

ANGEWANDTE GEOWISSENSCHAFTEN

BERATENDE INGENIEURE PartGmbH

STEFFEN POTTHOFF

GABRIEL BRÜTSCH

Angewandte Geowissenschaften Potthoff + Brütsch PartGmbH
72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

Vermögen und Bau Baden-Württemberg
Amt Tübingen
Schnarrenbergstraße 1

72076 Tübingen

Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

Mitglied der

INGEBW
Ingenieurkammer Baden-Württemberg
voranbringen – vernetzen – versorgen

09.09.2025

Az 25 041.1

BAUGRUNDGUTACHTEN

für die geplante Erweiterung der Erstaufnahmestelle

in der Wilhelm-Keil-Straße 46

in Tübingen

INHALT

Seite

1. Allgemeines und Aufgabenstellung.....	3
2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse	3
3. Durchgeführte Untersuchungen.....	4
4. Ergebnisse der Untersuchungen	5
4.1 Schichtaufbau des Untergrunds.....	5
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse.....	7
4.3 Hinweise zur Verwertung von Aushubmaterial.....	8
5. Tragfähigkeit des Untergrunds.....	9
6. Gründung	10
7. Bauwerk und Grundwasser	11
7.1 Schutz des Bauwerks gegen Grundwasser	12
7.2 Sicherheitsdränage.....	14
7.3 Maßnahmen zur Grundwasserumlaufigkeit.....	14
7.4 Weitere Hinweise.....	15
7.5 Wasserhaltung im Bauzustand	16
7.6 Wasserrechtliche Gesichtspunkte.....	16
8. Baugrubengestaltung und Befahrbarkeit.....	17
9. Fußbodenauflagerung	17
10. Verfüllung der Arbeitsräume	18
11. Boden- und Felsklassen für den Zustand beim Lösen	19
12. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	20
13. Schlussbemerkungen	21

ANLAGEN

Anlage 1:	Lageplan mit Aufschlusspunkten
Anlage 2.1:	Schichtprofile der Rammkernsondierungen (RKS 1-5)
Anlage 2.2:	Schichtprofile der Rammkernsondierungen (RKS 7-9 von 2015)
Anlagen 3.1 + 3.2:	Schematische Schnitte mit Homogenbereichen (Baugrundmodell)
Anlage 4:	Prüfberichte von Agrolab Labor GmbH, Bruckberg
Anlage 5:	Hochwasserrisikomanagement - Abfrage (LUBW)

1. Allgemeines und Aufgabenstellung

Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Tübingen plant die Erweiterung der Erstaufnahmestelle in der Wilhelm-Keil-Straße 46 in Tübingen.

Vom VBA, Tübingen wurde unser Büro mit Schreiben vom 14.08.2025 beauftragt, die Untergrundverhältnisse am Standort der geplanten Baumaßnahme mittels fünf Rammkernsondierungen zu erkunden und für die vorliegende Planung ein Baugrundgutachten (Geotechnischer Bericht nach DIN 4020) zu erstellen.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Bestandslageplan im Maßstab 1 : 1.000, gefertigt mit Datum 06.08.2018 vom Ingenieurbüro für Vermessungswesen Reiner Helle, Tübingen
- Lageplan mit Grundriss Neubau ohne weitere Angaben
- Lageplan, Grundrisse und Ansichten im Maßstab 1 : 500/200, gefertigt mit Datum 05.09.2025 vom Architektenbüro Michel + Wolf, Stuttgart

Anhand dieser Planunterlagen und der Ergebnisse der durchgeführten Baugrunderkundung entstand das vorliegende Gutachten.

Entsprechend DIN 1054: 2010-12 ist das Bauvorhaben aus geotechnischer Sicht in die Kategorie GK 2 einzustufen.

2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Das für den Neubau vorgesehene Grundstück liegt am Ende der Wilhelm-Keil-Straße in Tübingen. Auf dem Gelände befindet sich derzeit bereits eine Erstaufnahmestelle für Flüchtlinge, welche aus mehreren Gebäuden besteht. Im Süden des Geländes schließt eine Rasenfläche an.

Der natürliche Untergrund am geplanten Standort wird unter einem humosen **Oberboden** bzw. den Oberflächenbefestigungen und künstlichen **Auffüllungen** von den Talablagerungen des Neckars (**Auelehm** und **Neckarkiese**) aufgebaut.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung des Schichtaufbaus des Untergrunds wurden am 21.08.2025 fünf Rammkernsondierungen mit Tiefen von jeweils 5,0 m unter Gelände ausgeführt.

Im Jahr 2015 wurden bereits Rammkernsondierungen für die jetzige Erstaufnahmestelle von unserem Büro durchgeführt. Zur Beurteilung für die Erweiterung wurden die Sondierungen RKS 7 bis RKS 9 mit Endtiefen von 5,0 m unter Gelände mit herangezogen. Nach Abschluss der Geländearbeiten wurden die Sondierlöcher fachgerecht verfüllt.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist auf dem Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Die Einmessung der Rammkernsondierungen nach Lage und Höhe erfolgte durch unser Büro auf Grundlage des vorliegenden Höhenplans im Tübinger Höhensystem (m TüH). Im Bezug auf die 2015 ausgeführten Sondierungen wurden alle Höhen in m NN umgerechnet.

Der erschlossene Schichtaufbau des Untergrunds wurde durch uns geologisch und bodenmechanisch aufgenommen; die Schichtprofile der Sondierungen von 2025 sind auf der Anlage 2.1, die der Rammkernsondierungen aus dem Jahr 2015 auf der Anlage 2.2 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

Aus den Anlagen 3.1 und 3.2 ist das Baugrundmodell ersichtlich. Diese Schnitte wurden durch Interpolation zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten ermittelt. Abweichungen vom tatsächlichen Verlauf können somit nicht ausgeschlossen werden.

Aus den Sondierungen wurden repräsentative Bodenproben entnommen, aus denen zwei Mischproben gebildet wurden. Diese Mischproben wurden laboranalytisch durch Agrolab Labor GmbH, Bruckberg gemäß der Ersatzbaustoffverordnung (EBV¹) vom 09.07.2021 auf die Parameter Materialwerte für Boden/Baggergut, Anlage 1 Tabelle 3 (TOC 400) inkl. Elution DIN19529 untersucht. Die Analyseergebnisse sind aus den Prüfberichten der Anlage 4 ersichtlich.

In der Anlage 5 ist das Datenblatt der Hochwasserrisikomanagement - Abfrage beigelegt. Die dort genannten Höhenniveaus entsprechen m NHN-Angaben.

¹ Ersatzbaustoffverordnung – EBV: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke vom 09.07.2021, zuletzt geändert am 13.07.2023, in Kraft getreten am 01.08.2023

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtaufbau des Untergrunds

Unter einem humosen **Oberboden** in RKS 1, RKS 3, RKS 5 sowie RKS 7 bis RKS 9 bzw. unter der Oberflächenbefestigung (Asphalt bzw. Pflaster mit Schottertragschicht bzw. Splittunterbau) in RKS 2 und RKS 4 wurden künstliche **Auffüllungen** angetroffen. Diese bestanden aus tonigem, sandigem, kiesigem Schluff von überwiegend steifer Konsistenz und aus schwach schluffigem, sandigem Kies. Es waren Ziegel-, Sandstein- und Kalksteinstücke eingelagert.

Darunter bzw. in den übrigen Sondierungen direkt unter dem Oberboden folgten die Talablagerungen des Neckars. Diese bestanden im oberen Teil aus **Auelehm**. Dieser setzte sich aus schwach tonigem bis tonigem, schwach sandigem bis stark sandigem, z.T. schwach kiesigem Schluff zusammen. Die Konsistenz des Auelehms war steif bis halbfest. Folgende Tabelle fasst die Obergrenze dieser Schicht zusammen.

Tabelle 1:

Aufschluss Nr.	Obergrenze Auelehm	
	in m unter Gelände	in m NN
RKS 1	0,3	321,8
RKS 2	1,5	320,6
RKS 3	0,6	321,5
RKS 4	0,7	321,3
RKS 5	0,5	321,6
RKS 7 (2015)	0,2	322,1
RKS 8 (2015)	0,2	322,1
RKS 9 (2015)	0,2	321,9

Der Auelehm ging in den nachfolgend in Tabelle 2 zusammengestellten Tiefen in die **Neckarkiese** über. Diese bestanden überwiegend aus sandigem bis schwach schluffigem, stark sandigem Kies. Örtlich wurden in den Neckarkiesen Sandlagen sowie organische, weiche bis breiige Schlufflagen bzw. -linsen erschlossen.

Tabelle 2:

Aufschluss Nr.	Obergrenze Neckarkiese	
	in m unter Gelände	in m NN
RKS 1	2,4	319,7
RKS 2	2,0	320,1
RKS 3	1,9	320,2
RKS 4	2,2	319,8
RKS 5	2,5	319,6
RKS 7 (2015)	1,5	320,8
RKS 8 (2015)	1,8	320,5
RKS 9 (2015)	0,4	321,7

Aus dem Baugrundmodell der Anlagen 3.1 und 3.2 gehen die Homogenbereiche im untersuchten Bereich hervor. Es wurden folgende Homogenbereiche erschlossen:

- A: künstliche Auffüllungen
- B: Auelehm
- C: Neckarkiese

Nach Ergebnissen von Laborversuchen an vergleichbaren Böden sind die angetroffenen Böden in die folgenden Bodengruppen nach DIN 18 196 einzustufen.

Tabelle 3:

Schichtkomplex/Homogenbereich	Bodengruppen nach DIN 18 196
künstliche Auffüllungen	TL, TM, GU, GÜ
Auelehm	TL, TM
Neckarkiese	GU, GÜ

Anmerkungen zu den Bodengruppen nach DIN 18 196

bindige Böden:

- TL = leicht plastische Tone (Fließgrenze $w_L < 35$ Gew.-%)
- TM = mittelpastische Tone (Fließgrenze w_L 35 bis 50 Gew.-%)

nichtbindige Böden:

- GU = Kies-Schluff-Gemische mit einem Anteil der Kornfraktion < 0,06 mm von 5 - 15 Gew.-%, Feinkornanteil vorwiegend schluffig
GÜ = Kies-Schluff-Gemische mit einem Anteil der Kornfraktion < 0,06 mm von 15 - 40 Gew.-%, Feinkornanteil vorwiegend schluffig

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten wurden in den Sondierungen Grundwasserzutritte festgestellt. Nach dem Beenden der Sondierarbeiten wurden die in Tabelle 4 zusammengestellten Grundwasserstände gemessen werden.

Tabelle 4:

Aufschluss-Nr.	Grundwasserstände	
	m u. Gel.	m NN
RKS 1	4,0	318,1
RKS 2	4,5	317,6
RKS 3	3,2*	318,9
RKS 4	4,5*	317,5
RKS 5	3,9	318,2
RKS 7 (2015)	2,8	319,5
RKS 8 (2015)	3,8	318,5
RKS 9 (2015)	3,7	318,4

* Grundwasserzutritt

Die festgestellten Grundwasserzutritte sowie die gemessenen Grundwasserstände wurden in die Schichtprofile der Anlagen 2.1 und 2.2 sowie 3.1 und 3.2 eingetragen.

Das Grundwasser zirkuliert in den Neckarkiesen. Die Höhenlage des Grundwasserspiegels unterliegt erfahrungsgemäß jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist uns nicht bekannt; er könnte nur anhand langfristiger Pegelmessungen ermittelt werden. Bei Hochwasserführung des Neckars und des Mühlbachs kann das Grundwasser deutlich ansteigen.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Neckarkiese liegt erfahrungsgemäß in einer Größenordnung von $k_f = 10^{-5}$ bis 10^{-6} m/s. Die Durchlässigkeit des Auelehms liegt bei $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-7} m/s. Grundlage für die Beurteilung der Möglichkeiten zur Versickerung und zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist das DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138-1². Nach diesem Regelwerk kommen für Versickerungsanlagen Locker- und auch Festgesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen. Der Auelehm kommt für eine Versickerung nicht in Betracht. Die Neckarkiese sind grundsätzlich für eine Versickerung von Oberflächen- und Dränagewasser geeignet. Hierbei muss aber ein Mindestabstand von 1 m zum höchsten Grundwasserstand eingehalten werden. In den Auffüllungen ist generell eine Versickerung nicht zulässig.

