockerungen in der Aushubsohle durch ein vollflächiges Nachverdichten der Gründungssohle mit geeignetem Verdichtungsgerät beseitigt werden. Zur Herstellung einer ebenen Auflagerfläche wird der Einbau von Kies der Körnung 0/32 mm über den anstehenden Schmelzwasserkiesen empfohlen. Die Kiesschicht ist auf $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten.

Werden Bodenplatten mit Fahrzeugen (Gabelstapler, LKW etc.) befahren, kann die Radlast je nach Nutzlast bzw. Gesamtgewicht entsprechend der Schriftenreihe der Bauberatung Zement "Betonböden im Industriebau" wie nachfolgend angegeben abgeschätzt werden:

Fahrzeug	Gesamtgewicht [t]	Nutzlast [t]	Achslast P [kN]	Radlast Q_k [kN]
Gabelstapler	3,5	1,0	30	15
	7	2,5	65	32,5
	13	5,0	120	60
	35	15,0	300	150
LKW	6		40	20
	12		80	40
	30		100	50

Zwischenwerte können interpoliert werden

Die für die Dimensionierung des Bodenplattenunterbaus anzusetzende maximale Rad- und Einzellast ist zu ermitteln. Die Anforderung und Bemessung der Tragschicht unter der Bodenplatte kann in Anlehnung an die Schriftenreihe der Bauberatung Zement "Betonböden im Industriebau" in Abhängigkeit der max. Bemessungsrads- bzw. Bemessungseinzellast erfolgen. Danach gilt:

Belastung max. Rad- bzw. Einzellast	Erforderlicher Verformungsmodul E_{v2} in MN/m ²	
Q_d in kN	des Untergrundes	der Tragschicht
≤ 40	≥ 40	≥ 80
≤ 80	≥ 50	≥ 100
≤ 100	≥ 60	≥ 120
≤ 140	≥ 80	≥ 150

(Zwischenwerte können interpoliert werden)

$$Q_d = 1,5 \times Q_k$$

Eine Betonplatte wird bei gleicher Belastung umso mehr auf Biegung beansprucht, je nachgiebiger die Unterkonstruktion ist. Es wird angenommen, dass die Bodenplatte elastisch gebettet ist. Die Steifigkeit dieser Bettung wird durch den Bettungsmodul k_s rechnerisch erfasst. Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Tragfähigkeit der Unterkonstruktion in Abhängigkeit der Beanspruchung kann für Einzellasten (ständige Stützenlasten) bis 100 kN und einer Kontaktpressung von $\sigma \leq 1,0$ N/mm² der Bettungsmodul anhand folgender Gleichung nach Lohmeyer abgeschätzt werden:

$$k_s = E_T / (0,83 \times h \times \sqrt[3]{(E_{cm} / E_T)})$$

h = Dicke der Betonplatte

E_{cm} = Elastizitätsmodul des Betons

E_T = Elastizitätsmodul der Tragschicht $\approx E_{v2}$ -Wert OK Tragschicht

Kleinere Bettungsmodul und somit größere Beanspruchungen der Betonbodenplatte entstehen beim Einbau weicher Wärmedämmschichten unter der Betonbodenplatte bzw. bei hohen ständigen Flächen- und Einzellasten (wie z.B. bei einem Hochregallager, schweren Tanks oder schweren Maschinen etc.) auf der Bodenplatte. Bei hohen Lasten auf der Bodenplatte wie z.B. Tanks, Behälter, schwere Maschinen, hohe Aufschüttungen, etc. wird empfohlen unter der Bodenplatte ein Bodenaustausch bis auf die tragfähigen Schmelzwasserkiese mit Kies der Körnung 0/45 mm unter Berücksichtigung eines

Lastausbreitungswinkels von 45° herzustellen. Die Bodenaustauschschicht ist auf $D_{Pr} \geq 100\%$ ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ statischer Plattendruckversuch) zu verdichten. Gegebenenfalls sind Tanks, Behälter oder andere schwere Einbauten über Fundamente auf den tragfähigen Schmelzwasserkiesen zu gründen

Bei einer auf dem Untergrund frei aufliegenden Betonplatte sollten bei Industriebauten zwischen Konstruktionsteilen der Halle und der Betonplatte Raumfugen (Bewegungsfugen) ausgebildet werden. Die Bodenplatte sollte nicht direkt auf den Fundamenten aufliegen. Die Tragschicht sollte deshalb in voller Dicke über die Fundamente geführt werden. Die Bodenplatte sollte planmäßig auf einer 30 cm mächtigen Schotter- oder Kiestragschicht (z.B. Schotter oder Kies 0/45 mm) gegründet werden.

Ausgehend von einer 30 cm dicken Bodenplatte und einer 30 cm mächtigen Kiestragschicht unter der Bodenplatte kommt das Planum der geplanten Heizzentrale auf einer Höhe von 594,30 m ü. NN zu liegen. Bei einer Planumshöhe von 594,30 m ü. NN werden nachfolgende Ausgangstragfähigkeiten der auf dieser Höhe im Bereich der geplanten Heizzentrale aufgeschlossenen Böden auf der Grundlage von Erfahrungswerten bei vergleichbaren Böden abgeschätzt. Liegt die bestehende Geländeoberkante unter dem Planum wird bei der Abschätzung der Tragfähigkeit auf Planumsniveau ein Geländeauftrag mit Kies der Körnung 0/45 mm berücksichtigt. Bei einem Geländeauftrag sind die oberen 10 cm der anstehenden Böden vor dem Geländeauftrag abziehen.

Aufschluss- bezeichnung	OK Gelände GOK [m ü. NN]	Anstehender Boden	*Geländeauftrag bzw. -abtrag bis Planum [m]	E_{v2} Planum [MN/m ²]
KB 1/24	593,87	Auffüllung, kiesig	+0,43	> 80
SG 2/24	594,35	Auffüllung, kiesig, verlehmt	-0,05	30 - 40
KB 8/24	595,20	Auffüllung, bindig, weich	-0,90	5 - 10
SG 6/24	595,31	Schmelzwasserkies	-1,01	> 80
KB 9/24	598,45	Schmelzwasserkies	-4,15	> 80
KB 5/25	597,36	Auffüllung, bindig, steif	-3,06	15 - 20
KB 7/24	594,57	Auffüllung, kiesig	-0,27	> 80
KB 2/24	594,31	Auffüllung, kiesig nach Abtrag 20 cm Oberboden	-0,21	20 - 30
DPH 1/24	593,99	Auffüllung, kiesig	+0,31	> 80

*Geländeauftrag [+] / Geländeabtrag [-]

Um die in Abhängigkeit von der Belastung der Betonplatte (Rad- und Einzellast), geforderte Ausgangstragfähigkeit auf dem Untergrund (Planum) erreichen zu können, ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden erforderlich. Für eine wirtschaftliche Dimensionierung der erforderlichen Bodenaustauschschicht wird die Ausführung von statischen Plattendruckversuchen zur Bestimmung der Ausgangstragfähigkeit auf planmäßigem Planumsniveau empfohlen.

Je nach Ausgangstragfähigkeit des Untergrundes ist nachfolgender Bodenaustausch mit Kies der Körnung 0/45 mm erforderlich, um die je nach Belastung geforderte Tragfähigkeit auf dem Planum unter der Bodenplatte zu erhalten. Die Verdichtung des Kiesauftrages sollte hierbei $D_{Pr} \geq 100 \%$ ($= E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ statischer Plattendruckversuch) betragen.

Ausgangstragfähigkeit Untergrund E_{v2} [MN/m ²]	geforderte Tragfähigkeit Untergrund E_{v2} [MN/m ²]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	≥ 40	50
10	≥ 40	40
15	≥ 40	30
20	≥ 40	20
30	≥ 40	10
5	≥ 50	60
10	≥ 50	45
20	≥ 50	25
30	≥ 50	15
40	≥ 50	5
5	≥ 60	65
10	≥ 60	50
20	≥ 60	30
30	≥ 60	20

Ausgangstragfähigkeit Untergrund E_{v2} [MN/m ²]	geforderte Tragfähigkeit Untergrund E_{v2} [MN/m ²]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
40	≥ 60	10
50	≥ 60	5
5	≥ 80	75
10	≥ 80	60
20	≥ 80	45
30	≥ 80	30
40	≥ 80	20
50	≥ 80	15
60	≥ 80	10
70	≥ 80	5

Um die geforderte Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Belastung auf OK Tragschicht von $E_{v2} \geq 80$, $E_{v2} \geq 100$, $E_{v2} \geq 120$ oder $E_{v2} \geq 150$ zu erreichen, ist auf der erforderlichen Bodenauftragsschicht bzw. Bodenaustauschschicht eine mindestens 30 cm mächtige Kies- oder Schottertragschicht der Körnung 0/45 mm einzubauen. Die Verdichtung muss $D_{Pr} \geq 100 \%$ betragen.

Zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit und zur Vermeidung von kontaminiertem Bodenaushub besteht prinzipiell die Möglichkeit den Untergrund mit Bindemittel zu stabilisieren. Aufgrund der im Bereich der geplanten Heizzentrale oberflächlich aufgeschlossenen unterschiedlichen Böden ist die Ausführung einer Bodenstabilisierung des Untergrundes mit Bindemittel schwierig. Um die geforderte Tragfähigkeit auf dem Erdplanum zu erreichen, müssten den unterschiedlichen Böden unterschiedliche Bindemittelmengen zugegeben werden und ggf. unterschiedliche Bindemittelzusammensetzungen verwendet werden. In den oberflächlich aufgeschlossenen Auffüllungen können zudem größere Steine vorhanden sein, die zu Schwierigkeiten bei einer Bodenstabilisierung führen können. Vor einer Stabilisierung des Untergrundes mit Bindemittel müssten die oberen 10 cm abgezogen werden, da diese zumeist schwach durchwurzelt und schwach humos sind. Durchwurzelte und humose Böden enthalten Huminsäuren, die den Erhärtungsprozess eines Boden-Bindemittelgemisches hemmen. Durch den erforderlichen Aushub

für die Fundamente und Keller ist eine großflächige Bodenstabilisierung im Bereich der Heizzentrale nicht möglich. Aufgrund der zuvor genannten Schwierigkeiten bei einer Bodenstabilisierung des Untergrundes mit Bindemittel wird von einer Untergrundstabilisierung unter dem geplanten Gebäude der Heizzentrale abgeraten.

18. Arbeitsraumverfüllung / Geländeaufschüttung

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen unter Gebäuden, Verkehrsflächen etc. sind gut verdichtbare grobkörnige Böden zu verwenden. Die anstehenden gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiese können hierzu auch verwendet werden. Gegebenenfalls müssen größere Steine vor einem Wiedereinbau der Schmelzwasserkiese aussortiert werden. Die Verdichtung sollte beim Einbau von grobkörnigen Böden mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen.

Sollen Geländeaufschüttungen über derzeitiges vorhandenes Geländeniveau hergestellt werden, ist die Aufschüttung frühzeitig aufzubringen, um die größtmögliche Konsolidation der unterlagernden Böden zu erreichen. Zusätzliche Setzungen aus einer Geländeaufschüttung neben oder unter dem geplanten Gebäude sind bei der Beurteilung von Gebäudesetzungen mit zu berücksichtigen.

19. Abdichtung von erdberührten Bauteilen

Auf der Grundlage der Baugrunderkundung stehen im Baufeld der geplanten Heizzentrale oberflächlich zumeist Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert mit $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s sowie teilweise Böden mit Wasserdurchlässigkeitsbeiwert mit $k_f > 1 \times 10^{-4}$ m/s an. Grundwasser bzw. der Bemessungsgrundwasserstand liegt unter dem geplanten Gebäude bzw. unter der tlw. vorgesehenen Gebäudeunterkellerung.

Bei einer Raumnutzungsstufe RN1-E (geringe Anforderung) kann die Abdichtung entfallen, wenn durch eine kapillarbrechende Schüttung (mit $k > 1 \times 10^{-4}$ m/s) wie z.B. Kies 8/16 mm mit einer Dicke von mindestens 15 cm unter der Bodenplatte der Wassertransport durch die Bodenplatte vermindert wird. Sicker- und Oberflächenwasser ist bei gering wasserdurchlässigen Böden durch eine funktionsfähige Drainage von der kapillarbrechenden Schicht fernzuhalten. Bei befahrenen Bodenplatten aus

Beton, bei denen der Eintrag von Schleppwasser von außen möglich ist, können Abdichtungen oder kapillarbrechende Schüttungen entfallen. Der Schutz des Bauteils gegenüber der Einwirkung von Chloriden ist hierbei zu beachten.

Sind normale Anforderungen an die Raumlufittrockenheit (RN2-E) gestellt (Aufenthaltsräume, etc.), sind Abdichtungsmaßnahmen vorzusehen.

Eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1 ist auf der dem Wasser zugewandten Bauteilseite anzuordnen. Bodenplatten aus Beton dürfen in Abhängigkeit von der Wassereinwirkung auch oberseitig abgedichtet werden.

Da die Arbeitsräume mit wasserdurchlässigen Kiesen bis auf die anstehenden wasserdurchlässigen Schmelzwasserkiese verfüllt werden, können erdberührte Wände und Bodenplatten ohne **Dränung** gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1-E abgedichtet werden.

Für Abdichtungen von nicht drückendem Wasser von erdüberschütteten Decken sowie von Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel und Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden wird auf die DIN 18533-1 verwiesen.

Bei der Auswahl der Abdichtungsbauart ist vom Planer zusätzlich die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungsklasse und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

20. Erddruck

Unter dem Erdreich liegende Außenwände sind auf den erhöhten aktiven Erddruck nach DIN 4085 zu bemessen. Bei starker Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung sollte mit dem Verdichtungserddruck nach DIN 4085 gerechnet werden, der größer als der erhöhte aktive Erddruck ist.

21. Kanal- und Leitungsbau

21.1 Graben- und Grubenaushub

Auf dem geplanten Baufeld der Heizzentrale stehen gut baggerbare Böden an. Mit größeren Steinen, Geröllen bzw. Blöcken innerhalb der Schmelzwasserkiese muss gerechnet werden.

Werden Gräben und Gruben nach einer mit Bindemittel durchgeführten Bodenstabilisierung ausgehoben, muss für den Aushub die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. eine feste Konsistenz berücksichtigt werden.

21.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben

Bei Gräben, die von Personal betreten werden und tiefer als 80 cm sind, müssen mindestens 0,60 m breite Schutzstreifen beidseitig neben Gräben angeordnet werden, die von Aushubmaterial und Gegenständen freigehalten werden müssen. Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sowie von Gruben für Schächte sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten. Die erforderlichen Abstände von Fahrzeugen bzw. Baugeräten zum Graben ist der DIN 4124 zu entnehmen.

Gruben und Gräben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung, wenn die zuvor angegebenen Schutzstreifen vorhanden sind, Fahrzeuge bzw. Baugeräte den erforderlichen Abstand nach DIN 4124 einhalten und das benachbarte Gelände nicht steiler als 1:10 ansteigt, senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben und Gruben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden oder mit einem Grabenverbau hergestellt werden.

Freie Gruben- und Grabenböschungen mit einer Tiefe von > 1,25 m bis 5 m können über Grund- bzw. Schichtwasser in den anstehenden Böden in Anlehnung an DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ ohne rechnerischen Nachweis angelegt werden. Auf den Baugrubenböschungen ist loser oder aufgelockerter Boden abzuräumen.

Zur Minimierung der Aushubmassen können Leitungen im Schutze eines Grabenverbaus hergestellt werden. Für den Einsatz von Grabenverbauern sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

Zum Schutz vor Durchfeuchtung bzw. Erosion durch Niederschlagswasser sowie zur Verhinderung der Austrocknung und damit der Verminderung der Standfestigkeit sind Böschungen mit längerer Standzeit

> 5 Tage durch überlappende Kunststoff-Folien abzuhängen und so vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Den Gruben und Gräben zulaufendes Oberflächenwasser ist mittels Tagwassersperrern o. glw. fernzuhalten.

Werden die Flächen direkt neben den Gräben durch Verkehrslasten bzw. ständige Lasten beansprucht oder sind dynamische Beanspruchungen durch Ramm- und Rüttelarbeiten zu erwarten, ist im Einzelfall ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis notwendig.

21.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung

Im Allgemeinen ist die Grabensohle tiefer auszuheben und ein Auflager einzubringen, das so beschaffen und hergestellt sein muss, dass es der Rohrumhüllung oder dem Rohrmaterial nicht schadet und die sonstigen Anforderungen erfüllt. Die Anforderungen der DIN EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" sind zu beachten.

Kommen Leitungen im Bereich der alten Kiesgrubenverfüllung zu liegen, wird empfohlen unter dem Rohraulager eine mindestens 20 cm mächtige Kiestragschicht mit Kies der Körnung 0/32 mm einzubauen. Zwischen Kiesaustauschschicht und dem anstehenden Boden wird der Einbau eines Trenn- und Filtervlieses der Georobustheitsklasse GRK 4 empfohlen.

Innerhalb der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und –wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material nach den Vorgaben der jeweiligen Leitungsbetreiber zu verwenden. Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. Innerhalb der Leitungszone müssen Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 97 \%$ erreicht werden.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** wird der Einbau von gut verdichtungsfähigen, kornabgestuften grobkörnigen Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{pr} in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB und ZTV A-StB zu entnehmen.

Die gering bis unverlehmtten Schmelzwasserkiese können zur Grabenverfüllung in der Verfüllzone verwendet werden, sofern größere Steine zuvor aussortiert werden.

Bei Einbau von grobkörnigen Böden in der Verfüllzone von Leitungen kann davon ausgegangen werden, dass auf OK Verfüllzone im Bereich von Verkehrsflächen eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorhanden ist.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen ist auf das verwendete Gerät und auf den Boden abzustimmen. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitungen führen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3,0 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht fachgerecht verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen, wie z.B. Boden-Bindemittelgemische, Beton oder Flüssigboden zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitungen und den Oberbau auswirkt. Die Gruben- und Grabenverfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung zu überwachen.

22. Bau von Verkehrsflächen

Für den Aufbau von befestigten Verkehrsflächen wird die Anwendung der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) empfohlen. Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Verkehrsflächenoberbaus hängen von der nach RStO gewählten Belastungsklasse und Bauweise ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO zu bestimmen. Das Baufeld der geplanten Heizzentrale liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II.

Für das Planum bzw. den Untergrund einer Verkehrsfläche wird nach der RStO eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dieser Wert muss eingehalten werden, um mit dem weiteren Tragschichtaufbau nach RStO die geforderte Tragfähigkeit auf OK Frost- / Tragschicht erreichen zu können. Auf OK Frost-/Tragschicht sollte eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ eingehalten werden. Die verschiedenen Bauweisen können den Tafeln 1 bis 4 der RStO entnommen werden.

Ausgehend von OK Oberbau der geplanten Verkehrsfläche auf einer Höhe von 594,90 m ü. NN und einem ca. 60 cm mächtigen Oberbau der geplanten Verkehrsflächen kommt das Planum der geplanten Verkehrsfläche auf einer Höhe von 594,30 m ü. NN zu liegen. Bei einer Planumshöhe von 594,30 m ü. NN werden nachfolgende Ausgangstragfähigkeiten der auf dieser Höhe im Bereich der geplanten Heizzentrale aufgeschlossenen Böden auf der Grundlage von Erfahrungswerten bei vergleichbaren Böden abgeschätzt. Liegt die bestehende Geländeoberkante unter dem Planum wird bei der Abschätzung der Tragfähigkeit auf Planumsniveau ein Geländeauftrag mit Kies der Körnung 0/45 mm berücksichtigt. Bei einem Geländeauftrag sind die oberen 10 cm der anstehenden Böden vor dem Geländeauftrag abzuziehen.

Aufschluss- bezeichnung	OK Gelände GOK [m ü. NN]	Anstehender Boden	*Geländeauftrag bzw. -abtrag bis Planum [m]	E_{v2} Planum [MN/m ²]
KB 1/24	593,87	Auffüllung, kiesig	+0,43	> 45
SG 1/24	593,64	Auffüllung, kiesig	+0,66	> 45
SG 3/24	593,63	Auffüllung, bindig, weich-steif	+0,67	> 45
KB 8/24	595,20	Auffüllung, bindig, weich	-0,90	5 - 10
SG 6/24	595,31	Schmelzwasserkies	-1,01	> 45
KB 9/24	598,45	Schmelzwasserkies	-4,15	> 45

Aufschluss- bezeichnung	OK Gelände GOK [m ü. NN]	Anstehender Boden	*Geländeauftrag bzw. -abtrag bis Planum [m]	E_{v2} Planum [MN/m ²]
KB 5/25	597,36	Auffüllung, bindig, steif	-3,06	15 - 20
KB 6/24	598,74	Auffüllung, bindig, weich	-4,44	5 - 10
KB 4/24	598,01	Auffüllung, bindig, steif	-3,71	15 - 20
KB 2/24	594,31	Auffüllung, kiesig nach Abtrag 20 cm Oberboden	-0,21	20 - 30
KB 3/24	594,19	Auffüllung, kiesig, verlehmt	+0,11	25 - 30

*Geländeauftrag [+] / Geländeabtrag [-]

Somit muss bereichsweise, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum bzw. Untergrund einer Verkehrsfläche erreichen zu können, ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden oder ggf. eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittels durchgeführt werden.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von $E_{v2} = 15 \text{ MN/m}^2$ auf Niveau Planum ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z. B. Kies oder Schotter 0/45 mm) von ca. 30 cm erforderlich, um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Planumsniveau zu erhalten. Um eine wirtschaftliche und ausreichende Dimensionierung der Bodenaustauschschicht durchführen zu können, sollte auf planmäßigem Planumsniveau im Zuge der Bauausführung statische Plattendruckversuche ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der hierbei ermittelten Ausgangstragfähigkeit kann die erforderliche Bodenaustauschmächtigkeit nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Ausgangstragfähigkeit Planum E_{v2} [MN/m ²]	geforderte Tragfähigkeit Planum E_{v2} [MN/m ²]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	≥ 45	55
10	≥ 45	40
15	≥ 45	30
20	≥ 45	20
30	≥ 45	10*
40	≥ 45	5*

* Mindestmächtigkeit fachgerechter Einbau Kies 0/45 mm (3 x 4,5 mm) = 13,5 cm

Ein grobkörniger Bodenaustausch ist auf $D_{pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Stehen bindige gering wasser-durchlässige Böden auf dem Untergrund an, ist planerisch ein entsprechendes Gefälle auf dem Planum auszubilden und zu entwässern, so dass kein Wasserein- bzw. -aufstau in der Frost- / Tragschicht entstehen kann.

