

GeoTerton | Siemensstraße 13 | 72116 Mössingen

Jetter Gebäudebau GmbH
Maybachstraße 1
72348 Rosenfeld

Baugrunduntersuchung und Gründungsgutachten für den Neubau von sieben Baukörpern, zwei davon unterkellert mit Tiefgaragen

BV Wohnen am Stutzenweiher

Fischerstraße, Flurstücke 3255 und 3258
72336 Balingen

Projektnummer: B 21 13 03

Bearbeiter: Dipl. Geol. H. Terton

Ausfertigungen: 3 (davon eine kopierfähig) / 1 digital (pdf-Version)

Ausfertigungsdatum: 27.08.2021

Siemensstr.13
72116 Mössingen

Tel.: 07473 / 240909-0
Fax: 07473 / 240909-9
Mail: kontakt@geoterton.de

www.geoterton.de

Fachkundige Probenehmer gemäß
LAGA PN 98

Mitglied im BDG, DGGT, ITVA und
Altlastenforum

USt-IdNr: DE 215076251

VR Bank SWH
IBAN DE82 6406 1854 0011 2220 00
BIC GENODES1STW

KSK Tübingen
IBAN DE14 6415 0020 0002 9933 11
BIC SOLADES1TUB

Inhaltsverzeichnis:

1	Vorbemerkung	1
2	Durchgeführte Untersuchungen	2
3	Untergrundverhältnisse	2
3.1	Lage des Untersuchungsgebietes / Geologischer Überblick	2
3.2	Ergebnisse aus den Baggerschürfen	3
3.3	Ergebnisse aus den früheren Untersuchungen	4
3.4	Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laboruntersuchungen	4
4	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen / Frostempfindlichkeit	5
5	Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09	6
6	Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09	7
7	Hydrogeologie.....	9
7.1	Angetroffene Verhältnisse	9
7.2	Versickerungsfähigkeit.....	10
7.3	Bemessungswasserstand.....	11
7.4	Betonaggressivität	12
7.5	Hinweise zum Biotop Stutzenweiher	12
8	Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung.....	12
8.1	Unterkellerte Gebäude	12
8.2	Gebäude ohne Unterkellerung - bestehende Untergrundverhältnisse.....	13
8.3	Gebäude ohne Unterkellerung - Bodenverbesserung mit Novocrete	15
9	Erdbebenzone	15
10	Gründungstechnische Folgerungen	16
10.1	Bauwerksspezifische Voraussetzungen / Gründungshorizont	16
10.2	Gründungsberatung.....	17
10.3	Plattengründung Blöcke 3 und 4	17
10.3.1	Block 3 (Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage).....	17
10.3.2	Block 4 (Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage):.....	18
10.3.3	Blöcke 1 und 2 (Mehrfamilienhäuser ohne Unterkellerung):	19
10.3.4	Blöcke 5 bis 7 (Reihenhauskomplexe ohne Unterkellerung).....	20
10.4	Allgemeine Angaben.....	21
10.5	Setzungsdifferenzen	21
10.6	Zusammenfassung und Folgerung der Gründungsberatung	22
11	Ausführungshinweise.....	23
11.1	Tragschicht / Geländeauffüllungen.....	23
11.2	Böschungen / Baugruben	24

11.3	Erdplanum	25
11.4	Wasserhaltung.....	25
11.5	Verkehrsflächen.....	25
11.6	Verwertung von Aushubmaterial / abfallrechtliche Beurteilung.....	26
11.6.1	Abfallrechtliche Bewertung von zukünftigem Aushubmaterial.....	26
11.7	Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial / Arbeitsraumverfüllungen	30
12	Abschließende Bemerkungen	31
	Anlagen.....	32

Tabellen:

Tab. 1: Ergebnisse aus den Laborversuchen

Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte nach DIN 1055-2 und Frostempfindlichkeitsklassen
nach ZTVE-StB 17

Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte von Arbeitsraumverfüllungen

Tab. 4: Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09

Tab. 5: Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09

Tab. 6: Wasserstände in den Aufschlüssen

Tab. 7: Kennwerte der Erdbebeneinwirkung gemäß DIN EN 1998-1

Tab. 8: Bauwerksbezogene zulässige Setzungsunterschiede (PRINZ 2018, Auszug)

Tab. 9: Bewertung von PAK-Analysen in Asphaltproben

Anlagen:

Anl. 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

Anl. 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten und Profilschnitt

Anl. 3: Graphische Darstellung der Aufschlusspunkte

Anl. 4: Geotechnische Profilschnitte (schematisch)

Anl. 5: Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Anl. 6: Lageplan mit abfallrechtlichen Zuordnungen

Anl. 7: Laborprüfberichte

1 Vorbemerkung

Die Firma Jetter Gebäudebau GmbH plant den Neubau von insgesamt sieben Baukörpern in der Fischerstraße in 72336 Balingen (Flurstücke 3255 und 3258). Zwei dieser Baukörper sollen über einer gemeinsamen Tiefgarage errichtet werden, die übrigen fünf Gebäude sollen ohne Unterkellerung hergestellt werden.

Durch die Lage des Grundstückes in der Erdbebenzone 3 sind die geplanten Bauwerke der geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN 4020 zuzuordnen. Gebäude dieser Kategorie erfordern eine ingenieurgeologische Beurteilung der Baugrundverhältnisse.

Unser Büro wurde von der Firma Jetter Gebäudebau GmbH mit der Untersuchung der Untergrundverhältnisse sowie der Beurteilung der Gründungsverhältnisse auf dem projektierten Baugelände beauftragt. Grundlage war das Angebot B 21 13 03 vom 09.04.2021.

Als Arbeitsgrundlagen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7719 Balingen, Maßstab 1 : 25 000, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, 1987;
- Online-Planauskunft des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LBRG), Stand 16.08.2021;
- Gutachten zur orientierenden Untersuchung des Untergrundes, erstellt durch die Wehrstein Geotechnik, Kernen, Stand 03.02.2009;
- Baugrunderkundung für die Flurstücke 3258 und 3255, erstellt durch die Terra Concept Consult GmbH, Pfullingen, Stand Juli 2020;
- Lageplan mit Höhen, Ersteller unbekannt, Stand 12.05.2020;
- Absteckplan des Geländes mit Grundrissen der geplanten Bauwerke, erstellt durch das Vermessungsbüro Uttenweiler, Balingen, Stand 09.02.2021;
- Grundrisse und Schnitte der geplanten Gebäude, erstellt durch das Büro archisphäre GmbH, Rosenfeld, Stand 02.02. und 19.07.2021;
- Aktuelle Erkundungsergebnisse aus zwölf Baggerschürfen (BS 1 und BS 2, Stand 11.02.2021 und BS 1 bis BS 10, Stand 21. bis 22.07.2021);
- Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen, Stand 10.08., 12.08. und 16.08.2021;
- Ergebnisse der umweltchemischen Laboranalysen, Eurofins Umwelt Südwest, Speyer, Stand 03.08.2021 und 09.08.2021;
- Zitierte Literatur.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Vorerkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 11.02.2021 zwei Baggerschürfe (BS) für eine Voreinschätzung im nördlichen Bereich des Baufensters hergestellt. Ergänzend zu den bisherigen Untersuchungen aus den Jahren 2009 und 2020 wurden zur detaillierten Erkundung der Untergrundverhältnisse am 21. und 22.07.2021 zehn weitere Baggerschürfe (BS 1 bis BS 10) bauseits im Baufenster hergestellt. Die Aufschlüsse wurden jeweils bis zum Erreichen kompakter, zum Teil auch mit einem Meißel nur schwer oder nicht mehr lösbarer Untergrundverhältnisse bis in Tiefen von 1,7 bis 3,35 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft.

Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden ingenieurgeologisch aufgenommen und hinsichtlich möglicher Verunreinigungen geruchlich und visuell begutachtet. Aus den Schürfen wurde Bodenmaterial entnommen. Ausgewählte Boden- und Mischproben wurden bodenmechanischen und umweltchemischen Laboranalysen zugeführt. Die übrigen Proben wurden rückgestellt.

In fünf der zehn am 21. und 22.07.2021 erstellten Schürfe wurde eine Einfachmessstelle ausgebaut. An diesen wurden am 29.07.2021 und am 17.08.2021 Stichtagsmessungen durchgeführt.

Die Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkte dienten mehrere vom Vermesser zur Verfügung gestellte Höhenangaben auf dem Gelände.

Die Lage des Baufensters ist der Anlage 1, die Lage der Aufschlusspunkte der Anlage 2 zu entnehmen. Die graphischen Darstellungen der Aufschlüsse gemäß DIN 4023 sind in der Anlage 3 einzusehen. Die Laborprüfberichte finden sich in der Anlage 7.

3 Untergrundverhältnisse

3.1 Lage des Untersuchungsgebietes / Geologischer Überblick

Das zu untersuchende Baufenster befindet sich im nordwestlichen Teil der Stadt Balingen. Das Flurstück ist von Südosten über die Fischerstraße zugänglich. Es grenzt im Süden und Nordosten an bebaute Flurstücke und im Nordwesten an unbebaute Flurstücke sowie den Talgraben.

Gemäß der geologischen Karte von Baden-Württemberg stehen im Untersuchungsgebiet Tonsteine der Obtusuton-Formation über Gesteinswechsellagerungen (Kalk-, Ton-, Mergel- und Sandsteine) der Arietenkalk-Formation an. Erfahrungsgemäß werden diese Gesteine von Verwitterungs- und Umlagerungsbildungen in und im vorliegenden Fall auch von Auffüllungen lokal variierender Mächtigkeit überlagert.

Es ist nicht auszuschließen, dass das Untersuchungsgebiet in einer geologischen Störungszone liegt. In solch einer Zone können die Gesteinsformationen in ihrer Höhenlage gegeneinander verschoben sein.

3.2 Ergebnisse aus den Baggerschürfen

Die in den Schürfen aufgenommenen Bodenschichten werden nachfolgend vereinfacht beschrieben. Eine detaillierte Darstellung findet sich in der Anlage 3. Dort sind die graphischen Darstellungen der Aufschlussprofile einzusehen. Weiterhin sind die angetroffenen Schichten in Bezug zu den geplanten Gebäuden in vier exemplarischen, schematischen Profilschnitten (siehe Anlage 4) dargestellt.

Wie den Profilschnitten zu entnehmen ist, liegen im Baufeld uneinheitliche Untergrundverhältnisse vor, die vermutlich durch eine Störungszone hervorgerufen werden. Grundsätzlich lassen sich die Verhältnisse in zwei Bereiche einteilen.

Östlicher Bereich (ehemalige Möbelfabrik): Schürfe BS 1 bis BS 7 (Juli 2021)

An der Oberfläche wurden lokal Asphaltüberdeckungen in einer Stärke von bis zu 0,13 m angetroffen. In Teilbereichen stand an der Oberfläche eine Mutterbodenüberdeckung (humoser Oberboden) in Stärken von 0,05 bis 0,3 m an. Unterhalb dieser bzw. in Bereichen ohne Überdeckungen fanden sich Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit. In den Schürfen BS 2 bis BS 4 waren die Auffüllungen überwiegend feinkörnig und von steifer Konsistenz. In den Schürfen BS 1 und BS 5 bis BS 7 repräsentieren die Auffüllungen ehemalige kiesige Tragschotter bzw. Rückbaumaterial mit feinkörnigen Beimengungen aus dem Abbruch des früheren Gebäudebestandes von lockerer bis dichter Lagerung. Die feinkörnige Matrix wies eine steife Matrix auf. Die Auffüllungen enthielten lokal bodenfremde Bestandteile in Form von Ziegel, Glas-, Asphalt-, Beton- und Steingutreste. Im Schurf BS 1 war ein bituminöser Geruch innerhalb der Auffüllungen festzustellen. Die Auffüllungen reichten in Tiefen von 0,4 bis 1,6 m u. GOK.

Unter den Auffüllungen wurden tonige Verwitterungshorizonte und plastifizierte Tonsteine der Obtususton-Formation festgestellt. Diese waren überwiegend steif, lokal auch weich bis steif mit feuchten Bereichen. Zur Tiefe folgten stark verwitterte Tonsteine, welche in den Schürfen BS 2 bis BS 7 von einer dünnen, steinig aufgelösten Kalksteinbank unterbrochen wurden. Unterhalb setzten sich die Tonsteine mit zur Tiefe abnehmendem Verwitterungsgrad fort.

Nordwestlicher Bereich: Schürfe BS 1 und BS 2 (Februar 2021) und Schürfe BS 8 bis BS 10 (Juli 2021)

Unter ca. 0,1 m mächtigen Asphaltsschicht wurde bis in eine Tiefe von 0,3 bis 0,8 m u. GOK Tragschichtmaterial angetroffen. Die als Grobkies und Steine anzusprechenden Auffüllungen waren schluffig und sandig und von lockerer bis dichter Lagerung.

Im Anschluss an die Tragschicht folgten schluffige Verwitterungstone und plastifizierte Tonsteine. Diese waren im oberflächennahen Bereich von steifer Konsistenz, zur Tiefe konnten auch steife bis halbsteife Horizonte aufgenommen werden. Die plastifizierten Tonsteine zeigten lokal ein schiefriges Gefüge.

Unterhalb wurden Gesteinswechsellagerungen von stark verwitterten Tonsteinen und harten, dickbankigen Kalk- bis Kalkmergelsteinen aufgeschlossen. Die Kalksteinbänke zeigten lokal Fossilien sowie lokal feuchte Klufflächen und waren nur mit Einsatz eines Baggermeißels zu lösen. Mit zunehmender Aufschlussiefe

nahm auch die Mächtigkeit der Kalk-/Kalkmergelsteine zu. Das Auftreten der mächtigen Kalk- und Kalkmergelsteinbänke sowie die Wechsellagerung mit verwitterten Tonsteinlagen deuten auf die Arietenkalk-Formation hin. Der Formationswechsel innerhalb des Baufeldes ist vermutlich in einer geologischen Störungszone begründet.

3.3 Ergebnisse aus den früheren Untersuchungen

Die früheren Untersuchungen bestanden vorwiegend aus kleinkalibrigen Aufschlüssen (Kleinbohrungen und Rammsondierungen), die nur begrenzte Aufschlusstiefen erreichten und somit keine abschließende Aussage über die bautechnischen Eigenschaften der Untergrundverhältnisse erlaubten. Lediglich im Osten wurden drei Schürfen durch die Terra Concept Consult GmbH bis in größere Tiefe geführt, sodass in diesem Bereich auf weitere Aufschlüsse unsererseits verzichtet werden konnte.

Die oberflächennah ermittelten Untergrundverhältnisse aus den früheren Untersuchungen korrelieren weitgehend mit den aktuellen Erkundungsergebnissen. Soweit erforderlich bzw. sinnvoll, wurden Aufschlüsse in unsere Profilschnitte (siehe Anl. 4) übernommen und finden sich ebenfalls in der Anlage 3.

3.4 Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Zur Ermittlung der Konsistenzen und der Bodengruppen wurden die Zustandsgrenzen nach DIN 17892-12 an vier Proben untersucht. Da die Konsistenz im direkten Zusammenhang mit dem Wassergehalt steht, wurden drei weitere Proben auf ihren Wassergehalt nach DIN 17892-1 untersucht. Ein Vergleich der Wassergehalte erlaubt bei nahezu identisch zusammengesetzten Bodenproben eine tendenzielle Ableitung der Konsistenz. Für die Analysen wurden Proben herangezogen, die auf Grund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften einen Einfluss auf die Gründung, insbesondere auf die zu erwartenden Setzungen sowie die Böschungsgestaltung haben. Nachfolgend sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengestellt:

Tab. 1: Ergebnisse aus den Laborversuchen

Probe	Wassergehalt [%]	Konsistenz ermittelt	Konsistenz abgeleitet	Bodengruppe DIN 18196
Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 17892-12				
BS 1 / P 3 / 1,2 - 1,6 m	43,8	steif	-	TA
BS 3 / P 2 / 0,5 - 1,4 m	37,1	steif	-	TA
BS 4 / P 1 / 0,8 - 1,3 m	34,7	steif	-	TA
BS 6 / P 3 / 1,0 - 1,3 m	36,9	weich bis steif	-	TA
Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 17892-1				
BS 4 / P 2 / 1,3 - 1,65 m	38,1	-	steif	-
BS 6 / P 4 / 1,7 - 2,0 m	36,1	-	steif	-
BS 6 / P 5 / 2,0 - 2,1 m	19,4	-	halbfest	-

Erklärung zur Bodengruppe: TA = Ton, ausgeprägt plastisch

Die Laborprüfberichte sind in der Anlage 7 einzusehen.

4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen / Frostempfindlichkeit

Für die in Kapitel 3 beschriebenen Bodenarten können die nachfolgenden Werte für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden. Die Einteilung der Bodenarten in Frostempfindlichkeitsklassen erfolgt nach der ZTVE-StB 17. Grundlage für die Ermittlung der Kennwerte sind die Bodenansprache vor Ort, die bodenmechanischen Laborversuche und für Festgesteine Erfahrungswerte. Wichte, Reibungswinkel und Kohäsion der Lockergesteine entstammen den Angaben der DIN 1055-2, die Steifemoduln für Setzungsberechnungen sind der Literatur entnommen (z. B. H.TÜRKE, 1999). Der Mutterboden wird nachfolgend nicht berücksichtigt, da dieser für erdstatische Berechnungen nicht relevant ist.

Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte nach DIN 1055-2 und Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 17

Bodengruppe / Bezeichnung	Wichte $\gamma - \gamma'$ [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' / c_u [kN/m ²]		Steifemodul E_s [MN/m ²]	Frostempfindlichkeit
Kies, schluffig						
locker	18 - 10	30,0	0	0	50	F 2
mitteldicht	20 - 12	32,5	0	0	80	
dicht	22 - 14	35,0	0	0	150	
Kiese / Steine, stark schluffig	21,5 - 11,5	27,5	2	15	30 - 50	F 3
steif						
Ton, schluffig (TA)						
weich	17,5 - 7,5	15	5	15	2 - 4	F 3
steif	18,5 - 8,5	15	10	35	4 - 8	
halbfest	19,5 - 9,5	15	15	75	8 - 12	
Tonstein						
verwittert	21 - 11	22,5 - 27,5	15 - 25	40 - 60	20	F 3
gering verwittert	23 - 13	27,5 - 35 [#]	25 - 50 [#]	-	20 - 30 [#]	F 2
Kalk- / Kalkmergelstein						
stark klüftig / verwittert	22 - 12	35	0	0	80 - 150	F 1 - 2
gering verwittert	26 - 16	35 - 40 [#]	25 - 50 [#]	-	> 200	F 1

[#] Schwankt in Abhängigkeit des Trennflächengefüges, der lokalen Beschaffenheit und der Beanspruchung in weiten Grenzen. Bei größeren zusammenhängenden Gesteinsformationen wird der genannte Mindestwert nicht unterschritten.

Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 17:

F 1 = nicht frostempfindlich / **F 2** = gering bis mittel frostempfindlich / **F 3** = sehr frostempfindlich

Für Erdrundermittlungen im Bereich verfüllter Arbeitsräume können die Kennwerte des Verfüllmaterials in Ansatz gebracht werden:

Tab. 3: Bodenmechanische Kennwerte von Arbeitsraumverfüllungen

Material	Wichte γ [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]
Schottergemisch	20	35
Kiesgemisch und Siebschutt	20	27,5 - 32,5
Bindiges Aushubmaterial (Frostsicherheit beachten!)	siehe Tab. 2	siehe Tab. 2

Bei einer setzungsarmen Verdichtung des Arbeitsraumes wird auf den Verdichtungserddruck e_{vh} gemäß DIN 4085 hingewiesen.

5 Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09

Die nachfolgend angegebenen Bodenklassen dienen lediglich zur Orientierung. Seit 2015 sind diese nicht mehr gültig. Gemäß VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen) sind zur Ausschreibung Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 heranzuziehen. Diese finden sich im folgenden Kapitel 6.

Nach DIN 18300:2012-09 (alt) sind die in den Untersuchungspunkten angetroffenen Horizonte hinsichtlich ihrer Lösbarkeit in bestimmte Bodenklassen einzuordnen. Die Einstufung erfolgt anhand der Ansprache im Gelände.

Tab. 4: Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09

Boden- / Festgesteinsmaterial	Bodenklasse
Mutterboden	1
Auffüllungen: Kies, sandig, steinig	3
Auffüllungen: Kies, schluffig bis stark schluffig	3 - 4
Ton, kiesig, steinig	4
Ton, schluffig / Tonstein, plastifiziert / Kalkstein, steinig aufgelöst / steinige Auffüllungen	5
Tonstein, stark verwittert	5 - 6
Tonstein, mäßig verwittert / Kalkstein, verwittert, klüftig	6
Kalkstein / Kalkmergelstein	7

Anmerkung: DIN 18300:2012-09 (Erdarbeiten), Auszug

- Klasse 1: **Oberboden** / Oberboden ist die oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- Klasse 3: **Leicht lösbare Bodenarten** / Nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 % Beimengungen an Schluff und Ton (Korngröße kleiner als 0,06 mm) und mit höchstens 30 % Steinen von über 63 mm Korngröße bis 0,10 m³ Rauminhalt.
Organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt, z.B. feste Torfe.
- Klasse 4: **Mittelschwer lösbare Bodenarten** / Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit mehr als 15 % der Korngröße < 0,06 mm. Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind und höchstens 30 % Steine von über 63 mm Korngröße bis 0,01 m³ Rauminhalt enthalten.
- Klasse 5: **Schwer lösbare Bodenarten** / Bodenarten nach der Klasse 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 % Steinen von über 63 mm Korngröße bis 0,01 m³ Rauminhalt. Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 % Steinen über 0,01 m³ Korngröße bis 0,10 m³ Rauminhalt. Ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind.
- Klasse 6: **Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten** / Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige und nichtbindige Bodenarten, z. B. durch Austrocknung, Gefrieren, chemische Bindungen. Nichtbindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 % Steinen von über 0,01 m³ Korngröße bis 0,10 m³ Rauminhalt.
- Klasse 7: **Schwer lösbarer Fels** / Felsarten, die einen inneren mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke und dgl. Steine von über 0,10 m³ Rauminhalt. Werden solche Felsarten oder verfestigte Materialien durch Reißgeräte gelöst, ändert sich die Einstufung nicht.

Sollte es zwischen Bauherrschaft und Auftragnehmer zu unterschiedlichen Auffassungen bei der Einstufung des Untergrundes in die Bodenklassen kommen, kann der Gutachter zur Klärung offener Fragen hinzugezogen werden.

6 Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09

Seit 2015 gelten statt der Bodenklassen nach DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten) und DIN 18319 (Rohrvortriebsarbeiten) sogenannte Homogenbereiche. Mit dieser Neuregelung soll ein einheitliches Schema zur Boden- und Felsklassifizierung erreicht werden, das die speziellen Anforderungen der unterschiedlichen Gewerke berücksichtigt und für jedes Gewerk Horizonte gleichbleibender Materialeigenschaften beschreibt. Nach der DIN 4020:2003-09 wird ein Homogenbereich wie folgt definiert:

„Bereich von Boden oder Fels, dessen Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.“

Nach der DIN 18300:2019-09 sind die angetroffenen Böden im Hinblick auf Erdarbeiten in fünf Homogenbereiche zu unterteilen:

- grobkorndominierte Auffüllungen (Kiese, Steine, schluffig)
- feinkorndominierte Auffüllungen (Ton, Schluff, kiesig, steinig), inkl. organischem Oberboden
- tonige Böden (Tone, plastifizierter Tonstein)
- verwitterte Festgesteine (Tonstein, Kalkstein)
- bergfrische Festgesteine (Tonstein, Kalkstein, Kalkmergelstein)

In der nachfolgenden Tabelle finden sich die entsprechenden Angaben zu den Bereichen:

Tab. 5: Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09

Nr.	Parameter	Homogenbereiche				
		grobkorn- dominierte Auffüllungen	feinkorn- dominierte Auffüllungen	tonige Böden	verwitterte Festgesteine	bergfrische Festgesteine
		HB A	HB B	HB C	HB D	HB E
1	Bodengruppe nach DIN 18196 und Kurzbezeichnung für Fels nach DIN 4022	GU* ¹ - GU - XU	TA, TM ¹ , TL ¹ , OT ¹	TA	Tst / Kst	Tst / Kst / KMst
2	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 und DIN EN ISO 14688-2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
3	Stein- und Blockanteile nach DIN EN ISO 14688-2	mittel 5 - 25 %	gering < 5 %	keine	mittel 5 - 25 %	hoch > 25 %
4	mineralische Zusammensetzung der Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
5	Dichte ρ [kg/m³] nach DIN 18125-2 oder DIN EN ISO 17892-2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.

Nr.	Parameter	Homogenbereiche				
		grobkorn- dominierte Auffüllungen	feinkorn- dominierte Auffüllungen	tonige Böden	verwitterte Festgesteine	bergfrische Festgesteine
		HB A	HB B	HB C	HB D	HB E
6	Wichte γ [kN/m³] nach DIN 18125-1/-2	20 - 12'	19 - 9'	18,5 - 8,5	22 - 12'	23 - 13'
7	Kohäsion c' [kN/m²] nach DIN 18137 Teil 2 bis 3	0	10'	10	25'	-
8	undrainede Scherfestigkeit c_u [kN/m²] nach DIN 18137-2 oder DIN EN ISO 17892-6 oder DIN 4094-4	0	35'	35	verwittert: 40 - 60	-
9	Sensivität S_t nach DIN 4094-4	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
10	Wassergehalt W_n [%] nach DIN EN ISO 17892-1	n. b.	43,8	34,7 - 38,1	19,4 - 36,1	n. b.
11	Konsistenz C nach DIN EN ISO 14688-1 oder DIN EN ISO 17892-12	feinkörnige Matrix: steif	steif	weich bis halbfest	verwittert: halbfest	n. b.
12	Konsistenzzahl I_c nach DIN EN ISO 17892-12	-	0,79	0,75 - 0,85	n. b.	n. b.
13	Plastizität P DIN EN ISO 14688-1 oder DIN EN ISO 17892-12	-	ausgeprägt bis leicht' plastisch	ausgeprägt plastisch	n. b.	n. b.
14	Plastizitätszahl I_p nach DIN EN ISO 18122-1 oder DIN EN ISO 17892-12	-	0,543	0,373 - 0,473	n. b.	n. b.
15	Lagerungsdichte D nach DIN 18126 oder DIN EN ISO 18126 oder DIN 4094-1	locker bis dicht	-	-	-	-
16	Kalkgehalt V_{Ca} [%] nach DIN 18129	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
17	Sulfatgehalt V_s [%] nach DIN EN 1997-2	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
18	Durchlässigkeit k_f [m/s] nach DIN 17892-11	1×10^{-4} - 1×10^{-6}	$\sim 1 \times 10^{-6}$	$< 1 \times 10^{-6}$	Kalkstein: $\sim 1 \times 10^{-4}$ Tonstein: $< 1 \times 10^{-6}$	1×10^{-4} - 1×10^{-6}
19	organischer Anteil (Glühverlust) [%] nach DIN 18128	1 - 3'	1 - 6'	1 - 3'	0 - 1'	0 - 1'
20	Abrasivität nach NF P18-579	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
21	ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Auffüllung	Lehm	Verwitterungslehm	Fels

- : nicht vorhanden; n. b.: nicht bestimmt; n. e.: nicht erforderlich; ' : geschätzte Angaben

7 Hydrogeologie

7.1 Angetroffene Verhältnisse

Während der aktuellen Erkundungsarbeiten konnten in nahezu allen Aufschlüssen Wasserzutritte festgestellt werden. Lediglich der Schurf BS 10 war zum Zeitpunkt der Erkundung trocken.

In fünf der am 21. und 22.07.2021 erstellten Baggerschürfe wurden Einfachmessstellen eingebracht. Die Wasserstände in den Messstellen wurden bei zwei Stichtagsmessungen am 29.07.2021 und 17.08.2021 aufgenommen.

Die Wasserstände sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tab. 6: Wasserstände in den Aufschlüssen

Schurf	Wasserstand [m u. GOK] / [m ü. NN]
BS 1 / 22.07.2021	3,00 / 516,99
29.07.2021	2,78 / 517,21
17.08.2021	1,60 / 518,39
BS 2 / 21.07.2021	3,10 / 517,08
22.07.2021	2,60 / 517,58
BS 3 / 21.07.2021	2,50 / 517,81
22.07.2021	2,30 / 518,01
29.07.2021	1,78 / 518,53
17.08.2021	1,48 / 518,83
BS 4 / 21.07.2021	2,90 / 517,90
BS 5 / 21.07.2021	2,05 / 518,66
22.07.2021	1,65 / 519,06
29.07.2021	1,55 / 519,16
17.08.2021	1,27 / 519,44
BS 6 / 22.07.2021	2,30 / 518,40
BS 7 / 22.07.2021	3,20 / 519,64
29.07.2021	2,60 / 520,24
17.08.2021	2,50 / 520,34
BS 8 / 22.07.2021	2,20 / 519,32
BS 9 / 22.07.2021	2,40 / 522,2
17.08.2021	1,22 / 521,02

Die aufgenommenen Wasserzutritte lagen überwiegend in den Festgesteinen, sodass hier von einem Kluffgrundwasserleiter auszugehen ist. Eine temporäre Wasserführung in den oberflächennahen Böden (Porengrundwasserleiter) ist jedoch in Abhängigkeit der Jahreszeit nicht auszuschließen.

Wie den Messungen zu entnehmen ist, schwankt der Grundwasserspiegel im vergleichsweise kurzen Messzeitraum von 4 Wochen lokal unterschiedlich stark. Bereichsweise liegen die Schwankungsbereiche

von ca. 0,5 bis 0,7 m (BS 2, 4, 5 und 7), lokal mit 1,0 bis 1,4 m (BS 1, 3, 9) aber auch deutlich höher. Die starken Schwankungen lassen auf eine rasche Reaktion auf Grundwasserneubildungsereignisse wie z. B. bei Starkregenereignissen schließen.

Die klüftigen Festgesteinsbänke der Arietenkalk-Formation sind für eine temporäre Wasserführung bekannt (Kluftgrundwasserleiter). Die Wasserführung führt lokal zu einer Verwitterung der angrenzenden „veränderlich festen“ Ton- bzw. Tonmergelsteine. Das zeitweilig in den Festgesteinsbänken der Arietenkalk-Formation zirkulierende Wasser kann in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse auch „gespannt“ sein, d. h. werden überlagernde undurchlässige Schichten z. B. im Zuge einer Baugrubenerstellung geöffnet, kann das Wasser gemäß seines gespannten Druckspiegels über die wasserführende Schicht ansteigen.

Der Grundwasserspiegel schwankt erfahrungsgemäß in Abhängigkeit der Jahreszeit und der Witterungsverhältnisse. Um die letztendlichen Schwankungsbereiche des Wasserstandes im Untergrund zu ermitteln, wären langjährige Messreihen an Grundwassermessstellen erforderlich.

7.2 Versickerungsfähigkeit

Gemäß der DWA-A 138 (Regelwerk Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Arbeitsblatt A 138, inkl. Kommentar von 2008) ist ein Durchlässigkeitsbeiwert von $> 1 \times 10^{-6}$ m/s Voraussetzung für eine Versickerung mit zeitweiliger Zwischenspeicherung.

Erfahrungsgemäß eignen sich die im oberflächennahen Bereich lokal angetroffenen, tonigen Auffüllungen sowie die tonigen Verwitterungshorizonte nicht für eine Versickerung. Die Böden lassen nur Durchlässigkeitsbeiwerte von $< 1 \times 10^{-6}$ m/s erwarten. Dies gilt auch für die zur Tiefe folgenden Tonsteine.

Die grobkorndominierten Auffüllungen weisen erfahrungsgemäß zwar eine ausreichende Durchlässigkeit auf, werden aber von den oben genannten, undurchlässigen Böden unterlagert, sodass keine entsprechende Ableitung gewährleistet werden kann. Ferner ist bei Auffüllungen mit den oben genannten bodenfremden Beeinträchtigungen und den vorliegenden Erkenntnissen von Verunreinigungen auszugehen, die eine Versickerung in den oberflächennahen Horizonten nicht erlauben.

Die lokal zur Tiefe folgenden, klüftigen Kalksteine sind wiederum meist ausreichend sickertfähig, jedoch mit gering durchlässigen oder stauenden Tonsteinen innerhalb der Arietenkalk-Formation wechselgelagert, wodurch kein Abfluss zur Tiefe, sondern nur ein lateraler Abfluss möglich ist. Auch kann die oben genannte Wasserführung temporär eine Wasseraufnahme aus einer möglichen Sickerung unterbinden.

Beim derzeitigen Kenntnisstand ist eine Versickerung aufgrund der oben aufgeführten Punkte aus ingenieurgeologischer Sicht nicht möglich.

Detailliertere Angaben zur Durchlässigkeit der Horizonte würden die Durchführung von Sickerversuchen erfordern.

7.3 Bemessungswasserstand

Der Bemessungswasserstand definiert den höchsten zu erwartenden Wasserpegel, der auf das geplante Gebäude einwirken kann. Dabei werden die Höchststände des Hochwassers „HHW“, des Grundwassers „HGW“ und auch von Stauwasser in Form von Oberflächenwasser berücksichtigt.

Zum nördlich an das Flurstück angrenzenden Talgraben liegen gemäß der Hochwassergefahrenkarte der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) aufgrund der geringen Größe des Gewässers keine Daten vor. Erfahrungsgemäß hat der HHW keinen Einfluss auf die zukünftigen Gebäude.

Liegen keine langfristigen Messungen über den Grundwasserschwankungsbereich vor, werden gemäß der DIN EN 1997-1 sowie den Angaben der Literatur (z.B. PRINZ, 2018) Sicherheitszuschläge zu den angetroffenen Wasserständen empfohlen. Diese Werte mit Sicherheitszuschlag stellen den höchsten anzunehmenden Grundwasserstand (HGW) dar. Aufgrund der deutlich angestiegenen Wasserstände ist im Untersuchungsgebiet mit gespannten Grundwasserverhältnissen zu rechnen. Es ist daher ein Sicherheitszuschlag von 1,5 m auf den jeweils höchsten gemessenen Wasserstand anzusetzen. Der HGW liegt unter Berücksichtigung der hohen Wasserstände bei diesem Ansatz auf Höhe der zukünftig niedrigsten Geländeoberkante.

Aufgrund der zur Tiefe anstehenden, stauenden bzw. gering durchlässigen Böden (siehe Kap. 7.2) kann ein zusätzlicher Ein- bzw. Aufstau von Schicht-, Sicker- und Oberflächenwasser in den zukünftigen Arbeitsräumen nicht ausgeschlossen werden.

- Beim derzeitigen Kenntnisstand ist der HGW als maßgebliche Beanspruchung für die künftigen unterkellerten Gebäude zu berücksichtigen.
- Insbesondere durch Eingriffe in das Erdreich, wie beispielsweise anstehende Kanalarbeiten oder das Ausheben von Baugruben kann ein Anstieg des anzunehmenden, gespannten Grundwassers bis auf die zukünftige Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden.
- Zudem ist ein möglicher Einstau von Oberflächenwasser durch die verminderte Sickerfähigkeit (siehe Kap. 7.3) zu berücksichtigen.
- Der Bemessungswasserstand ist für alle Bauwerke auf Höhe der zukünftig niedrigsten Geländeoberkante am jeweiligen Gebäude, ab der ein freier Oberflächenabfluss gewährleistet ist, anzusetzen.

Wie bereits oben ausgeführt, können absolute Grundwasserschwankungsbereiche nur über langjährige Messreihen ermittelt werden. Der Bemessungswasserstand ist deshalb nicht als Absolutwert, sondern als Handlungshilfe zu verstehen.

7.4 Betonaggressivität

Eine aus dem Schurf BS 3 entnommene Grundwasserprobe wurde auf ihre chemischen Eigenschaften bezüglich der Betonaggressivität untersucht. Der Laborprüfbericht (AR-21-007950-01) kann in der Anlage 6 eingesehen werden. Gemäß den vorliegenden Ergebnissen kann das Grundwasser nach DIN 4030 als „nicht angreifend“ eingestuft werden.

7.5 Hinweise zum Biotop Stutzenweiher

Die unterkellerten Gebäudekomplexe Block 3 und 4 binden in den Grundwasserleiter ein. Durch eine entsprechende Arbeitsraumverfüllung mit durchlässigem Material wird eine Umläufigkeit für Wasser um die Gebäude gewährleistet. In diesem Fall kann aus ingenieurgeologischer Sicht keine Beeinträchtigung für den Grundwasserleiter bzw. für die hydrogeologischen Verhältnisse im Biotop abgeleitet werden.

8 Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung

8.1 Unterkellerte Gebäude

Aufgrund der dargestellten hydrogeologischen Verhältnisse sowie unter Berücksichtigung des in Kapitel 7.3 erläuterten Bemessungswasserstandes sind für die Untergeschosse der Wohnblöcke 3 und 4 temporär drückende Verhältnisse anzusetzen.

Für alle in das Gelände einschneidenden Bauteile ist deshalb eine Abdichtung nach DIN 18533-1:2017-07, Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe), vorzusehen. Auf die Ausführungen in der genannten DIN, insbesondere auf die Kapitel 5.1.3.2, 8.6 und 9.2 wird verwiesen.