Nach der Hochwasserrisikomanagement - Abfrage bei der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) wird das Grundstück bei extremem Hochwasser ($HQ_{\text{EXTREM}} = 323,1$ m NHN = 323,3 m NN) mit einer mittleren Überflutungstiefe von 1,0 m überflutet.

4.3 Hinweise zur Verwertung von Aushubmaterial

Aus den Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 5 wurden charakteristische Bodenproben entnommen, aus denen eine Mischprobe (MP 1) aus den künstlichen Auffüllungen und eine Mischprobe (MP 2) aus dem Auelehm und den Neckarkiesen gebildet wurde.

Diese Mischproben wurden laboranalytisch durch die Agrolab Labor GmbH, Bruckberg gemäß der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) vom 09.07.2021 untersucht.

Die Analysenergebnisse der Mischproben MP 1 (**Auffüllungen**) und MP 2 (**Auelehm und Neckarkiese**) zeigen, dass sämtliche untersuchten Feststoffwerte die in der EBV festgelegten Grenzwerte für die Kategorie BM-0 vollständig einhalten. Die in MP 1 erhöhten Eluatwerte sind jedoch nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der Feststoffwert in Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Dies ist hier jedoch nicht gegeben. Somit können die Auffüllungen sowie der Auelehm und die Neckarkiese als **BM-0**-Material eingestuft werden.

² Arbeitsblatt DWA-A 138-1: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, hrsg. von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Stand Oktober 2024

Bei der Verwertung der Auffüllungen ist der Anteil und die Art an Fremdbestandteilen zu beachten. Überschreitet beim abzufahrenden Material der Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen (vgl. BBodSchV §2 Nummer 8) 10 %, müssen die Auffüllungen gemäß EBV in die Kategorie BM-F0* eingestuft werden. Falls nicht mineralische Fremdbestandteile (Störstoffe gemäß BBodSchV §2 Nummer 9) nicht bis zu einem vernachlässigbaren Restanteil aussortiert oder ausgesiebt werden können, müssen die Auffüllungen gemäß Deponieverordnung entsorgt werden.

5. Tragfähigkeit des Untergrunds

Die erschlossenen künstlichen **Auffüllungen** sind, bedingt durch ihre inhomogene Zusammensetzung und teilweise lockere Lagerung, in unterschiedlichem Maße zusammendrückbar. Auch unabhängig von äußeren Lasten können in künstlichen Auffüllmassen sog. Eigensetzungen auftreten, deren Ursachen in folgenden Vorgängen liegen können: Eigengewicht, Kornumlagerungsvorgänge, Veränderungen der Lagerungsdichte bei Erschütterungen bzw. Erdbeben und Schrumpfungen durch Austrocknung. Die künstlichen Auffüllungen können deshalb nicht als Lastabtragungshorizont herangezogen werden.

Der **Auelehm** ist zwar noch als tragfähiger, jedoch relativ stark kompressibler Untergrund einzustufen. Allgemein ist die Kompressibilität eines bindigen Bodens umso größer, je höher seine Plastizitätszahl (I_p) und sein natürlicher Wassergehalt (w_n) bzw. je geringer seine Konsistenzzahl (I_c) ist. In steifen bis halbfesten Böden können geringe bis mittlere Lasten von setzungsunempfindlichen Gebäuden abgetragen werden, weiche Bereiche sind in einem hohen Maße kompressibel und daher als Lastabtragungshorizont nicht geeignet.

Die Verformungseigenschaften der **Neckarkiese** sind abhängig vom Anteil der bindigen Gemengteile (Korndurchmesser $< 0,06$ mm). Hierbei ist es entscheidend, ob die Kieskörner ein Korngerüst bilden, bei dem das bindige Zwischenmittel lediglich die Porenräume ausfüllt („Korn-zu-Korn-Kontakt“) oder die Kieskörner ohne direkten Kontakt eingebettet sind. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab einem Anteil der bindigen Gemengteile von weniger als 15 Gew.-% ein Korngerüst vorhanden ist. Nach visuellem Eindruck ist in den Kiesen noch weitgehend ein Korngerüst vorhanden. Allerdings muss man davon ausgehen, dass stellenweise, bei stärkerem bindigen Anteil, eine erhöhte Kompressibilität vorliegt. Generell besitzen die Kiese aber eine deutlich geringere Zusammendrückbarkeit als rein bindige Böden.

6. Gründung

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen wird das Gebäude entlang der Wilhelm-Keil-Straße größtenteils unterkellert, das östliche Gebäude wird nicht unterkellert. Angaben über Fußbodenhöhen liegen noch nicht vor, die Erdgeschossfußbodenhöhe soll auf Höhe des derzeitigen Geländes liegen. Dies entspricht einem ungefähren Niveau von 322 m NN. Damit würde die Untergeschossfußbodenhöhe ca. 3 m tiefer liegen und somit auf einem ungefähren Niveau von 319 m NN.

Diese angenommenen Niveaus wurden in die jeweils maßgeblichen Schichtprofile der Anlagen 2.1 und 2.2 sowie in das Baugrundmodell der Anlagen 3.1 und 3.2 eingetragen. Aus diesen Darstellungen wird ersichtlich, dass im Fall einer normalen Flachgründung die Gründungssohlen der nicht unterkellerten Bauteile in den Auffüllungen bzw. dem Auelehm liegen, das Untergeschoss liegt in den gut tragfähigen Neckarkiesen.

Selbst beim Ansatz einer geringen Bodenpressung würden sich aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Schichten große differentielle Setzungsbeträge ergeben. Daher ist es aus bodenmechanischer Sicht erforderlich, sämtliche Fundamente einheitlich mittels Magerbeton (C 12/15) bis auf die Neckarkiese zu vertiefen (vgl. Tabelle 2).

Zur Bemessung der Fundamente kann bei einer z.T. vertieften Flachgründung in den Neckarkiesen ein Bemessungswert des Sohlwiderstands³ von $\sigma_{R,d} \leq 420 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Dies entspricht einer zulässigen Bodenpressung (aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01) von $\sigma_{zul} \leq 300 \text{ kN/m}^2$.

In Anlehnung an DIN 1054 sind bei Entwurf und Ausführung der teilweise vertieften Flachgründung folgende Punkte zu beachten:

- Die genannten Sohlwiderstände gelten für mittige und lotrechte Belastungen. Bei ständigem außermittigem Lastangriff ist der Sohlwiderstand auf eine verkleinerte Teilfläche A' zu beziehen, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist (vgl. DIN 1054, Abschnitt 6.6.5).

³ Der zulässige Sohlwiderstand ist keine Bodenkonstante. Seine Größe hängt in entscheidendem Maße von der Art der Belastung, von den Abmessungen des Gründungskörpers und seiner Gründungstiefe sowie von der jeweiligen Bodenart ab.

- Bei Fundamenten unterschiedlicher Höhenlage ist ein Abtreppungswinkel von $\beta \leq 35^\circ$ einzuhalten. Auch benachbarte Fundamente sollen in ihrer Tiefenlage so ausgebildet werden, dass die Verbindungslinie der unteren Fundamentecken nicht steiler als 35° gegen die Horizontale geneigt ist.
- Die Gründungssohlen müssen eindeutig in den tragfähigen Neckarkiesen verlaufen. Bindige, aufgeweichte oder aufgelockerte Bereiche sowie Reste der Altbebauung sind bis auf die Neckarkiese vollständig auszuräumen und durch Vertiefungsbeton (C 12/15) zu ersetzen.
- Das Gewicht der Betonunterfüllungen braucht man beim Nachweis der Bodenpressung nicht zu berücksichtigen.
- Um nachträgliche Aufweichungen, Nachbrüche oder Auflockerungen zu vermeiden und somit den Betonverbrauch auf ein Mindestmaß zu beschränken, müssen die erforderlichen Betonunterfüllungen bzw. die Sauberkeitsschicht unmittelbar nach dem Aushub eingebracht werden.
- Eine Mindestfundamentbreite von $b = 0,4 \text{ m}$ darf nicht unterschritten werden.
- Die Gründungssohlen müssen vom Baugrundgutachter überprüft werden, damit gewährleistet ist, dass die an der Fundamentsohle anstehenden Böden eine ausreichende Tragfähigkeit haben.

Aufgrund der variierenden Schichtgrenze sollten die Massen für Fundamentaushub und Vertiefungsbeton großzügig angesetzt werden.

7. Bauwerk und Grundwasser

Das nicht unterkellerte Bauteil schneidet nicht ins spätere Gelände ein. Besondere Dränierungsmaßnahmen sind daher nicht erforderlich, sofern gewährleistet ist, dass das angrenzende Gelände ein Gefälle vom Gebäude weg aufweist, anfallendes Oberflächenwasser in geeigneter Weise (z.B. Hofeinfälle, Rinnen o.ä.) abgeleitet wird sowie unter der erdberührten Bodenplatte eine kapillarbrechende, 20 cm dicke Filterschicht aus Kies oder Schotter 2/45 vorhanden ist.

Um eine Vermengung von Filterschichtmaterial mit an der Baugrubensohle anstehenden Böden zu vermeiden, ist ein reißfestes Filtervlies der Robustheitsklasse GRK 3 zu verlegen.

Wie aus dem Abschnitt 4.2 ersichtlich ist, liegt das Untergeschoss im Schwankungsbereich des Grundwassers bzw. im Hochwasserfall schneidet es ins Grundwasser ein. Für das geplante Untergeschoss ist es daher erforderlich, besondere Maßnahmen zum Schutz gegen Grundwasser zu ergreifen und die notwendigen wasserrechtlichen Belange zu beachten. Auf diese Punkte wird im Folgenden näher eingegangen.

7.1 Schutz des Bauwerks gegen Grundwasser

Ein Einschnitt in das Grundwasser, und sei er auch nur geringfügig und zeitweilig, erfordert die Ausbildung einer wasserdichten, auftriebssicheren Wannenkonstruktion, da eine permanente Ableitung von Grundwasser nicht zulässig ist.

Für eine klare, planerische Konzeption der Wannenausbildung benötigt man einen definierten höchsten Wasserstand (= Bemessungswasserstand). Dieser kann durch die Anordnung einer Sicherheitsdränage festgelegt werden, die oberhalb des höchsten bisher gemessenen Wasserstands angeordnet wird. Das Niveau der Sicherheitsdränage stellt gleichzeitig den Bemessungswasserstand für die statisch konstruktive Durchbildung der Wanne dar.

Ob eine Sicherheitsdränage an das Entwässerungssystem angeschlossen werden darf, muss im Vorfeld geprüft werden. Normalerweise wird der Anschluss bei einem Trennsystem genehmigt.

In der Regel wird von Seiten der wasserwirtschaftlichen Fachbehörden die Anordnung einer Sicherheitsdränage erst 1 m über dem höchsten Grundwasserspiegel zugelassen, damit diese auf jeden Fall noch oberhalb des Bereichs der jahreszeitlich bedingten Grundwasserstandsschwankungen liegt.

Wie aus Abschnitt 4.2 ersichtlich ist, wurde der höchste Grundwasserstand auf einem Niveau von 319,5 m NN (RKS 7) gemessen. Unter Berücksichtigung des o.g. Aufschlags ergibt sich somit, sofern eine Sicherheitsdränage angeschlossen werden kann, ein Bemessungswasserstand von einem Meter über dem festgestellten Niveau von

320,5 m NN.

Sofern keine Sicherheitsdränage angeschlossen werden darf, ergibt sich eine Bemessungswasserstand auf dem Niveau des tiefsten, fertigen Geländepunktes.

Die genaue Höhe des Bemessungswasserstandes muss vom Landratsamt Tübingen im Zuge der wasserrechtlichen Erlaubnis (vgl. Abschnitt 7.4) genehmigt werden.

Sämtliche Bauteile unterhalb dieses Bemessungswasserstands müssen dann als druckwasserdichte und auftriebsichere Wannen gemäß WU-Richtlinie 555 (sog. „weiße Wanne“) ausgebildet werden. Auch Lichtschächte, Zugänge, Rampen usw. müssen in die Konstruktion integriert werden. Dies entspricht der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E („Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser“) der DIN 18533-1: 2017-07. Nach der aktuellen WU-Richtlinie ist dies die Beanspruchungsklasse 1.

Der Vorteil bei dieser Ausführung liegt darin, dass eventuelle undichte Stellen sicher erkannt und durch nachträgliche Injektionen gezielt saniert werden können. Die Abdichtung von Rissen durch Injektionen gehört zum Stand der Technik. Es hat sich in vergleichbaren Fällen bewährt, bereits beim konstruktiven Entwurf der Wannen im Hinblick auf die Rissesicherheit und Dichtigkeit eine entsprechende Spezialfirma beratend hinzuzuziehen, die auch die später evtl. erforderlichen Nachinjektionen ausführt.

