



TerraConcept Consult GmbH
Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Klosterstraße 34
72793 Pfullingen
Tel.: 0 71 21 / 49 36 65
Fax: 0 71 21 / 49 36 67

**Baugrundgeologisches
Übersichtsgutachten
Erschließungsgebiet
"Unter den Wegen",
Pfullingen**

Dezember 2013



Baugrundgeologisches Übersichtsgutachten Erschließungsgebiet "Unter den Wegen" Pfullingen

Dezember 2013

Auftraggeber:

Stadt Pfullingen

Marktplatz 4 + 5

72 793 Pfullingen

Auftragnehmer:

TerraConcept Consult GmbH

Klosterstraße 34

72 793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

E-Mail: terraconceptconsult@versanet.de



Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorbemerkungen.....	1
2 Lage und Beschreibung	1
3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick.....	2
4 Durchgeführte Untersuchungen	4
5 Untersuchungsergebnisse	4
5.1 Ergebnisse der Rammkernsondierungen	4
5.2 Ergebnisse der Rammsondierungen.....	5
5.3 Grund- und Sickerwasserverhältnisse.....	7
5.4 Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300	7
5.5 Bodengruppen und Frostepfindlichkeitsklassen	9
5.6 Bodenmechanische Kennwerte	10
5.7 Beurteilung der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes	11
6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Erschließung.....	12
6.1 Leitungsräben	12
6.2 Rohraufleger	13
6.3 Grundwasser bzw. Oberflächenwasser	13
6.4 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial	14
6.6 Anlage von Verkehrsflächen	15
7 Hinweise für die zukünftige Bebauung	16
8 Versickerung von Niederschlagswasser.....	17
9 Erdbebenzone	18
10 Geothermienutzung	18
11 Schlussbemerkungen	19



Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte, Blatt 7521 Reutlingen, mit Lage des Untersuchungsgebietes (Maßstab 1 : 25 000)	2
Abb. 2: Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7521 Reutlingen (vergrößert)	3

Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 1: Empirische Abhängigkeit zwischen dem Spitzendruck q_s und den Schlagzahlen N_{10} der schweren Rammsonde (DPH)	6
Tab. 2: Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300	8
Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen.....	10

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Lageplan der Untersuchungspunkte
Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Rammkernsondierungen
Anlage 3: Graphische und tabellarische Darstellung der Rammsondierungen



1 Vorbemerkungen

Die Stadt Pfullingen beabsichtigt das Gewerbegebiet "Unter den Wegen" in zwei Bauabschnitten zu erschließen. Die Erschließungsplanung wird derzeit vom Büro Herrmann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG, Pfullingen, ausgearbeitet. Die TerraConcept Consult GmbH wurde Ende November 2013 von der Stadt Pfullingen beauftragt, die Untergrundverhältnisse im Erschließungsgebiet "Unter den Wegen" zu erkunden und ein geotechnisches Übersichtsgutachten zu erarbeiten. Zur Bearbeitung des Auftrags standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

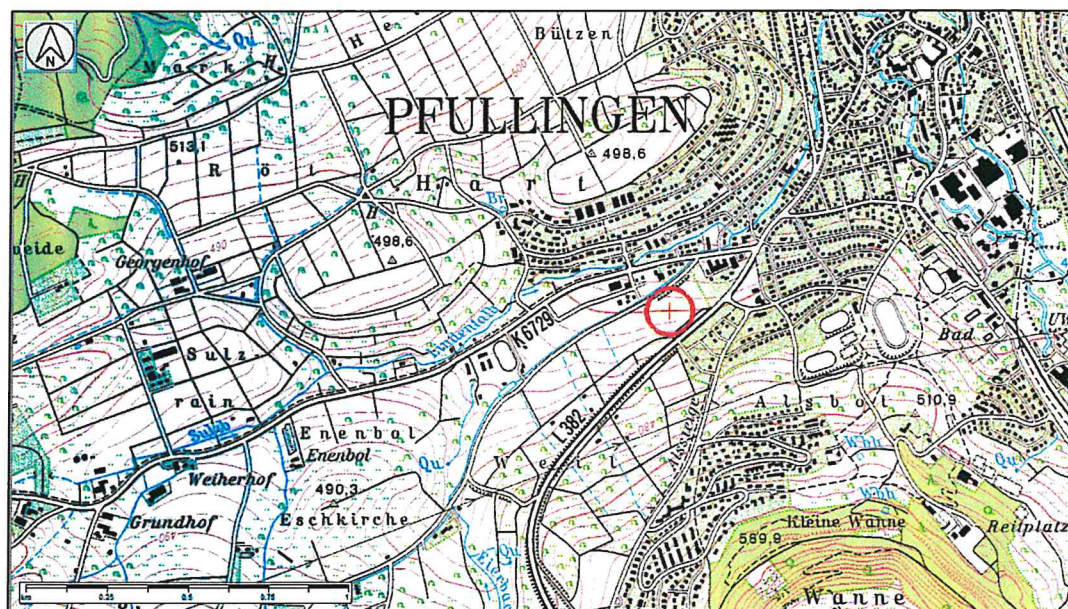
- Lageplan Erschließung Gewerbegebiet "Unter den Wegen" - Vorplanung, Maßstab 1 : 500. Herrmann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG, Pfullingen; 01.08.2013.
- Bebauungsplan "Unter den Wegen I" - Planteil Auslegungsbeschluss, Maßstab 1 : 500. Stadtbauamt Pfullingen; 23.07.2013.
- Topographische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7521 Reutlingen, Maßstab 1 : 25 000. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg; 1990.
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7521 Reutlingen, mit Erläuterungen, Maßstab 1 : 25 000. Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; 1971.
- Ingenieurgeologische Karte von Baden-Württemberg. Der Baugrund von Pfullingen, Stand April 1996. Geologisches Landesamt Baden Württemberg.

2 Lage und Beschreibung

Das in zwei Bauabschnitten geplante Gewerbegebiet liegt zwischen dem Eierbach und der Stuhlsteige am südwestlichen Stadtrand von Pfullingen (s. Abb. 1). Das Gelände fällt von Süd-Südwest nach Nord-Nordost zum Eierbach hin ein. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. 463,00 m ü. NN an der äußersten südlichen Ecke des 2. BA und 444,00 m ü. NN an der Nordecke des Erschließungsgebietes. Die Gesamtfläche wird derzeit noch hauptsächlich landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt.

Der erste Bauabschnitt mit einer Fläche von ca. 3,1 ha soll über den Kreisverkehr an der Stuhlsteige erschlossen werden (s. Anlage 1). Der 2. Bauabschnitt ist südwestlich anschließend mit einer Fläche von etwa 2 ha geplant. Im Zuge des zweiten Bauabschnitts ist zudem mit einer Brücke über den Eierbach an der Nordseite des Plangebietes eine Anbindung an die Straße Memmellers Wiese im gleichnamigen Gewerbegebiet beabsichtigt. Die Entwässerung ist im Trennsystem vorgesehen. Hierzu ist eine zentrale Regenwasserrückhaltung mit zwei ca. 460 m³ fassenden Regenrückhaltebecken an der Nordecke des Plangebietes angeordnet.

Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte, Blatt 7521 Reutlingen, mit Lage des Untersuchungsgebietes (Maßstab 1 : 25 000)



3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

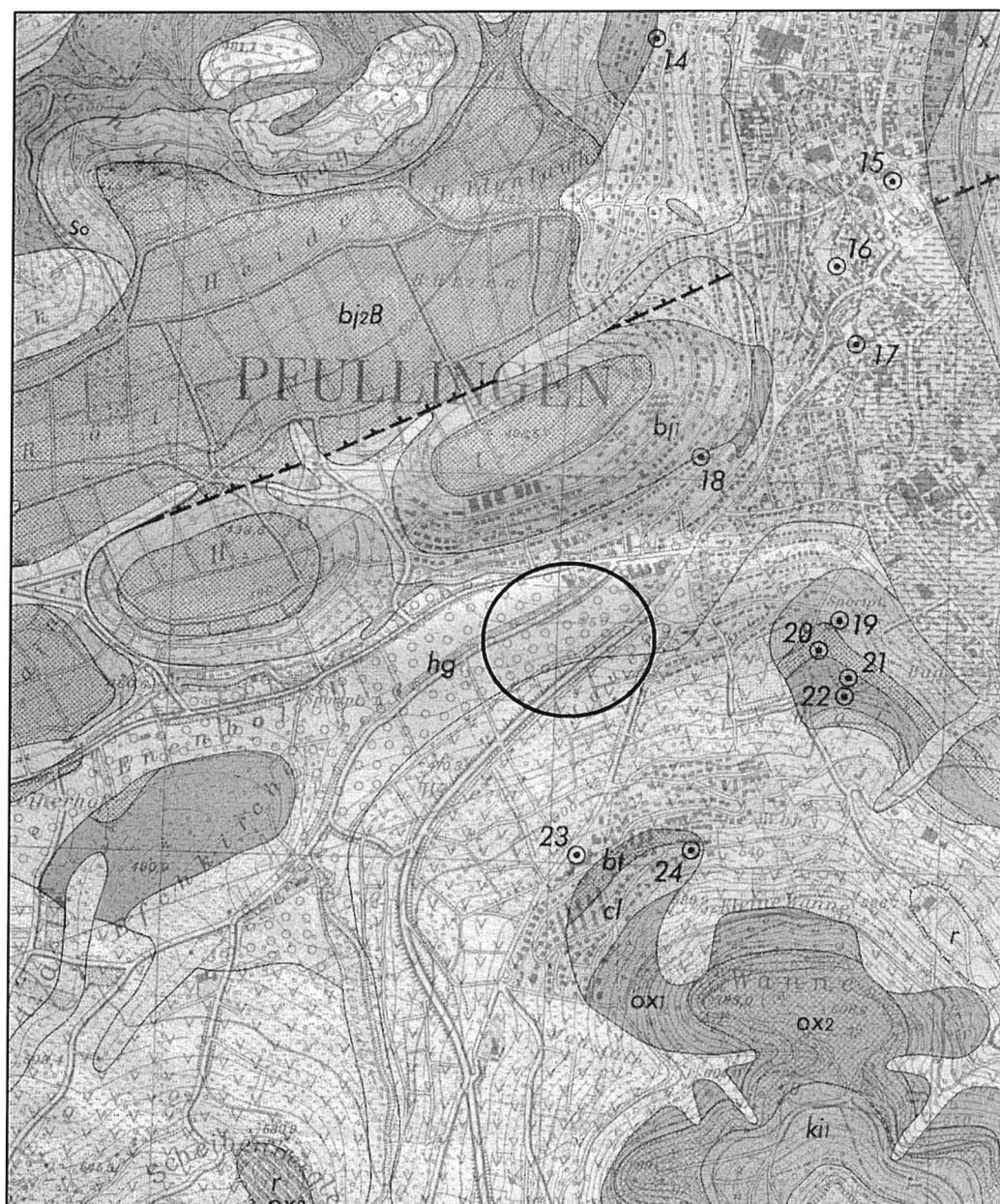
Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7521 Reutlingen, und der Baugrunderkennungskarte von Pfullingingen liegt das Erschließungsgebiet im Bereich mehr oder weniger stark verlehmtter Flussschotter in der Talsenke des Eierbaches (s. Abb. 2). Im südlichen bis südöstlichen Randbereich ist ein Übergang zu eiszeitlich umgelagertem Hanglehm bzw. Hangschutt zu erwarten. Entsprechend ist insbesondere in diesem Randbereich mit einer Verzahnung unterschiedlicher Bodenhorizonte zu rechnen. Unter der Überdeckung mit lehmig-kiesigen Talablagerungen, Hanglehm und Hangschutt folgen die Schichten des Braunjura β (Ludwigien-Schichten).

Bei den Talablagerungen handelt es sich um Auelehm über kiesig-lehmigen und kiesig-sandigen Talablagerungen. Nach den durchgeführten Erkundungen sind die Flussschotter im Bereich des Plangebietes relativ einheitlich ausgebildet und setzen sich vorwiegend aus mehr oder weniger verlehmtten Kiesen zusammen. Die Basis der Talablagerungen liegt entlang des Eierbaches und im östlichen bis südöstlichen Bereich über 5 m unter Gelände. Nach Süden und Südwesten hin nimmt dann die Mächtigkeit deutlich ab. Hier werden die Flussschotter von einem tonig-bindigen und teils steinigen Hanglehm unterlagert. Da eiszeitliche Umlagerung von Hanglehm, Anschwemmung und Verwitterung der natürlich anstehenden Braunjura-Schichten gleichzeitig stattgefunden haben können und es sich teilweise um ähnliches Bodenmaterial handelt, kann allerdings nicht immer zweifelsfrei zwischen einzelnen Lehmschichten unterschieden werden.



Bei den unterlagernden Braunjura-Schichten handelt es sich um dunkelgraue, teilweise sandige Tonsteine mit konglomeratischen Kalksteinbänken. Die als "veränderlichfest" zu charakterisierenden Ton- bzw. Tonschluffsteine des Braunjuras sind in Oberflächennähe durch Verwitterung entfestigt und bilden Verwitterungslehme bzw. Verwitterungstone mit unterschiedlicher Konsistenz. Oberflächennah ist der Tonstein in der Regel plastisch aufgewittert.

Abb. 2: Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7521 Reutlingen (vergrößert)





Die Grundwasserführung in den Talkiesen ist abhängig von deren Ton- und Schluffgehalt in der Matrix. Insbesondere an der Grenze zu abdichtenden Lagen mit bindigem Boden können sich auch lokale Stauwasserhorizonte ausbilden. An der Schichtgrenze zwischen Hangschutt bzw. Hanglehm und Verwitterungslehm sowie im Grenzbereich Locker-/Festgestein und in geklüfteten Festgesteinsbänken des anstehenden Braunjuras kann Schichtwasser zirkulieren, dessen Menge niederschlagsabhängig stark variiert.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Plangebiet wurden vier Rammkernbohrungen ($\varnothing$ 50 mm) bis maximal 5,5 m Tiefe sowie sechs Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis maximal 6,8 m unter Gelände ausgeführt. Die Ansatzpunkte wurden vom Ingenieur- und Vermessungsbüro Herrmann und Mang festgelegt und nach Lage und Höhe eingemessen. Die Untersuchungspunkte sind in einem Lageplan in der Anlage 1 verzeichnet.

Die in den Rammkernbohrungen erschlossenen Schichten wurden nach DIN 4023 aufgenommen und beschrieben. Die Ergebnisse sind der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in der Anlage 3 graphisch und tabellarisch dargestellt.

Zur Überprüfung der Möglichkeiten für eine Versickerung von Niederschlagswasser wurde die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten über die Bestimmung der Bodenarten näherungsweise abgeschätzt. Auf die Durchführung von Versickerungsversuchen wurde verzichtet, zumal das Entwässerungskonzept bereits eine gedrosselte Ableitung von Niederschlagswasser über zwei geplante Regenrückhaltebecken in den Eierbach vorsieht.

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Ergebnisse der Rammkernsondierungen

Die durchschnittliche Mächtigkeit des meist steinig-kiesigen und nur schwach humosen Ackerbodens beträgt ca. 30 bis 35 cm. Bei **RKS-1** an der Südostseite des zweiten Bauabschnitts steht unter dem Oberboden bis ca. 1,5 m unter Gelände ein schluffiger Kies mit überwiegend mitteldichter Lagerung an. Bis ca. 4,6 m unter Gelände wurde dann eiszeitlich umgelagerter Hanglehm in Form von schluffigem bis schwach schluffigem Ton mit geringem Steinanteil durchbohrt. Bis zur Endtiefe bei 5,0 m unter Gelände folgt dann nochmals Hanglehm in Form von steinigem Ton. Die Konsistenz des bindigen Hanglehmes ist überwiegend steif.



Bei den Rammkernbohrungen **RKS-2**, **RKS-3** und **RKS-4** wird die oberste, ca. 0,8 m bis 1,1 m mächtige Schicht unter dem Oberboden von einem tonig-schluffigen Auelehm mit wechselndem Kiesanteil gebildet. Die Konsistenz des Auelehms ist überwiegend steif. Unterhalb des Auelehms wurde in den drei Rammkernsondierungen jeweils bis zur Endtiefe sogenannter "Leberkies" angetroffen. Hierbei handelt es sich um schwach gerundete, meist mitteldicht gelagerte Weißjura-Kalksteine in einer schluffig-tonigen und teils auch sandig-schluffigen Bodenmatrix mit hellbrauner bis ockerbrauner Farbe. Gelegentlich enthält dieser Leberkies unterschiedlich mächtige Linsen und Lagen mit sandig-kiesigem, teilweise auch sandig-tonigem Schluff. Die Basis des Kiesel wurde bei den Rammkernbohrungen RKS-2, RKS-3 und RKS-4 bei Erkundungstiefen bis maximal 5,5 m unter Gelände nicht erreicht.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten am 02.12.2013 wurde nur im Bohrloch der Rammkernbohrung RKS-3 ein Wasserspiegel bei 4,30 m unter Gelände (439,97 m ü. NN) gemessen. Bei einer weiteren Messung am 03.12.2013 wurde auch im Bohrloch der Rammkernbohrung RKS-1 ein Wasserzustrom festgestellt. Der Wasserspiegel lag bei 4,61 m unter Gelände (451,94 m ü. NN).

5.2 Ergebnisse der Rammsondierungen

Zur Ermittlung der Konsistenzen bzw. der Lagerungsdichte der anstehenden Bodenschichten wurden im Bereich des Erschließungsgebietes insgesamt fünf Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in Tiefen von maximal 6,8 m unter Gelände niedergebracht. Eine weitere Rammsondierung (SRS-6) wurde am nördlichen Widerlager für die geplante Brücke ausgeführt. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in der Anlage 3 graphisch und tabellarisch dargestellt. In der graphischen Darstellung des Sondierverlaufes können in der Regel die einzelnen Horizonte mit unterschiedlichen bodenmechanischen Eigenschaften unterschieden werden. Grundlage für die Auswertung von Rammsondierungen ist die DIN 4094. In Tabelle 1 ist die empirische Abhängigkeit zwischen dem Spitzendruck q_s und den Schlagzahlen N_{10} pro 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde (DPH) dargestellt. Die Konsistenz kennzeichnet den jeweiligen Quellungs- bzw. Schrumpfungszustand eines Bodens und ist von der aktuellen Bodenfeuchte abhängig. Wenn kein zusammenhängendes Bodengefüge vorhanden ist, weisen die Schlagzahlen der Rammsondierungen auf die Lagerungsdichte der einzelnen Bodenaggregate hin.



Tab. 1: Empirische Abhängigkeit zwischen dem Spitzendruck q_s und den Schlagzahlen N_{10} der schweren Rammsonde (DPH)

Lagerung	q_s (MN/m ²)	DPH N_{10}
sehr locker	< 2,0	0 - 1
locker	2,0 - 5,0	1 - 4
mitteldicht	5,0 - 12,0	4 - 13
dicht	12,0 - 20,0	13 - 24
sehr dicht	> 20,0	> 24
Konsistenz	q_c (MN/m ²)	DPH N_{10}
Breiig	< 2,0	0 - 2
weich	2,0 - 5,0	2 - 5
steif	5,0 - 8,0	5 - 9
halbfest	8,0 - 15,0	9 - 17
fest	> 15,0	> 17

Der Abgleich mit den Ergebnissen der Rammkernbohrungen und Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zeigen, dass bezüglich der Konsistenz bindiger, weitgehend steinfreier Böden abweichend von der obigen Tabelle von folgender Zuordnung der Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde zur Konsistenz bindiger Bodenhorizonte ausgegangen werden kann:

<u>Schlagzahl</u>	<u>Konsistenz</u>
0 - 2	weich, weich bis steif und schwach steif
3 - 5	steif und stark steif
6 - 8	steif bis halbfest
9 - 12	halbfest
> 12	halbfest bis fest und fest

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist auch zu beachten, dass weiche, weiche bis steife und schwach steife Bodenhorizonte sowie locker und locker bis mitteldicht gelagerte Bodenschichten für eine Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten nicht geeignet sind. Um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden, sollten zudem alle zusammenhängenden Bauwerksteile auf Böden mit gleicher oder zumindest naheliegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen. Ebenfalls zu beachten ist, dass bei einer Gründung über Streifen- und Einzelfundamente mit tonig-bindigem Boden im Bereich des Gründungshorizontes die Fundamente mindestens 1,8 m unter der späteren Geländeoberfläche einbinden müssen, um eine schrumpfungssichere Gründung zu erhalten.

In den Rammsondierungen **SRS-1**, **SRS-2**, **SRS-3** und **SRS-4** wurden bis in Tiefen zwischen ca. 4,7 m (SRS-4) und über 6,8 m (SRS-1) unter Gelände bei überwiegend Schlagzahlen von 2 bis 8 je 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde Bodenschichten mit abwechselnd weicher bis steifer, steifer und steifer bis halbfester Konsistenz bzw. lockerer, lockerer bis mitteldichter und mitteldichter Lagerung



angetroffen. Aufgrund der indirekten Aufschlussmethode lassen sich die Schlagzahlen allerdings im oberflächennahen Bereich nicht eindeutig interpretieren, da verlehmteter Kies mit unterschiedlicher Zusammensetzung und/oder unterschiedlicher Lagerungsdichte und Hanglehm je nach Konsistenz und Steinanteil einen ähnlichen Eindringwiderstand haben. In den Sondierungen SRS-1, SRS-2, SRS-3 und SRS-4 wurden bis zur Endtiefe keine felsartigen, nicht mehr rammbare Gesteinsschichten angetroffen.

Bei den Rammsondierungen **SRS-5** und **SRS-6** wurde bereits ab etwa 1,7 m bzw. 0,7 m unter Gelände mindestens mitteldicht bis dicht gelagerter Kies, der durch Schlagzahlen ≥ 10 je 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde gekennzeichnet ist, erreicht. Lediglich bei SRS-6 ist von ca. 4,3 m bis 4,6 m unter Gelände noch ein leichter Rückgang der Schlagzahlen zu erkennen. Bei den Rammsondierungen SRS-5 und SRS-6 wurde dann bei ca. 3,6 m unter Gelände (ca. 442,70 m ü. NN; SRS-5) bzw. bei etwa 4,6 m unter Gelände (ca. 442,90 m ü. NN; SRS-6) mit über 60 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe der schweren Rammsonde jeweils ein kaum noch rammbarer Gesteinshorizont angetroffen.

5.3 Grund- und Sickerwasserverhältnisse

Nach Abschluss der Geländearbeiten am 03.12.2013 wurde in insgesamt sechs von neun Sondierlöchern ein Wasserzustrom gemessen. Das Bohrloch der Rammsondierung SRS-5 ist nach dem Ziehen der Sonde verstürzt, so dass hier kein Wasserstand gemessen werden konnte. Die eingemessenen Wasserspiegel lagen zwischen 1,70 m (SRS-4) und 5,72 m (SRS-3) unter Gelände. Die Wasserstandsmessungen lassen keinen einheitlichen Druckwasserspiegel erkennen. Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich vermutlich einerseits um aufgestauten Sickerwasser bzw. Schichtwasser an der Basis der kiesig-lehmigen Talablagerungen und zum anderen um aufdringendes Kluftgrundwasser aus plattig zerlegtem Braunjura-Tonstein und/oder zerlegten Kalksteinbänken im Braunjura.

5.4 Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Nach DIN 18 300 können die angetroffenen Böden und Gesteine folgenden Boden- und Felsklassen zugeordnet werden:



Tab. 2: Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Boden- bzw. Felsart	Boden- bzw. Felsklasse
Oberboden, humos	Bodenklasse 1
Lehm (TM/TA)	Bodenklasse 4 - 5
Talablagerungen, lehmig-kiesig	Bodenklassen 3 und 4
Talablagerungen, kiesig-sandig	Bodenklasse 3
Tonstein/Tonmergelstein je nach Verwitterungs- und Zerlegungsgrad	Bodenklassen 5 - 6
Kalkstein, fest	Bodenklassen 7

Erläuterungen zu den Bodenklassen:

Klasse 1: Oberboden: Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Klasse 2: Fließende Bodenarten: Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten: Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% der Korngröße kleiner als 0,06 mm

Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten: Hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Böden (TA)

Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten: Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie verwitterte Felsarten

Klasse 7: Schwer lösbarer Fels: Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt und nur wenig verwitterte Felsarten

Sollten sich im Zuge der Bauausführung unterschiedliche Auffassungen zwischen ausführender Bauunternehmung und Bauherrschaft bezüglich der Bodenklassifizierung ergeben, kann der Gutachter zur Klärung der auftretenden Fragen hinzugezogen werden.



5.5 Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen

Eine Bodengruppe umfasst Bodenarten mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau und bautechnischen Eigenschaften. Sowohl der im Bereich des Erschließungsgebietes anstehende mehr oder weniger steinige Hanglehm als auch der Auelehm mit wechselndem Kiesanteil sind nach DIN 18 196 in Abhängigkeit von Tonanteil und Wassergehalt überwiegend der Bodengruppe der mittelplastischen Tone (TM) zuzuordnen. Bei einem sehr geringen oder fehlenden Schluffanteil des Lehmes ist auch mit einer Einstufung in die Bodengruppe der ausgeprägt plastischen Tone (TA) zu rechnen. Bei bindigen Böden ist zu beachten, dass ein relativ hoher Anteil des Bodenwassers als unbewegliches Haftwasser vorliegt. Das bedeutet, dass Boden mit einem hohen Tonanteil zwar gut Wasser aufnehmen kann, dieses aber nur sehr schwer wieder abgibt.

Die kiesig-lehmigen Talablagerungen sind je nach Ton- bzw. Schluffanteil der Bodengruppe der Kies-Ton-Gemische (GT bei 5 % bis 15 % Ton und GT* bei über 15 % bis 40 % Ton) oder der Bodengruppe der Kies-Schluff-Gemische (GU bei 5 % bis 15 % Schluff und GU* bei über 15 % bis 40 % Schluff) zuzuordnen. Bei sehr geringem Feinkornanteil (< 5 %) und Bodenskelett (Korn-zu-Korn-Kontakt) werden die Kiese je nach Sandanteil der Bodengruppe GE (enggestufte Kiese) und der Bodengruppe GW (weitgestufte Kies-Sand-Gemische) zugeordnet.

Gemäß ZTVE-StB sind ausgeprägt plastische Tone (Bodengruppe TA) in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (mittel bis gering frostempfindlich) einzustufen. Mittelplastische Tone (TM) mit einem höheren Schluff-, Sand- und/oder Kiesanteil sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Kies-Ton-Gemische (GT bzw. GT*) und Kies-Schluff-Gemische (GU bzw. GU*) sind in Abhängigkeit vom Feinkornanteil gering bis mittel oder sehr frostempfindlich. Dabei gilt, je höher der Feinkornanteil ist, desto höher ist auch die Frostempfindlichkeit. Bei sehr geringem Feinkornanteil des Kieses ist auch eine Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich) möglich.

Bei der Einstufung der Böden in Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen ist zu beachten, dass fließende Übergänge sowohl in der Fläche als auch in der Tiefe zu erwarten sind. Wenn keine eindeutige Abgrenzung der Bodengruppen im Gelände möglich ist, ist von der ungünstigeren Einstufung auszugehen. Nach RStO 01 liegt das Untersuchungsgebiet in der Frosteinwirkungszone II.

Im Fall einer Verbesserung eines sehr frostempfindlichen Bodens (F 3) durch Bindemittelzugabe kann für den fachgerecht verbesserten Boden anschließend von einer geringen bis mittleren Frostempfindlichkeit (F 2) ausgegangen werden.