Soll eine Bauausführung in wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) angestrebt werden, wird ergänzend auf die DAfStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Stand 2017-12 hingewiesen.

Anmerkung: Untergeschossöffnungen, die unter den Bemessungswasserstand reichen, sind in das wasserundurchlässige Wannensystem einzubinden. Das gilt im vorliegenden Fall für die Tiefgaragenzufahrten sowie für gegebenenfalls geplante Lichtschächte. Diese Bauwerksteile sind zusätzlich mit einer Entwässerung für anfallendes Oberflächenwasser zu versehen.

8.2 Gebäude ohne Unterkellerung - bestehende Untergrundverhältnisse

Sofern die geplanten nicht unterkellerten Gebäude auf oder über dem aktuellen Gelände zu liegen kommen, geht beim derzeitigen Kenntnisstand keine Gefahr durch aufsteigendes Grundwasser aus (siehe Kap. 7.3). Jedoch liegt die Abdichtungsebene (Unterkante Bodenplatte) beim Ansatz des Bemessungswasserstandes < 0,5 m über dem Bemessungswasserstand.

Gemäß DIN 18533-1:2017-07, Kapitel 5.1.2 ist in diesem Fall die Abdichtung nach Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (Abdichtungsschicht unter Bodenplatte; mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) auszulegen. Auf die Ausführungen in der genannten DIN, insbesondere auf die Kapitel 5.1.3.2, 8.6 und 9.2 wird verwiesen. Das gilt nicht sofern eine kapillarbrechende Schicht und eine Dränung unter dem Bauwerk angeordnet wird, die sicherstellen, dass aufsteigendes oder Oberflächenwasser schadlos abgeleitet wird und nicht zur Bodenplatte gelangen kann.

Soll eine Bauausführung in wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) angestrebt werden, wird ergänzend auf die DAfStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Stand 2017-12 verwiesen.

Die Reihenhauskomplexe schneiden auch ohne Unterkellerung in das aktuelle Gelände ein. Ist auch zukünftig von erdberührten Wänden auszugehen, ist Folgendes zu beachten:

Kann durch entsprechende Materialien (z. B. Schotter ohne Feinkornanteil) eine Umläufigkeit für hangseitiges Oberflächen- und Schichtwasser um die Gebäude und eine kontrollierte Ableitung im talseitigen Bereich gewährleistet werden, ist der zukünftige Bemessungswasserstand auch hier auf der Höhe der geringsten Geländeoberkante im talseitigen, erdberührten Bereich der Bauwerke anzusetzen (siehe Kap. 7.3). In diesem Fall wird keine druckwasserdichte Abdichtung der Wände erforderlich, aber ohne kapillarbrechende Schicht und Dränung wird auch hier eine Abdichtung der Bodenplatte nach Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E erforderlich.

Darf allerdings eine Dränung mit kontrollierter Ableitung ausgeführt werden, liegt der Bemessungswasserstand auf der Oberkante Dränung. In diesem Fall kann auf eine entsprechende Abdichtung der Bodenplatte verzichtet werden.

Kann eine Umläufigkeit hergestellt werden, ist aber keine freier Oberflächenabfluss wie oben beschrieben möglich, gilt Folgendes:

Da anfallendes Wasser bei den angetroffenen Böden nur verzögert zur Tiefe abfließen kann, ist für in das Gelände einschneidende Bauteile eine Dränung gemäß DIN 4095 sowie eine Abdichtung nach DIN 18533-1:2017-07 (Wassereinwirkungsklasse W1.2 E; Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) erforderlich.

Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte für den Entwurf eines Dränsystems gemäß DIN 4095 dargestellt:

- Vor sämtlichen erdberührten Außenwänden sollte eine Sickerschicht aus Betonfiltersteinen, druckfesten Dränmatten o. ä. vorgesehen werden.
 - Unterhalb dieser Baustoffe ist eine Außendränage (Ringdränage) einzubringen, die mit einem filterstabilen Kies ummantelt werden muss.
 - Um die Filterstabilität zwischen der Kiesummantelung und dem anstehenden Erdreich zu gewährleisten, ist ein trennendes Filtervlies vorzusehen. Die Ummantelung ist unmittelbar mit dem Verlegen der Dränleitung einzubringen.
 - Auf eine ausreichende Tiefenlage der Dränage ist zu achten (Rohrsohle mind. 20 cm unter OK Bodenplatte, Rohrscheitel darf OK Rohbodenplatte nicht überschreiten).
 - Unter den erdberührten Bodenplatten ist im Allgemeinen eine kapillarbrechende Filterschicht (Flächenfilter, z. B. Brechkorngemisch 2/45 bzw. 5/45 mm) vorzusehen. Die Filterschicht muss durch Dränleitungen oder Durchflussöffnungen entwässert werden. Hierzu ist jeder von Fundamenten oder Frostschränzen umschlossene Bereich mindestens einmal zu erfassen. Die Durchflussöffnungen bzw. Dränleitungen sind mit einem ausreichenden Gefälle zur Ableitung herzustellen.
 - Bei Grundflächen > 200 m² ist zusätzlich eine Flächendränung mit Dränleitungen unter der Bodenplatte vorzusehen.
 - Die Ableitung hat rückstaufrei an eine ausreichende Vorflut zu erfolgen.
 - Zur weiteren Bemessung der Anlagenteile wird auf die DIN 4095 verwiesen.
- Auf eine Abdichtung der Bodenplatte nach DIN 18533-1:2017-07, Wassereinwirkungsklasse W1-E (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und Wänden) kann verzichtet werden, sofern unter der Bodenplatte eine kapillarbrechende Schicht (siehe Kap. 11.1) eingebracht wird. Die Ausführungen der genannten DIN, Kapitel 8.5.4.2 sind zu berücksichtigen.
- Besteht für das Dränwasser keine schadlose Ableitungsmöglichkeit (z. B. kommunale oder talseitige Oberflächenableitung) sind grundsätzlich druckwasserdichte Maßnahmen gemäß DIN 18533-1:2017-07, Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe) vorzusehen. Auf die Ausführungen in der genannten DIN, insbesondere des Kapitels 8.6, wird verwiesen. In diesem Fall wäre die Tiefgaragenabfahrt in das wasserundurchlässige System einzubinden und mit einer entsprechenden Oberflächenentwässerung zu versehen.
- Soll eine Bauausführung in wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) angestrebt werden, wird ergänzend auf die DAfStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Stand 2017-12 verwiesen.

8.3 Gebäude ohne Unterkellerung - Bodenverbesserung mit Novocrete

Nach derzeitigem Kenntnisstand soll zumindest unter den nicht unterkellerten Gebäudeblöcken 1 und 2 eine Bodenverbesserung mit Novocrete® zur Anwendung kommen. Nach Angabe des Herstellers ist Novocrete® wasserundurchlässig.

Kommt die zukünftige Bodenplatte direkt auf mit Novocrete® stabilisiertem Material zu liegen, kann aufsteigendes Grundwasser die Bodenplatte nicht erreichen. In diesem Fall ist vermutlich die stabilisierte Bodenschicht als Abdichtung zu bewerten. Es wird empfohlen, diesen Sachverhalt mit dem Hersteller verbindlich zu klären. Der Bemessungswasserstand liegt somit auf der Unterkante der zukünftigen Bodenverbesserung. In diesem Fall kann in Anlehnung an die DIN 18533-1:2017-07, Kap. 8.5.4.2 auf eine Abdichtung der Bodenplatte verzichtet werden.

Auf eine Dränage nach DIN 4095 kann in diesem Fall allerdings nur dann verzichtet werden, wenn zusätzlich alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Oberkante der erdberührenden Bodenplatte liegt nicht tiefer als das Außengelände.
- Das Außengelände weist ein vom Bauwerk weg gerichtetes Gefälle auf.
- Eine ausreichende Oberflächenentwässerung (z. B. bei Parkplätzen, Zufahrtswegen etc.) liegt vor.

Zur Bemessung einer gegebenenfalls erforderlichen Dränung wird auf die DIN 4095 verwiesen.

9 Erdbebenzone

Gemäß der Karte der Erdbebenzone und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg (1. Auflage 2005) sowie den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung können für das Baufenster folgende Kennwerte angesetzt werden:

Tab. 7: Kennwerte der Erdbebeneinwirkung gemäß DIN EN 1998-1

Erdbebenzone	3
Intensitätsintervall (I)	$7,5 \leq I$
Bodenbeschleunigung (a_{gR})	0,8 m/s ²
Baugrundklasse	A-B (A Bergfrische Festgesteine / B verwitterte oder gering harte Festgesteine)
Untergrundklasse	R (Gebiete mit felsartigem Untergrund)

10 Gründungstechnische Folgerungen

10.1 Bauwerksspezifische Voraussetzungen / Gründungshorizont

Das Bauvorhaben umfasst den Neubau von insgesamt sieben Baukörpern. Zwei der geplanten Gebäude (Mehrfamilienhäuser, Blöcke 3 und 4) sollen in unterkellerten Bauweise errichtet werden und über Tiefgaragen verfügen, die übrigen Gebäude (Mehrfamilienhäuser, Blöcke 1 und 2 sowie die Reihenhauskomplexe, Blöcke 5, 6 und 7) sind ohne Unterkellerung geplant.

▪ Unterkellerte Gebäude (Block 3 und 4):

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen sind die Erdgeschossfußbodenhöhen (EFH, roh) der beiden unterkellerten Bauwerke auf einer Höhe von 521,99 m ü. NN (Block 3) und 523,80 m ü. NN (Block 4). Für die Tiefgaragen wurden Fußbodenhöhen von 518,96 m (Block 3) und 520,65 m (Block 4) angesetzt.

Wie dem Profilschnitt (siehe Anl. 4.1) zu entnehmen ist, bindet die Tiefgarage von Block 4 bei der aktuellen Geländemorphologie talseitig zu 3/4 und hangseitig nahezu vollständig in das Erdreich ein. Die Tiefgarage von Block 3 bindet etwa zu 2/3 in das bestehende Gelände ein.

Die zukünftige Aushubsohle befindet sich nach der Interpretation der bisherigen Aufschlussdaten im Bereich von Block 4 in Kalk- bis Kalkmergelsteinen und vom Block 3 in verwitterten Tonsteinen.

▪ Nicht unterkellerte Gebäude (Blöcke 1 und 2 sowie 5 bis 7):

Nach Angaben der vorliegenden Planunterlagen liegen die Erdgeschossfußbodenhöhen der nicht unterkellerten Blöcke 1 und 2 auf einer Höhe von 520,64 m ü. NN.

Die Bodenplatten der Blöcke 1 und 2 kommen in etwa auf Höhe der aktuellen Geländeoberkante zu liegen, schneiden geringfügig in diese ein bzw. es werden geringfügige Auffüllungen nötig (siehe Profilschnitte der Anl. 4.2 und 4.3). Ausgehend von einer Plattengründung stehen in der Gründungssohle entweder die bestehenden Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung oder zukünftige Auffüllungen unbekannter Qualität an. Gemäß den Vorbesprechungen ist als Auffüllmaterial zukünftiger Aushub, der mittels dem Zuschlagstoff Novocrete® stabilisiert werden soll, vorgesehen. Bis in Tiefen von ca. 2 m u. GOK liegen unter den Auffüllungen Tone oder Verwitterungshorizonte von eingeschränkter Tragfähigkeit und hoher Setzungsneigung vor.

Die Reihenhauskomplexe (Blöcke 5 bis 7) werden mit unterschiedlichen Erdgeschossfußbodenhöhen hergestellt. Die Erdgeschosshöhen variieren von 520,75 bis 521,64 m. ü. NN.

Die Bodenplatten der Reihenhauskomplexe (Blöcke 5 bis 7) schneiden zumindest in hangseitiger Richtung ins bestehende Gelände ein (siehe Profilschnitt Anl. 4.4). Nach Rücksprache mit dem Tragwerksplaner ist auch für diese Gebäude von einer Plattengründung auszugehen.

Die Aushubsohle kommt in tonigen Böden von steifer Konsistenz zu liegen. Diese Böden sind als mäßig tragfähig bei erhöhter Setzungsneigung einzustufen. In mittelbarer Tiefe werden diese Böden von

verwitterten Festgesteinen höherer Tragfähigkeit und geringerer Setzungsneigung unterlagert, die im Verlauf in Richtung Norden, durch die abnehmende Verwitterung in geringerer Tiefenlagen, die Gründung positiv beeinflussen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Untergrundverhältnisse in den Profilschnitten schematisch sind. Die detaillierten Verhältnisse sind den Aufschlussprofilen (siehe Anl. 3) zu entnehmen. Die Verhältnisse in den Zwischenbereichen und vor allem die Verhältnisse zur Tiefe sind spätestens während der Baumaßnahmen zu überprüfen. Die tatsächlichen Bauwerkshöhen sind durch den Architekten oder Planer abschließend festzulegen.

10.2 Gründungsberatung

10.3 Plattengründung Blöcke 3 und 4

Aufgrund der Beanspruchung der Blöcke 3 und 4 mit drückendem Wasser bietet sich die Gründung über eine wasserundurchlässige, elastisch gebettete Bodenplatte an.

Der zur Bemessung der Bodenplatte erforderliche Bettungsmodul k_s ist keine Konstante, sondern errechnet sich aus der Flächenpressung im Verhältnis zur resultierenden Setzung. Die Bettungsmoduln wurden anhand der vom Ingenieurbüro Sättele am 26.07.2021 übermittelten Flächenpressungen rechnerisch bestimmt.

10.3.1 Block 3 (Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage)

Im Randbereich (Streifen 0,8 bis 1,0 m, Länge: 38,5 m) wurde eine charakteristische Flächen- oder Kantenpressung von 180 kN/m² angesetzt. Im Bereich höher belasteter Stützen wurde eine maximale Flächenpressung von 250 kN/m² berücksichtigt. Geringer belastete Stützen im Innenbereich wurden mit einer Flächenpressung von 150 kN/m² berechnet. Bei den Berechnungen wurde zudem eine Vorbelastung durch den Baugrubenaushub von 40 kN/m² berücksichtigt.

- Randbereich: Bei einer Lage der Bodenplatte in stark verwittertem Tonstein und einer charakteristischen Kanten- bzw. Flächenpressung von 180 kN/m² wurde ein Bettungsmodul k_s von 23,4 bis 28,1 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 25 MN/m³) bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von 0,6 bis 0,7 cm ermittelt (siehe Anl. 5.1.1).
- Plattenbereich unter hoch belasteten Stützen: Der errechnete Bettungsmodul k_s im Bereich höher belasteter Stützen bei den gewählten Einflussbreiten von 3,5 bis 4,5 x 4,5 m bei 12,5 bis 14,1 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 13,5 MN/m³). Die rechnerischen Setzungen bzw. Verformungen betragen ca. 1,8 bis 2,0 cm (siehe Anl. 5.1.2).
- Innenbereich: Bei einer charakteristischen Flächenpressung von 150 kN/m² wurde je nach ermittelter Verteilungsbreite auf der Bodenplatte ein Bettungsmodul k_s von 12,1 bis 13,5 MN/m³ (mittlerer

Bettungsmodul ca. 13 MN/m^3 bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von 1,1 bis 1,2 cm ermittelt (siehe Anl. 5.1.3).

→ Mit den mittleren Bettungsmoduln kann eine Vorbemessung der Bodenplatte vorgenommen werden. Vereinfachend kann im Randbereich ein Bettungsmodul von 25 kN/m^2 und im Bereich der Stützen ein Bettungsmodul von 13 kN/m^2 zur Vorbemessung angesetzt werden.

10.3.2 Block 4 (Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage):

Im Bereich des Blocks 4 wurden aufgrund der unterschiedlichen Untergrundverhältnisse in der Gründungssohle der hangseitige und der talseitige Randbereich getrennt voneinander betrachtet.

Im Randbereich (Streifen 0,8 bis 1,0 m, Länge: 28,5 m) wurde eine charakteristische Flächen- oder Kantenpressung von 200 kN/m^2 angesetzt. Höher belastete Innenbereiche wurde mit einer charakteristischen Flächen- oder Kantenpressung von 90 kN/m^2 auf einer Fläche von 6 bis 7 m x 10 m berechnet. Bei den Berechnungen wurde eine Vorbelastung durch den Baugrubenaushub von 50 kN/m^2 berücksichtigt.

- Randbereich hangseitig: Bei einer Lage der Bodenplatte in bergfrischem Kalk-/Kalkmergelstein und einer charakteristischen Kanten- bzw. Flächenpressung von 200 kN/m^2 wurde ein Bettungsmodul k_s von 151,9 bis $177,5 \text{ MN/m}^3$ (mittlerer Bettungsmodul ca. 165 MN/m^3) bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von ca. 0,1 cm ermittelt (siehe Anl. 5.2.1).
- Randbereich talseitig: Im talseitigen Randbereich wurde bei einer Lage der Bodenplatte in stark verwitterten Tonsteinen ein Bettungsmodul von 25,5 bis $30,4 \text{ MN/m}^3$ (mittlerer Bettungsmodul ca. $27,5 \text{ MN/m}^3$) bei rechnerischen Setzungen von 0,7 bis 0,8 cm errechnet (siehe Anl. 5.2.2).
- Innenbereich: Im höher belasteten Innenbereich wurde bei der angesetzten Flächenpressung und den gewählten Einflussflächen ein Bettungsmodul von 24,2 bis $25,6 \text{ MN/m}^3$ (mittlerer Bettungsmodul ca. 25 MN/m^3) bei rechnerischen Setzungen von ca. 0,4 cm ermittelt (siehe Anl. 5.2.3).

→ Mit den mittleren Bettungsmoduln kann eine Vorbemessung der Bodenplatte vorgenommen werden. Vereinfachend kann für das Gesamtbauwerk ein Bettungsmodul von 25 kN/m^2 zur Vorbemessung angesetzt werden.

10.3.3 Blöcke 1 und 2 (Mehrfamilienhäuser ohne Unterkellerung):

Im Bereich der Blöcke 1 und 2 liegen weitgehend vergleichbaren Verhältnisse vor. Die lokal schwankenden Geländeoberkanten und Auffüllungsmächtigkeit wirken sich rechnerisch nicht so maßgeblich aus, wie die unterlagernden tonigen Böden mit hoher Setzungsneigung.

Die durchgeführten Berechnungen berücksichtigen repräsentative, anstehende Verhältnisse ohne eine Verfestigung über den Zuschlagstoff Novocrete®. Mögliche Bettungsmoduln, die sich durch den Einsatz von Novocrete® ergeben, sind vom ausführenden Unternehmen zu ermitteln.

Im Randbereich (Streifen 0,8 bis 1,0 m, Länge: 17 m) wurde eine charakteristische Flächen- oder Kantenpressung von 160 kN/m² angesetzt. Im Innenbereich wurde eine maximale Flächenpressung von 90kN/m² und für Stützenbereiche eine Flächenpressung von 150 kN/m² angesetzt.

- Randbereich: Bei einer Flächenpressung von 160 kN/m² wurde ein Bettungsmodul k_s von 6,3 bis 7,2 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 7 MN/m³) bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von 2,2 bis 2,6 cm ermittelt (siehe Anl. 5.3.1).
 - Innenbereich: Im geringer belasteten Innenbereich wurde bei der angesetzten Flächenpressung von 90 kN/m² und den gewählten Einflussflächen ein Bettungsmodul von 3,1 bis 3,4 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 3,3 MN/m³) bei rechnerischen Setzungen von ca. 2,7 bis 2,9 cm ermittelt (siehe Anl. 5.3.2).
 - Stützenbereich: Der errechnete Bettungsmodul k_s im Bereich höher belasteter Stützen bei den gewählten Einflussbreiten von 3,5 x 3,5 bis 4,5 x 4,5 m bei 4,0 bis 4,7 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 4,3 MN/m³). Die rechnerischen Setzungen bzw. Verformungen betragen ca. 3,2 bis 3,7 cm (siehe Anl. 5.3.3).
- Mit den mittleren Bettungsmoduln kann eine Vorbemessung der Bodenplatte vorgenommen werden. Vereinfachend kann im Randbereich ein Bettungsmodul von 7 kN/m² und im Innenbereich ein Bettungsmodul von 3,5 kN/m² zur Vorbemessung angesetzt werden.
- Für die Blöcken 1 und 2 ist zu klären, ob sich die Bettungsmoduln bei einer Verwendung von Novocrete® so verbessern lassen, dass sich der Aufwand gegenüber einer erfahrungsgemäß deutlich verstärkten Bodenplatte, die sich aus den geringen Bettungsmoduln sicherlich ergibt, wirtschaftlich rechtfertigen lässt.

Anmerkung: Sind die Verformungen bei einer wirtschaftlichen Bemessung der Bodenplatte, z. B. unter hochbelasteten Stützen als bauwerkunverträglich einzustufen, sind möglicherweise punktuelle Bodenverbesserungen (Magerbetonplomben) bis auf die unterlagernden Festgesteine oder alternative, verdrängende Gründungsverfahren, die keinen Aushub erzeugen (z. B. duktile Gusspfähle oder Schotter-Rüttel- bzw. Schotter-Stopf- oder CSV-Säulen) zu prüfen. Für diesen Fall stehen wir gerne beratend zu Verfügung.

10.3.4 Blöcke 5 bis 7 (Reihenhauskomplexe ohne Unterkellerung)

Im Bereich der Blöcke 5 bis 7 verändern sich der Untergrundverhältnisse im Verlauf von Süden nach Norden.

Für die Blöcke 5 und 6 können allerdings vergleichbare Verhältnisse angesetzt werden, sodass die Berechnungen für die Gebäudekomplexe zusammengefasst werden. Für den Block 7 wurden getrennte Berechnungen durchgeführt. Die Berechnungen wurden ohne eine mögliche Verfestigung für die anstehende Böden durchgeführt.

Die Bettungsmoduln wurden anhand der vom Ingenieurbüro Sättele übermittelten charakteristischen Flächenpressungen ermittelt.

- Blöcke 5 und 6

Im Randbereich (Streifen 0,8 bis 1,0 m, Gebäudebreite: 11,7 m) wurde eine charakteristische Flächen- oder Kantenpressung von 70 kN/m² angesetzt. Geringer belastete Innenbereiche wurden mit einer Flächenpressung von 30 kN/m² berechnet.

- Randbereich: Bei einer charakteristischen Kanten- bzw. Flächenpressung von 70 kN/m² wurde ein Bettungsmodul k_s von 8,8 bis 10,0 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 9,5 MN/m³) bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von 0,7 bis 0,8 cm ermittelt (siehe Anl. 5.4.1).

- Innenbereich: Bei einer charakteristischen Flächenpressung von 30 kN/m² wurde je nach ermittelter Verteilungsbreite auf der Bodenplatte ein Bettungsmodul k_s von 5,4 bis 5,9 MN/m³ bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von ca. 0,5 cm ermittelt (siehe Anl. 5.4.2).

→ Mit den mittleren Bettungsmoduln kann eine Vorbemessung der Bodenplatte vorgenommen werden. Vereinfachend kann im Randbereich ein Bettungsmodul von 9,5 kN/m² und im Innenbereich ein Bettungsmodul von 5,5 kN/m² zur Vorbemessung angesetzt werden.

→ Anhand der sich bei der Vorbemessung ergebenden tatsächlichen Flächenpressungen sind die Bettungsmoduln zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Ferner sind die Verformungen auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen. Im Falle einer erforderlichen Anpassung sollte uns ein Isolinenplan (o. ä.) mit den jeweiligen Flächenpressungen übermittelt werden.

- Block 7

Bei den Berechnungen für den Block 7 wurden Berechnungen mit analogen Plattenabschnitten und Lastannahmen wie in den Blöcken 5 und 6 durchgeführt.

- Randbereich: Bei einer charakteristischen Kanten- bzw. Flächenpressung von 70 kN/m² wurde ein Bettungsmodul k_s von 7,3 bis 8,7 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 8 MN/m³) bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von 0,8 bis 1,0 cm ermittelt (siehe Anl. 5.5.1).

- Innenbereich: Bei einer charakteristischen Flächenpressung von 30 kN/m^2 wurde je nach ermittelter Verteilungsbreite auf der Bodenplatte ein Bettungsmodul k_s von $6,0$ bis $7,0 \text{ MN/m}^3$ (mittlerer Bettungsmodul ca. $6,5 \text{ MN/m}^3$). bei einer rechnerischen Setzung bzw. Verformung von $0,4$ bis $0,5 \text{ cm}$ ermittelt (siehe Anl. 5.5.2).
- Mit den mittleren Bettungsmoduln kann eine Vorbemessung der Bodenplatte vorgenommen werden. Vereinfachend kann im Randbereich ein Bettungsmodul von 8 kN/m^2 und im Innenbereich ein Bettungsmodul von $6,5 \text{ kN/m}^2$ zur Vorbemessung angesetzt werden.

10.4 Allgemeine Angaben

- Anhand der sich bei der Vorbemessung ergebenden tatsächlichen Flächenpressungen sind die Bettungsmoduln zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Ferner sind die Verformungen auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen. Im Falle einer erforderlichen Anpassung sollte uns ein Isolinienplan (o. ä.) mit den jeweiligen Flächenpressungen übermittelt werden.
- Bei einer Ausführung einer Bodenplatte werden in frostgefährdeten Bereichen Frostschürzen erforderlich. Bei einer Verfestigung in allen frostgefährdeten Bereichen über den Zuschlagstoff Novocrete® kann diese möglicherweise vermutlich entfallen.
- Mögliche Verformungen bzw. Setzungsdifferenzen sind durch den Tragwerksplaner auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen.
- Ein maßgenaues Lösen ist in den gemischtkörnigen Auffüllungen gegebenenfalls nicht möglich. Hier sind Nachbrüche einzukalkulieren.
- Im Gründungsbereich der nicht unterkellerten Bauwerke ist auf Pflanzen mit geringem Wasserbedarf und Wurzeltiefe zu achten. Die bis in Tiefen von ca. 2 m vorliegenden, feinkörnigen Böden neigen zu Schrumpfsetzungen. Beispielsweise Weiden oder Walnussbäume können gebundenes Wasser auch in trockenen Jahreszeiten mobilisieren. Gegebenenfalls ist vor der Bepflanzung im näheren Umfeld des Gebäudes ein Fachmann zu befragen.
- Der Schichtverlauf in den Profilschnitten wurde aus den punktuellen Aufschlüssen interpoliert. Die tatsächlichen Verhältnisse in den Zwischenbereichen sind während der Baumaßnahme zu überprüfen.

10.5 Setzungsdifferenzen

Die Setzungsdifferenzen liegen bei den oben dargestellten Sohlwiderständen und Bettungsmoduln gegebenenfalls $> 1,0 \text{ cm}$. Die Verformungen sind durch den Tragwerksplaner auf ihre Bauwerksverträglichkeit zu prüfen.

Tab. 8: Bauwerksbezogene zulässige Setzungsunterschiede (PRINZ 2018, Auszug)

Grenzwerte δ / L [cm/cm]	Setzungsschäden
1 / 1000	keine Schäden
1 / 750	empfindliche Maschinen
1 / 600	Rahmen mit Ausfachungen
1 / 500	Sicherheitsgrenze bei geforderter Rissefreiheit (kleinere Schäden nicht auszuschließen)
1 / 300	Risse in tragenden Wänden

10.6 Zusammenfassung und Folgerung der Gründungsberatung

- Im untersuchten Baufeld sind sieben Gebäudeblöcke geplant. Hiervon sind zwei Blöcke mit einer Tiefgarage unterkellert und fünf Blöcke sind ohne Unterkellerung.
- Alle Gebäude sollen nach unserem Kenntnisstand über eine elastisch gebettete Bodenplatte gegründet werden.
- Die unterkellerten Gebäude, die im Norden des Gebietes liegen, schneiden in das anstehende Gelände ein (siehe Profilschnitt An. 4.1). Die Aushubsohlen kommen in Gesteine unterschiedlicher Qualität zu liegen. Die unterschiedlichen bautechnischen Eigenschaften werden durch zwei geologische Formationen im Baufenster mit variierender Gesteinsausbildung bedingt. Unabhängig hiervon liegen in beiden Bereichen tragfähige und mäßig bis gering setzungsanfällige Ton-, Kalk- oder Kalkmergelsteine in der Aushubsohle vor.

Beide unterkellerten Gebäude kommen im Bereich drückender Grundwasserverhältnisse zu liegen, sodass sich grundsätzlich eine Gründung über eine wasserundurchlässige elastisch gebettete Bodenplatte anbietet.

Dadurch, dass im Gründungsbereich Festgesteine anstehen, dürften sich die Verformungen im bauwerksverträglichen Maß bewegen. Dieser Sachverhalt ist letztendlich vom Tragwerksplaner zu beurteilen. In den Kapiteln 10.3.1 und 10.3.2 finden sich die zur Bemessung der Bodenplatte anzusetzenden Bettungsmoduln sowie die rechnerisch zu erwartenden Verformungen.

- Die Blöcke 1 und 2, L-förmige Bauwerke ohne Unterkellerung, kommen auf oder geringfügig über dem aktuellen Gelände zu liegen. Im Bereich dieser Gebäude liegen in etwa vergleichbare Untergrundverhältnisse vor. Im oberflächennahen Bereich finden sich hier Auffüllungen, die von mäßig bis gering tragfähigen und setzungsanfälligen Tonen unterlagert werden. Durch die setzungsanfälligen Böden ergeben sich vergleichsweise geringe Bettungsmoduln und hohe Verformungen (siehe Kap. 10.3.3).

Es ist zu klären, ob sich die Bettungsmoduln bei der geplanten Bodenverfestigung mit dem Zuschlagstoff Novocrete® so verbessern lassen, dass sich der Aufwand gegenüber einer erfahrungsgemäß deutlich verstärkten Bodenplatte, die sich aus den geringen Bettungsmoduln sicherlich ergibt, wirtschaftlich rechtfertigen lässt. Diese Prüfung hat durch den Hersteller oder den Anwender von Novocrete® zu erfolgen.

Im Kap. 10.3.3 wurden weitere Verfahren aufgezeigt, die im Fall ungünstiger Verformungen gegebenenfalls ergänzend geprüft werden können. Hier wurden lediglich Verfahren aufgezeigt, die keinen Erdaushub und damit keine Verwertungs- oder Entsorgungskosten zur Folge haben.

- Bei den Blöcken 5 bis 7 handelt es sich um Reihenhauskomplexe, die ebenfalls ohne Unterkellerung hergestellt werden sollen. Zu beachten ist hierbei, dass diese Gebäude aktuell hangseitig ins Gelände einschneiden. Ob hier zukünftig eine Geländemodellierungen vorgesehen ist, ist uns nicht bekannt. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auch nochmals auf die Ausführung in Kap. 8.2 verwiesen.
- Im Bereich der Blöcke 5 bis 7 verändern sich der Untergrundverhältnisse im Verlauf von Süden nach Norden. Für die Blöcke 5 und 6 können allerdings vergleichbare Verhältnisse angesetzt werden. Für den Block 7 wurden getrennte Berechnungen durchgeführt. Die sich hierbei ergebenden Bettungsmoduln können dem Kapitel 10.3.4 entnommen werden.

Anmerkung: Die ermittelten Bettungsmoduln berücksichtigen keine Verfestigung über Novocrete®. Aufgrund der geringen Lasten ist vermutlich auch ohne Verfestigung eine Gründung mit den vergleichsweise geringen Bettungsmoduln möglich. Dieser Sachverhalt ist aber durch den Tragwerksplaner abschließend zu beurteilen.

- Die detaillierten Ausführungen in den vorhergehenden Kapiteln sowie die erdstatischen Berechnungen in der Anlage 5 sind zu beachten.

11 Ausführungshinweise

11.1 Tragschicht / Geländeauffüllungen

Ob im Fall einer Untergrundverfestigung über Novocrete® auf eine (kapillarbrechende) Tragschicht verzichtet werden kann, ist mit dem Hersteller verbindlich zu klären. Falls ein Verzicht nicht möglich ist oder auf eine Verfestigung mit dem Zuschlagstoff verzichtet werden soll, gilt Folgendes:

In Abhängigkeit des Gründungskonzeptes ist gegebenenfalls ein gesonderter Bodenaufbau unter der Bodenplatte vorzusehen. Bei einer Konstruktion der Bodenplatte als Decke mit einem Lastabtrag über Streifen- oder Einzelfundamente in größere Tiefen ist keine besondere Anforderung an die Tragfähigkeit des Unterbaus zu stellen. Allerdings ist auf eine kapillarbrechende Wirkung der Tragschicht unterhalb der Bodenplatte zu achten.

Im Falle einer tragenden Konstruktion, bei der die Bodenplatte auf den Untergrund aufgelegt wird, ist ein spezieller Bodenaufbau für den Lastabtrag erforderlich. Als Tragschichtmaterial unter Bodenplatten bzw. als Geländeauffüllung kommt in erster Linie ein (Brech-) Korngemisch der Abstufung 0/45 mm in Betracht (kein Rundkorn!). Alternativ ist auch die Verwendung eines güteüberwachten Recyclingmaterials vergleichbarer Abstufung verwendbar.

Mit dem genannten Korngemisch kann das günstigste Tragverhalten erzielt werden, doch die erforderliche kapillarbrechende Wirkung ist nicht gewährleistet. Es wird daher vorgeschlagen eine kombinierte Tragschicht und Flächendränung unter der Bodenplatte (ca. 0,2 m) aus einem Gemisch der Körnung 5/45 mm (Schottertragschichtmaterial ohne Feinkornanteil 0/5 mm, abweichend zur DIN 4095) herzustellen.

Hinweis: Um bei einer Lage des Erdplanums in tonigen Böden die kapillarbrechende Eigenschaft langfristig sicherzustellen, ist an der Basis der Tragschicht ein reißfestes Geotextil (Georobustheitsklasse GRK 2 oder höherwertig) einzubringen. Das gilt nicht, sofern Ton- oder Kalkstein im Erdplanum ansteht.

Vor dem Auftrag der Auffüllungen ist der Mutterboden abzuschleifen.

Auf die Richtlinien der ZTVE-StB 17 bzgl. des Einbaus wird hingewiesen.

11.2 Böschungen / Baugruben

Nicht verbaute Baugruben und Leitungsgräben mit einer Tiefe von > 1,25 m bzw. 1,75 m müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Folgende Böschungswinkel können angesetzt werden:

- kiesige / steinige Auffüllungen / steinige Horizonte: 45°
- tonige Auffüllungen, Verwitterungstone und plastifizierte Tonsteine, mindestens steife Konsistenz: 60°
- Tonsteine, verwittert: 70°
(Vertikalklüfte in den Gesteinen sind nicht auszuschließen, diese machen gegebenenfalls eine Abminderung des Böschungswinkels erforderlich)
- Kalk- und Kalkmergelsteine sowie unverwitterte Tonsteine: 80°

Bei Wasserzutritten aus dem Erdreich sind die Böschungswinkel gegebenenfalls abzumindern.

Lose Gesteinsbruchstücke sind aus der Böschung zu entfernen. Unabhängig hiervon sind die Böschungen grundsätzlich regelmäßig auf nachteilige Veränderungen zu prüfen.

Diese Angaben gelten nur für Böschungshöhen < 5 m. Böschungen mit einer Höhe über 5 m erfordern einen rechnerischen Standsicherheitsnachweis.

Eine Regelböschung nach DIN 4124 darf nur hergestellt werden, wenn bestimmte Einflüsse, die die Standsicherheit gefährden, ausgeschlossen werden können (siehe DIN 4124, Kap. 4.2.5 und 4.2.6).

Freie Baugrubenböschungen sollten zum Schutz vor Witterungseinflüssen grundsätzlich mit einer Folie abgehängt werden. Auf die Richtlinien der DIN 4124 sowie auf die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben") wird hingewiesen.

11.3 Erdplanum

Die oberflächennah anstehenden tonigen Auffüllungen und natürlichen Böden wie auch die Tonsteine sind an der Erdoberfläche als sehr witterungsempfindlich einzustufen. Das Erdplanum ist deshalb in diesen Böden gegen ein Aufweichen, z. B. durch eingestautes Wasser, zu schützen. Gegebenenfalls sind aufgeweichte Bereiche vor dem Aufbringen der Tragschicht abzuschleifen. Die Kalk- und Kalkmergelsteine sind dagegen weitgehend witterungsunempfindlich.

11.4 Wasserhaltung

Bei den unterkellerten Gebäuden ist eine Wasserhaltung, gegebenenfalls mit einer Grundwasserabsenkung, einzukalkulieren.

Vermutlich ist eine offene Wasserhaltung zur Ableitung von Schicht- und Oberflächenwasser über Sickergräben und mehrere Pumpensümpfe möglich. Der Bemessungswasserstand ist dabei zu berücksichtigen. Im Rahmen starker Regenfälle oder nach der Schneeschmelze kann der Grundwasserstand und damit die der Baugrube zuströmende Wassermenge stark ansteigen. In regenarmen Monaten kann die Baugrube gegebenenfalls völlig trockenfallen.

Eine Angabe über tatsächlich anfallende Wassermengen ist beim derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich. Detailliertere Angaben würden die Einrichtung von Messstellen, die Durchführung von Pumptests zur Ermittlung der tatsächlichen Durchlässigkeit(en) sowie die Aufzeichnung der Wasserstände über einen längeren Zeitraum mittels Drucksonden erfordern.