Für den Bereich oberhalb des o.g. Bemessungswasserstands gilt die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E („Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser“). Dies entspricht der Beanspruchungsklasse 2 nach der aktuellen WU-Richtlinie.

Es empfiehlt sich, die erdberührenden Außenwände auch oberhalb des Bemessungswasserstands bis zum Geländeniveau in WU auszubilden bzw. Abdichtungsmaßnahmen nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E („Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser“) der DIN 18533-1: 2017-07 auszuführen.

7.2 Sicherheitsdränage

Zur Konzeption der auf dem Niveau des Bemessungswasserstandes anzuordnenden Sicherheitsdränagen werden die folgenden Hinweise gegeben:

- Wir empfehlen, für die Sicherheitsdränagen allseits geschlitzte, druckfeste Rohre zu verwenden (z.B. Optidrän). Der Rohrdurchmesser sollte unseres Erachtens 125 mm nicht unterschreiten.
- Die Dränage muss mit Kies (8/32) in einer Minstdicke von 20 cm ummantelt werden. Zur Erhaltung der Filterstabilität muss zwischen Rohrummantelung und natürlichem Boden ein Filtervlies angeordnet werden.
- Das Dränsystem muss eine rückstausichere Ableitung erhalten. Bei nicht ausreichender Kanalhöhe ist eine Hebeanlage vorzusehen, die regelmäßig gewartet werden muss. Der maximale Grundwasserspiegel und damit der Bemessungswasserstand werden durch das Auslaufniveau bestimmt.
- Um eine dauerhafte Funktion der Dränage zu gewährleisten, ist die Anordnung von Spülmöglichkeiten bzw. Kontrollschächten ($DN \geq 300$) erforderlich, die jederzeit zugänglich sind.
- Die Funktionsfähigkeit des Dränsystems ist durch eine Probespülung zu überprüfen.

Bei der Geländegestaltung (Neigung, Arbeitsraumverfüllung) ist weiterhin zu beachten, dass die Sicherheitsdränage des Gebäudes durch zulaufendes Oberflächenwasser nicht zusätzlich belastet wird. Auf befestigten Flächen anfallendes Oberflächenwasser muss in geeigneter Weise gefasst (z.B. Rinnen, Hofeinfälle u.ä.) und abgeleitet werden.

7.3 Maßnahmen zur Grundwasserumläufigkeit

Damit die ins Grundwasser eintauchenden Bauteile nicht als Staukörper für den Grundwasserstrom wirken, sind folgende Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit erforderlich:

- Unter den erdberührenden Bodenplatten ist eine mindestens 20 cm dicke Schicht aus Schotter (2/45) vorzusehen. Dadurch soll die Unterläufigkeit des Grundwassers unter dem Bauwerk hindurch sichergestellt werden.
- Beim Betonieren der Bodenplatte ist durch die Anordnung einer Folie dafür zu sorgen, dass die Umläufigkeitsschicht nicht zugeschlämmt wird. Um eine Vermengung von Filterschichtmaterial mit an der Baugrubensohle anstehenden Böden zu vermeiden, ist ein reißfestes Filtervlies der Robustheitsklasse GRK 3 zu verlegen, das am Rand hochgeschlagen werden muss.
- Falls die durchlässige Schicht durch Fundamente o.ä. unterbrochen wird, sind darin Durchflussöffnungen vorzusehen (z.B. Ø 70 - 100 mm im Abstand von 5 m).
- Die seitlichen Arbeitsräume müssen bis zum Bemessungswasserstand mit körnigem, durchlässigem Material verfüllt werden (wie unter der Bodenplatte). Das Material ist sorgfältig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Diese Arbeitsraumverfüllung muss mit der körnigen, durchlässigen Schicht unter der Bodenplatte und mit der Sicherheitsdränage in direkter hydraulischer Verbindung stehen.
- Über dem durchlässigen Material sollte Brechkorngemisch der Abstufung 0/45 (= Schottertragschichtmaterialien nach ZTV SoB-StB 20⁴, häufig als „Mineralbeton“ bezeichnet) oder hydraulisch stabilisiertes Aushubmaterial eingebaut werden.
- Auf dem Gelände sollten wasserundurchlässige Beläge oder im Bereich der Grünflächen Böden in einer Minstdicke von 60 cm angeordnet werden, um das direkte Eindringen von Oberflächenwasser in den Grundwasserkörper zu verhindern.

7.4 Weitere Hinweise

Falls die Anordnung von Grundleitungen unterhalb der erdberührenden Bodenplatte erforderlich ist, muss ihre Dichtigkeit (auch gegen Eindringen von Grundwasser) für den sich aus dem Bemessungswasserstand ergebenden Wasserdruck sichergestellt sein.

⁴ ZTV SoB-StB 20: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 2020

7.5 Wasserhaltung im Bauzustand

Wie aus Abschnitt 4.2 ersichtlich, zirkuliert das Grundwasser im Bereich der Bodenplatte. Das in der Baugrube anfallende Wasser kann in offener Wasserhaltung über Drängräben in Pumpensümpfen gesammelt und gezielt abgeleitet werden.

Das abgepumpte Wasser muss unter Zwischenschaltung eines Absetzbeckens in den Kanal eingeleitet werden.

Die anfallenden Wassermengen lassen sich nur schwer vorhersagen, da sie im Wesentlichen von den Witterungsverhältnissen (vgl. Abschnitt 4.2) beeinflusst werden. Im Zuge der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis (vgl. Abschnitt 7.6) werden die ungefähren Wassermengen ermittelt.

7.6 Wasserrechtliche Gesichtspunkte

Folgende Maßnahmen, die durch den Einschnitt des Gebäudes ins Grundwasser erforderlich werden, bedürfen einer wasserrechtlichen Erlaubnis:

- der Bemessungswasserstand (vgl. Abschnitt 7.1)
- die Anordnung eines Systems zur Grundwasserumleitung (vgl. Abschnitt 7.2)
- die erforderliche Wasserhaltung während der Bauzeit (vgl. Abschnitt 7.5)
- die Gründungsarbeiten (vgl. Abschnitt 6)

Zusätzlich zu den genannten Maßnahmen können von den Wasserrechtsbehörden Auflagen erteilt werden; die Ausführung wird von der entsprechenden Fachbehörde (Landratsamt Tübingen, Umweltamt) überwacht. Insbesondere wird auch das Niveau des Bemessungswasserstands von diesen Behörden festgelegt.

Die wasserrechtliche Erlaubnis für die oben beschriebenen Baumaßnahmen muss mit entsprechenden Plänen und Beschreibungen beim Landratsamt Tübingen beantragt werden.

8. Baugrubengestaltung und Befahrbarkeit

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können in Anlehnung an DIN 4124 freie Böschungen bis 5 m Höhe mit einer Neigung von $\beta \leq 45^\circ$ angelegt werden.

Bei Böschungshöhen über 5 m ist nach DIN 4124 ein Standsicherheitsnachweis erforderlich. Die Vorgaben der genannten DIN-Norm (z.B. lastabhängiger Abstand zu Böschungskronen bis 12 to Gesamtgewicht 1,0 m, von 12 to bis 40 to Gesamtgewicht 2,0 m) sind unbedingt zu beachten. Auf den Böschungskronen dürfen keine Materialien, auch kein Aushub, gelagert werden.

Eine Abdeckung der Baugrubenböschungen mit einer Folie, die über die Böschungskrone gezogen werden muss, ist zum Schutz gegen Witterungseinflüsse zwingend erforderlich.

Da die Baugrubensohle teilweise in bindigen Böden bzw. in kiesigen Böden mit erhöhtem bindigem Anteil verläuft, kann bei einer Durchfeuchtung durch Niederschlags- oder Sickerwasser eine rasche Aufweichung erfolgen. Die Baugrubensohle ist dann ohne besondere Maßnahmen (Baggermatratzen, Stabilisierung mit Grobschotter) nur schwer bzw. nicht mehr befahrbar. Es empfiehlt sich deshalb, den Aushub mit einem Tieflöffelbagger von oben her vorzunehmen bzw. Maßnahmen zur Stabilisierung vorzusehen.

Des Weiteren empfehlen wir, auf dem planmäßigen Aushubniveau eine Schutzschicht von ca. 20 cm zu belassen, die erst unmittelbar vor dem Einbringen der Umläufigkeitsschicht (siehe Abschnitt 7.3) ausgehoben wird.

Tiefere Leitungsgräben müssen mit einem wandernden Verbaugerät (Verbauplatten) vollständig gesichert werden, auch hier sind die Angaben der DIN 4124 zwingend einzuhalten.

9. Fußbodenauflagerung

Sofern die Verkehrslasten (charakteristische Nutzlast) auf den erdberührten Bodenplatten einen Wert von 5 kN/m² nicht übersteigen, können diese unter Zwischenschaltung der in Abschnitt 7 beschriebenen Filterschicht direkt auf mindestens steife bindige Böden aufgelagert werden.

Eventuell vorhandene Weichzonen, locker gelagerte Auffüllungen und Bereiche an der Baugrubensohle, die durch Aushub, Befahrung und Witterungseinflüsse aufgelockert oder durchnässt sind, müssen ausgeräumt und durch das Material der Filterschicht oder anderes körniges Fremdmaterial ersetzt werden.

10. Verfüllung der Arbeitsräume

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden sind für einen setzungsarmen Wiedereinbau unter befestigten Flächen (Zugangs- und Eingangsbereich, Terrassen, Stellplätze u.Ä.) ohne erdbau-technische Aufbereitung nicht geeignet.

Die Neckarkiese sind für einen Wiedereinbau bedingt geeignet. Vor dem Einbau müssen stärker bindige und sandige Lagen sowie größere Steine abgetrennt werden. Außerdem muss das für den Wiedereinbau vorgesehene Material beim Zwischenlagern gegen Durchfeuchtung gesichert werden.

Unter befestigten Flächen, wo nur geringe Setzungen in Kauf genommen werden, können körnige, gut verdichtbare Fremdmaterialien (Schotter-Splitt-Gemische o.Ä.) eingebaut werden. Über körnigen Arbeitsraumverfüllungen sollten auf dem Gelände wasserundurchlässige Beläge angeordnet werden, um das direkte Eindringen von Oberflächenwasser in die Arbeitsräume zu verhindern.

Alternativ kann die Arbeitsraumverfüllung in diesen Bereichen auch mit dem natürlichen, bindigen Aushubmaterial hergestellt werden, sofern dieses beim Wiedereinbau mit hydraulischem Bindemittel stabilisiert wird. Hierbei wird der Wassergehalt des Bodens soweit reduziert, dass eine optimale Verdichtung möglich ist. Nach der Verdichtung weist der so verbesserte Boden auch eine erhöhte Tragfähigkeit (Verformungsmodul) auf.

Im vorliegenden Fall empfehlen wir die Verwendung eines Mischbinders aus gleichen Anteilen Kalk und Zement (z.B. Dorosol C50). Erfahrungsgemäß ist eine Bindemittelzugabe von 2 - 3 % bezogen auf die Trockenmasse des Bodens ausreichend.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 17⁵ und ZTV SoB-StB 20).

11. Boden- und Felsklassen für den Zustand beim Lösen

Tabelle 5:

Schichtkomplex/Homogenbereich	Boden- bzw. Felsklasse	
	nach DIN 18 300	nach DIN 18 301
Oberboden	1	BO 1
künstliche Auffüllungen*	3, 4 und 5	BN 1 - 2, BB 2 - 3, BS 1
Auelehm	4 und 5	BB 2 - 3
Neckarkiese	3 und 4, z.T. 5**	BB 2, BN 1 - 2, BS 1 - 2

* in den in den Aufschlüssen angetroffenen Zusammensetzungen

** bei erhöhtem Steinanteil

ANMERKUNGEN zu den Bodenklassen nach DIN 18 300

Klasse 1: Humoser, belebter Oberboden

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

Klasse 3: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton (< 0,063 mm Korndurchmesser) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt

Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (Gruppen TL und TM nach DIN 18 196), 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.-% Korngröße kleiner 0,063 mm

Klasse 5: 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 Tonböden (Gruppe TA nach DIN 18 196)

Klasse 6: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nichtbindige Bodenarten, sowie Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt

Klasse 7: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind sowie Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt

⁵ ZTVE-StB 17: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.** Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 2017

Hinsichtlich der Einstufung in Homogenbereiche der neuen VOB Teil C sind die Tabellen 3, 5 und 6 sowie die Schichtprofile zu beachten. Die Homogenbereiche sind aus dem Baugrundmodell der Anlagen 3.1 und 3.2 ersichtlich. Sollte es bei der Einstufung in Boden- und Felsklassen zu Unstimmigkeiten zwischen der Bauherrschaft und den ausführenden Firmen kommen, sind wir gerne zur Klärung der diesbezüglich auftretenden Fragen bereit.

12. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Tabelle 6:

Schichtkomplex/ Homogenbereich	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- winkel (°)	Kohäsion (kN/m ²)	Steifemodul (MN/m ²)
	γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
künstliche Auffüllungen	19	9	25	2 - 5	-
Auelehm	20	10	27,5	6 - 10	5 - 8
Neckarkiese	20	12	35	2 - 5	15 - 30

Nach DIN 4149 (2005-04) "Bauten in deutschen Erdbebengebieten" und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt Tübingen in der Erdbebenzone 3. Für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit kann nach Tabelle 2 der genannten Norm ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von $\alpha_g = 0,8 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden. Gemäß Abschnitt 5.2 sind die Untergrundverhältnisse (Baugrundklasse/Untergrundklasse) als **B-R** zu beschreiben. Somit ergeben sich nach den Tabellen 4 und 5 der Norm folgende Werte:

Tabelle 7:

Parameter zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums:				
Untergrundverhältnisse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
B-R	1,25	0,05	0,25	2,0
Parameter zur Beschreibung des elastischen vertikalen Antwortspektrums:				
B-R	1,25	0,05	0,20	2,0

Für den geplanten Standort ergibt sich gemäß DIN EN 1998-1/NA:2023-11 ein Plateauwert der Spektralbeschleunigung von $S_{aP,R} = 2.741 \text{ m/s}^2$.

Bis zur voraussichtlichen Einführung der neuen Erdbebennorm DIN EN 1998-1/NA ist bei allen neu zu planenden Projekten der Einfluss der neuen Erdbebennorm (im speziellen der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung α_g) mit der derzeit gültigen Erdbebennorm DIN 4149:2005-04 abzugleichen. Derzeit wird empfohlen, die jeweils höheren Beschleunigungswerte und Bodenparameter im Rahmen eines Erdbebennachweises nach der derzeit in Baden-Württemberg bauaufsichtlich eingeführten DIN 4149:2005-04 anzusetzen.

Der in Abschnitt 6 des Gutachtens genannte Sohlwiderstand kann bei einem Nachweis für kurzfristig wirkende Erdbebenkräfte um den Faktor 1,5 erhöht werden. Die allgemeinen konstruktiven Anforderungen der genannten Norm sind in jedem Fall zu beachten.

Sämtliche konstruktive Anforderungen der genannten Norm sind auch bei Gebäuden ohne entsprechenden Standsicherheitsnachweis zu beachten.

13. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von acht Rammkernsondierungen beschrieben und beurteilt. Die im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen, die durchgeführten Analysen und die uns zur Verfügung gestellten Unterlagen.

Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Aushub- und Gründungsarbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen nach DIN 18 300 / 301 oder der Schichtgrenzen können nicht für eine verbindliche Kostenermittlung herangezogen werden oder ein Aufmaß bei der Bauausführung ersetzen, da erfahrungsgemäß diese auch auf kurze Entfernung variieren können. Hinsichtlich der Einstufung in Homogenbereiche der neuen VOB Teil C sind der Abschnitt 4.1, die Tabellen 3, 5 und 6 sowie die Schichtprofile und das Baugrundmodell zu beachten.

Die Gründungssohlen müssen vom Baugrundgutachter überprüft werden, damit gewährleistet ist, dass die an der Fundamentsohle anstehenden Böden eine ausreichende Tragfähigkeit haben.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf den untersuchten Bereich, eine Übertragung auf benachbarte Bereiche ist nicht möglich.

In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

Tübingen, den 09. September 2025

Marie Seeber

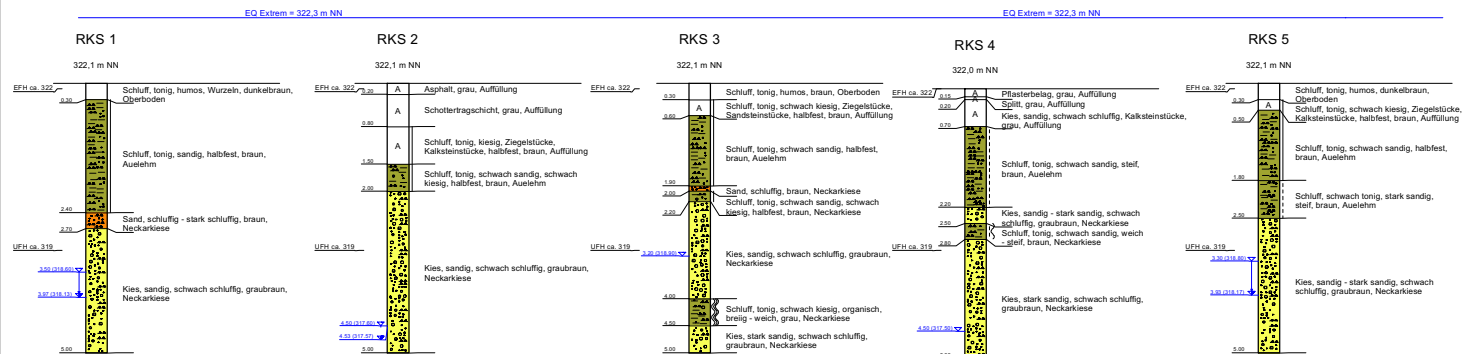
Master of Science, M.Sc.

Steffen Potthoff

Dipl.-Geol.
Beratender Ingenieur (IngBW)



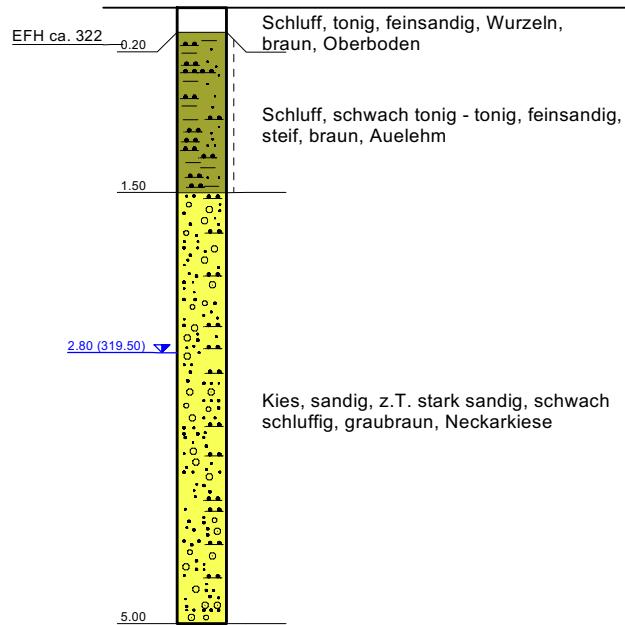




HQ Extrem = 323,3 m NN

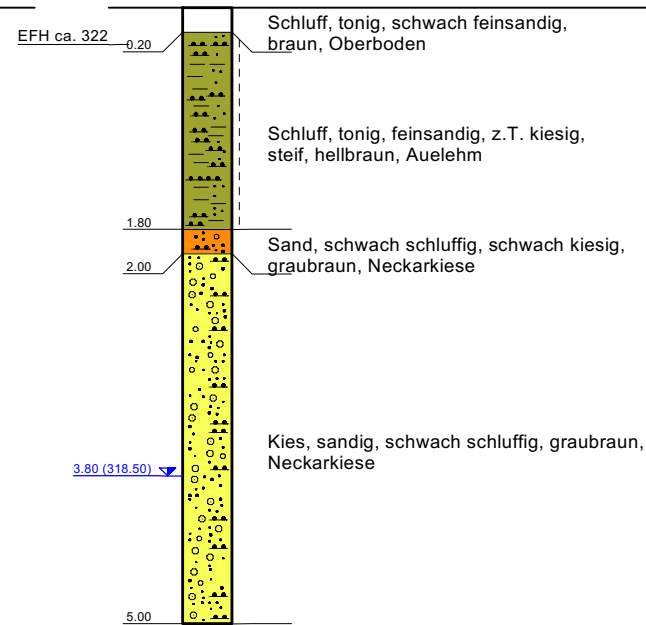
RKS 7 (2015)

322,3 m NN



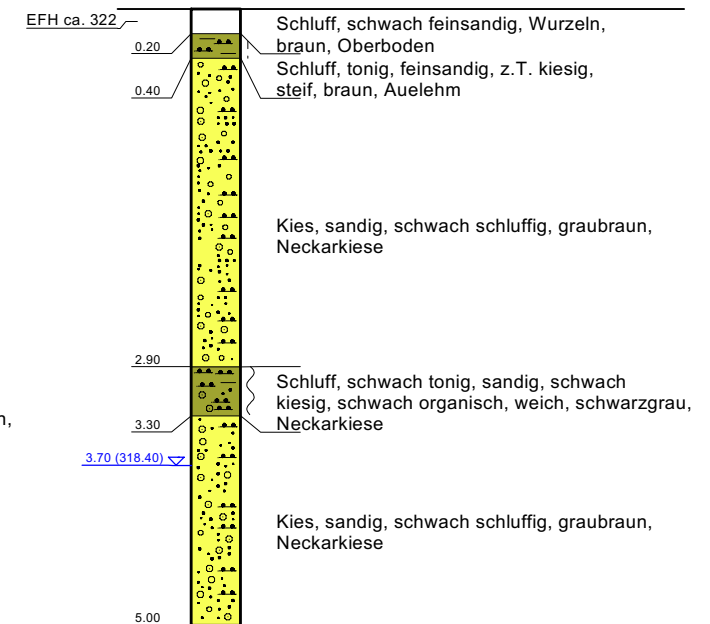
RKS 8 (2015)