5.6 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für die anstehenden Baugrundsichten die in Tabelle 3 aufgelisteten Werte für erdstatistische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatistische Berechnungen

Bodenart	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- winkel (°) φ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steife- modul (MN/m ²) E_s
	γ	γ'			
Lehm (TM)					
- weich	19,0	9,0	22,5	0	1 - 3
- steif	19,5	9,5	22,5	5	3 - 5
- halbfest	20,5	10,5	22,5	10	5 - 10
Lehm (TA)					
- weich	18,0	8,0	17,5	0	1 - 3
- steif	19,0	9,0	17,5	10	3 - 4
- halbfest	20,0	10,0	17,5	25	4 - 7
Lehm, kiesig					
- weich	19,5	9,5	22,5	0	1 - 3
- steif	20,0	10,0	22,5	5	3 - 8
Kies, sandig-lehmig					
- locker	18,0	10,0	30,0	0	15 - 25
- mitteldicht	20,0	12,0	32,5	0	25 - 40
- dicht	22,0	14,4	35,0	0	40 - 80
Bei Hinterfüllungen sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:					
	γ	γ'	φ'	c'	E_s
Schottergemische	20	12	35	-	-
Kiesgemische	20	12	32,5	-	-
Bindige Böden (auch Aushubmaterial)	19 - 20	9 - 10	22,5	-	-

Für eine näherungsweise Berechnung nach der Bettungsmodultheorie können die jeweiligen Bettungsmoduli k_s der beteiligten Baugrundsichten nach der Beziehung

$$k_s = E_s / b \times f_{(s,0)} \text{ in MN/m}^3$$

ermittelt werden (vgl. DIN 4018). Hierbei sind:

E_s = Steifemodul (s. obige Werte), k_s = Bettungsmodul, $f_{(s,0)}$ = Einflusswerte



5.7 Beurteilung der Verformungseigenschaften und Tragfähigkeit des Untergrundes

Die **Zusammendrückbarkeit** von bindigen Böden ist generell umso größer, je höher der natürliche Wassergehalt des Bodens und je geringer der Anteil an grobkörnigen Komponenten (Kies- und Sandfraktion) ist. Die Zusammendrückbarkeit eines Bodenhorizontes wird bei bindigen Böden mit der Konsistenz und bei kiesig-steinigen Böden mit der Lagerungsdichte beschrieben.

Bodenschichten mit weicher, weicher bis steifer und schwach steifer Konsistenz bzw. locker und locker bis mitteldicht gelagerte Schichten sind stark kompressibel und daher für eine Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten nicht geeignet. Bindige Böden sind bei einer mindestens steifen Konsistenz zwar ebenfalls noch als kompressibler Untergrund einzustufen, aber zur Abtragung geringer bis durchschnittlicher Bauwerkslasten geeignet. Im Kies hängt die Zusammendrückbarkeit in erster Linie von der Ausbildung und dem Anteil der bindigen Matrix ab. Bei einem ausreichenden Korn-zu-Korn-Kontakt und mindestens mitteldichter Lagerung weist der Kies eine geringe bis sehr geringe Zusammendrückbarkeit auf und bildet einen ausreichend und einheitlich tragfähigen Untergrund. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sowohl Hanglehm mit steifer Konsistenz als auch Kies mit mitteldichter Lagerung noch von unzureichend tragfähigen Schichten unterlagert werden können. Bei setzungsempfindlichen Bauwerken sollten daher auf jeden Fall Einzelgutachten mit Setzungsberechnungen erstellt werden.

Bei einer Gründung mit Lastabtragung über Streifen- und Einzelfundamente ist der aufnehmbare Sohldruck nach DIN 1054 in Abhängigkeit von der Bodengruppe und der Einbindetiefe zu ermitteln. Die Bodengruppe und gegebenenfalls die Konsistenz sind im Einzelfall anhand bodenmechanischer Laborversuche zu bestimmen.

Zu berücksichtigen ist auch, dass tonige Böden je nach saisonaler Durchfeuchtung bis zu einer Tiefe von 1,8 m starken Volumenschwankungen durch **Quellen und Schrumpfen** ausgesetzt sind. Damit können in tonigen Böden unabhängig von äußeren Lasten auch Eigensetzungen auftreten, die vor allem auf ein Austrocknen zurückzuführen sind. Bei tonigen Böden sollte eine schrumpfungsfreie Gründungstiefe von 1,8 m unter der späteren Geländeoberfläche eingehalten werden, sofern das Risiko von Setzungen oder Setzungsdifferenzen nicht in Kauf genommen werden kann.

Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass die Gründungssohlen frostfrei liegen müssen, da ansonsten mit **Frosthebungen** infolge von Eislinsenbildungen zu rechnen ist. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Gelände angenommen.



6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Erschließung

6.1 Leitungsgräben

Bei der Anlage von Leitungsgräben ist die DIN EN 1610 maßgeblich zu beachten. Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen in der Regel mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Grund- oder Schichtwasser, nicht entwässerte Flieðsandböden, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen können Kanalgrabenwände kurzzeitig frei geböschet werden. Bei der Anlage freier Böschungen sind nach DIN 4124 folgende Böschungswinkel (β) einzuhalten:

Bodenbeschreibung	max. zul. Böschungsneigung β in ° für kurzzeitig angelegte Böschungen
Lehm, weich, weich bis steif und schwach steif	< 45
Lehm, steif	60
Kies, nicht bindig	45

Leitungsgräben, insbesondere wenn diese quer zum Hang verlaufen, sollten aus Gründen der Standsicherheit jeweils nur über eine kurze Strecke geöffnet (ca. 10 bis 15 m) und unmittelbar nach dem Verlegen der Leitungen wieder verfüllt werden. Mit einem wandernden Großplattenverbau (z.B. Krings-Verbau) kann insbesondere bei größeren Grabentiefen der Flächenbedarf und die Menge des Aushubes deutlich verringert werden. Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 darf dabei allerdings nicht unterschritten werden.

Nach der Vorplanung für die Entwässerung liegen die Kanalsohlen bzw. die Gründungssohlen der Schachtbauwerke zwischen ca. 2,0 m und 5,0 m unter Gelände. Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse liegen die Kanalsohlen überwiegend in relativ einheitlich tragfähigen Bodenschichten einerseits in Form von Hanglehm mit mindestens steifer Konsistenz und andererseits in Talablagerungen in Form von mehr oder weniger stark verlehmttem Kies mit mindestens lockerer bis mitteldichter Lagerung. Punktuell können allerdings auch stärker aufgeweichte bzw. aufgelockerte Bodenhorizonte vorkommen. Hier sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit oder ein Bodenaustausch erforderlich.



6.2 Rohraufleger

Es empfiehlt sich, die Kanäle auf einem Auflager aus Sand, Feinkies oder Splitt zu verlegen. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen ist unter Umständen mit stärker aufgeweichten Schichten im Hanglem und weichen Lagen oder Linsen aus bindigem Boden innerhalb der kiesigen Talablagerungen zu rechnen. Falls an der Sohle von Kanalgräben Böden mit weicher oder noch ungünstigerer Konsistenz anstehen, ist zusätzlich zum planmäßigen Rohraufleger ein Bodenaustausch erforderlich. Er muss so bemessen sein, dass die Lastausbreitung unter der Rohrsohle überwiegend im Austauschmaterial stattfindet. Bei Bedarf kommt als Material für einen Bodenaustausch in erster Linie der anstehende Leberkies mit geringem Feinkornanteil oder Schottertragschicht-Material in Frage. Der Bodenaustausch muss gegebenenfalls verdichtet eingebaut und allseits mit einem reißfesten Filtervlies umhüllt werden. Bei locker gelagertem, nicht bindigem Boden ist voraussichtlich eine Nachverdichtung ausreichend.

6.3 Grundwasser bzw. Oberflächenwasser

Wie bereits beschrieben, wurde nach Abschluss der Geländearbeiten am 03.12.2013 in sechs von neun Sondierlöchern ein Wasserzustrom gemessen. Ein Sondierloch war verstürzt. Die eingemessenen Wasserspiegel lagen zwischen 1,70 m und 5,72 m unter Gelände. Die Wasserstandsmessungen lassen keinen einheitlichen Druckwasserspiegel erkennen. Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich vermutlich einerseits um aufgestautes Sickerwasser bzw. Schichtwasser an der Basis der kiesigen Talablagerungen und zum anderen um aufdringendes Kluftgrundwasser aus dem festen Braunjura.

Bei Erschließungs- und Baumaßnahmen muss somit im gesamten Baugebiet damit gerechnet werden, dass in entsprechenden Tiefenlagen Schicht- bzw. Kluftgrundwasser angeschnitten wird. Größtenteils herrschen gespannte Druckverhältnisse. Dies bedeutet, dass der Wasserspiegel bei Anschneiden des Grundwasserleiters auf ein Niveau oberhalb der grundwasserführenden Schicht ansteigen kann.

Alle Maßnahmen, bei denen Grundwasser berührt wird, sind mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen. Wasserhaltungsmaßnahmen, unter den Grundwasserspiegel hinabreichende Bauwerke und die Einrichtung von Grundwasserumleitungssystemen bedürfen in der Regel einer wasserrechtlichen Genehmigung.

Da die Höhenlage des Wasserspiegels jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen unterliegt, sollte der Bemessungswasserstand in der Regel auf der Grundlage von langjährigen Grundwasserstandsmessungen festgelegt werden. Stehen solche Messungen nicht zur Verfügung, kann der Bemessungswasserstand in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde etwa 1,0 bis 1,5 m über dem bisher gemessenen höchsten Grundwasserstand festgelegt werden.



Bei Wasserzutritten in Kanalgräben oder Baugruben ist eine entsprechend dimensionierte, offene Wasserhaltung erforderlich. Durch Wasserzutritte aufgeweichte oder breiige Schichten müssen gegebenenfalls durch ausreichend verdichtbares Bodenaustauschmaterial ersetzt werden.

Bei einem Wasserzutritt in Kanalgräben sind im Abstand von 50 m Sperrriegel anzuordnen, um eine permanente Dränwirkung der Leitungsgräben und ein Ausschwemmen der Leitungsbettung zu verhindern. Falls Sperrriegel erforderlich sind, ist darauf zu achten, dass diese an der Grabensohle und an den Flanken des Grabens in den natürlichen Untergrund einbinden.

Über die Betonaggressivität des Grundwassers liegen keine Erkenntnisse vor. Bei Untersuchungen in vergleichbarer geologischer Lage wurde allerdings kein erhöhter Angriffsgrad festgestellt.

Erschließungsarbeiten und Baumaßnahmen sollten stets so ausgeführt werden, dass Oberflächenwasser ungehindert abfließen kann bzw. ein Aufweichen des Untergrundes durch eindringendes Wasser verhindert wird.

6.4 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial

Der humose Oberboden (Bodenklasse 1) ist im Bereich von Baumaßnahmen abzuschieben und fachgerecht zwischenzulagern, damit der Oberboden wieder verwendet werden kann. Die natürlich anstehenden Böden und hier insbesondere der nur schwach verlehnte Kies lassen sich ansonsten grundsätzlich für verschiedene Zwecke (z.B. Arbeitsraum- und Kanalgrabenverfüllungen) wieder verwenden. Es ist darauf zu achten, dass bei bindigen Böden in der Regel eine mindestens steife Konsistenz vorausgesetzt wird.

6.5 Verfüllung der Kanalgräben

Die Leitungszone darf nur mit verdichtungsfähigem Material verfüllt werden. Dabei sind die Maßgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Das Verfüllmaterial der Überschüttung muss nach den Richtlinien der genannten Norm lagenweise eingebaut und sorgfältig verdichtet werden.

Bei bindigen Erdstoffen treten stets Setzungen und Sackungen in der verdichteten Verfüllung auf, die im Bereich von Grünflächen in Kauf genommen werden können. Im Bereich von Verkehrsflächen wird empfohlen, für die Grabenverfüllung oberhalb der Leitungszone bis zur Unterkante des Straßenaufbaus ausschließlich gut verdichtbares Material (z.B. Leberkies mit geringem Feinkornanteil, Siebschutt, Schotter-Splitt-Gemische, evtl. Recyclingmaterial) zu verwenden. Eine Alternative stellt die



Stabilisierung von bindigem Boden mittels der Zugabe von Kalk bzw. Zement dar. Mit einem an der Baggerschaufel aufgesetzten Zusatz (Schaufel-Separator) bzw. mit einer Kalkfräse kann eine ausreichende Durchmischung mit anschließendem Wiedereinbau erfolgen. Das Material muss lagenweise verdichtet und nach den einschlägigen Normen und erdbautechnischen Regeln eingebaut werden.

6.6 Anlage von Verkehrsflächen

Bei der Herstellung und Bemessung der befahrbaren Flächen sind die entsprechenden Normen, technischen Regeln, Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Insbesondere wird hier auf die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) verwiesen, die die Anforderungen in Abhängigkeit von der Beanspruchung der Flächen und den entsprechenden Bauklassen festlegt.

Bei befahrbaren Flächen muss bis in eine Tiefe von mindestens 0,5 m unter dem Planum für die frostsichere Tragschicht ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97\%$ und ein Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Um den geforderten Verdichtungsgrad zu erreichen, ist das Planum unter Umständen in Abhängigkeit von der Bodenart und dem natürlichen Wassergehalt des Bodens zur Bindung von überschüssigem Wasser mit einem Bindemittel zu versetzen. Ob eine Zugabe erforderlich ist und welche Mengen gegebenenfalls benötigt werden, hängt vom Wassergehalt der bindigen Bodenbestandteile sowie der Witterung zum Zeitpunkt der Erdarbeiten ab und kann durch Proctorversuche nach DIN 18 127 ermittelt werden. Bei Wassergehalten über dem maximalen Wassergehalt ist zum Erreichen der erforderlichen Proctordichte eine Bindemittelzugabe notwendig. Als Bindemittel kann Weißfeinkalk, ein Kalk-Zement-Gemisch, Kalkhydrat oder ein gleichwertiges Bindemittel verwendet werden.

Wenn mit einer Bodenverbesserung nicht nur eine optimale Verdichtung, sondern auch eine zusätzliche Erhöhung der Tragfähigkeit erreicht werden soll, ist ein Kalk-Zement-Gemisch (z. B. Dorosol C) oder ein Zement/Additivgemisch (z. B. NovoCrete) einzubringen. Bei Böden mit Wassergehalten im Bereich des optimalen Wassergehaltes bzw. darunter ist eine Bodenverbesserung nicht sinnvoll, bzw. es ist dann eine Wasserzugabe erforderlich. Eine Kalkzugabe bzw. deren Dosierung muss daher, besonders im Hinblick auf natürliche bzw. witterungsbedingte Schwankungen des Wassergehaltes im Ausgangsmaterial, flexibel gehandhabt werden. Die nachfolgenden Angaben zu notwendigen Mengen bei der Zugabe von Kalk beruhen auf Erfahrungswerten für bindigen Boden und sollen lediglich eine Hilfestellung geben. Die genauen Mengen sind bei Bedarf durch Proctorversuche nach DIN 18127 an repräsentativen Bodenproben zu ermitteln.



Kalkzugabemenge in Gew.-% bezogen auf die Trockendichte	Reduktion des Wassergehaltes in % (geschätzt)	Kalkmenge kg/m ³	Kalkmenge in kg/m ² bei 40 cm Schichtdicke
1,5	2,5	25	10
2,0	3,0	34	13,5
2,5	4,0	42	17
3,5	5,0	60	24

Bei Bedarf besteht als Alternative zu einer Bodenverbesserung die Möglichkeit, die Stärke der ungebundenen Tragschicht zu erhöhen. Die erforderliche Stärke der Tragschicht müsste dann mit Hilfe von Plattendruckversuchen festgelegt werden. Unabhängig von der Herstellung des Planums sollte die ausreichende Verdichtung der frostsicheren Tragschicht von befestigten Flächen in jedem Fall durch Plattendruckversuche nachgewiesen werden.

Wie bereits ausgeführt, müssen die oberflächennah anstehenden Böden größtenteils als sehr frostempfindlich eingestuft werden (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Nach einer Bindemittelzugabe sind die Böden bis in die entsprechende Tiefe je nach Art des Bindemittels als mittel bis gering oder nicht frostempfindlich einzustufen. Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist eine wasserdurchlässige Ausführung von befestigten Flächen nur in Verbindung mit einer Drainage möglich.

7 Hinweise für die zukünftige Bebauung

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen sind keine prinzipiellen Einschränkungen bei einer Bebauung zu erwarten. Die Gründung ist entsprechend der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes sowie der abzutragenden Bauwerkslasten zu wählen. Für weitere Hinweise und nähere Angaben zur Gründung und Bauausführung von Gebäuden und sonstigen Bauwerken sind auf der Grundlage konkreter Bauplanungen weitere, gezielt angesetzte Baugrundaufschlüsse erforderlich.

Wie bereits beschrieben, sollten grundsätzlich alle zusammenhängenden Bauwerksteile auf Böden mit gleicher oder zumindest naheliegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen, um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden. Zudem muss auf eine frostfreie und schrumpfungssichere Gründung aller Gebäudeteile geachtet werden. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Geländeoberfläche angenommen. Wenn toniges Bodenmaterial an der Gründungssohle ansteht, ist auch eine schrumpfungsfreie Gründungstiefe von 1,8 m unter Gelände einzuhalten. Dabei ist jeweils die zukünftige Geländemodellierung nach Abschluss der Baumaßnahme maßgeblich.



Da wasserführende bzw. wassergesättigte Bodenhorizonte einen potentiellen Gleithorizont bilden, sind solche Schichten projektbezogen zu erkunden und gegebenenfalls zu durchgründen.

Bei einem Anschneiden von Schicht- oder Kluftgrundwasser sind entsprechende, wasserrechtlich genehmigungspflichtige Maßnahmen zur Bauwasserhaltung, Drainage und Abdichtung erforderlich.

Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen in der Regel mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Schichtwasser, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen können Baugruben- und Kanalgrabenwände nach den Maßgaben der DIN 4124 frei geböscht werden. Bei Wasserzutritten oberhalb der Aushubsohle oder sonstigen Einflüssen, die die Standsicherheit gefährden, sind die nach DIN 4124 möglichen Böschungswinkel herabzusetzen oder eine konstruktive Böschungssicherung vorzusehen. Die konkrete Notwendigkeit und der Umfang von Maßnahmen zur konstruktiven Böschungssicherung sowie die Art der Ausführung sind anhand einer projektbezogenen baugrundgeologischen Erkundung und eines Aushubplanes vorab zu prüfen bzw. festzulegen und statisch zu bemessen. Bei schollenartigen Abbrüchen, die eventuell durch Wasserzutritte verursacht werden können, können die Böschungen bei ausreichenden Platzverhältnissen eventuell durch eine Vorschüttung mit Grobschotter stabilisiert werden.

8 Versickerung von Niederschlagswasser

Wesentliche Voraussetzung für eine Versickerung von Niederschlagswasser ist die Durchlässigkeit des Untergrundes sowie die Mächtigkeit der ungesättigten Bodenzone. Die Durchlässigkeit von Lockergesteinen hängt überwiegend von der Korngröße und -verteilung ab. Für Versickerungsanlagen kommen Lockergesteine in Frage, die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) im Bereich von 5×10^{-3} bis 5×10^{-6} m/s aufweisen.

Im vorliegenden Fall wurde die Versickerungsleistung der anstehenden Bodenschichten über die Bestimmung der Bodenart abgeschätzt. Demnach sind die anstehenden tonigen und tonig-schluffigen Bodenhorizonte mit geringem bzw. fehlendem Sand- und Grobbodenanteil aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit für eine Versickerung ungeeignet. Böden mit einem hohen Schluff- und Tonanteil können zwar relativ gut Wasser aufnehmen, dieses einmal aufgenommene Wasser wird aber nur sehr schwer wieder abgegeben. Kiesige bis sandig-kiesige Talablagerungen mit geringem bzw. fehlendem Feinkornanteil besitzen eine für die Versickerung von Niederschlagswasser ausreichende Durchlässigkeit. Solche Schichten wurden aber nicht flächendeckend und teilweise nur in geringer Mächtigkeit nachgewiesen. Zudem sind diese durchlässigen Bodenhorizonte teilweise bereits



wassergesättigt bzw. wasserführend. Somit muss damit gerechnet werden, dass eine Versickerung zum Einstau und zu Vernässungen im Untergrund führen wird. Je nach Wasserwegsamkeit kann dies auch dazu führen, dass sich in relativ gut durchlässigen Arbeitsraum- und Kanalgrabenverfüllungen Wasser ansammelt.

Nach dem Entwässerungskonzept soll das Gebiet im Trennsystem entwässert werden. Das Regenwasser soll dabei gedrosselt über ein Regenrückhalte- und ein Regenklärbecken an der Nordecke des Plangebietes in den Eierbach geleitet werden. Zudem ist eine Dachbegrünung, die mehr oder weniger große Mengen an Niederschlagswasser zwischenspeichern kann, im Bebauungsplan festgesetzt. Für das Erschließungsgebiet kann daher von einer direkten Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund abgesehen werden.

9 Erdbebenzone

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg, herausgegeben vom Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (1. Auflage 2005), liegt das Untersuchungsgebiet in der Erdbebenzone 3 und im Bereich der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Die Karte bezieht sich auf DIN 4149:2005-04, „Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“, die bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen ist. In der Erdbebenzone 3 sind rechnerisch Intensitätswerte von $\geq 7,5$ nach EMS-Skala zu erwarten. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt $0,8 \text{ m/s}^2$. Für die Erdbebenbeanspruchung des Baugeländes ist bei Gründungen in fein- bis mittelkörnigem Lockergestein von der Baugrundklasse C auszugehen. Bei Gründungen in grobkörnigem Lockergestein und mäßig verwittertem Festgestein kann die Baugrundklasse B angesetzt werden.

10 Geothermienutzung

Erdwärmesonden

Nach dem „Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg ist als Kriterium für die Entscheidung, ob eine Erdwärmebohrung schädliche Veränderungen des Grundwassers herbeiführen kann, die Übersichtskarte „Hydrogeologische Kriterien zur Anlage von Erdwärmesonden in Baden-Württemberg“ maßgebend. Dort werden mehrere Fallgruppen unterschieden. Das Untersuchungsgebiet, das im Verbreitungsgebiet des Braunjura liegt, ist der Fallgruppe B1: „Untergrundverhältnisse für den Bau und Betrieb von Erdwärmesonden bis zu einer Tiefe von 200 m hydrogeologisch günstig, bei größeren Bohrtiefen wegen ausgeprägter Stockwerksgliederung hydrogeologisch ungünstig und Einzelfallprüfung



erforderlich“ zuzuordnen. Laut Leitfaden besteht damit keine wasserrechtliche Erlaubnispflicht sondern nur eine Anzeigepflicht. Für Bohrungen tiefer als 100 m unter Gelände ist zusätzlich eine bergrechtliche Freigabe erforderlich. Einzelheiten über den Verfahrensablauf sowie Hinweise zu Bauausführung und Betrieb können dem Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden des Ministeriums für Umwelt bzw. den Leitlinien "Qualitätssicherung von Erdwärmesondenbohrungen" (LQS) entnommen werden.

Da im Zuge der winterlichen Heizperiode der Untergrund durch Wärmeentzug abkühlt, kann im Sommer Überschusswärme aus der Gebäudekühlung in den Untergrund abgegeben und dort gespeichert werden. Hierdurch wird der Untergrund über den natürlichen geothermischen Wärmefluss hinaus für die nächste Heizperiode wieder aufgeladen. Die Verfügbarkeit der geothermischen Energie kann mittels spezieller EDV-Programme für den jeweiligen Einzelfall durch den Hersteller simuliert werden.

Thermoaktive Fundamente

Thermoaktive Fundamente dienen dazu, Erdwärme und Erdkälte aus dem Untergrund zu gewinnen. Die meisten erdberührenden Betonbauteile eines Gebäudes, die ohnehin aus statischen oder baupraktischen Gründen erstellt werden, können auch thermisch genutzt werden. Zum Beispiel lassen sich Bodenplatten bzw. die Filterschicht unter den Bodenplatten als Erdwärmetauscher ausführen. Dazu werden Kunststoffröhren, ähnlich einer Fußbodenheizung, vor dem Betonieren der Platten im Abstand von 20 cm auf die Filterkiesschicht verlegt. Wasser bzw. ein Wasser-/Frostschutzgemisch, das durch die Rohre strömt, nimmt Erdwärme bzw. Erdkälte aus dem Boden auf und transportiert sie zur Wärmepumpe. Dort wird die Temperatur auf das notwendige Maß für die Flächenheizsysteme moderner Gebäude angehoben. Im Kühlfall kann die Erdkälte häufig direkt zur Versorgung der Flächenkühlsysteme genutzt werden.

11 Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden auf der Grundlage von vier Rammkernbohrungen und sechs Rammsondierungen beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Aufgrund der Weite des Sondierrasters und der Inhomogenität der Untergrundverhältnisse können von den beschriebenen Untersuchungspunkten abweichende Untergrundverhältnisse nicht ausgeschlossen werden. Die getroffenen Abschätzungen und Interpolationen können daher nicht als Grundlage für eine Mengen- oder Massenermittlung dienen.



Sollten sich Fragen zu Sachverhalten ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden, so ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Planänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen, damit die Aussagen des vorliegenden Gutachtens gegebenenfalls überprüft werden können.