Um Aushub von kontaminiertem Boden durch einen erforderlichen Bodenaustausch zu reduzieren, könnte ggf. eine Geogitterbewehrung unter die Bodenaustauschschicht eingelegt werden. Durch die Einlage einer Geogitterbewehrung kann erfahrungsgemäß ca. 10 cm Bodenaustausch eingespart werden. Soll eine Geogitterbewehrung eingelegt werden, wird empfohlen, ein biaxiales, monolithisches, knotensteifes Geogitter mit einer charakteristischen Höchstzugfestigkeit $R_k \geq 40 \text{ kN/m}$ zu verwenden. Unter dem Geogitter ist ein Vlies der Georobustheitsklasse GRK 4 zu verlegen. Gegebenenfalls kann auch direkt ein Combigrid bestehend aus Geogitter mit Vlies eingebaut werden. Das Geogitter ist waagrecht zu verlegen und vor dem Aufbringen der Dammschüttung gerade zurecken und leicht zu spannen (z.B. durch das Einschlagen von Stahlnadeln), so dass Faltenfreiheit gewährleistet ist. Überlappungsstöße in Querrichtung müssen mindestens 0,5 m und in Längsrichtung mindestens 3,0 m betragen. Die Geokunststoffbewehrungen dürfen nicht direkt befahren werden. Das Schüttmaterial ist "vor Kopf" einzubringen. Eine Befahrung kann nach Aufbringung einer mindestens 25 cm mächtigen Schüttung über der Geokunststoffbewehrung erfolgen.

Geländeaufschüttungen über derzeitiges vorhandenes Geländeniveau sind frühzeitig aufzubringen, damit die Konsolidationsetzungen der unterlagernden Böden durch die Geländeaufschüttung bis zum Aufbringen des gebundenen Oberbaus der geplanten Verkehrsfläche möglichst abgeklungen sind.

Bereichsweise kommen die geplanten Verkehrsflächen über der alten Kiesgrubenverfüllung zu liegen. Durch das auf dem Baufeld liegende Erdhaufwerk wurde die alte Kiesgrubenverfüllung bereichsweise vorbelastet. Durch die Vorbelastung der alten Kiesgrubenverfüllung muss nach dem erforderlichen Abtrag des Erdhaufwerks in diesem Bereich mit keinen größeren Setzungen durch die spätere Verkehrsbelastung gerechnet werden. Im Bereich, wo keine Vorbelastung der alten Kiesgrubenverfüllung stattgefunden hat, kann zur Vergleichmäßigung bzw. Verstetigung der Setzungen aus einer Verkehrsbelastung auf dem Planum ein Geogitter, wie zuvor beschrieben eingelegt werden.

Zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit und zur Vermeidung von kontaminiertem Bodenaushub besteht prinzipiell die Möglichkeit den Untergrund mit Bindemittel zu stabilisieren. Aufgrund der im Bereich

der geplanten Verkehrsflächen oberflächlich aufgeschlossenen unterschiedlichen Böden ist die Ausführung einer Bodenstabilisierung des Untergrundes mit Bindemittel schwierig. Um die geforderte Tragfähigkeit auf dem Erdplanum zu erreichen, müssten den unterschiedlichen Böden unterschiedliche Bindemittelmengen zugegeben werden und ggf. unterschiedliche Bindemittelzusammensetzungen verwendet werden. In den oberflächlich aufgeschlossenen Auffüllungen können zudem größere Steine vorhanden sein, die zu Schwierigkeiten bei einer Bodenstabilisierung führen können. Bereichsweise sind die vorhandenen Böden humos und enthalten Huminsäuren, die den Erhärtungsprozess eines Boden-Bindemittelgemisches hemmen. Soll eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, muss vorab eine Eignungsprüfung durchgeführt werden. Es wird empfohlen ein Mischbindemittel mit mindestens 50 % Zementanteil zu verwenden. Um die geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum zu erreichen, sollte der Boden auf einer Mächtigkeit von mindestens 40 cm und mit $\geq 3 \text{ M.-%}$ Mischbindemittel bezogen auf die Trockenmasse des Bodens stabilisiert werden. Gegebenenfalls muss zur Begrenzung des Luftporengehalts ($n_a \leq 8 \%$) sowie für eine ausreichende Reaktion des Bindemittels eine kontrollierte Wasserzugabe unter Fräseinsatz für eine gleichmäßige Durchfeuchtung des Boden-Bindemittelgemisches durchgeführt werden.

Die geforderte Verdichtung und Tragfähigkeit auf OK Planum bzw. auf dem Untergrund einer Verkehrsfläche und auf OK ungebundener Frost-/Tragschicht ist mittels statischer Plattendruckversuche ggf. in Verbindung mit dynamischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Von einer ausreichenden Verdichtung eines mit Bindemittel stabilisierten Planums kann erfahrungsgemäß bei einer Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ und einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$ in Verbindung mit einem Luftporengehalt von $n_a \leq 8 \%$ ausgegangen werden. Auf OK Frost-/Tragschicht sollte eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ eingehalten werden. Die Verdichtung der Frost-/Tragschicht von $D_{pr} \geq 100 \%$ ist über einen Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ mittels statischem Plattendruckversuch nachzuweisen.

23. Regenwasserversickerung

Das Baufeld der geplanten Heizzentrale liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine Einschränkungen bei einer Regenwasserversickerung.

Bei der Herstellung von Versickerungsmulden sollte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ m/s vorhanden sein. Bis zu einer Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s kann eine Mulden-Rigolen-Versickerung hergestellt werden. Bei der Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s kann die geringe Versickerungsrate nicht mehr vollständig durch eine Zwischenspeicherung der Abflüsse in den Rigolen ausgeglichen werden, so dass zusätzlich eine Ableitung erforderlich ist. Hierbei erfolgt die Entleerung der Rigole zum einen durch die geringe Versickerung (Teilversickerung) in den Untergrund und zum anderen durch die gedrosselte Ableitung in ein Rohrsystem oder in einen offenen Graben.

Bei dem durchgeführten Versickerungsversuch im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens wurde ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert in den gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiesen von $k_f = 1,0 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt. Somit ist eine Versickerung in den gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiesen über eine Versickerungsmulde, die auf den gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiesen aufliegt, möglich.

Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone, von einer Mindestmächtigkeit von 30 cm, erfolgen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Die allgemeinen Grundsätze zum Umgang mit Regenwasser kann dem Merkblatt DWA-M 153 entnommen werden. Für die Planung, Bau und Betrieb der notwendigen Versickerungsanlage ist eine Bemessung bzw. Berechnung nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 notwendig. Da Versickerungsanlagen üblicherweise für einen 5- bis 10-jährigen Starkregen bemessen werden, ist ein Notüberlauf mit Anschluss an eine Vorflut herzustellen bzw. sollte eine schadensfreie Überflutung des Beckens möglich sein.

24. Schlussbemerkungen

Die Ausführungen im Geotechnischen Bericht beruhen auf punktuell durchgeführten Baugrundaufschlüssen. Naturgemäß sind Schwankungen der Schichtgrenzen der einzelnen Böden- bzw. geologischen Schichten zwischen den Aufschlusspunkten möglich.

Die Gründungssohlen von Fundamenten sind vom geotechnischen Sachverständigen stichprobenartig abzunehmen, um die prognostizierten Baugrundverhältnisse mit den tatsächlichen auf Übereinstimmung zu überprüfen.

Für Rückfragen und weitere geotechnische Leistungen sowie weitere fachtechnische Beratung stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung. Es wird empfohlen, uns über die weitere Planung im Hinblick auf die geotechnischen relevanten Sachverhalte zu informieren und mit uns abzustimmen.



.....
Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

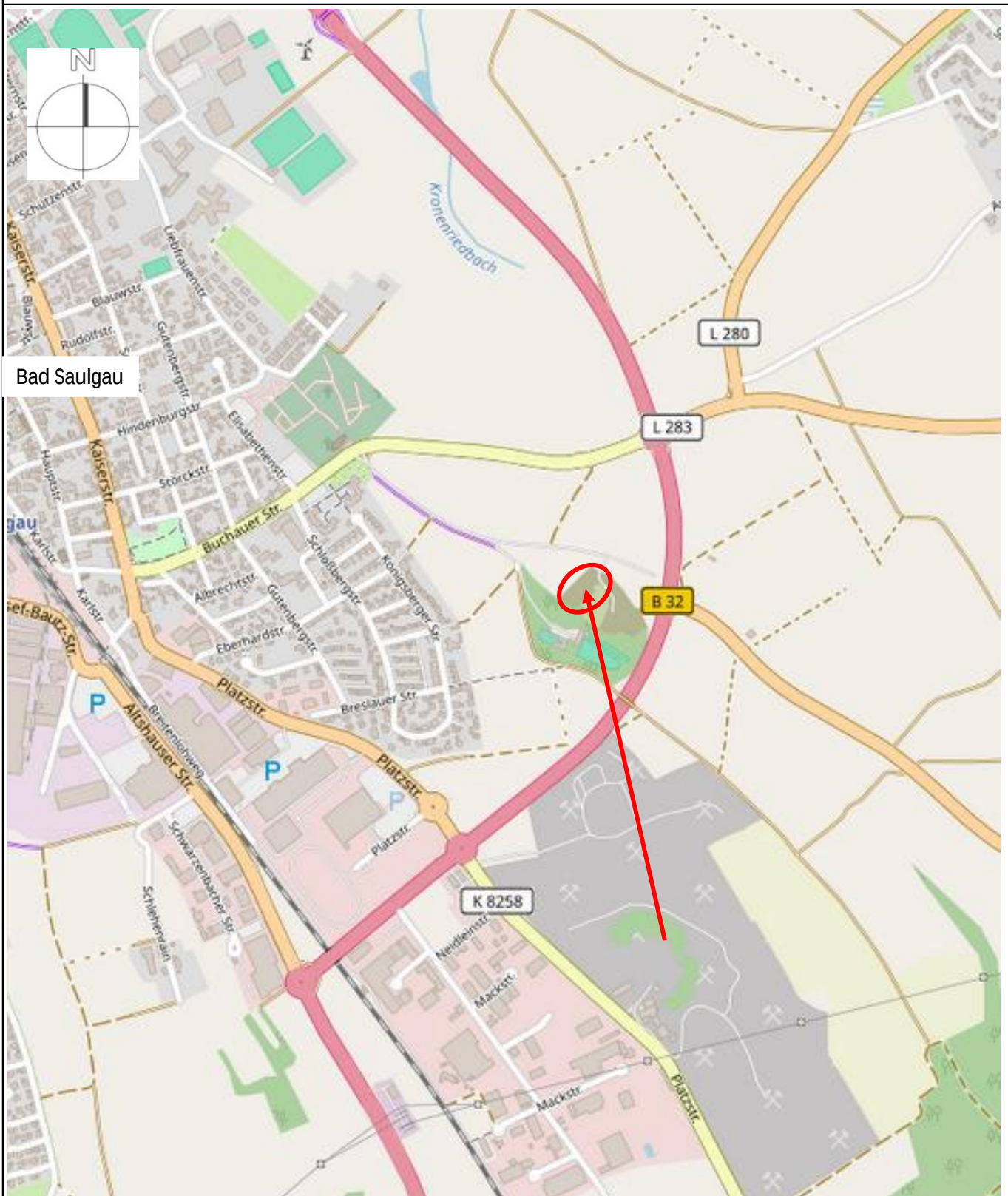


.....
Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi

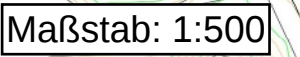


Von der Industrie- und Handelskammer
Ulm öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Erd- und Grundbau; Felsböschungen
zertifizierte Radonfachperson

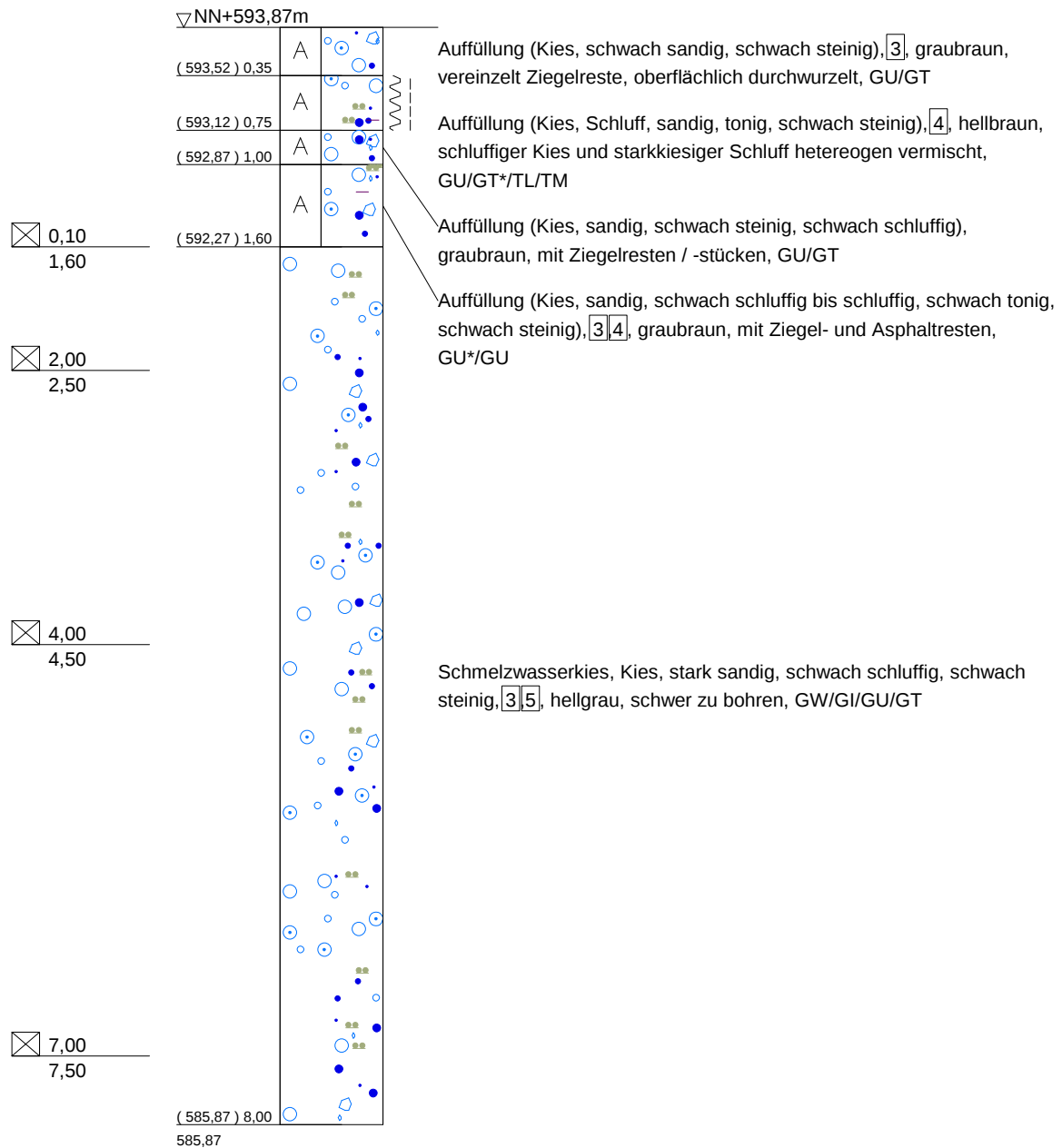
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale



Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende
www.openstreetmap.org/copyright



KB 1/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Kernbohrung (KB) 1/24

Plan-Nr: BSNAWAN KB 1/24

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH

Bearbeiter: RH

Datum:

Ingenieurbüro für Geotechnik

Gezeichnet: aw

24.01.24

Waldseer Straße 51

Geändert:

88400 Biberach a.d. Riß

Gesehen:

Tel.: 07351 / 47 40 030

Projekt-Nr: BSNAWAN

Fax: 07351 / 47 40 029

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 1_24

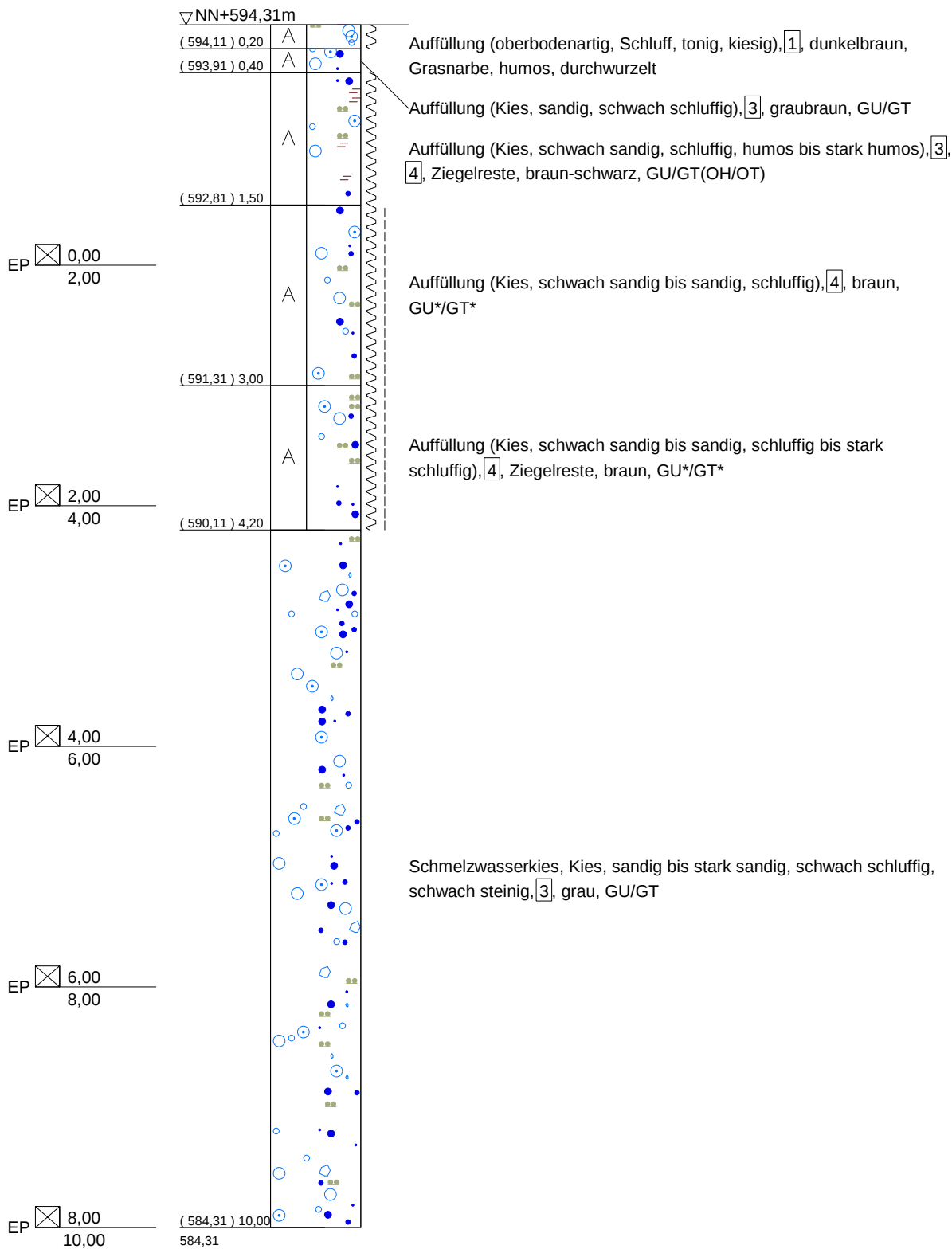
0 m



8 m

bearb.		gepr.		geseh.	
--------	--	-------	--	--------	--

KB 2/23



Bauvorhaben:
BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:
Kernbohrung (KB) 2/24

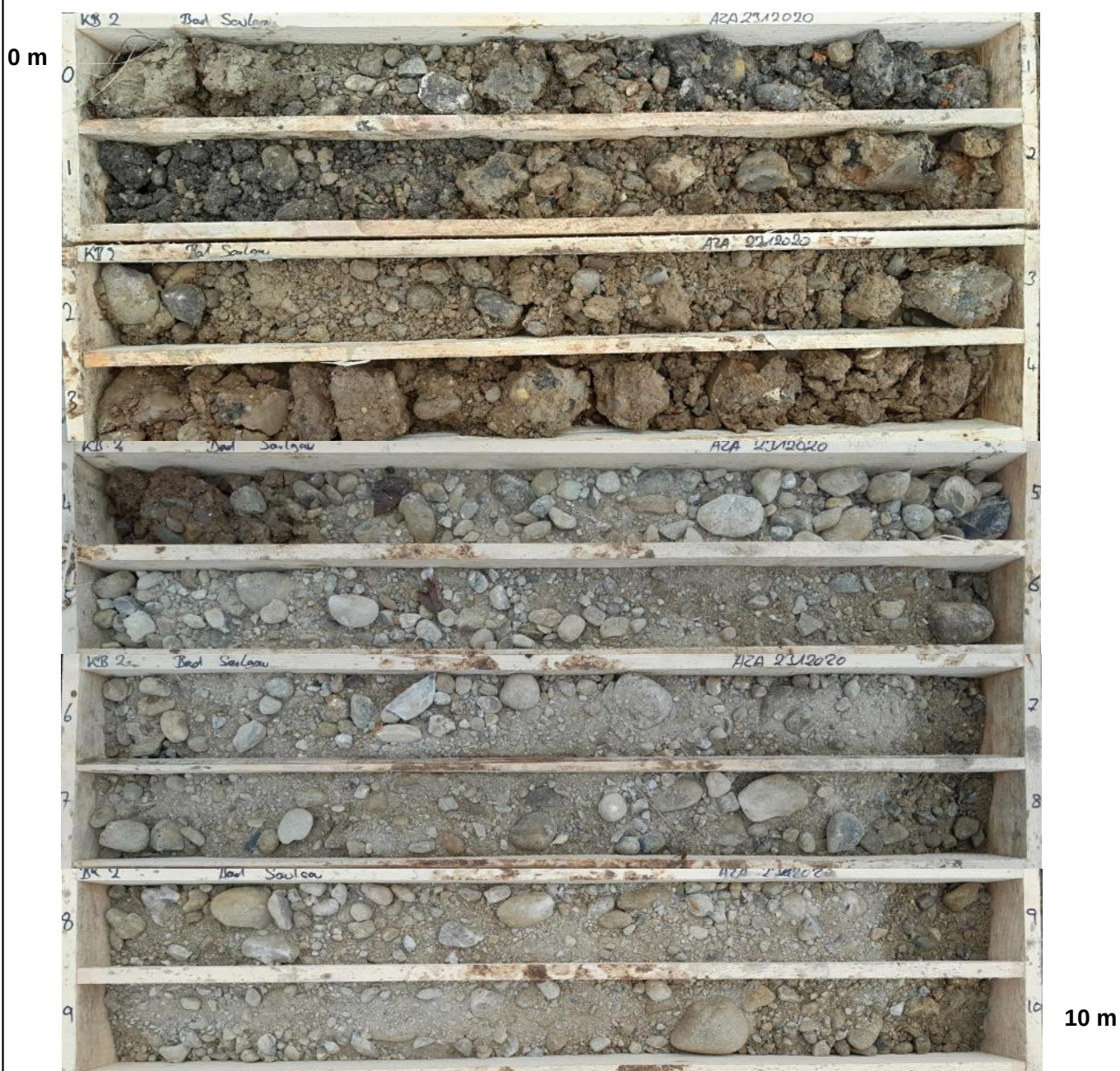
Plan-Nr:	BSNAWAN KB 2/24	Maßstab:	1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029		Bearbeiter:	aa
		Gezeichnet:	26.01.24
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	BSNAWAN