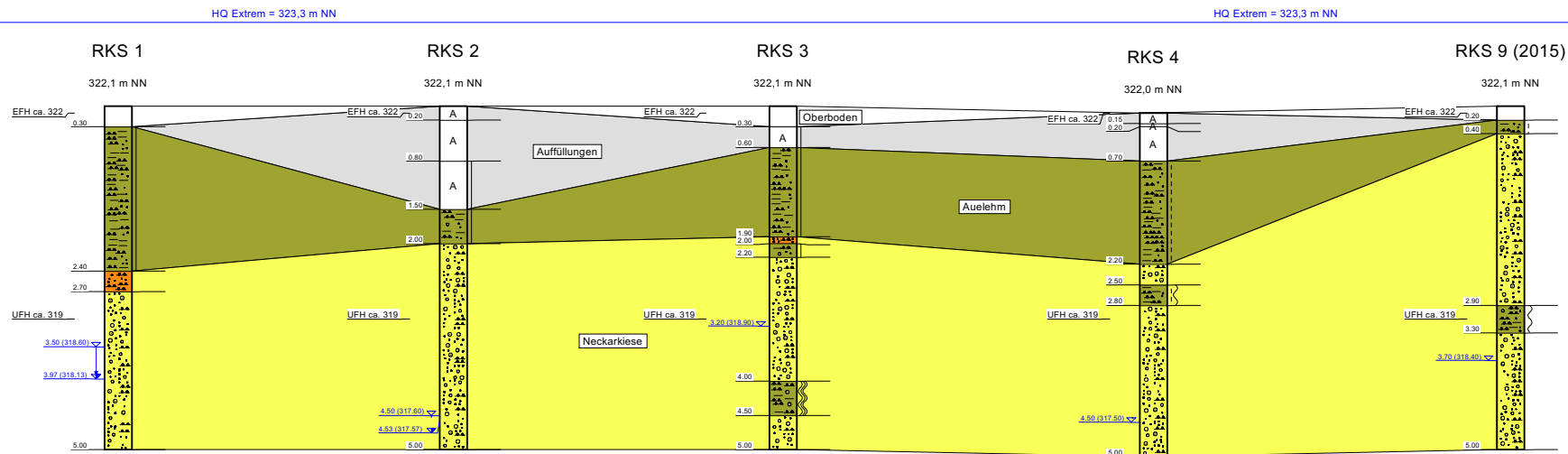
322,3 m NN

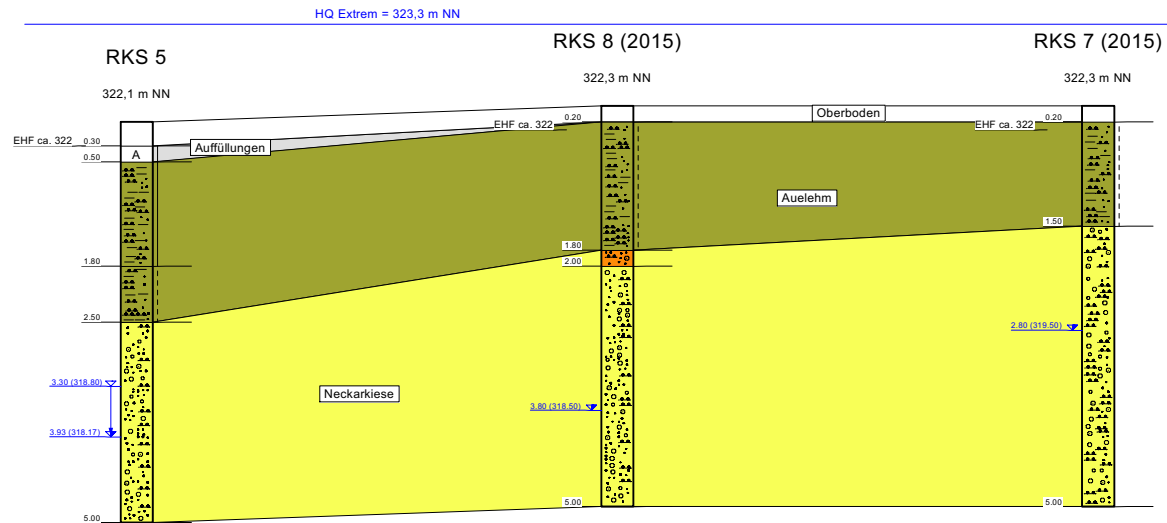


RKS 9 (2015)

322,1 m NN







Anlage 4
zum Gutachten
vom 09.09.2025

Prüfberichte

von AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765) 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

Angewandte Geowissenschaften Steffen Potthoff & Gabriel
Brütsch
Herr Steffen Potthoff
Nauklerstraße 37A
72074 Tübingen

Datum 01.09.2025
Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probennehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3737886 Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46
306364 Bodenmaterial/Baggergut
25.08.2025
Keine Angabe
Auftraggeber
MP 1

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	3,1	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	92,2	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	7,8		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff, org., freisetzbar 400°C (TOC400)	%		0,71	0,1	DIN 19539: 2016-12(PL)
EOX	mg/kg		<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		5,2	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		11	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		0,14	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		11	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		11	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		14	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		28	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		0,22	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		0,088	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		0,62	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		0,40	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,25	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		0,24	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,16	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,078	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,16	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg		<0,050 (+)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,085	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "u)" gekennzeichnet.



Datum 01.09.2025

Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag

3737886 Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46

Analysennr.

306364 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

MP 1

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	0,079	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	2,4 ^{#5)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	2,4 ^{x)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (52)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (101)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (118)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (138)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (153)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (180)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	<0,010 ^{#5)}	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 ^{x)}	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	° 100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	° <0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)		°		DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C	21,6	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		10,0	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	473	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO ₄)	mg/l	68	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l	5,9	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l	<1	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l	4	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l	170 ^{va)}	25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l	110 ^{va)}	25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l	<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l	<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU	1,2	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
PCB (28)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (52)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (101)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (118)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (138)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (153)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB (180)	µg/l	<0,00030 (NWG)	0,001	DIN 38407-37 : 2013-11
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	<0,0030 ^{#5)}	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,0030 ^{x)}	0,003	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin	µg/l	0,14	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
1-Methylnaphthalin	µg/l	0,052	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	µg/l	0,055	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "x)" gekennzeichnet.

Datum 01.09.2025
Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag **3737886** Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46
Analysennr. **306364** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Acenaphthylen	µg/l	0,022	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l	0,053	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l	0,057	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l	0,23	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l	0,030	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l	0,12	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l	0,075	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l	0,011	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,010 ^{m)}	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	0,25 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	0,61 ^{#5)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,25	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,60 ^{x)}	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<... (NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<... (+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Untersuchung durch

(PL) AWW-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14087-01-00 DAkkS

Methoden

DIN 19539: 2016-12

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Datum 01.09.2025
Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag **3737886** Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46
Analysennr. **306364** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 25.08.2025

Ende der Prüfungen: 01.09.2025

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AGROLAB Labor GmbH, Stefan Ostermeier, Tel. 08765/93996-600
serviceteam3.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

Angewandte Geowissenschaften Steffen Potthoff & Gabriel
Brütsch
Herr Steffen Potthoff
Nauklerstraße 37A
72074 Tübingen

Datum 01.09.2025
Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysenr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3737886 Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46
306365 Bodenmaterial/Baggergut
25.08.2025
Keine Angabe
Auftraggeber
MP 2

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	4,8	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	89,4	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	10,6		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff, org., freisetzbar 400°C (TOC400)	%		0,60	0,1	DIN 19539: 2016-12(PL)
EOX	mg/kg		<0,30	0,3	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		8,2	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		9	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		0,17	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		14	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		9	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		16	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		31	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Naphthalin	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg		<1,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "u)" gekennzeichnet.

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Paul Wimmer
Dr. Torsten Zurmühl



Datum 01.09.2025
Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag **3737886** Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46
Analysennr. **306365** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<1,0 ^{x)}	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (52)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (101)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (118)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (138)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (153)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB (180)	mg/kg	<0,0010 (NWG)	0,005	DIN EN 17322 : 2021-03
PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg	<0,010 ^{#5)}	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	<0,010 ^{x)}	0,01	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm				DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	<0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)				DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C	21,1	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		8,1	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	256	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO ₄)	mg/l	12	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Trübung (NTU)	NTU	50	0,1	DIN EN ISO 7027-1 : 2016-11

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<... (NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

Untersuchung durch

(PL) AWW-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14087-01-00 DAkkS

Methoden

DIN 19539: 2016-12

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Datum 01.09.2025
Kundennr. 27067026

PRÜFBERICHT

Auftrag **3737886** Tübingen, EA, Wilhelm-Keil-Straße 46
Analysennr. **306365** Bodenmaterial/Baggergut
Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027-1 : 2016-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 25.08.2025

Ende der Prüfungen: 01.09.2025

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AGROLAB Labor GmbH, Stefan Ostermeier, Tel. 08765/93996-600
serviceteam3.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "N" gekennzeichnet.

Anlage 5
zum Gutachten
vom 09.09.2025

Hochwasserrisikomanagement - Abfrage

von LUBW

Hochwasserrisikomanagement-Abfrage

Im Folgenden erhalten Sie das Ergebnis zu Ihrer Abfrage an der von Ihnen gewählten Koordinate.

Weitere ausführliche Informationen zum Thema Hochwasserrisiko-Management in Baden-Württemberg sind unter www.hochwasserbw.de zu finden.

gedruckt am 05.09.2025

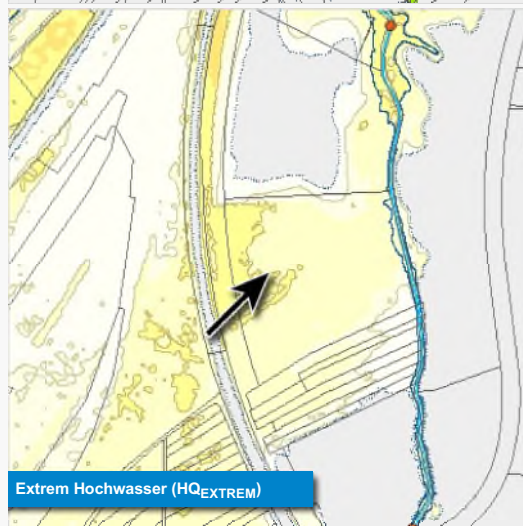
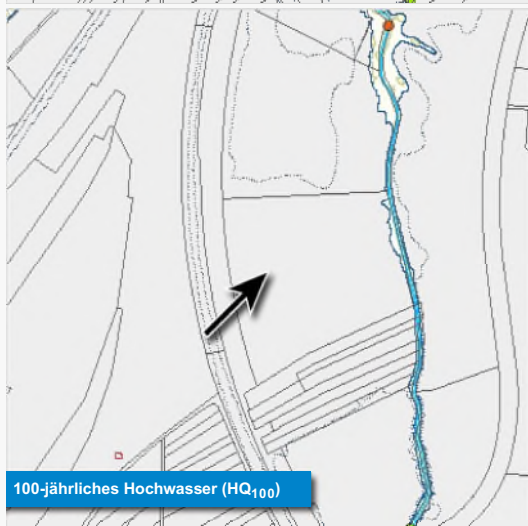
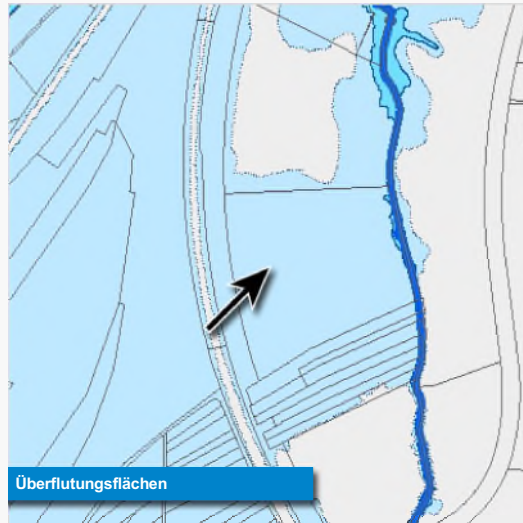
Information zu Überflutungsflächen und -tiefen

Ost	503465
Nord	5372935
Das Lagebezugssystem ist ETRS89 (EPSG 25832)	
Gemeinde	Tübingen
Kreis	Tübingen
Regierungspräsidium	Reg.-Bez. Tübingen
Gewässereinzugsgebiet	Flutgraben

	UF	UT [m]	WSP [m ü. NHN]
10-jährliches Hochwasser (HQ ₁₀)		-	-
50-jährliches Hochwasser (HQ ₅₀)		-	-
100-jährliches Hochwasser (HQ ₁₀₀)		-	-
Extrem Hochwasser (HQ _{EXTREM})		1,0 m	323,1 m

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen
 Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet.
 Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass
 Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.
 Das Höhenbezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatus (HST)
 170, EPSG 7837.

 mögliche Änderung /
 Fortschreibung



Geländeinformation

der Hochwassergefahrenkarte 322,2 m ü. NHN

Hinweise:

- Digitales Geländemodell der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-DGM). Es wurden alle hydraulisch relevanten Strukturen (z. B. terrestrisch vermessene Querprofile, Dämme und Durchlässe) in das DGM des Landes Baden-Württemberg eingearbeitet.
- Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter kaufmännisch gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte innerhalb von Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.
- Das Höhen Bezugssystem für alle Höhenangaben ist DHHN2016, Höhenstatuszahl (HST) 170, EPSG 7837
- Das Lage Bezugssystem ist ETRS89 (EPSG Code 25832)



▼ Dokumente

Zu der markierten Koordinate konnten folgende Dokumente gefunden werden:

Endfassung

Überflutungsflächen-Karte M10.000

- [HWGK_UF_M100_120072.pdf](#)

Überflutungstiefen-Karte HQ100 M10.000

- [HWGK_UT100_M100_120072.pdf](#)

Hochwasserrisikokarte (HWRK)

Hochwasserrisikobewertungskarte (HWRBK)

Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt)

- [HWRK_GMD_8416041_Tuebingen.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Allgemeine Beschreibung der Maßnahmen und des Vorgehens

- [HWRM_Massnahmenbericht_Allgemeine_Beschreibung.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang I: Maßnahmen auf Ebene des Landes Baden-Württemberg

- [HWRM_Massnahmenbericht_Anhang1.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang II: Maßnahmen nicht kommunaler Akteure

- [HWRM_Massnahmenbericht_Anhang2_GMD_8416041_Tuebingen.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang III: Maßnahmen der Kommunen

- [HWRM_Massnahmenbericht_Anhang3_GMD_8416041_Tuebingen.pdf](#)

Blattschnittübersichten

- [HWGK_401_411_Eyach_Ammer_Steinlach_Blattschnitt_KartenTyp_1b.pdf](#)
- [HWGK_401_411_Eyach_Ammer_Steinlach_Blattschnitt_KartenTyp_1a_T2.pdf](#)
- [HWGK_499-1_Neckar_RPT_Blattschnitt_KartenTyp_1a_T2.pdf](#)
- [HWGK_499-1_Neckar_RPT_Blattschnitt_KartenTyp_1b.pdf](#)

sonstige Dokumente

Weiterführende Informationen:

- Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg
- HWRM-Maßnahmenkatalog
- HWRM Optionales Titelblatt für Anhang III
- HWRM Optionale Rückseite für Anhang III
- Lesehilfe HWGK
- Hochwasserrisikomanagementpläne
- Kommune - Rückmeldebogen
- Kommune - Checkliste
- Kommune - FAQ

Quelle: LUBW. Die Nutzungsbedingungen des Umweltinformationssystem Baden-Württemberg entnehmen Sie bitte der [Nutzungsvereinbarung](#).