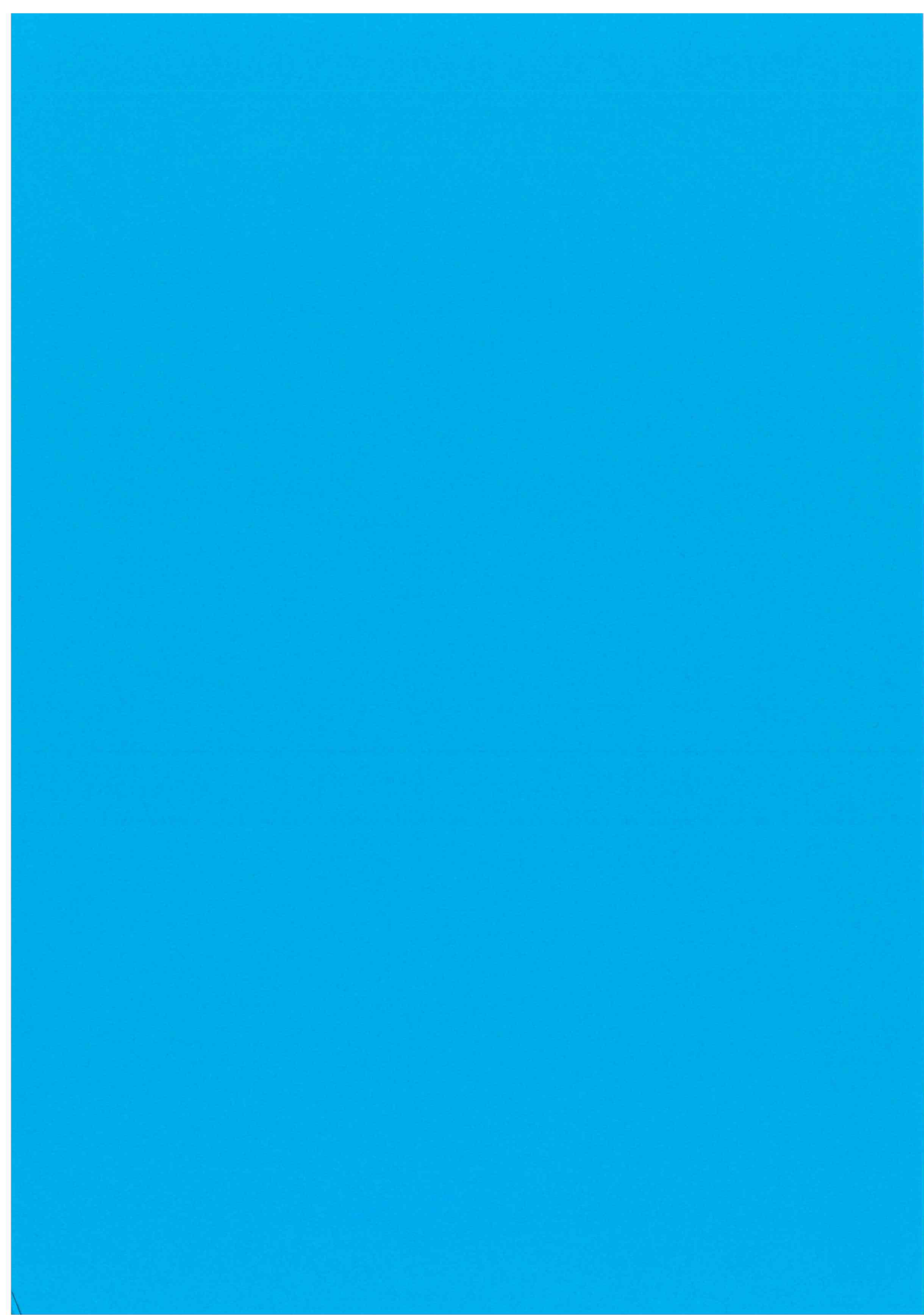
Aufgrund der zu erwartenden unterschiedlichen Gründungsbereiche und auch sonst je nach Lage im Gelände unterschiedlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sind für einzelne Bauvorhaben detaillierte Baugrunderkundungen durchzuführen, die auf die jeweilige spezifische Planung abgestimmt sind. Dies gilt insbesondere auch für das geplante Brückenbauwerk und die beiden Regenrückhaltebecken einschließlich der erforderlichen Ein- und Auslaufbauwerke.

Für die Beantwortung von Fragen im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

TerraConcept Consult GmbH

Pfullingen, den 10. Dezember 2013

Dipl.-Geol. G. Althaus





Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Lageplan der Untersuchungspunkte

**Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile
der Rammkernsondierungen**

**Anlage 3: Graphische und tabellarische Darstellung
der Rammsondierungen**



Anlage 1

Lageplan der Untersuchungspunkte

Projekt: Erschließung Gewerbegebiet
"Unter den Wegen", Pfullingen

Legende:

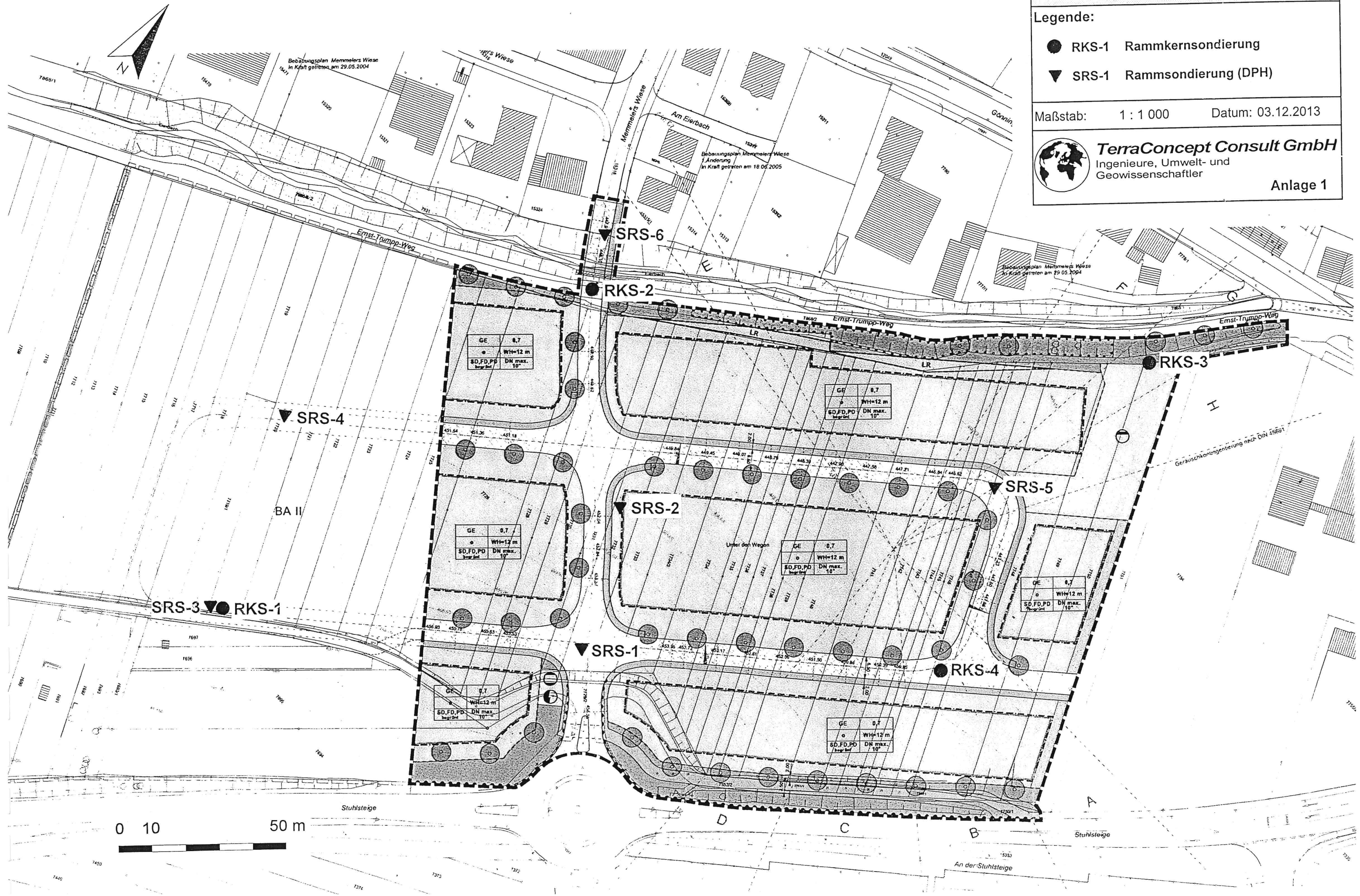
- RKS-1 Rammkernsondierung
- ▼ SRS-1 Rammsondierung (DPH)

Maßstab: 1 : 1 000 Datum: 03.12.2013



TerraConcept Consult GmbH
Ingenieure, Umwelt- und
Geowissenschaftler

Anlage 1





Anlage 2

**Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile
der Rammkernsondierungen**



Schichtenverzeichnis RKS-1

Höhe Ansatzpunkt: 456,55 m ü. NN

0,00 - 0,40 m Ackerboden: Ton, schluffig, kiesig, braun, weich bis steif

0,40 - 1,50 m Talablagerungen: Mittelkies, schluffig, ockerbraun, mitteldicht

1,50 - 3,00 m Hanglehm: Ton, schluffig, schwach steinig, ockerbraun, steif

3,00 - 4,60 m Hanglehm: Ton, schwach schluffig, schwach steinig, ockerbraun, steif

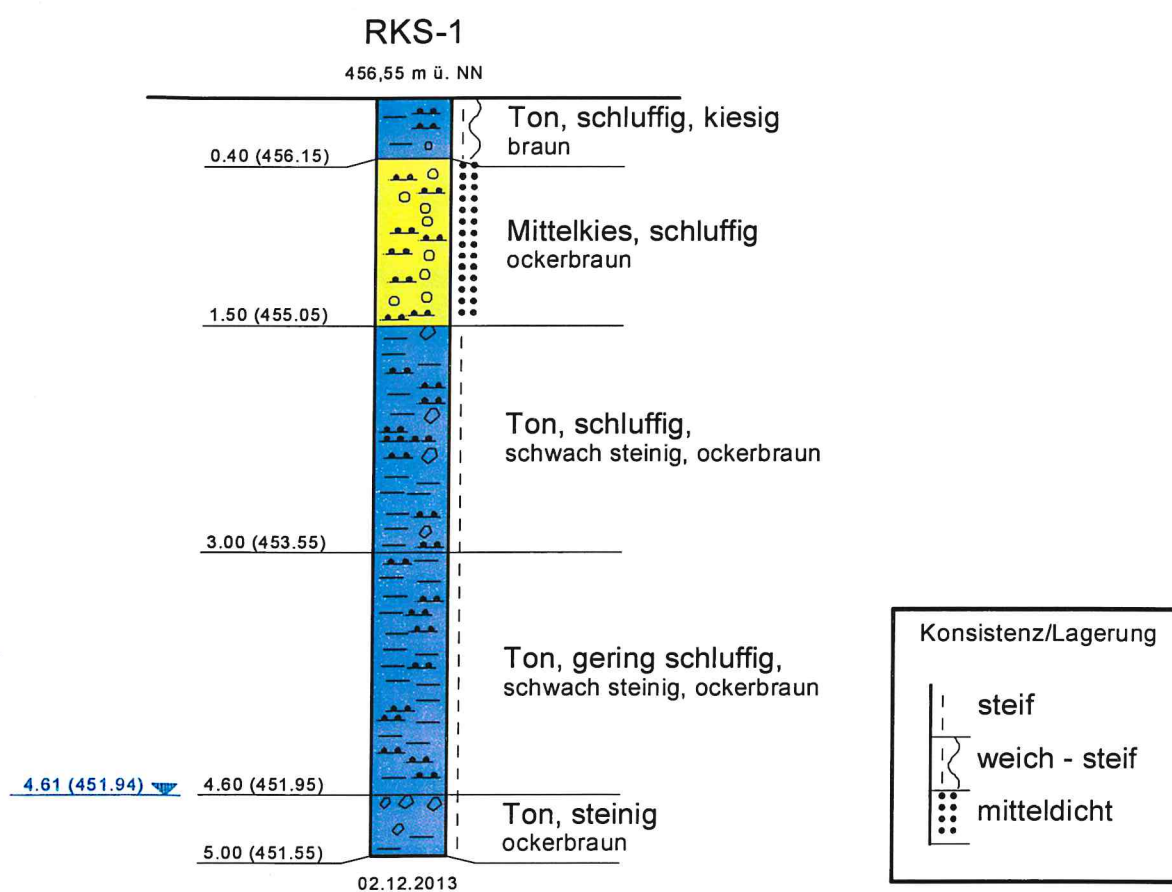
4,60 - 5,00 m Hanglehm: Ton, steinig (Weißjura-Kalkstein), ockerbraun, steif

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 02.12.2013

Grundwasser eingemessen bei 4,61 m u. GOK (451,94 m ü. NN)

Datum: 03.12.2013





Schichtenverzeichnis RKS-2

Höhe Ansatzpunkt: 448,09 m ü. NN

0,00 - 0,30 m Oberboden: Ton, schluffig, kiesig, braun, steif

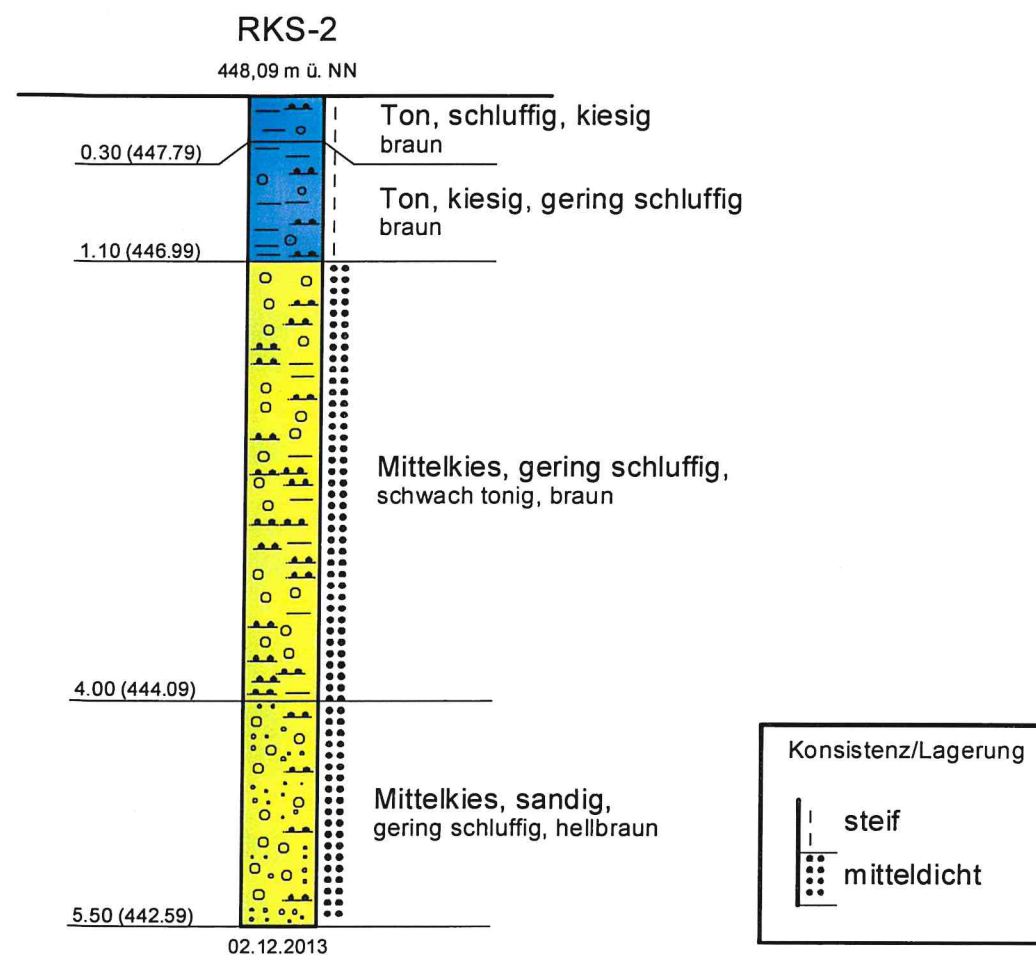
0,30 - 1,10 m Auelehm: Ton, kiesig, schwach schluffig, braun, steif

1,10 - 4,00 m Talablagerungen: Mittelkies, schwach schluffig, schwach tonig,
hellbraun, mitteldicht

4,00 - 5,50 m Talablagerungen: Mittelkies, sandig, schwach schluffig, hellbraun, mitteldicht

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 02.12.2013





Schichtenverzeichnis RKS-3

Höhe Ansatzpunkt: 444,27 m ü. NN

0,00 - 0,30 m Oberboden: Ton, schluffig, schwach kiesig, braun, steif

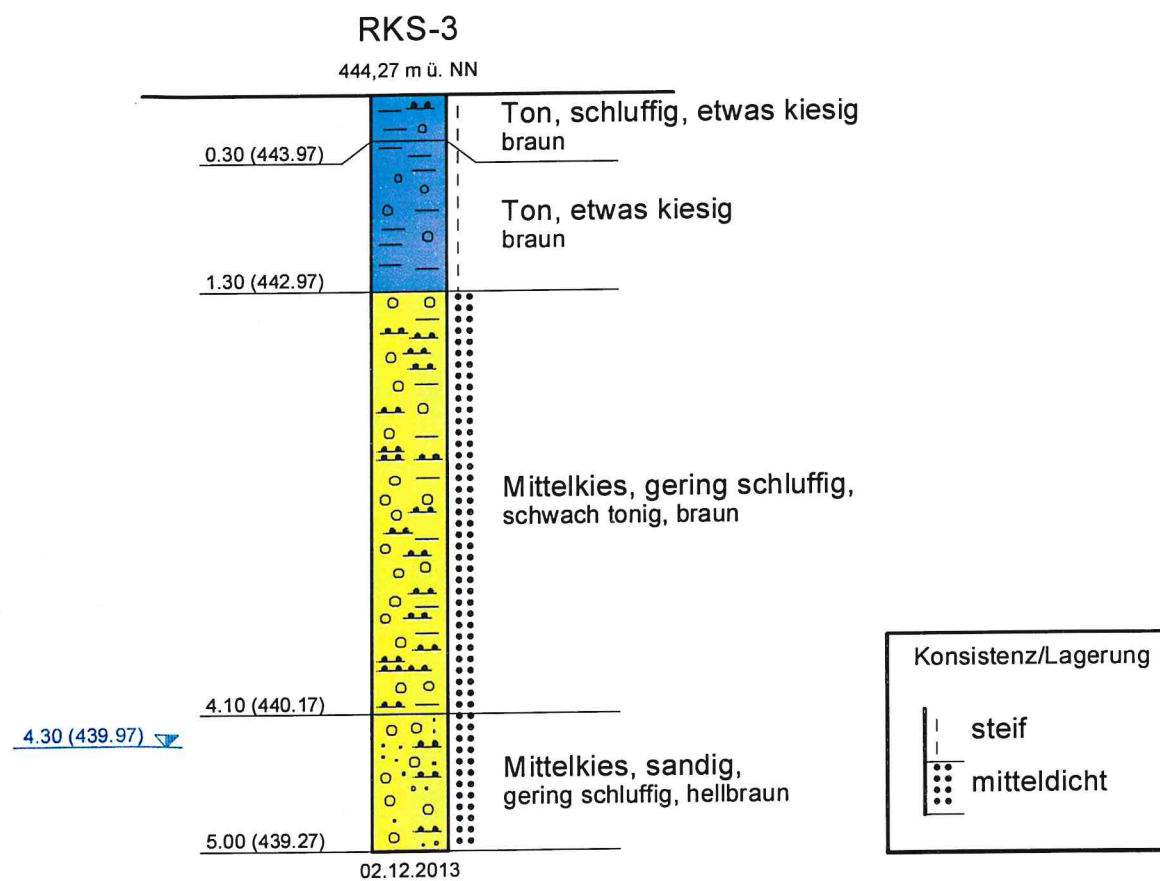
0,30 - 1,30 m Auelehm: Ton, schwach kiesig, braun, steif

1,30 - 4,10 m Talablagerungen: Mittelkies, schwach schluffig, schwach tonig, hellbraun, mitteldicht

4,10 - 5,00 m Talablagerungen: Mittelkies, sandig, schwach schluffig, hellbraun, mitteldicht

Grundwasser eingemessen bei 4,30 m u. GOK (439,97 m ü. NN)

Datum: 02.12.2013





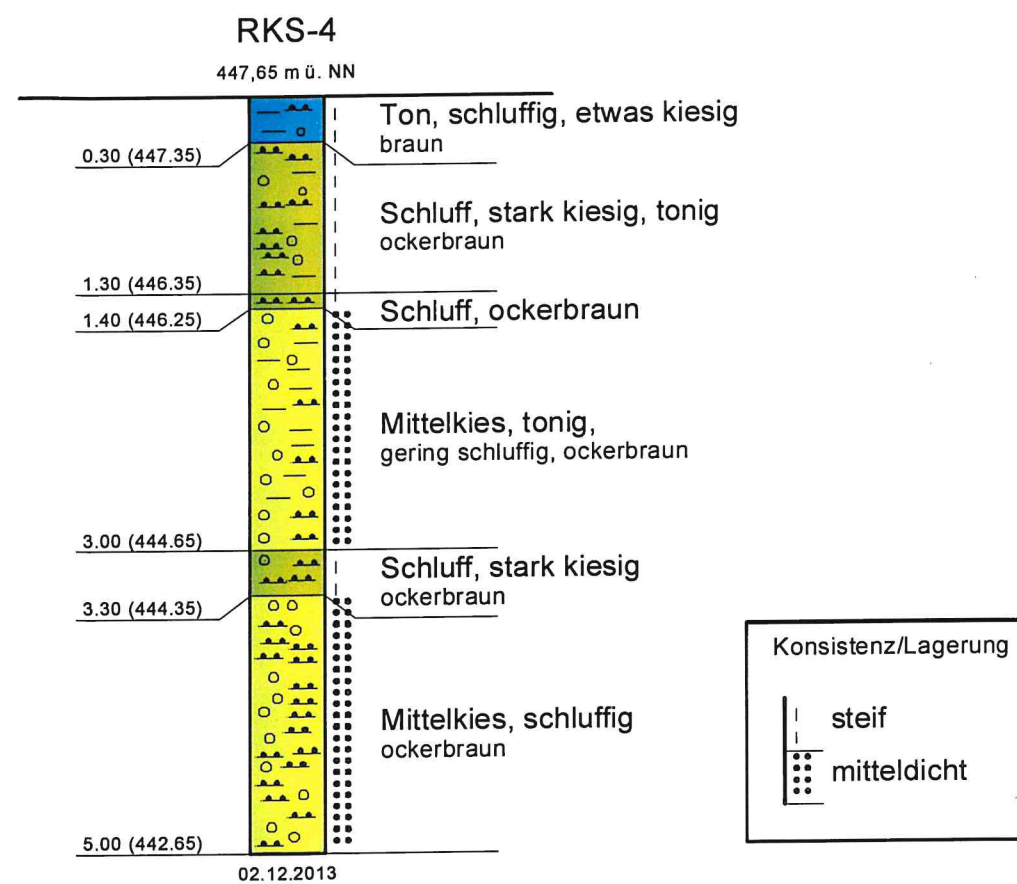
Schichtenverzeichnis RKS-4

Höhe Ansatzpunkt: 447,65 m ü. NN

0,00 - 0,30 m Oberboden: Ton, schluffig, schwach kiesig, braun, steif
0,30 - 1,30 m Auelehm: Schluff, stark kiesig, tonig, ockerbraun, steif
1,30 - 1,40 m Auelehm: Schluff, ockerbraun, steif
1,40 - 3,00 m Talablagerungen: Mittelkies, tonig, schwach schluffig, ockerbraun, mitteldicht
3,00 - 3,30 m Talablagerungen: Schluff, stark kiesig, ockerbraun, steif
3,30 - 5,00 m Talablagerungen: Mittelkies, schluffig, ockerbraun, mitteldicht

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 02.12.2013





Anlage 3

**Graphische und tabellarische Darstellung
der Rammsondierungen**

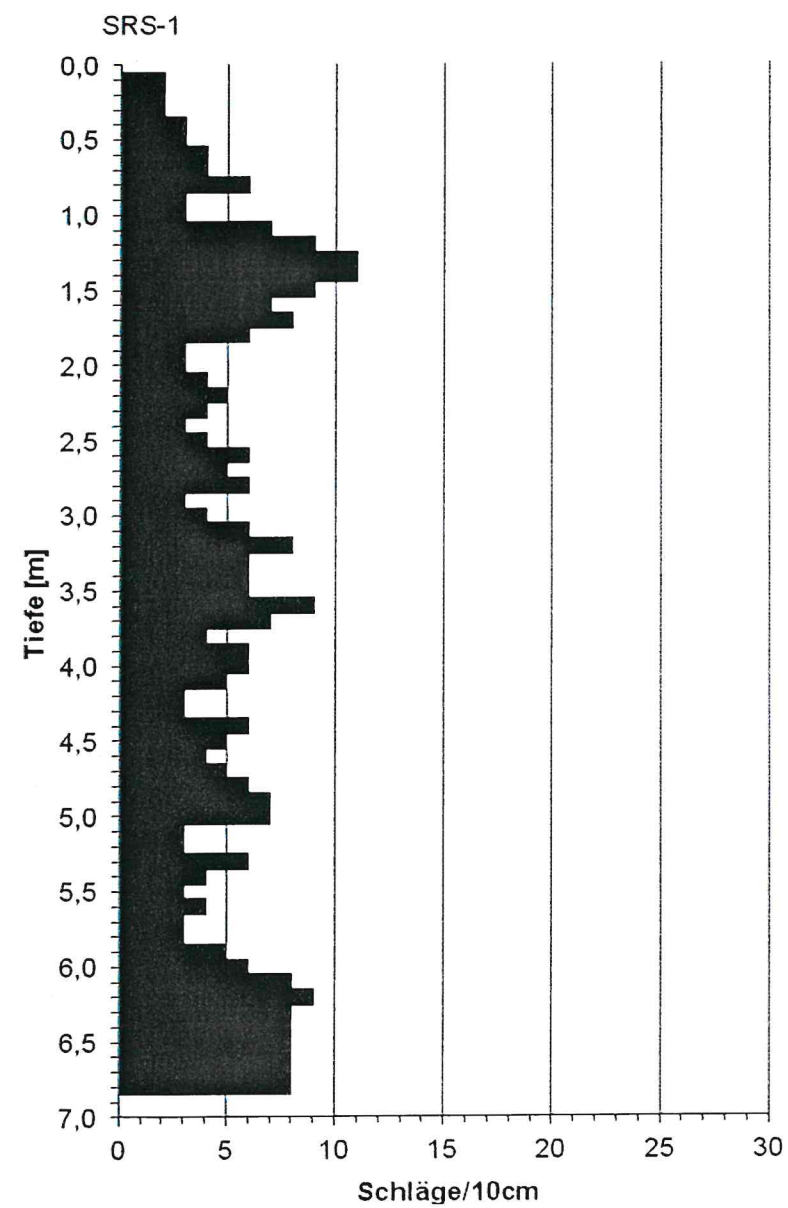


Schwere Rammsondierung SRS-1

Höhe Ansatzpunkt: 454,70 m ü. NN

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 03.12.2013

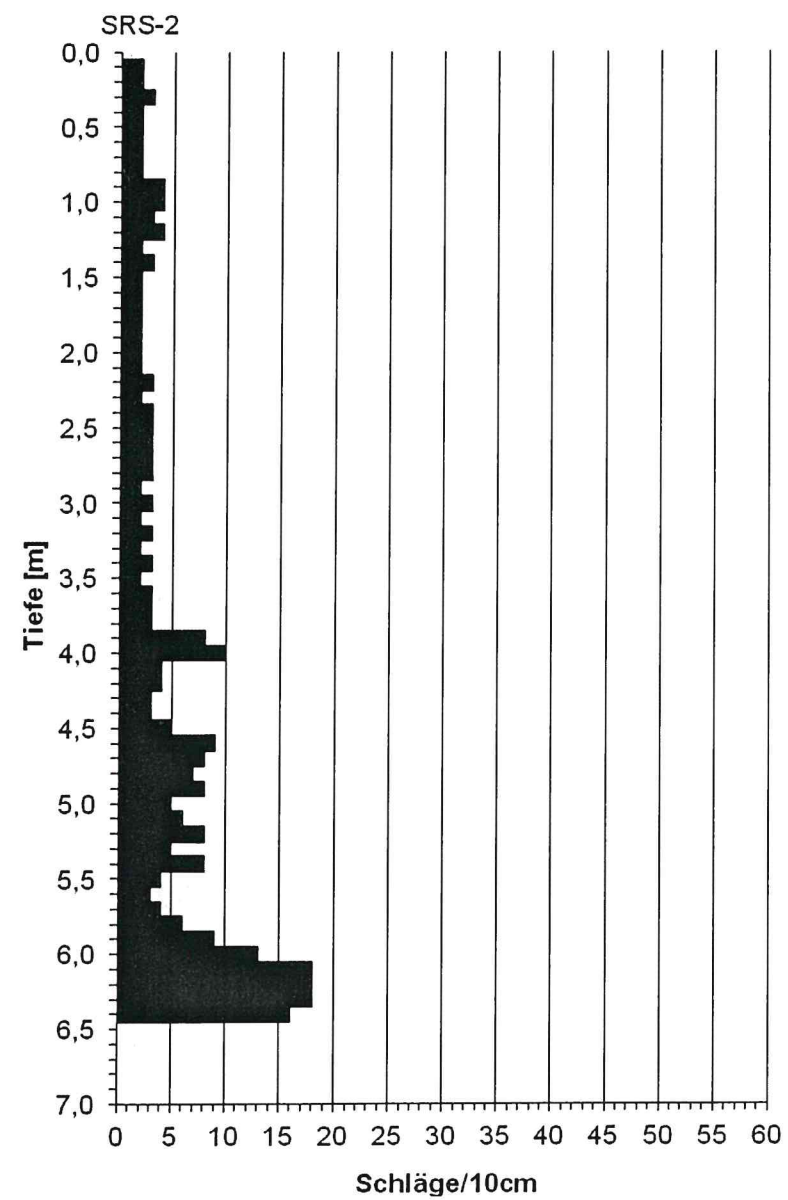




Schwere Rammsondierung SRS-2

Höhe Ansatzpunkt: 450,87 m ü. NN

Grund-/Schichtwasser eingemessen bei 5,35 m u. GOK (445,52 m ü. NN) Datum: 03.12.2013