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

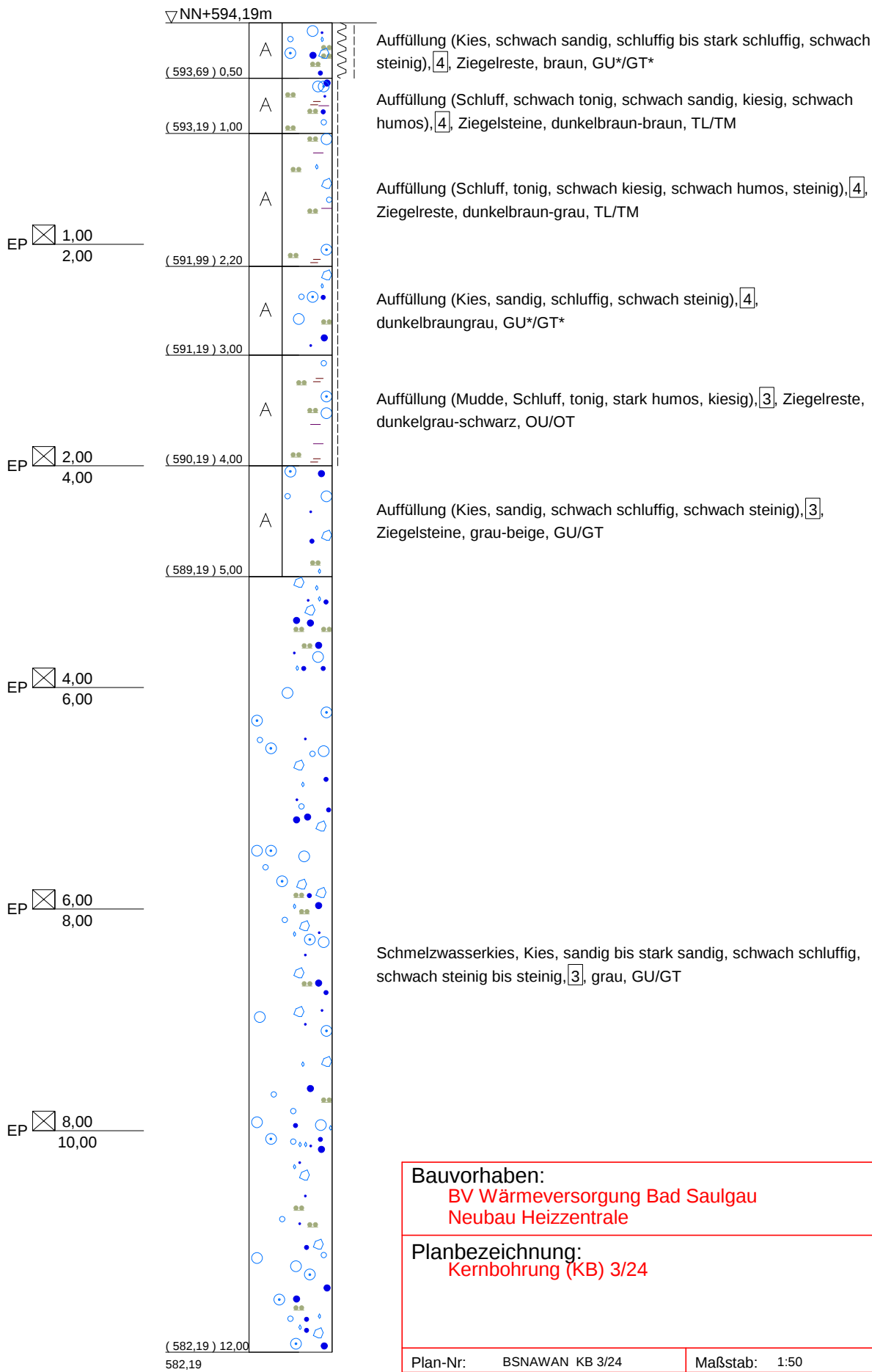
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 2_24



bearb.	gepr.	geseh.
--------	-------	--------

KB 3/23



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Kernbohrung (KB) 3/24

Plan-Nr: BSNAWAN KB 3/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aa

Gezeichnet:

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

26.01.24

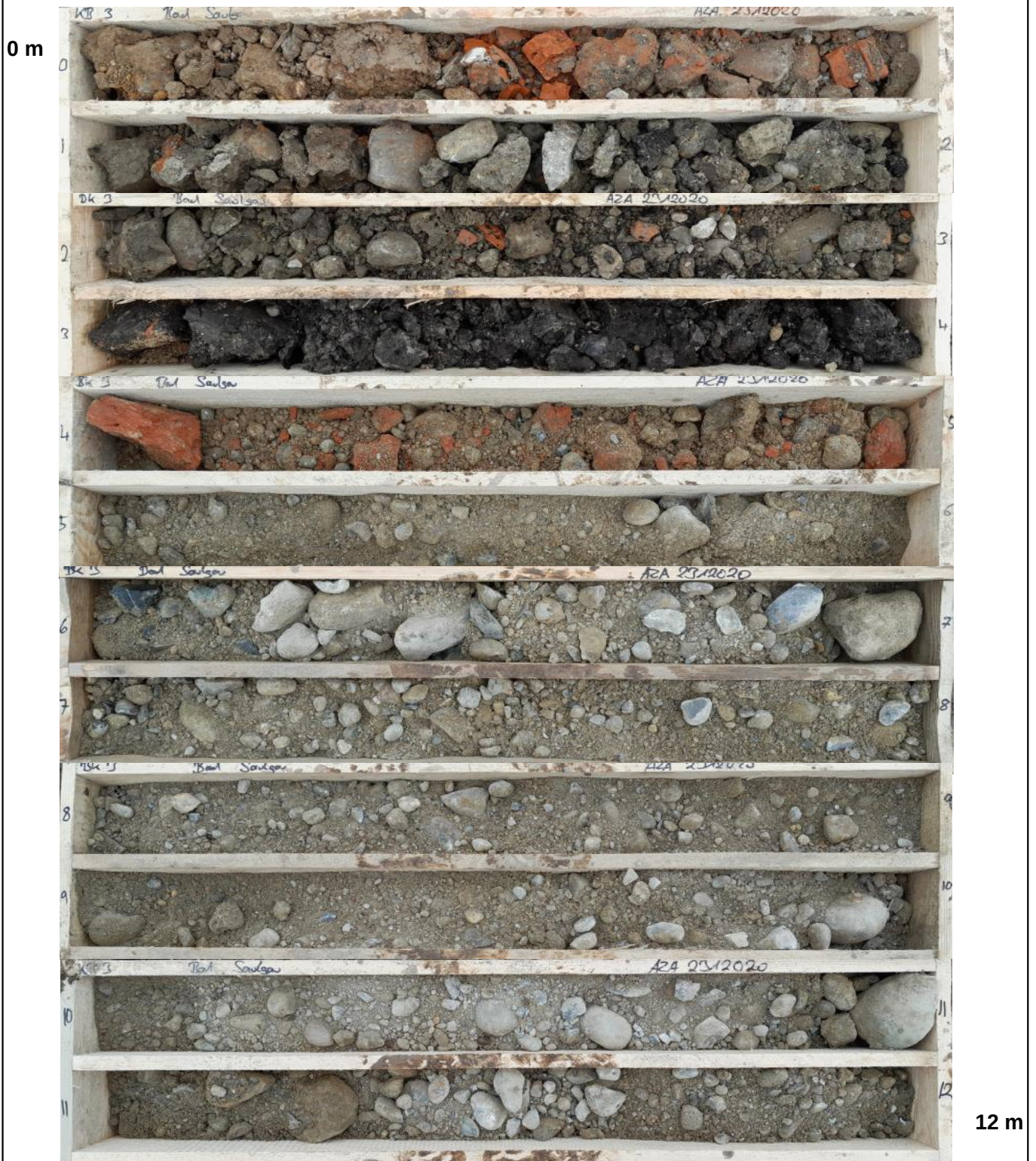
Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

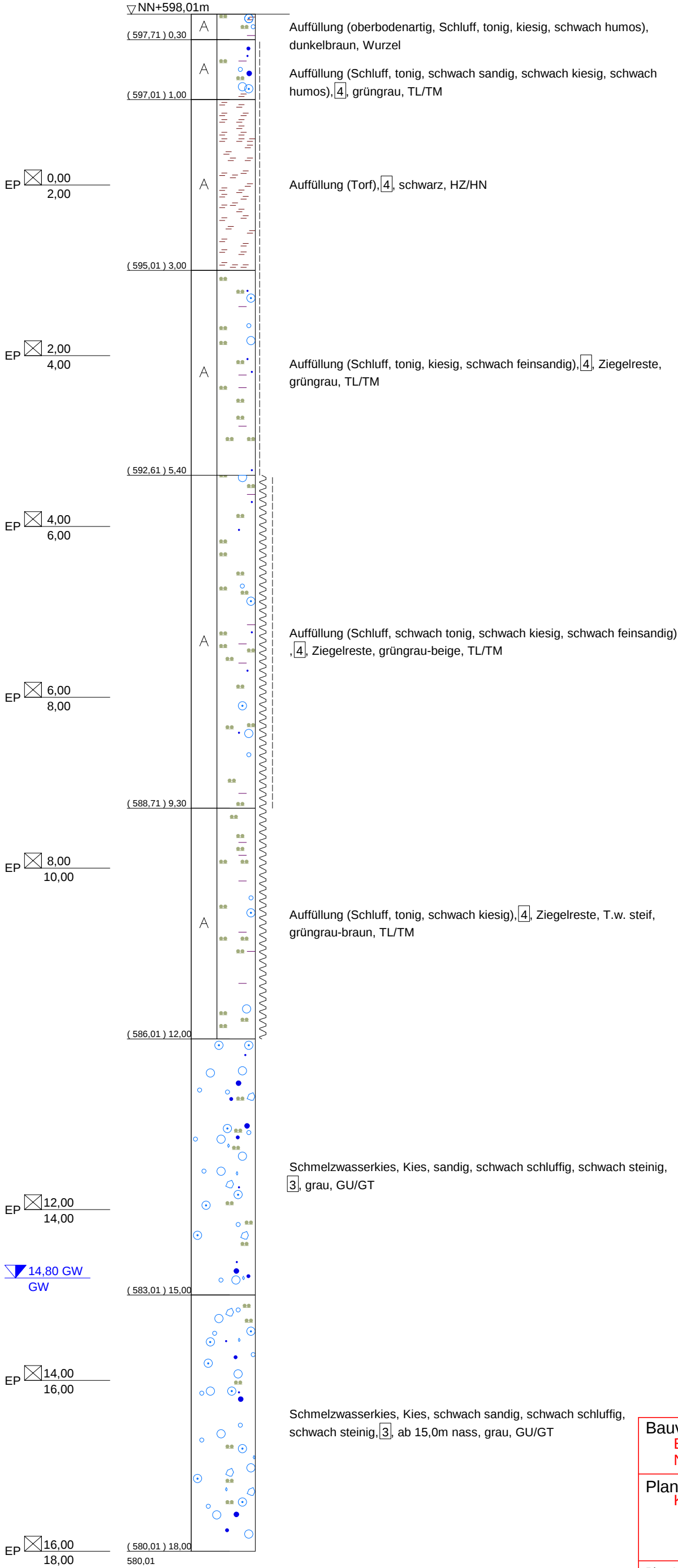
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 3_24



bearb.	gepr.	geseh.
--------	-------	--------

KB 4/23



Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Kernbohrung (KB) 4/24		
Plan-Nr:	BSNAWAN KB 4/24	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Maßstab:	1:50
	Bearbeiter:	aa
	Gezeichnet:	26.01.24
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	BSNAWAN

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 4_24



bearb.	gepr.	geseh.
--------	-------	--------

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

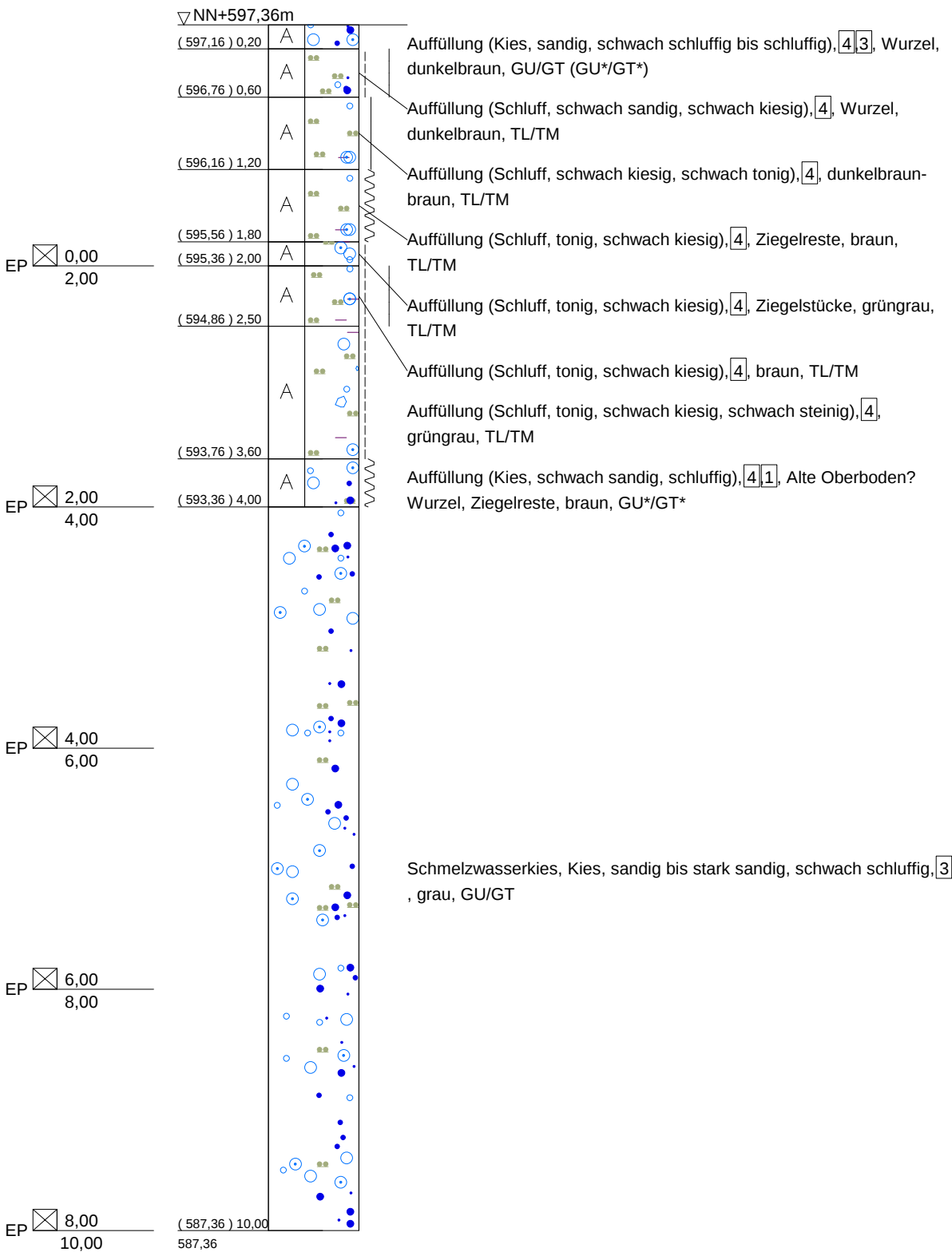
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 4_24



bearb.		gepr.		geseh.	
--------	--	-------	--	--------	--

KB 5/23



Bauvorhaben:
BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:
Kernbohrung (KB) 5/24

Plan-Nr: BSNAWAN KB 5/24
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Waldseer Straße 51
88400 Biberach a.d. Riß
Tel.: 07351 / 47 40 030
Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50
Bearbeiter: aa
Gezeichnet: 26.01.24
Geändert:
Gesehen:
Projekt-Nr: BSNAWAN

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

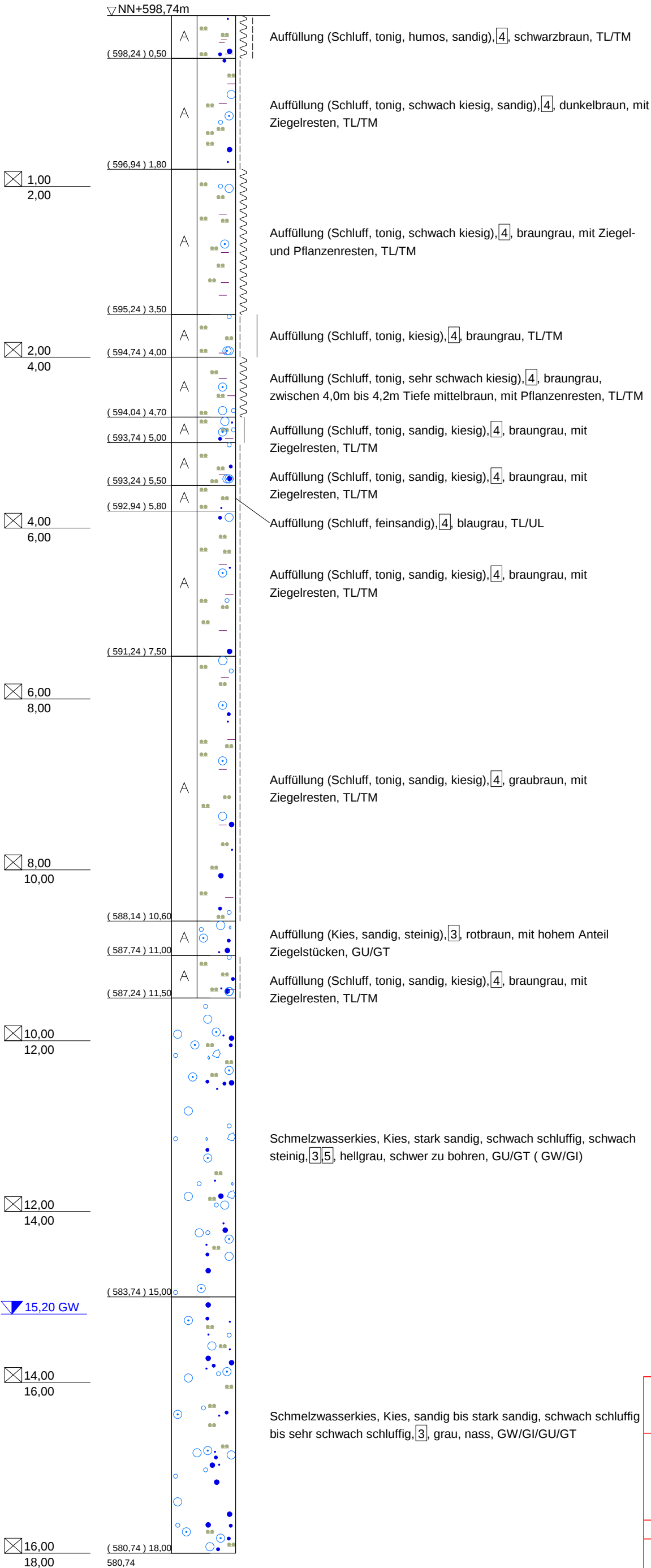
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 5_24



bearb.	gepr.	geseh.
--------	-------	--------

KB 6/24



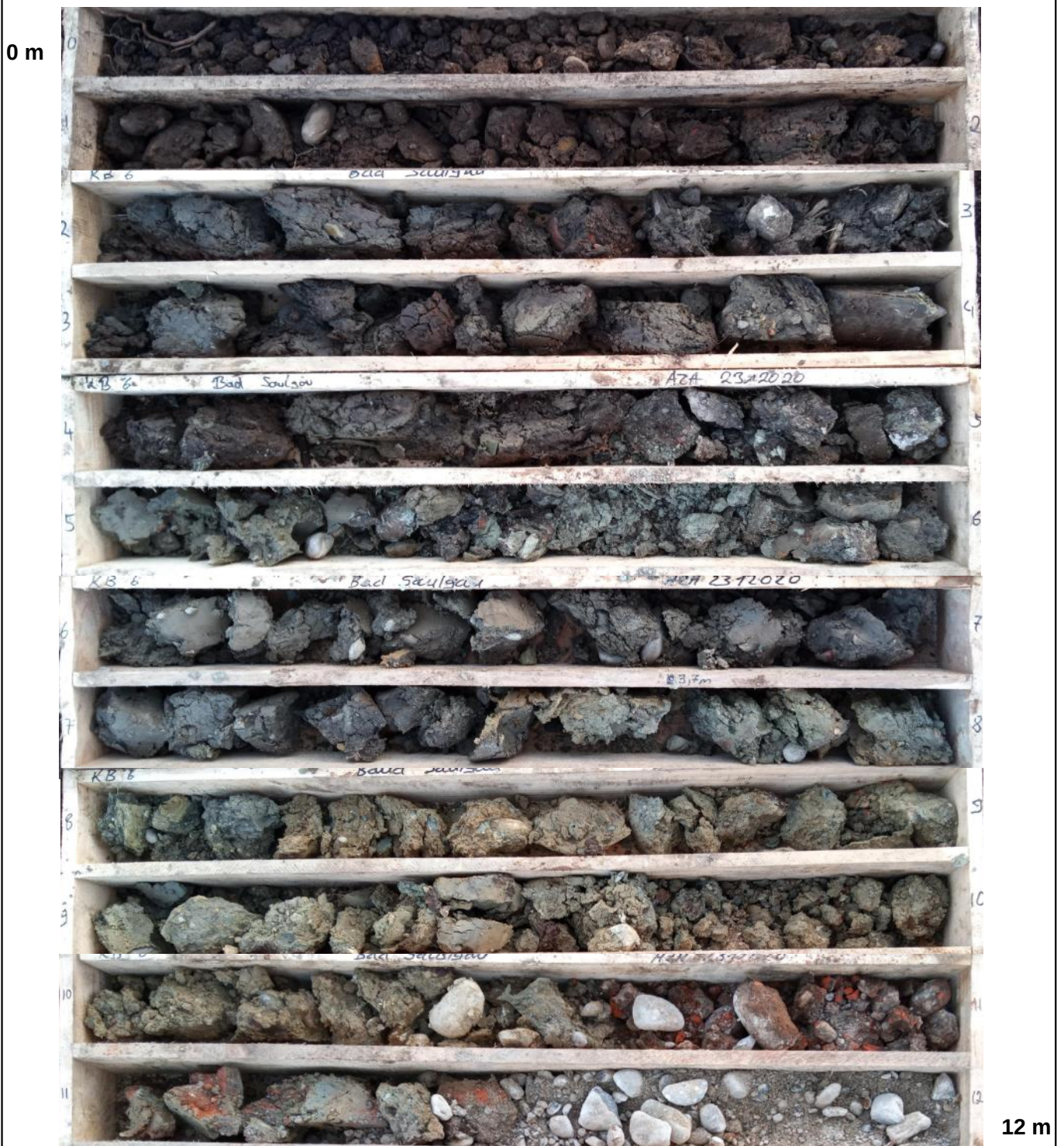
Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Kernbohrung (KB) 6/24		
Plan-Nr:	BSNAWAN KB 6/24	
Maßstab:	1:50	
Bearbeiter:	aw	Datum:
Gezeichnet:		29.01.24
Geändert:		
Gesehen:		
Projekt-Nr:	BSNAWAN	