Geobasisdaten: © LGL, www.lgl-bw.de.

Büro für angewandte Geowissenschaften – 72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

Regierungspräsidium Tübingen
Konrad-Adenauer-Straße 20

72072 Tübingen



Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

28.09.2015
Az 15 084

BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

für die geplante Bedarfsorientierte Erstaufnahmestelle (BEA) für Flüchtlinge
an der Wilhelm-Keil-Straße
in Tübingen

INHALT

Seite

1.	Allgemeines und Aufgabenstellung	3
2.	Lage und allgemeine geologische Verhältnisse	3
3.	Durchgeführte Untersuchungen	4
4.	Ergebnisse der Untersuchungen	4
4.1	Schichtaufbau des Untergrunds	4
4.2	Hydrogeologische Verhältnisse	6
5.	Tragfähigkeit des Untergrunds	6
6.	Gründung	7
7.	Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung	10
8.	Außenanlagen	11
9.	Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen	12
10.	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	13
11.	Schlussbemerkungen	14

ANLAGEN

Anlage 1: Lageplan

Anlagen 2.1 – 2.5: Schichtprofile der Rammkernsondierungen

1. Allgemeines und Aufgabenstellung

Das Regierungspräsidium Tübingen plant an der Wilhelm-Keil-Straße in Tübingen den Neubau einer Bedarfsorientierten Erstaufnahmestelle (BEA) für Flüchtlinge.

Von Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Tübingen wurde unser Büro mit Vertrag vom 21.08.2015 beauftragt, die Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Projekts mittels Rammkernsondierungen zu erkunden und ein Baugrund- und Gründungsgutachten zu erstellen.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns die folgenden Planunterlagen zur Verfügung:

- Lageplan im Maßstab 1 : 250, gefertigt mit Datum 26.08.2015 von Reik GmbH, Pfullingen
- Übersichtsplan im Maßstab 1 : 500, gefertigt mit Datum 18.08.2015 von Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Tübingen

Anhand dieser Unterlagen und aufbauend auf den Ergebnissen der durchgeführten Untergrunderkundung entstand das vorliegende Gutachten.

2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Das zur Bebauung vorgesehene Grundstück liegt am Ende der Wilhelm-Keil-Straße in Tübingen. Bei dem zur Bebauung vorgesehenen Flächen handelt es sich um eine relativ ebene Wiesenflächen.

Der natürliche Untergrund am geplanten Standort wird unter einem humosen **Oberboden** und bereichsweise vorhanden künstlichen **Auffüllungen** von den Talablagerungen des Neckars aufgebaut. Diese bestanden aus bindigem **Auelehm** und mächtigen **Neckarkiesen**. Unter den Talablagerungen folgen die Schichten der **Unteren Bunten Mergel** (km3u). Diese wurden in den Sondierungen nicht erschlossen.

Die Neckarkiese sind grundwasserführend.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung des Schichtaufbaus des Untergrunds wurden am 10.09.2015 11 Rammkernsondierungen ausgeführt, die Tiefen von 2,0 m bis 6,0 m unter Gelände erreichten.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist auf dem Lageplan (Anlage 1) dargestellt. Die Untersuchungspunkte wurden durch die Reik GmbH, Pfullingen nach Lage und Höhe eingemessen.

Der erschlossene Schichtaufbau des Untergrunds wurde durch uns geologisch und bodenmechanisch aufgenommen; die Schichtprofile der Rammkernsondierungen sind auf den Anlagen 2.1 – 2.5 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtaufbau des Untergrunds

Unter dem humosen **Oberboden** wurden in den Rammkernsondierungen RKS 2, RKS 4, RKS 6 und RKS 10 künstliche **Auffüllungen** erschlossen. Diese bestanden aus tonigem, sandigem, z.T. kiesigem Schluff von überwiegend steifer Konsistenz. Die bindigen Böden waren mit Beton- und Ziegelstücken sowie anderen Fremdbestandteilen durchsetzt.

Darunter bzw. in den übrigen Sondierungen direkt unter dem Oberboden folgten die Talablagerungen des Neckars. Diese bestanden im oberen Teil aus **Auelehm**. Dieser setzte sich aus tonigem, sandigem, z.T. kiesigem, steifem bis halbfestem Schluff zusammen.

Der Auelehm ging in den nachfolgend zusammengestellten Tiefen in die **Neckarkiese** über. Diese bestanden aus sandigem Kies, der unterschiedliche bindige Anteile enthielt. Örtlich wurde in den Neckarkiesen organische, weiche bis breiige Schlufflagen bzw. -linsen erschlossen. Vereinzelt können in den Kiesböden auch größere Holzreste eingelagert sein.

Tabelle 1:

Aufschluss Nr.	Obergrenze Neckarkiese	
	in m unter Gelände	in m NN
RKS 1	1,0	321,2
RKS 2	1,5	321,4
RKS 3	2,5	319,9
RKS 4	1,7	321,3
RKS 5	2,0	320,3
RKS 6	2,0	320,8
RKS 7	1,5	320,8
RKS 8	2,0	320,3
RKS 9	0,4	321,7
RKS 10	> 2,0	< 320,1
RKS 11	1,1	320,9

Nach den an vergleichbaren Böden durchgeführten Laborversuchen ist der Auelehm entsprechend den Kriterien der DIN 18 196 überwiegend in die Bodengruppe TL (leicht plastische Tone) einzustufen. Die Neckarkiese entsprechen den Bodengruppen GU und GÜ (Kies-Schluff-Gemische).

Anmerkungen zu den Bodengruppen nach DIN 18 196

bindig:

TL = leicht plastische Tone (Fließgrenze $w_L \leq 35$ Gew.-%)

nichtbindig:

GU = Kies-Schluff-Gemische mit einem Anteil der Kornfraktion < 0,06 mm von 5 - 15 Gew.-%, Feinkornanteil vorwiegend schluffig

GÜ = Kies-Schluff-Gemische mit einem Anteil der Kornfraktion < 0,06 mm von 15 - 40 Gew.-%, Feinkornanteil vorwiegend schluffig

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

In den Sondierungen wurden Grundwasserzutritte bzw. Grundwasserstände zwischen 2,8 m und 4,4 m unter Gelände gemessen. Diese Wasserstände wurden in die Schichtprofile in den Anlagen 2.1 – 2.4 eingetragen. Dies zeigt, dass das Grundwasser in den relativ gut durchlässigen Neckarkiesen zirkuliert.

Die Höhenlage des Grundwasserspiegels unterliegt erfahrungsgemäß jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist uns nicht bekannt; er könnte nur anhand langfristiger Pegelmessungen ermittelt werden. Insbesondere bei einer Hochwasserführung des Neckars muss mit einem deutlichen Anstieg gerechnet werden.

Auch oberhalb des zusammenhängenden Grundwasserspiegels muss mit gelegentlichen Schicht- und Sickerwasserführungen auf verschiedenen Niveaus gerechnet werden.

5. Tragfähigkeit des Untergrunds

Die teilweise erschlossenen künstlichen **Auffüllungen** sind, bedingt durch ihre inhomogene Zusammensetzung in unterschiedlichem Maße zusammendrückbar. Auch unabhängig von äußeren Lasten können in künstlichen Auffüllmassen sog. Eigensetzungen auftreten, deren Ursachen in folgenden Vorgängen liegen können: Eigengewicht, Kornumlagerungsvorgänge, Veränderungen der Lagerungsdichte bei Erschütterungen bzw. Erdbeben und Schrumpfungen durch Austrocknung. Die künstlichen Auffüllungen können deshalb nicht als Lastabtragungshorizont für Fundamente herangezogen werden.

Der **Auelehm** ist als kompressibler Untergrund einzustufen. Allgemein ist die Kompressibilität von bindigen Böden umso größer, je höher die Plastizitätszahl (I_p) und der natürliche Wassergehalt (w_n) bzw. je geringer die Konsistenzzahl (I_c) ist.

Die Verformungseigenschaften der **Neckarkiese** sind abhängig vom Anteil der bindigen Gemengteile (Korndurchmesser $< 0,06$ mm).

Hierbei ist es entscheidend, ob die Kieskörner ein Korngerüst bilden, bei dem das bindige Zwischenmittel lediglich die Porenräume ausfüllt („Korn-zu-Korn-Kontakt“) oder die Kieskörner ohne direkten Kontakt eingebettet sind. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab einem Anteil der bindigen Gemengteile von weniger als 15 Gew.-% ein Korngerüst vorhanden ist. Nach den Feststellungen beim Sondieren ist ein Korngerüst vorhanden. Allerdings muss man davon ausgehen, dass stellenweise, insbesondere in den Bereichen mit stärkeren bindigen Anteilen, eine erhöhte Kompressibilität vorliegt. Insgesamt weisen die Neckarkiese gute Tragfähigkeitseigenschaften auf. Stellenweise treten jedoch Bereiche mit erhöhtem Anteil bindiger Gemengteile und organische Einlagerungen (Holzstücke) auf, die deutlich stärker kompressibel sind.

6. Gründung

Eine Unterkellerung der Gebäude ist nicht geplant. Genaue Planunterlagen für die Gebäude liegen uns nicht vor.

Die geplanten Erdgeschossniveaus dürften somit im Bereich der derzeitigen Geländehöhen im Bereich der einzelnen Häuser liegen. Aus den Schichtprofilen wird ersichtlich, dass dann die planmäßigen Gründungsniveaus teilweise bereits in den Neckarkiesen und größtenteils in den stärker kompressiblen Auelehm verlaufen würden.

Bei der Ausführung einer **Fundamentgründung** müssen daher, um eine einheitliche Lastabtragung zu gewährleisten, sämtliche Fundamente mittels Magerbeton (C 12/15) bis auf die Neckarkiese vertieft werden.

Zur Bemessung der Fundamente kann bei einer bereichsweise vertieften Flachgründung in den Echazkiesen eine zulässige Bodenpressung¹ (aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01) von $\sigma_{zul} \leq 300 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Dies entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} \leq 420 \text{ kN/m}^2$ gemäß DIN 1054:2010-12.

¹ Die zulässige Bodenpressung ist keine Bodenkonstante. Ihre Größe hängt in entscheidendem Maße von der Art der Belastung, von den Abmessungen des Gründungskörpers und seiner Gründungstiefe sowie von der jeweiligen Bodenart ab.

In Anlehnung an DIN 1054 sind beim Entwurf der Fundamentgründung folgende Punkte zu beachten:

- Die genannte Bodenpressung gilt für mittige und lotrechte Belastungen. Bei ständigem außermittigem Lastangriff ist die Sohlpressung auf eine verkleinerte Teilfläche A' zu beziehen, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist (vgl. DIN 1054, Abschnitt 6.6.5).
- Das Gewicht von Betonunterfüllungen, die im Zuge der Bauausführung bis zum Erreichen der Neckarkiese eingebracht werden müssen, braucht man beim Nachweis der Bodenpressung nicht zu berücksichtigen.
- Bei Fundamenten unterschiedlicher Höhenlage ist ein Abtreppungswinkel von $\beta \leq 35^\circ$ einzuhalten. Auch benachbarte Fundamente sollen in ihrer Tiefenlage so ausgebildet werden, dass die Verbindungslinie der unteren Fundamentecken nicht steiler als 35° gegen die Horizontale geneigt ist.
- Bei längeren Streifenfundamenten kann es unter Umständen wirtschaftlicher sein, die abzutragenden Lasten soweit wie möglich zu konzentrieren und über Magerbetonpfeiler abzutragen, anstatt die Streifenfundamente über ihre gesamte Länge zu vertiefen. Über den Pfeilern sind dann durchlaufende Träger anzuordnen.
- Eine Mindestfundamentbreite von $b = 0,4 \text{ m}$ darf nicht unterschritten werden.
- Um Nachbrüche aus den Grubenwänden der Vertiefungen zu vermeiden und somit den Betonverbrauch auf ein Mindestmaß zu beschränken, müssen die erforderlichen Betonunterfüllungen unmittelbar nach dem Aushub eingebracht werden.
- Die Gründungssohlen müssen vom Baugrundgutachter überprüft werden, damit gewährleistet ist, dass die an den Fundamentsohlen anstehenden Böden eine ausreichende Tragfähigkeit haben.