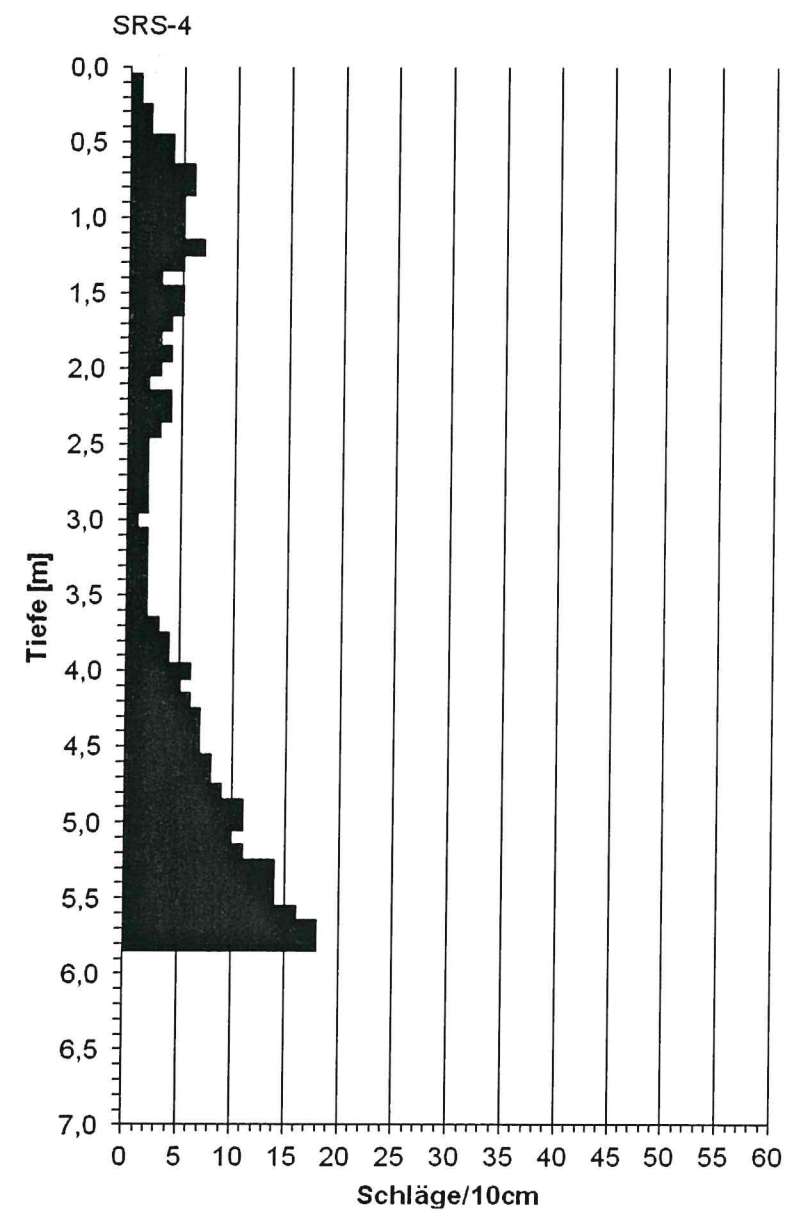


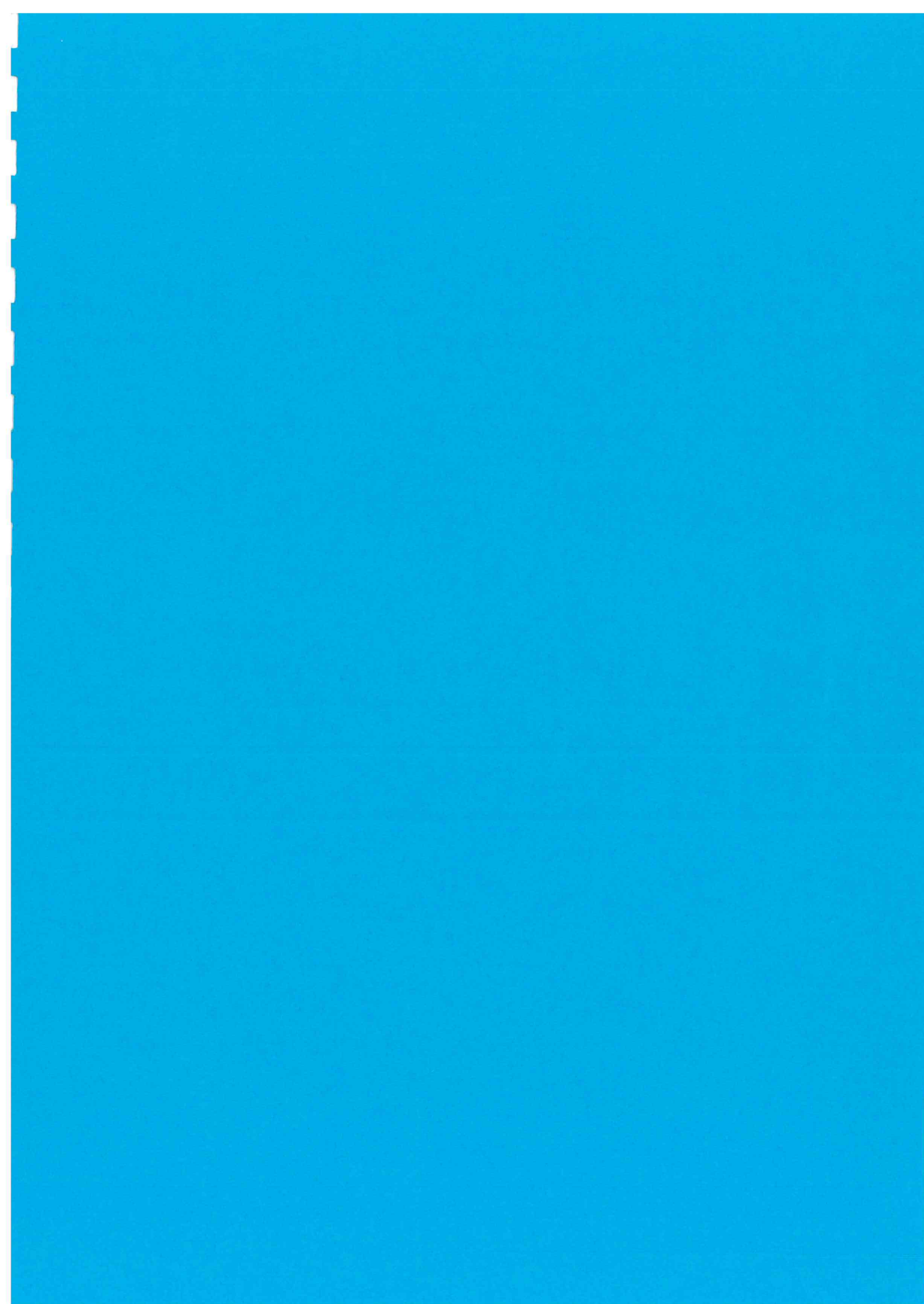


Schwere Rammsondierung SRS-4

Höhe Ansatzpunkt: 452,86 m ü. NN

Grund-/Schichtwasser eingemessen bei 1,70 m u. GOK (451,16 m ü. NN) Datum: 03.12.2013







TerraConcept Consult GmbH

Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Klosterstraße 34

72793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

**Baugrundgeologisches
Übersichtsgutachten
"Unter den Wegen BA II",
Pfullingen**

August 2024



Baugrundgeologisches Übersichtsgutachten "Unter den Wegen BA II", Pfullingen

August 2024

Auftraggeber:

Stadt Pfullingen

Marktplatz 4 + 5

72793 Pfullingen

Auftragnehmer:

TerraConcept Consult GmbH

Klosterstraße 34

72793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

E-Mail: terraconceptconsult@online.de



Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorbemerkungen.....	1
2 Lage und Beschreibung.....	1
3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick.....	2
4 Bodenkundlicher Überblick.....	4
5 Durchgeführte Untersuchungen	4
6 Untersuchungsergebnisse	5
6.1 Schichtaufnahme Baggerschürfgruben	5
6.2 Zustandsgrenzen, Körnungslinien, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen.....	6
6.3 Boden- und Felsklassen / Homogenbereiche	8
6.4 Bodenmechanische Kennwerte.....	10
6.5 Beurteilung der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes	11
6.6 Ergebnisse der Qualitätseinstufung Boden	13
6.7 Ergebnisse der Asphaltbeprobung	15
7 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Erschließung.....	15
7.1 Leitungsgräben	15
7.2 Rohraufleger.....	16
7.3 Grund-/Sickerwasser bzw. Oberflächenwasser.....	16
7.4 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial.....	17
7.5 Verfüllung der Kanalgräben	18
7.6 Anlage von Verkehrsflächen.....	18
8 Hinweise für die zukünftige Bebauung.....	20
9 Versickerung von Niederschlagswasser	21
10 Erdbebenzone	21
11 Geothermienutzung	22
12 Schlussbemerkungen	23



Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte mit Lage des Untersuchungsgebietes	2
Abb. 2: Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7521 Reutlingen (vergrößert)	3

Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 1: Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122	6
Tab. 2: Boden- und Felsklassen	8
Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	10
Tab. 4-1: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für tonig-schluffige Böden (UM, TL, TM) und tonige Böden (TA) nach DIN 1054	12
Tab. 4-2: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen nach DIN 1054:2003-01	12

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Lageplan der Aufschluss- und Probennahmepunkte	
Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Baggerschürfgruben	
Anlage 3-1: Laborberichte der chemischen Untersuchungen Boden	
Anlage 3-2: Laborberichte der chemischen Untersuchungen Asphalt	
Anlage 4: Laborprotokolle der bodenphysikalischen und bodenmechanischen Laborversuche	
Anlage 5: Fotodokumentation Schürfgruben	
Anlage 6: Datenblatt Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG)	



1 Vorbemerkungen

Die Stadt Pfullingen beabsichtigt das Gewerbegebiet "Unter den Wegen" in einem zweiten Bauabschnitt nach Südwesten zu erweitern. Wie beim ersten Bauabschnitt wird die Erschließungsplanung auch für den zweiten Bauabschnitt vom Büro Herrmann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG, Pfullingen, ausgearbeitet. Die TerraConcept Consult GmbH wurde im Mai 2024 von der Stadt Pfullingen beauftragt, wie im ersten Bauabschnitt die Baugrund- und Bodenverhältnisse auch im zweiten Bauabschnitt des Gewerbegebietes zu erkunden und ein geotechnisches Übersichtsgutachten für die Gebietserweiterung zu erarbeiten. Zur Bearbeitung des Auftrags standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

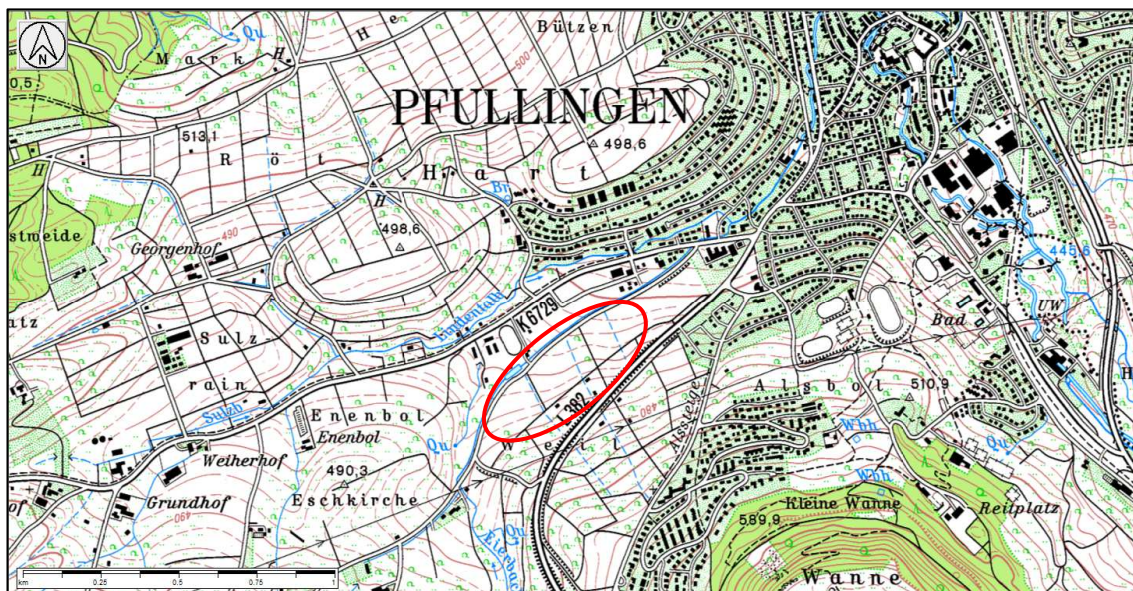
- Lageplan Erschließung Gewerbegebiet "Unter den Wegen BA II" - Straßenbau Entwurf, Maßstab 1 : 1000. Herrmann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG, Pfullingen; Planstand 16.06.2023.
- Baugrundgeologisches Übersichtsgutachten Erschließungsgebiet "Unter den Wegen", Pfullingen. TerraConcept Consult GmbH, Pfullingen; Dezember 2013.
- Geologische Karte von Baden-Württemberg GK25, Blatt 7521 Reutlingen, mit Erläuterungen, Maßstab 1 : 25 000. Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; 1971.
- Ingenieurgeologische Karte von Baden-Württemberg. Der Baugrund von Pfullingen, Stand April 1996. Geologisches Landesamt Baden Württemberg.
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Digitale Ausgabe GK50: Geologische Einheiten (Flächen). LGRB.
- Topographische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25 000, ohne Blattschnitt. Digitale Ausgabe

2 Lage und Beschreibung

Das in zwei Bauabschnitte unterteilte Gewerbegebiet liegt zwischen dem Eierbach und der Stuhlsteige am südwestlichen Stadtrand von Pfullingen (s. Abb. 1). Das Gelände fällt von Süd-Südwest nach Nord-Nordost zum Eierbach hin ein. Die Geländehöhen im Bereich des 2. Bauabschnitts liegen zwischen ca. 464,00 m ü. NN im Südwesten und 449,00 m ü. NN im Nordosten.

Der derzeit hauptsächlich landwirtschaftlich genutzte 2. Bauabschnitt ist südwestlich anschließend an den 1. Bauabschnitt entlang des den Eierbach begleitenden Ernst-Trumpp-Weges auf einer Fläche von etwa 7,2 ha geplant. Im Zuge des zweiten Bauabschnitts ist zudem mit einer Brücke über den Eierbach an der Nordseite des Plangebietes eine Anbindung an die Straße Memmellers Wiese im gleichnamigen Gewerbegebiet beabsichtigt. Die Entwässerung ist im Trennsystem mit zentralen Regenrückhaltebecken und Regenklärbecken vorgesehen.

Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte mit Lage des Untersuchungsgebietes



3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7521 Reutlingen, und der Baugrunderkennung von Pfullingens liegt auch der 2. Bauabschnitt des Gewerbegebietes im Bereich mehr oder weniger stark verlehmteter Flussschotter in der Talsenke des Eierbaches (s. Abb. 2). Im südlichen bis südöstlichen Randbereich ist ein Übergang zu eiszeitlich umgelagertem Hanglehm bzw. Hangschutt zu erwarten. Entsprechend ist insbesondere in diesem Randbereich mit einer Verzahnung unterschiedlicher Bodenhorizonte zu rechnen. Unter der Überdeckung mit lehmig-kiesigen Talablagerungen, Hanglehm und Hangschutt folgen die Schichten des Braunjura (Ludwigien-Schichten, Achdorf-Formation nach neuer Terminologie).

Bei den Talablagerungen handelt es sich um Auelehm über kiesig-lehmigen und kiesig-sandigen Ablagerungen. Nach den durchgeführten Erkundungen sind die Flussschotter im Bereich des Plangebietes relativ einheitlich ausgebildet und setzen sich vorwiegend aus mehr oder weniger verlehmteten Kiesen zusammen. Die Basis der Talablagerungen liegt entlang des Eierbaches und im südlichen bis südwestlichen Bereich über 5 m unter Gelände. Nach Südosten hin nimmt dann die Mächtigkeit deutlich ab. Hier wird eine geringmächtige Überdeckung mit kiesigen Talablagerungen von einem tonig-bindigen und teils steinigen Hanglehm unterlagert. Da eiszeitliche Umlagerung von Hanglehm, Anschwemmung und Verwitterung der natürlich anstehenden Braunjura-Schichten gleichzeitig stattgefunden haben können und es sich teilweise um ähnliches Bodenmaterial handelt, kann allerdings nicht immer zweifelsfrei zwischen einzelnen Lehmschichten unterschieden werden.

Abb. 2: Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7521 Reutlingen (vergrößert)



Bei den unterlagernden Braunjura-Schichten, der sogenannten Achdorf-Formation, handelt es sich um dunkelgraue, teilweise sandige Tonsteine mit konglomeratischen Kalksteinbänken. Die als "veränderlichfest" zu charakterisierenden Ton- bzw. Tonschluffsteine des Braunjura sind in Oberflächennähe durch Verwitterung entfestigt und bilden Verwitterungslehme mit unterschiedlicher Konsistenz.

Die Grundwasserführung in den Talkiesen ist abhängig von deren Ton- und Schluffgehalt in den Kornzwischenräumen. Insbesondere an der Grenze zu abdichtenden Lagen mit bindigem Boden können sich auch lokale Stauwasserhorizonte ausbilden. An der Schichtgrenze zwischen Hangschutt bzw. Hanglehm und Verwitterungslehm sowie im Grenzbereich Locker-/Festgestein und in geklüfteten Festgesteinsbänken des Braunjuras kann Schichtwasser zirkulieren, dessen Menge niederschlagsabhängig stark variiert.



4 Bodenkundlicher Überblick

In der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1: 25 000 (BK 25), Blatt 7521 Reutlingen, und der darauf basierenden digital zur Verfügung stehenden Bodenkarte BK 50 wird der Boden im Plangebiet einheitlich als Einheit n45 "Pararendzina, Braunerde-Pararendzina und Pararendzina-Pelosol aus Hochflutlehm über Kies der Niederterrasse" ausgewiesen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um schwach bis mittel tonigen Lehm (Lt2-3), schwach schluffigen bis lehmigen Ton (Tu2-Tl) und tonig-sandigen Lehm (Lts) mit einem Grobbodenanteil in Form von Kies und Grus zwischen unter 1 Vol.-% (G1) und bis zu ca. 25 Vol.-% (G3) sowie einer Entwicklungstiefe von ca. 2,5 dm bis über 10 dm. Die in der BK25 im Plangebiet kartierte Bodeneinheit (Nr. 8) wird dort zusammenfassend als mittel- bis tiefgründige Braunerde-Pararendzina aus 3 dm bis über 10 dm kieshaltigem tonigem Lehm über lehm- bzw. tonhaltigem Kalksteinkies beschrieben.

5 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Zusammensetzung und der Konsistenz bzw. der Lagerungsdichte sowie der Wasserverhältnisse des im Plangebiet für den 2. Bauabschnitt anstehenden Untergrundes wurden am 24.07.2024 sechs Baggerschürfgruben bis maximal 4,5 m Tiefe angelegt. Die Aufschlusspunkte wurden vom Ingenieur- und Vermessungsbüro Herrmann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG festgelegt und nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der Baggerschürfgruben ist in einem Lageplan in der Anlage 1 verzeichnet. Die mit den Schürfgruben erschlossenen Schichten wurden aufgenommen und beschrieben. Die Ergebnisse sind der Anlage 2 zu entnehmen. An jeweils einer Bodenprobe mit Lehm aus den beiden Baggerschürfgruben SG-1 und SG-3 wurden die Zustandsgrenzen nach DIN 18122 ermittelt. Aus den beiden Schürfgruben SG-2 und SG-5 wurden zudem Proben mit Kies zur Ermittlung der Kornsummenkurve entnommen. Die Laborprotokolle zur Bestimmung der Zustandsgrenzen und Kornverteilung sind als Anlage 3 beigelegt.

Aus fünf der sechs Schürfgruben wurden auch Bodenproben zur chemischen Untersuchung entnommen. Die Bodenproben aus den Schürfgruben SG-1, SG-2, SG-3, SG-5 und SG-6 wurden zur Qualitätseinstufung und Einschätzung eines möglichen Verwertungsweges auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg "Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) analysiert. Die Laborberichte sind als Anlage 4-1 beigelegt. Zur Überprüfung des Teergehaltes im Asphalt der bestehenden Wege wurden auch an insgesamt sechs vom Ingenieur- und Vermessungsbüro Herrmann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG festgelegten Punkten Bohrkerne entnommen und auf die für teer-(pech-)haltigen Asphalt typische Schadstoffgruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht. Die Laborberichte dieser chemischen Untersuchungen sind als Anlage 4-2 beigelegt.



Zur Überprüfung der Möglichkeiten für eine Versickerung von Niederschlagswasser wurde die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten wie bereits im ersten Bauabschnitt über die Bestimmung der Bodenarten näherungsweise abgeschätzt. Auf die Durchführung von Versickerungsversuchen wurde wie bereits beim ersten Bauabschnitt verzichtet, da das Entwässerungskonzept auch für den zweiten Bauabschnitt eine gedrosselte Ableitung von Niederschlagswasser über Regenrückhaltebecken in den Eierbach vorsieht.

6 Untersuchungsergebnisse

6.1 Schichtaufnahme Baggerschürfgruben

Die Schürfgrube **SG-1** wurde im mittleren südöstlichen Randbereich des 2. Bauabschnitts angelegt. Hier wurde unter ca. 30 cm humosem Oberboden und ca. 30 cm locker bis mitteldicht gelagertem schluffigem Mittelkies bis zur Sohle der Schürfgrube bei ca. 4,2 m unter Gelände Hanglehm zunächst in Form von leicht steinigem Ton mit steifer Konsistenz und dann ab ca. 3,8 m unter Gelände in Form von leicht steinigem und auch schwach schluffigem Ton mit ebenfalls noch steifer Konsistenz aufgeschlossen.

Bei der Schürfgrube **SG-2** im südwestlichen Bereich des 2. Bauabschnitts folgen unter ca. 30 cm humosem Oberboden und ca. 30 cm Auelehm in Form von tonigem Schluff mit steifer Konsistenz bis ca. 2,5 m unter Gelände Talablagerungen in Form von mitteldicht gelagertem, schluffig-sandigem Mittelkies mit Korngerüst (Korn-zu-Korn-Kontakt). Nach ca. 30 cm Schwemmlehm in Form von schluffigem Ton mit steifer Konsistenz folgt bis zur Endtiefe der Schürfgrube bei ca. 4,2 m unter Gelände Verwitterungslehm in Form von schwach tonigem Schluff mit zunächst steifer und dann ab ca. 3,0 m unter Gelände mit steifer bis halbfester Konsistenz.

Bei der Schürfgrube **SG-3** am südwestlichen Ende der Erschließungsstraße steht unter ca. 30 cm Ackerboden und ca. 70 cm Auelehm in Form von tonigem Schluff mit steifer Konsistenz bis zur Endtiefe der Schürfgrube bei ca. 4,2 m unter Gelände ein mitteldicht gelagerter, mittelkörniger und vereinzelt auch grobkörniger Kies mit Korngerüst und einer schluffig-sandigen Bodenmatrix in den Kornzwischenräumen an.

Sowohl mit der Baggerschürfgrube **SG-4** als auch mit der Baggerschürfgrube **SG-5**, die jeweils mit ca. 4,2 m Tiefe angelegt wurden, wurde direkt unter dem Ackerboden bis zur Schürfgrubensohle ein mitteldicht bis dicht gelagerter, mittelkörniger, vereinzelt auch grobkörniger sandiger und nur schwach schluffiger Kies mit Korngerüst aufgeschlossen.

Bei der Schürfgrube **SG-6**, die wie die Schürfgruben SG-4 und SG-5 am Ernst-Trumpp-Weg entlang des Eierbaches angelegt wurde, folgt unter ca. 20 cm humosem Oberboden bis ca. 1,6 m unter Gelände ein mitteldicht gelagerter, schluffiger Kies mit Korngerüst. Nach ca. 20 cm Schwemmlehm in Form von tonigem Schluff mit steifer



Konsistenz wurde bis zur Endtiefe der Schürfgrube bei ca. 4,5 m unter Gelände nochmals ein mitteldicht gelagerter schluffiger Kies mit Korngerüst aufgeschlossen.

Nach Abschluss der Geländearbeiten zur Erkundung des 2. Bauabschnitts am 24.07.2024 wurde bei Erkundungstiefen bis maximal 4,5 m unter Gelände nur in der Schürfgrube SG-4 ein Wasserzustrom an der Sohle festgestellt. Der Wasserspiegel wurde bei 4,02 m unter Gelände (ca. 457,33 m ü. NN) eingemessen. Dagegen wurde nach Abschluss der Geländearbeiten zur Erkundung des 1. Bauabschnitts am 03.12.2013 bei Erkundungstiefen bis maximal 6,8 m unter Gelände in insgesamt sechs von neun Sondierlöchern ein Wasserzustrom gemessen. Die eingemessenen Wasserspiegel lagen zwischen 1,70 m und 5,72 m unter Gelände. Es wurde vermutet, dass es sich bei dem im 1. Bauabschnitt angetroffenen Wasser einerseits um aufgestautes Sickerwasser bzw. Schichtwasser an der Basis der kiesig-lehmigen Talablagerungen und zum anderen um aufdringendes Kluftgrundwasser aus plattig zerlegtem Braunjura-Tonstein und/oder zerlegten Kalksteinbänken im Braunjura handelt.

6.2 Zustandsgrenzen, Körnungslinien, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen

Zur Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 und der Zuordnung zu einer Bodengruppe wurde aus dem Hanglehm in der Baggerschürfgrube SG-1 und aus dem Auelehm in der Baggerschürfgrube SG-3 jeweils eine Bodenprobe entnommen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt (s. a. Anlage 3).