Es wird empfohlen das Untergeschoss während der Bauphase mit Flutöffnungen zu versehen, um ein unerwünschtes Aufschwimmen bei steigenden Wasserständen im Zuge der Baumaßnahme zu vermeiden. Die Flutöffnungen sind so zu konzipieren, dass sie nach Abschluss der Baumaßnahme druckwasserdicht verschlossen werden können.

11.5 Verkehrsflächen

Hinweise zur Befestigung von Verkehrsfläche finden sich im ergänzend erstellten Erschließungsgutachten.

11.6 Verwertung von Aushubmaterial / abfallrechtliche Beurteilung

11.6.1 Abfallrechtliche Bewertung von zukünftigem Aushubmaterial

Vor der Beurteilung der bautechnischen Eignung des zukünftigen Aushubmaterials für den Fall einer Wiederverwertung am Standort ist eine abfallrechtliche Bewertung und Abstimmung mit der Fachbehörde vorzunehmen.

Bei der Baugrunduntersuchung ergaben sich sensorische Auffälligkeiten für die Asphaltüberdeckungen sowie für die Auffüllungen. Die Auffüllungen wiesen Ziegel-, Glas-, Asphalt-, und Betonresten auf. Im Schurf BS 1 wurde zudem in den Auffüllungen ein ausgeprägt bituminöser Geruch festgestellt. Eine Belastung mit verwertungsrelevanten Schadstoffen, auch natürlicher Art (geogen), ist selbst bei unauffälligen Böden nie völlig auszuschließen.

Im Hinblick auf eine abfallrechtliche Bewertung wurden vornehmlich die in Kapitel 1 genannten Ergebnisse früherer Untersuchungen ausgewertet und mit Analysen aus der Baugrunduntersuchung ergänzt. Eine detaillierte Untersuchung im Bereich der Erschließung war weder vorgesehen noch in lokal überbauten Bereichen möglich.

Für die Auffüllungen und natürlichen Böden wird im Hinblick auf eine Wiederverwertung am Standort die VwV-Boden (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Stand 14.03.2007) sowie im Fall einer Entsorgung die Deponieverordnung (DepV - Verordnung über Deponien und Langzeitlager, Stand 04.2009) zur Bewertung bzw. zur Vordeklaration herangezogen.

Die nachfolgende Deklaration berücksichtigt keine Bindung von Schadstoffen über den Zuschlagstoff Novokrete®. Nach unserem Kenntnisstand wird eine Immobilisierung von Schadstoffen vom Hersteller mit der Fachbehörde diskutiert. Wie sich diese Immobilisierung auf die Verwertung am Standort bzgl. der letztendlichen Deklaration auswirkt, ist uns nicht bekannt.

▪ Auffüllungen

Die Auffüllungen im Baugebiet weisen lokal unterschiedliche Schadstoffanreicherungen, insbesondere an Mineralölkohlenwasserstoffen und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) auf. In der Anlage 6.1 finden sich räumliche verwertungs- bzw. entsorgungsrelevante Zuordnungen auf der Basis der vorliegenden Schadstoffanalysen. Für Bereiche ohne farbliche Markierung liegen keine Analysenergebnisse vor. Wie der Anlage zu entnehmen ist, variieren die Zuordnungen von Z 0 bis > Z 2 wobei die PAK-Gehalte maßgeblich für die Zuordnungen sind.

Die bisherigen Analysenergebnisse in den Auffüllungen zeigen im Vergleich mit den Zuordnungswerten der Deponieverordnung keine entsprechenden Überschreitungen, woraus sich derzeit eine Einstufung in die Deponieklasse DK 0 ergibt. Bereiche mit erhöhten PAK-Gehalten (siehe Anl. 6.1, Bereiche > Z 2) sind

mindestens in die Deponieklasse DK I einzustufen. Eine endgültige Einstufung für diese Bereiche kann nicht vorgenommen werden, da nicht alle nach der Deponieverordnung relevanten Parameter untersucht wurden.

Im Fall einer Verwertung oder Deponierung ist für eine abschließende Deklaration eine Haufwerksbeprobung gemäß LAGA PN98 mit angeschlossener Analyse gemäß den Parametern der VwV-Boden sowie der Deponieverordnung vorzusehen.

Hinweis: In den früheren Untersuchungen wurden in den Auffüllungen im nordöstlichen Bereich des Baufensters (Schurf BS 2, Terra Concept Consult 2020 und RKS 5, Wehrstein Geotechnik, 2009) ein PAK-Gehalt > 200 mg/kg festgestellt. Das Auffüllungsmaterial in diesem Bereich ist daher als gefährlicher Abfall (AVV-Abfallschlüsselnummer 17 05 03*) einzustufen. Das Material ist auf einer hierfür zugelassenen Deponie (gemäß „Handlungshilfe organische Schadstoffe“ [Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Stand: 05.2012] > Deponieklasse DK II) oder einer gleichwertigen Entsorgungsmaßnahme zu entsorgen.

Für die Auffüllungen wird ein Entsorgungsnachweis unter Einschaltung der Sonderabfallagentur (SAA) sowie eine elektronische Nachweisführung (eANV) erforderlich.

Da die Ausdehnung des belasteten Bereichs unbekannt ist, wird empfohlen das Material im Bereich des Aufschlusses auszuheben, separat zu lagern und als Haufwerk erneut zu beproben.

▪ **Natürliche Böden**

Die im nordwestlichen Bereich des Baugebietes anstehenden natürlichen Böden und die Verwitterungsdecken der Obtususton-Formation weisen erwartungsgemäß geogene Schwermetallanreicherungen in Form von Nickel und Chrom sowie Arsenanreicherung auf.

Die festgestellten maßgeblichen Arsenanreicherungen führen in diesem Fall zu einer vorläufigen Zuordnung Z1.1.

Im Südwesten des Baufensters stehen Böden und Verwitterungsdecken der Arietenkalk-Formation an. Diese weisen nach den bisherigen Untersuchungen typische geogene Anreicherungen von Chrom, Kupfer, Zink, Cadmium, Nickel, Thallium und Arsen auf. Zusätzlich wurden flächendeckende, homogen verteilte Anreicherungen an Mineralölkohlenwasserstoffen festgestellt. Durch die flächige Anreicherung ist von einer geogenen Anreicherung, hervorgerufen durch die sogenannte Ölschieferfazies, auszugehen.

Die festgestellten maßgeblichen Arsenanreicherungen führen zu einer vorläufigen Zuordnung bis > Z 2.

■ Folgerungen

Auswertung nach VwV-Boden

In der im Untergrund anstehenden Arietenkalk-Formation des unteren Jura (Lias / schwarzer Jura) können geogen erhöhte Arsen- und Schwermetallgehalte auftreten (siehe Tabelle 6-2, Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, 14. März 2007). Das gilt auch für die Tonsteine der überlagernden Obtususton-Formation (siehe „20 Jahre Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg“ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Stand 12.2008).

Die beprobten Gesteine der Arietenkalk-Formation wurden im Bereich dunkler Tonsteinlagen unter reduzierenden Bedingungen abgelagert, wodurch sich im Hangenden der Schichtenfolge lokal organische Ölschiefer bilden konnten (siehe z. B. Geologische Karte 1 : 25 000 von Baden-Württemberg, Erläuterung zum Blatt 7719 Balingen, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 1987). Diese Schichten enthalten natürliche Mineralölkohlenwasserstoffe.

Es wird auf die Öffnungsklausel der Verwaltungsvorschrift Boden (14. März 2007, Kapitel 6.3) verwiesen, laut der in Gebieten mit naturbedingt (geogen) erhöhten Schadstoffgehalten durch die Behörde höhere Zuordnungswerte festgelegt werden können.

Unabhängig hiervon wurden die Arsen- und Schwermetallgehalte in der Trockenmasse, nicht aber im Eluat festgestellt. Daraus folgt, dass die Elemente mineralisch gebunden und nicht mobil bzw. wasserlöslich sind. Eine Gefährdung für das Grundwasser kann somit aus gutachterlicher Sicht ausgeschlossen werden.

Gemäß der Ausnahmeregelung in der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (14. März 2007, Kapitel 3) können die Arsen- und Nickelanreicherungen in diesem Fall als ungefährlich für das Wohl der Allgemeinheit eingestuft werden. Ein Entscheid über die Anwendung der Ausnahmeregelung obliegt der jeweils zuständigen Fachbehörde. Bei Bedarf ist deshalb vor der Verwertung eine Anfrage bei dieser zu stellen.

Sollte eine der beiden Regelungen zur Anwendung kommen, ist gegebenenfalls eine Verwertung des zukünftigen Bodenaushubs unter Berücksichtigung der erhöhten Arsen- und Schwermetallgehalte gemäß der Einbaukonfiguration Z 0 bzw. Z 0* denkbar.

Auswertung nach Deponieverordnung (DepV)

Gemäß der Fußnote 2, zu Tabelle 2 des Anhangs 3 der Deponieverordnung sind der Glühverlust und der TOC gleichwertig zu betrachten. Im vorliegenden Fall wird der TOC als Bewertungsgrundlage herangezogen. Die beiden analysierten Mischproben der natürlichen Böden weisen einen erhöhten TOC-Gehalt von 1,9 bis 2,3 Ma.-% auf, der nach den Zuordnungswerten der Deponieverordnung zu einer Einstufung des Materials in die Deponieklasse DK II führt.

Gemäß der „Handlungshilfe Neue Deponieverordnung“ (2. Auflage, LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Kapitel 3.3.4 Überschreitung Organikparameter, Stand 04.2012) kann bei der vorliegenden Überschreitung des TOC-Gehalts $\leq 6\%$ bei der zuständigen Fachbehörde ein „Antrag auf Zustimmung zur Ablagerung eines Abfalls mit leicht erhöhtem Organikgehalt“ durch den Deponiebetreiber gestellt werden.

Sollte ein entsprechender Antrag genehmigt werden, ist eine Entsorgung des Aushubmaterials zu DK 0 - Bedingungen denkbar.

Hinweise:

Es wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass trotz der Vordeklaration des zukünftigen Erdaushubs durch den Verwerter oder die Entsorgungsstelle eine Beprobung am „Haufwerk“ gefordert werden kann. Unter Beachtung der aktuell gültigen Richtlinien ist das zukünftige Aushubmaterial seitlich zu lagern und gemäß der Richtlinie LAGA PN 98 zu beproben. Entsprechend den Vorgaben der LAGA PN 98 sind die Proben dann erneut einer chemischen Laboranalyse zuzuführen, deren Ergebnis zu einer abschließenden Deklaration für die Verwertung oder Entsorgung führt.

Im Fall einer Verwertung oder Deponierung ist für eine abschließende Deklaration eine Haufwerksbeprobung gemäß LAGA PN98 mit angeschlossener Analyse gemäß den Parametern der VwV-Boden sowie der Parameter der Deponieverordnung vorzusehen.

■ Asphalt

Weiterhin wurden die im Suchschlitz 4 angetroffenen Asphaltdecken sowie die Asphaltüberdeckung aus dem Bereich des Schurfs BS 5 auf ihren PAK-Gehalt untersucht. Die Bewertung erfolgt anhand folgender Bewertungskriterien:

- A) Steckbrief „Bituminöser / teerhaltiger Abfall“ (LUBW 01.08.2018)
- B) UVM-Erlass („Dihlmann“) für Bauschutt / Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial vom 13. April 2004, UVM BW
- C) Leitfaden zum Umgang mit und zur Entsorgung von teerhaltigem Straßenaufbruch, LUBW 05.2018

Tab. 9: Bewertung von PAK-Analysen in Asphaltproben

Probe	Probenahme-Datum	Dicke Asphalt [cm]	PAK-Gehalt [mg/kg TS]	Bewertung nach A)	Bewertung nach B)	Bewertung nach C)
Suchschlitz 4 / MP _{Asphalt} 1 (obere Lage)	22.07.2021	9 - 10	3,1	unbelastet	Z 1.1	nicht teerhaltig
Suchschlitz 4 / MP _{Asphalt} 2 (untere Lage)	22.07.2021	ca. 2	5,4	unbelastet	Z 1.1	nicht teerhaltig
BS 5 / MP _{Asphalt}	22.07.2021	5	2000	belastet	> Z 2	teerhaltig

Hinweis: Der Asphaltbelag im Bereich des Schurfes BS 5 ist als gefährlicher Abfall unter der AVV-Abfallschlüsselnummer 17 03 01* (kohlenteerhaltiges Bitumengemisch) auf einer hierfür zugelassenen

Deponie (gemäß „Handlungshilfe organische Schadstoffe“ [Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Stand 05.2012] > Deponieklasse DK II) oder einer gleichwertigen Entsorgungsmaßnahme zu entsorgen.

Für den Straßenaufbruch wird ein Entsorgungsnachweis unter Einschaltung der Sonderabfallagentur (SAA) sowie eine elektronische Nachweisführung (eANV) erforderlich.

Hinweis: Wie bei der umweltchemischen Auswertung der Auffüllungen beschrieben wurden im Bereich des Aufschlusses BS 2 (Terra Concept Consult 2020 und RKS 5, Wehrstein Geotechnik, 2009) PAK-Gehalte > 200 mg/kg festgestellt, wodurch die Auffüllungen in diesem Bereich als gefährlicher Abfall zu beurteilen sind. Gegebenenfalls hängen die hohen PAK-Gehalte mit einer teerhaltigen Asphaltdecke zusammen.

11.7 Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial / Arbeitsraumverfüllungen

Aufgrund der in Kap. 7 dargelegten hydrogeologischen Verhältnisse kann das Landratsamt Zollernalbkreis einen Wiedereinbau von Z1.1 - Material untersagen.

Nach unserem Kenntnisstand wurde allerdings im Vorfeld der Maßnahme eine Abstimmung mit der Fachbehörde bzgl. eines Wiedereinbaus von verfestigtem Bodenmaterial und einer damit verbundenen Immobilisierung von Schadstoffen erörtert. Eine letztendliche Klärung dieses Sachverhaltes obliegt der Bauherrschaft und den entsprechenden Fachplanern.

Ungeachtet möglicher Schadstoffanreicherungen und einer Verfestigung gilt, dass die im Untersuchungsgebiet oberflächennah angetroffenen kiesigen Böden gut verdichtbar sind, aber aufgrund ihres lokal erhöhten Feinkornanteils als nicht frostsicher einzustufen sind. Die Kiese sollten nur unterhalb der Frosteindringtiefe eingebaut werden.

Die tonigen Böden eignen sich aufgrund ihrer Frostempfindlichkeit (siehe Kap. 4) sowie der Vorgaben nach der ZTVE-StB 17 ohne Verfestigung nicht für einen frostsicheren und damit setzungsfreien Wiedereinbau in Arbeitsräumen. Das gilt auch für die Tonsteine, die an der Oberfläche schnell ihre Gefügefestigkeit verlieren und dann wie Tone einzustufen sind.

Die Kalk- und Kalkmergelsteine eignen sich für einen frostsicheren und damit setzungsfreien Wiedereinbau in Arbeitsräumen. Theoretisch können die Festgesteine, sofern sie gebrochen werden (≤ 63 mm) wieder eingebaut werden. Das Brechen stellt aber einen erheblichen und damit im Allgemeinen unwirtschaftlichen Aufwand dar. Steinige Böden mit einem Grobkorndurchmesser ≥ 100 mm sind zum Wiedereinbau nicht geeignet.

Ist geplant Aushub aus diesen Horizonten aus wirtschaftlichen Gründen wieder einzubauen, sollte dieser Einbau nur in Bereichen erfolgen, in denen Setzungen toleriert werden können. Das gilt nicht sofern die Verfestigung zur einer Frostunempfindlichkeit führt.

Grundsätzlich ist für setzungsarme Arbeitsraumverfüllungen ein gut verdichtbares und oberhalb der Frosteindringtiefe frostsicheres Material zu verwenden. Das Material ist lagenweise (jeweils maximal 0,30 m) einzubringen und zu verdichten. Insbesondere im Bereich des Arbeitsraumes ist auf eine setzungsarme Verdichtung zu achten. Bei der Planung und Ausführung der befestigten Außenflächen, wie auch bei der Grabenverfüllung der Versorgungsleitungen, müssen eine ausreichende Frostsicherheit sowie eine ausreichende Tragfähigkeit des Aufbaus gewährleistet sein.

Hinsichtlich des zu verwendenden Materials sowie der Richtlinien zur Verdichtung wird an dieser Stelle auf die ZTVE-StB 17 verwiesen.

12 Abschließende Bemerkungen

Das vorliegende Gutachten wurde anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen erarbeitet. Die Untergrundverhältnisse wurden auf der Grundlage der in Kapitel 1 genannten Unterlagen beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich nur auf die Untersuchungsstellen zum Zeitpunkt der Erkundung. Abweichungen sind nicht auszuschließen. Eine sorgfältige Überprüfung der im Rahmen der Baumaßnahme angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen ist deshalb erforderlich.

Ergeben sich Fragen bei der Planung und Ausführung, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Dipl. Geologe Heiner Terton
Beratender Geowissenschaftler BDG
Ingenieurbüro für Angewandte Geologie

H. Terton



Anlagen

Anl. 1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes



Zeichenerklärung:



Lage des
Untersuchungsgebietes

Kartengrundlage:
Google Earth

Projekt: **BV Wohnen am Stutzenweiher
Fischerstraße (Flurst. 3258)
72336 Balingen**

Projekt-Nr.: B 21 13 03

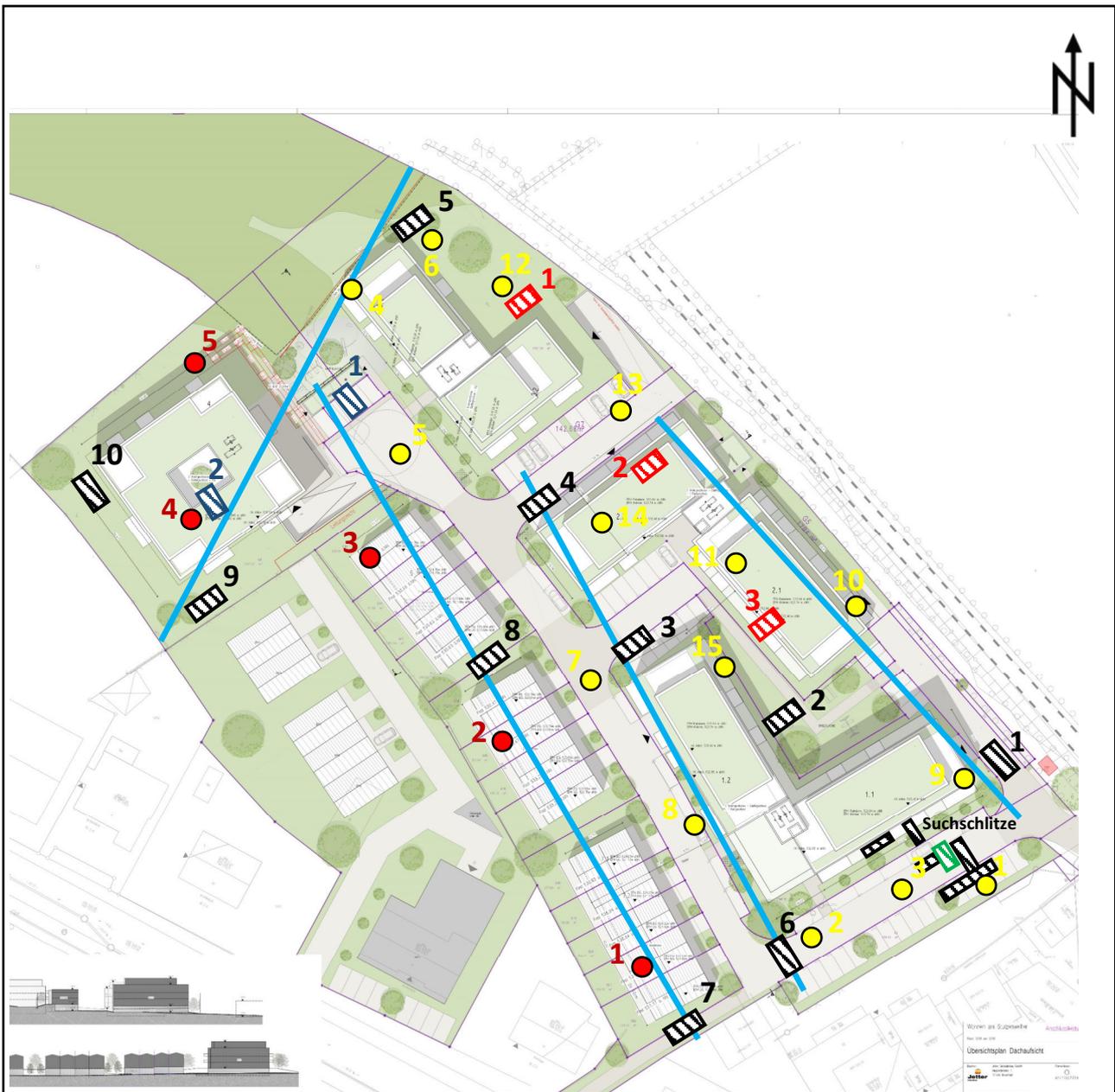
Planinhalt: Geographische Übersicht

Anlage: 1 Maßstab: o. M.

Datum: 12.08.2021 Bearbeiter: SP

GeoTerton / Dipl. Geologe Heiner Terton
Beratender Geowissenschaftler BDG
Ingenieurbüro für Angewandte Geologie
Siemensstr. 13 72116 Mössingen
Telefon: 07473/240909-0 Telefax: 240909-9 Email: kontakt@geoterton.de

Anl. 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten und Profilschnitt



Zeichenerklärung:

- Baggerschurf, GeoTerton, 01.02.2021
- Baggerschurf GeoTerton, 21.- 22.07.21
- Suchschlitz, GeoTerton, 21.07.21
- Baggerschurf Terra Concept Consult, 16.06.20
- Rammkernbohrung, Terra Concept Consult, 16.06.20
- Rammkernbohrung, Wehrstein Geotechnik, 09.-11.12.08
- Profilschnitt

Kartengrundlage:

Übersichtsplan Dachaufsicht, erstellt durch die archisphäre GmbH, Rosenfeld, Stand 19.07.2021

Projekt:		BV Wohnen am Stutzenweiher Fischerstraße (Flurst. 3258) 72336 Balingen	
Projekt-Nr.:		B 12 13 03	
Planinhalt: Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnitte			
Anlage:	2	Maßstab:	o. M.
Datum:	12.08.2021	Bearbeiter:	SP/ML
GeoTerton / Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie Siemensstr. 13 72116 Mössingen Telefon: 07473/240909-0 Telefax: 240909-9 Email: kontakt@geoterton.de			

Anl. 3: Graphische Darstellung der Aufschlusspunkte

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten

 Steine, X, steinig, x	 Kies, G, kiesig, g
 Sand, S, sandig, s	 Schluff, U, schluffig, u
 Ton, T, tonig, t	 Tonstein, Tst
 Kalkstein, Kst	 Mergelstein, Mst

Korngrößenbereich f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile ' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Lagerungsdichte

 locker	 mitteldicht	 dicht	 sehr dicht
--	---	---	--

Konsistenz

 breiig	 weich	 steif	 halbfest	 fest
--	---	---	--	--

Homogenbereiche nach DIN 18300

- A** grobkorndominierte Auffüllungen (Kiese, Steine, schluffig)
- B** feinkorndominierte Auffüllungen (Ton, Schluff, kiesig, steinig), inkl. organischer Oberboden
- C** tonige Böden (Ton, plastifizierter Tonstein)
- D** verwitterte Festgesteine (Tonstein, Kalkstein)
- E** bergfrische Festgesteine (Tonstein, Kalkstein, Kalkmergelstein)

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)

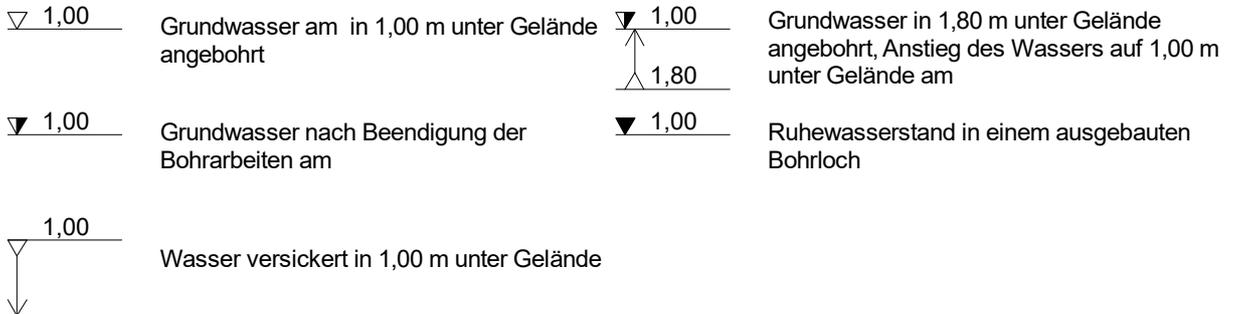
- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 Oberboden (Mutterboden) | 2 Fließende Bodenarten |
| 3 Leicht lösbare Bodenarten | 4 Mittelschwer lösbare Bodenarten |
| 5 Schwer lösbare Bodenarten | 6 Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten |
| 7 Schwer lösbarer Fels | |

Proben

- | | |
|--|--|
| A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe | B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe |
| C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe | W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe |

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

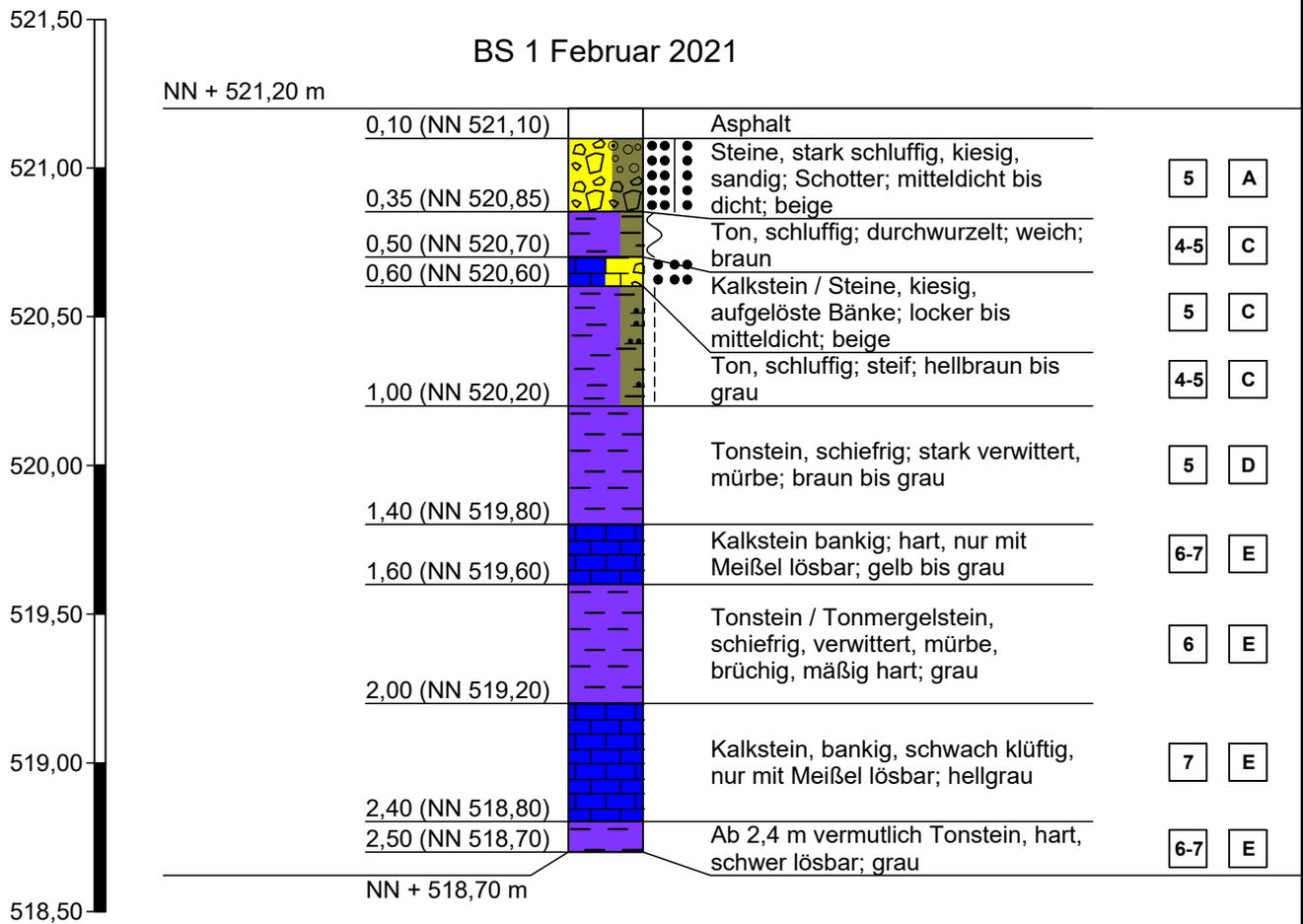
Grundwasser



Bodengruppe nach DIN 18196

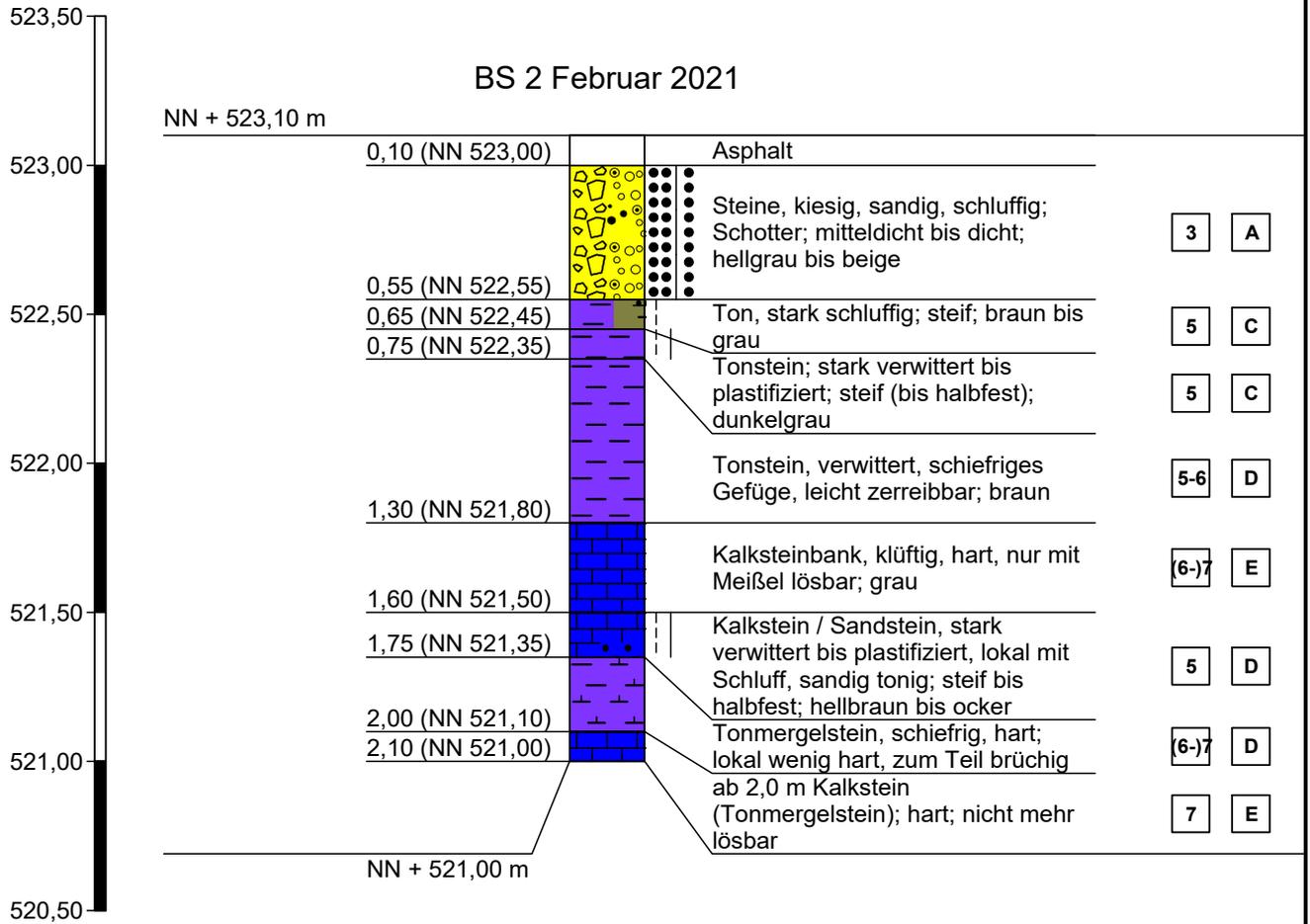
- | | |
|---|---|
| (GE) enggestufte Kiese | (GW) weitgestufte Kiese |
| (GI) Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische | (SE) enggestufte Sande |
| (SW) weitgestufte Sand-Kies-Gemische | (SI) Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische |
| (GU) Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (GU*) Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (GT) Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (GT*) Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (SU) Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (SU*) Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (ST) Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | (ST*) Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| (UL) leicht plastische Schluffe | (UM) mittelplastische Schluffe |
| (UA) ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff | (TL) leicht plastische Tone |
| (TM) mittelplastische Tone | (TA) ausgeprägt plastische Tone |
| (OU) Schluffe mit organischen Beimengungen | (OT) Tone mit organischen Beimengungen |
| (OH) grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | (OK) grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| (HN) nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus) | (HZ) zersetzte Torfe |
| (F) Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel) | (I) Auffüllung aus natürlichen Böden |
| (A) Auffüllung aus Fremdstoffen | |