Alternativ wäre bei relativ geringen Lasten und einer gleichmäßigen Lastverteilung eine **Plattengründung** (Flächengründung) möglich.

Die Berechnung der zusammenhängenden Gründungsplatte erfolgt dann am zweckmäßigsten nach einem verformungsabhängigen Verfahren (Steife- oder Bettungsmodulverfahren). Der genaue Bettungsmodul und die Dicke der Tragschicht (s.u.) muss vom Gutachter anhand von genauen Lastangaben ermittelt werden. Für eine vorläufige Bemessung kann ein Bettungsmodul² von $k_s = 5.000 \text{ kN/m}^3$ angesetzt werden.

Um die Verformungen der Bodenplatte zu reduzieren bzw. um eine bessere Lasteintragung zu gewährleisten, ist unter der bewehrten Gründungsplatte eine mindestens 40 cm dicke Tragschicht aus verdichtetem, körnigem Material anzuordnen. Noch vorhandene organische Lagen, Auffüllungen ungünstiger Tragfähigkeit oder aufgeweichte Bereiche müssen vollständig ausgeräumt und durch körniges Fremdmaterial ersetzt werden. Dadurch kann sich bereichsweise die Dicke der Tragschicht erhöhen. Die Aushubsohle muss vor dem Aufbringen der Tragschicht verdichtet und sollte durch den Gutachter abgenommen werden. Das günstigste Tragverhalten ergibt sich mit einem einheitlichen Brechkorngemisch der Abstufung 0/45 in frostsicherer Ausführung (= Schottertragschichtmaterialien nach ZTV SoB-StB 04³). Dann kann auf Frostschrägen verzichtet werden. Die genaue Dicke wird nach Vorlage der Gebäudelasten ermittelt.

Längs der äußeren Gebäuderänder ist die Tragschicht mit einem Überstand von mindestens 40 cm auszuführen, damit die Lastausbreitung, die unter ca. 45° erfolgt, einheitlich innerhalb der Tragschicht stattfindet und auch eine ausreichende Tragfähigkeit in den Gebäuderandbereichen gewährleistet ist.

² Der Bettungsmodul ist kein Bodenkennwert, sondern eine abgeleitete Größe. Er hat bei strenger Betrachtung des Kräfte- und Verformungsbildes in den Gründungssohlen verschieden große Werte. Er wird abgeleitet unter der Annahme, dass die Setzung s an jeder Stelle des Gründungskörpers proportional der dort wirksamen Sohlnormalspannung σ_0 ist. Dieser Proportionalitätsfaktor ist der sog. Bettungsmodul und errechnet sich nach der Beziehung: $k_s = \sigma_0/s$. Hierbei bedeutet s die Setzung des kennzeichnenden Punktes der starren Gründungsplatte und σ_0 die wirksame Sohlnormalspannung.

³ ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 2004

Um eine Vermengung des Tragschichtmaterials mit an der Aushubsohle anstehenden Böden zu verhindern, sollte auf dem Erdplanum ein reißfestes Geotextil (z.B. Filtervlies der Robustheitsklasse GRK 3) verlegt werden. Bindiges Material, das in die Tragschicht eindringt, würde sonst mittelfristig die Tragfähigkeit der Tragschicht deutlich reduzieren.

Es empfiehlt sich, auf der Oberfläche der Tragschicht eine Magerbetonschicht aufzubringen. Diese bietet einen gewissen Schutz gegen eindringendes Oberflächenwasser während der Bauzeit, was sonst zu nachträglichen Auflockerungen und Aufweichungen führt. Außerdem lässt sich dann die Bewehrung der Bodenplatte besser verlegen.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 09⁴, ZTVT-StB 95⁵ und ZTV SoB-StB 04). Das Tragschichtmaterial muss mit einer Proctordichte von 98 % eingebaut werden.

Nach Vorlage der zur Ausführung kommenden Gründung, müssen die vorliegenden Angaben durch uns überprüft werden.

7. Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung

Die geplanten Gebäude schneiden nicht bzw. nur geringfügig ins fertige Gelände ein. Besondere Dränierungsmaßnahmen sind daher nicht erforderlich, sofern gewährleistet ist, dass das angrenzende Gelände ein Gefälle von den Gebäuden weg aufweist, anfallendes Oberflächenwasser in geeigneter Weise (z.B. Hofeinfälle, Rinnen o.ä.) abgeleitet wird sowie unter der erdberührten Bodenplatte eine kapillarbrechende, 20 cm dicke Filterschicht aus Kies oder Schotter 8/32 (Fundamentgründung) bzw. die Schottertragschicht bei der Plattengründung vorhanden ist.

Um eine Vermengung von Filterschichtmaterial mit an der Baugrubensohle anstehenden Böden zu vermeiden, ist ein reißfestes Filtervlies der Robustheitsklasse GRK 3 zu verlegen.

⁴ ZTVE-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 2009

⁵ ZTVT-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 1995, Fassung 2002

8. Außenanlagen

Nach den uns vorliegenden Unterlagen sind auf der Westseite Verkehrsflächen geplant, die von LKW's und Bussen genutzt werden. In diesem Bereich wurden die Sondierungen RKS 10 und RKS 11 ausgeführt.

Bei solchen Fahr- und Abstellflächen muss eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Aufbaus vorhanden sein. Grundlagen hierfür sind die Richtlinien der RStO 12⁶ und der ZTVE-StB 09⁷.

Nach den Angaben der Reik GmbH sind diese Verkehrsflächen gemäß der RStO 12 in die Belastungsklasse Bk3,2 einzuordnen. Entsprechend den genannten Richtlinien sind in diesem Fall folgende Anforderungen zu erfüllen:

Verdichtungsgrad des Erdplanums: $D_{Pr} = 97\%$ (Luftgehalt $n_L < 12\%$)

Verformungsmodul auf dem Erdplanum: $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Verformungsmodul an der Oberfläche
der Frostschutzschicht: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Minstdicke des gesamten
frostsicheren Aufbaus: 60 cm, da der Untergrund aus Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 besteht (vgl. RStO 12, Tabelle 6)

Wie aus den Sondierungen RKS 10 und RKS 11 ersichtlich ist, wird das Erdplanum in den bindigen Auffüllungen bzw. im Auelehm verlaufen. In diesen Böden wird es keinesfalls möglich sein, den auf der Oberfläche des Erdplanums geforderten Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen, es werden hier lediglich E_{v2} -Werte in einer Größenordnung von bis zu maximal 5 MN/m^2 erzielt. Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erzielen, müssen daher entsprechende Bodenverbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden. Hierzu kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

⁶ RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012

⁷ ZTVE-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 2009

- Stabilisierung des Erdplanums mit hydraulischem Bindemittel
- Einwalzen von Grobschotter ins Erdplanum
- Verlegen eines Geogitters auf dem Erdplanum

Im vorliegenden Fall empfehlen wir eine Stabilisierung mit hydraulischem Bindemittel bzw. alternativ das Einwalzen von Grobschotter ins Erdplanum. Werden diese Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt ist eine Tragschichtdicke von 50 cm ausreichend. Wenn keine Verbesserungsmaßnahmen ausgeführt werden muss die Tragschichtdicke auf mindestens 80 cm erhöht werden.

Als Frostschutzschicht empfehlen wir den Einbau von Schottertragschichtmaterial der Abstufung 0/45 in frostsicherer Ausführung gemäß ZTV SoB-StB 04.

Damit es nicht nachträglich im Erdplanum der Geländeanschüttung zu Aufweichungen durch eindringendes Oberflächenwasser und somit zu einer Reduzierung der Tragfähigkeit kommt, sollte für die Verkehrsflächen, aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Erdplanums der Anschüttung, eine Dränierung des Planums (Planumsentwässerung: Neigung $\geq 4\%$ und gezielte Ableitung) vorgesehen werden. Weiterhin sollte das auf den befestigten Flächen anfallende Oberflächenwasser in geeigneter Weise gefasst (z.B. Einläufe) und abgeleitet werden. Dies entfällt, wenn dichte Beläge ausgeführt werden.

9. Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen

Tabelle 3:

Schichtkomplex	Boden- bzw. Felsklasse
Oberboden	1
Auffüllungen*	3, 4 und 5
Auelehm	4 und 5
Neckarkiese	3, 4 und 5**

* in der in den Aufschlüssen festgestellten Zusammensetzung
** bei erhöhtem Steinanteil

ANMERKUNGEN zu den Bodenklassen nach DIN 18 300

Klasse 1: Humoser, belebter Oberboden

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

Klasse 3: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton ($< 0,063$ mm Korndurchmesser) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt

Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (Gruppen TL und TM nach DIN 18 196), die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner $0,063$ mm

Klasse 5: hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über $0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tonböden (Gruppe TA nach DIN 18 196)

Klasse 6: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nicht-bindige Bodenarten, sowie Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über $0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt

Klasse 7: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind sowie Steine von über $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt

Sollte es bei der Einstufung in Boden- und Felsklassen zu Unstimmigkeiten zwischen der Bauherrschaft und den ausführenden Firmen kommen, sind wir gerne zur Klärung der diesbezüglich auftretenden Fragen bereit.

10. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Tabelle 4:

Schichtkomplex	Wichte (kN/m^3) γ	Reibungs- winkel ϕ'	Kohäsion (kN/m^2) c'	Steifemodul (MN/m^2) E_s
Auffüllung	19	25°	5 - 8	6 - 10
Auelehm	20	$27,5^\circ$	6 - 8	6 - 10
Neckarkiese	20	35°	0	15 - 30

Nach DIN 4149 (2005-04) „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt Tübingen in der Erdbebenzone 3. Für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit kann nach Tabelle 2 der genannten Norm ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von $\alpha_g = 0,8 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden. Gemäß Abschnitt 5.2 sind die Untergrundverhältnisse (Baugrundklasse/Untergrundklasse) als **B-R** zu beschreiben. Somit ergeben sich nach den Tabellen 4 und 5 der Norm folgende Werte:

Parameter zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums:				
Untergrundverhältnisse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
B-R	1,25	0,05	0,25	2,0
Parameter zur Beschreibung des elastischen vertikalen Antwortspektrums:				
B-R	1,25	0,05	0,20	2,0

Die in Abschnitt 6 des Gutachtens genannte zulässige Bodenpressung kann bei einem Nachweis für kurzfristig wirkende Erdbebenkräfte um den Faktor 1,5 erhöht werden.

Sämtliche konstruktiven Anforderungen der genannten Norm sind auch bei Gebäuden ohne entsprechenden Standsicherheitsnachweis zu beachten.

11. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von 11 Rammkernsondierungen beschrieben und beurteilt. Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Arbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen nach DIN 18 300 (Abschnitt 9) oder die Schichtgrenzen können nicht für eine verbindliche Massen- oder Kostenermittlung dienen oder ein Aufmaß bei der Bauausführung ersetzen, da erfahrungsgemäß diese auch auf kurze Entfernung variieren können.

Nach Vorlage der zur Ausführung kommenden Gründung, müssen die Angaben im Gutachten durch uns überprüft werden.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf das untersuchte Grundstück, eine Übertragung auf benachbarte Grundstücke ist nicht möglich.