Tab. 1: Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122

Entnahmestelle	SG-1	SG-3
Entnahmetiefe (m u. GOK)	2,0 - 2,5	0,3 - 1,0
Bodentyp	Hanglehm	Auelehm
Bodenart	Ton, leicht steinig	Schluff, tonig
Wassergehalt w	24,4 %	25,4 %
Fließgrenze w_L	58,9 %	62,2 %
Ausrollgrenze w_P	23,4 %	21,6 %
Plastizitätszahl I_P	35,5 %	40,6 %
Konsistenzzahl I_C	0,97	0,90
Bodengruppe	TA	TA
Zustandsform	steif	steif



Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ergab für den Hanglehm in Form von leicht steinigem Ton mit steifer Konsistenz aus der Baggerschürfgrube SG-1 aus dem Tiefenbereich 2,0 m bis 2,5 m bei einem natürlichen Wassergehalt von 24,4 % eine Einstufung in die Bodengruppe der ausgeprägt plastischen Tone (TA). Für den Auelehm in Form von tonigem Schluff aus der Schürfgrube SG-3 aus dem Tiefenbereich 0,3 m bis 1,0 m ergab die Bestimmung der Zustandsgrenzen bei einem natürlichen Wassergehalt von 24,4 % ebenfalls eine Einstufung in die Bodengruppe der ausgeprägt plastischen Tone (TA). Der mit der Schürfgrube SG-2 aufgeschlossene Verwitterungslehm in Form von schwach tonigem Schluff liegt erfahrungsgemäß im Übergangsbereich der Bodengruppe der ausgeprägt plastischen Tone zur Bodengruppe der mittelplastischen Tone (TM).

An der Bodenprobe P-2 aus dem Tiefenbereich 1,5 m bis 2,0 m der Schürfgrube SG-2 mit sandig-schluffigem Kies und der Bodenprobe P-1 aus dem Tiefenbereich 1,0 m bis 1,5 m der Schürfgrube SG-5 mit sandigem und nur schwach schluffigem Kies wurde jeweils die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mittels kombinierter Sieb-Schlamm-Analyse bestimmt. Die ermittelten Körnungslinien sind in der Anlage 3 dargestellt. Die Probe P-2 mit sandig-schluffigem Kies aus der Schürfgrube SG-2 repräsentiert einen Kies mit 15,3 % abschlämmbarem Feinkornanteil (Ton und Schluff), ca. 9,7 % Sandanteil und 75,0 % Kieskorn (Bodengruppe GU*). Bei der Probe P-1 aus der Schürfgrube SG-5 mit sandigem und nur schwach schluffigem Kies wurde der abschlämmbare Feinkornanteil mit 9,5 %, der Sandanteil mit 14,8 % und der Kieskorn-Anteil mit 75,7 % bestimmt (Bodengruppe GU). Bei sehr geringem Feinkornanteil (Ton und Schluff < 5 %) und Korngerüst (Korn-zu-Korn-Kontakt) werden die Kiese je nach Sandanteil der Bodengruppe GE (enggestufte Kiese) oder der Bodengruppe GW (weitgestufte Kies-Sand-Gemische) zugeordnet.

Gemäß ZTVE-StB sind ausgeprägt plastische Tone in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (gering bis mittel frostempfindlich) einzuordnen. Mittelplastische Tone (TM) werden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zugeordnet. Kies-Schluff-Gemische (GU/GU*) sind in Abhängigkeit vom Feinkornanteil gering bis mittel oder sehr frostempfindlich. Dabei gilt, je höher der Feinkornanteil ist, desto höher ist auch die Frostempfindlichkeit. Bei sehr geringem Feinkornanteil (< 5 %) des Kiesel (Bodengruppen GW und GE) wäre auch eine Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich) möglich.

Bei der Einstufung der Böden in Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen ist zu beachten, dass fließende Übergänge sowohl in der Fläche als auch in der Tiefe möglich sind. Wenn keine eindeutige Abgrenzung der Bodengruppen im Gelände möglich ist, ist von der ungünstigeren Einstufung auszugehen. Im Fall einer Verbesserung eines sehr frostempfindlichen Bodens (F 3) durch Bindemittelzugabe kann für den fachgerecht verbesserten Boden anschließend von einer geringen bis mittleren Frostempfindlichkeit (F 2) ausgegangen werden. Nach den Frostzonendaten des Deutschen Wetterdienstes liegt das Untersuchungsgelände in der Frosteinwirkungszone II.



6.3 Boden- und Felsklassen / Homogenbereiche

Nach der alten Fassung der DIN 18300 können die natürlich anstehenden Böden und Gesteine folgenden Boden- und Felsklassen zugeordnet werden:

Tab. 2: Boden- und Felsklassen

Boden- bzw. Felsart	Boden- bzw. Felsklasse
Oberboden, humos	Bodenklasse 1
Ton/Lehm (Bodengruppe TA)	Bodenklasse 5
Lehm/Schluff (Bodengruppe TM)	Bodenklasse 4
Talablagerungen, lehmig-kiesig	Bodenklassen 3 und 4
Talablagerungen, kiesig-sandig	Bodenklasse 3

Erläuterungen zu den Bodenklassen:

- Klasse 1: Oberboden:** Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- Klasse 2: Fließende Bodenarten:** Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben
- Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten:** Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt
- Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten:** Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% der Korngröße kleiner als 0,06 mm
- Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten:** Hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Böden (TA)
- Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten:** Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie verwitterte Felsarten
- Klasse 7: Schwer lösbarer Fels:** Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt und nur wenig verwitterte Felsarten

Nach der neuen Fassung der DIN 18300 können für das Gewerk Erdarbeiten folgende Homogenbereiche nach den ATV-Normen der VOB des Teiles C definiert werden:



Homogenbereich 1	Oberboden, humos, durchwurzelt
Bodenklasse (DIN 18300 alt)	1

Homogenbereich 2 (nur teilweise)	Ton z. T. leicht steinig Ton, schluffig bis schwach schluffig
Ortsübliche Bezeichnung	Auelehm und Hanglehm
Korngrößen	95 % < 0,06 mm
Masseanteil Steine/Blöcke	0 - 2 %
Wichte	19,0 kN/m ³
Reibungswinkel	17,5°
Kohäsion	10 kN/m ²
Scherfestigkeit	60 - 150 kN/m ²
Steifemodul	3 - 4 MN/m ²
Wassergehalt	25 - 30 %
Plastizitätszahl	30 - 40
Konsistenzzahl	0,88 - 0,98
Bodengruppe	TA
Durchlässigkeit	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$ m/s
Bodenklasse (DIN 18300 alt)	4 - 5

Homogenbereich 3	Kies, sandig, schluffig
Ortsübliche Bezeichnung	Leberkies
Kornverteilung	s. Anlage 3
Wichte	20,0 kN/m ³
Reibungswinkel	32,5°
Kohäsion	0 kN/m ²
Steifemodul	25 - 40 MN/m ²
Lagerungsdichte	mitteldicht und mitteldicht bis dicht
Bodengruppe	GU/GW
Bodenklasse (DIN 18300 alt)	3

Homogenbereich 4	Schluff, schwach tonig
Ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungslehm
Korngrößen	100 % < 0,06 mm
Masseanteil Steine/Blöcke	0 %
Wichte	20,0 kN/m ³
Reibungswinkel	22,5°
Kohäsion	5 - 10 kN/m ²
Scherfestigkeit	> 200 kN/m ²
Steifemodul	5 - 10 MN/m ²
Wassergehalt	18 - 25 %
Plastizitätszahl	20 - 30
Konsistenzzahl	0,9 - 1,0
Bodengruppe	TM
Durchlässigkeit	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$ m/s
Bodenklasse (DIN 18300 alt)	4

6.4 Bodenmechanische Kennwerte

Aufgrund allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für die anstehenden Baugrundsichten die in Tabelle 3 aufgelisteten Werte für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Bodenart	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- winkel (°)	Kohäsion (kN/m ²)	Steife- modul (MN/m ²)
	γ	γ'	ϕ'	c'	E_s
Lehm/Ton (TA)					
- weich	18,0	8,0	17,5	0	1 - 3
- steif	19,0	9,0	17,5	10	3 - 4
- halbfest	20,0	10,0	17,5	25	4 - 7
Lehm/Schluff (TM)					
- weich	19,0	9,0	22,5	0	1 - 3
- steif	19,5	9,5	22,5	5	3 - 5
- halbfest	20,5	10,5	22,5	10	5 - 10
Kies, stark verlehmt ohne Korngerüst					
- weich	20,0	10,0	20,0	0	2 - 4
- steif	20,5	10,5	20,0	2	4 - 5
Kies, sandig-lehmig					
- locker	18,0	10,0	30,0	0	15 - 25
- mitteldicht	20,0	12,0	32,5	0	25 - 40
- dicht	22,0	14,4	35,0	0	40 - 80

Bei Hinterfüllungen sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im Einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:

	γ	γ'	ϕ'	c'	E_s
Schottergemische	20	12	35	-	-
Kiesgemische	20	12	32,5	-	-
Bindige Böden	19 - 20	9 - 10	22,5	-	-

6.5 Beurteilung der Verformungseigenschaften und Tragfähigkeit des Untergrundes

Die **Zusammendrückbarkeit** von bindigen Böden ist generell umso größer, je höher der natürliche Wassergehalt des Bodens und je geringer der Anteil an grobkörnigen Komponenten (Kies- und Sandfraktion) ist. Die Zusammendrückbarkeit eines Bodenhorizontes wird bei bindigen Böden mit der Konsistenz und bei nichtbindigen kiesigen oder steinigen Böden mit der Lagerungsdichte beschrieben.

Umgelagertes Bodenmaterial, unverdichtet eingebrachte Geländeauffüllungen und natürlich anstehende bindige Baugrundsichten mit nur weicher oder weicher bis steifer Konsistenz bzw. nichtbindige Schichten mit lockerer und lockerer bis mitteldichter Lagerung sind als stark kompressibler Untergrund einzustufen, und daher zur Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten bei einer konventionellen Gründung über Streifen- und Einzelfundamente nicht geeignet. Bindige Böden sind bei einer mindestens steifen Konsistenz zwar ebenfalls noch als kompressibler Untergrund einzustufen, aber zur Abtragung durchschnittlicher Bauwerkslasten geeignet. In kiesigen Talablagerungen hängt die Zusammendrückbarkeit in erster Linie von der Ausbildung und dem Anteil der sandigen und der bindigen Matrix ab. Bei einem ausreichenden allseitigen Korn-zu-Korn-Kontakt (Korngerüst) und mindestens mitteldichter Lagerung weisen solche nichtbindigen Talablagerungen eine relativ geringe Zusammendrückbarkeit auf und bilden bei einer entsprechenden Mächtigkeit einen ausreichend tragfähigen Untergrund. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sowohl Hanglehm mit steifer Konsistenz als auch Kies mit mitteldichter Lagerung noch von unzureichend tragfähigen Schichten unterlagert werden können. Bei setzungsempfindlichen Bauwerken ist daher auf jeden Fall ein projektbezogenes Einzelgutachten mit Setzungsberechnungen zu erstellen.

Bei einer Gründung über Streifen- und Einzelfundamente mit einer Lastabtragung in bindige Bodenschichten kann der aufnehmbare Sohldruck σ_{zul} in Abhängigkeit von der Bodengruppe, der Einbindetiefe und der Konsistenz nach DIN 1054 (s. Tabelle 4-1) ermittelt werden, sofern die Konsistenz nicht weicher als steif ist und es sich um mittig belastete Streifenfundamente zwischen 0,5 m und 2,0 m Breite handelt, wobei bei Gründungen in Auelehm und in Hanglehm die Werte für die Bodengruppe TA angesetzt werden müssen. Bei einer Lastabtragung in Verwitterungslehm können die Werte für die Bodengruppe TM angesetzt werden. Es ist zu beachten, dass die Anwendung der Tabellenwerte für den aufnehmbaren Sohldruck bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm führen kann.

Tab. 4-1: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für tonig-schluffige Böden (UM, TL, TM) und tonige Böden (TA) nach DIN 1054

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments in m	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2 m in Abhängigkeit von der Konsistenz					
	UM, TL, TM			TA		
	steif	halbfest	fest	steif	halbfest	fest
0,5	120	170	280	90	140	200
1,0	140	210	320	110	180	240
1,5	160	250	360	130	210	270
2,0	180	280	400	150	230	300

Bei einer Gründung mit Lastabtragung über Streifen- und Einzelfundamente in nichtbindige Baugrundsichten wird der aufnehmbare Sohldruck σ_{zul} für setzungs-empfindliche Bauwerke in Abhängigkeit von der Einbindetiefe nach DIN 1054, Tabelle A2, ermittelt, sofern es sich um mittig belastete Fundamente zwischen 0,5 m und 3,0 m Breite handelt (s. Tabelle 4-2).

Tab. 4-2: Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen nach DIN 1054:2003-01

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments in m	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' zwischen 0,5 und 3,0 m					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	200	300	330	280	250	220
1,0	270	370	360	310	270	240
1,5	340	440	390	340	290	260
2,0	400	500	420	360	310	280
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,3 \text{ m} \leq d \leq 0,5 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten b bzw. b' $\geq 0,3 \text{ m}$						
150						

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ sind die Werte für den aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} mit dem Faktor 1,4 zu multiplizieren. Bezüglich der Einbindetiefe können jeweils Zwischenwerte geradlinig eingeschaltet werden. Bei Einbindetiefen > 2 m können die Bodenpressungen um die Spannung erhöht werden, die sich aus der der Mehrtiefe entsprechenden Bodenbelastung ergibt, sofern der seitlich lagernde Boden weder vorübergehend noch dauerhaft entfernt wird. Bei Rechteckfundamenten mit Seitenverhältnis $a/b < 2$ und Kreisfundamenten dürfen die Tabellenwerte um 20 % erhöht werden, sofern die Fundamentbreite $b > 0,5$ m und die Einbindetiefe $d > 0,5$ m beträgt.

Zu berücksichtigen ist auch, dass bindige Böden je nach saisonaler Durchfeuchtung bis zu einer Tiefe von 1,8 m starken Volumenschwankungen durch **Quellen und Schrumpfen** ausgesetzt sind. Damit können in bindigen Böden mit geringerer als halbfester Konsistenz unabhängig von äußeren Lasten auch Eigensetzungen auftreten, die vor allem auf ein Austrocknen zurückzuführen sind. Sofern das Risiko von Setzungen oder Setzungsdifferenzen nicht in Kauf genommen werden kann, sollte eine schrumpfungsfreie Gründungstiefe aller Gebäudeteile (auch Anbauten, Stützen für Dachvorbauten, Stützmauern u.ä.) bis mindestens 1,8 m unter die spätere Geländeoberfläche bzw. bis in Baugrundsichten mit mindestens halbfester Konsistenz erreicht werden.

Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass die Gründungssohlen frostfrei liegen müssen, da ansonsten mit **Frosthebungen** infolge von Eislinsenbildungen zu rechnen ist. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Gelände angenommen. Auch dabei ist die zukünftige Geländemodellierung nach Abschluss der Baumaßnahme maßgeblich.

6.6 Ergebnisse der Qualitätseinstufung Boden

Zur Qualitätseinstufung des Bodens im Bereich des 2. Bauabschnitts für das Erschließungsgebiet wurden insgesamt fünf Boden- bzw. Bodenmischproben aus den Schürfgruben SG-1, SG-2, SG-3, SG-5 und SG-6 auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg "Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) untersucht. Die Laborberichte dieser chemischen Untersuchungen sind zusammen mit den Probenvorbereitungsprotokollen und dem Probennahmeprotokoll als Anlage 4-1 beigelegt. Folgendes Material wurde beprobt:



- MP-1:** Baggerschürfgrube **SG-6**, Entnahmetiefe 0,3 m - 4,5 m unter GOK
Mittelkies, schluffig; Hauptbodenart Lehm/Schluff
- MP-2:** Baggerschürfgrube **SG-5**, Entnahmetiefe 0,3 m - 4,2 m unter GOK
Mittelkies, sandig-schluffig; Hauptbodenart Lehm/Schluff
- MP-3:** Baggerschürfgrube **SG-3**, Entnahmetiefe 0,3 m - 4,2 m unter GOK
Schluff, tonig und Mittelkies, sandig-schluffig; Hauptbodenart Lehm/Schluff
- MP-4:** Baggerschürfgrube **SG-1**, Entnahmetiefe 0,3 m - 4,2 m unter GOK
Ton, z.T. schwach schluffig; Hauptbodenart Ton
- P-5:** Baggerschürfgrube **SG-2**, Entnahmetiefe 2,8 m - 4,2 m unter GOK
Schluff, schwach tonig; Hauptbodenart Lehm/Schluff

Die Untersuchung der Proben **MP-2, MP-3 MP-4 und P-5** ergab keine erhöhten Schadstoffgehalte. Das durch diese Bodenproben repräsentierte Bodenmaterial kann der **Qualitätsstufe Z0** nach VwV Boden (uneingeschränkt verwertbar) zugeordnet werden. Die chemische Untersuchung der Bodenprobe **MP-1** aus der Schürfgrube **SG-6** ergab mit 30 mg/kg Arsen und 432 mg/kg Zink im Feststoff wahrscheinlich geogen bedingt erhöhte Konzentrationen für die Bodenart Lehm/Schluff. Zusätzlich war auch die Konzentration Chrom (Gesamt) im Feststoff mit 93 mg/kg leicht erhöht. Die im Feststoff ermittelten Arsen- und Zink-Konzentrationen entsprechen der Qualitätsstufe **Z1.1** nach **VwV Boden** (nach Ziffer 5.3 VwV Boden bei günstigen hydrogeologischen Verhältnissen ohne definierte technische Sicherungsmaßnahmen verwertbar).

Gemäß der Öffnungsklausel nach Ziffer 6.3 der VwV Boden könnte der durch die Bodenprobe MP-1 repräsentierte Boden unter Berücksichtigung der Sonderregelung des § 9 Abs. 2 BBodSchV auch bei leicht erhöhten Schwermetall-Gehalten in Gebieten mit ebenfalls geogen bedingt erhöhten Schwermetall-Gehalten unabhängig vom Zuordnungswert verwertet werden, soweit keine nachteiligen Auswirkungen auf die dortigen Bodenfunktionen infolge erheblicher Freisetzung von Schadstoffen oder zusätzlicher Schadstoffeinträge zu erwarten sind. Da bei der Bodenprobe MP-1 im Eluat kein Arsen und sowohl Zink als auch Chrom nur in Spuren nachgewiesen werden konnte, kann in diesem Fall eine erhebliche Freisetzung ausgeschlossen werden.



6.7 Ergebnisse der Asphaltbeprobung

Fünf Asphaltbohrkerne von bestehenden Wegen im 2. Bauabschnitt und ein Asphaltbohrkern aus dem Belag an den Parkplätzen am Ende der Straße Memmellers Wiese auf der anderen Seite des Eierbaches wurden zur Deklaration auf die für teer-(pech-)haltigen Asphalt typische Schadstoffgruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff untersucht. Die Lage der Probennahmepunkte ist in der Anlage 1 eingetragen. Die Laborberichte der Asphaltbeprobung sind als Anlage 4-2 beigelegt.

Bezüglich der Einstufung gilt Material mit einem PAK-Gehalt über 25 mg/kg als teerhaltig. Liegt der PAK-Gehalt über 200 mg/kg handelt es sich um einen gefährlichen Abfall, der gemäß Nachweisverordnung nur mit Nachweisverfahren entsorgt werden darf. Das durch die fünf Proben von bestehenden Wegen im 2. Bauabschnitt repräsentierte Material mit PAK-Konzentrationen von 1,4 mg/kg in P-1 und P-5, 1,2 mg/kg in P-2, 2,6 mg/kg in P-4 und 1,6 mg/kg in P-6 kann als **nicht teer-(pech-)haltig** eingestuft werden. Die Asphaltprobe P-3 aus dem Belag an den Parkplätzen am Ende der Straße Memmellers Wiese auf der anderen Seite des Eierbaches ist mit 29 mg/kg als **"teerhaltig"** einzustufen.

7 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise für die Erschließung

7.1 Leitungsräben

Bei der Anlage von Leitungsräben ist die DIN EN 1610 maßgeblich zu beachten. Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen in der Regel mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Grund- oder Schichtwasser, nicht entwässerte Fließsandböden, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen können Kanalgrabenwände kurzzeitig frei geböscht werden. Bei der Anlage freier Böschungen sind nach DIN 4124 folgende Böschungswinkel (β) einzuhalten:

Bodenbeschreibung	max. zul. Böschungsneigung β in ° für kurzzeitig angelegte Böschungen
Auffüllungen	45
Lehm, weich, weich bis steif	45
Lehm, mindestens steif	60
Kies, nicht bindig	45



Leitungsgräben sollten aus Gründen der Standsicherheit jeweils nur über eine kurze Strecke geöffnet (ca. 10 bis 15 m) und unmittelbar nach dem Verlegen der Leitungen wieder verfüllt werden. Mit einem wandernden Großplattenverbau (z.B. Krings-Verbau) kann insbesondere bei größeren Grabentiefen der Flächenbedarf und die Menge des Aushubes deutlich verringert werden. Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 darf dabei allerdings nicht unterschritten werden. Nach der Vorplanung für die Entwässerung liegen die Kanalsohlen bzw. die Gründungssohlen der Schachtbauwerke zwischen ca. 3,0 m und 4,5 m unter Gelände. Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse liegen die Kanalsohlen überwiegend in relativ einheitlich tragfähigen Bodenschichten einerseits in Form von Lehm mit mindestens steifer Konsistenz und andererseits in Talablagerungen in Form von mehr oder weniger stark verlehmtem Kies mit mindestens mitteldichter Lagerung. Punktuell können allerdings auch stärker aufgeweichte bzw. aufgelockerte Bodenhorizonte vorkommen. Hier sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit oder ein Bodenaustausch erforderlich.

7.2 Rohraufleger

Es empfiehlt sich, die Kanäle auf einem Auflager aus Sand, Feinkies oder Splitt zu verlegen. Falls an der Sohle von Kanalgräben bindige Bodenhorizonte mit weicher oder noch ungünstigerer Konsistenz anstehen, ist zusätzlich zum planmäßigen Rohraufleger ein Bodenaustausch erforderlich. Er muss so bemessen sein, dass die Lastausbreitung unter der Rohrsohle überwiegend im Austauschmaterial stattfindet. Bei Bedarf kommt als Material für einen Bodenaustausch in erster Linie der anstehende Leberkies mit geringem Feinkornanteil oder Schottertragschicht-Material in Frage. Der Bodenaustausch muss gegebenenfalls verdichtet eingebaut werden. Bei locker gelagertem, nicht bindigem Boden ist voraussichtlich eine Nachverdichtung ausreichend.

7.3 Grund-/Sickerwasser bzw. Oberflächenwasser

Wie bereits beschrieben, wurde nach Abschluss der Geländearbeiten zur Erkundung des 2. Bauabschnitts am 24.07.2024 bei Erkundungstiefen bis maximal 4,5 m unter Gelände nur in der Schürfgrube SG-4 ein Wasserzustrom an der Sohle festgestellt. Der Wasserspiegel wurde bei 4,02 m unter Gelände (ca. 457,33 m ü. NN) eingemessen. Nach Abschluss der Geländearbeiten zur Erkundung des 1. Bauabschnitts am 03.12.2013 wurde dagegen bei Erkundungstiefen bis maximal 6,8 m unter Gelände in insgesamt sechs von neun Sondierlöchern ein Wasserzustrom gemessen. Die eingemessenen Wasserspiegel lagen zwischen 1,70 m und 5,72 m unter Gelände. Es wurde vermutet, dass es sich bei dem im 1. Bauabschnitt angetroffenen Wasser einerseits um aufgestauten Sickerwasser bzw. Schichtwasser an der Basis von kiesig-lehmigen Talablagerungen und zum anderen um



aufdringendes Kluftgrundwasser aus plattig zerlegtem Braunjura-Tonstein und/oder zerlegten Kalksteinbänken im Braunjura handelt. Auch im 2. Bauabschnitt muss bei Erschließungs- und Baumaßnahmen damit gerechnet werden, dass in entsprechenden Tiefenlagen Schicht- bzw. Kluftgrundwasser angeschnitten wird. Vermutlich herrschen gespannte Druckverhältnisse. Dies würde bedeuten, dass der Wasserspiegel bei Anschneiden des Grundwasserleiters auf ein Niveau oberhalb der grundwasserführenden Schicht ansteigen kann.

Alle Maßnahmen, bei denen Grundwasser berührt wird, sind mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen. Wasserhaltungsmaßnahmen, unter den Grundwasserspiegel hinabreichende Bauwerke und die Einrichtung von Grundwasserumleitungssystemen bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung.

Bei einem Wasserzutritt in Kanalgräben sind im Abstand von 50 m Sperrriegel anzuordnen, um eine permanente Dränwirkung der Leitungsgräben und ein Auschwemmen der Leitungsbettung zu verhindern. Falls Sperrriegel erforderlich sind, ist darauf zu achten, dass diese an der Grabensohle und an den Flanken des Grabens in den natürlichen Untergrund einbinden.

Erschließungsarbeiten und Baumaßnahmen sollten stets so ausgeführt werden, dass Oberflächenwasser ungehindert abfließen kann bzw. ein Aufweichen des Untergrundes durch eindringendes Wasser verhindert wird.

7.4 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial

Humoser Oberboden (Bodenklasse 1) ist im Bereich von Baumaßnahmen abzuschieben und fachgerecht zwischenzulagern, damit der Oberboden wieder verwendet werden kann. Der natürlich anstehende Lehm ist bei einer mindestens steifen Konsistenz für verschiedene Zwecke wieder verwendbar. Ausgeprägt plastischer Ton kann, eine mindestens steife Konsistenz vorausgesetzt, für Abdichtungszwecke verwendet werden. Die kiesigen Talablagerungen lassen sich nur in trockenem Zustand und bei geringem Feinkornanteil für verschiedene Zwecke (z.B. Arbeitsraum- und Kanalgrabenverfüllungen in setzungsunempfindlichen Bereichen) wieder verwenden.



7.5 Verfüllung der Kanalgräben

Die Leitungszone darf nur mit verdichtungsfähigem Material verfüllt werden. Dabei sind die Maßgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Das Verfüllmaterial der Überschüttung muss nach den Richtlinien der genannten Norm lagenweise eingebaut und sorgfältig verdichtet werden.

Bei bindigen Erdstoffen treten stets Setzungen und Sackungen in der verdichteten Verfüllung auf, die im Bereich von Grünflächen in Kauf genommen werden können. Im Bereich von Verkehrsflächen wird empfohlen, für die Grabenverfüllung oberhalb der Leitungszone bis zur Unterkante des Straßenaufbaus ausschließlich gut verdichtbares Material (z.B. Leberkies mit geringem Feinkornanteil, Siebschutt, Schotter-Splitt-Gemische, evtl. Recyclingmaterial) zu verwenden. Eine Alternative stellt die Stabilisierung von bindigem Boden mittels der Zugabe von Kalk bzw. Zement dar. Mit einem an der Baggerschaufel aufgesetzten Zusatz (Schaufel-Separator) bzw. mit einer Kalkfräse kann eine ausreichende Durchmischung mit anschließendem Wiedereinbau erfolgen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass der bereichsweise anstehende ausgeprägt plastische Ton für eine Bodenverbesserung nicht geeignet ist, da er sich kaum durchmischen lässt. Bei bestehenden Leitungen, in deren Bereich keine ausreichende Verdichtungsarbeit möglich ist, kann Bodenmörtel (Flüssigboden) als setzungsfreier Verfüllbaustoff verwendet werden.