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023

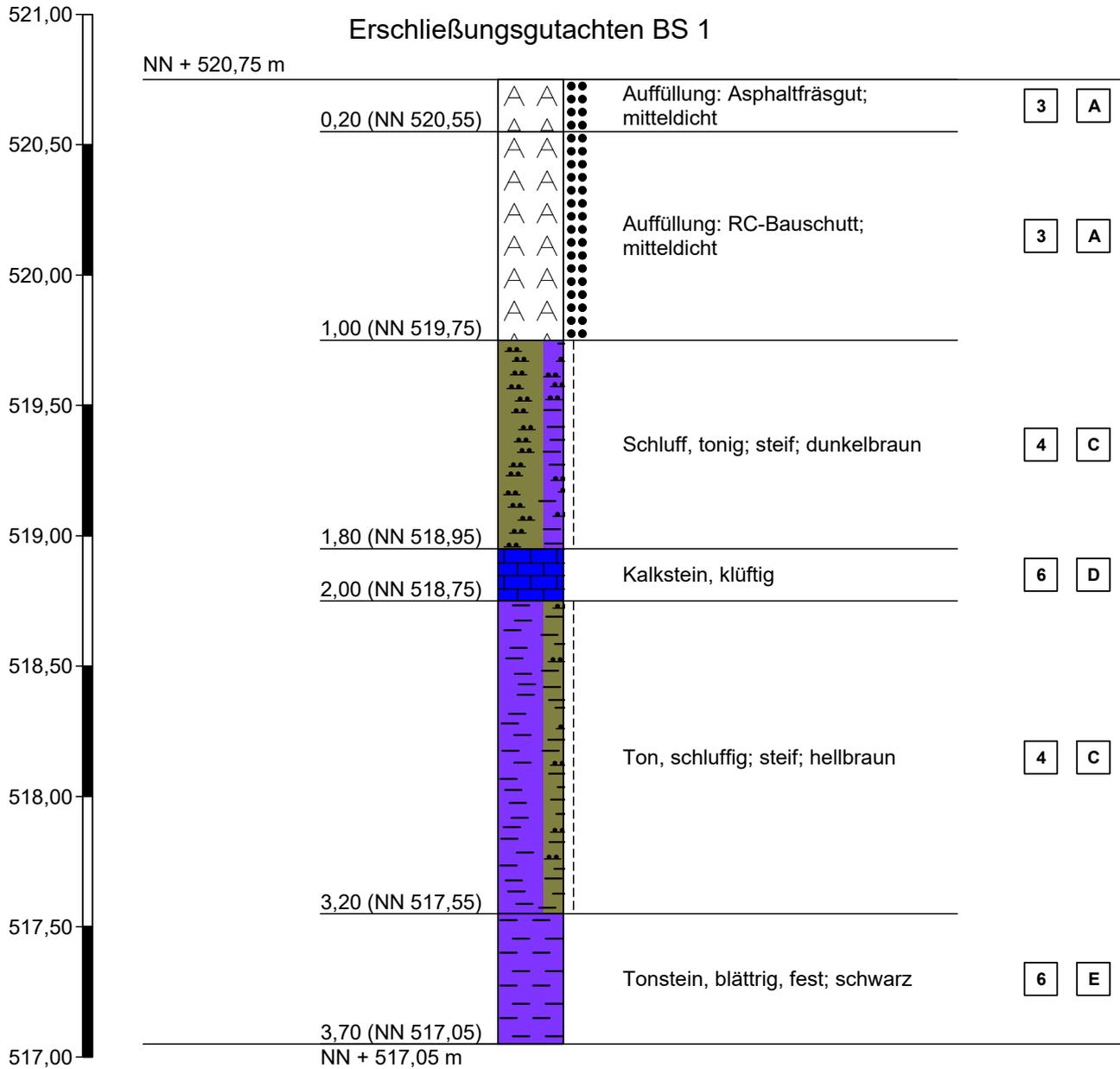


Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023

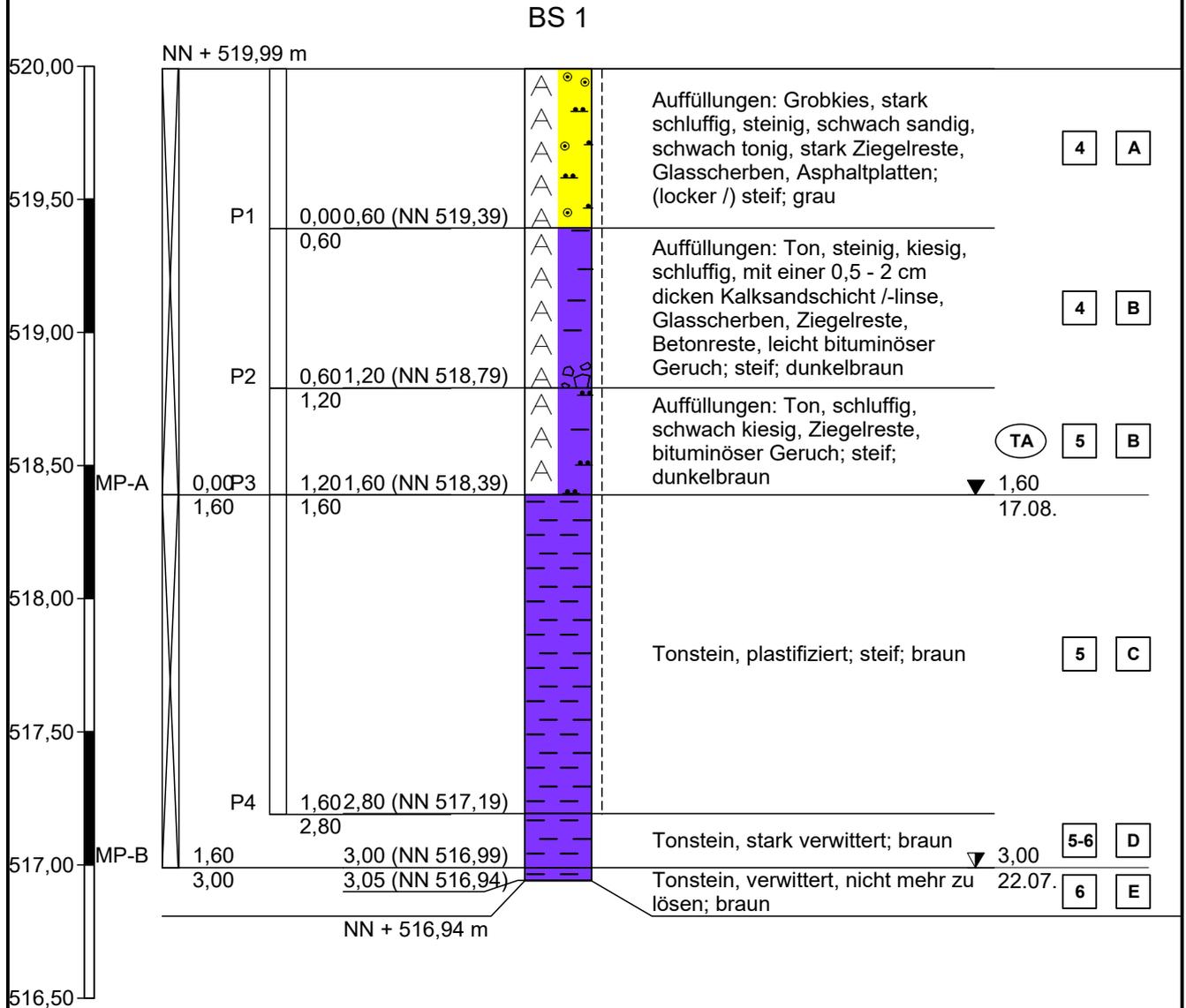


Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



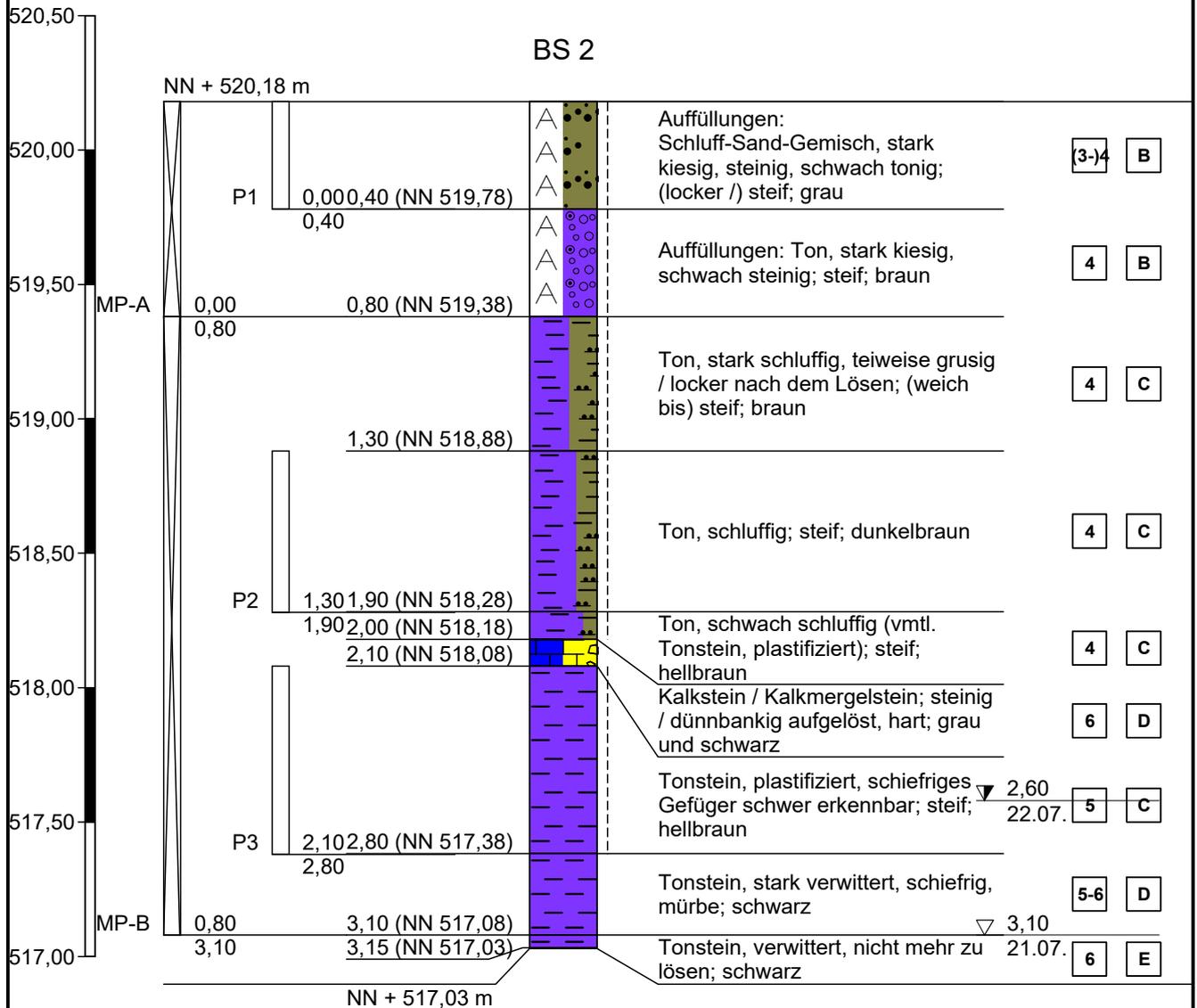
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



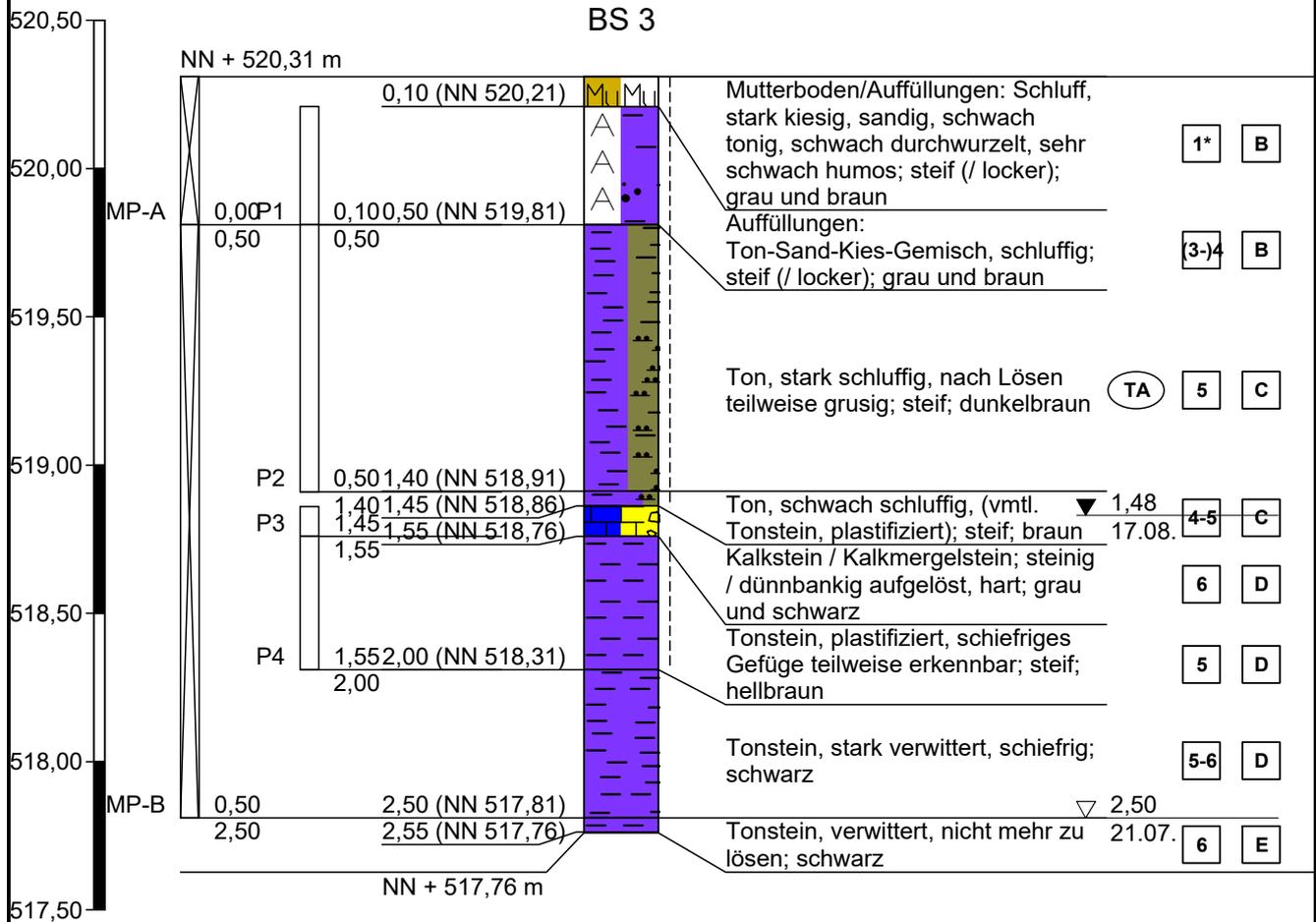
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



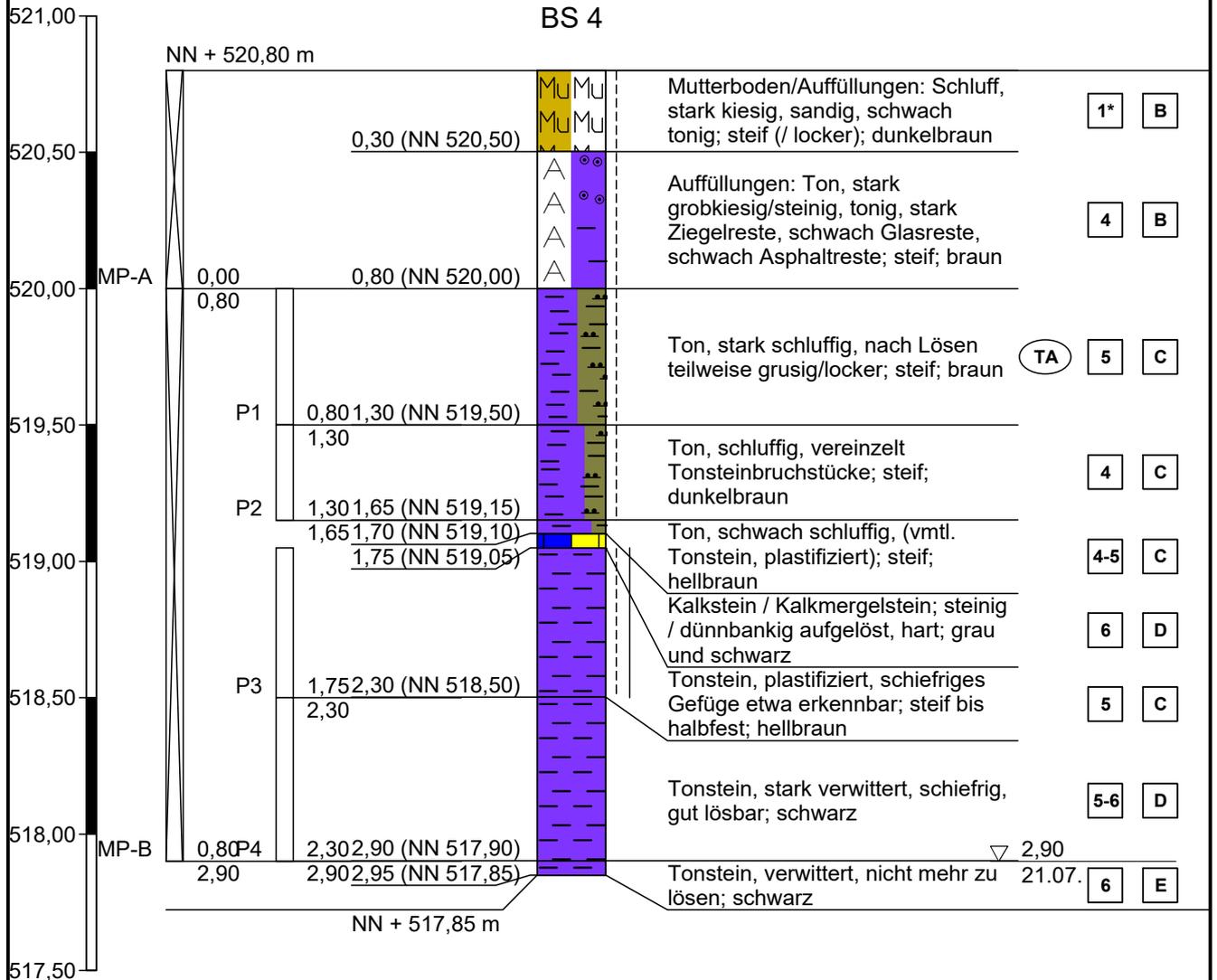
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



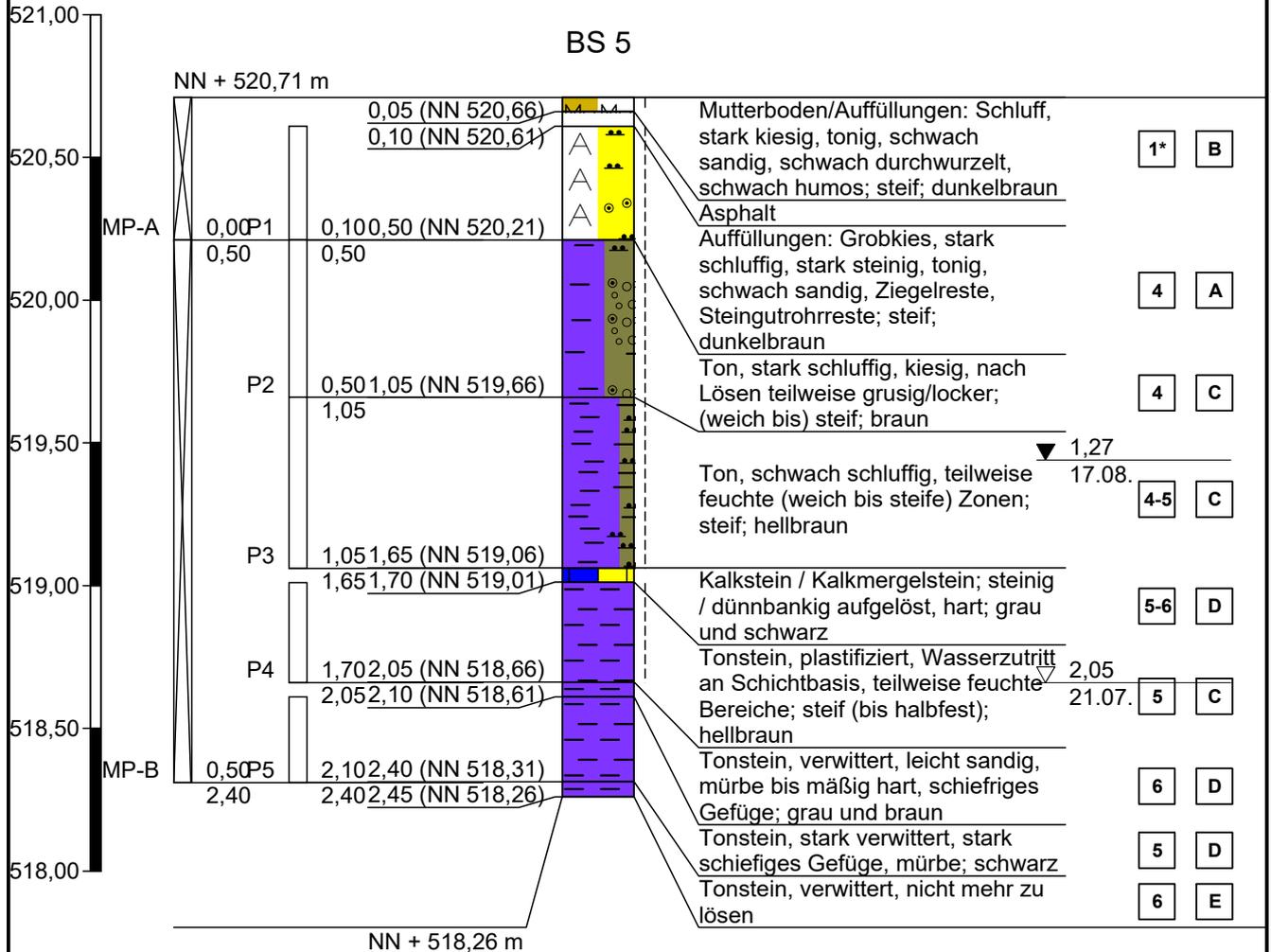
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023

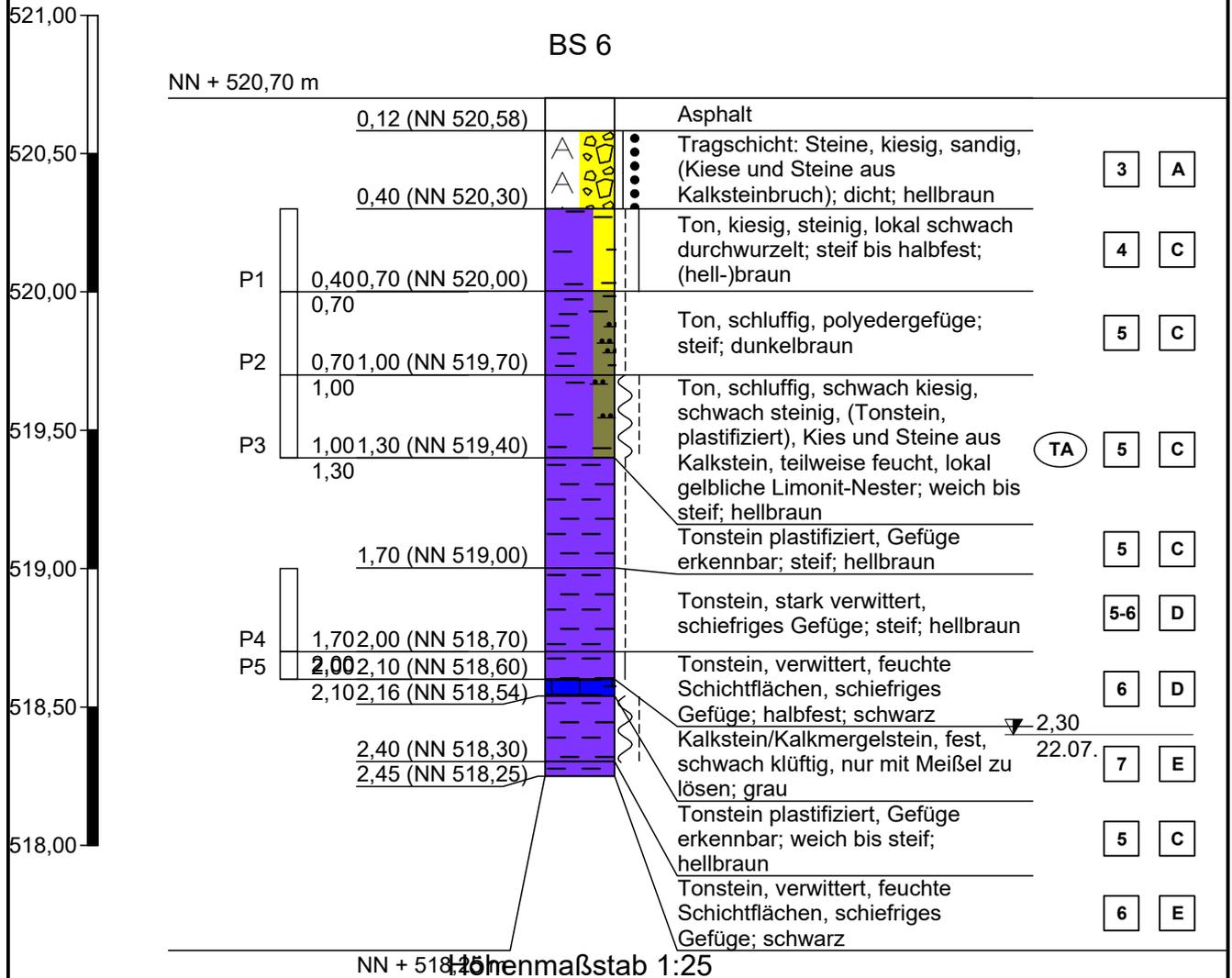


Höhenmaßstab 1:25

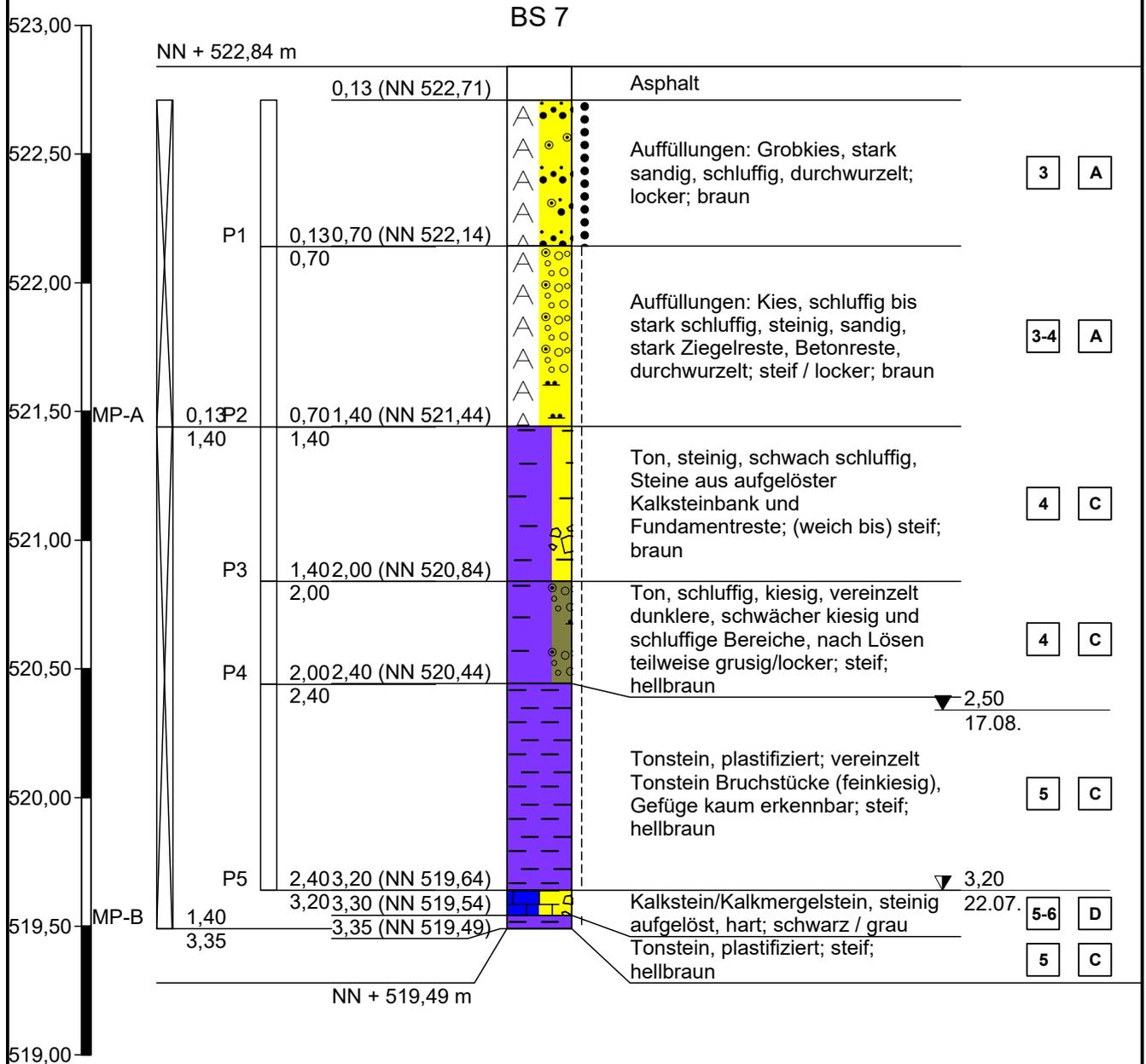
Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023

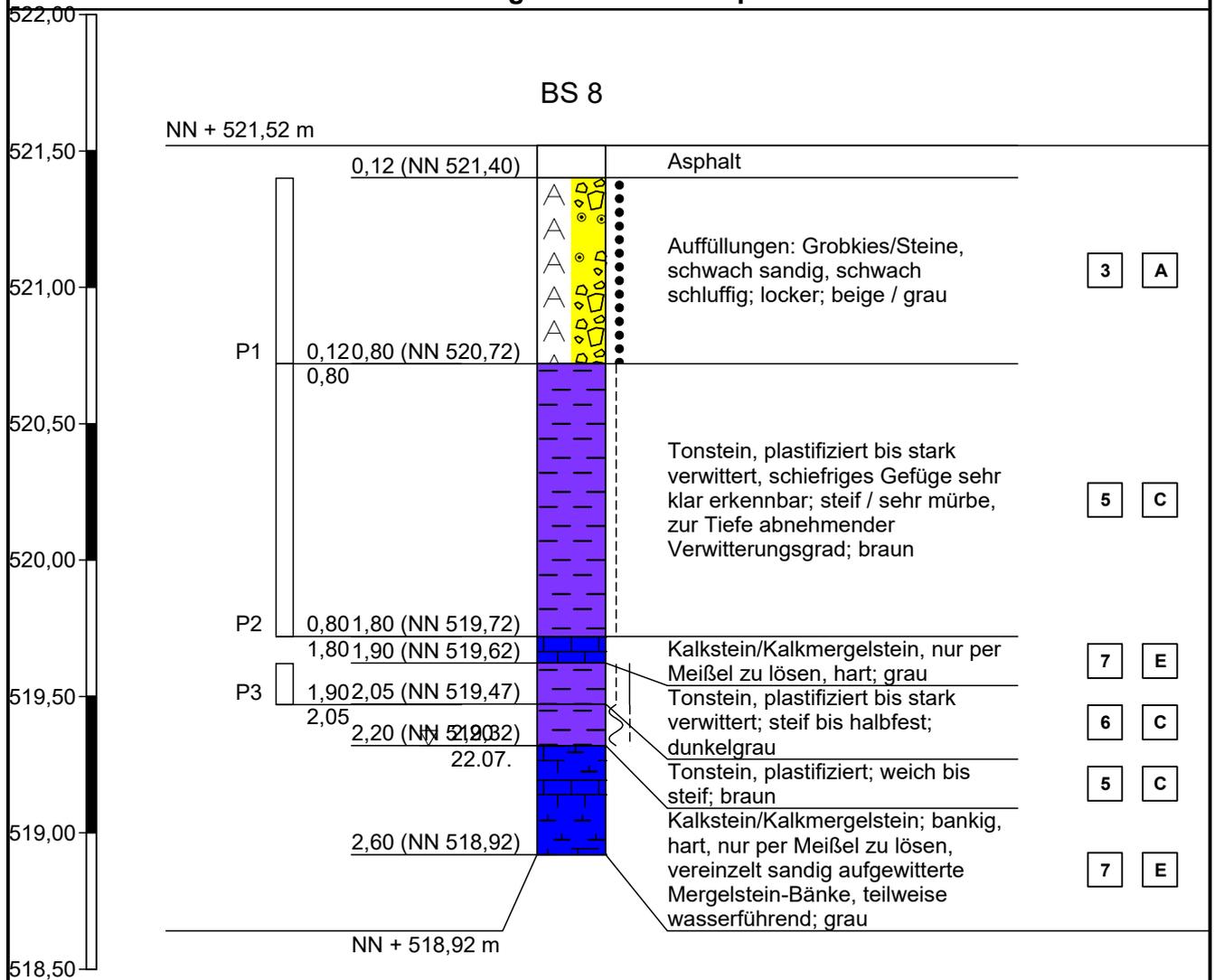


Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



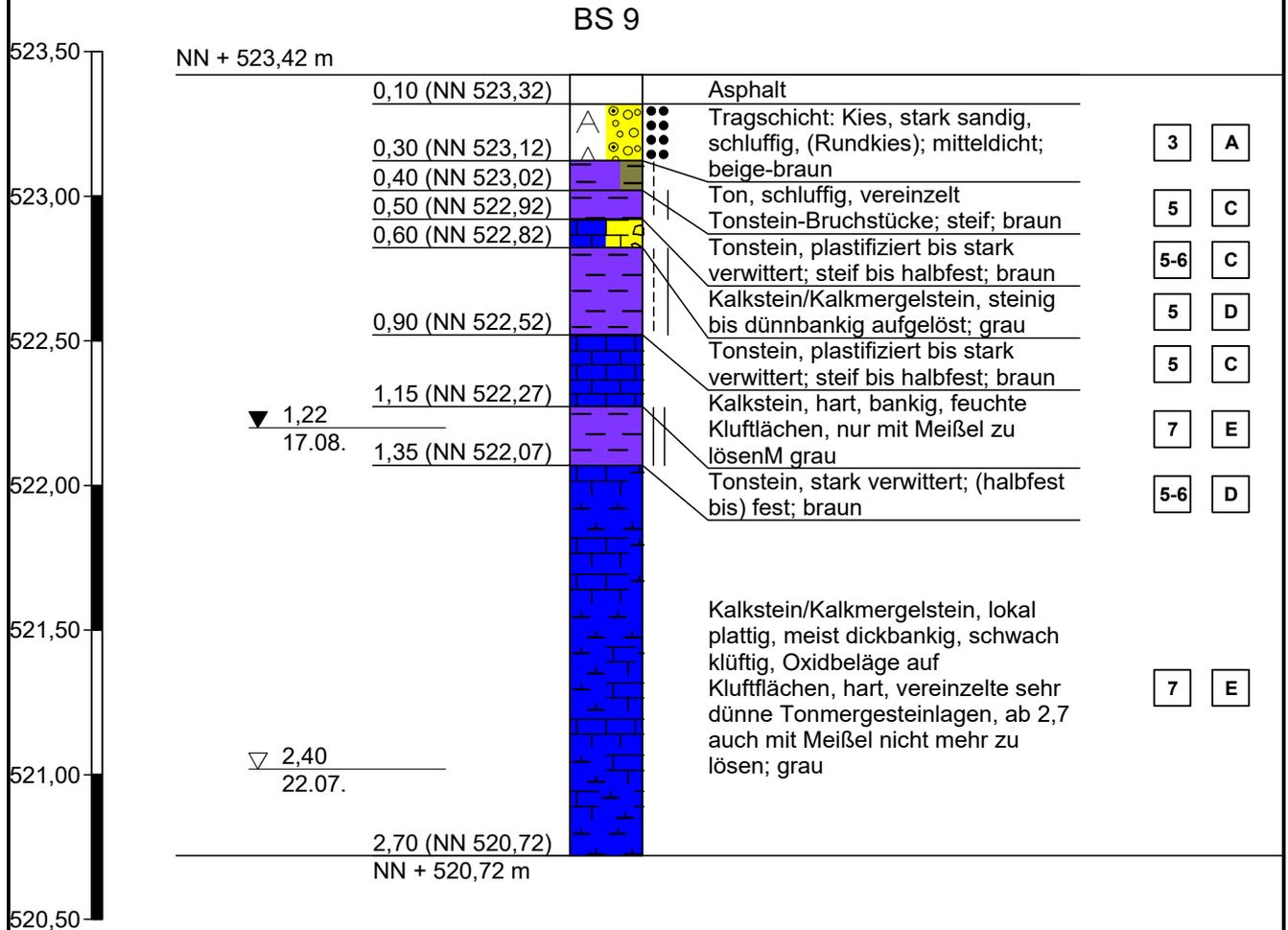
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



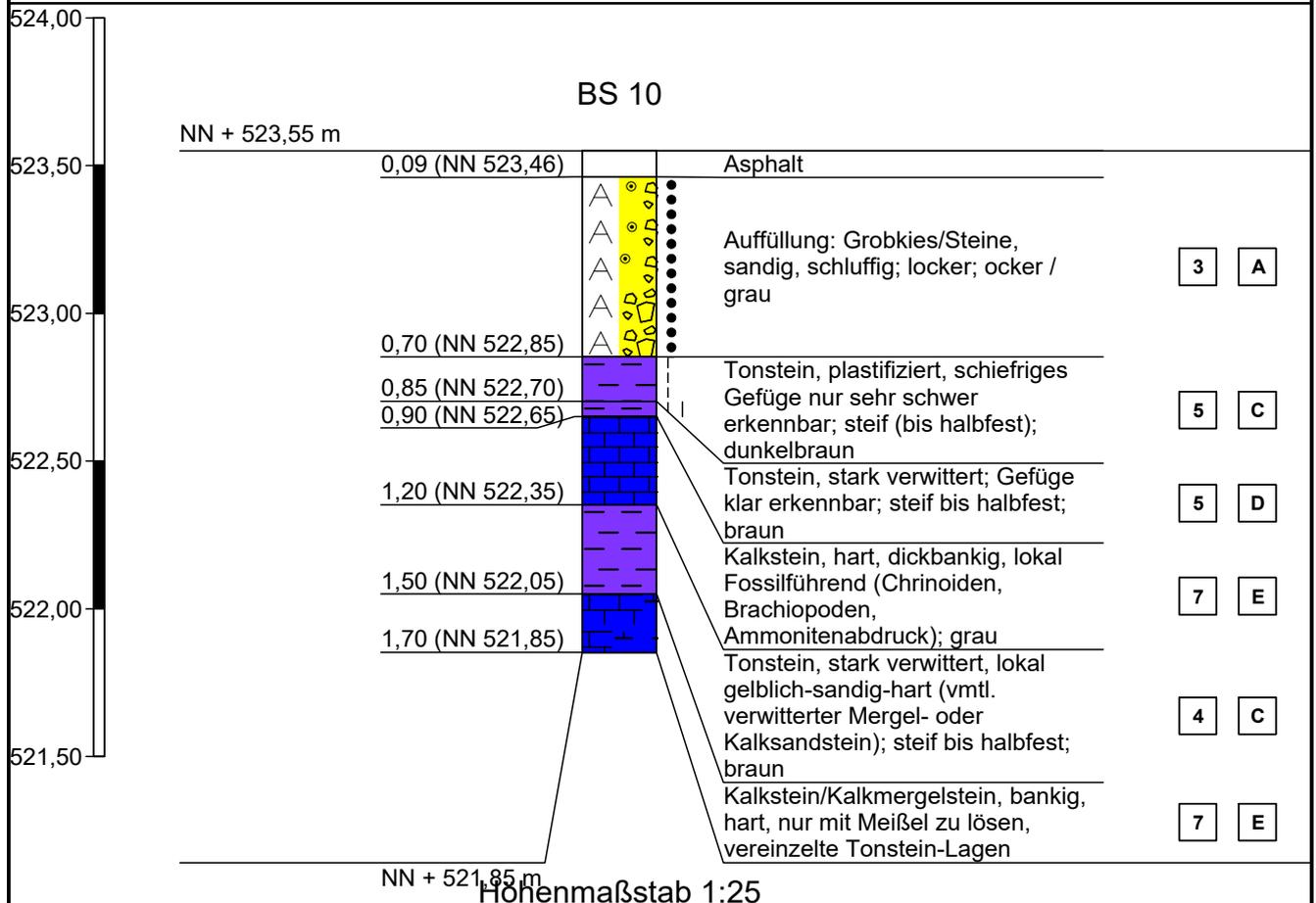
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