In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

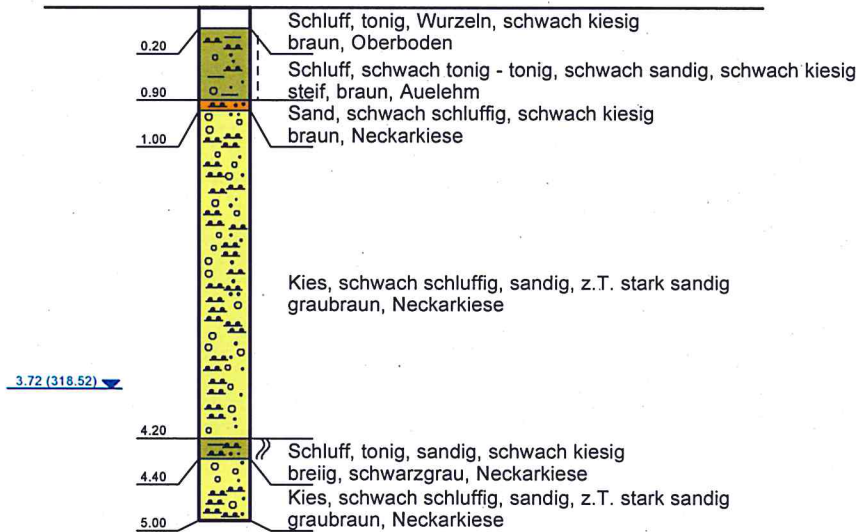
Tübingen, den 28. September 2015

Digital unterschrieben von Steffen Potthoff
DN: cn=Steffen Potthoff, o=Angewandte
Geowissenschaften, ou,
email=steffen.potthoff@bfageo.de, c=DE
Datum: 2015.09.28 11:34:06 +02'00'

S. Potthoff
Dipl.-Geol.

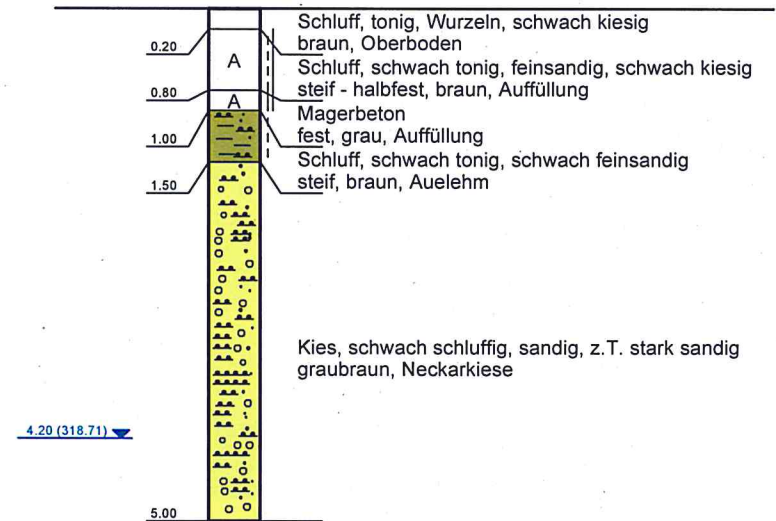
RKS 1

322,24 m NN



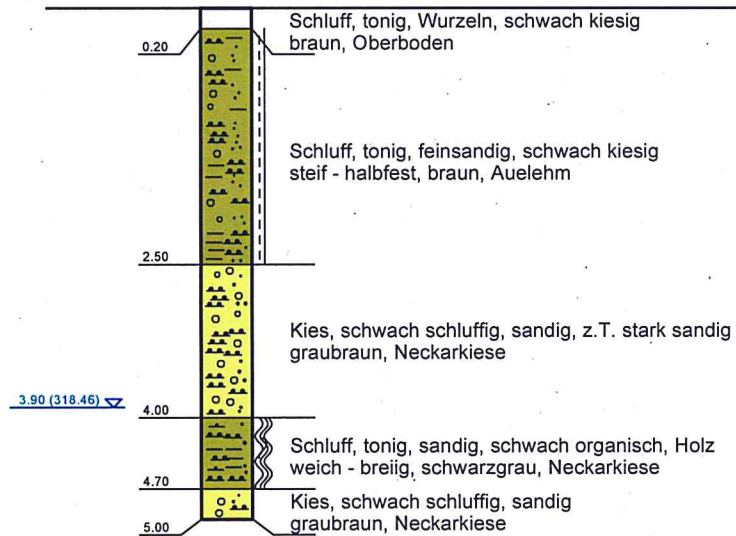
RKS 2

322,91 m NN



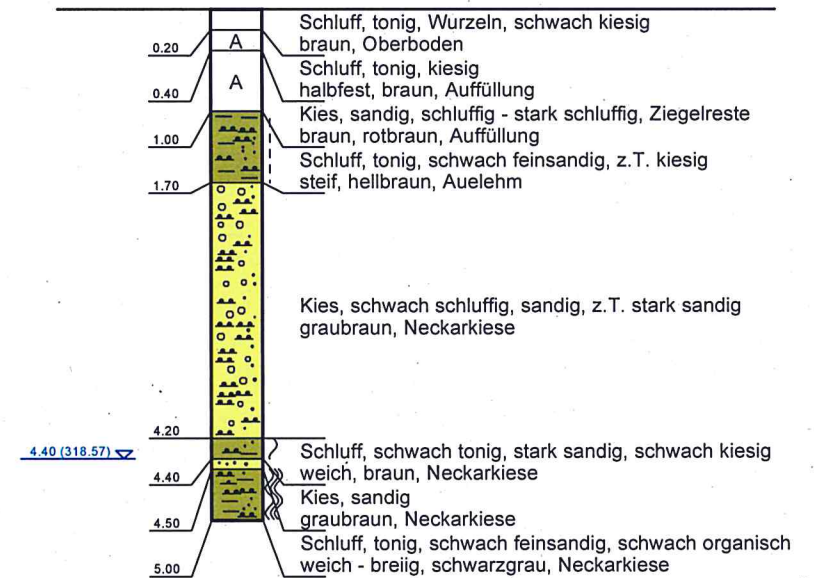
RKS 3

322,36 m NN



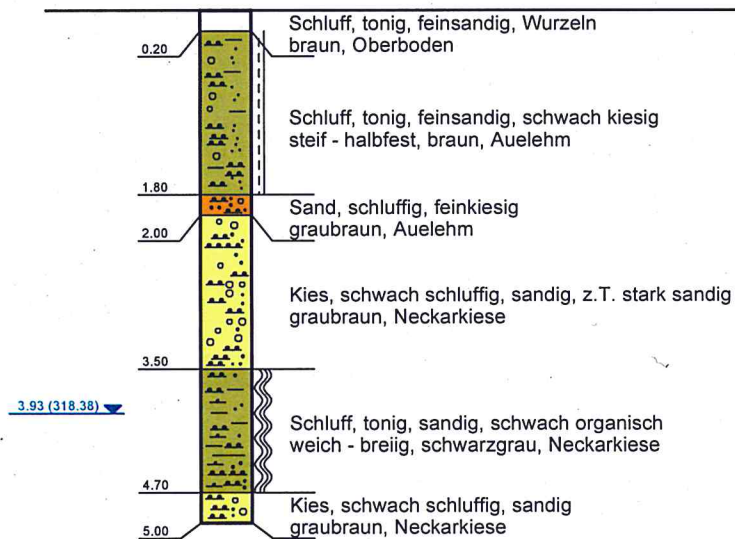
RKS 4

322,97 m NN



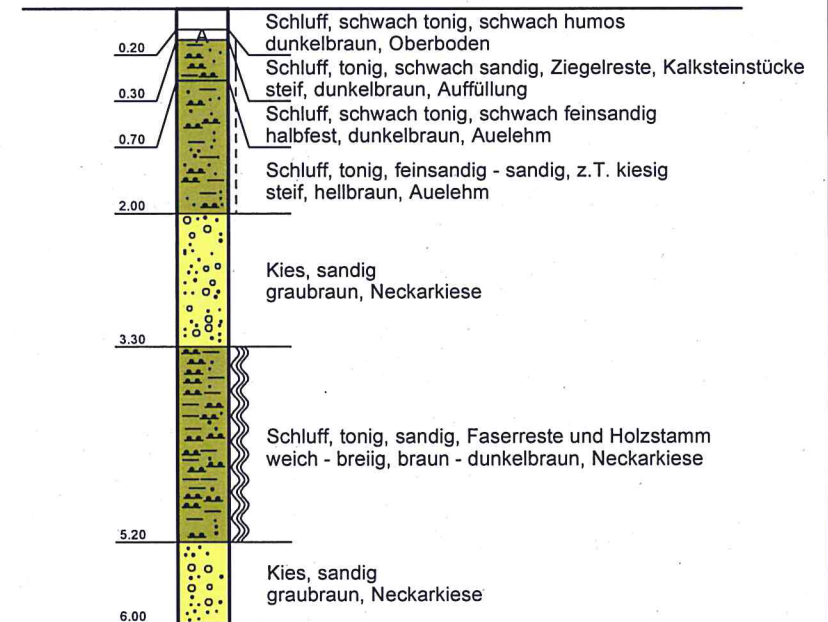
RKS 5

322,31 m NN



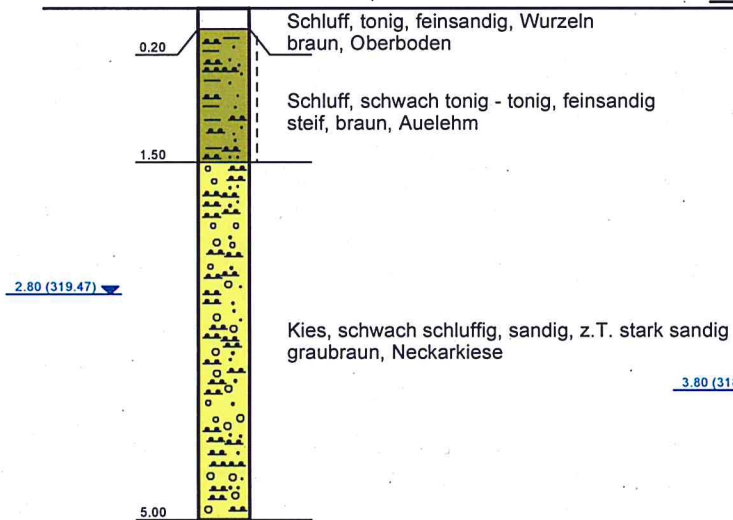
RKS 6

322,84 m NN



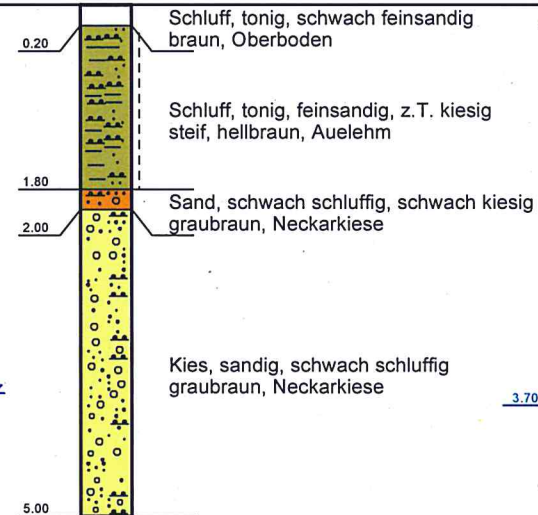
RKS 7

322,27 m NN



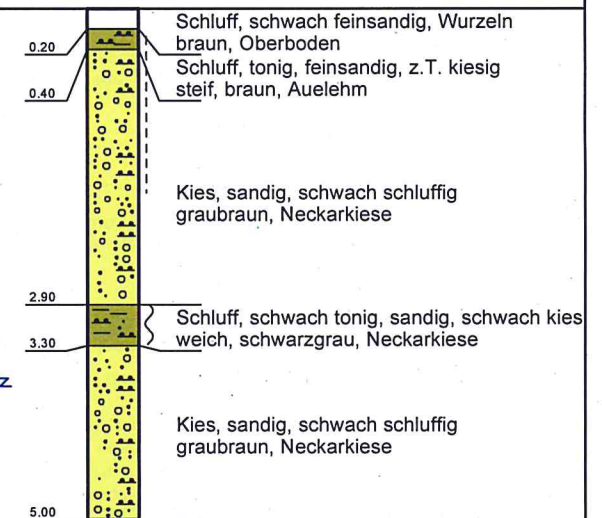
RKS 8

322,33 m NN



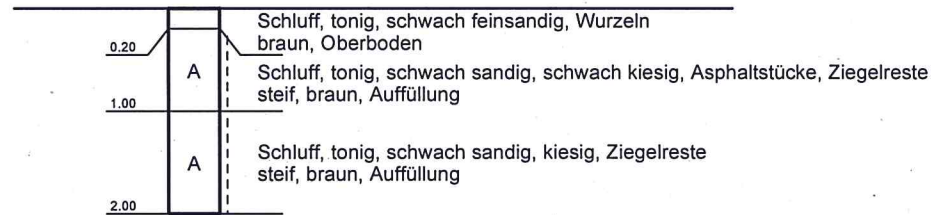
RKS 9

322,11 m NN



RKS 10

322,10 m NN



RKS 11

322,04 m NN