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 6_24



bearb.	gepr.	geseh.
--------	-------	--------

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

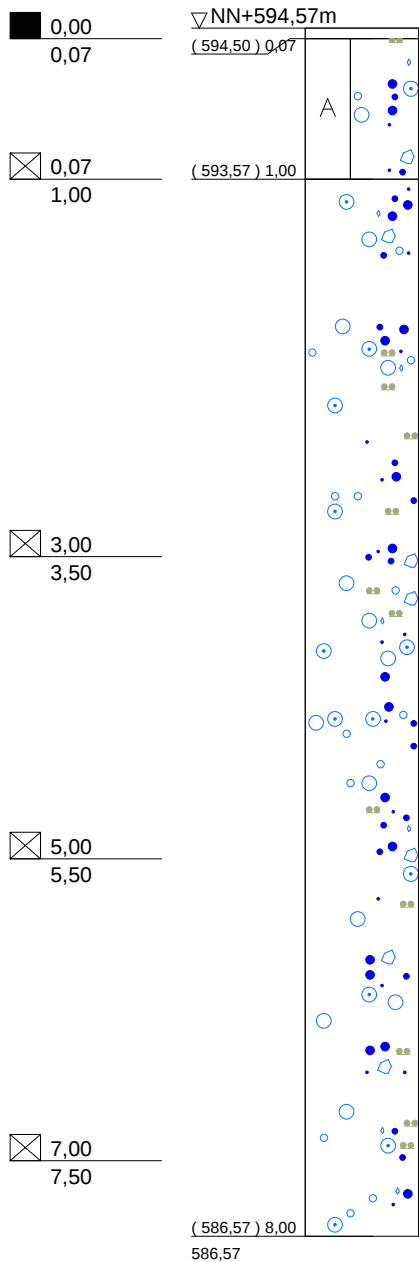
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 6_24



bearb.		gepr.		geseh.	
--------	--	-------	--	--------	--

KB 7/24



Asphalt

Auffüllung (Kies, sandig bis stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig), [3], grau, möglicherweise aufgefüllt, GU/GT

Schmelzwasserkies, Kies, sandig bis stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig, [3], grau, Sandanteil zur Tiefe zunehmend, GU/GT (GW/GI)

kein Wasser feststellbar

Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Kernbohrung (KB) 7/24

Plan-Nr: BSNAWAN KB 7/24
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Waldseer Straße 51
88400 Biberach a.d. Riß
Tel.: 07351 / 47 40 030
Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aa	Datum: 26.01.24
Gezeichnet: aw	
Geändert:	
Gesehen:	
Projekt-Nr: BSNAWAN	

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

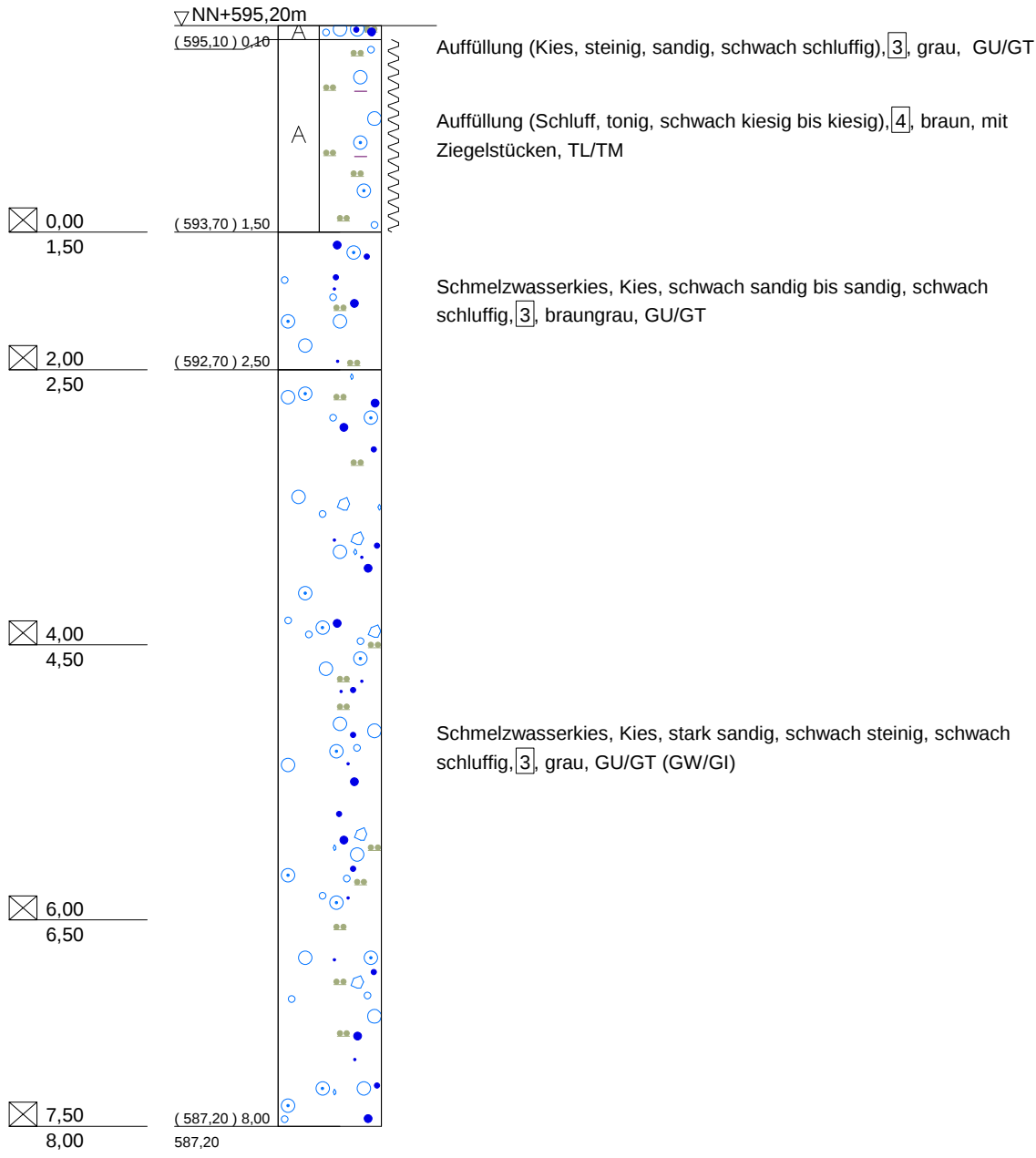
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 7_24



bearb.		gepr.		geseh.	
--------	--	-------	--	--------	--

KB 8/24



kein Wasser feststellbar

Bauvorhaben:
BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:
Kernbohrung (KB) 8/24

Plan-Nr: BSNAWAN KB 8/24	Maßstab: 1:50										
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	<table><tr><td>Bearbeiter: aa</td><td>Datum: 26.01.24</td></tr><tr><td>Gezeichnet: aw</td><td></td></tr><tr><td>Geändert: </td><td></td></tr><tr><td>Gesehen: </td><td></td></tr><tr><td>Projekt-Nr: BSNAWAN</td><td></td></tr></table>	Bearbeiter: aa	Datum: 26.01.24	Gezeichnet: aw		Geändert:		Gesehen:		Projekt-Nr: BSNAWAN	
Bearbeiter: aa	Datum: 26.01.24										
Gezeichnet: aw											
Geändert:											
Gesehen:											
Projekt-Nr: BSNAWAN											

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

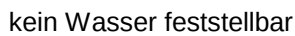
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 8_24



bearb.		gepr.		geseh.	
--------	--	-------	--	--------	--

▽ NN+598,45m



Plan-Nr.: BSAWAN KB 9/24	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 29.01.24
	Gezeichnet: _____	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr.: BSAWAN		

Fotodokumentation

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

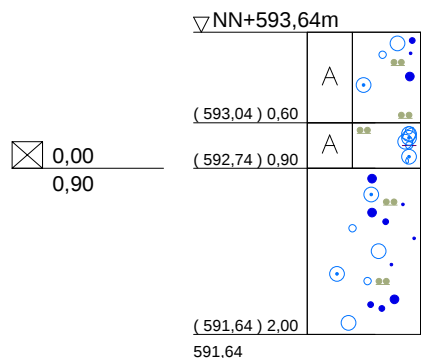
Projekt: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale

KB 9_24



bearb.		gepr.		geseh.	
--------	--	-------	--	--------	--

SG 1/24



Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig), 3, graubraun, Ziegelreste, GU/GT

Auffüllung (Schluff, tonig, kiesig bis stark kiesig, schwach steinig), 4, braun, mit einzelnen Ziegelresten, TL/TM

Schmelzwasserkies, Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, braungrau bis grau, obere 0,2m bis 0,3m mit erhöhtem Feinanteil (GU/GT), GU/GT (GW/GI)

Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 1/24

Plan-Nr: BSNAWAN SG 1/24

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

Geändert:

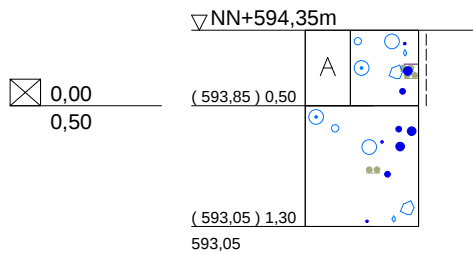
Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

05.02.24

SG 2/24



Auffüllung (Kies, stark schluffig, sandig, tonig, schwach steinig, schluffig), 4, dunkelbraun, Ziegelreste, GU*/GT*

Schmelzwasserkies, Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, schwach steinig, 3, grau, GU/GT/GW/GI

Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 2/24

Plan-Nr: BSNAWAN SG 2/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

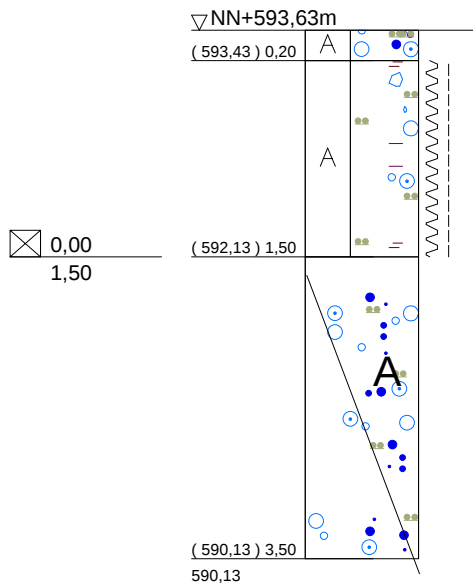
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum: 05.02.24

SG 3/24



Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig), ³, braungrau, zu oberst verlehmt, humos und durchwurzelt, GU/GT

Auffüllung (Schluff, tonig, kiesig, schwach steinig, humos), ⁴, schwarzbraun, Holzstücke und Kunststofffolien, südöstlich des Schürfs betonplatte, ca. 30cm dick, TL/TM

Schmelzwasserkies, Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig, braungrau bis grau, Oberkannte nach südosten stark abfallend (ca. 45°) von 1,5m bis >3,5m Tiefe, GU/GT (GW/GI)

Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 3/24

Plan-Nr: BSNAWAN SG 3/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

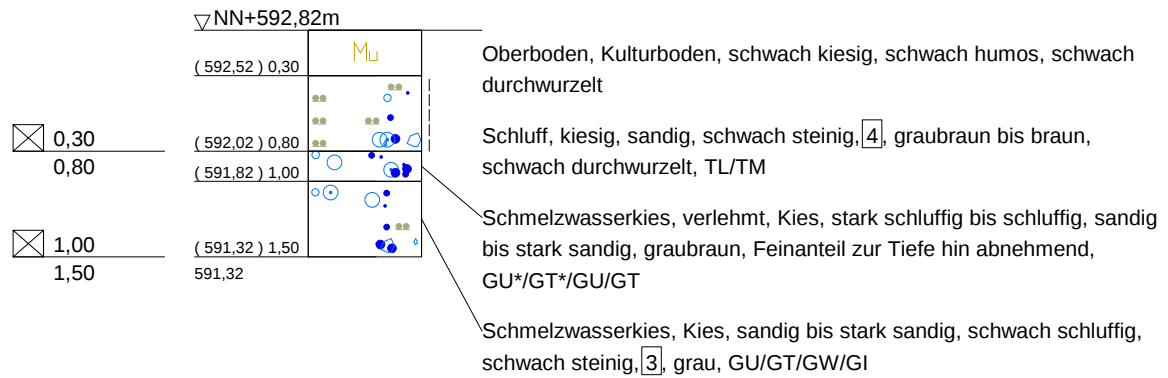
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum: 05.02.24

SG 4/24



Versickerungsversuch durchgeführt

Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 2/24

Plan-Nr: BSNAWAN SG 2/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

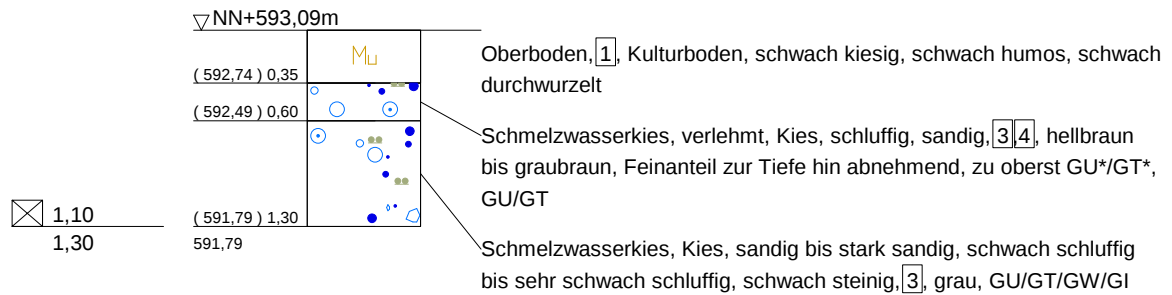
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum: 05.02.24

SG 5/24



Versickerungsversuch durchgeführt

Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 2/24

Plan-Nr: BSNAWAN SG 2/24

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

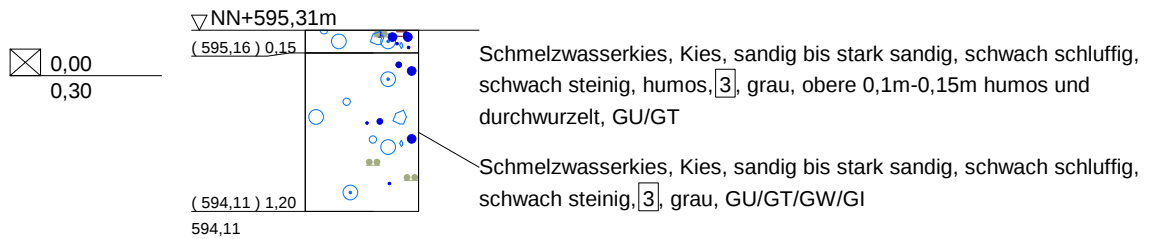
Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum: 05.02.24

SG 6/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
 Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schürfgrube (SG) 6/24

Plan-Nr: BSNAWAN SG 6/24

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2

70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0

Fax: 0711 / 73 56 298

Bearbeiter: aw

Gezeichnet:

Geändert:

Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum: 05.02.24

Zeichenerklärung (DIN 4023)**HENKE UND PARTNER GMBH**

Ingenieurbüro für Geotechnik

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

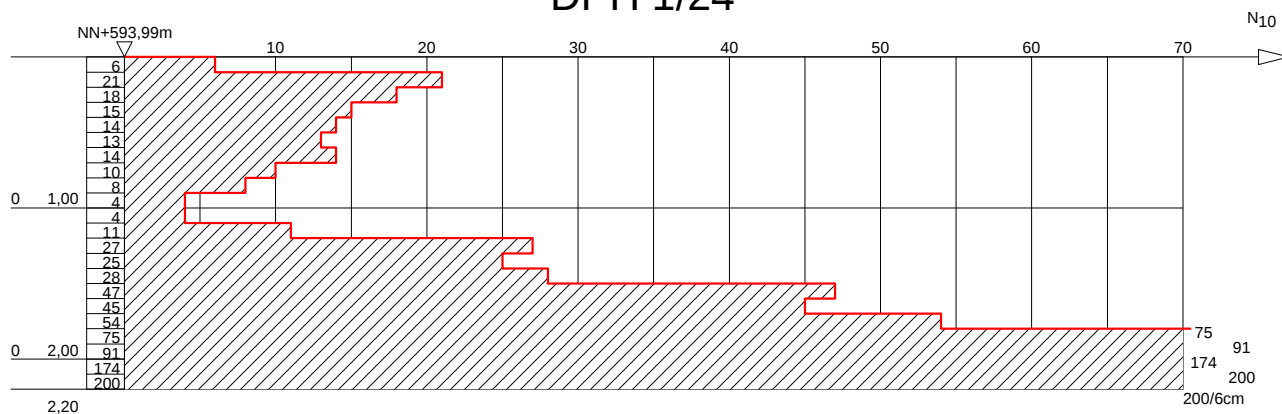
Konsistenz/ Lagerungsdichte

	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		mittel dicht
	weich	≋	klüftig		dicht
	steif	≋	stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
FP		Felsprobe
GP		Glasprobe
MP		Mischprobe
ZP		Zylinderprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser

DPH 1/24

**Bauvorhaben:**

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schwere Rammsondierung (DPH) 1/24

Plan-Nr: BSNAWAN DPH 1/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: BGS

Gezeichnet: aa

Geändert:

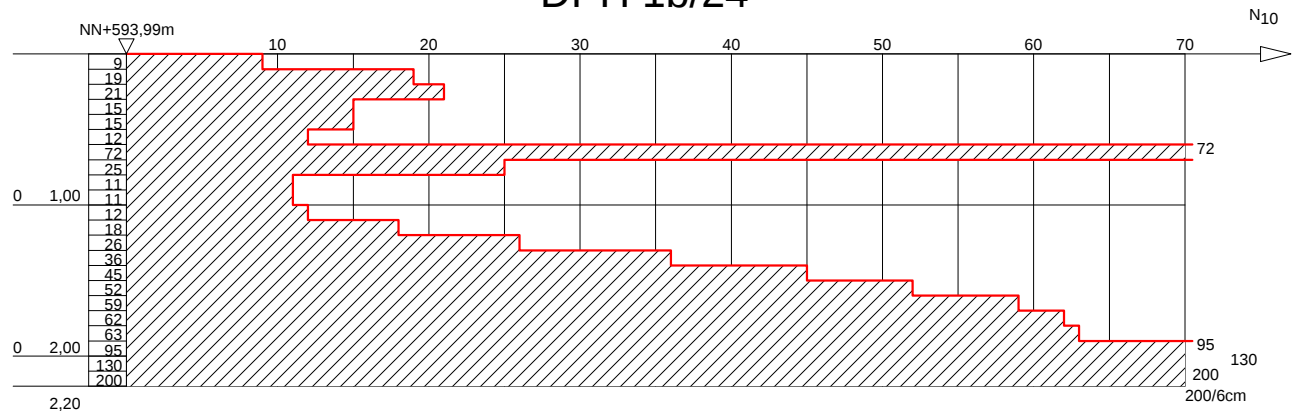
Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

05.02.24

DPH 1b/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schwere Rammsondierung (DPH) 1b/24

Plan-Nr: BSNAWAN DPH 1b/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: BGS

Gezeichnet: aa

Geändert:

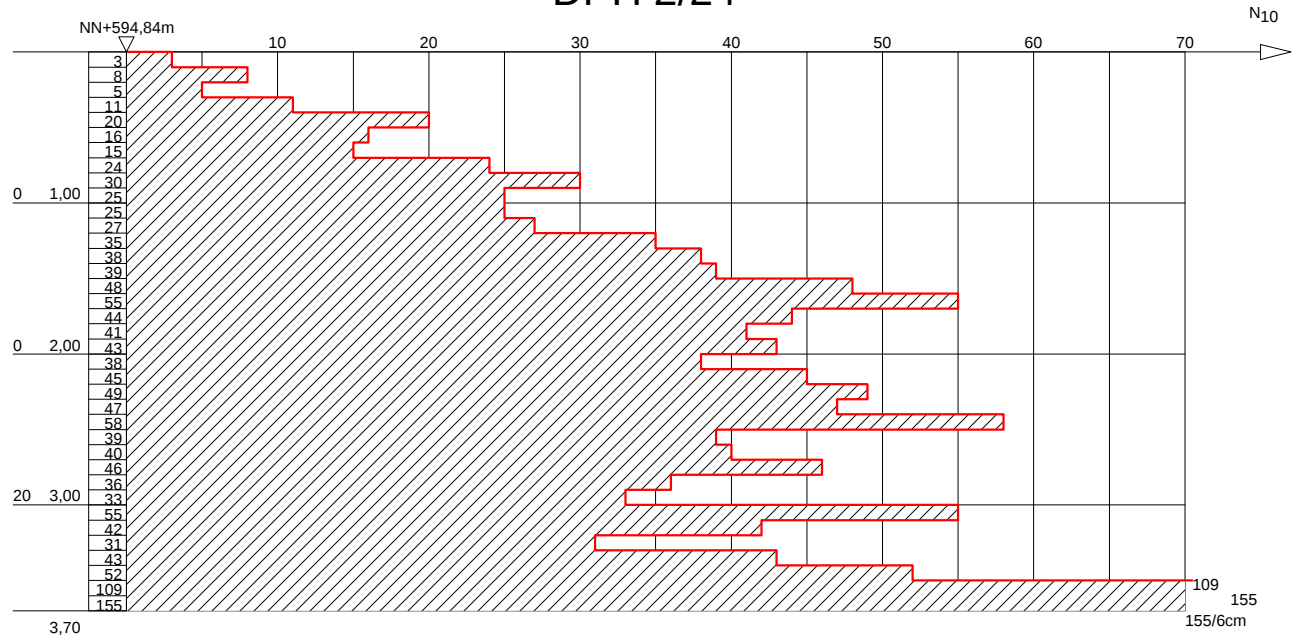
Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

05.02.24

DPH 2/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schwere Rammsondierung (DPH) 2/24

Plan-Nr: BSNAWAN DPH 2/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: BGS

Gezeichnet: aa

Geändert:

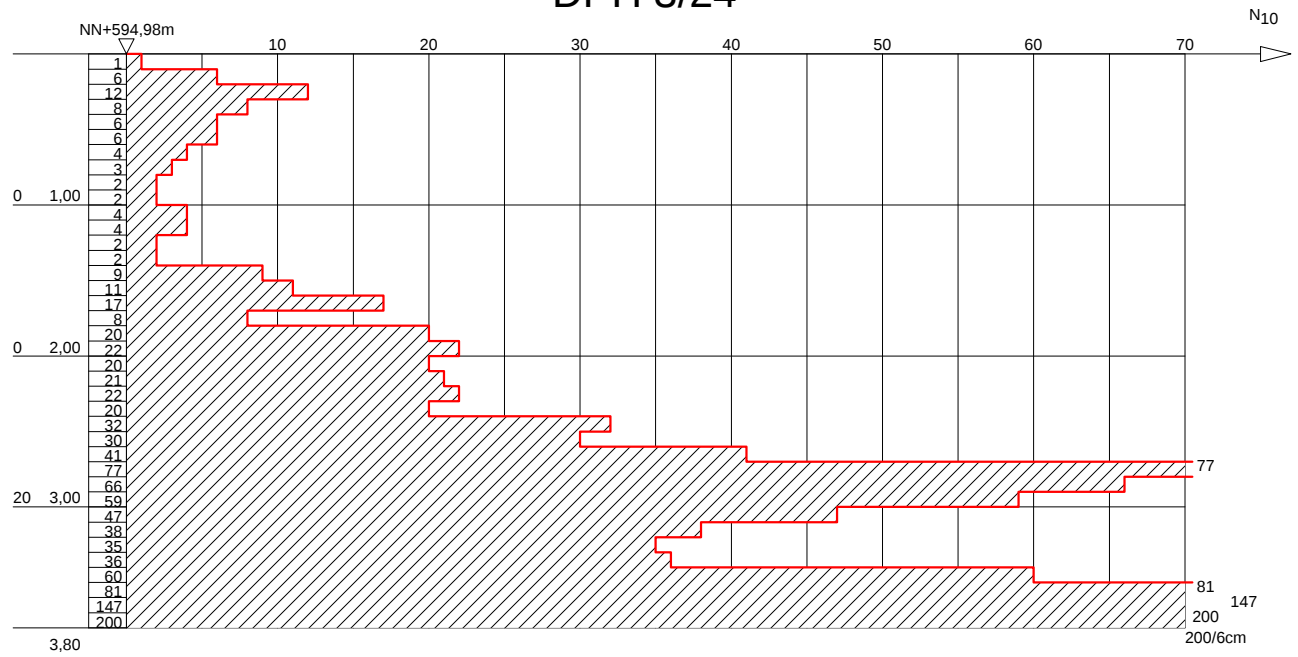
Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

05.02.24

DPH 3/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schwere Rammsondierung (DPH) 3/24

Plan-Nr: BSNAWAN DPH 3/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: BGS

Gezeichnet: aa

Geändert:

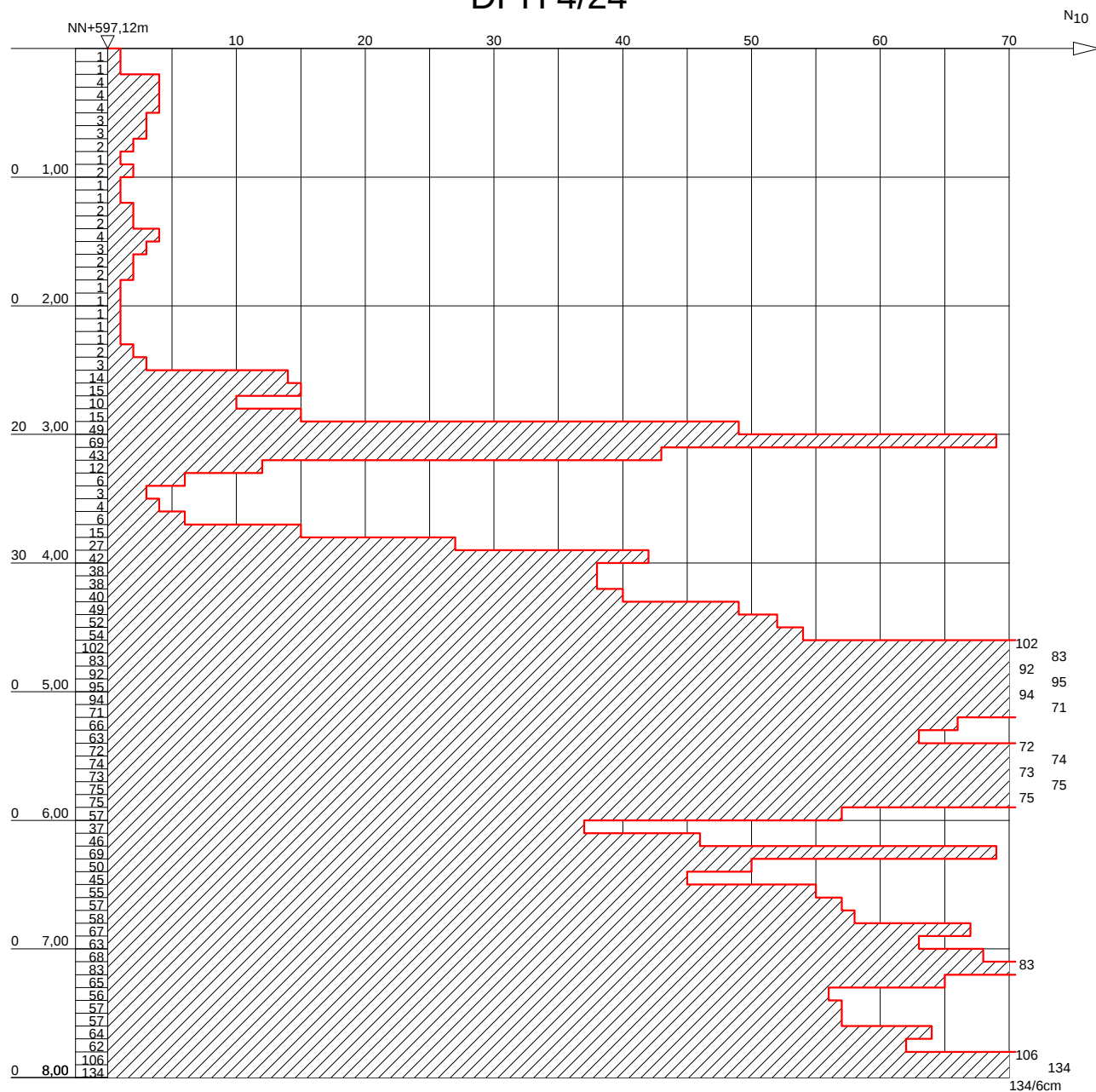
Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

05.02.24

DPH 4/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schwere Rammsondierung (DPH) 4/24

Plan-Nr: BSNAWAN DPH 4/24

Maßstab: 1:50

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Bearbeiter: BGS

Gezeichnet: aa

Geändert:

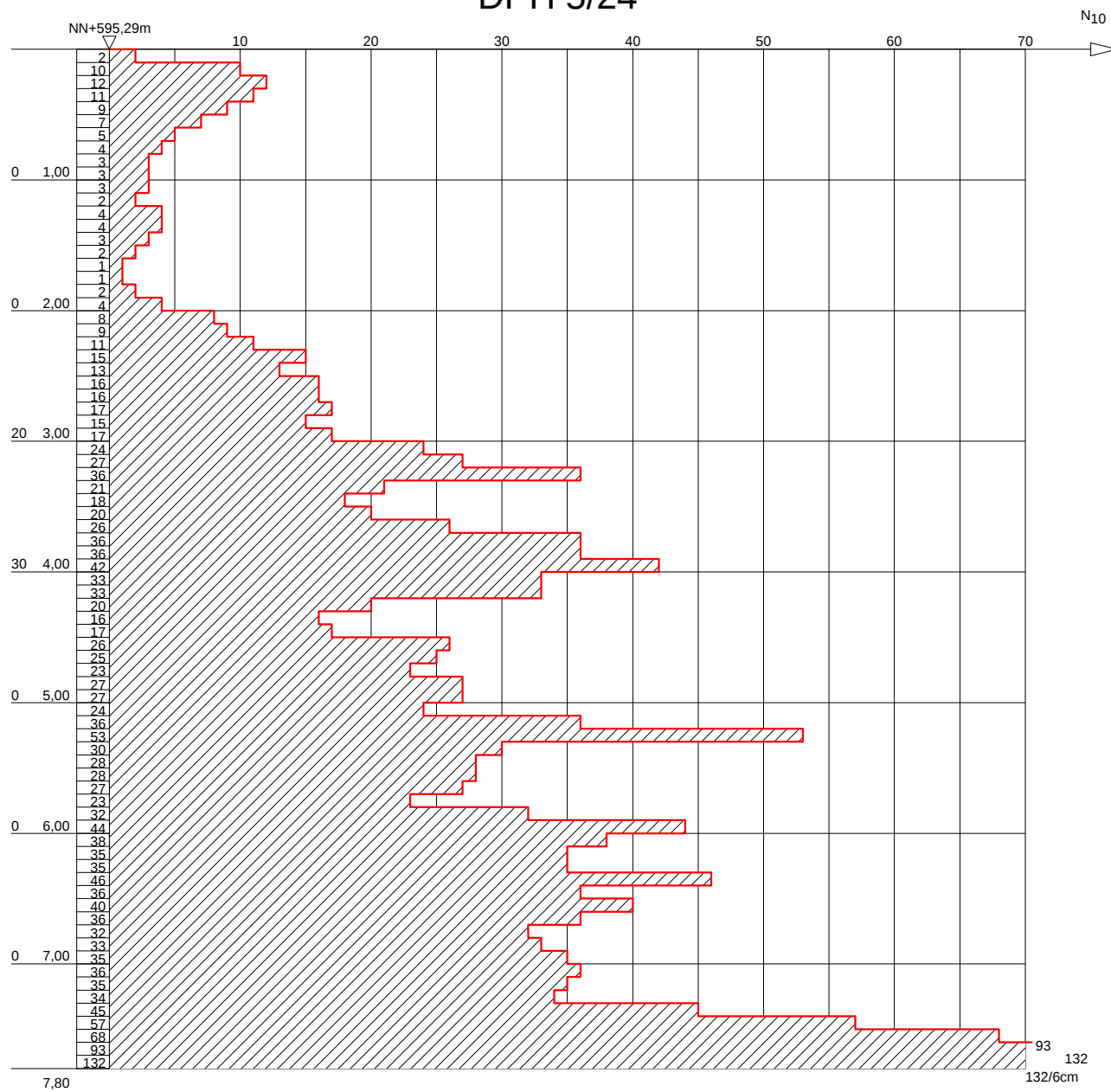
Gesehen:

Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

05.02.24

DPH 5/24



Bauvorhaben:

BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

Planbezeichnung:

Schwere Rammsondierung (DPH) 5/24

Plan-Nr: BSNAWAN DPH 5/24

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 / 47 40 030

Fax: 07351 / 47 40 029

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: BGS

Gezeichnet: aa

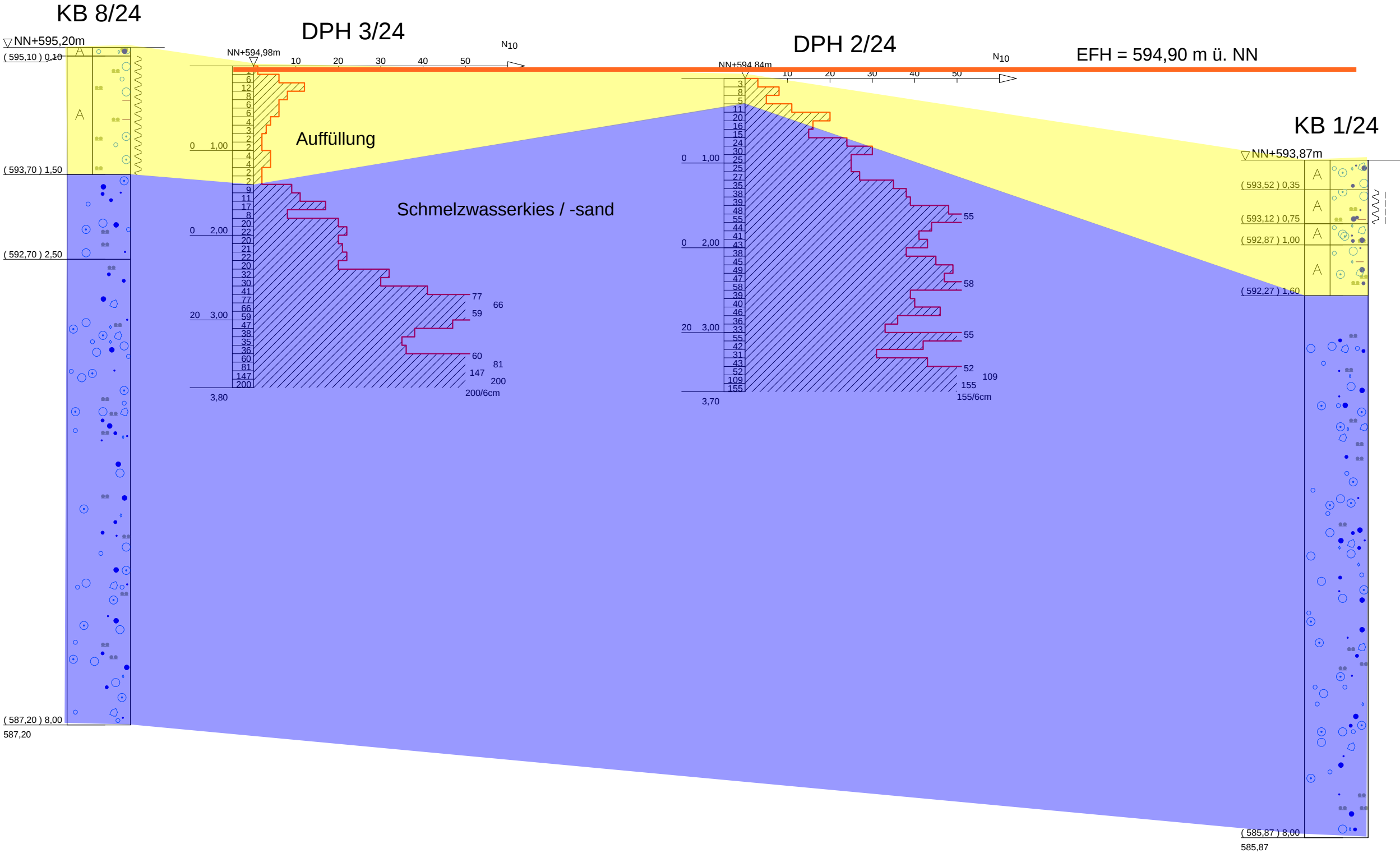
Geändert: _____

Gesehen: _____

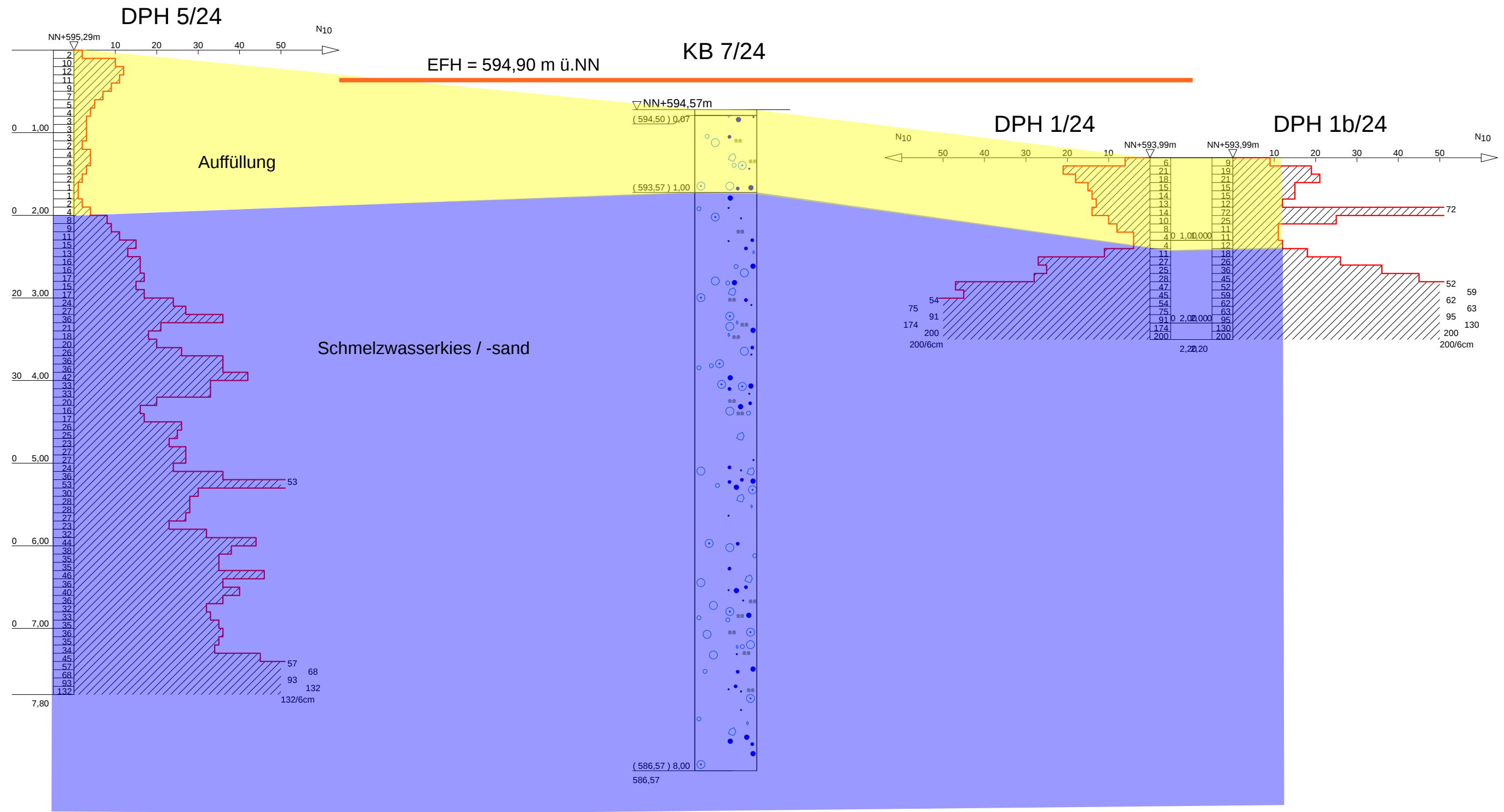
Projekt-Nr: BSNAWAN

Datum:

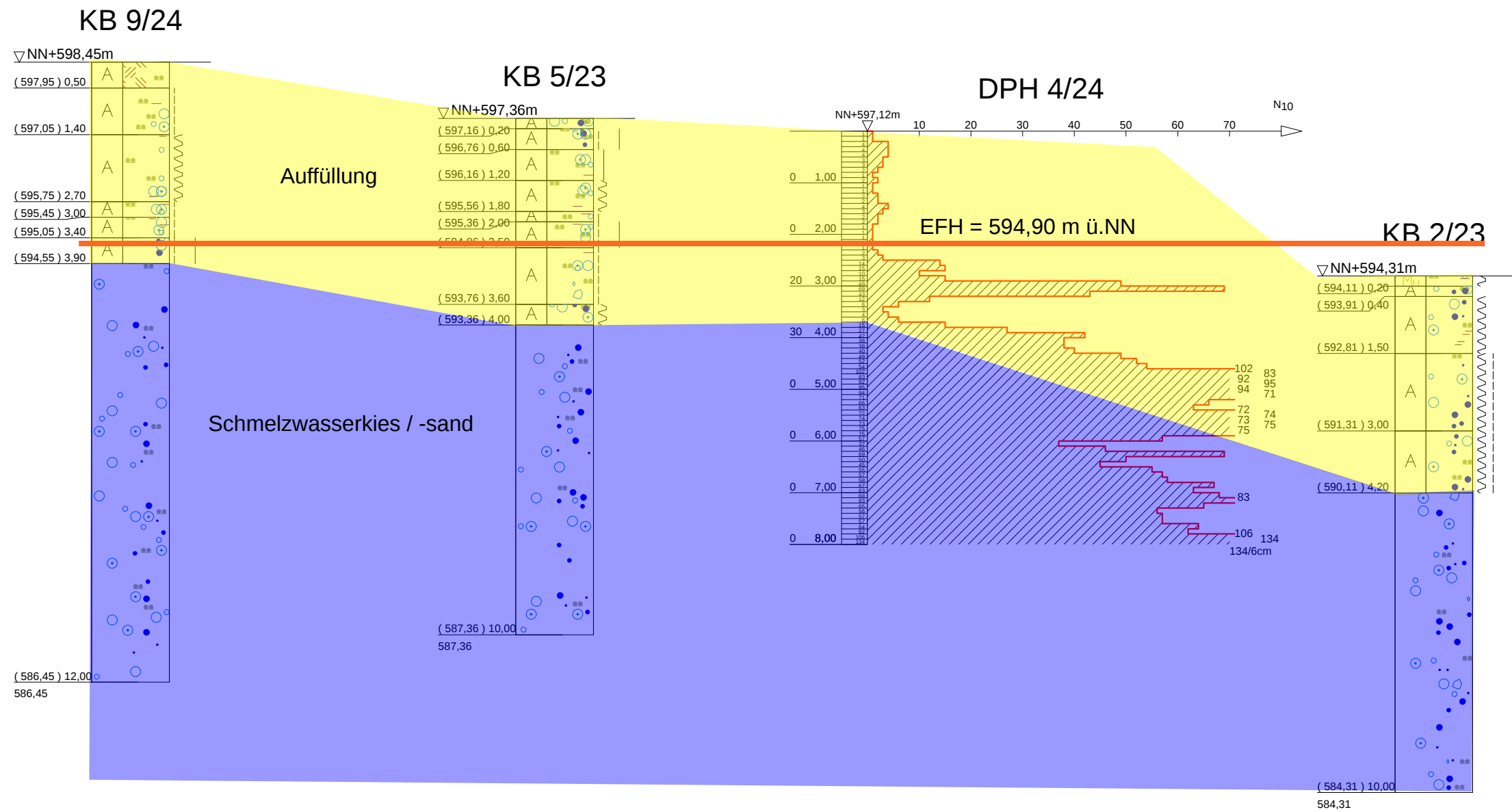
05.02.24



Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 1/24		
Plan-Nr:	BSNAWAN PS 1/24	Maßstab: 1:150/ 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 29.01.24
	Gezeichnet: aa	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: BSNAWAN	



Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 2/24		
Plan-Nr:	BSNAWAN PS 2/24	Maßstab: 1:50/ 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter:	aw
	Gezeichnet:	aa
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	BSNAWAN
		Datum: 29.01.24

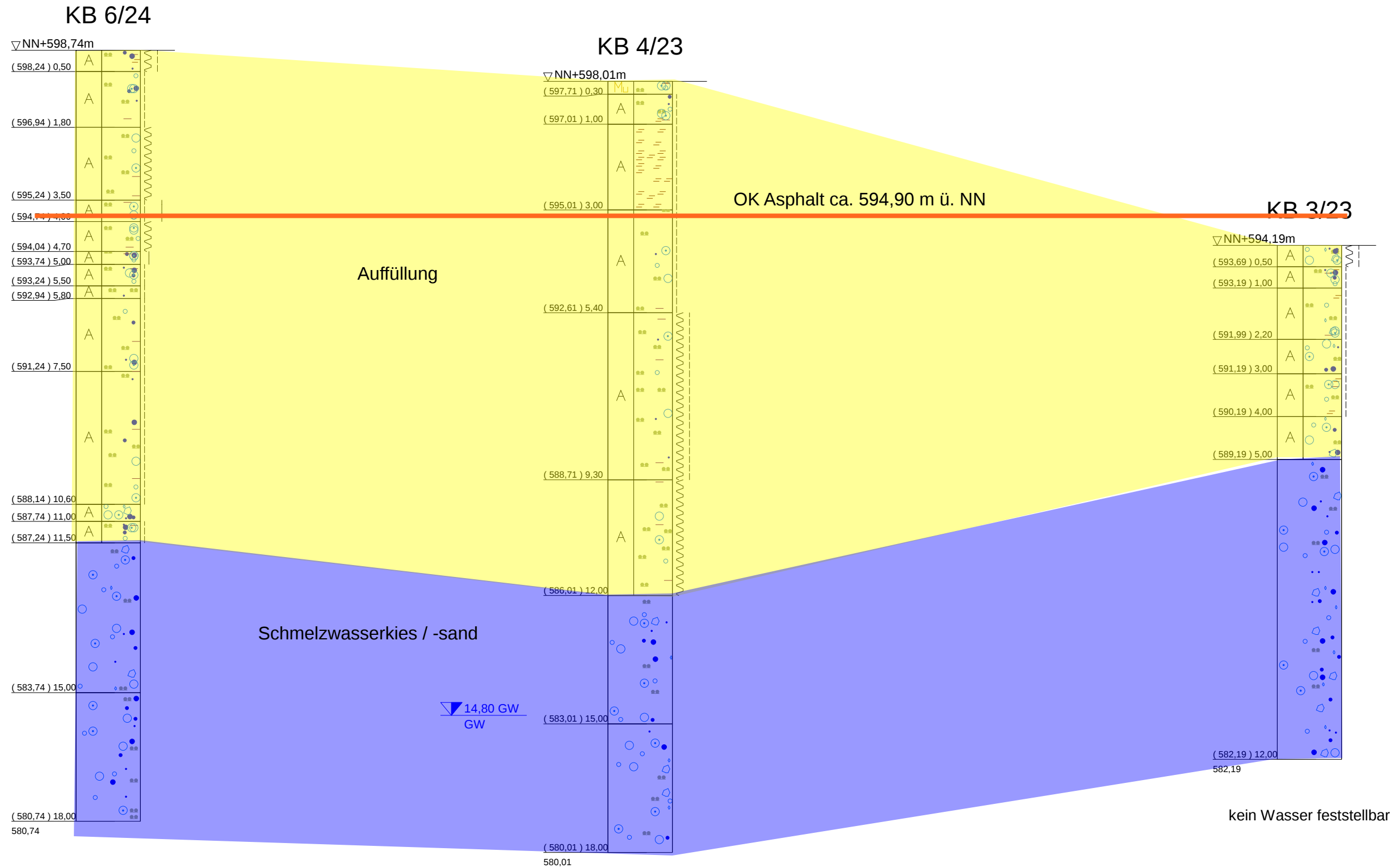


Bauvorhaben:
BV Wärmeversorgung Bad Saulgau
Neubau Heizzentrale

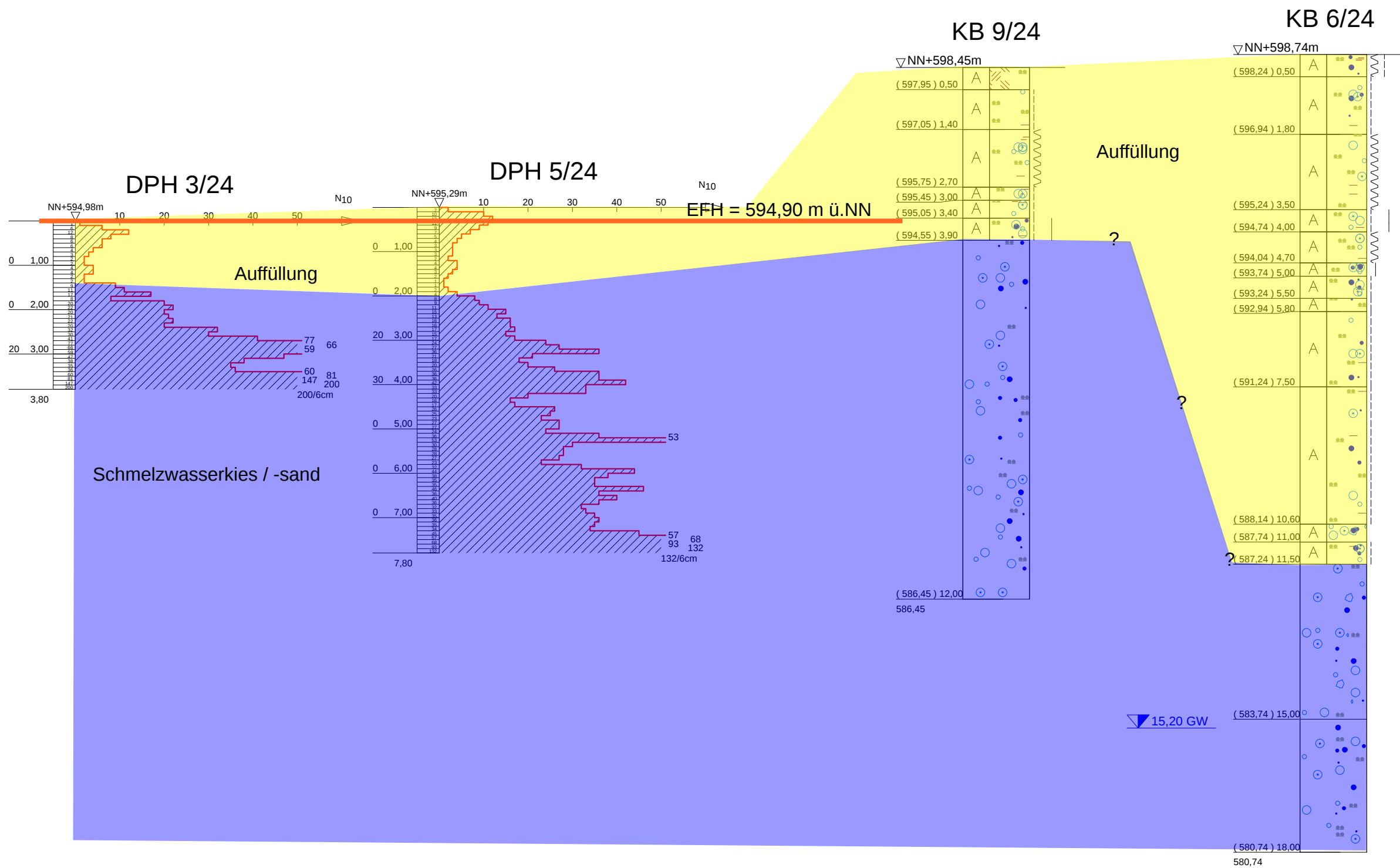
Planbezeichnung:
Profilschnitt (PS) 3/24

Plan-Nr: BSNAWAN PS 3/24
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Waldseer Straße 51
88400 Biberach a.d. Riß
Tel.: 07351 / 47 40 030
Fax: 07351 / 47 40 029

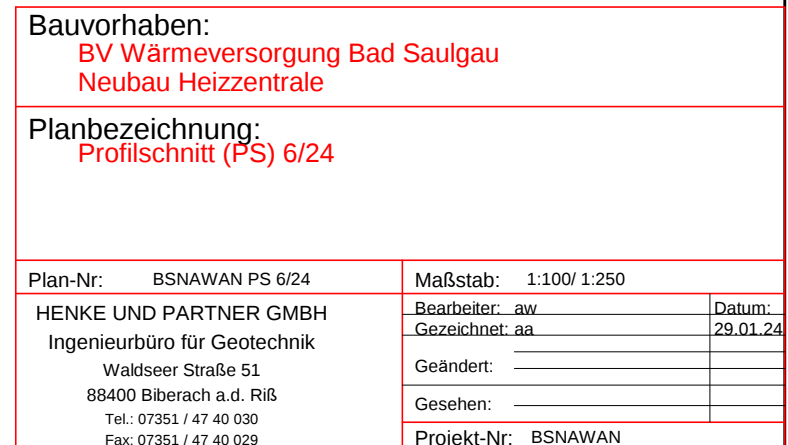
Maßstab: 1:100/ 1:250
Bearbeiter: aw
Gezeichnet: aa
Geändert:
Gesehen:
Datum: 29.01.24
Projekt-Nr: BSNAWAN

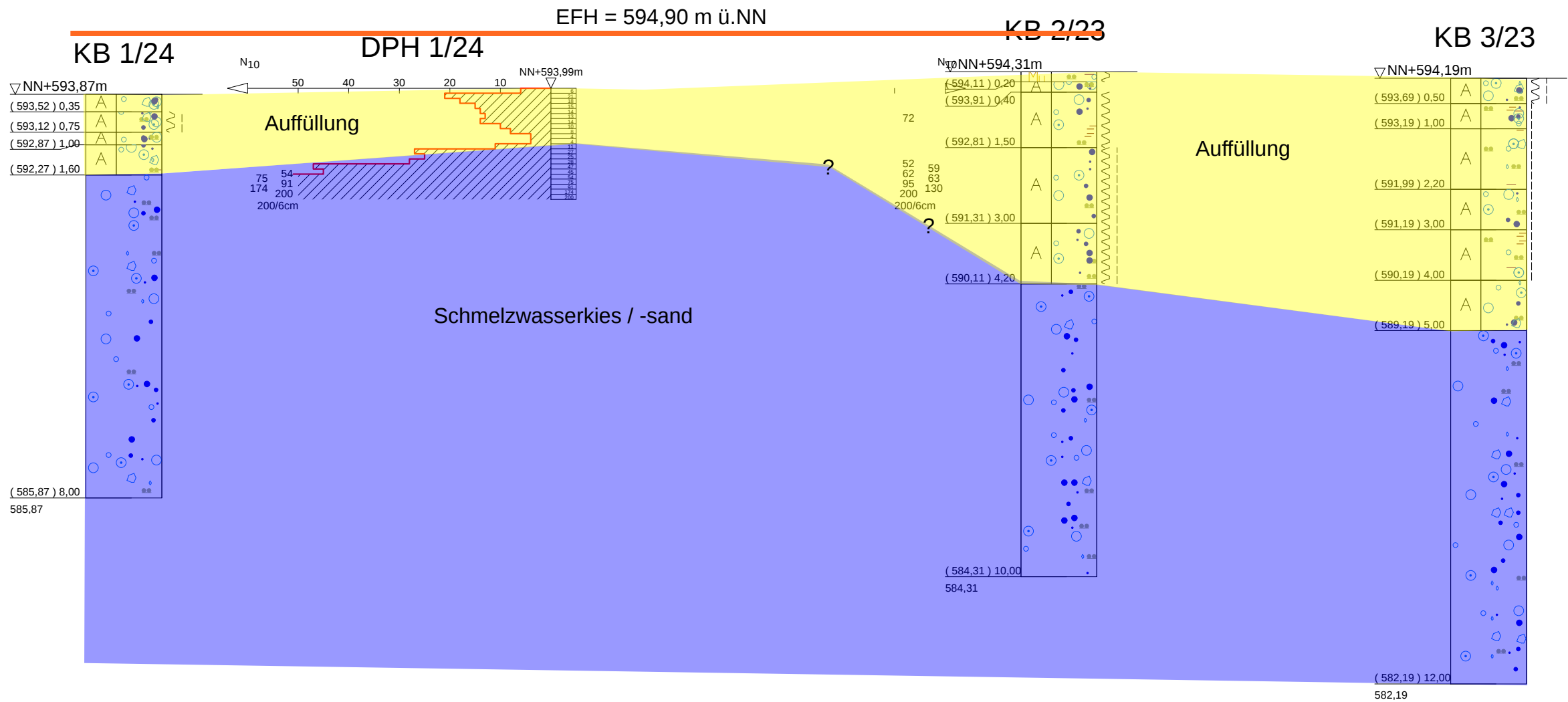


Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 4/24		
Plan-Nr:	BSNAWAN PS 4/24	Maßstab: 1:100/ 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter:	aw
	Gezeichnet:	aa
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	BSNAWAN
		Datum: 29.01.24



Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 5/24		
Plan-Nr.: BSAWAN PS 5/24	Maßstab: 1:100/ 1:250	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aw	Datum: 29.01.24
	Gezeichnet: aa	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr.: BSAWAN	





Bauvorhaben: BV Wärmeversorgung Bad Saulgau Neubau Heizzentrale		
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 7/24		
Plan-Nr:	BSNAWAN PS 7/24	Maßstab: 1:100/ 1:250
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter:	aw
	Gezeichnet:	aa
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr:	BSNAWAN
		Datum: 29.01.24

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/921-0
Fax 083 92/921-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10848	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP1
Probenbezeich. : 303/10848
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	94,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	38	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	2,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,71	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,59	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,12	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	8,4	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	15	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	29	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	16	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,5	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	16	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,05	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	39	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,08							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,06							
Fluoren	[mg/kg TS]	0,12							
Phenanthren	[mg/kg TS]	1,0							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,42							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	2,0							
Pyren	[mg/kg TS]	1,6							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,94							
Chrysen	[mg/kg TS]	0,82							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	1,0							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,34							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,75							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,11							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,41							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,48							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	10,1	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,26			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	249		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	5			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	9	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,13			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,12								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,22								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,016								
Acenaphthen	[µg/l]	0,17								
Fluoren	[µg/l]	0,082								
Phenanthren	[µg/l]	0,053								
Anthracen	[µg/l]	0,058								
Fluoranthren	[µg/l]	0,027								
Pyren	[µg/l]	0,03								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,041								
Chrysen	[µg/l]	0,036								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,513			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP1

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10848	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen: keine

Zerkleinerung: ☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein Teilvolumen [l]: 5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen ☐ O Kegeln und Vierteln ☒ Cross-Riffing ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☒ Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher ☒ Scheibenschwingmühle ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Auflösung:

☐ O Sedimentation ☐ O Zentrifugation ☒ Filtration ☐ O Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat ☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)

Datum: 16.02.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 16.02.2024 Ende: 17.02.2024

Einwaage MG [g]: 800,1 Feuchtegehalt FG (%): 5,2

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 1520

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: ☒ Sedimentation (1h) ☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)

☒ Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10849	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP2
Probenbezeich. : 303/10849
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	94,6	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	34	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	3,0	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,96	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,81	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,15	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	11	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	23	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	28	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	18	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,5	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	17	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,09	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	60	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	43		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	159		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,06							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,34							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,1							
Fluoren	[mg/kg TS]	0,24							
Phenanthren	[mg/kg TS]	2,0							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,84							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	4,6							
Pyren	[mg/kg TS]	3,6							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	2,4							
Chrysen	[mg/kg TS]	2,0							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	2,8							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	1,0							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	2,1							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,31							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	1,1							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	1,3							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	24,8	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteluat [l:s]	2 : 1								DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,33			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	285		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	6		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	20			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	8			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	33	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,23			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,22								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,34								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,077								
Acenaphthen	[µg/l]	0,097								
Fluoren	[µg/l]	0,18								
Phenanthren	[µg/l]	0,71								
Anthracen	[µg/l]	0,051								
Fluoranthren	[µg/l]	0,15								
Pyren	[µg/l]	0,15								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,11								
Chrysen	[µg/l]	0,069								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	0,054								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	0,055								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	1,7			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP2

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10849	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall:	< 1 %	Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall
Körnung der Laborprobe [mm]:		

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung:	☐ ja ☒ nein	separierte Stoffgruppen:	keine
Zerkleinerung:	☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein	Teilvolumen [l]:	5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen	☐ O Kegeln und Vierteln	☒ Cross-Riffing	☐ O Sonstige:
--	--	---	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
---	--	--	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☒ Siebung
--	--	--	---

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher	☒ Scheibenschwingmühle	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
--	--	--	--------------------------------------

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Auflösung:

☐ O Sedimentation	☐ O Zentrifugation	☒ Filtration	☐ O Sonstige:
--	---	--	--------------------------------------

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat	☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)		
Datum:	16.02.2024	Korngröße der PP:	(95 % mm)
Perkolationsprüfung – Beginn:	16.02.2024	Ende:	17.02.2024
Einwaage MG [g]:	802,3	Feuchtegehalt FG (%):	5,4
Dauer der Sättigung: -		V – Eluatfraktion:	1520
W/F-Verhältnis: 2			

Art der Trennung:	☒ Sedimentation (1h)	☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)
	☒ Filtration (P = 4 bar)	

Stabilisierung der Eluate:

SM	Anionen	Phenolindex	Cyanide
----	---------	-------------	---------

Volumen des Eluat für Filtration	800 ml	Trübung des Eluat:	< 10 FAU
----------------------------------	--------	--------------------	-------------

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/921-0
Fax 083 92/921-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10850	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP3
Probenbezeich. : 303/10850
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	86,0	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	40	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	4,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	1,40	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	1,26	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,14	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	9,9	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	23	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	30	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	17	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,5	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	18	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,07	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	51	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	106		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,07							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,07							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,08							
Fluoren	[mg/kg TS]	0,25							
Phenanthren	[mg/kg TS]	2,0							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,42							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	2,9							
Pyren	[mg/kg TS]	2,0							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,96							
Chrysen	[mg/kg TS]	1,0							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	1,1							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,44							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,8							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,12							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,4							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,47							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	13,1	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,12			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	423		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	10			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	27	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,24			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,27								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,44								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,016								
Acenaphthen	[µg/l]	0,24								
Fluoren	[µg/l]	0,18								
Phenanthren	[µg/l]	0,062								
Anthracen	[µg/l]	0,083								
Fluoranthren	[µg/l]	0,045								
Pyren	[µg/l]	0,05								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,02								
Chrysen	[µg/l]	0,018								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	0,007								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	0,009								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	0,03								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,76			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP3

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10850	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen: keine

Zerkleinerung: ☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein Teilvolumen [l]: 5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen ☐ O Kegeln und Vierteln ☒ Cross-Riffing ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☒ Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher ☒ Scheibenschwingmühle ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Aufschluss:

☐ O Sedimentation ☐ O Zentrifugation ☒ Filtration ☐ O Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat ☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)

Datum: 16.02.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 16.02.2024 Ende: 17.02.2024

Einwaage MG [g]: 807,9 Feuchtegehalt FG (%): 14,0

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 1390

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: ☒ Sedimentation (1h) ☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)