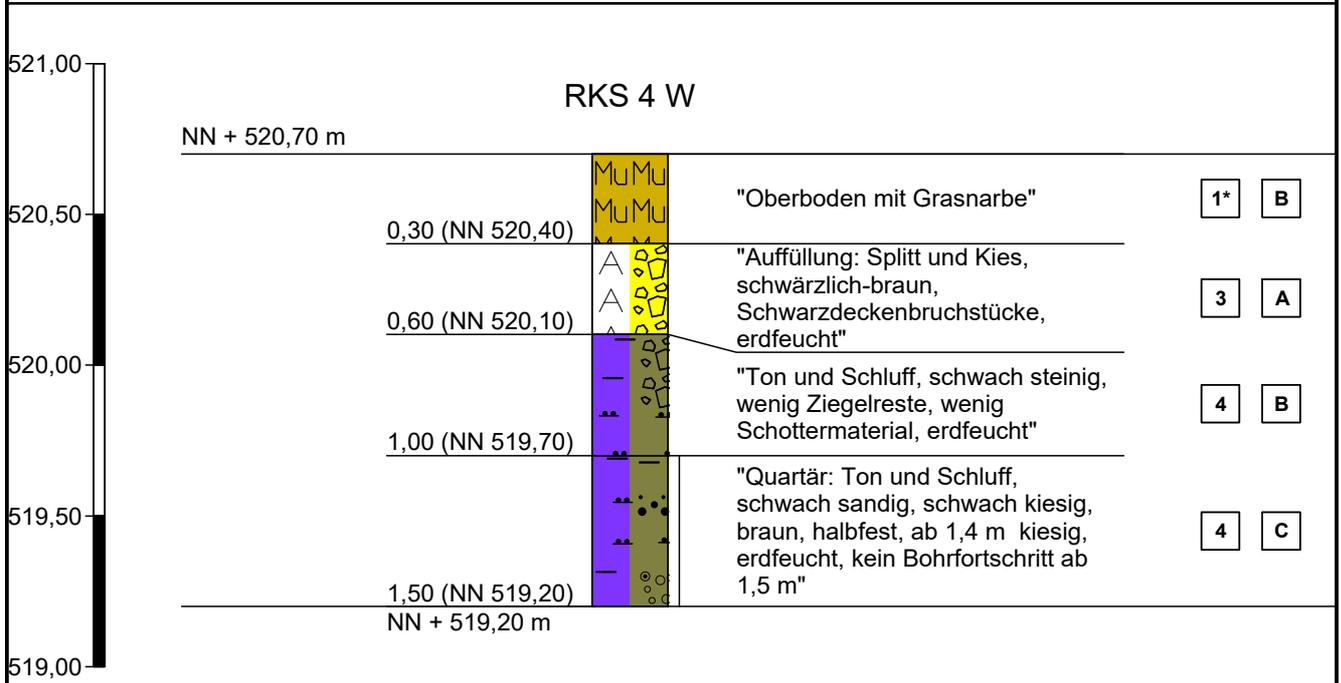
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



 <p>GeoTerton Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie</p>	Projekt: Wohnen am Stutzenweiher, Balingen	Anlage 3.14
	Auftraggeber: Jetter Gebäudebau GmbH	Datum: unbekannt
		Bearb.: Wehrstein GT
		Prj.-Nr: B 21 13 03

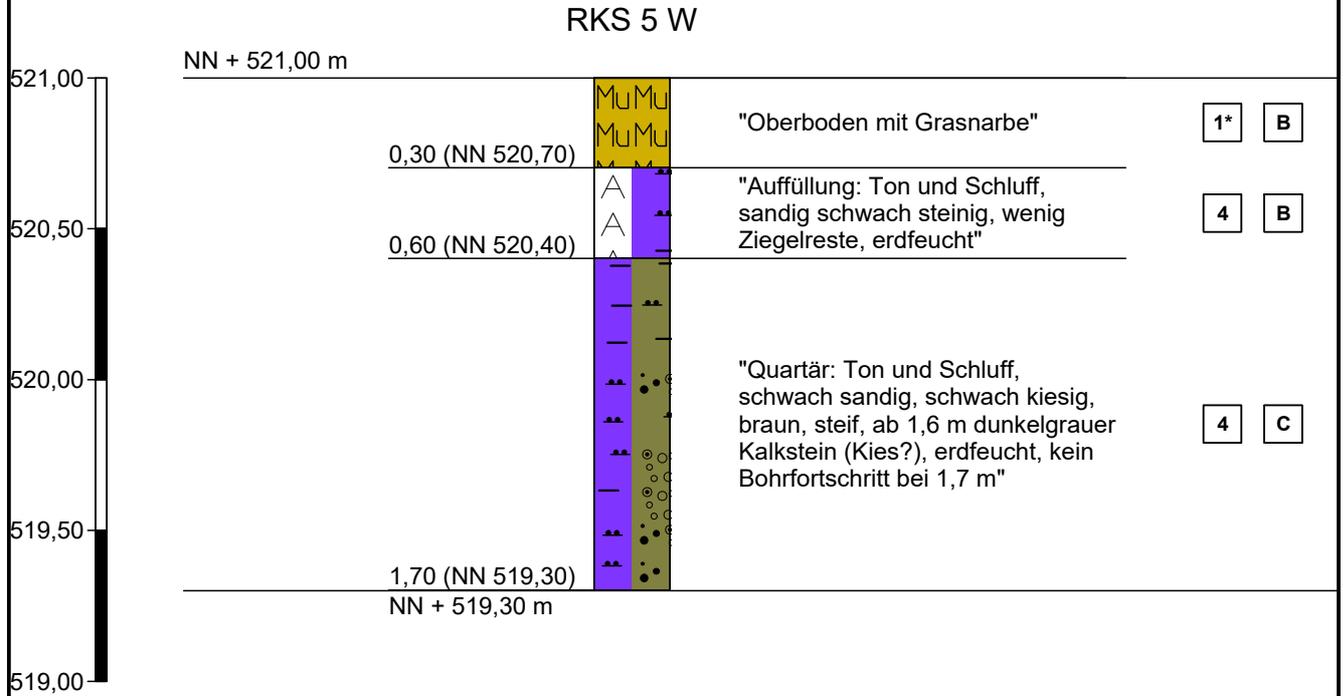
Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:25

 <p>GeoTerton Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie</p>	Projekt: Wohnen am Stutzenweiher, Balingen	Anlage 3.15
		Datum: -
	Auftraggeber: Jetter Gebäudebau GmbH	Bearb.: Wehrstein GT
		Prj.-Nr: B 21 13 03

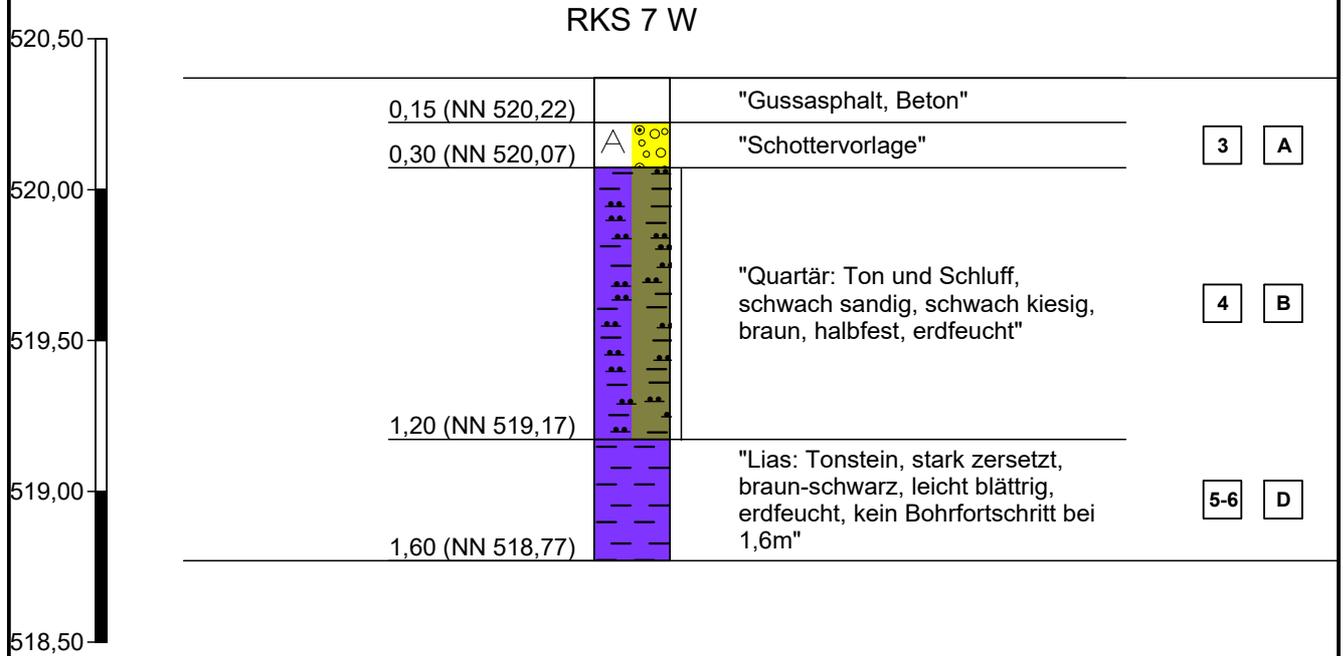
Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:25

 <p>GeoTerton Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie</p>	Projekt: Wohnen am Stutzenweiher, Balingen	Anlage 3.16
		Datum: -
	Auftraggeber: Jetter Gebäudebau GmbH	Bearb.: Wehstein GT
		Prj.-Nr: B 21 13 03

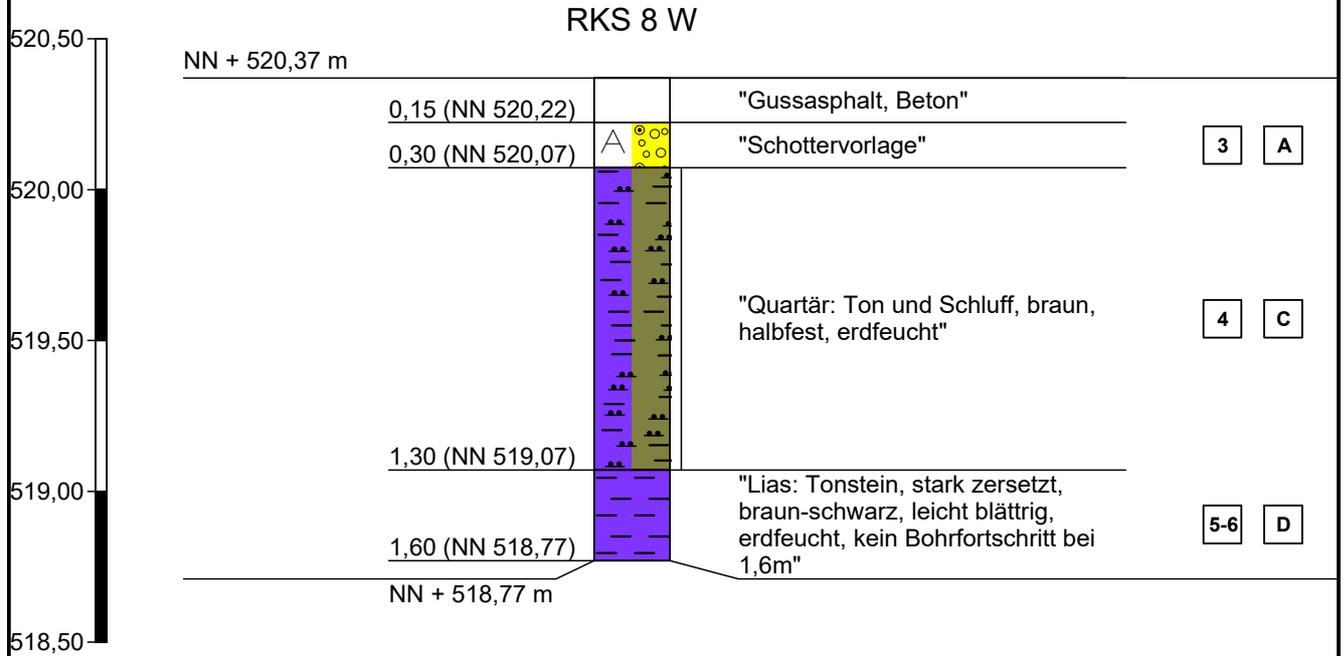
Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:25

 <p>GeoTerton Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie</p>	Projekt: Wohnen am Stutzenweiher, Balingen	Anlage 3.17
		Datum: -
	Auftraggeber: Jetter Gebäudebau GmbH	Bearb.: Wehrstein GT
		Prj.-Nr: B 21 13 03

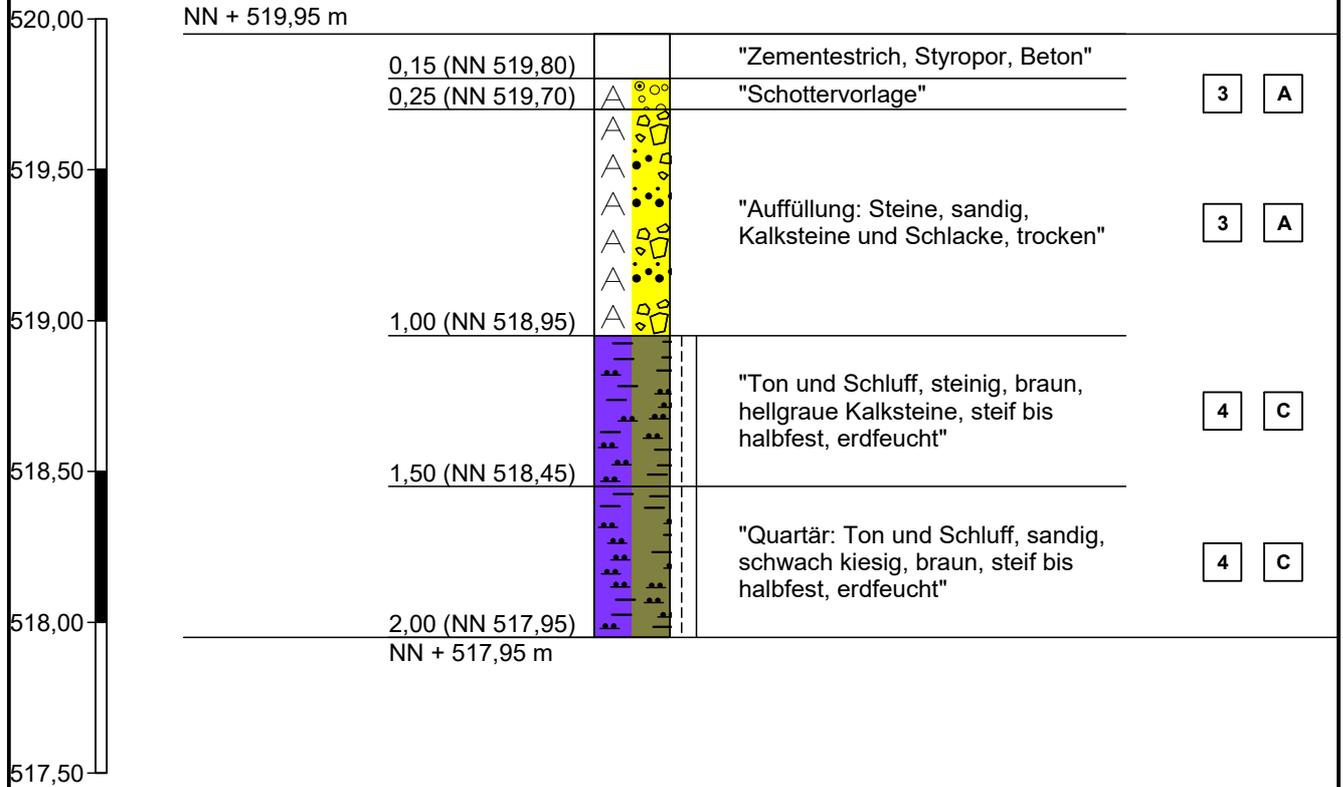
Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:25

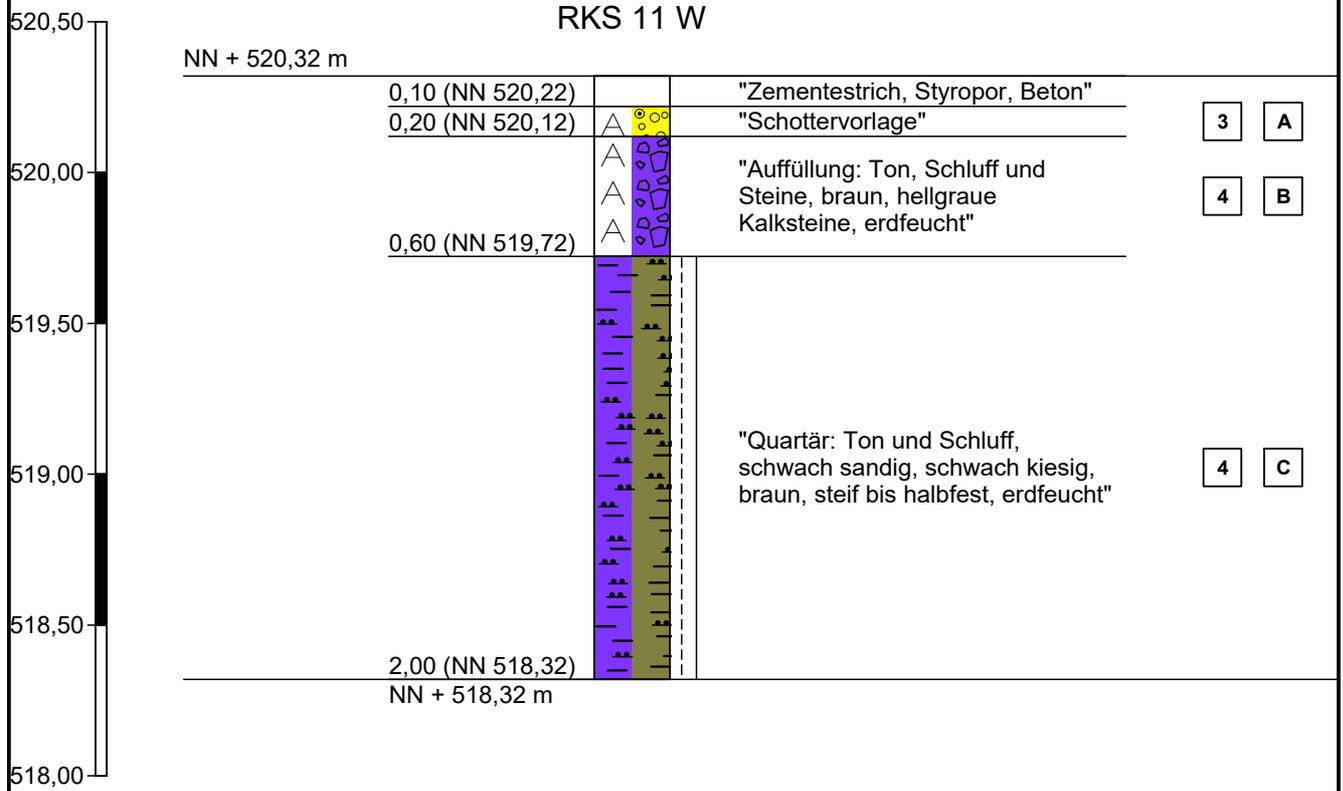
Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023

RKS 10 W



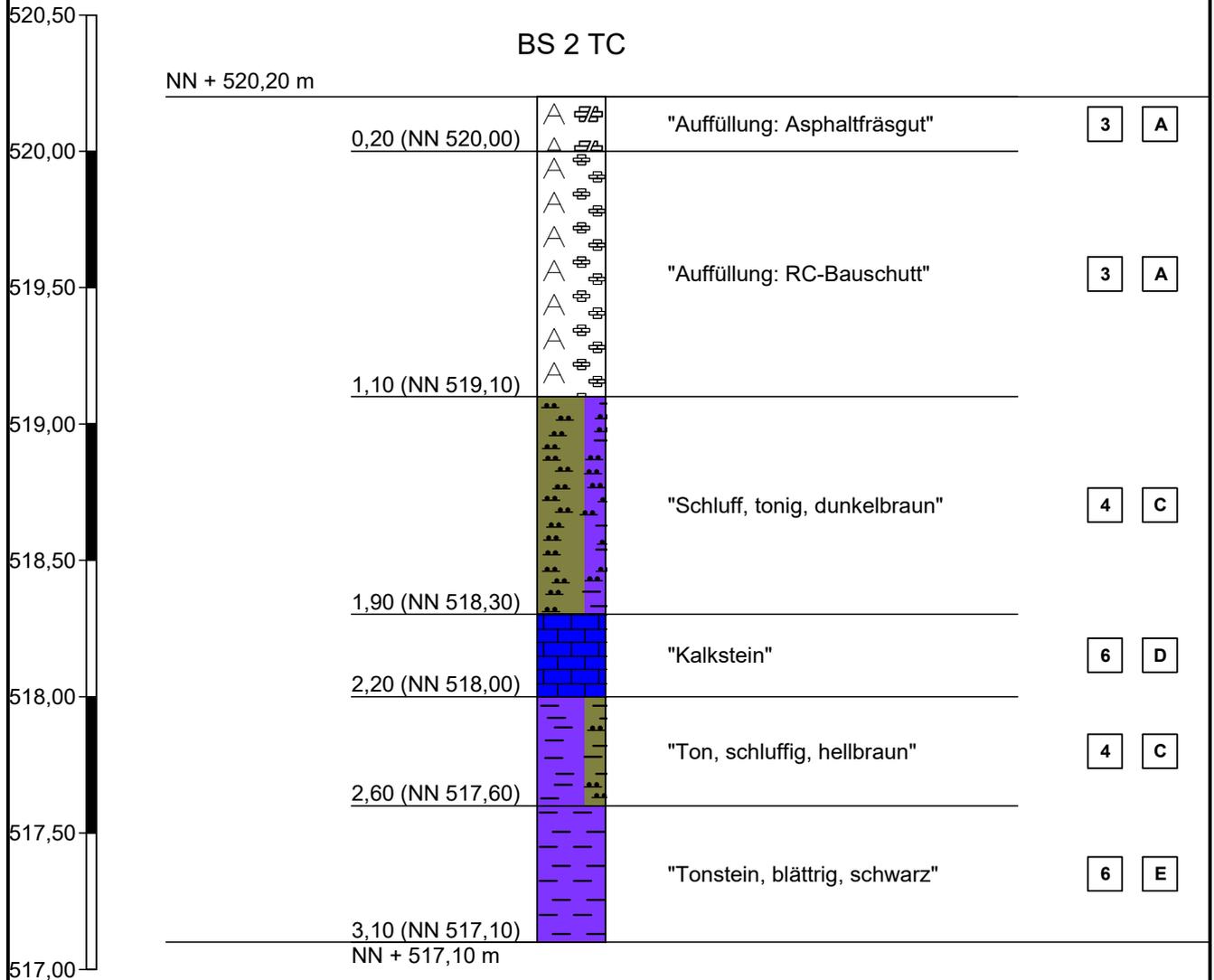
Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von Aufschlussprofilen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:25

Anl. 4: Geotechnische Profilschnitte (schematisch)

Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 300 V = 1 : 100

BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09

HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09

übrige Legende siehe Anl. 3

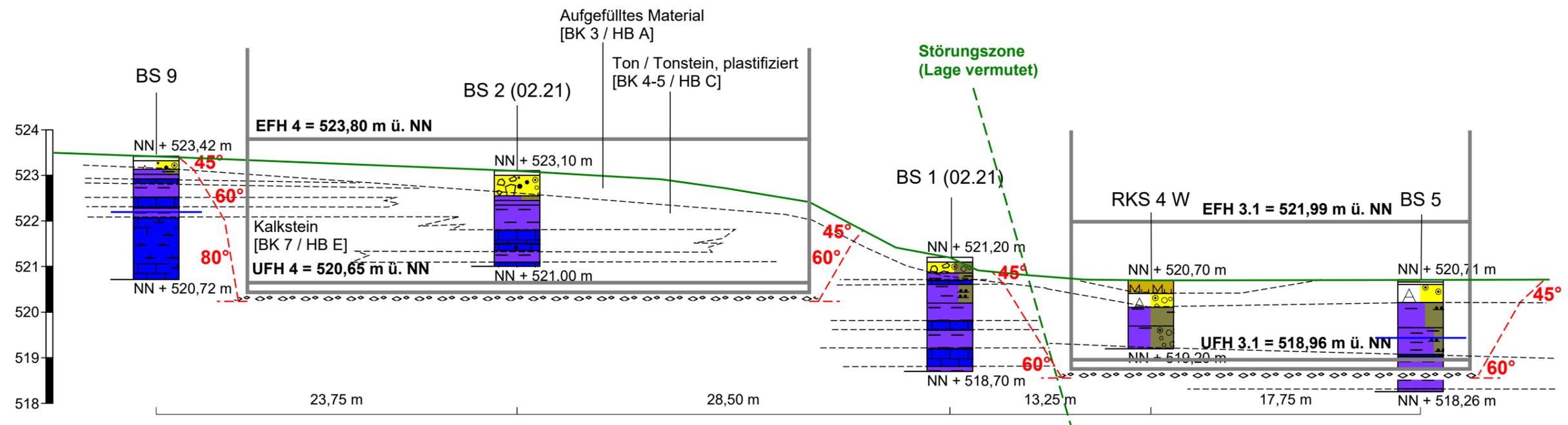
----- interpolierte Schichtflächen

- - - - - Böschungswinkel

— angetroffene Wasserstände (17.08.)

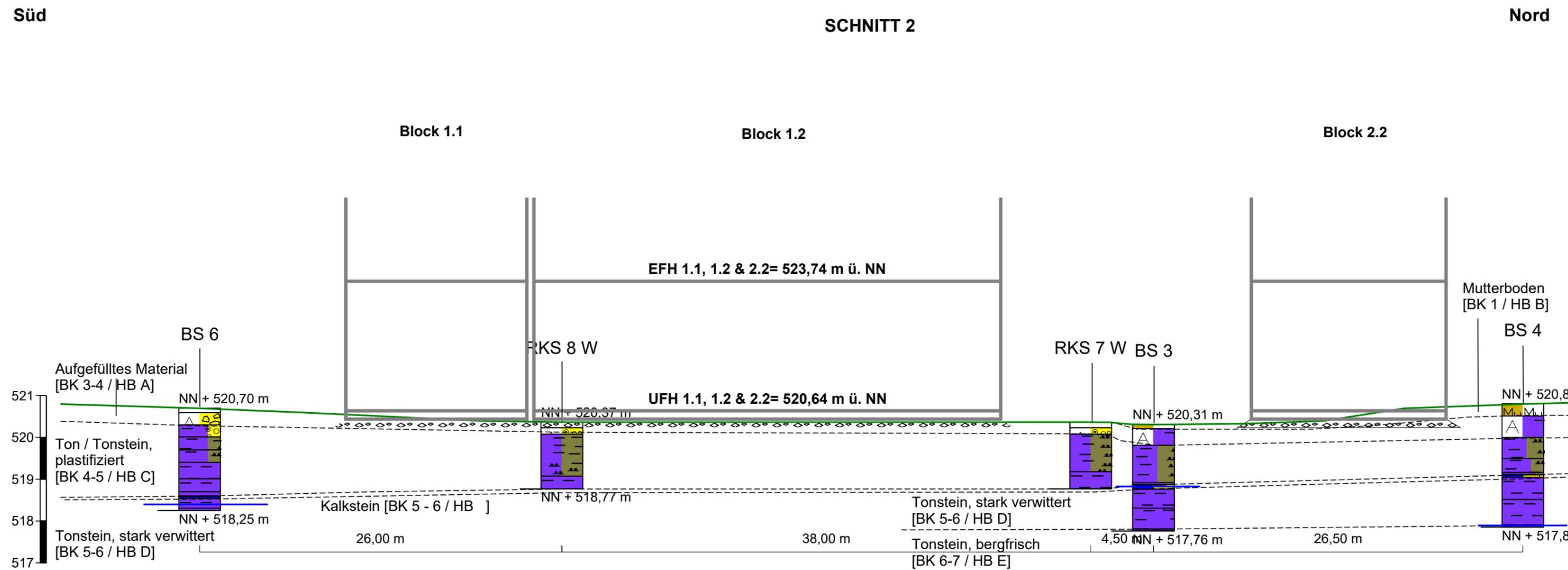
West

Ost



Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 300 V = 1 : 100 (3-fach überhöht!)
 ----- interpolierte Schichtflächen
 BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09
 HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09
 übrige Legende siehe Anl. 3



Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 300 V = 1 : 100 (3-fach überhöht!)

BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09

HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09

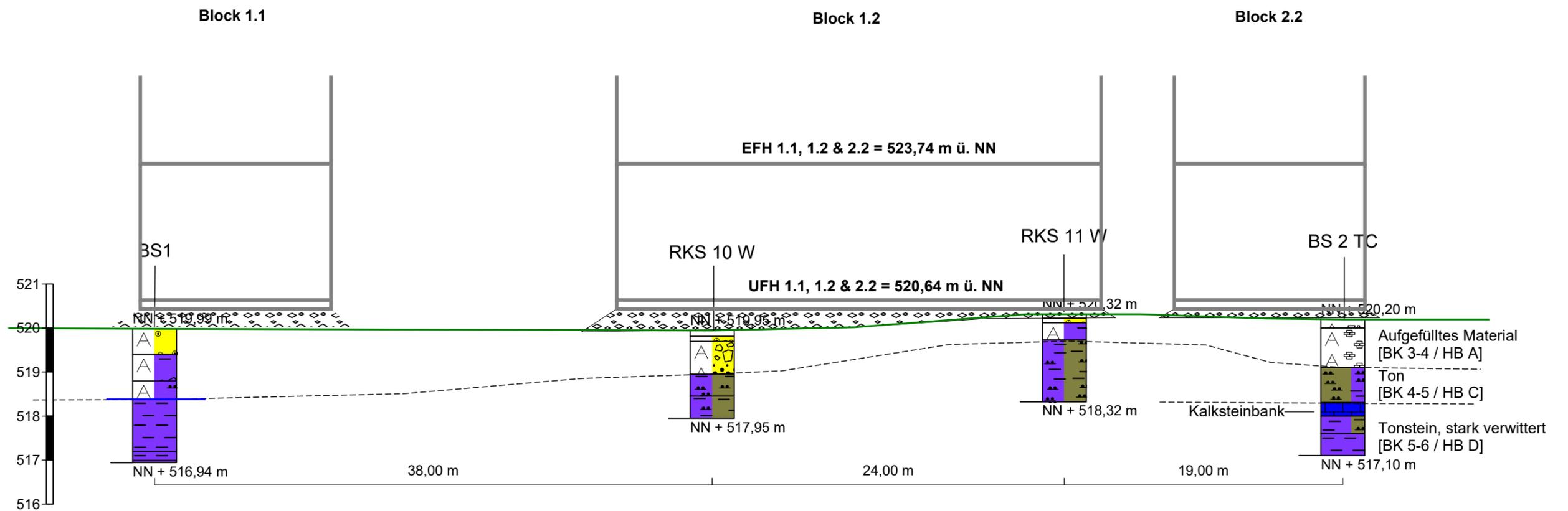
übrige Legende siehe Anl. 3

----- interpolierte Schichtflächen
 — angetroffene Wasserstände
 (21.07., 22.07., 29.07., 17.08.)