7.6 Anlage von Verkehrsflächen

Bei der Herstellung und Bemessung von befahrbaren Flächen sind die entsprechenden Normen, technischen Regeln, Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Insbesondere wird hier auf die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) verwiesen, die die Anforderungen in Abhängigkeit von der Beanspruchung der Flächen und den entsprechenden Belastungsklassen festlegt.

Bei befahrbaren Flächen muss bis in eine Tiefe von mindestens 0,5 m unter dem Planum für die frostsichere Tragschicht ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ und ein Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Um den geforderten Verdichtungsgrad zu erreichen, ist das Planum unter Umständen in Abhängigkeit von der Bodenart und dem natürlichen Wassergehalt des Bodens zur Bindung von überschüssigem Wasser mit einem Bindemittel zu versetzen. Ob eine Zugabe erforderlich ist und welche Mengen gegebenenfalls benötigt werden, hängt vom Wassergehalt der bindigen Bodenbestandteile sowie der Witterung zum Zeitpunkt der Erdarbeiten ab und kann durch Proctorversuche nach DIN 18127 ermittelt werden. Bei Wassergehalten über dem maximalen Wassergehalt ist zum Erreichen der erforderlichen Proctordichte eine Bindemittelzugabe notwendig. Als Bindemittel kann Weißfeinkalk, ein Kalk-Zement-Gemisch, Kalkhydrat oder ein gleichwertiges Bindemittel verwendet werden.



Wenn mit einer Bodenverbesserung nicht nur eine optimale Verdichtung, sondern auch eine zusätzliche Erhöhung der Tragfähigkeit erreicht werden soll, ist ein Kalk-Zement-Gemisch (z. B. Dorosol C) oder ein Zement/Additivgemisch (z. B. NovoCrete) einzubringen. Bei Böden mit Wassergehalten im Bereich des optimalen Wassergehaltes bzw. darunter ist eine Bodenverbesserung nicht sinnvoll, bzw. es ist dann eine Wasserzugabe erforderlich. Eine Kalkzugabe bzw. deren Dosierung muss daher, besonders im Hinblick auf natürliche bzw. witterungsbedingte Schwankungen des Wassergehaltes im Ausgangsmaterial, flexibel gehandhabt werden. Die nachfolgenden Angaben zu notwendigen Mengen bei der Zugabe von Kalk beruhen auf Erfahrungswerten für bindigen Boden und sollen lediglich eine Hilfestellung geben. Die genauen Mengen sind bei Bedarf durch Proctorversuche nach DIN 18127 an repräsentativen Bodenproben zu ermitteln.

Kalkzugabemenge in Gew.-% bezogen auf die Trockendichte	Reduktion des Wassergehaltes in % (geschätzt)	Kalkmenge kg/m ³	Kalkmenge in kg/m ² bei 40 cm Schichtdicke
1,5	2,5	25	10
2,0	3,0	34	13,5
2,5	4,0	42	17
3,5	5,0	60	24

Bei Bedarf besteht als Alternative zu einer Bodenverbesserung die Möglichkeit, die Stärke der ungebundenen Tragschicht zu erhöhen. Die erforderliche Stärke der Tragschicht müsste dann mit Hilfe von Plattendruckversuchen festgelegt werden. Unabhängig von der Herstellung des Planums sollte die ausreichende Verdichtung der frostsicheren Tragschicht von befestigten Flächen in jedem Fall durch Plattendruckversuche nachgewiesen werden.

Wie bereits ausgeführt, müssen die oberflächennah anstehenden Böden größtenteils als sehr frostempfindlich eingestuft werden (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Nach einer Bindemittelzugabe sind die Böden bis in die entsprechende Tiefe je nach Art des Bindemittels als mittel bis gering oder nicht frostempfindlich einzustufen. Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist eine wasserdurchlässige Ausführung von befestigten Flächen nur in Verbindung mit einer Drainage möglich.

8 Hinweise für die zukünftige Bebauung

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen sind keine prinzipiellen Einschränkungen bei einer Bebauung zu erwarten. Die Gründung ist entsprechend der Verformungseigenschaften und der Tragfähigkeit des Untergrundes sowie der abzutragenden Bauwerkslasten zu wählen. Für weitere Hinweise und nähere Angaben zur Gründung und Bauausführung von Gebäuden und sonstigen Bauwerken sind auf der Grundlage konkreter Bauplanungen weitere, gezielt angesetzte Baugrundaufschlüsse erforderlich.

Wie bereits beschrieben, sollten grundsätzlich alle zusammenhängenden Bauwerksteile auf Böden mit gleicher oder zumindest naheliegender Konsistenz bzw. Lagerungsdichte gründen, um nicht mehr tolerierbare Setzungen und erhebliche Setzungsunterschiede zu vermeiden. Zudem muss auf eine frostfreie und schrumpfungssichere Gründung aller Gebäudeteile geachtet werden. Die frostfreie Gründungstiefe wird mit ca. 1,0 m unter Geländeoberfläche angenommen. Wenn bindiges Bodenmaterial mit geringerer als halbfester Konsistenz an der Gründungssohle ansteht, ist auch eine schrumpfungsfreie Gründungstiefe von 1,8 m unter Gelände einzuhalten. Dabei ist jeweils die zukünftige Geländemodellierung nach Abschluss der Baumaßnahme maßgeblich.

Da wasserführende bzw. wassergesättigte Bodenhorizonte einen potentiellen Gleithorizont bilden, sind solche Schichten projektbezogen zu erkunden und gegebenenfalls zu durchgründen. Bei einem Anschneiden von Grundwasser sind entsprechende Maßnahmen zur Bauwasserhaltung, Drainage und Abdichtung erforderlich. Bezüglich der Ableitung von aufstauendem Sickerwasser über Drainagen nach DIN 4095 sind entsprechende Vorgaben im Bebauungsplan zu beachten.

Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen in der Regel mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen sowie keinerlei negativer Beeinflussung der Standsicherheit durch Störungen des Bodengefüges, Zufluss von Schichtwasser, starke Erschütterungen, Verkehrslasten und/oder ähnliche Beeinträchtigungen können Baugruben- und Kanalgrabenwände nach den Maßgaben der DIN 4124 frei geböscht werden. Bei Wasserzutritten oberhalb der Aushubsohle oder sonstigen Einflüssen, die die Standsicherheit gefährden, sind die nach DIN 4124 möglichen Böschungswinkel herabzusetzen oder eine konstruktive Böschungssicherung vorzusehen. Die konkrete Notwendigkeit und der Umfang von Maßnahmen zur konstruktiven Böschungssicherung sowie die Art der Ausführung sind anhand einer projektbezogenen baugrundgeologischen Erkundung und eines Aushubplanes vorab zu prüfen bzw. festzulegen und statisch zu bemessen. Bei schollenartigen Abbrüchen, die eventuell durch Wasserzutritte verursacht werden können, können die Böschungen bei ausreichenden Platzverhältnissen eventuell durch eine Vorschüttung mit Grobschotter stabilisiert werden.

9 Versickerung von Niederschlagswasser

Wesentliche Voraussetzung für eine Versickerung von Niederschlagswasser ist die Durchlässigkeit des Untergrundes sowie die Mächtigkeit der ungesättigten Bodenzone. Die Durchlässigkeit von Lockergesteinen hängt überwiegend von der Korngröße und -verteilung ab. Nach Arbeitsblatt DWA - A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) im Bereich von 5×10^{-3} bis 5×10^{-6} m/s aufweisen. Im vorliegenden Fall wurde die Versickerungsleistung der anstehenden Bodenschichten über die Bestimmung der Bodenart abgeschätzt. Demnach sind die anstehenden tonigen und schluffig-tonigen Bodenhorizonte mit geringem bzw. fehlendem Sand- und Grobbodenanteil aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit für eine Versickerung ungeeignet. Böden mit einem hohen Schluff- und Tonanteil können zwar relativ gut Wasser aufnehmen, dieses einmal aufgenommene Wasser wird aber nur sehr schwer wieder abgegeben. Auch ohne Versickerungsversuch können sowohl für den anstehenden Auelehm als auch für den ausgeprägt plastischen Hanglehm Durchlässigkeiten in der Größenordnung von ca. 1×10^{-7} bis 1×10^{-9} m/s (gering durchlässig bis sehr gering durchlässig nach DIN 18130) abgeschätzt werden.

Die kiesigen Talablagerungen sind nur dann für eine Versickerung geeignet, wenn diese ausreichend wasserwegsameres Porenvolumen aufweisen, nicht bereits wasserführend oder wassergesättigt sind und durchgehend in ausreichender Mächtigkeit anstehen. Dies kann nach den Ergebnissen der Erkundung für den 2. Bauabschnitt insbesondere für die Bereiche der Schürftgruben SG-4 und SG-5 am Eierbach angenommen werden. Für den nur schwach verlehmtten Leberkies könnte ein k_f -Wert von ca. 1×10^{-3} m/s bis 5×10^{-5} m/s (durchlässig nach DIN 18130) angenommen werden.

10 Erdbebenzone

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg liegt das Erschließungsgebiet "Unter den Wegen BA II" in der **Erdbebenzone 3** und im Bereich der **Untergrundklasse R** (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Die Karte bezieht sich auf DIN 4149:2005-04, "Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten", die bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen ist. In der Erdbebenzone 3 sind rechnerisch Intensitätswerte von $\geq 7,5$ nach EMS-Skala zu erwarten. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt $0,8 \text{ m/s}^2$. Für die Erdbebenbeanspruchung ist von der **Baugrundklasse B** auszugehen.

11 Geothermienutzung

Erdwärmesonden

Nach dem "Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden" des Umweltministeriums Baden-Württemberg ist als Kriterium für die Entscheidung, ob eine Erdwärmebohrung schädliche Veränderungen des Grundwassers herbeiführen kann, die Übersichtskarte "Hydrogeologische Kriterien zur Anlage von Erdwärmesonden in Baden-Württemberg" maßgebend. Dort werden mehrere Fallgruppen unterschieden. Das Untersuchungsgelände, das im Verbreitungsgebiet des Mittleren Juras liegt, ist der Fallgruppe B1: "Untergrundverhältnisse für den Bau und Betrieb von Erdwärmesonden bis zu einer Tiefe unter 200 m hydrogeologisch günstig. Bei größeren Bohrtiefen wegen ausgeprägter Stockwerksgliederung hydrogeologisch ungünstig und Einzelfallprüfung erforderlich" zuzuordnen. Einzelheiten über den Verfahrensablauf bei der Genehmigung sowie Hinweise zu Bauausführung und Betrieb können dem Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden des Ministeriums für Umwelt bzw. den Leitlinien "Qualitätssicherung von Erdwärmesondenbohrungen" (LQS) entnommen werden.

Nach dem Informationssystem oberflächennahe Geothermie (ISONG) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) liegt das Plangebiet außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebieten. Standortbezogene Bohrrisiken, insbesondere bezogen auf zementangreifendes Grundwasser und mögliche Gasaustritte werden im Datenblatt für das Plangebiet beschrieben. Die geothermische Nutzung mittels Erdwärmesonden am Standort ist ohne Berücksichtigung der standortbezogenen Bohrrisiken als effizient einzustufen. Ein exemplarisches Datenblatt für das Plangebiet ist als Anlage 6 beigelegt.

Thermoaktive Fundamente

Thermoaktive Fundamente dienen dazu, Erdwärme und Erdkälte aus dem Untergrund zu gewinnen. Die meisten erdberührenden Betonbauteile eines Gebäudes, die ohnehin aus statischen oder baupraktischen Gründen erstellt werden, können auch thermisch genutzt werden. Zum Beispiel lassen sich Bodenplatten bzw. Filterschichten unter Bodenplatten als Erdwärmetauscher ausführen. Dazu werden Kunststoffrohre, ähnlich einer Fußbodenheizung, vor dem Betonieren der Platten im Abstand von 20 cm auf die Filterkiesschicht verlegt. Wasser bzw. ein Wasser/Frostschutzgemisch, das durch die Rohre strömt, nimmt Erdwärme bzw. Erdkälte aus dem Boden auf und transportiert sie zur Wärmepumpe. Dort wird die Temperatur auf das notwendige Maß für die Flächenheizsysteme moderner Gebäude angehoben. Im Kühlfall kann die Erdkälte häufig direkt zur Versorgung der Flächenkühlssysteme genutzt werden.



12 Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse im 2. Bauabschnitt für das Gewerbegebiet "Unter den Wegen" wurden auf der Grundlage von sechs Baggerschürfgruben beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen und die durchgeführten Untersuchungen. Aufgrund der Weite des Sondierasters und der Inhomogenität der Untergrundverhältnisse können von den beschriebenen Untersuchungspunkten abweichende Untergrundverhältnisse nicht ausgeschlossen werden. Die getroffenen Abschätzungen und Interpolationen können daher nicht als Grundlage für eine Mengen- oder Massenermittlung dienen.

Aufgrund der zu erwartenden unterschiedlichen Gründungsbereiche und auch sonst je nach Lage im Gelände unterschiedlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sind für einzelne Bauvorhaben detaillierte Baugrunderkundungen durchzuführen, die auf die jeweilige spezifische Planung abgestimmt sind.

Es wird an dieser Stelle auch darauf hingewiesen, dass die Aussagen und Beschreibungen hinsichtlich der abfallrechtlichen Bewertung sich nur auf die Untersuchungsstellen, die beprobten Tiefenbereiche und die durchgeführten Analysen beziehen. Bei einem Bodenaushub sind zur abschließenden Festlegung eines Entsorgungsweges und eine Darstellung der daraus resultierenden Entsorgungskosten sind in der Regel repräsentative Beprobungen erforderlich. Hierzu sollte Aushubmaterial mit gleichartiger Zusammensetzung in Haufwerken separiert werden. Für die ordnungsgemäße Durchführung der Separierung, Beprobung und Untersuchung ist der Bauherr verantwortlich. Dieser hat dazu entsprechend qualifizierte Sachverständige einzuschalten. Gleiches gilt für Straßenaufbruch.

Sollten sich Fragen zu Sachverhalten ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden, so ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Planänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen, damit die Aussagen des vorliegenden Gutachtens gegebenenfalls überprüft werden können.

Für die Beantwortung von Fragen im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

TerraConcept Consult GmbH

Pfullingen, den 13. August 2024

gez. Dipl.-Geol. Gerold Althaus



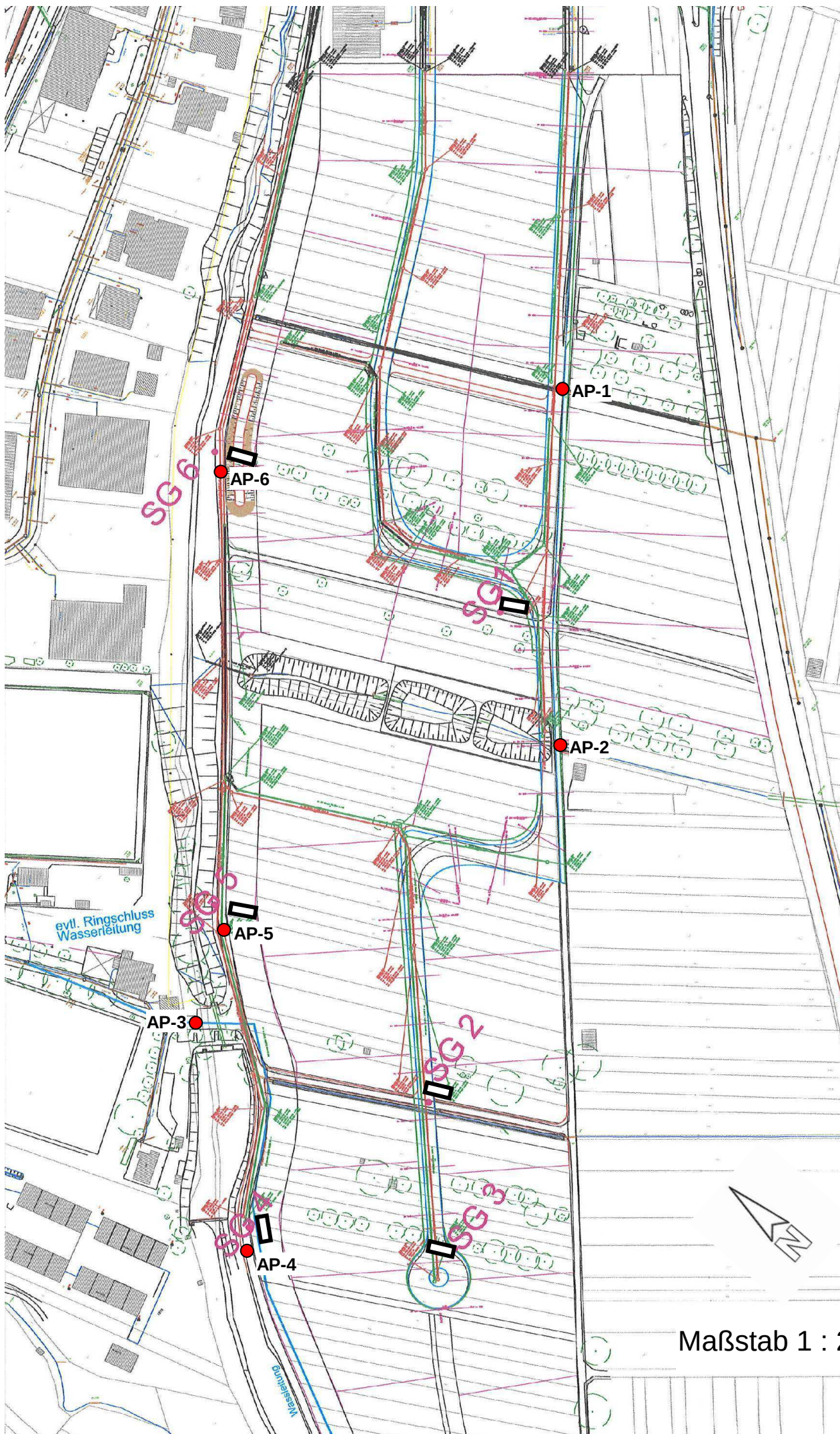
Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Lageplan der Aufschluss- und Probennahmepunkte**
- Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen
 der Baggerschürfgruben**
- Anlage 3-1: Laborberichte der chemischen Untersuchungen Boden**
- Anlage 3-2: Laborberichte der chemischen Untersuchung Asphalt**
- Anlage 4: Laborprotokolle der bodenphysikalischen und
 bodenmechanischen Laborversuche**
- Anlage 5: Fotodokumentation Schürfgruben**
- Anlage 6: Datenblatt Informationssystem
 Oberflächennahe Geothermie (ISONG)**



Anlage 1

Lageplan der Aufschluss- und Probennahmepunkte





Anlage 2

Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen der Baggerschürfgruben



Schichtenverzeichnis SG-1

Höhe Ansatzpunkt: ca. 459,20 m ü. NN

0,00 - 0,30 m Oberboden (Wiese): Schluff, schwach tonig, leicht kiesig, braun, steif

0,30 - 0,60 m Talablagerungen: Mittelkies, schluffig, braun, locker bis mitteldicht

0,60 - 3,80 m Hanglehm: Ton, leicht steinig, hellbraun, steif

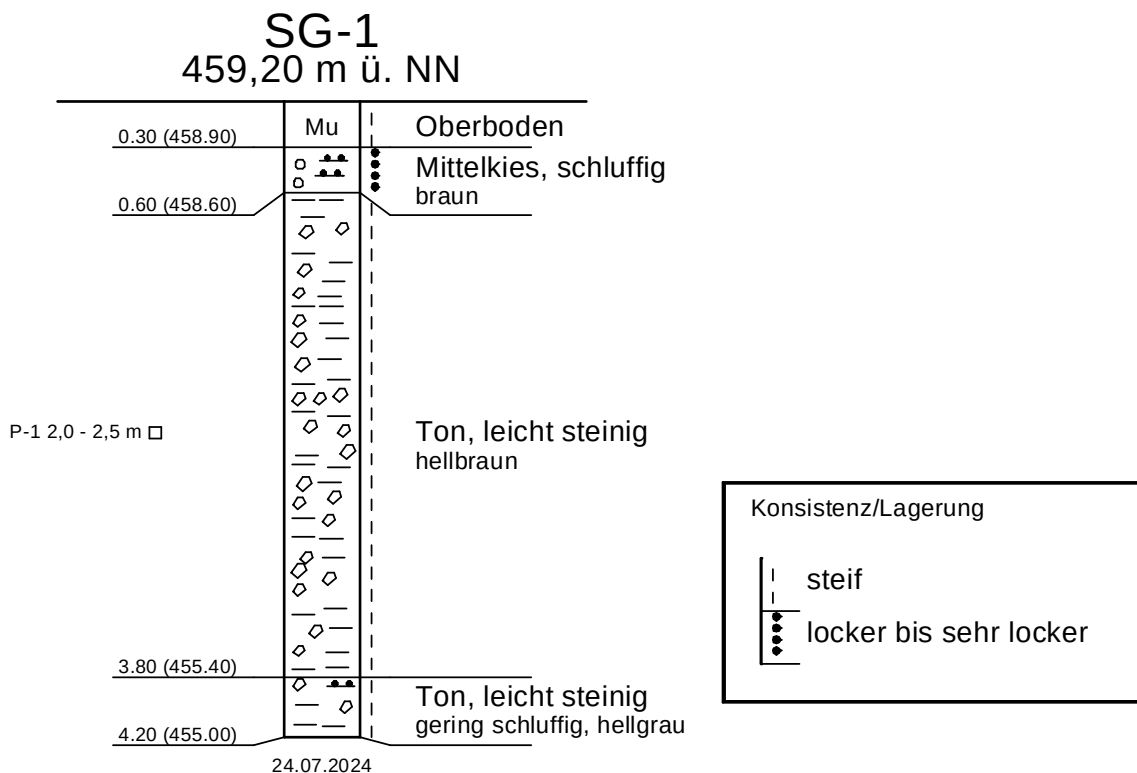
3,80 - 4,20 m Hanglehm: Ton, schwach schluffig, leicht steinig, hellgrau, steif

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 24.07.2024

Einzelproben entnommen 0,3 m - 4,2 m → MP-4 (Zuordnungswerte VwV Boden)

Bodenprobe entnommen 2,0 m - 2,5 m → Konsistenzgrenzen





Schichtenverzeichnis SG-2

Höhe Ansatzpunkt: ca. 462,20 m ü. NN

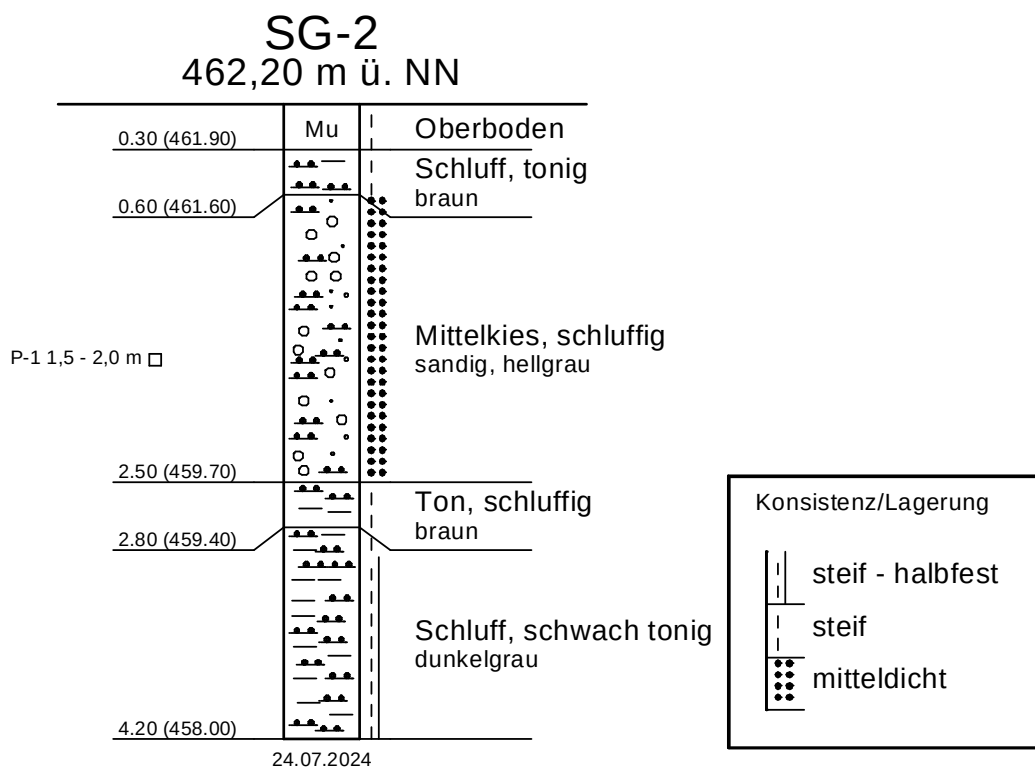
0,00 - 0,30 m	Oberboden (Wiese): Schluff, schwach tonig, braun, steif
0,30 - 0,60 m	Auelehm: Schluff, tonig, braun, steif
0,60 - 2,50 m	Talablagerungen: Mittelkies mit Korngerüst, sandig, schluffig, hellgrau, mitteldicht
2,50 - 2,80 m	Schwemmlehm: Ton, schluffig, braun, steif
2,80 - 4,20 m	Verwitterungslehm: Schluff, schwach tonig, dunkelgrau
2,80 - 3,00 m:	steif
3,00 - 4,20 m:	steif bis halbfest

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 24.07.2024

Bodenprobe entnommen 2,8 m - 4,2 m → P-5 (Zuordnungswerte VwV Boden)

Bodenprobe P-2 entnommen 1,5 m - 2,0 m → Kornsummenkurve





Schichtenverzeichnis SG-3

Höhe Ansatzpunkt: ca. 464,00 m ü. NN

0,00 - 0,30 m Oberboden (Acker): Schluff, schwach tonig, braun, steif

0,30 - 1,00 m Auelehm: Schluff, tonig, braun, steif

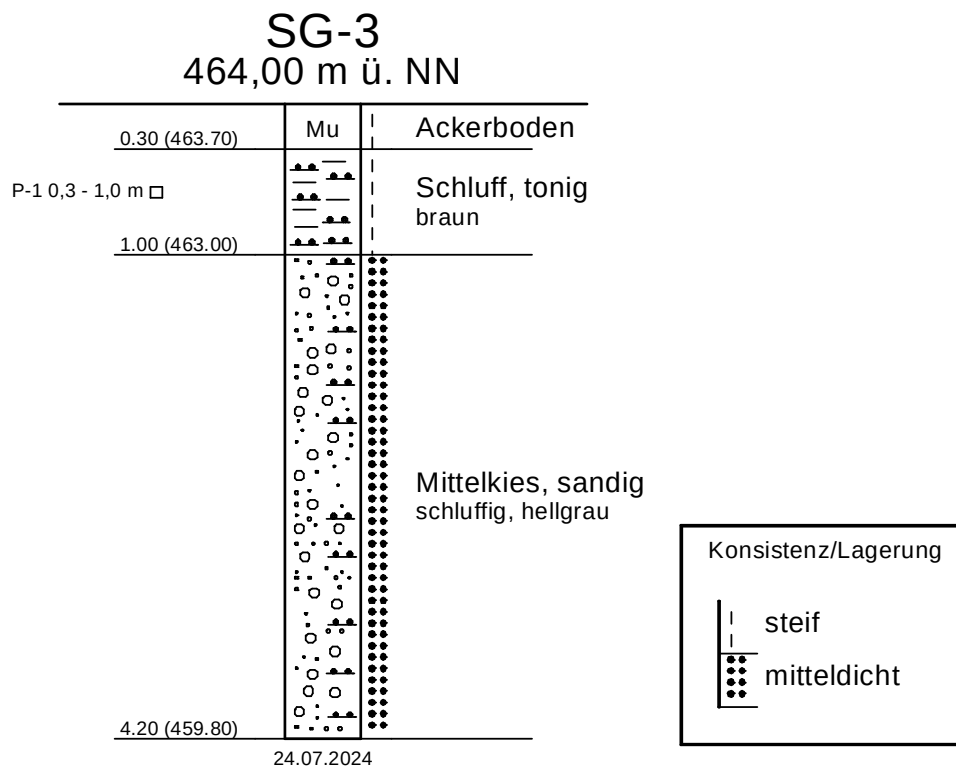
1,00 - 4,20 m Talablagerungen: Mittelkies und vereinzelt Grobkies mit Korngerüst,
sandig, schluffig, hellgrau, mitteldicht