☒ Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10851	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP4
Probenbezeich. : 303/10851
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	83,1	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	31	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	6,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	1,72	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	1,59	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,13	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	12	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	18	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	40	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	17	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,7	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	22	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,05	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	48	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	75		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	218		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,08							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,17							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,39							
Fluoren	[mg/kg TS]	1,0							
Phenanthren	[mg/kg TS]	6,0							
Anthracen	[mg/kg TS]	1,9							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	7,4							
Pyren	[mg/kg TS]	5,0							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	3,0							
Chrysen	[mg/kg TS]	2,6							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	2,7							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	1,0							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	1,9							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,3							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,85							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	1,0							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	35,3	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteluat [l:s]	2 : 1								DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	7,85			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	428		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	7		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	20			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	< 5	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,47			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,62								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	1,03								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,046								
Acenaphthen	[µg/l]	1,22								
Fluoren	[µg/l]	0,3								
Phenanthren	[µg/l]	0,22								
Anthracen	[µg/l]	0,15								
Fluoranthren	[µg/l]	0,11								
Pyren	[µg/l]	0,11								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,061								
Chrysen	[µg/l]	0,082								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	0,054								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	0,07								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	0,093								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	0,018								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	0,031								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	0,042								
Σ PAK (15):	[µg/l]	2,6			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP4

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10851	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall:	< 1 %	Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall
Körnung der Laborprobe [mm]:		

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung:	☐ ja ☒ nein	separierte Stoffgruppen:	keine
Zerkleinerung:	☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein	Teilvolumen [l]:	5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen	☐ O Kegeln und Vierteln	☒ Cross-Riffing	☐ O Sonstige:
--	--	---	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
---	--	--	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☒ Siebung
--	--	--	---

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher	☒ Scheibenschwingmühle	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
--	--	--	--------------------------------------

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Aufschluss:

☐ O Sedimentation	☐ O Zentrifugation	☒ Filtration	☐ O Sonstige:
--	---	--	--------------------------------------

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat	☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)		
Datum:	16.02.2024	Korngröße der PP:	(95 % mm)
Perkolationsprüfung – Beginn:	16.02.2024	Ende:	17.02.2024
Einwaage MG [g]:	811,4	Feuchtegehalt FG (%):	16,9
Dauer der Sättigung: -		V – Eluatfraktion:	1350
W/F-Verhältnis: 2			

Art der Trennung:	☒ Sedimentation (1h)	☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)
	☒ Filtration (P = 4 bar)	

Stabilisierung der Eluate:

SM	Anionen	Phenolindex	Cyanide
Volumen des Eluat für Filtration	800 ml	Trübung des Eluat:	< 10 FAU

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/921-0
Fax 083 92/921-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10852	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP5
Probenbezeich. : 303/10852
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,0	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	38	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	3,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	1,09	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	1,00	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,09	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	7,3	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	19	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	41	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	22	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,5	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	21	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,08	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	66	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,07							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	0,07							
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,45							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,16							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	1,1							
Pyren	[mg/kg TS]	0,87							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,52							
Chrysen	[mg/kg TS]	0,43							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,54							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,21							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,38							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,06							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,21							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,25							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	5,32	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteluat [l:s]	2 : 1								DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,02			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	311		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	6			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	< 5	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,038			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,073								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,058								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,006								
Acenaphthen	[µg/l]	0,14								
Fluoren	[µg/l]	0,078								
Phenanthren	[µg/l]	0,022								
Anthracen	[µg/l]	0,008								
Fluoranthren	[µg/l]	0,009								
Pyren	[µg/l]	0,008								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,005								
Chrysen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,276			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP5

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10852	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen: keine

Zerkleinerung: ☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein Teilvolumen [l]: 5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen ☐ O Kegeln und Vierteln ☒ Cross-Riffing ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☒ Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher ☒ Scheibenschwingmühle ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Aufschluss:

☐ O Sedimentation ☐ O Zentrifugation ☒ Filtration ☐ O Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat ☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)

Datum: 16.02.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 16.02.2024 Ende: 17.02.2024

Einwaage MG [g]: 810,7 Feuchtegehalt FG (%): 11,0

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 1440

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: ☒ Sedimentation (1h) ☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)

☒ Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/921-0
Fax 083 92/921-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10853	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP6
Probenbezeich. : 303/10853
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	35	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	6,5	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	1,38	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	1,29	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,09	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	10	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	30	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	42	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	24	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,6	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	23	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,12	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	88	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,04							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,31							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,09							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,69							
Pyren	[mg/kg TS]	0,55							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,26							
Chrysen	[mg/kg TS]	0,24							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,34							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,12							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,25							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,16							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,17							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	3,22	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]	2 : 1								DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	7,96			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	416		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	6			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	11	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,065			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,12								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,19								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005								
Acenaphthen	[µg/l]	0,035								
Fluoren	[µg/l]	0,03								
Phenanthren	[µg/l]	0,014								
Anthracen	[µg/l]	0,008								
Fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Pyren	[µg/l]	0,006								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Chrysen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,093			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP6

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10853	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen: keine

Zerkleinerung: ☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein Teilvolumen [l]: 5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen ☐ O Kegeln und Vierteln ☒ Cross-Riffing ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher ☐ O Bohrmeisel / Meisel ☐ O Schneidemühle ☒ Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher ☒ Scheibenschwingmühle ☐ O Schneidemühle ☐ O Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Auflösung:

☐ O Sedimentation ☐ O Zentrifugation ☒ Filtration ☐ O Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat ☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)

Datum: 16.02.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 16.02.2024 Ende: 17.02.2024

Einwaage MG [g]: 816,1 Feuchtegehalt FG (%): 15,2

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 1380

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: ☒ Sedimentation (1h) ☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)

☒ Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10854	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP7
Probenbezeich. : 303/10854
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,7	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	34	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	5,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	1,38	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	1,30	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,08	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	8,6	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	36	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	40	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	20	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,5	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	20	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,08	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	62	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,14							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,15							
Anthracen	[mg/kg TS]	0,08							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,56							
Pyren	[mg/kg TS]	0,59							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,4							
Chrysen	[mg/kg TS]	0,36							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,81							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,26							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,62							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,08							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,47							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,5							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	5,02	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	7,92			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	331		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	5			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	5	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,12			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,13								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,22								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,005								
Acenaphthen	[µg/l]	0,059								
Fluoren	[µg/l]	0,034								
Phenanthren	[µg/l]	0,025								
Anthracen	[µg/l]	0,028								
Fluoranthren	[µg/l]	0,017								
Pyren	[µg/l]	0,015								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,007								
Chrysen	[µg/l]	0,009								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	0,015								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	0,011								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	0,018								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,243			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP7

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10854	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall:	< 1 %	Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall
Körnung der Laborprobe [mm]:		

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung:	☐ ja ☒ nein	separierte Stoffgruppen:	keine
Zerkleinerung:	☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein	Teilvolumen [l]:	5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen	☐ O Kegeln und Vierteln	☒ Cross-Riffing	☐ O Sonstige:
--	--	---	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
---	--	--	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☒ Siebung
--	--	--	---

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher	☒ Scheibenschwingmühle	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
--	--	--	--------------------------------------

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Auflösung:

☐ O Sedimentation	☐ O Zentrifugation	☒ Filtration	☐ O Sonstige:
--	---	--	--------------------------------------

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat	☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)		
Datum:	16.02.2024	Korngröße der PP:	(95 % mm)
Perkolationsprüfung – Beginn:	16.02.2024	Ende:	17.02.2024
Einwaage MG [g]:	820,3	Feuchtegehalt FG (%):	15,3
Dauer der Sättigung: -		V – Eluatfraktion:	1390
W/F-Verhältnis: 2			

Art der Trennung:	☒ Sedimentation (1h)	☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)
	☒ Filtration (P = 4 bar)	

Stabilisierung der Eluate:

SM	Anionen	Phenolindex	Cyanide
----	---------	-------------	---------

Volumen des Eluat für Filtration	800 ml	Trübung des Eluat:	< 10 FAU
----------------------------------	--------	--------------------	-------------

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/10855	Datum:	24.02.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 15.02.2024 Probeneingang : 16.02.2024
Originalbezeich. : MP8
Probenbezeich. : 303/10855
Untersuchungszeitraum : 16.02.2024 – 24.02.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	32	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	3,2	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,51	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,41	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,10	-	-	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	5,2	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	12	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	32	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	11	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,4	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	20	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	42	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	56		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	196		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,31							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,18							
Fluoren	[mg/kg TS]	0,48							
Phenanthren	[mg/kg TS]	2,9							
Anthracen	[mg/kg TS]	1,1							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	6,5							
Pyren	[mg/kg TS]	4,6							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	2,6							
Chrysen	[mg/kg TS]	2,4							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	2,7							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	1							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	1,9							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,3							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,94							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	1,1							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	29	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[-]	8,30			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	303		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	7			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	5	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,1			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,35								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,21								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	0,15								
Acenaphthen	[µg/l]	3,68								
Fluoren	[µg/l]	1,08								
Phenanthren	[µg/l]	0,18								
Anthracen	[µg/l]	0,067								
Fluoranthren	[µg/l]	0,29								
Pyren	[µg/l]	0,27								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	0,032								
Chrysen	[µg/l]	0,041								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	0,031								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	0,016								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	0,025								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	0,029								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	0,036								
Σ PAK (15):	[µg/l]	5,9			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 24.02.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP8

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 15.02.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/10855	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	16.02.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall:	< 1 %	Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall
Körnung der Laborprobe [mm]:		

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung:	☐ ja ☒ nein	separierte Stoffgruppen:	keine
Zerkleinerung:	☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein	Teilvolumen [l]:	5

Teilung / Homogenisierung:

☐ O fraktionierendes Teilen	☐ O Kegeln und Vierteln	☒ Cross-Riffing	☐ O Sonstige:
--	--	---	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
---	--	--	--------------------------------------

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ O Backenbrecher	☐ O Bohrmeisel / Meisel	☐ O Schneidemühle	☒ Siebung
--	--	--	---

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ O Backenbrecher	☒ Scheibenschwingmühle	☐ O Schneidemühle	☐ O Sonstige:
--	--	--	--------------------------------------

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Auflösung:

☐ O Sedimentation	☐ O Zentrifugation	☒ Filtration	☐ O Sonstige:
--	---	--	--------------------------------------

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat	☒ Schüttel eluat (DIN 19529 : 2015-12)		
Datum:	16.02.2024	Korngröße der PP:	(95 % mm)
Perkolationsprüfung – Beginn:	16.02.2024	Ende:	17.02.2024
Einwaage MG [g]:	804,2	Feuchtegehalt FG (%):	10,2
Dauer der Sättigung: -		V – Eluatfraktion:	1440
W/F-Verhältnis: 2			

Art der Trennung:	☒ Sedimentation (1h)	☐ O Zentrifugation (10 min, 3000g)
	☒ Filtration (P = 4 bar)	

Stabilisierung der Eluate:

SM	Anionen	Phenolindex	Cyanide
----	---------	-------------	---------

Volumen des Eluat für Filtration	800 ml	Trübung des Eluat:	< 10 FAU
----------------------------------	--------	--------------------	-------------

16.02.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/11136	Datum:	20.03.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Entnahmestelle : Art der Probenahme :
Art der Probe : Boden Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Entnahmedatum : 12.03.2024 Probeneingang : 13.03.2024
Originalbezeich. : MP-Kies
Probenbezeich. : 303/11136
Untersuchungszeitraum : 13.03.2024 – 20.03.2024 Fremdstoffanteil : < 10 % TS

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	95,0	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	38	-	-	-	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0*/BM-F)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	1,8	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,22	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,20							DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,02							DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	11	20	20	40	40	40	150	DIN ISO 22036:2009-06
Blei	[mg/kg TS]	5,5	70	140	140	140	140	700	DIN ISO 22036:2009-06
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	1	1	2	2	2	10	DIN ISO 22036:2009-06
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	19	60	120	120	120	120	600	DIN ISO 22036:2009-06
Kupfer	[mg/kg TS]	9,8	40	80	80	80	80	320	DIN ISO 22036:2009-06
Molybdän	[mg/kg TS]	0,4	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Nickel	[mg/kg TS]	10	50	100	100	100	100	350	DIN ISO 22036:2009-06
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	DIN ISO 22036:2009-06
Zink	[mg/kg TS]	25	150	300	300	300	300	1200	DIN ISO 22036:2009-06
Aufschluß mit Königswasser									DIN EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 10382 :2003-05
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,05							
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,16							
Pyren	[mg/kg TS]	0,13							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,08							
Chrysen	[mg/kg TS]	0,06							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,12							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,09							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,07							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,08							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,88	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Säulenkurztest (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Säulenkurztest [l:s]		2 : 1							DIN 19528 : 2009-01
pH-Wert	[-]	8,37			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	138		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Antimon	[µg/l]	< 3			7,5	7,5	7,5	7,5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Molybdän	[µg/l]	< 5			55	55	55	110	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 5			30	55	450	840	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	12	20	85	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	5	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN 30407 F37 : 2013-11
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	< 0,005			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	< 0,005								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,006								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005								
Acenaphthen	[µg/l]	< 0,005								
Fluoren	[µg/l]	< 0,005								
Phenanthren	[µg/l]	0,008								
Anthracen	[µg/l]	0,009								
Fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Pyren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Chrysen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,017			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 20.03.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP-Kies

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 12.03.2024

Probenahmeprotokoll-Nr.: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	303/11136	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	13.03.2024
Probenahmeprotokoll:	☒ ja ☐ nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	☒ ja ☐ nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	5 l Masse: 7 [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall:	< 1 %	Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall
Körnung der Laborprobe [mm]:		
Probenhomogenisierung mittels Riffelteiler:	☒ ja ☐ nein	

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung:	☐ ja ☒ nein	separierte Stoffgruppen:	keine
Zerkleinerung:	☒ ja (Fraktion < 32 mm) ☐ nein	Teilvolumen [l]:	5

Teilung / Homogenisierung:

☐ fraktionierendes Teilen	☐ Kegeln und Vierteln	☒ Cross-Riffling	☐ Sonstige:
--	--	--	------------------------------------

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

☒ Backenbrecher	☐ Bohrmeisel / Meisel	☐ Schneidemühle	☐ Sonstige:
---	--	--	------------------------------------

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

☐ Backenbrecher	☐ Bohrmeisel / Meisel	☐ Schneidemühle	☒ Siebung
--	--	--	---

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

☐ Backenbrecher	☒ Scheibenschwingmühle	☐ Schneidemühle	☐ Sonstige:
--	--	--	------------------------------------

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Auflösung:

☐ Sedimentation	☐ Zentrifugation	☒ Filtration	☐ Sonstige:
--	---	--	------------------------------------

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat	☒ Säulenkurztest (DIN 19528 : 2009-12)	☐ Säulenlangtest (DIN 19528 : 2009-12)	
Datum:	13.03.2024	Korngröße der PP:	(95 % mm)
Perkolationsprüfung – Beginn:	13.03.2024	Ende:	14.03.2024
Einbauverfahren:	lageweise	Säulendimensionen [cm]:	63 mm
Einwaage MG [g]:	815,1	Feuchtegehalt FG (%):	5,0
Dauer der Sättigung:	3	V – Eluatfraktion:	1550
Wechsel der Sammelflasche:	-	W/F-Verhältnis:	2
Durchfluss:			

Art der Trennung:	☒ Sedimentation (1h)	☐ Zentrifugation (10 min, 3000g)
	☒ Filtration (P = 4 bar)	

Stabilisierung der Eluate:

SM	Anionen	Phenolindex	Cyanide
Volumen des Eluat für Filtration	1000 ml	Trübung des Eluat:	< 10 FAU

13.03.2024
Datum


Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/11261	Datum:	26.03.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Kst.-Stelle :
Art der Probe : Boden Art der Probenahme :
Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2024
Originalbezeich. : SG4 0,3 - 0,8 m Probeneingang : 21.03.2024
Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Untersuchungszeitraum : 21.03.2024 - 26.03.2024 Probenbezeich. : 303/11261

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,2	DIN EN 14346 : 2017-09
Arsen	[mg/kg TS]	11	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 26.03.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/11262	Datum:	26.03.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Kst.-Stelle :
Art der Probe : Boden Art der Probenahme :
Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2024
Originalbezeich. : SG5 1,0 - 1,3 m Probeneingang : 21.03.2024
Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Untersuchungszeitraum : 21.03.2024 - 26.03.2024 Probenbezeich. : 303/11262

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	95,2	DIN EN 14346 : 2017-09
Arsen	[mg/kg TS]	16	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 26.03.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bvu@bvu-analytik.de

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH

Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/11263	Datum:	26.03.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Projekt : AZA2312020 Bad Saulgau
Projekt-Nr. :
Kst.-Stelle :
Art der Probe : Boden Art der Probenahme :
Entnahmestelle : Entnahmedatum : 20.03.2024
Originalbezeich. : SG4 1,0 - 1,5 m Probeneingang : 21.03.2024
Probenehmer : BG Süd - Daniel Svorc
Untersuchungszeitraum : 21.03.2024 - 26.03.2024 Probenbezeich. : 303/11263

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,9	DIN EN 14346 : 2017-09
Arsen	[mg/kg TS]	15	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 26.03.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH
Zeppelinstraße 10
88410 Bad Wurzach

Analysenbericht Nr.	303/11451	Datum:	15.04.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Baugrund Süd Gesellschaft für Geothermie mbH	
Projekt	: AZA2312020 Bad Saulgau - Asphalt	
Projekt-Nr.	:	
Art der Probe	: Asphalt	Entnahmestelle :
Entnahmedatum	: 04.04.2024	Originalbezeich. : KB 7: 0,00 - 0,07 m
Probenehmer	: BG Süd - Daniel Svorc	Probeneingang : 05.04.2024
Probenbezeich.	: 303/11451	Unters-zeitraum : 05.04.2024 – 15.04.2024

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (GesFrak.)

Parameter	Einheit	Messwert		A	B	C	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	97,5					DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,05					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,2					
Pyren	[mg/kg TS]	0,08					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,06					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,16					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,18					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,13					
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,14					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,04		≤ 25	> 25 - ≤ 100	> 25 - ≤ 100	DIN ISO 18287 :2006-05

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Meßwert		A	B	C	Methode
Eluatherstellung	[l/s]	10 : 1					DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,19					DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	145					DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10		≤ 100	≤ 100	≤ 50.000	DIN EN ISO 14402:1999-12

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.04.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

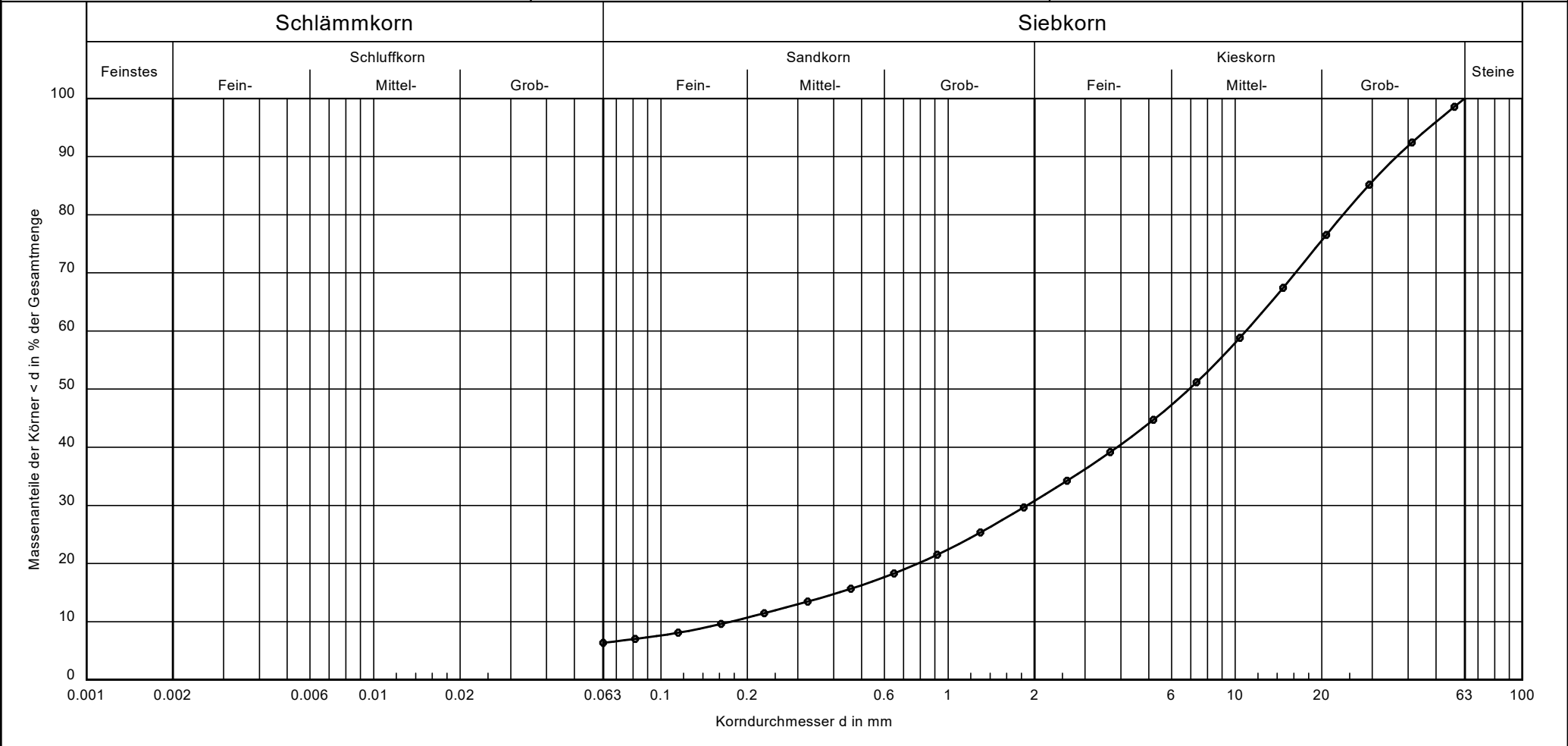
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

[illegible]