Süd

Nord

SCHNITT 3

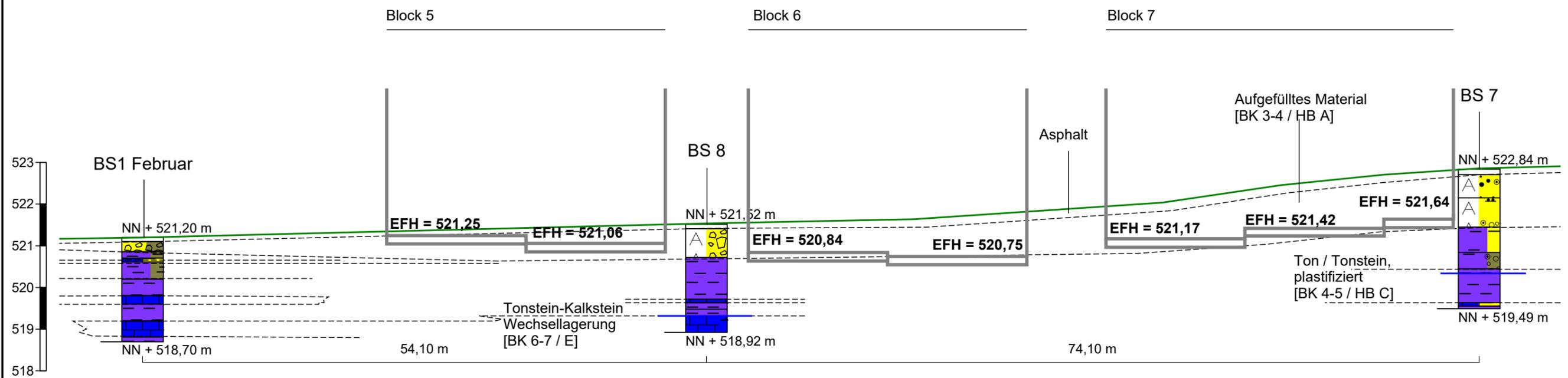


Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 400 V = 1 : 100 (4-fach überhöht!)
 ----- interpolierte Schichtflächen
 BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09
 HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09
 übrige Legende siehe Anl. 3

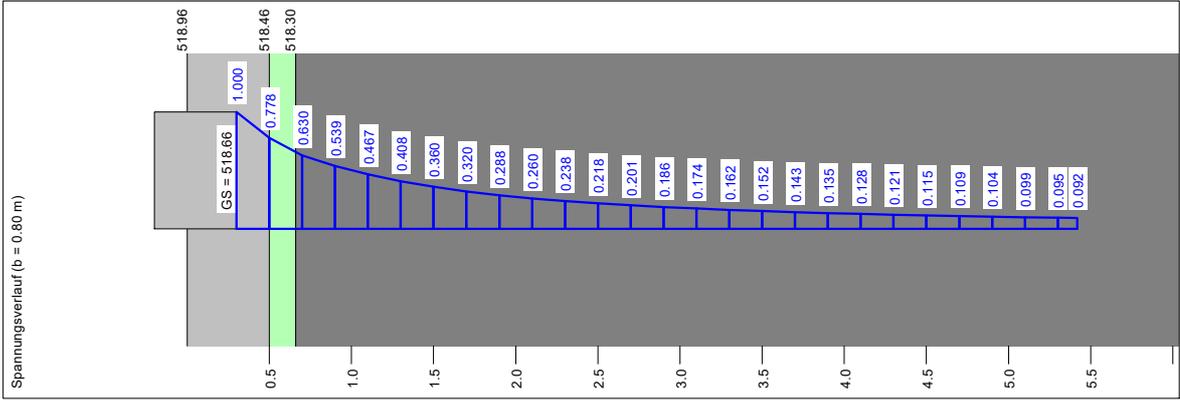
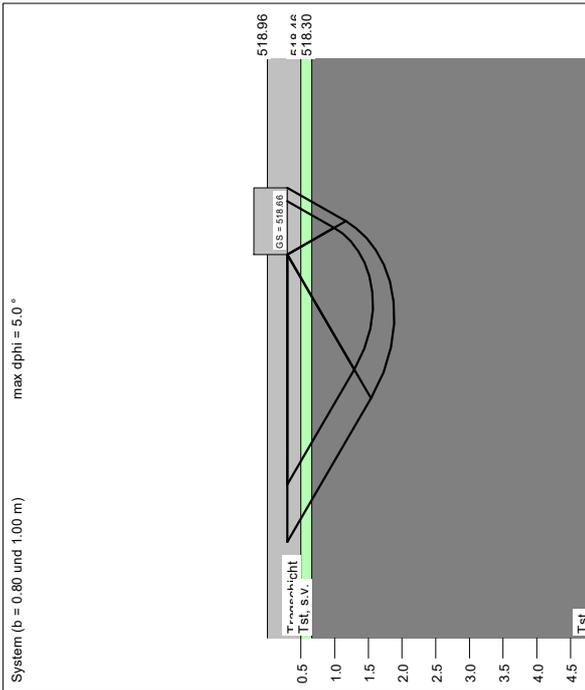
Nordwest

Südost

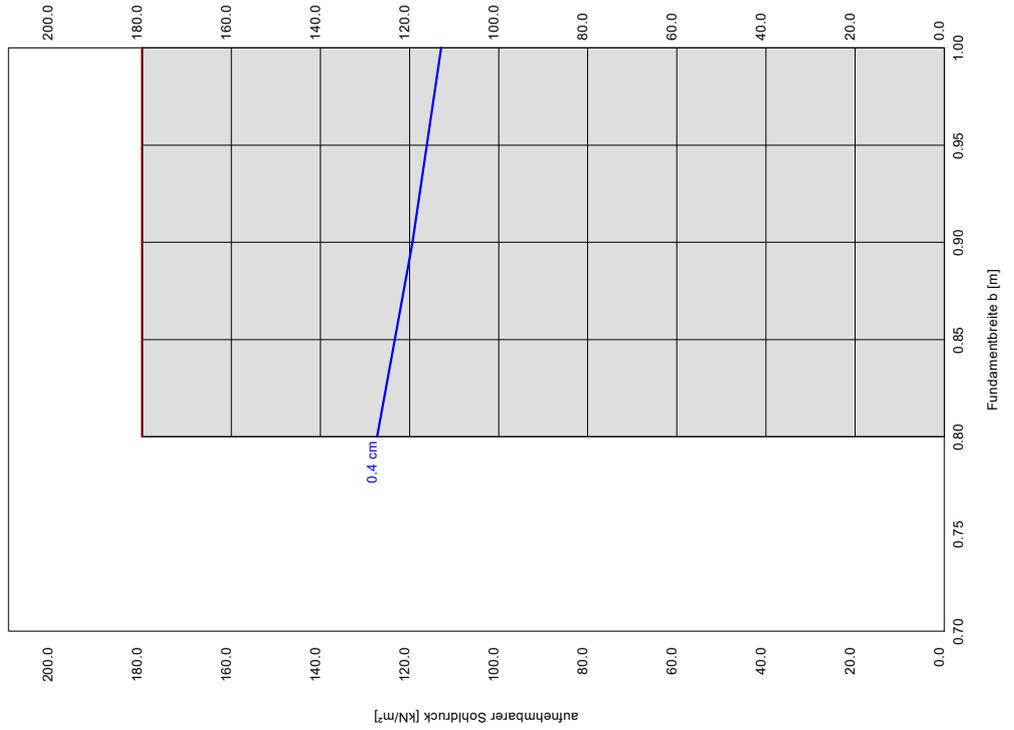


Anl. 5: Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
	20.0	10.0	25.0	12.5	15.0	0.00	Tst, s.v.
	22.0	12.0	35.0	40.0	30.0	0.00	Tst



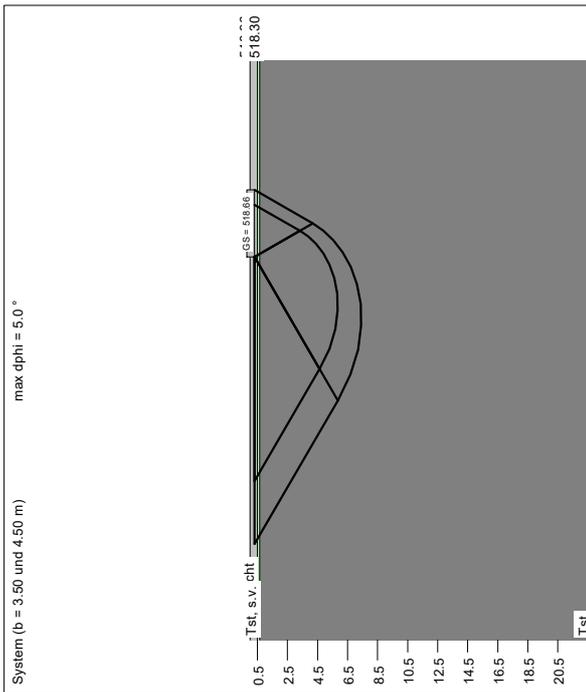
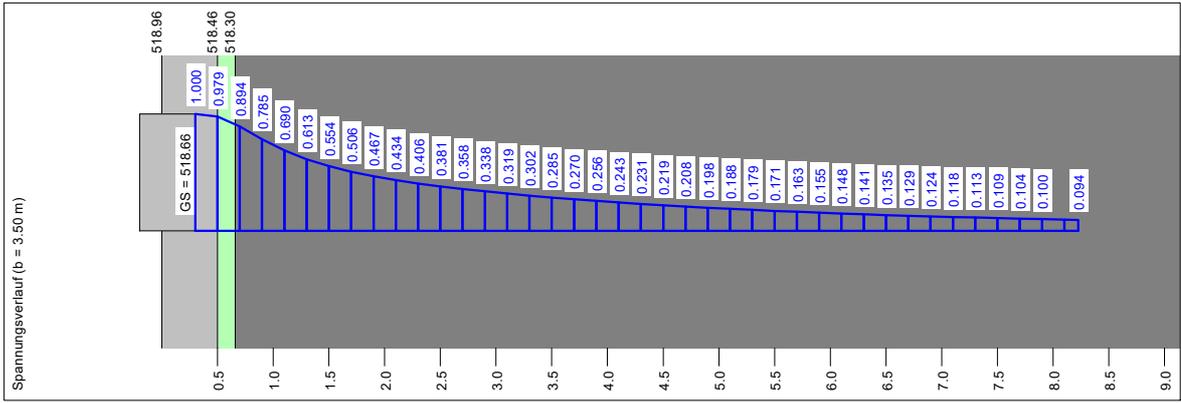
Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.1.1: PG, Rand, Tst
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 38.50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 zul sigma auf 180.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 518.96 m
 Gründungssohle = 518.66 m
 Grundwasser = 518.96 m
 Vorbelastung = 40.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
38.50	0.80	180.0	144.0	0.64 *	30.0 **	32.40	11.66	3.60	5.42	1.57	28.1
38.50	0.90	180.0	162.0	0.71 *	30.0 **	33.24	11.69	3.60	5.71	1.72	25.5
38.50	1.00	180.0	180.0	0.77 *	30.0 **	33.92	11.72	3.60	5.98	1.88	23.4

* Vorbelastung = 40.0 kN/m²
 ** phi wegen S' Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{GR} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{GR} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{GR} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.1.2: PG, Stütze, Tst
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 4,50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0,000 \cdot \gamma_G + (1 - 0,000) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1,350$
 zul sigma auf 250,00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 518,96 m
 Gründungssohle = 518,66 m
 Grundwasser = 518,96 m
 Vorbelastung = 40,0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20,0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

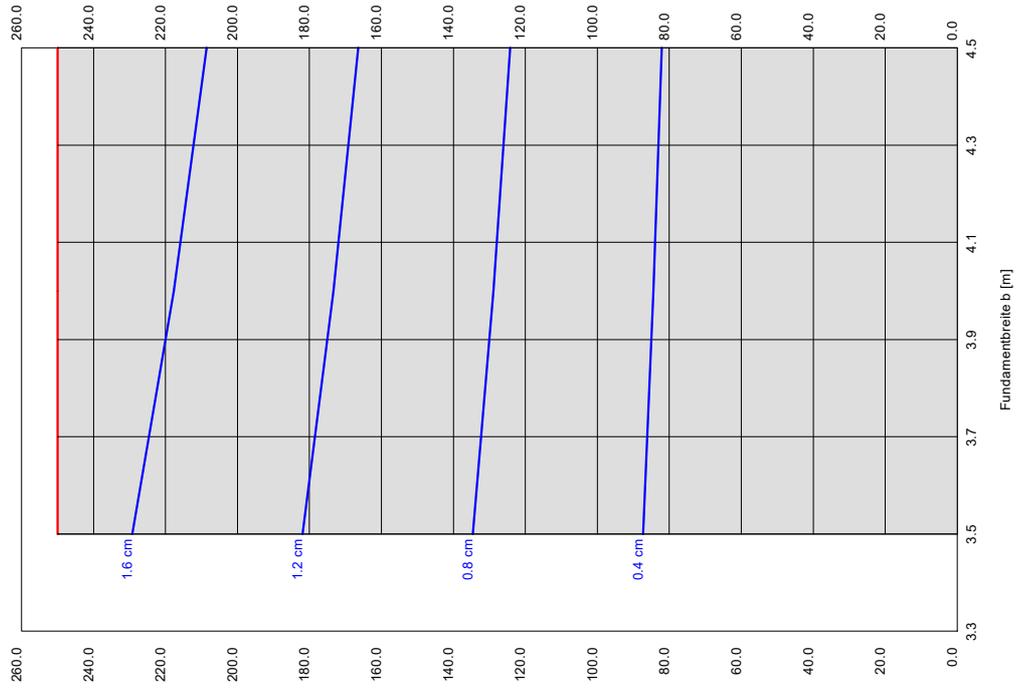


Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
Tragschicht	20,0	12,0	35,0	0,0	1000,0	0,00	Tragschicht
Tst, s.v.	20,0	10,0	25,0	12,5	15,0	0,00	Tst, s.v.
Tst	22,0	12,0	35,0	40,0	30,0	0,00	Tst

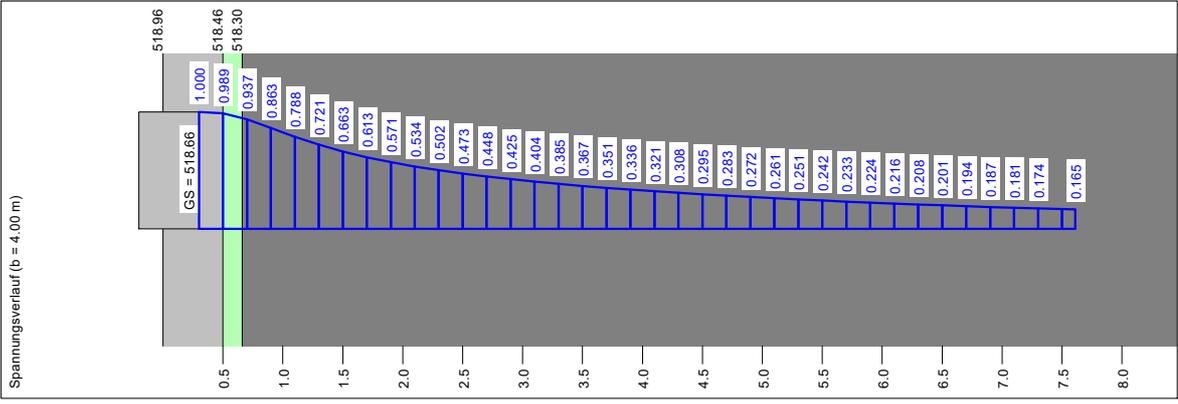
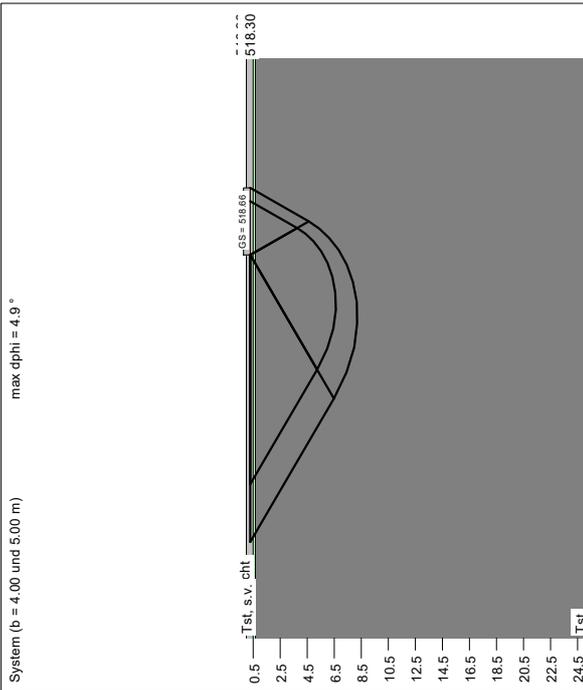
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	τ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
4,50	3,50	250,0	875,0	1,78 *	30,0 **	38,26	11,91	3,60	8,22	5,85	14,1
4,50	4,00	250,0	1000,0	1,89 *	29,9 **	38,48	11,92	3,60	8,57	6,62	13,2
4,50	4,50	250,0	1125,0	1,99 *	29,9 **	38,65	11,93	3,60	8,88	7,41	12,5

* Vorbelastung = 40,0 kN/m²
 ** phi wegen S' Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{Gk} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gk} / (1,40 \cdot 1,35) = \sigma_{Gk} / 1,89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0,00

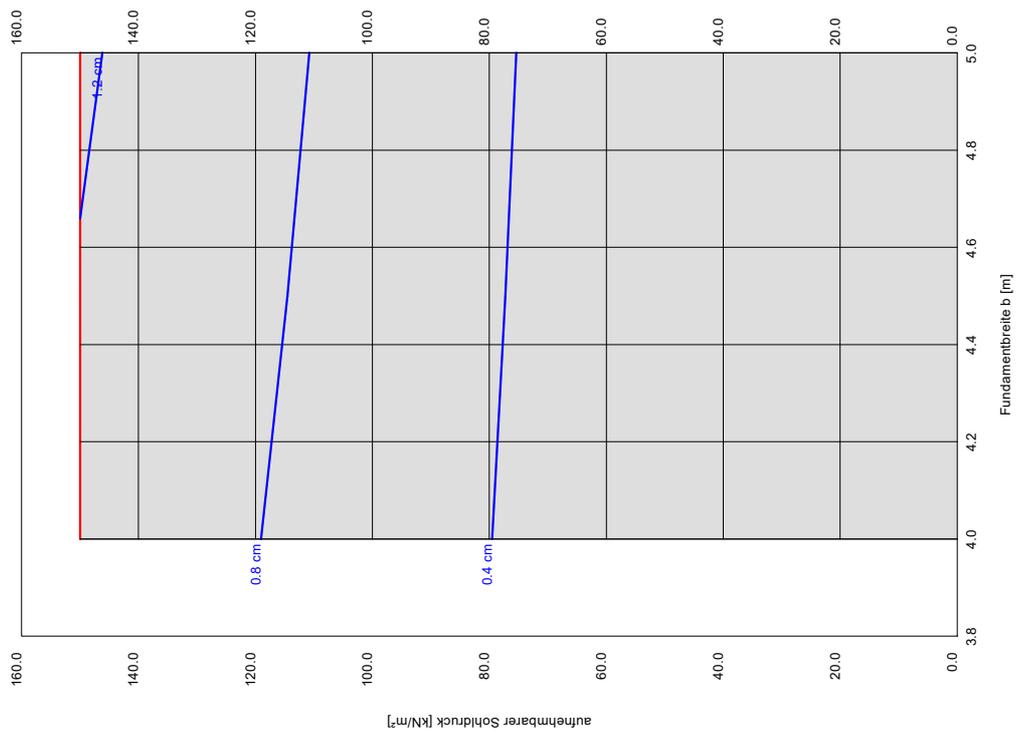
aufnehmbarer Sohldruck [kN/m²]



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
	20.0	10.0	25.0	12.5	15.0	0.00	Tst, s.v.
	22.0	12.0	35.0	40.0	30.0	0.00	Tst



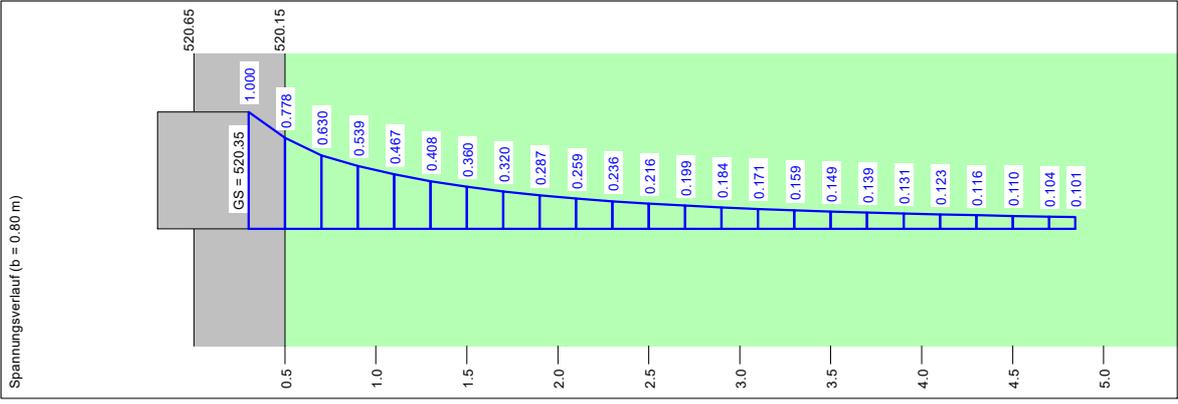
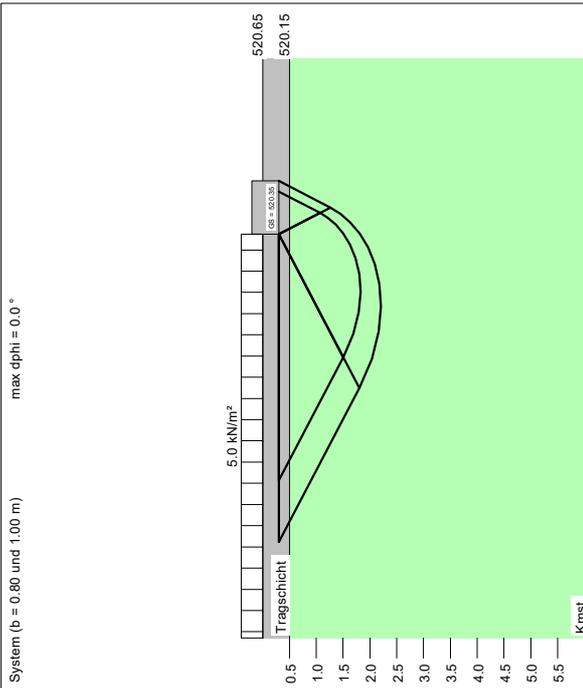
Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.1.3: PG, Innen, 150 kN, Tst
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 8.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 zul sigma auf 150.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 518.96 m
 Gründungssohle = 518.66 m
 Grundwasser = 518.96 m
 Vorbelastung = 40.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
8.00	4.00	150.0	600.0	1.11 *	29.9 **	38.48	11.92	3.60	7.61	6.62	13.5
8.00	4.50	150.0	675.0	1.18 *	29.9 **	38.65	11.93	3.60	7.91	7.41	12.7
8.00	5.00	150.0	750.0	1.24 *	29.9 **	38.78	11.94	3.60	8.19	8.20	12.1

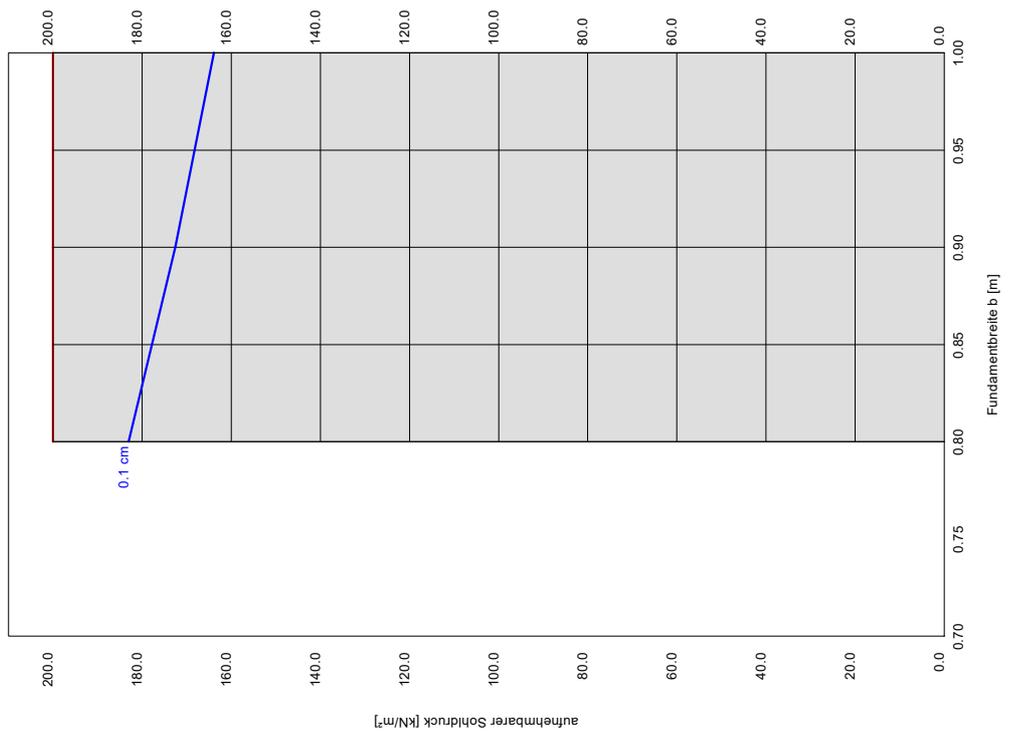
* Vorbelastung = 40.0 kN/m²
 ** phi wegen S⁺ Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{GR} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{GR} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{GR} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
	20.0	12.0	35.0	0.0	1000	0.00	Tragschicht
	26.0	16.0	35.0	25.0	2000	0.00	Kmst



Berechnungsgrundlagen:
 $\gamma_{(G,0)} = 1.350$
 zul sigma auf 200.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 520.65 m
 Gründungsohle = 520.35 m
 Grundwasser = 520.65 m
 Vorbelastung = 50.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

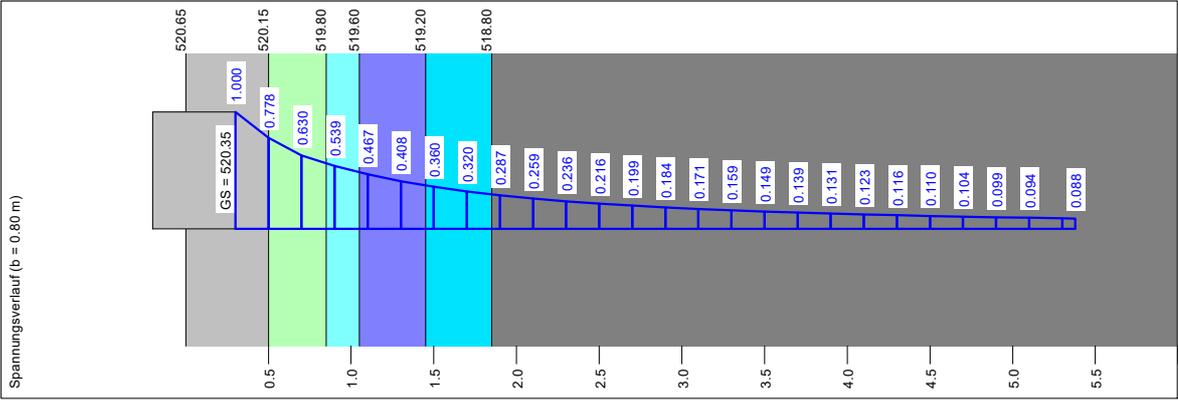
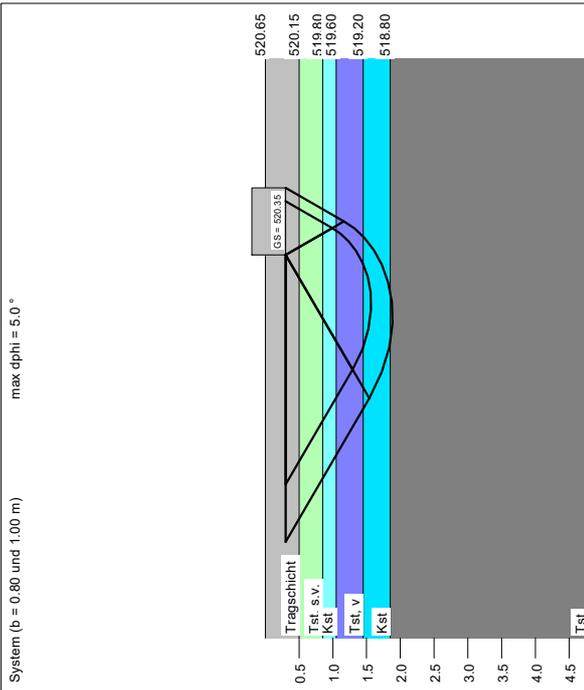
Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,0)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
28.50	0.80	200.0	160.0	0.11 *	35.0	22.47	15.21	8.60	4.84	1.83	177.5
28.50	0.90	200.0	180.0	0.12 *	35.0	22.75	15.29	8.60	5.09	2.02	163.4
28.50	1.00	200.0	200.0	0.13 *	35.0	22.98	15.36	8.60	5.33	2.21	151.9

* Vorbelastung = 50.0 kN/m²
 zul $\sigma = \sigma_{GK} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,0}) = \sigma_{GK} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{GK} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlaster(G+Q) [-] = 0.00

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20,0	12,0	35,0	0,0	1000,0	0,00	Tragschicht
	20,0	10,0	25,0	12,5	150,0	0,00	Tst, s.v.
	26,0	16,0	35,0	20,0	150,0	0,00	Kst
	22,0	12,0	35,0	35,0	25,0	0,00	Tst, v
	22,0	12,0	35,0	20,0	150,0	0,00	Kst
	22,0	12,0	35,0	40,0	30,0	0,00	Tst

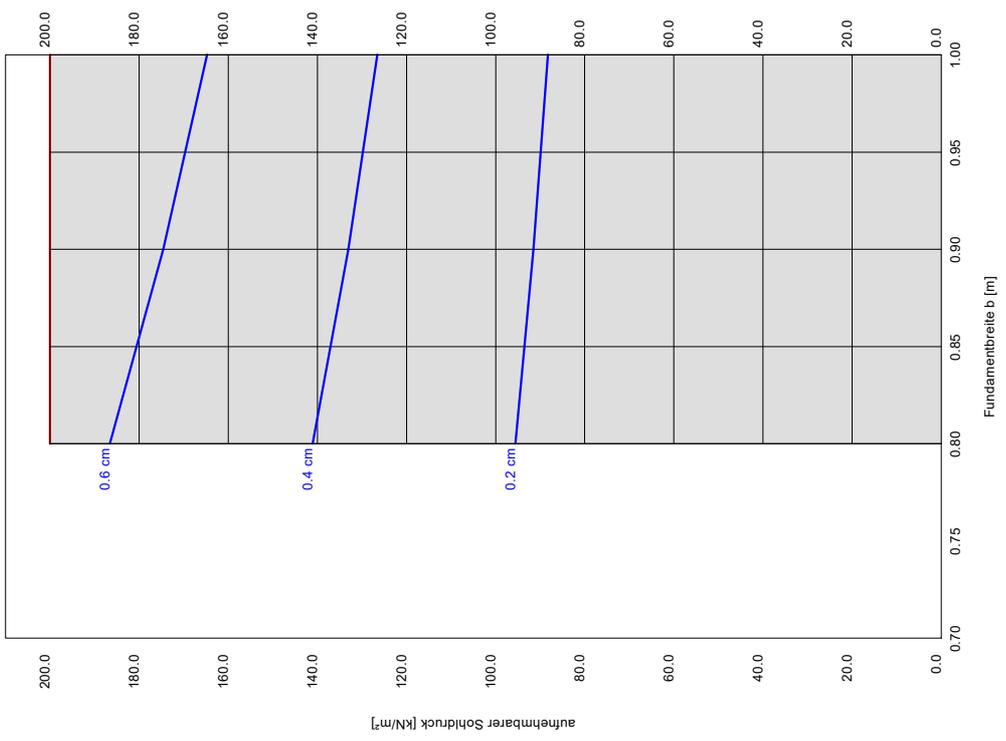


a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	τ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
28.50	0.80	200.0	160.0	0.66 * 29.9 **	20.36	12.06	3.60	3.60	5.38	1.57	30.4
28.50	0.90	200.0	180.0	0.72 * 30.0 **	19.91	12.31	3.60	3.60	5.66	1.73	27.7
28.50	1.00	200.0	200.0	0.76 * 29.9 **	21.94	12.54	3.60	3.60	5.93	1.88	25.5

* Vorbelastung = 50.0 kN/m²
 ** phi wegen S' Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{GR} / (\gamma_{GR,v} \cdot \gamma_{GR,b}) = \sigma_{GR} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{GR} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(Q+Q₀) [-] = 0.00

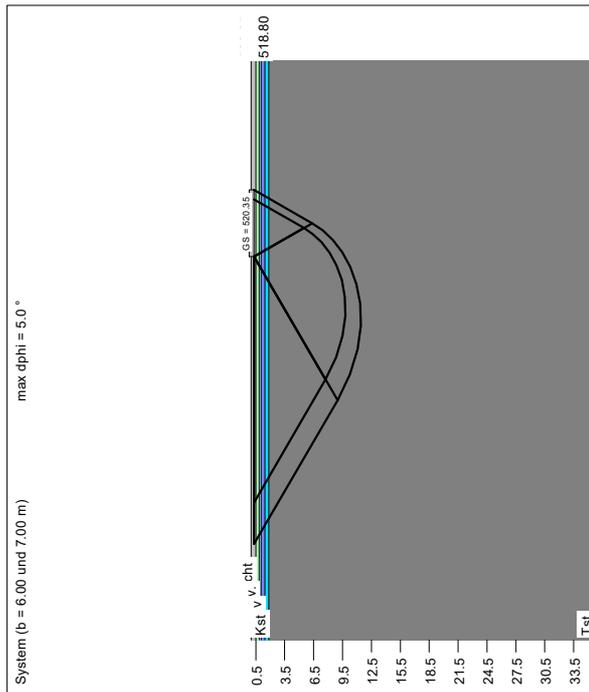
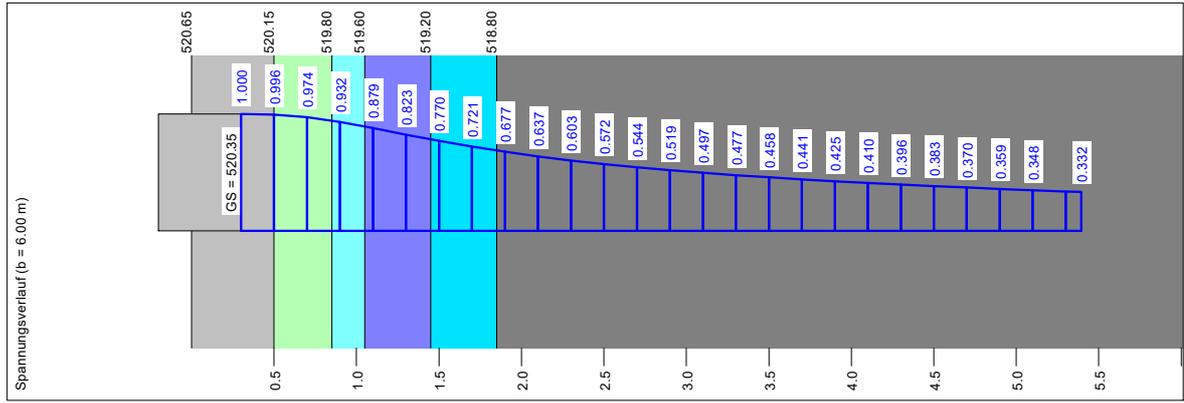
Berechnungsgrundlagen:
 $\gamma_{(G,0)} = 1.350$
 zul sigma auf 200.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 520.65 m
 Gründungssohle = 520.35 m
 Grundwasser = 520.65 m
 Streifenfundament (a = 28.50 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,0)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$



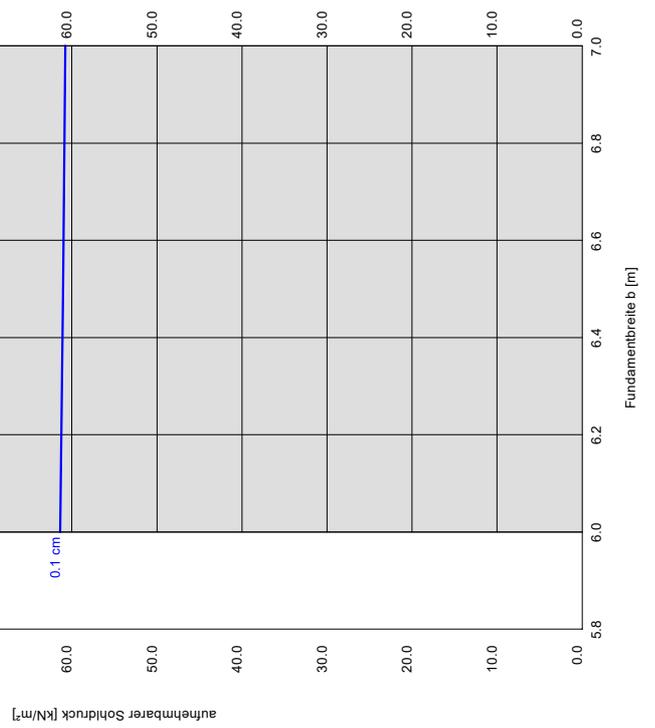
Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.2.3: PG, Rand, TS, Tst
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

$\gamma_{(G,0)} = 1.350$
 zul sigma auf 90.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 520.65 m
 Gründungssohle = 520.35 m
 Grundwasser = 520.65 m
 Vorbelastung = 50.0 kN/m²
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,0)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$

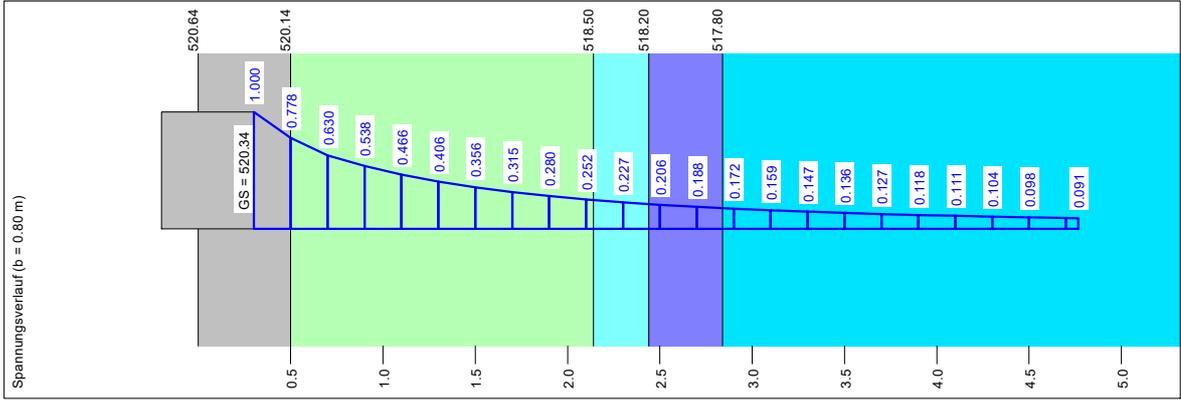
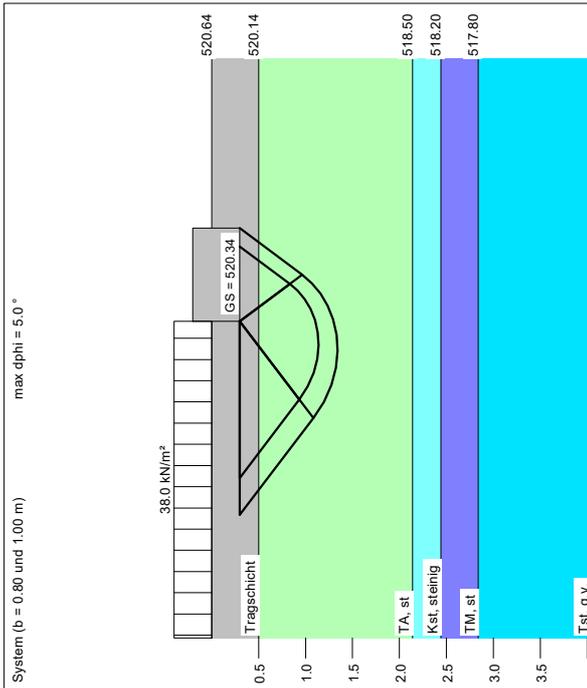


a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ _z [kN/m ³]	σ ₀ [kN/m ²]	t _g [m]	UKLS [m]	k _s [MN/m ²]
10.00	6.00	90.0	540.0	0.35 *	30.0 **	37.66	12.25	3.60	5.39	9.80	25.6
10.00	6.50	90.0	585.0	0.36 *	30.0 **	37.84	12.24	3.60	5.50	10.59	24.9
10.00	7.00	90.0	630.0	0.37 *	30.0 **	38.00	12.22	3.60	5.60	11.39	24.2

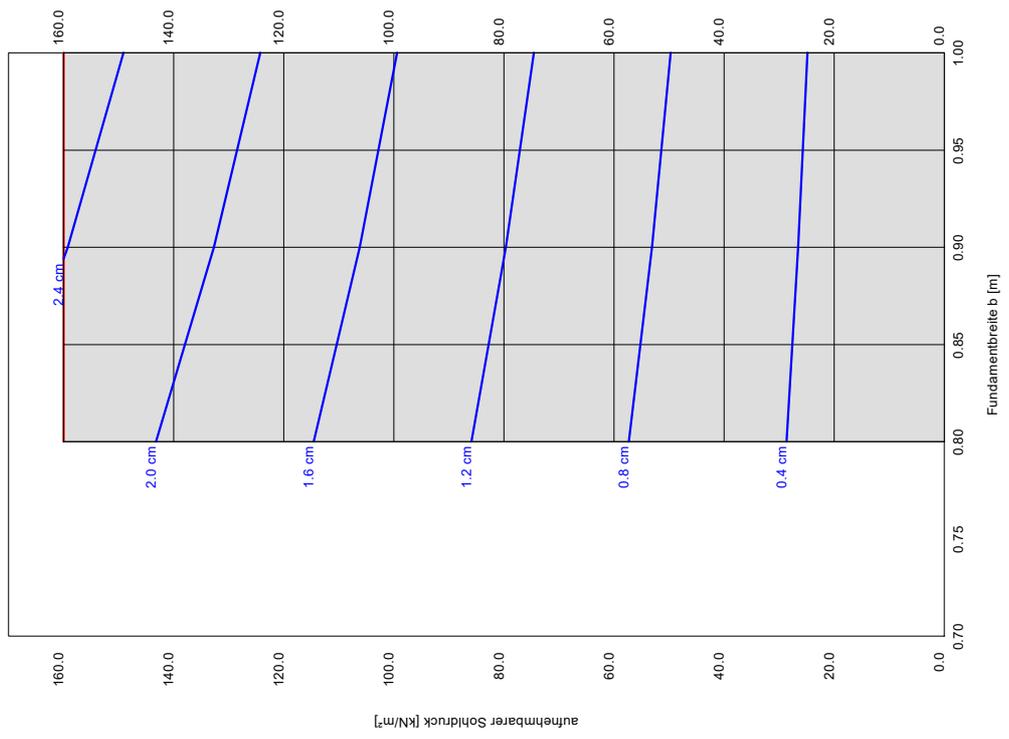
* Vorbelastung = 50.0 kN/m²
 ** phi wegen S* Bedingung abgemindert
 zul σ = σ_{GR} / (γ_{R,v} · γ<sub>(G,0)}) = σ_{GR} / (1.40 · 1.35) = σ_{GR} / 1.89
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [·] = 0.00</sub>



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
Tragschicht	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Kst., steinig	22.0	12.0	35.0	0.0	150.0	0.00	Kst., steinig
TM, st	19.5	9.5	17.5	10.0	8.0	0.00	TM, st
Tst, g.v.	23.0	13.0	32.5	35.0	25.0	0.00	Tst, g.v.