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 24.07.2024

Einzelproben entnommen 0,3 m - 4,2 m → MP-3 (Zuordnungswerte VwV Boden)

Bodenprobe entnommen 0,3 m - 1,0 m → Konsistenzgrenzen





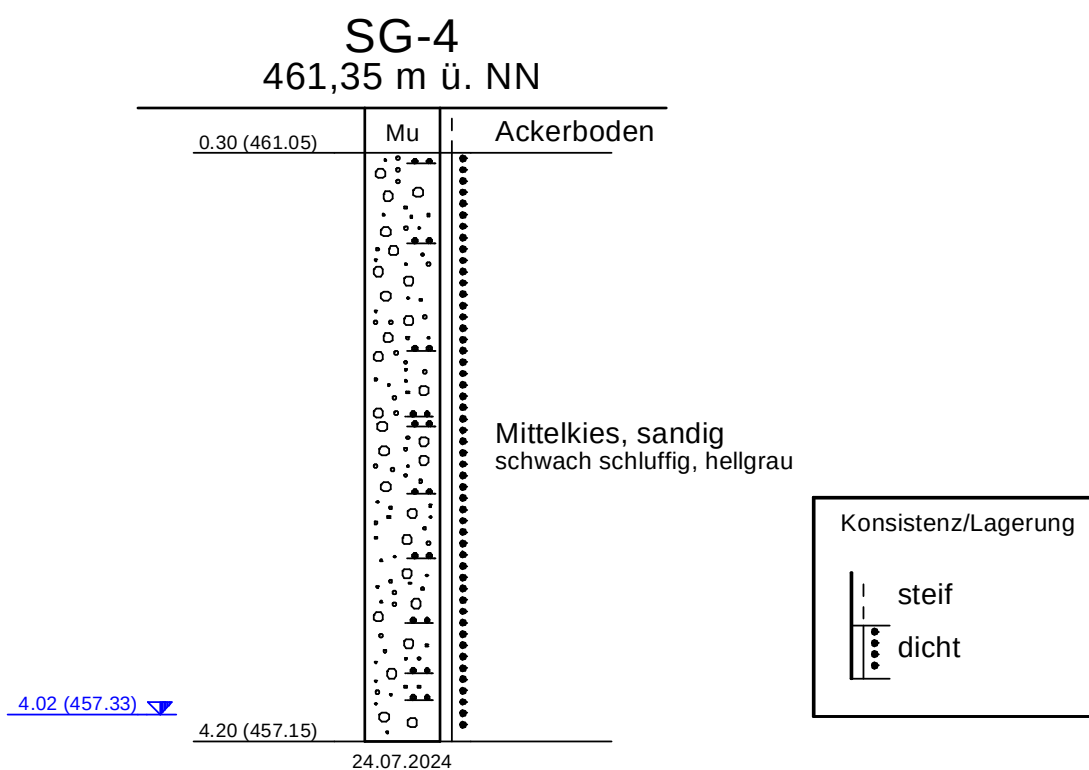
Höhe Ansatzpunkt: ca. 461,35 m ü. NN

0,00 - 0,30 m Oberboden (Acker): Schluff, schwach tonig, braun, steif

0,30 - 4,20 m	Talablagerungen: Mittelkies und vereinzelt Grobkies mit Korngerüst, sandig, schwach schluffig, hellgrau, mitteldicht bis dicht
---------------	--

Grundwasser eingemessen bei 4,02 m u. GOK (ca. 457,33 m ü. NN)

Datum: 24.07.2024





Schichtenverzeichnis SG-5

Höhe Ansatzpunkt: ca. 456,75 m ü. NN

0,00 - 0,20 m Oberboden (Acker): Schluff, tonig, braun, steif

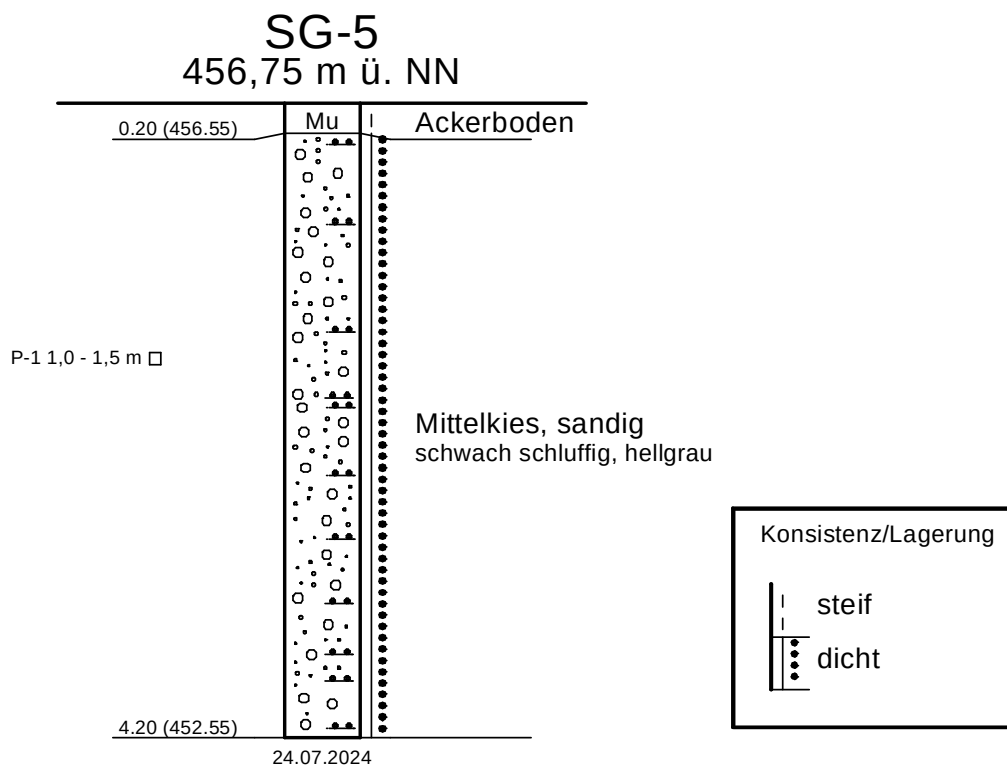
0,20 - 4,20 m Talablagerungen: Mittelkies und vereinzelt Grobkies mit Korngerüst,
sandig, schwach schluffig, hellgrau, mitteldicht bis dicht

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 24.07.2024

Einzelproben entnommen 0,3 m - 4,2 m → MP-2 (Zuordnungswerte VwV Boden)

Bodenprobe P-1 entnommen 1,0 m - 1,5 m → Kornsummenkurve





Schichtenverzeichnis SG-6

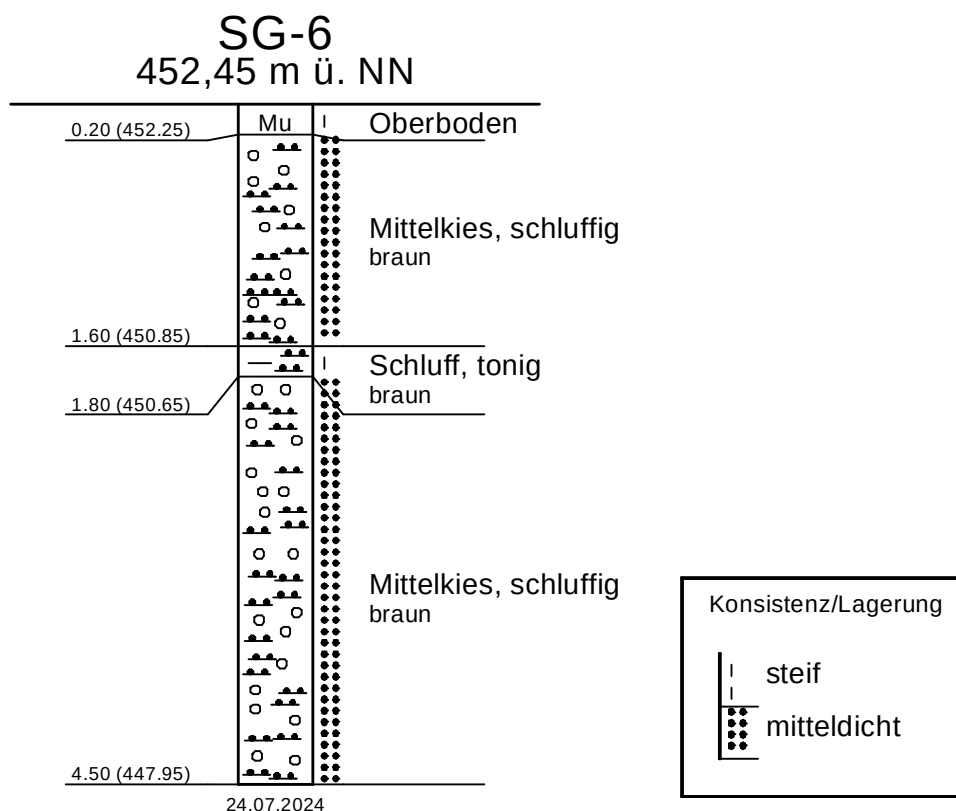
Höhe Ansatzpunkt: ca. 452,45 m ü. NN

0,00 - 0,20 m Oberboden (Wiese): Schluff, schwach tonig, braun, steif
0,20 - 1,60 m Talablagerungen: Mittelkies mit Korngerüst, schluffig, braun, mitteldicht
1,60 - 1,80 m Schwemmlehm: Schluff, tonig, braun, steif
1,80 - 4,50 m Talablagerungen: Mittelkies mit Korngerüst, schluffig, braun, mitteldicht

Kein Grund-/Sickerwasser angetroffen

Datum: 24.07.2024

Einzelproben entnommen 0,3 m - 4,5 m → MP-1 (Zuordnungswerte VwV Boden)





Anlage 3-1

Laborberichte der chemischen Untersuchungen Boden



SGS Analytics Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736 Fellbach

TerraConcept Consult GmbH
Herr Althaus
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 821-56995-0
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 4

Datum: 08.08.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0068104/01-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0068104
Ihr Auftrag: vom 01.08.2024
Projekt: Unter den Wegen, Pfullingen
Eingangsdatum: 01.08.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 24.08.2024
Prüfzeitraum: 01.08.2024 - 08.08.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 08.08.2024 um 10:13 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung:
MP-1 (SG-6)

Probe Nr.:

UST-24-0068104-01

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-	DIN 19747:2009-07

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	87,4	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17380:2013-10 (F)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	DIN ISO 11466:1997-06
Arsen	mg/kg TS	30	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	mg/kg TS	13	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	93	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	mg/kg TS	13	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	mg/kg TS	37	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	432	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 10 l/kg)	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,1	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	82	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	1,7	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (F)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	µg/l	2,6	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	µg/l	<0,03	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	1,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe



Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DIN 19747:2009

Anlage zu Auftrags-Nr. UST-24-0068104

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : TerraConcept Consult GmbH	Probenahmedatum : 24.08.2024
Probenehmer : Auftraggeber	
Probenart : Boden	Konsistenz : Feststoff
Probengefäß : Eimer	Probenvolumen : 5 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : ☒ nein : ☐ inwiefern :	

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UST-24-0068104-01	Probenbezeichnung : SG-6MP-1		
Probeneingangsdatum : 01.08.2024	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : ☒ ja : ☐	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Homogenisieren/Zerkleinern : nein : ☐ ja : ☒	Lufttrocknung : nein : ☐ ja : ☒		
Siebung : nein : ☒ ja : ☐	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : ☒	Siebrückstand : ☐	Siebdurchgang : ☐	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : ☒	fraktionierte Teilung : ☐	Riffelteller : ☐
	Rotationsteller : ☐	cross-rifling : ☐	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : ☐ ja : ☒	Probenmenge : ca.6000 g	

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : ☒	Gefriertrocknung : ☐
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : ☒	chemische Trocknung : ☐
untersuchungsspezifische	Mahlen : ☒	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : ☐	Endfeinheit : µm

Das Probevorbereitungsprotokoll wurde am 01.08.2024 um 14:33 Uhr durch Mohammad Abo Arab elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



SGS Analytics Germany GmbH · Höhenstraße 24 · 70736 Fellbach

TerraConcept Consult GmbH
Herr Althaus
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 821-56995-0
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 4

Datum: 08.08.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0068104/02-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0068104
Ihr Auftrag: vom 01.08.2024
Projekt: Unter den Wegen, Pfullingen
Eingangsdatum: 01.08.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 24.08.2024
Prüfzeitraum: 01.08.2024 - 08.08.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 08.08.2024 um 10:13 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung: **MP-2 (SG-5)**
Probe Nr.: UST-24-0068104-02

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-	DIN 19747:2009-07

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	96,2	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17380:2013-10 (F)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	DIN ISO 11466:1997-06
Arsen	mg/kg TS	11	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	mg/kg TS	6,0	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	17	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	mg/kg TS	10	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	mg/kg TS	24	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	80	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 10 l/kg)	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,5	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	58	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (F)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	µg/l	<0,03	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	1,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe



Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DIN 19747:2009

Anlage zu Auftrags-Nr. UST-24-0068104

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : TerraConcept Consult GmbH	Probenahmedatum : 24.08.2024
Probenehmer : Auftraggeber	
Probenart : Boden	Konsistenz : Feststoff
Probengefäß : Eimer	Probenvolumen : 5 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : ☒ nein : ☐ inwiefern :	

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UST-24-0068104-02	Probenbezeichnung : SG-5 MP-2		
Probeneingangsdatum : 01.08.2024	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : ☒ ja : ☐	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Homogenisieren/Zerkleinern : nein : ☐ ja : ☒	Lufttrocknung : nein : ☐ ja : ☒		
Siebung : nein : ☒ ja : ☐	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : ☒	Siebrückstand : ☐	Siebdurchgang : ☐	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : ☒	fraktionierte Teilung : ☐	Riffelteller : ☐
	Rotationsteller : ☐	cross-rifling : ☐	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : ☐ ja : ☒	Probenmenge : ca.6000 g	

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : ☒	Gefriertrocknung : ☐
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : ☒	chemische Trocknung : ☐
untersuchungsspezifische	Mahlen : ☒	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : ☐	Endfeinheit : µm

Das Probenvorbereitungsprotokoll wurde am 01.08.2024 um 14:33 Uhr durch Mohammad Abo Arab elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SGS Analytics Germany GmbH · Höhenstraße 24 · 70736 Fellbach

TerraConcept Consult GmbH
Herr Althaus
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 821-56995-0
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 4

Datum: 08.08.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0068104/03-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0068104
Ihr Auftrag: vom 01.08.2024
Projekt: Unter den Wegen, Pfullingen
Eingangsdatum: 01.08.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 24.08.2024
Prüfzeitraum: 01.08.2024 - 08.08.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 08.08.2024 um 10:13 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung:
MP-3 (SG-3)

Probe Nr.:

UST-24-0068104-03

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-	DIN 19747:2009-07

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	91,0	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17380:2013-10 (F)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	DIN ISO 11466:1997-06
Arsen	mg/kg TS	11	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	mg/kg TS	7,1	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	24	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	mg/kg TS	9,8	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	mg/kg TS	24	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	70	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 10 l/kg)	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	7,9	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	74	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (F)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	µg/l	<0,03	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	1,5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe



Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DIN 19747:2009

Anlage zu Auftrags-Nr. UST-24-0068104

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : TerraConcept Consult GmbH	Probenahmedatum : 24.08.2024
Probenehmer : Auftraggeber	
Probenart : Boden	Konsistenz : Feststoff
Probengefäß : Eimer	Probenvolumen : 5 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : ☒ nein : ☐ inwiefern :	

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UST-24-0068104-03	Probenbezeichnung : SG-3 MP-3		
Probeneingangsdatum : 01.08.2024	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : ☒ ja : ☐	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Homogenisieren/Zerkleinern : nein : ☐ ja : ☒	Lufttrocknung : nein : ☐ ja : ☒		
Siebung : nein : ☒ ja : ☐	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : ☒	Siebrückstand : ☐	Siebdurchgang : ☐	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : ☒	fraktionierte Teilung : ☐	Riffelteller : ☐
	Rotationsteller : ☐	cross-rifling : ☐	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : ☐ ja : ☒	Probenmenge : ca.6000 g	

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : ☒	Gefriertrocknung : ☐
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : ☒	chemische Trocknung : ☐
untersuchungsspezifische	Mahlen : ☒	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : ☐	Endfeinheit : µm

Das Probenvorbereitungsprotokoll wurde am 01.08.2024 um 14:33 Uhr durch Mohammad Abo Arab elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SGS Analytics Germany GmbH · Höhenstraße 24 · 70736 Fellbach

TerraConcept Consult GmbH
Herr Althaus
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 821-56995-0
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 4

Datum: 08.08.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0068104/04-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0068104
Ihr Auftrag: vom 01.08.2024
Projekt: Unter den Wegen, Pfullingen
Eingangsdatum: 01.08.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 24.08.2024
Prüfzeitraum: 01.08.2024 - 08.08.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 08.08.2024 um 10:13 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung: **MP-4 (SG-1)**
Probe Nr.: UST-24-0068104-04

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-	DIN 19747:2009-07

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	83,8	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17380:2013-10 (F)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	DIN ISO 11466:1997-06
Arsen	mg/kg TS	3,2	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	mg/kg TS	8,8	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	28	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	mg/kg TS	8,1	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	mg/kg TS	26	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	61	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 10 l/kg)	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	8,0	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	88	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	50	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (F)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	µg/l	<0,03	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	1,8	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe



Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DIN 19747:2009

Anlage zu Auftrags-Nr. UST-24-0068104

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : TerraConcept Consult GmbH	Probenahmedatum : 24.08.2024
Probenehmer : Auftraggeber	
Probenart : Boden	Konsistenz : Feststoff
Probengefäß : Eimer	Probenvolumen : 5 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : ☒ nein : ☐ inwiefern :	

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UST-24-0068104-04	Probenbezeichnung : SG-1 MP-4		
Probeneingangsdatum : 01.08.2024	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : ☒ ja : ☐	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Homogenisieren/Zerkleinern : nein : ☐ ja : ☒	Lufttrocknung : nein : ☐ ja : ☒		
Siebung : nein : ☒ ja : ☐	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : ☒	Siebrückstand : ☐	Siebdurchgang : ☐	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : ☒	fraktionierte Teilung : ☐	Riffelteller : ☐
	Rotationsteller : ☐	cross-rifling : ☐	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : ☐ ja : ☒	Probenmenge : ca.6000 g	

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : ☒	Gefriertrocknung : ☐
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : ☒	chemische Trocknung : ☐
untersuchungsspezifische	Mahlen : ☒	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : ☐	Endfeinheit : µm

Das Probevorbereitungsprotokoll wurde am 01.08.2024 um 14:33 Uhr durch Mohammad Abo Arab elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



SGS Analytics Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736 Fellbach

TerraConcept Consult GmbH
Herr Althaus
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen

Standort Fellbach

Telefon: +49 821-56995-0
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 4

Datum: 08.08.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0068104/05-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0068104
Ihr Auftrag: vom 01.08.2024
Projekt: Unter den Wegen, Pfullingen
Eingangsdatum: 01.08.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 24.08.2024
Prüfzeitraum: 01.08.2024 - 08.08.2024
Probenart: Boden



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 08.08.2024 um 10:13 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung:
P-5 (SG-2)

Probe Nr.:

UST-24-0068104-05

Probenvorbereitung

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Probenvorbereitung	--	-	DIN 19747:2009-07

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	89,6	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 17380:2013-10 (F)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17:2017-01 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (F)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN EN ISO 22155:2016-07
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 22155:2016-07

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287:2006-05 (F)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287:2006-05 (F)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308:2016-12 (F)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308:2016-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	--	DIN ISO 11466:1997-06
Arsen	mg/kg TS	6,2	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Blei	mg/kg TS	9,9	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	14	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Kupfer	mg/kg TS	13	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Nickel	mg/kg TS	27	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	mg/kg TS	63	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat (Wasser/Feststoff = 10 l/kg)	--	Filtrat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	--	6,4	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	236	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	mg/l	0,9	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	3,3	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (F)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (F)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	µg/l	<0,03	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	µg/l	9,5	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(F) - Fremdvergabe



Probenvorbereitungsprotokoll gemäß DIN 19747:2009

Anlage zu Auftrags-Nr. UST-24-0068104

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe):

Auftraggeber : TerraConcept Consult GmbH	Probenahmedatum : 24.08.2024
Probenehmer : Auftraggeber	
Probenart : Boden	Konsistenz : Feststoff
Probengefäß : Eimer	Probenvolumen : 5 L
Ordnungsgemäße Anlieferung : ja : ☒ nein : ☐ inwiefern :	

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe):

Probennummer : UST-24-0068104-05	Probenbezeichnung : SG-2 P-5		
Probeneingangsdatum : 01.08.2024	Probenahmeprotokoll :		
Sortierung : nein : ☒ ja : ☐	Metall : g	Holz : g	
	Kunststoff : g	sonstiges : g	
Homogenisieren/Zerkleinern : nein : ☐ ja : ☒	Lufttrocknung : nein : ☐ ja : ☒		
Siebung : nein : ☒ ja : ☐	Siebschnitt : < mm		
Analyse : Gesamtfraktion : ☒	Siebrückstand : ☐	Siebdurchgang : ☐	
Teilung/Homogenisierung :	Kegeln und Vierteln : ☒	fraktionierte Teilung : ☐	Riffelteller : ☐
	Rotationsteller : ☐	cross-rifling : ☐	
Anzahl der Prüfproben : 1	Rückstellprobe : nein : ☐ ja : ☒	Probenmenge : ca.6000 g	

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) :

untersuchungsspezifische	Trocknung 105 ° C : ☒	Gefriertrocknung : ☐
Trocknung der Prüfproben :	Lufttrocknung : ☒	chemische Trocknung : ☐
untersuchungsspezifische	Mahlen : ☒	Endfeinheit : 200 µm
Feinzerkleinerung der Prüfproben :	Schneiden : ☐	Endfeinheit : µm

Das Probenvorbereitungsprotokoll wurde am 01.08.2024 um 14:33 Uhr durch Mohammad Abo Arab elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe



Entnehmende Stelle
TerraConcept Consult GmbH
Klosterstrasse 34
72793 Pfullingen
Telefon (0 71 21) 49 36 65
Telefax (0 71 21) 49 36 67

Zweck der Probenahme

*Declarationsanalytik
UVV*

1. Probenahmestelle: *Unter den Wegen II, Pfullingen*
(Bezeichnung, Nr. im Lageplan)

2. Lage: TK _____ Rechts

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Hoch

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Zeitpunkt der Probenahme Datum/Uhrzeit *24.07.2024, 8⁰⁰-14.00*

4. Art der Probe (Boden/Schlacke/gem. Teil II) *Boden und Steine*

5. Entnahmegerät *Bagger, Schaufel, separierendes Schaufeln*

6. Art der Probenahme Einzelprobe ☐
Mischprobe ☒

6. a) bei Mischproben: Zahl der Einzelproben *3*

7. Entnahmedaten: *SG-6 SG-5 SG-3 SG-1 SG-2*

Probenbezeichnung/-nummer	<i>MP-1</i>	<i>MP-2</i>	<i>MP-3</i>	<i>MP-4</i>	<i>P-5</i>
Entnahmetiefe	<i>-0,30-4,20</i>	<i>0,30-4,20</i>	<i>0,30-4,20</i>	<i>0,30-4,20</i>	<i>2,80-4,20</i>
Farbe	<i>hellgrün</i>	<i>hellgrün</i>	<i>hellgrün</i>	<i>hellgrün</i>	<i>hellgrün</i>
Geruch	<i>ohne</i>	<i>ohne</i>	<i>ohne</i>	<i>ohne</i>	<i>ohne</i>
Probenmenge	<i>10 l</i>	<i>10 l</i>	<i>10 l</i>	<i>10 l</i>	<i>10 l</i>
Probenbehälter	<i>PE - Gimet</i>				
Probenkonservierung					

8. Bemerkungen/Begleitinformationen _____

☐ Fortsetzung siehe Rückseite

Pfullingen
Ort

G. Bloberg
Probenehmer/Fahrer



Anlage 3-2

Laborberichte der chemischen Untersuchungen Asphalt



SGS Analytics Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736 Fellbach

TerraConcept Consult GmbH
Herr Althaus
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen

Standort Fellbach

Durchwahl: +49 821-56995-0
Telefax: +49 711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 4

Datum: 08.08.2024

Prüfbericht Nr.: UST-24-0068104/06-1

Auftrag-Nr.: UST-24-0068104
Ihr Auftrag: vom 01.08.2024
Projekt: Unter den Wegen, Pfullingen
Probenahme: 24.08.2024
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 01.08.2024
Prüfzeitraum: 01.08.2024 - 08.08.2024
Probenart: Asphalt



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14004-01-01
D-PL-14004-01-02
D-PL-14004-01-03
D-PL-14004-01-04
D-PL-14004-01-05



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	UST-24-0068104-06	UST-24-0068104-07	UST-24-0068104-08
Bezeichnung:	P-1 (0-8 cm)	P-2 (0-7 cm)	P-3 (0-10 cm)

Original

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg	<0,05	<0,05	0,15
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	<0,05	0,71
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	<0,05	0,24
Fluoren	mg/kg	<0,05	<0,05	0,52
Phenanthren	mg/kg	0,3	0,16	3,4
Anthracen	mg/kg	0,051	<0,05	1,2
Fluoranthren	mg/kg	0,24	0,12	6,1
Pyren	mg/kg	0,24	0,15	5,6
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,097	0,061	2,3
Chrysen	mg/kg	0,17	0,14	2
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,11	0,11	1,8
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	<0,05	0,9
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,089	0,12	1,8
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	<0,05	0,31
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,12	0,27	1,2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,078	1,1
Summe PAK EPA	mg/kg	1,4	1,2	29

Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:	UST-24-0068104-09	UST-24-0068104-10	UST-24-0068104-11
Bezeichnung:	P-4 (0-7 cm)	P-5 (0-6 cm)	P-6 (0-7 cm)

Original

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg	0,12	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg	0,069	0,061	0,053
Acenaphthen	mg/kg	0,065	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg	0,093	0,054	0,066
Phenanthren	mg/kg	0,36	0,17	0,24
Anthracen	mg/kg	0,11	0,059	0,075
Fluoranthren	mg/kg	0,42	0,2	0,28
Pyren	mg/kg	0,43	0,25	0,28
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,16	0,073	0,1
Chrysen	mg/kg	0,17	0,084	0,11
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,16	0,1	0,11
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,18	0,13	0,12
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,16	0,16	0,13
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	0,087	0,081	0,069
Summe PAK EPA	mg/kg	2,6	1,4	1,6

Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgs-group.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbeschränkung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 08.08.2024 um 10:26 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05
Benzo(ghi)perylene	DIN ISO 18287:2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05



TerraConcept Consult GmbH

Ingenieure, Umwelt- und Geowissenschaftler

Klosterstraße 34

72 793 Pfullingen

Tel.: 0 71 21 / 49 36 65

Fax: 0 71 21 / 49 36 67

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe



Entnehmende Stelle
TerraConcept Consult GmbH
Klosterstraße 34
72793 Pfullingen
Telefon (0 71 21) 49 36 65
Telefax (0 71 21) 49 36 67

Zweck der Probenahme

Analytische PAK

1. Probenahmestelle: Unter der Wege II, Pfullingen
(Bezeichnung, Nr. im Lageplan)

2. Lage: TK _____ Rechts

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Hoch

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Zeitpunkt der Probenahme Datum/Uhrzeit 26.7.24 11:00 - 14:00

4. Art der Probe (Boden/Schlacke/gem. Teil II) Asphalt

5. Entnahmegerät Verschleißgerät ϕ 10 cm

6. Art der Probenahme Einzelprobe ☒
Mischprobe ☐

6. a) bei Mischproben: Zahl der Einzelproben —

7. Entnahmedaten: 8 cm 7 cm 10 cm 7 cm 6 cm 4 cm

Probenbezeichnung/-nummer	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
Entnahmetiefe	0-8	0-7	0-10	0-7	0-6	0-7
Farbe	<u>Schwarz</u>					
Geruch	<u>Asphalt</u>					
Probenmenge						
Probenbehälter	<u>PB-Tüfen</u>					
Probenkonservierung						

8. Bemerkungen/Begleitinformationen _____

☐ Fortsetzung siehe Rückseite

Pfullingen
Ort

J. Klobas
Probennehmer/Fahrer



Anlage 4

Laborprotokolle der bodenphysikalischen und bodenmechanischen Laborversuche

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Unter den Wegen II, Pfullingen

Terra Concept Consult GmbH

Bearbeiter: Skrlec

Datum: 09.08.2024

Probenbezeichnung: P-1

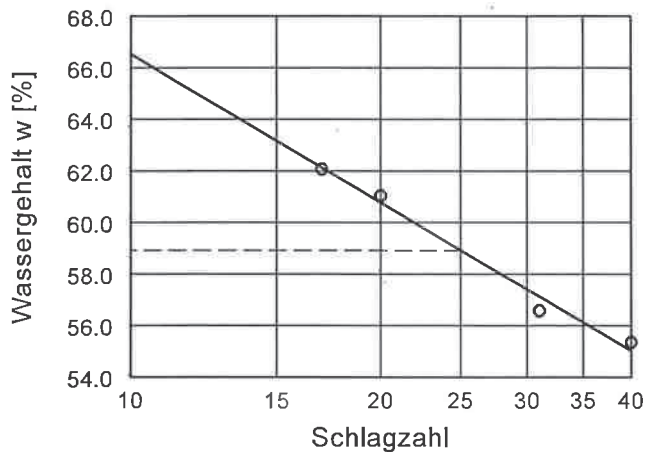
Entnahmestelle: SG-1

Entnahmetiefe: 2,00 - 2,50 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Lehm

Probe entnommen am: 29.07.2024



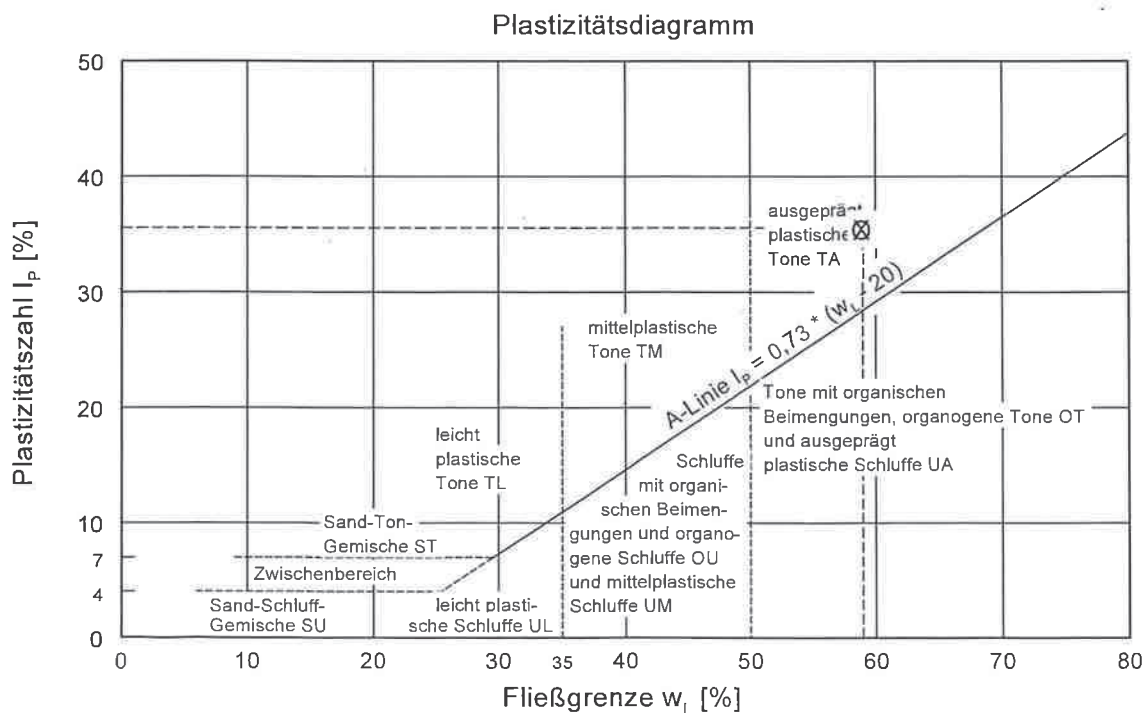
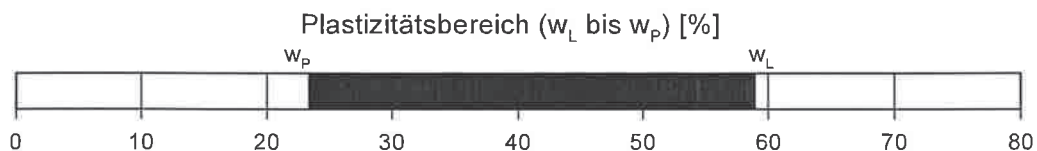
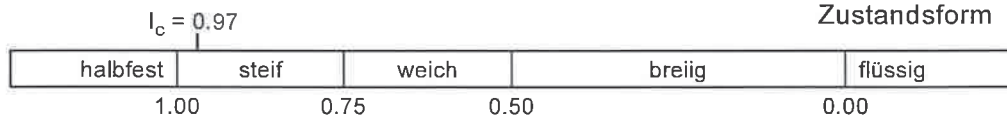
Wassergehalt $w = 24.4 \%$

Fließgrenze $w_L = 58.9 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 23.4 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 35.5 \%$

Konsistenzzahl $I_c = 0.97$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Unter den Wegen II, Pfullingen

Terra Concept Consult GmbH

Bearbeiter: Skrlec

Datum: 09.08.2024

Probenbezeichnung: P-1

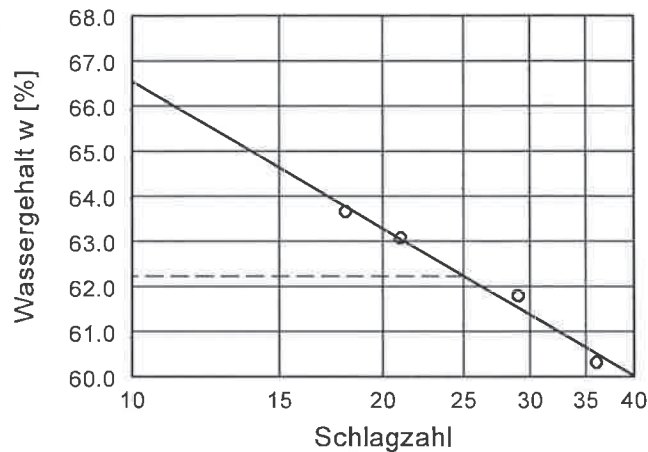
Entnahmestelle: SG-3

Entnahmetiefe: 0,30 - 1,00 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Lehm

Probe entnommen am: 29.07.2024



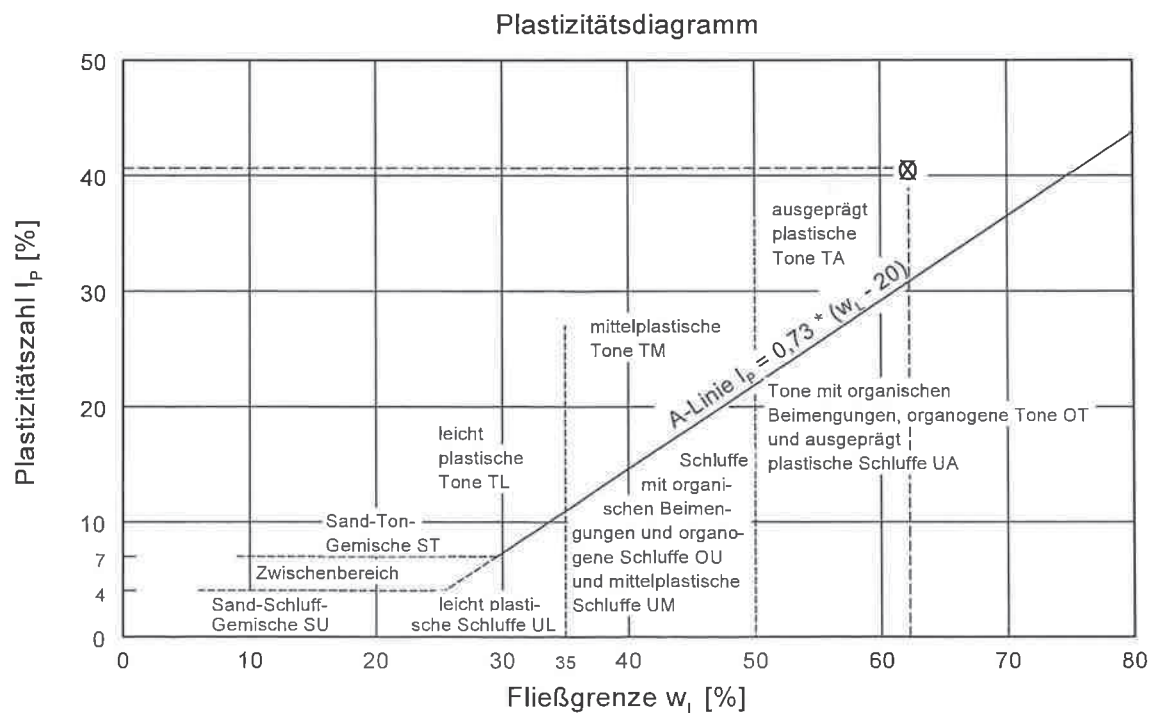
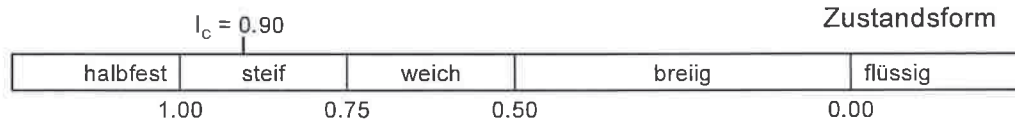
Wassergehalt $w = 25.4$ %

Fließgrenze $w_L = 62.2$ %

Ausrollgrenze $w_p = 21.6$ %

Plastizitätszahl $I_p = 40.6$ %

Konsistenzzahl $I_c = 0.90$



[illegible]

ihb GmbH & Co. KG Albrechtstraße 29 72072 Tübingen Tel.: 07071/78780							Körnungslinie Unter den Wegen II, Pfullingen Terra Concept Consult GmbH							Probenbezeichnung: P-1/ <i>SG5</i> Probe entnommen am: 29.07.2024 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Siebung nach "nassem" Abtrennen																																																																																																																																																																																																																	
Bearbeiter: Skrlac							Datum: 09.06.2024																																																																																																																																																																																																																								
Schlammkorn														Siebkorn																																																																																																																																																																																																																	
Feinstes							Fein-							Mittel-							Grob-							Steine																																																																																																																																																																																																			
Schluffkorn							Fein-							Mittel-							Grob-							Kieskorn							Mittel-							Grob-							Steine																																																																																																																																																																														
Massenanteile der Körner Δ in % der Gesamtmenge														Korndurchmesser d in mm																																																																																																																																																																																																																	
100														90														80														70														60														50														40														30														20														10														0																																																																																			
0.001														0.002														0.006														0.01														0.02														0.063														0.1														0.2														0.6														1														2														6														10														20														63														100													
Bezeichnung:							P-1							SG-5							Bemerkungen:							Projekt-Nr.: B 240301 Anlage:																																																																																																																																																																																																			
Entnahmestelle:																																																																																																																																																																																																																															
Bodenart:							G, u', ms', gs'																																																																																																																																																																																																																								
T/U/S/G [%]:							~ /9.5/14.8/75.7																																																																																																																																																																																																																								
nach DIN 18196:							GU																																																																																																																																																																																																																								



Anlage 5

Fotodokumentation Schürfgruben



Schürfgrube SG-1





Schürfgrube SG-2





Schürfgrube SG-3





Schürfgrube SG-4





Schürfgrube SG-5





Schürfgrube SG-6





Anlage 6

**Datenblatt Informationssystem
Oberflächennahe Geothermie (ISONG)**

Allgemeine Hinweise

Die folgenden Hinweise sind automatisch generiert und ungeprüft. Sie dienen der Information des Bauherren bzw. gegebenenfalls dessen Planungsbüros und der Bohrfirma. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass neben den aufgeführten auch bisher nicht bekannte Bohrrisiken im Zusammenhang mit dem Bau von Erdwärmesonden auftreten. Die aufgeführten Risiken und Schwierigkeiten sind bei Einhaltung der Auflagenempfehlungen, Beachtung der "Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (<http://www.um.baden-wuerttemberg.de>) und bei Ausführung der Bohrarbeiten nach dem Stand der Technik grundsätzlich beherrschbar.

Die Hinweise können eine sorgfältige Planung von Einzelvorhaben nicht ersetzen. Weitere Hinweise zum Bau von Erdwärmesonden sind im "Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden", 4. Auflage 2005 des UM zu finden (http://www.lgrb-bw.de/download_pool/Leitfaden_-_Nutzung_von_Erdwaerme.pdf). Das RPF/LGRB ist bestrebt, dieses Informationssystem fortlaufend zu aktualisieren. Hierbei ist es auf Ihre Mithilfe angewiesen. Deshalb sind die Ergebnisse einer Erdwärmesondenbohrung (Bohrprofil, Grundwasserstand) an das RP Freiburg, Abt. 9, LGRB, Albertstr. 5, 79104 Freiburg zu schicken.

I Lage der geplanten Bohrung(en) hinsichtlich Grundwassernutzungen

Der gewählte Bohrpunkt liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juni 2015, ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) AUSSERHALB von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch das zuständige Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises ist erforderlich.

II Prognostisches Bohrprofil:

Siehe Anhang.

III Schutzziele und standortbezogene Bohrrisiken

III.1 ☐ Schutz genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen

- ☐ Beschränkung der Bohrtiefe auf m

Erläuterungen:

Der Schutz tiefer genutzter/nutzbarer Grundwasservorkommen dient der langfristigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung.

- ☐ Beschränkung der Bohrtiefe auf m (Top Haßmersheim-Schichten + Sicherheitszuschlag) oder bei Betreuung der Bohrung(en) bis zum Top Haßmersheim-Schichten, der vor Ort durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) erkannt werden muss. Die Haßmersheim-Schichten dürfen nicht durchbohrt werden, solange nicht eine Beurteilung der lokalen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) nachweist, dass die hydraulische Trennwirkung der Haßmersheim-Schichten im Planungsbereich aufgehoben ist.

Erläuterungen:

Die Haßmersheim-Schichten können am gewählten Bohrpunkt aufgrund ihrer faziellen Ausprägung den Oberen Muschelkalk in unterschiedliche Grundwasserstockwerke unterteilen.

- ☐ Beschränkung der Bohrtiefe aufgrund des Vorkommens leichtlöslicher Gesteine (Salz) auf m

Erläuterungen:

Die Lösung von Salz kann im Umfeld von Bohrungen zu Auswirkungen auf das Gebirge und darüber liegende genutzte/nutzbare Grundwasservorkommen führen.

III.2 ☐ Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen möglicher Karsthohlräume und/oder größerer Spalten im Untergrund (siehe prognostisches Bohrprofil)

- ☐ Abbruch der Bohrung(en) bei deutlichem Spülungsverlust (mehr als 2 l/s) sowie beim Anbohren von Hohlräumen größer 2 m Tiefe

Erläuterungen:

Ein Abbruch der Bohrung(en) kann erforderlich werden, da die Gefahr besteht, dass das Bohrloch nicht mehr wirksam abgedichtet oder durch einen unzureichenden Gebirgsanschluss die Effizienz der Erdwärmesonde herabgesetzt werden kann. Liegt die Verkarstung weniger als 50 m unter Geländeoberfläche, sind bohrbedingte Verbrüche mit Setzungen an der Erdoberfläche nicht auszuschließen.

III.3 ☐ Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen sulfathaltigen Gesteins im Untergrund möglich (siehe prognostisches Bohrprofil)

- ☐ Abbruch der Bohrung(en) beim ersten Auftreten von Gips oder Anhydrit im Bohrgut (= Gips- bzw. Anhydritspiegel). Die fachtechnische Vor-Ort-Betreuung der Bohrung(en) durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) ist daher erforderlich. Wenn in sulfathaltiges Gestein gebohrt wurde, müssen die Bohrung(en) von der Endtiefe bis 1 m über die Oberkante des sulfathaltigen Gesteins dauerhaft abdichtet werden. Darüber können sie mit Erdwärmesonden ausgebaut werden.

Erläuterungen:

Beim Auftreten anhydrithaltiger Gesteine kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Funktionsfähigkeit der Erdwärmesonde(n) als Folge der Umwandlung von Anhydrit in Gips (Volumenzunahme) im Laufe der Zeit eingeschränkt wird bzw. verloren geht. In diesem Falle sind Geländehebungen durch Volumenzunahme bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips und hieraus resultierende Schäden, die auch über die unmittelbare Umgebung des Bohransatzpunktes hinaus reichen können, nicht auszuschließen. Die Tiefenlage des Gips-/Anhydritspiegels kann engräumig stark variieren bzw. die Sulfatgesteine können lokal vollständig ausgelaugt sein.

III.4 ☒ Zementangreifendes Grundwasser wegen sulfathaltigen Gesteins zu erwarten (siehe prognostisches Bohrprofil)

- ☒ Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand (nach DIN EN197-1) erforderlich

Erläuterungen:

Zementangreifende Wässer können eine aus herkömmlichem Zement hergestellte Abdichtung schädigen.

III.5 ☒ Gasaustritte während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sowie nach Sondeneinbau möglich

☐ Kohlendioxid

☒ Erdgas

- ☒ Die Möglichkeit des Auftretens von Gasen und Gefährdungen durch Gasaustritte sind vor Aufnahme der Bohrarbeiten ordnungsgemäß durch den Bohrunternehmer oder die von ihm mit der Gefährdungsbeurteilung Beauftragten zu ermitteln und zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sind Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen (z. B. Lüftung, gefahrlose Ableitung, Maßnahmen der Bohrlochbeherrschung, u.a., bei Erdgas auch Bohrlochverschlusseinrichtung und Explosionsschutz) vorzusehen und geeignete Arbeitsmittel bereitzustellen. Gegebenenfalls technisch nicht weiter zu vermindern Gasaustritte aus den fertig zementierten Bohrlöchern dürfen nicht zu Gefährdungen führen. Auf die zementangreifende Eigenschaft von freiem Kohlendioxid wird verwiesen.

Erläuterungen:

Bereits bei der Vorbereitung und Planung der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten bestehen gesetzlich (u. a. nach dem Arbeitsschutzgesetz) begründete Anforderungen, gegebenenfalls zu erwartende gefährliche Gaskonzentrationen zu vermeiden. Im späteren Betrieb der Sonde muss durch die technische Bauausführung der Anlage gewährleistet sein, dass schleichend austretende Gase (Migration) sich nicht in gefährlichen Konzentrationen ansammeln können; erforderlichenfalls sind sie gefahrlos ins Freie abzuführen.

III.6 ☐ Artesisch gespanntes Grundwasser möglich

- ☐ Beim Antreffen von artesisch gespanntem Grundwasser ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen, ob und wie eine Erdwärmesonde eingebaut werden kann oder ob das Bohrloch ohne Sondeneinbau dauerhaft abgedichtet werden muss.

Erläuterungen:

Beim Erbohren von artesisch gespanntem Grundwasser besteht die Gefahr unkontrollierter Austritte von Grundwasser an der Erdoberfläche. Außerdem kann es beim Anbohren von Artesern infolge Druckabbau und/oder Ausschwemmung von Feinmaterial aus dem Untergrund zu Setzungen im Umfeld der Bohrung(en) kommen.

IV Weitere Hinweise auf geotechnische Risiken:

Organische Böden: Sind organische Böden, z. B. Torf, verbreitet und werden diese durch die Bohrmaßnahme entwässert, kann dies zu Geländesetzungen führen.

Ölschiefer im Untergrund: Steht Ölschiefer der Posidonienschiefer-Formation (Unterjura) oberflächennah (< 20 m unter Gelände) an, neigt dieser bei Austrocknung (z. B. nach Überbauung, Drainage, Wärmeeintrag) zu teils erheblichen Baugrundhebungen in Folge von Gipskristallisation. Es ist daher sicherzustellen, dass weder die Bohrung(en) noch die Leitungsgräben der Erdwärmesonde(n) zu einer dauerhaften Veränderung des Bodenwasserhaushalts (Austrocknung) führen.

Rutschgefährdete Gebiete:

Befindet sich der Bohrplatz auf rutschanfälligem Untergrund, kann die Hangstabilität durch die Einrichtung des Bohrplatzes sowie durch die Bohrausführung, z. B. durch Bohrspülung, vermindert werden. Eine Beschädigung der Erdwärmesonde(n) durch Abscheren infolge von Kriechbewegungen ist nicht auszuschließen

V Gliederung des Untergrundes in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter

Die Gliederung des Untergrundes in Grundwasserleiter und -geringleiter ist dem prognostischen Bohrprofil im Anhang zu entnehmen. Die Kenntnis darüber dient dazu, schon bei der Planung die erforderlichen Maßnahmen vorzusehen, die beim Bau der Erdwärmesonde einen unkontrollierten artesischen oder einen stockwerksübergreifenden Grundwasserfluss ausschließen und eine dauerhaft dichte Ringraumhinterfüllung sicherstellen (siehe "Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft). Dies ist zum Schutz des Grundwassers, aber auch des Bauherrn notwendig und vermeidet spätere Schäden.

Aufgrund der regional unterschiedlichen Eigenschaften der Gesteine können einige Gesteine als Grundwasserleiter oder als Grundwassergeringleiter ausgebildet sein. Da auch die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen regional unterschiedlich sein kann, ist ihre Darstellung nur stark vereinfacht möglich. Bei Festgesteinsgrundwasserleitern nimmt sie in der Regel mit größerer Tiefe ab, bei tektonischer Beanspruchung oft zu und an Talhängen und in Tälern ist die Ergiebigkeit in der Regel erhöht.

Prognostisches Bohrprofil

Zementangreifendes Grundwasser im gesamten Profil zu erwarten.

Verzahnung von Ton und Schluff, sandig mit Sand, Kies, schluffig, tonig; Quartär q (Junge und Pleistozäne Flussablagerung)

Tonstein, Kalkstein; Mitteljura (Achdorf-Formation jmAC, früher Eichberg-Formation) [Restmächtigkeit]

Tonstein; Mitteljura (Opalinuston-Formation jmOPT)

Tonmergelstein, Tonstein, Mergelstein, Kalkstein; Unterjura (Jurensismergel-Formation juJ bis Obtususton-Formation juOT)

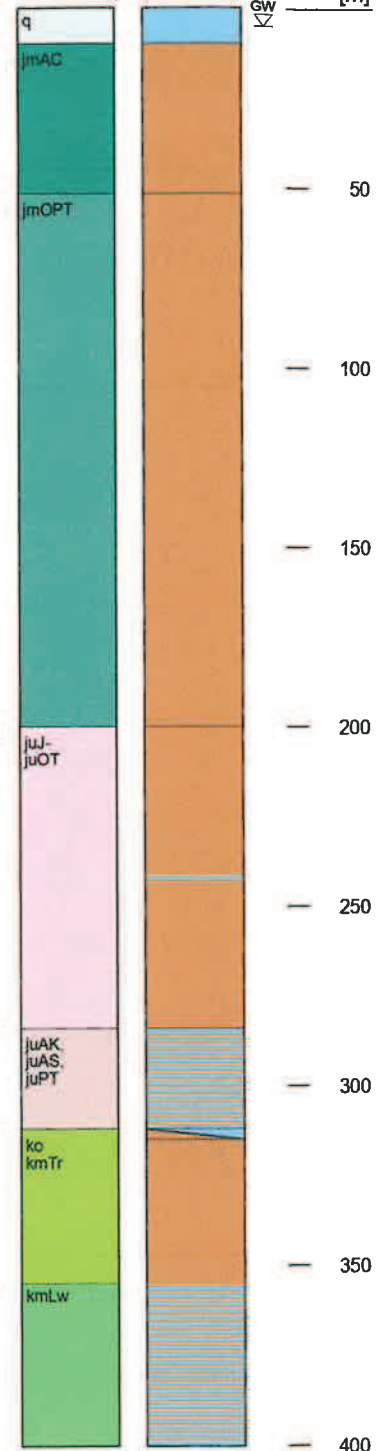
Kalkstein, Sandstein, Tonstein, Tonmergelstein; Unterjura (Arietenkalk-Formation juAK, Angulatusandstein-Formation juAS und Psilonotenton-Formation juPT)

Sandstein, Tonstein über Tonstein, Mergelstein, Kalkstein, Dolomitstein; Oberkeuper ko und Mittelkeuper (Trossingen-Formation kmTr, früher Knollenmergel-Formation)

Sandstein, Tonstein; Mittelkeuper (Löwenstein-Formation kmLw, früher Stubensandstein-Formation)

Bohransatzhöhe
454 [m NN]

Bohrtiefe
[m]



Gliederung in Grundwasserleiter und -geringleiter

- | | | |
|--|--|--|
|  Grundwassergeringleiter |  je nach Region Grundwassergeringleiter oder Grundwasserleiter |  Grundwassergeringleiter mit Grundwasser führenden Einschaltungen |
|  Grundwasserleiter (geringe bis mittlere potenzielle Ergiebigkeit) |  schichtig gegliederter Grundwasserleiter | ----- Grenze schematisch |
|  Grundwasserleiter (hohe potenzielle Ergiebigkeit) |  überwiegend Grundwassergeringleiter mit Grundwasser führenden Bänken | (1) unverwittert (2) verwittert |

100 m 5650 W 4650 W