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand von

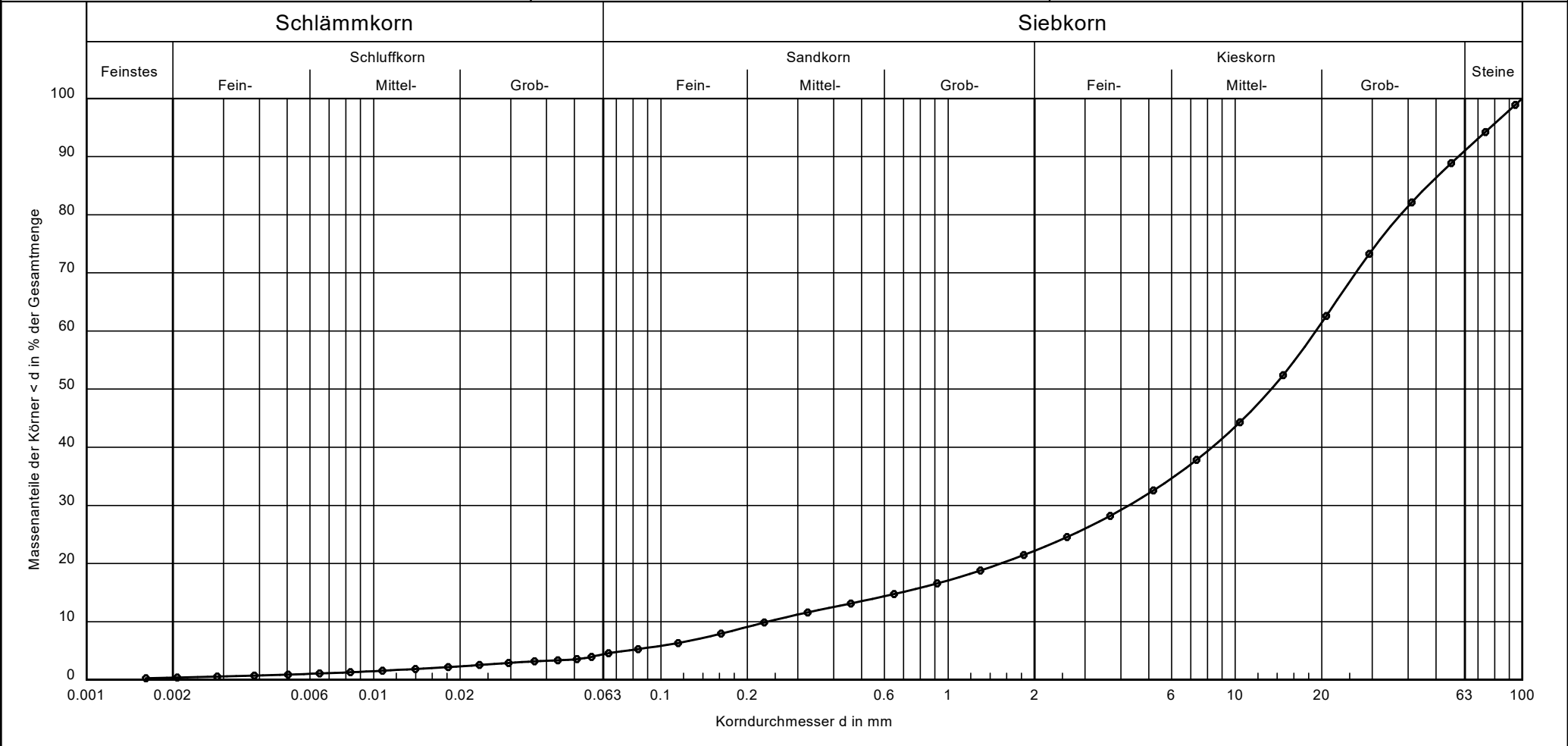
E_s = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach Bearbeiter: DSv Datum: 28.02.2024	Körnungslinie BV Heizzentrale 88348 Bad Saulgau	Prüfungsnummer: 1 Probe entnommen am: 15.02.2024 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung
--	--	--



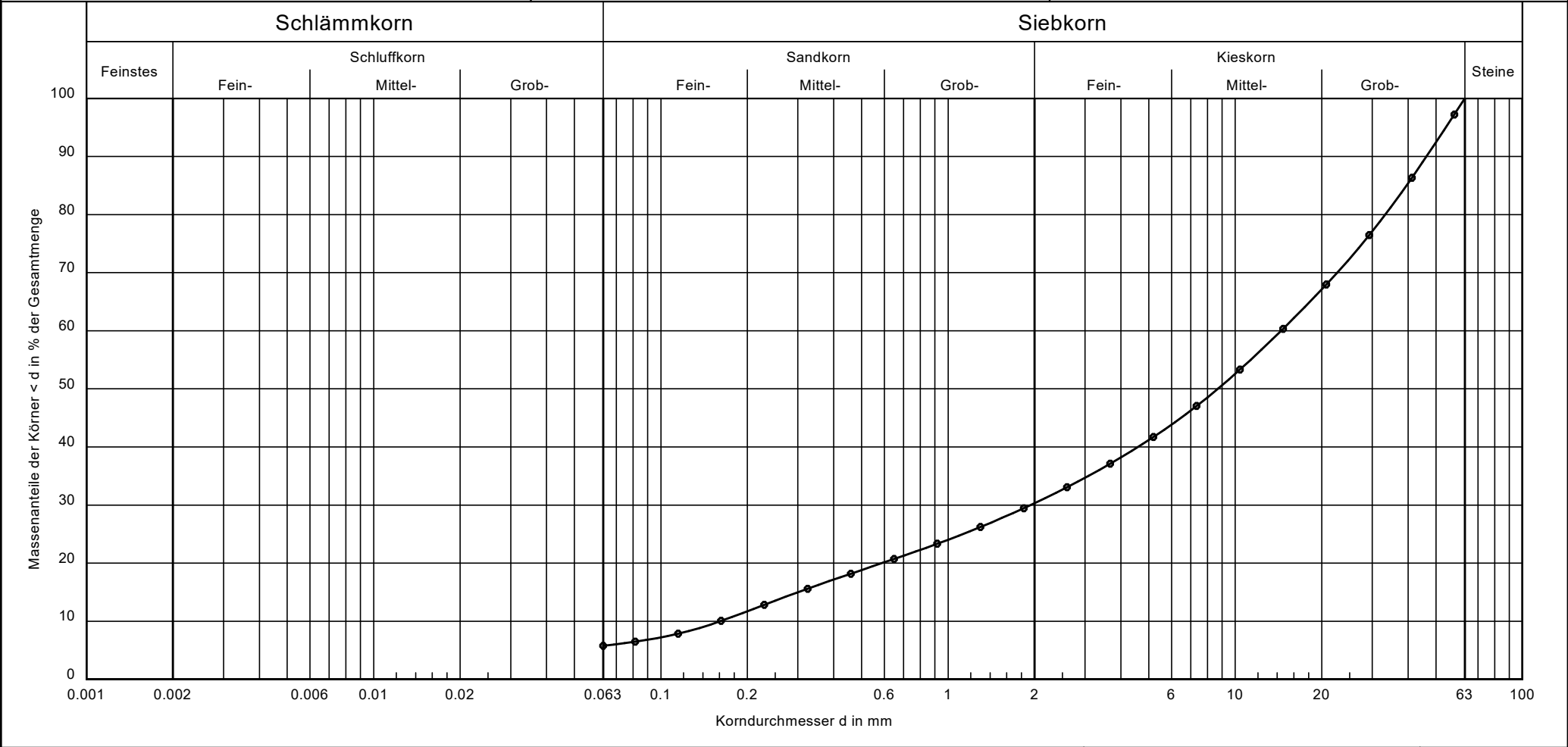
Bezeichnung:		Nach DIN 4023: Kies, sandig (G, s, u') schwach schluffig	Bericht: AZA 23 12 020 Anlage:
Bodenart:	G, u', ms', gs'		
Entnahmestelle:	KB 1		
Tiefe:	2,5 m		
U/Cc:	62.1/1.9		
k [m/s][Seiler]	4.2 · 10 ⁻³		
T/U/S/G/X [%]:	- /6.4/24.4/69.2/0.0		

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach Bearbeiter: DSv Datum: 28.02.2024	Körnungslinie BV Heizzentrale 88348 Bad Saulgau	Prüfungsnummer: 2 Probe entnommen am: 15.02.2024 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung
--	--	---



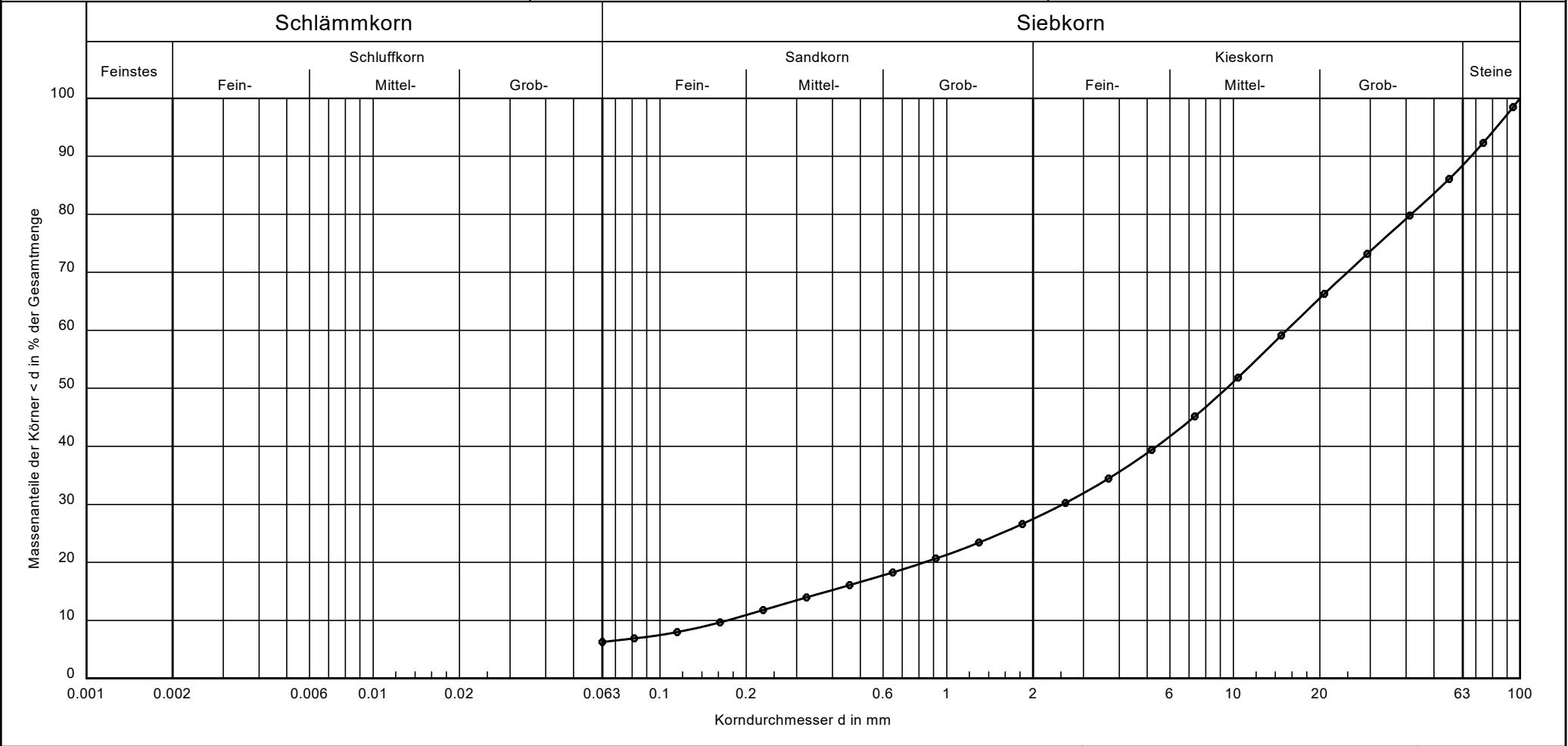
Bezeichnung:	—●—●—	Nach DIN 4023: Kies, sandig (G, s, x') schwach steinig	Bericht: AZA 23 12 020 Anlage:
Bodenart:	G, x', ms', gs'		
Entnahmestelle:	KB 7		
Tiefe:	3,5 m		
U/Cc:	81.1/4.0		
k [m/s][Seiler]	3.4 · 10 ⁻²		
T/U/S/G/X [%]:	0.4/4.0/17.8/68.8/9.0		

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach Bearbeiter: DSv Datum: 28.02.2024	Körnungslinie BV Heizzentrale 88348 Bad Saulgau	Prüfungsnummer: 3 Probe entnommen am: 15.02.2024 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung
--	--	--



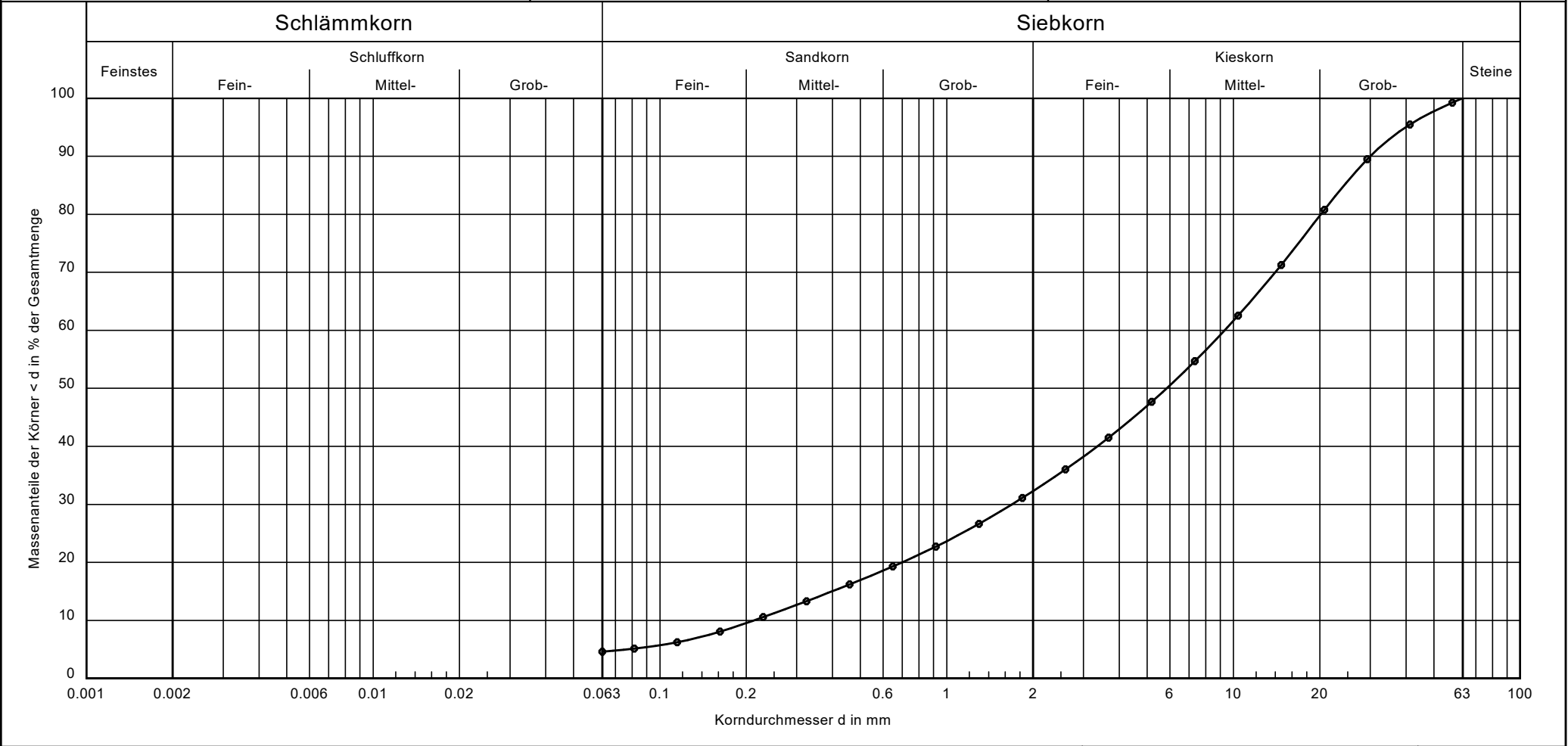
Bezeichnung:		Nach DIN 4023: Kies, sandig (G, s, u') schwach schluffig	Bericht: AZA 23 12 020 Anlage:
Bodenart:	G, u', fs', ms', gs'		
Entnahmestelle:	KB 9		
Tiefe:	8,0 m		
U/Cc:	89.7/1.6		
k [m/s][Seiler]	7.4 · 10 ⁻³		
T/U/S/G/X [%]:	- /5.8/24.6/69.7/0.0		

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach Bearbeiter: DSv Datum: 28.02.2024	Körnungslinie BV Heizzentrale 88348 Bad Saulgau	Prüfungsnummer: 4 Probe entnommen am: 15.02.2024 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung
--	--	--



Bezeichnung:		Nach DIN 4023: Kies, sandig (G, s, x', u') schwach steinig, schwach schluffig	Bericht: AZA 23 12 020 Anlage:
Bodenart:	G, u', x', ms', gs'		
Entnahmestelle:	SG 4		
Tiefe:	1,0 - 1,5 m		
U/Cc:	89.3/2.4		
k [m/s][Seiler]	1.4 · 10 ⁻²		
T/U/S/G/X [%]:	- /6.3/21.2/61.0/11.6		

BauGrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH Zeppelinstraße 10 88410 Bad Wurzach Bearbeiter: DSv Datum: 28.02.2024	Körnungslinie BV Heizzentrale 88348 Bad Saulgau	Prüfungsnummer: 5 Probe entnommen am: 15.02.2024 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung
--	--	--



Bezeichnung:		Nach DIN 4023: Kies, sandig (G, s)	Bericht: AZA 23 12 020 Anlage:
Bodenart:	G, ms', gs'		
Entnahmestelle:	SG 5		
Tiefe:	1,1 - 1,3 m		
U/Cc:	43.8/1.4		
k [m/s][Seiler]	2.0 · 10 ⁻³		
T/U/S/G/X [%]:	- /4.6/27.7/67.7/0.0		

Versickerungsversuch in Schürfgrube

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Nahwärme Bad Saulgau - Heizzentrale

Schürfgrubenbezeichnung: SG4/24

Versuchsdatum: 05.02.24

Bodenart Schürfgrubensohle: Schmelzwasserkies

Grundwasserabstand l_s (m): 10

Schürfgrubenabmessungen:

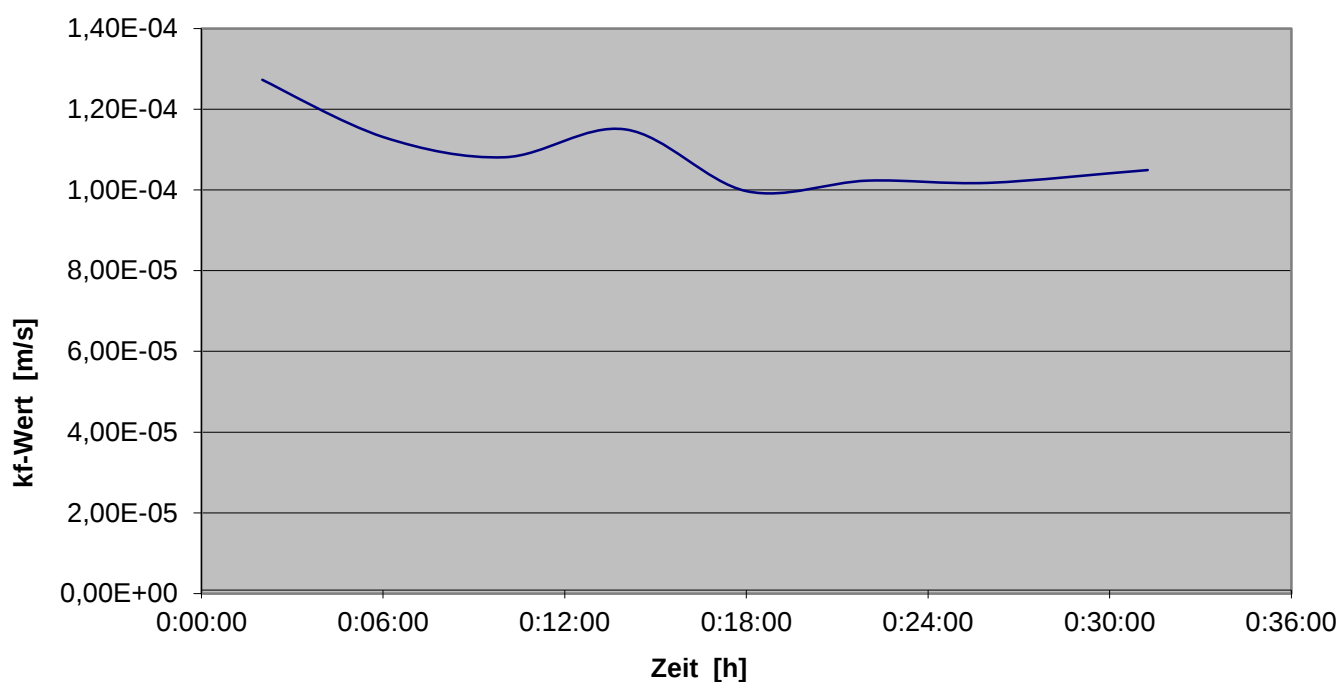
Länge (m): 1,8

Breite (m): 0,8

Tiefe (m): 1,5

flächengleicher Kreis R_f (m): 0,677umfanggleicher Kreis R_u (m): 0,828

Zeit [h]	Intervalldauer [sec]	Pegelhöhe z [m]	dh dz [m]	Qs [m³/s]	i_a $(l_s+z)/(l_s+z/2)$	A_a [m²] $(R_u \cdot z + (z^2/4)) \cdot \pi$	i_i $(l_s+z)/l_s$	A_i [m²] $R_f^2 \cdot \pi$	k_f $Qs/(i_a \cdot A_a + i_i \cdot A_i)$
0:00:00		0,470							
0:02:00	120	0,440	0,030	3,6E-04	1,0215	1,2961	1,044	1,44	1,273E-04
0:06:00	240	0,390	0,050	3,0E-04	1,0191	1,1335	1,039	1,44	1,132E-04
0:10:00	240	0,345	0,045	2,7E-04	1,0170	0,9905	1,035	1,44	1,081E-04
0:14:00	240	0,300	0,045	2,7E-04	1,0148	0,8507	1,030	1,44	1,151E-04
0:18:00	240	0,263	0,037	2,2E-04	1,0130	0,7381	1,026	1,44	9,975E-05
0:22:00	240	0,227	0,036	2,2E-04	1,0112	0,6307	1,023	1,44	1,023E-04
0:26:00	240	0,193	0,034	2,0E-04	1,0096	0,5311	1,019	1,44	1,018E-04
0:31:15	315	0,150	0,043	2,0E-04	1,0074	0,4077	1,015	1,44	1,050E-04



bearb.	gepr.	gesef.
--------	-------	--------