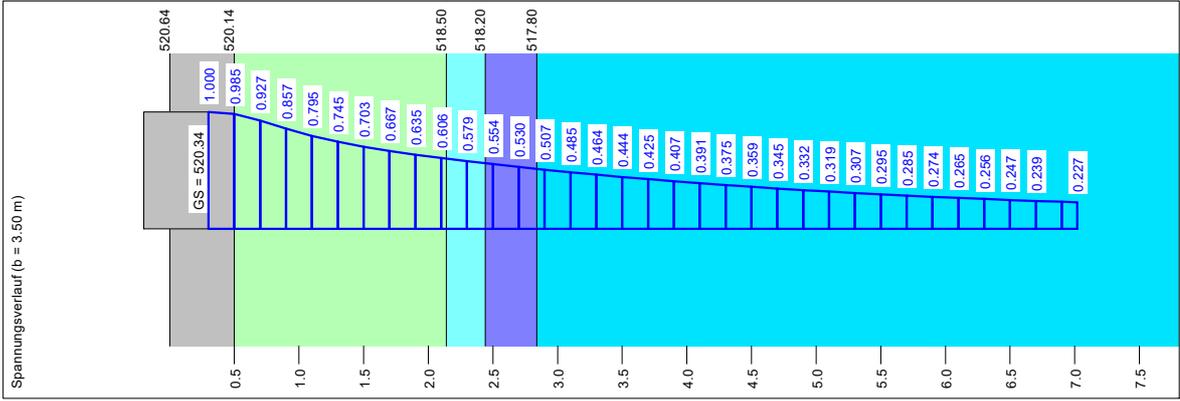
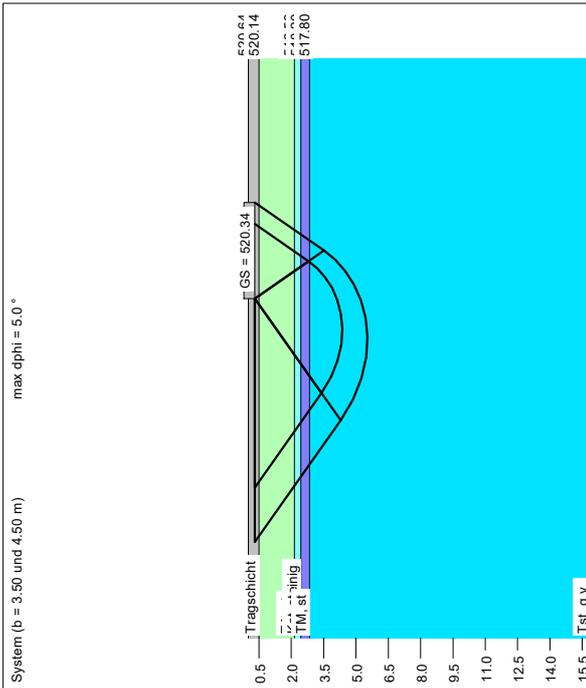
Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.3.1: PG, Rand, TA
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 17.00 m)
 $\gamma_{(G,0)} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,0)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,0)} = 1.350$
 Zul sigma auf 160.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 520.64 m
 Gründungssohle = 520.34 m
 Grundwasser = 518.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



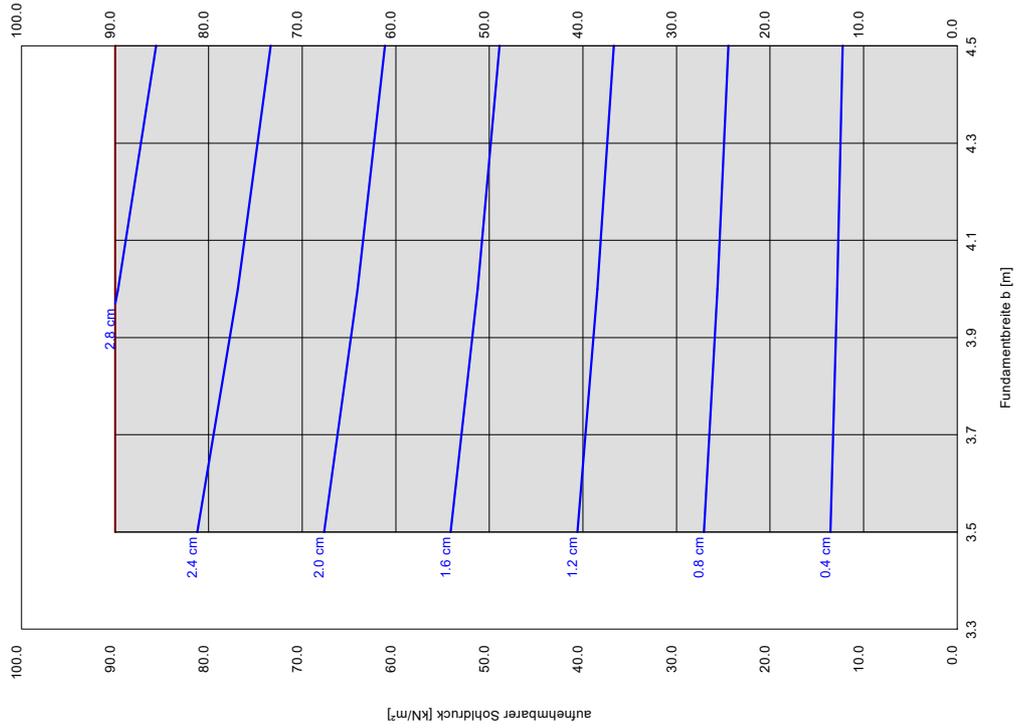
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	τ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
17.00	0.80	160.0	128.0	2.23	16.2*	8.12	19.02	44.00	4.77	1.14	7.2
17.00	0.90	160.0	144.0	2.41	16.0*	8.32	18.97	44.00	5.02	1.24	6.6
17.00	1.00	160.0	160.0	2.57	15.9*	8.48	18.93	44.00	5.26	1.34	6.2

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{\text{ulx}} \cdot (\gamma_{(G,0)} / \gamma_{(G,0)}) = \sigma_{\text{ulx}} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{\text{ulx}} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlaster(G+Q) [-] = 0.00

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
	22.0	12.0	35.0	0.0	1500.0	0.00	Kst., steinig
	19.5	9.5	17.5	10.0	8.0	0.00	TM, st
	23.0	13.0	32.5	35.0	250.0	0.00	Tst, g.v.



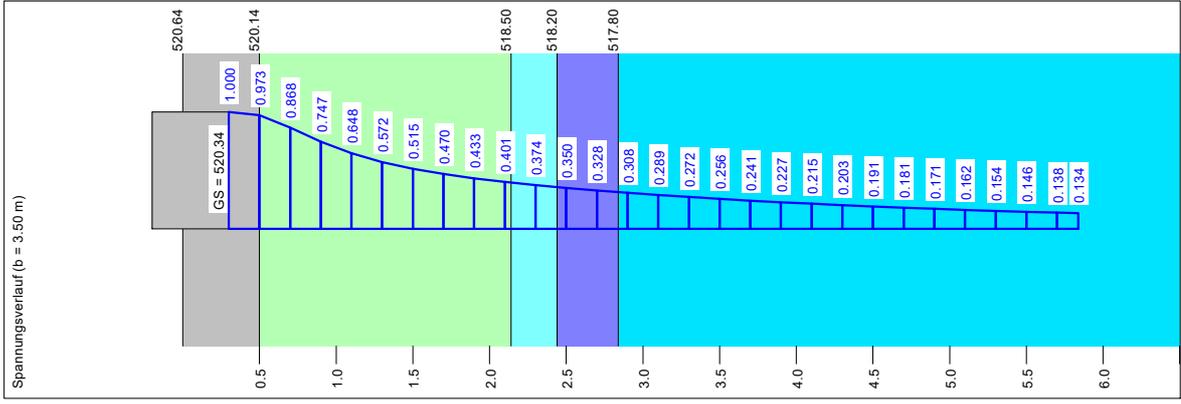
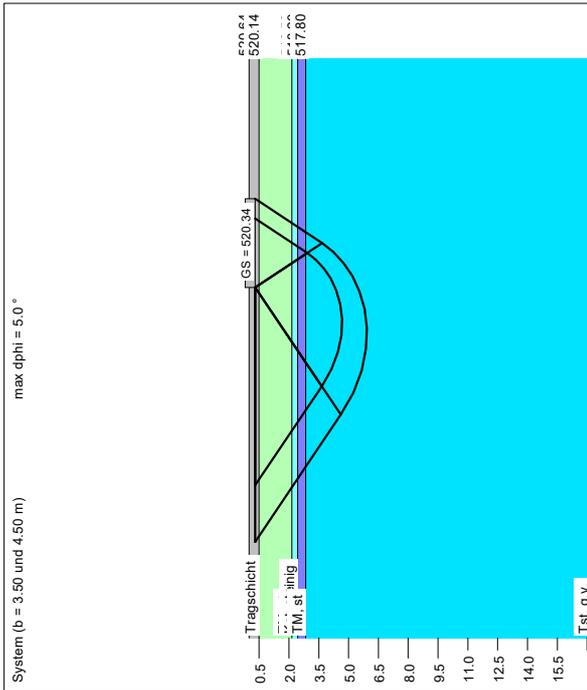
Berechnungsgrundlagen:
 $\gamma_{(G,0)} = 1,350$
 zul sigma auf 90.00 kN/m² begrenzt
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Oberkante Gelände = 520.64 m
 Gründungsohle = 520.34 m
 Grundwasser = 518.50 m
 Streifenfundament (a = 21.00 m)
 $\gamma_{(v,v)} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_{(G,0)} = 0,000 \cdot \gamma_G + (1 - 0,000) \cdot \gamma_G$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,000
 $\gamma_{(G,0)} = 0,000 \cdot \gamma_G + (1 - 0,000) \cdot \gamma_G$



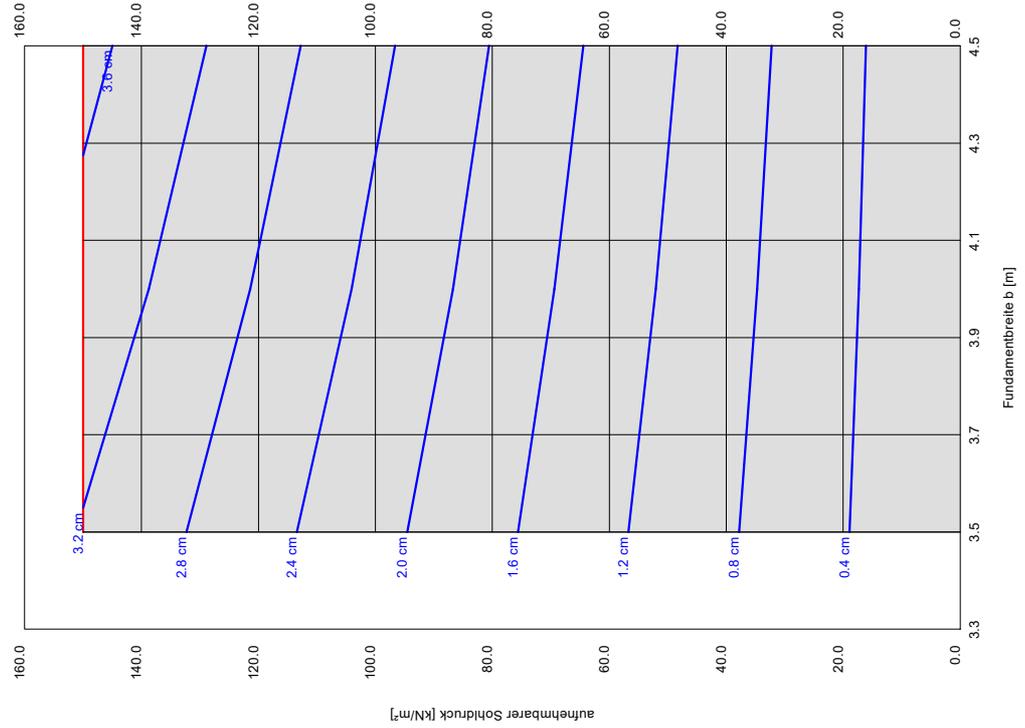
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
21.00	3.50	90.0	315.0	2.66	19.9*	21.74	16.03	6.00	7.02	4.36	3.4
21.00	4.00	90.0	360.0	2.81	20.0*	23.41	15.69	6.00	7.39	4.95	3.2
21.00	4.50	90.0	405.0	2.94	20.0*	24.70	15.42	6.00	7.73	5.53	3.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{G,0} / (\gamma_{(v,v)} \cdot \gamma_{(G,0)}) = \sigma_{G,0} / (1,40 \cdot 1,35) = \sigma_{G,0} / 1,89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [·] = 0,00

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
	19.5	9.5	17.5	10.0	6.0	0.00	TM, st
	22.0	12.0	35.0	0.0	1500.0	0.00	Kst., steinig
	19.5	9.5	17.5	10.0	8.0	0.00	TM, st
	23.0	13.0	32.5	35.0	250.0	0.00	Tst, g.v.



Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.3.3: PG, Stütze, TM
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{G,0} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_{G,0} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{G,0} = 1.350$
 Zul sigma auf 150.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 520.64 m
 Gründungssohle = 520.34 m
 Grundwasser = 517.32 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

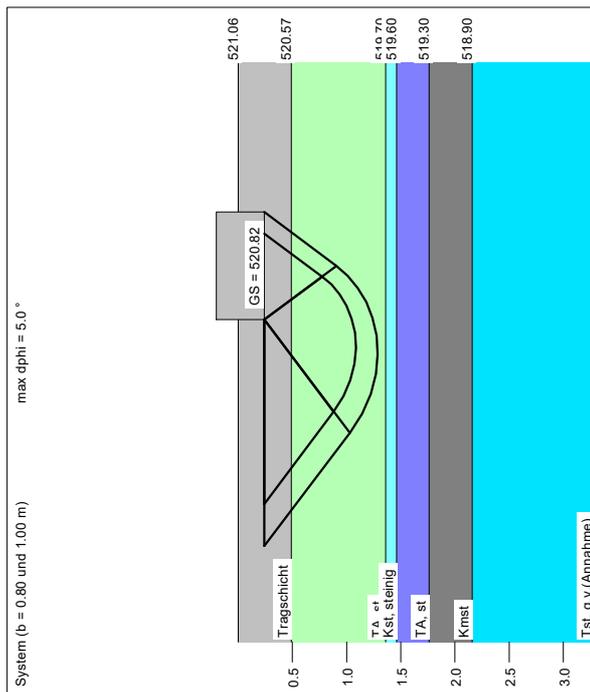
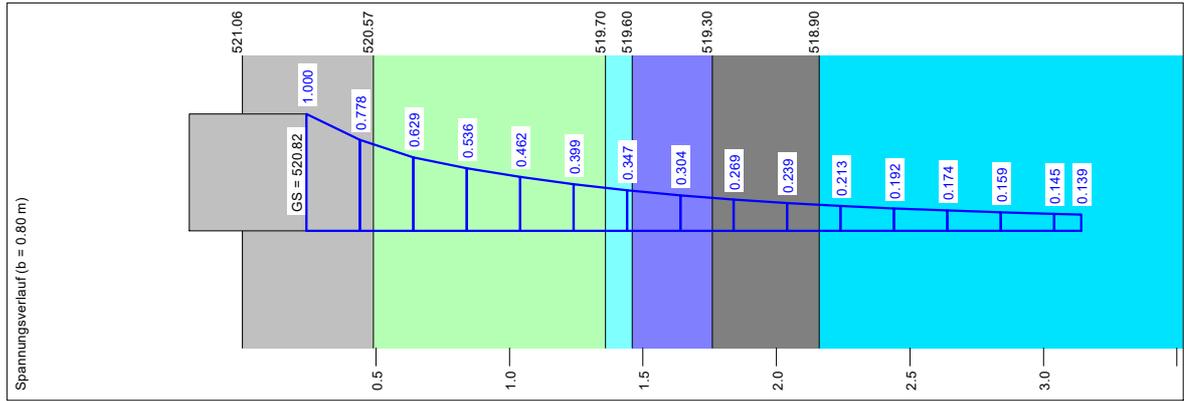


a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	τ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k _s [MN/m ²]
3.50	3.50	150.0	1837.5	3.17	22.4*	22.70	18.95	6.00	5.84	4.67	4.7
4.00	4.00	150.0	2400.0	3.46	22.5*	24.24	18.44	6.00	6.35	5.29	4.3
4.50	4.50	150.0	3037.5	3.72	22.5*	25.44	17.99	6.00	6.82	5.91	4.0

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{G,0} / (\gamma_{G,0} \cdot \gamma_{G,0}) = \sigma_{G,0} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{G,0} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:
 $\gamma_{(G,0)} = 1,350$
 Zul sigma auf 70.00 kN/m² begrenzt
 ABl. 5.4.1: PG, Rand, TA
 Oberbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Gründungssohle = 520.82 m
 Streifenfundament (a = 11.70 m)
 Grundwasser = 519.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$
 aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,0)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_Q$



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
Tragschicht	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Kst, steinig	22.0	12.0	35.0	0.0	1500.0	0.00	Kst, steinig
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Knst	25.0	16.0	35.0	25.0	2000.0	0.00	Knst
Tst, g.v. (Annahme)	23.0	13.0	35.0	25.0	230.0	0.00	Tst, g.v. (Annahme)

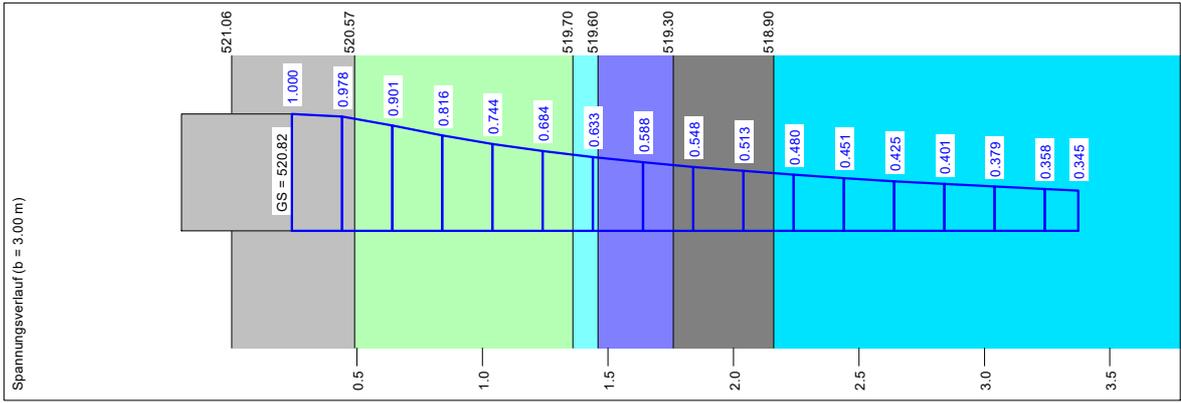
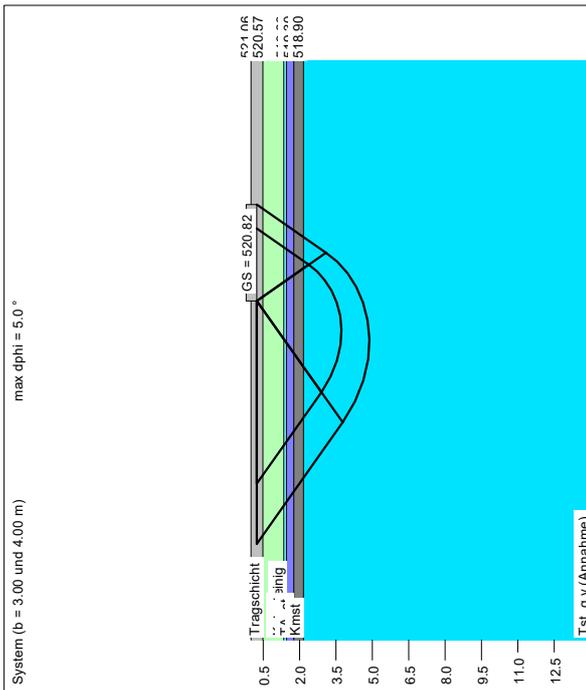
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	τ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
11.70	0.80	70.0	56.0	0.70	16.6*	7.67	19.13	4.80	3.14	1.09	10.0
11.70	0.90	70.0	63.0	0.75	16.3*	7.92	19.07	4.80	3.31	1.19	9.3
11.70	1.00	70.0	70.0	0.80	16.2*	8.12	19.02	4.80	3.46	1.29	8.8

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{ulx} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,0)}) = \sigma_{ulx} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{ulx} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

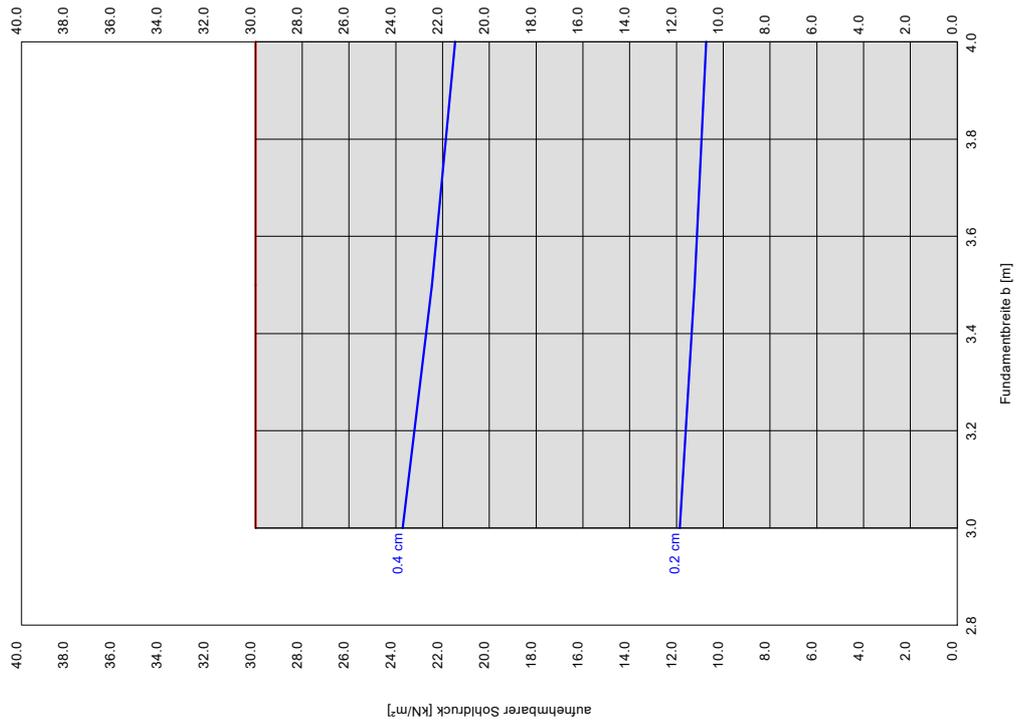
aufnehmbarer Sohldruck [kN/m²]

Fundamentbreite b [m]

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	35.0	0.0	1000.0	0.00	Tragschicht
	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
	22.0	12.0	35.0	0.0	1500.0	0.00	Kst, steinig
	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
	20.0	16.0	35.0	25.0	2000.0	0.00	Knst
	25.0	13.0	35.0	25.0	2500.0	0.00	Tst, g.v.(Annahme)



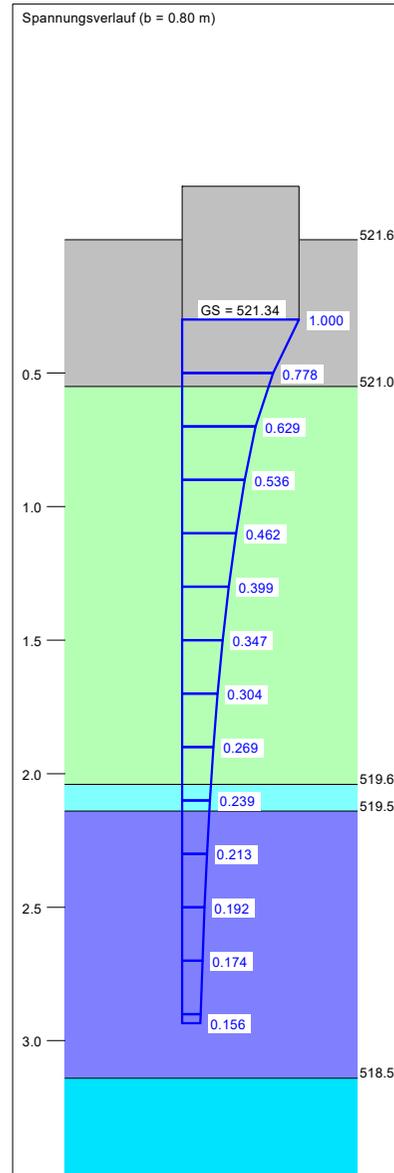
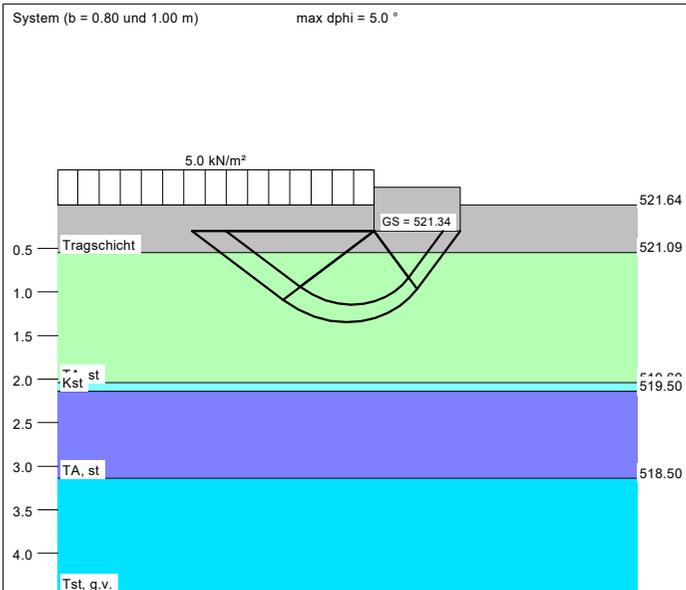
Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.4.2: PG, Innen, TA
 Oberbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{G,0} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,0)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,0)} = 1.350$
 zul sigma auf 30.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 521.06 m
 Gründungssohle = 520.82 m
 Grundwasser = 519.70 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	3.00	30.0	90.0	0.51	20.0*	19.07	15.53	4.80	3.37	3.73	5.9
10.00	3.50	30.0	105.0	0.53	20.0*	19.92	15.21	4.80	3.54	4.31	5.6
10.00	4.00	30.0	120.0	0.56	19.9*	20.55	14.96	4.80	3.68	4.88	5.4

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{G,0} / (\gamma_{G,0} \cdot \gamma_{(G,0)}) = \sigma_{G,0} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{G,0} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

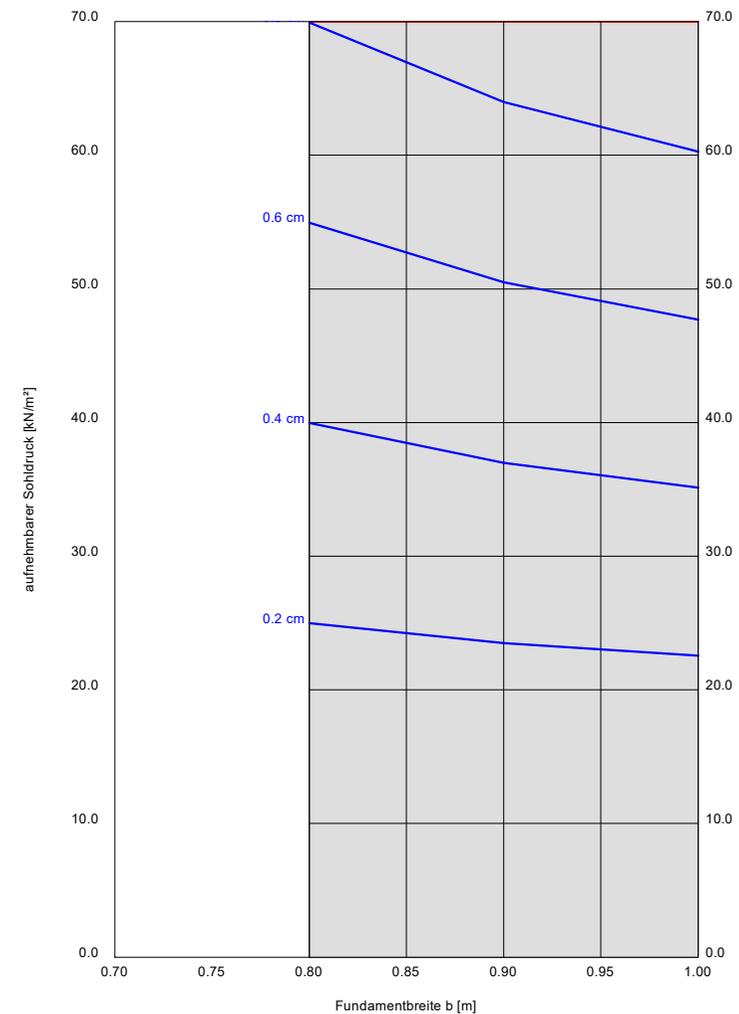
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
Tragschicht	20.0	12.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Tragschicht
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Kst	26.0	16.0	35.0	25.0	200.0	0.00	Kst
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Tst, g.v.	23.0	13.0	32.5	35.0	25.0	0.00	Tst, g.v.



Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.5.1: PG, Rand, TA
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 11.70 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$

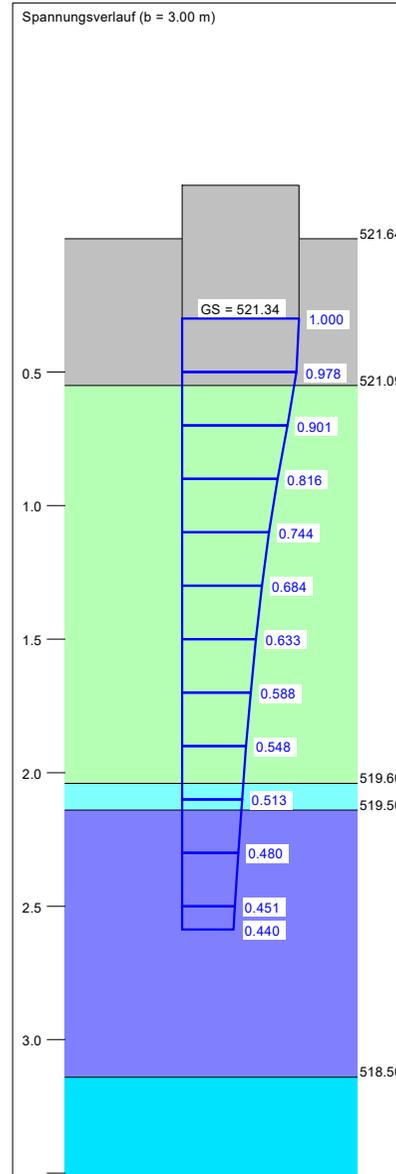
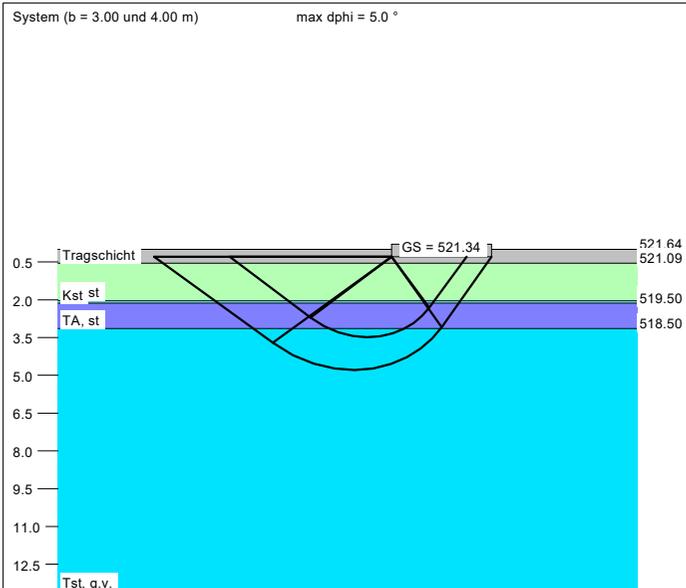
$\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 zul sigma auf 70.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 521.64 m
 Gründungssohle = 521.60 m
 Grundwasser = 519.60 m
 Vorbelastung = 10.0 kN/m²
 Grenztiefe mit $\rho = 20.0\%$
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
11.70	0.80	70.0	56.0	0.80 *	16.6 **	7.67	19.13	11.00	2.93	1.15	8.7
11.70	0.90	70.0	63.0	0.89 *	16.3 **	7.92	19.07	11.00	3.11	1.25	7.9
11.70	1.00	70.0	70.0	0.96 *	16.2 **	8.12	19.02	11.00	3.26	1.35	7.3



* Vorbelastung = 10.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $zul \sigma = \sigma_{\text{G,k}} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\text{G,k}} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{\text{G,k}} / 1.89$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.00

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
Tragschicht	20.0	12.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Tragschicht
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Kst	26.0	16.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Kst
TA, st	18.5	8.5	15.0	10.0	6.0	0.00	TA, st
Tst, g.v.	23.0	13.0	32.5	35.0	25.0	0.00	Tst, g.v.



Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.5.2: PG, Innen, TA
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 zul sigma auf 30.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 521.64 m
 Gründungssohle = 521.34 m
 Grundwasser = 519.60 m
 Vorbelastung = 10.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen

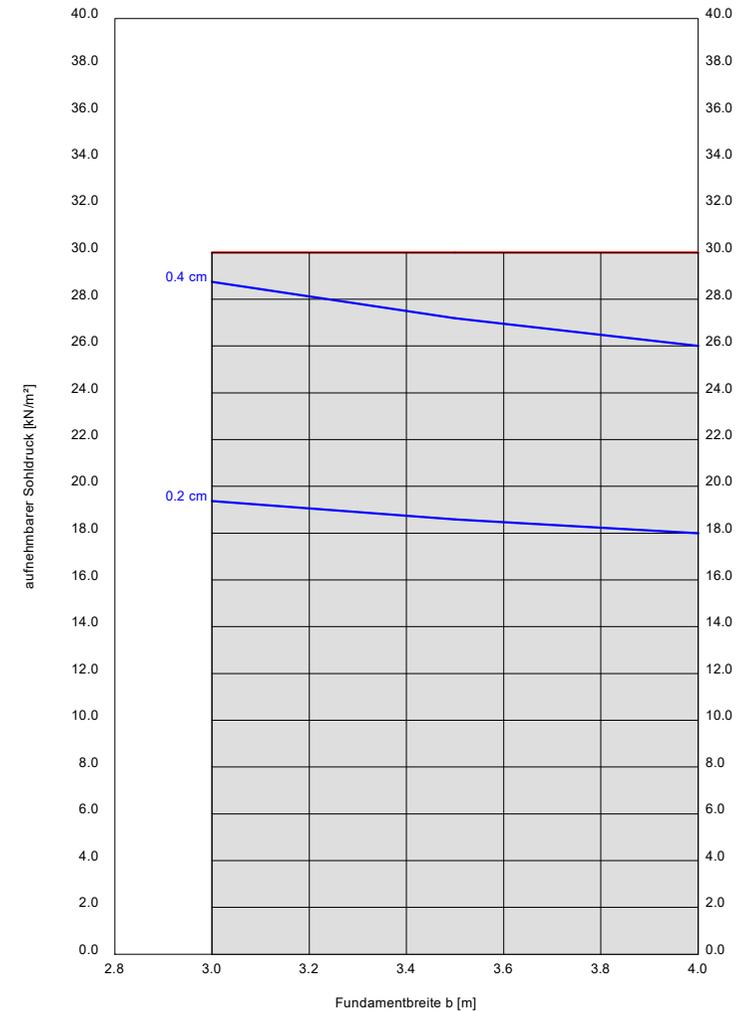
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
10.00	3.00	30.0	90.0	0.43 *	16.7 **	15.72	16.06	6.00	2.59	3.49	7.0
10.00	3.50	30.0	105.0	0.47 *	17.8 **	19.62	15.50	6.00	2.72	4.13	6.4
10.00	4.00	30.0	120.0	0.50 *	18.7 **	21.93	15.12	6.00	2.83	4.79	6.0

* Vorbelastung = 10.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{\text{G,k}} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\text{G,k}} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{\text{G,k}} / 1.89$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00



Anl. 6: Lageplan mit abfallrechtlichen Zuordnungen

Lageplan mit Zuordnungen (Auffüllungen)

Schematische Abgrenzung



PAK & MKW-Gehalte in mg/kg

Zeichenerklärung:

- Baggerschurf GeoTerton, 21.-22.07.21
- Baggerschurf GeoTerton, 01.02.21
- Baggerschurf, Terra Concept Consult, 16.06.20
- Rammkernbohrung Terra Concept Consult, 16.06.20
- Rammkernbohrung Wehrstein Geotechnik, 09.-11.12.08

Kartengrundlage:

Übersichtsplan Dachaufsicht, erstellt durch die archisphäre GmbH, Rosenfeld, Stand 19.07.2021

Projekt:	BV Wohnen am Stutzenweiher Fischerstraße (Flurst. 3258) 72336 Balingen	
Projekt-Nr.:	B 12 13 03-1	
Planinhalt:	Lageplan mit Zuordnungen (Auffüllungen)	
Anlage:	5.1	Maßstab: o. M.
Datum:	26.08.2021	Bearbeiter: ML/JH
GeoTerton / Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie Siemensstr. 13 72116 Mössingen Telefon: 07473/240909-0 Telefax: 240909-9 Email: kontakt@geoterton.de		

Lageplan mit Zuordnungen (natürl. Böden)

Schematische Abgrenzung



Zeichenerklärung:

-  Baggerschurf GeoTerton, 21.-22.07.21
-  Baggerschurf GeoTerton, 01.02.21
-  Baggerschurf, Terra Concept Consult, 16.06.20
-  Rammkernbohrung Terra Concept Consult, 16.06.20
-  Rammkernbohrung Wehrstein Geotechnik, 09.-11.12.08

Kartengrundlage:

Übersichtsplan Dachaufsicht, erstellt durch die archisphäre GmbH, Rosenfeld, Stand 19.07.2021

Projekt:		BV Wohnen am Stutzenweiher Fischerstraße (Flurst. 3258) 72336 Balingen	
Projekt-Nr.:		B 12 13 03-1	
Planinhalt:		Lageplan mit Zuordnungen (natürl. Böden)	
Anlage:	5.2	Maßstab:	o. M.
Datum:	26.08.2021	Bearbeiter:	ML/JH
GeoTerton / Dipl. Geologe Heiner Terton Beratender Geowissenschaftler BDG Ingenieurbüro für Angewandte Geologie Siemensstr. 13 72116 Mössingen Telefon: 07473/240909-0 Telefax: 240909-9 Email: kontakt@geoterton.de			

Anl. 7: Laborprüfberichte

Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

BV Wohnen am Stutzenweiher

Balingen

Bearbeiter: FA

Datum: 12.08.2021

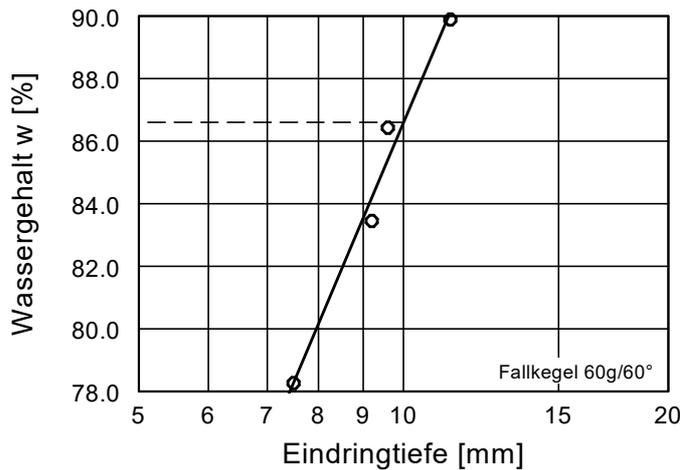
Entnahmestelle: BS 1 / P 3

Tiefe: 1,2 - 1,6 m

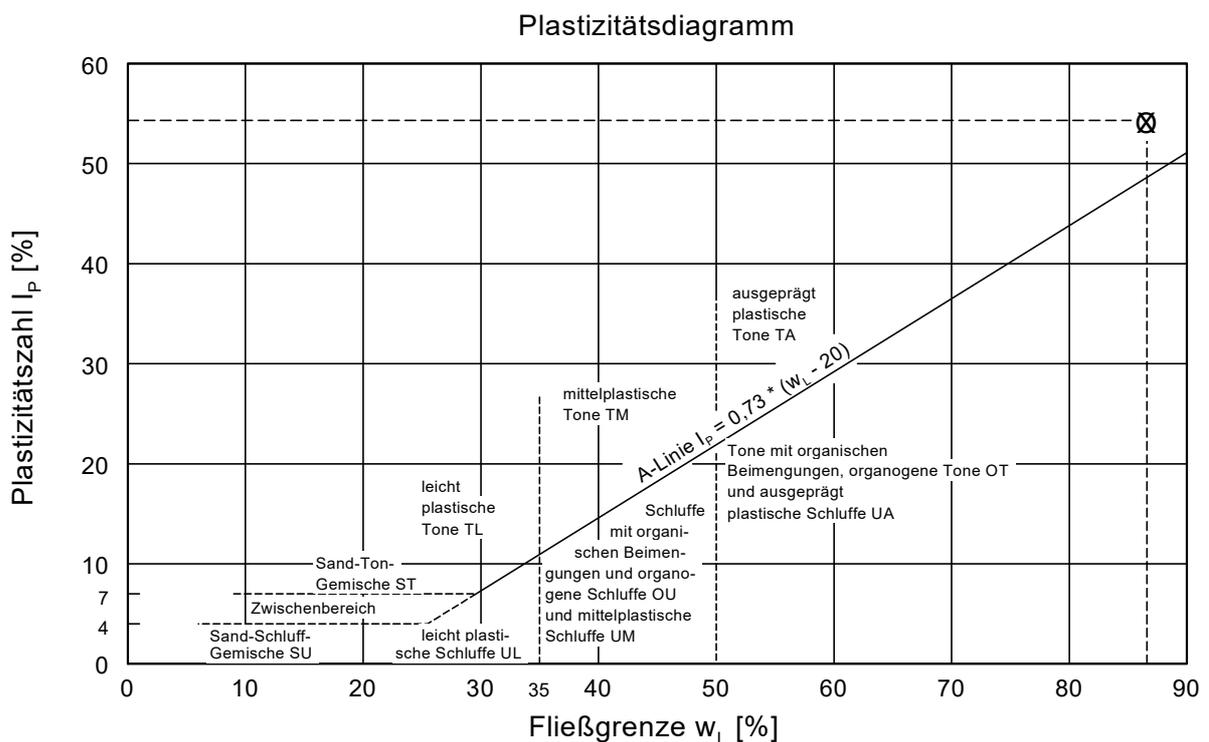
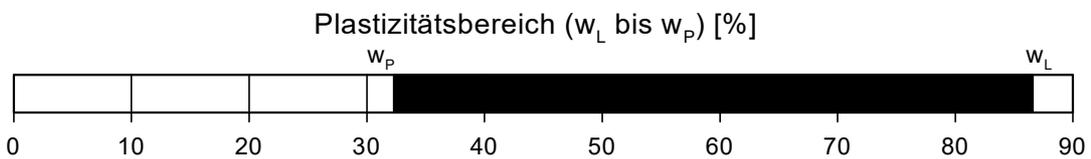
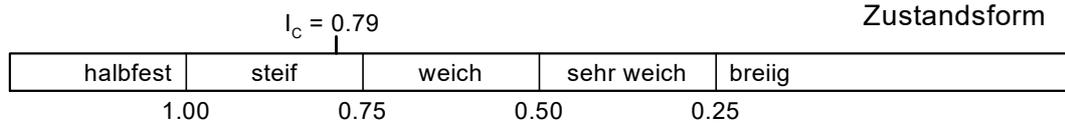
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton, schluffig

Probe entnommen am: 21. - 22.07.2021



Wassergehalt w =	43.8 %
Fließgrenze w_L =	86.6 %
Ausrollgrenze w_P =	32.3 %
Plastizitätszahl I_P =	54.3 %
Konsistenzzahl I_C =	0.79



Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

BV Wohnen am Stutzenweiher

Balingen

Bearbeiter: FA

Datum: 12.08.2021

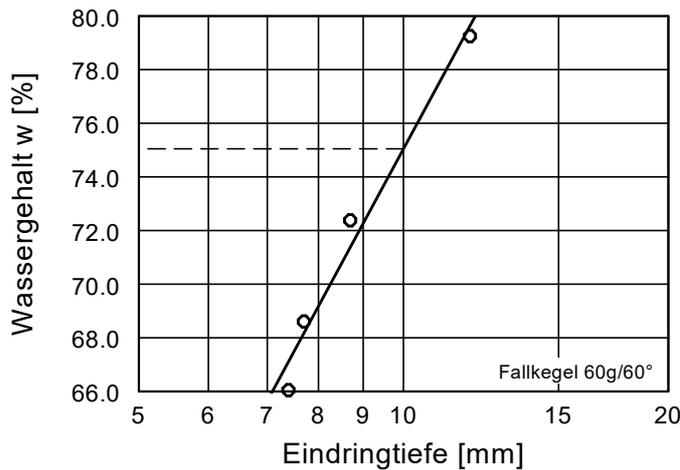
Entnahmestelle: BS 3 / P 2

Tiefe: 0,5 - 1,4 m

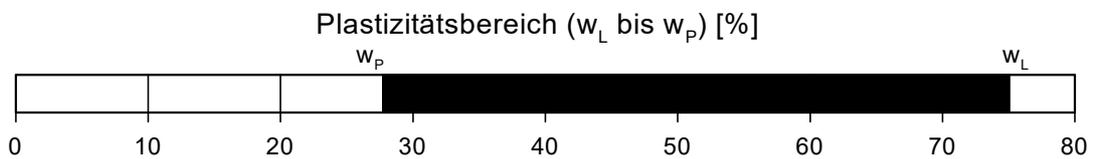
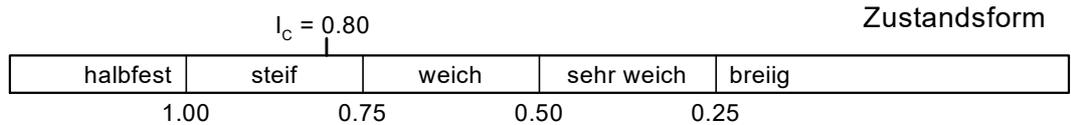
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton, schluffig

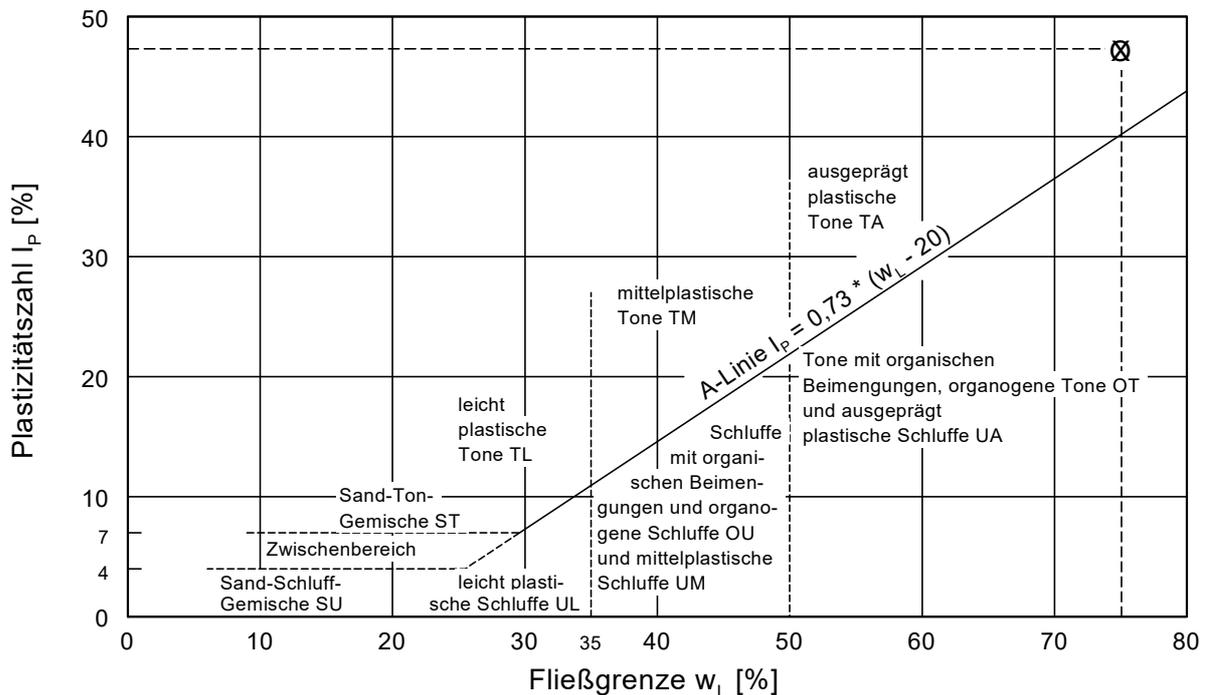
Probe entnommen am: 21. - 22.07.2021



Wassergehalt w =	37.1 %
Fließgrenze w_L =	75.0 %
Ausrollgrenze w_p =	27.7 %
Plastizitätszahl I_p =	47.3 %
Konsistenzzahl I_C =	0.80



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

BV Wohnen am Stutzenweiher

Balingen

Bearbeiter: FA

Datum: 16.08.2021

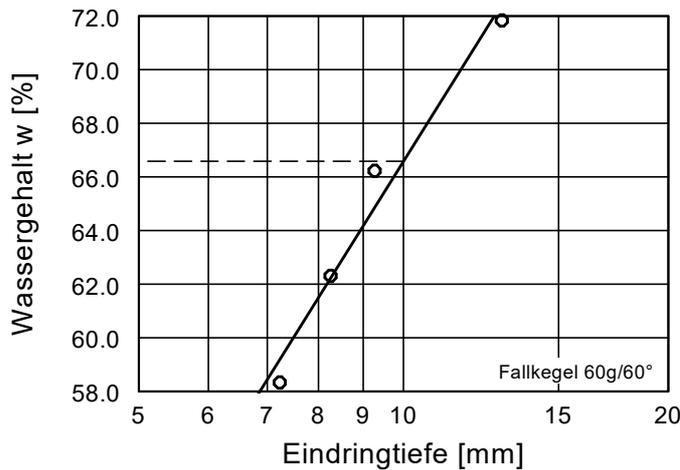
Entnahmestelle: BS 4 / P 1

Tiefe: 0,8 - 1,3 m

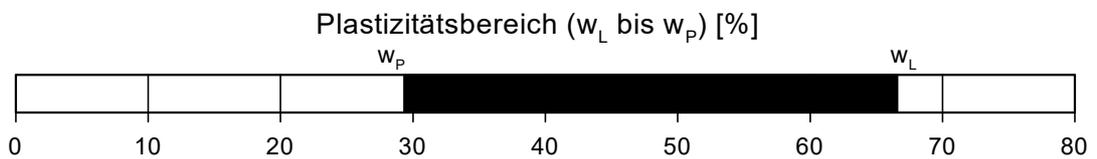
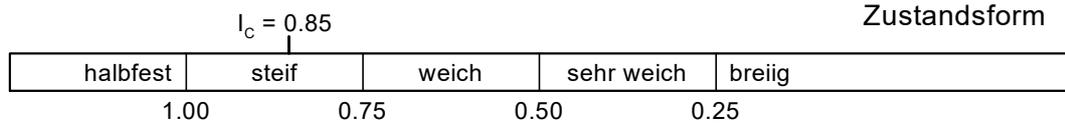
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton, schluffig

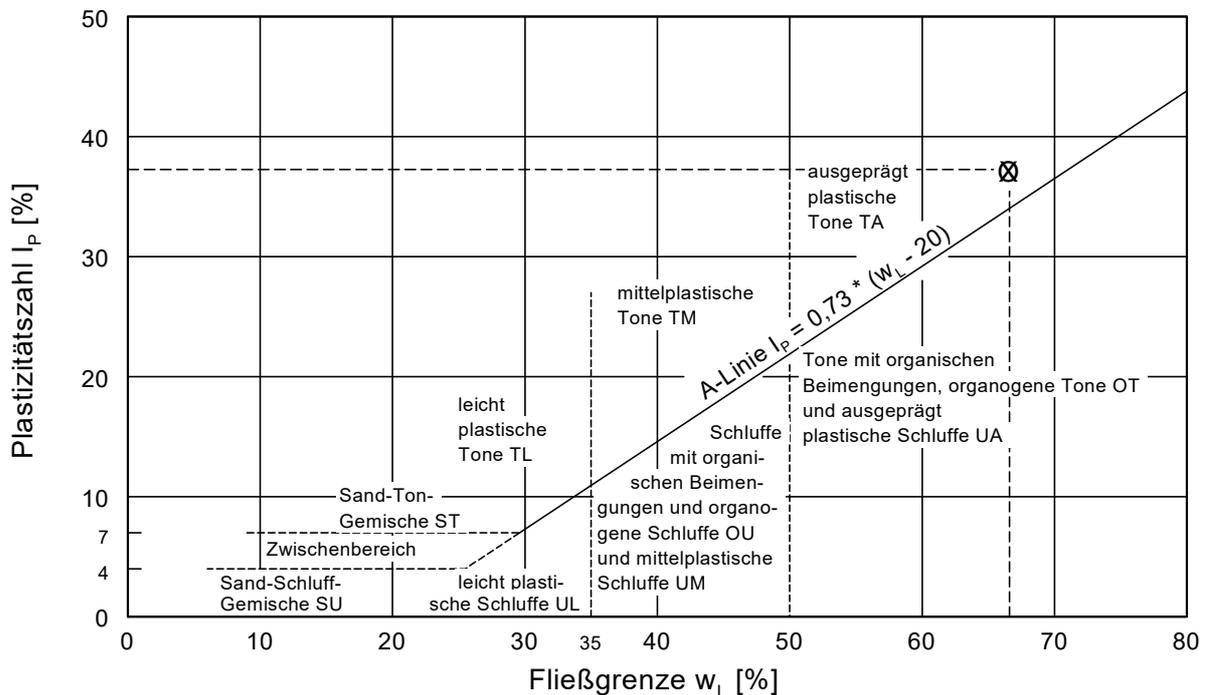
Probe entnommen am: 21. - 22.07.2021



Wassergehalt $w =$	34.7 %
Fließgrenze $w_L =$	66.6 %
Ausrollgrenze $w_P =$	29.3 %
Plastizitätszahl $I_P =$	37.3 %
Konsistenzzahl $I_C =$	0.85



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

BV Wohnen am Stutzenweiher

Balingen

Bearbeiter: FA

Datum: 12.08.2021

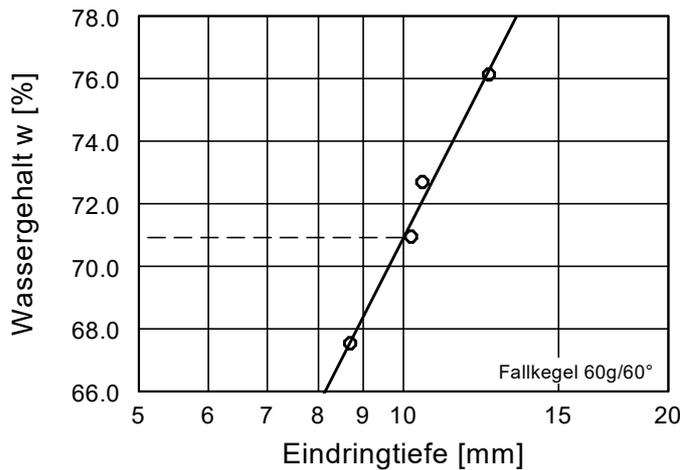
Entnahmestelle: BS 6 / P 3

Tiefe: 1,0 - 1,3 m

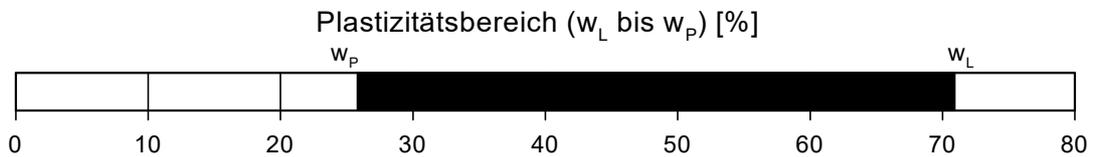
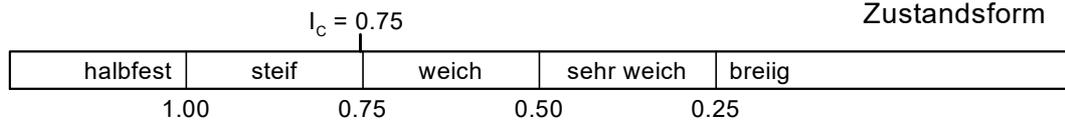
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton, schluffig

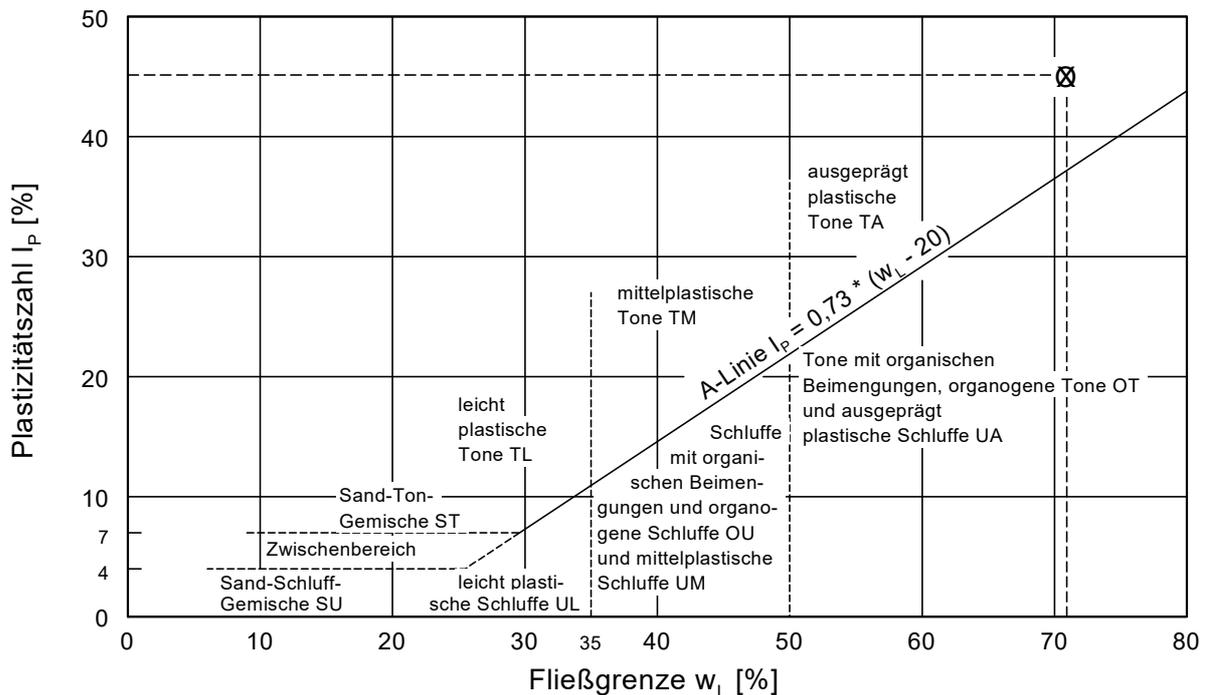
Probe entnommen am: 21. - 22.07.2021



Wassergehalt w =	36.9 %
Fließgrenze w_L =	70.9 %
Ausrollgrenze w_P =	25.8 %
Plastizitätszahl I_P =	45.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.75



Plastizitätsdiagramm



Wassergehaltsbestimmung

Anlage 11 zur Vorlage 2022/153

GeoTerton

Dipl. Geologe Heiner Terton
Beratender Geowissenschaftler BDG
Ingenieurbüro für Angewandte Geologie

nach DIN ISO EN 17892-1

Projekt: BV Wohnen am Stutzenweiher

Auftraggeber:

Probe: BS 4 / P 2 / 1,3 - 1,65 m

Ort: Balingen

Datum: 21. - 22.07.2021

Bearbeiter: FA

Datum: 10.08.2021

	1	2	3
Masse der feuchten Probe + Behälter [g]	74,7	78,85	79,27
Masse der trockenen Probe + Behälter [g]	55,00	57,81	58,34
Masse des Behälters [g]	3,04	3,04	3,04
Masse des Wassers [g]	19,70	21,04	20,93
Masse der trockenen Probe [g]	51,96	54,77	55,3
Wassergehalt [%]	37,91	38,42	37,85

Mittelwert des Wassergehaltes [%]: 38,06

Bemerkungen:

Wassergehaltsbestimmung

Anlage 11 zur Vorlage 2022/153

GeoTerton

Dipl. Geologe Heiner Terton
Beratender Geowissenschaftler BDG
Ingenieurbüro für Angewandte Geologie

nach DIN ISO EN 17892-1

Projekt: BV Wohnen am Stutzenweiher

Auftraggeber:

Probe: BS 6 / P 4 / 1,7 - 2,0 m

Ort: Balingen

Datum: 21. - 22.07.2021

Bearbeiter: FA

Datum: 10.08.2021

	1	2	3
Masse der feuchten Probe + Behälter [g]	124,85	84,98	91,43
Masse der trockenen Probe + Behälter [g]	91,37	63,97	68,15
Masse des Behälters [g]	3,04	3,04	3,04
Masse des Wassers [g]	33,48	21,01	23,28
Masse der trockenen Probe [g]	88,33	60,93	65,11
Wassergehalt [%]	37,90	34,48	35,75

Mittelwert des Wassergehaltes [%]: 36,05

Bemerkungen:

Wassergehaltsbestimmung

Anlage 11 zur Vorlage 2022/153

GeoTerton

Dipl. Geologe Heiner Terton
Beratender Geowissenschaftler BDG
Ingenieurbüro für Angewandte Geologie

nach DIN ISO EN 17892-1

Projekt: BV Wohnen am Stutzenweiher

Auftraggeber:

Probe: BS 6 / P 5 / 2,0 - 2,1 m

Ort: Balingen

Datum: 21. - 22.07.2021

Bearbeiter: FA

Datum: 10.08.2021

	1	2	3
Masse der feuchten Probe + Behälter [g]	54,3	67,11	56,49
Masse der trockenen Probe + Behälter [g]	45,33	57,12	48,11
Masse des Behälters [g]	3,04	3,05	3,05
Masse des Wassers [g]	8,97	9,99	8,38
Masse der trockenen Probe [g]	42,29	54,07	45,06
Wassergehalt [%]	21,21	18,48	18,60

Mittelwert des Wassergehaltes [%]: 19,43

Bemerkungen:

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfeilerweide 16 - DE-67346 - Speyer

GeoTerton
Dipl. Geologe Heiner Terton
Siemensstraße 13
72116 Mössingen

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02136559
EOL Auftragsnummer: 006-10544-4847
Prüfberichtsnummer: AR-21-JN-007950-01

Auftragsbezeichnung: BV Wohnen am Stutzenweiher

Anzahl Proben: 1
Probenart: Grundwasser
Probenahmedatum: 22.07.2021
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 27.07.2021
Prüfzeitraum: 27.07.2021 - 03.08.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Michele Schilg
Analytical Service Manager
Tel. +49 6232 8767712

Digital signiert, 03.08.2021
Michele Schilg
Prüfleitung

Probenbezeichnung	BS 3 / P H2O
Probenahmedatum/ -zeit	22.07.2021
EOL Probennummer	005-10544- 19700
Probennummer	021148628

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	-------	---------	----	---------	--

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung qualit.	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			farblos
Trübung (qualitativ)	AN/f		qualitativ			ohne
Geruch (qualitativ)	AN/u	RE000 GI	DEV B 1/2: 1971			ohne
Geruch, angesäuert (qualitativ)	AN/f	RE000 GI	DEV B 1/2: 1971			ohne
pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,2
Temperatur pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,1

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	AN/f	RE000 GI	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	6,3
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,1
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	5,6
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	AN/f	RE000 GI	DIN 38409-7 (H7-1): 2005-12	0,1	mmol/l	< 0,1
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,1
Kalkaggressives Kohlendioxid	AN/f		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	< 5,0
Hydrogencarbonathärte	AN/f	RE000 GI	DEV D 8: 1971	3	mg CaO/l	180
Nichtcarbonathärte	AN/f	RE000 GI	DEV D 8: 1971		mg CaO/l	36

Anorganische Summenparameter aus der filtrierten Probe

Gesamthärte	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	mmol/l	3,85
Gesamthärte	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,1	mg CaO/l	216

Anionen

Hydrogencarbonat (HCO ₃)	AN/f	RE000 GI	DEV D 8: 1971	0,1	mmol/l	6,3
Chlorid (Cl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	54
Sulfat (SO ₄)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	56
Sulfid, leicht freisetzbar	FR/f	RE000 FY	DIN 38405-27 (D27): 2017-10	0,04	mg/l	< 0,04

Kationen

Ammonium	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	0,14
Ammonium-Stickstoff	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	0,10

Elemente aus der filtrierten Probe

Calcium (Ca)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	143
Magnesium (Mg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	6,8

Probenbezeichnung	BS 3 / P H2O
Probenahmedatum/ -zeit	22.07.2021
EOL Probennummer	005-10544- 19700
Probennummer	021148628

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
Organische Summenparameter						
Permanganat-Verbrauch [KMnO4]	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 8467: 1995-05	2,0	mg KMnO4/l	4,7

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfeilerweide 16 - DE-67346 - Speyer

GeoTerton
Dipl. Geologe Heiner Terton
Siemensstraße 13
72116 Mössingen

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02136556
EOL Auftragsnummer: 006-10544-4844
Prüfberichtsnummer: AR-21-JN-008184-01

Auftragsbezeichnung: BV Wohnen am Stutzenweiher

Anzahl Proben: 3
Probenart: Asphalt
Probenahmedatum: 21.07.2021
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 27.07.2021
Prüfzeitraum: 27.07.2021 - 09.08.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Michele Schilg
Analytical Service Manager
Tel. +49 6232 8767712

Digital signiert, 09.08.2021
Michele Schilg
Prüfleitung

Probenbezeichnung	Suchschlitz 4 / MP Asphalt 1 (oben)	Suchschlitz 4 / MP Asphalt 2 (unten)	BS 5 / MP Asphalt
Probenahmedatum/ -zeit	21.07.2021	21.07.2021	21.07.2021
EOL Probennummer	005-10544- 19679	005-10544- 19680	005-10544- 19681
Probennummer	021148625	021148626	021148627

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	98,0	98,0	98,0
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------	------

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	1,6	1,8	52
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	18
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	38
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	120
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	0,9	0,8	390
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	130
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	0,6	0,9	340
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	1,2	250
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	160
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	120
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	0,7	120
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	44
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	98
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	54
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	14
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	50
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	3,1	5,4	2000
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	1,5	3,6	1950

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkks D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfeilerweide 16 - DE-67346 - Speyer

GeoTerton
Dipl. Geologe Heiner Terton
Siemensstraße 13
72116 Mössingen

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 72108257
Prüfberichtsnummer: AR-21-JN-007902-01

Auftragsbezeichnung: BV Wohnen am Stutzenweiher, Balingen

Anzahl Proben: 3
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 21.07.2021, 22.07.2021
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 27.07.2021
Prüfzeitraum: 27.07.2021 - 02.08.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Michele Schilg
Analytical Service Manager
Tel. +49 6232 8767712

Digital signiert, 03.08.2021
Judith Schröder
Prüfleitung

Probenbezeichnung	BS 1 / MP A	BS 3+4+6 / MP B	BS 8-10 / MP B
Probenahmedatum/ -zeit	21.07.2021	21.07.2021	22.07.2021
Probennummer	721016795	721016796	721016797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenbegleitprotokoll	AN/f					siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	6,3	4,3	6,5
Fremdstoffe (Art)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebückstand > 10mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	ja	ja
Rückstellprobe	AN/f		Hausmethode	100	g	1040	1580	1330

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	93,6	71,9	79,2
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	12,8	42,0	71,0
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	16	32	53
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	0,5	0,8
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	17	69	56
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	11	39	62
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	14	84	111
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07	0,10	0,13
Thallium (Tl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	0,7	1,8
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	41	136	182

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

Glühverlust (550 °C)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	2,3	12,0	9,3
TOC	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	0,8	1,9	2,3
EOX	AN/f	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN/f	RE000 GI	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	< 0,02	< 0,03 ²⁾	< 0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	75
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	140

Probenbezeichnung	BS 1 / MP A	BS 3+4+6 / MP B	BS 8-10 / MP B
Probenahmedatum/ -zeit	21.07.2021	21.07.2021	22.07.2021
Probennummer	721016795	721016796	721016797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Isopropylbenzol (Cumol)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Styrol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,57	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,57	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	BS 1 / MP A	BS 3+4+6 / MP B	BS 8-10 / MP B
Probenahmedatum/ -zeit	21.07.2021	21.07.2021	22.07.2021
Probennummer	721016795	721016796	721016797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,15	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,22	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,17	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,14	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,10	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,13	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,12	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,07	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	1,22	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	1,22	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	BS 1 / MP A	BS 3+4+6 / MP B	BS 8-10 / MP B
Probenahmedatum/ -zeit	21.07.2021	21.07.2021	22.07.2021
Probennummer	721016795	721016796	721016797

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			11,4	8,1	8,1
Temperatur pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,0	22,7	22,6
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	704	217	194
Wasserlöslicher Anteil	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	0,34	0,19	< 0,15
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	340	190	< 150

Anionen aus dem 10:1-Schütteluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Fluorid	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	0,4	0,7	0,8
Chlorid (Cl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	22	11	< 1,0
Sulfat (SO4)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	58	16	22
Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Antimon (Sb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,002	< 0,001	< 0,001
Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,001	< 0,001	< 0,001
Barium (Ba)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,030	0,020	0,006
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,007	0,008	0,023
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Selen (Se)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	1,9	5,0	2,3
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721016795

Probenbeschreibung BS 1 / MP A

Probenvorbereitung

Probenehmer

angeliefert vom
Auftraggeber

Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:

Ja

Fremdstoffe (Menge):

0,0 g

Fremdstoffe (Art):

nein

Siebrückstand > 10mm:

nein

Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.

Probenteilung / Homogenisierung durch:

Fraktionierendes Teilen

Rückstellprobe:

1040 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) ****)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser- aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen

****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721016796
Probenbeschreibung BS 3+4+6 / MP B

Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Ja
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g
 Fremdstoffe (Art): nein
 Siebrückstand > 10mm: ja
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen
 Rückstellprobe: 1580 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) ****)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721016797
Probenbeschreibung BS 8-10 / MP B

Probenvorbereitung

Probenehmer angeliefert vom Auftraggeber
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Ja
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g
 Fremdstoffe (Art): nein
 Siebrückstand > 10mm: ja
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen
 Rückstellprobe: 1330 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) ****)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Erklärung der Untersuchungsstelle

1.	Untersuchungsstelle: Anschrift: Ansprechpartner: Telefon/Telefax: E-Mail:	Eurofins Umwelt Südwest GmbH Hasenpfühlerweide 16 DE-67346 Speyer Michele Schilg +49 6232 8767712 MicheleSchilg@eurofins.de
2.	Prüfbericht - Nr: Probenahmeprotokoll nach PN98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Auftraggeber: Anschrift:	AR-21-JN-007902-01 Datum: 02.08.2021 GeoTerton Dipl. Geologe Heiner Terton Siemensstraße 13 72116 Mössingen
3.	Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Gleichwertige Verfahren wurden angewandt: <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Parameter/Normen: _____ Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Fremdlabor (1): Parameter (1):	
4.	Ort, Datum:	Speyer, 02.08.2021