

Gemeinde Bodelshausen
Gemeindeverwaltung
Am Burghof 8
72411 Bodelshausen

Baugrunduntersuchung mit geotechnischen Hinweisen zur bautechnischen Risikoabwägung

BV Neubebauung Baugebiet Grabenstraße

Flurstücke 4242/2, 4365 bis 4368

72411 Bodelshausen

Projektnummer: B 25 22 2

Bearbeiter: Dipl. Geol. H. Terton / M. Sc. J. Hecker

Ausfertigungen: 1-fach / 1 digital (pdf-Version)

Ausfertigungsdatum: 11.09.2025

Inhaltsverzeichnis:

1	Vorbemerkung	1
2	Durchgeführte Untersuchungen	1
3	Untergrundverhältnisse	2
3.1	Lage des Untersuchungsgebietes / Geologischer Überblick	2
3.2	Ergebnisse aus den Aufschlüssen	2
3.3	Ergebnisse aus der Rammsondierung	3
3.4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	4
4	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen / Frostempfindlichkeit	4
5	Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09	6
6	Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09	6
7	Hydrogeologie	9
7.1	Angetroffene Verhältnisse	9
7.2	Ergebnisse aus der kontinuierlichen Aufzeichnung des Wasserstands	9
7.3	Bemessungswasserstand	11
7.4	Versickerungsfähigkeit des Erdreichs / Ermittlung der Durchlässigkeit	11
8	Schutz von Bauwerken gegen Durchfeuchtung	12
8.1	Unterkellerte Bauwerke bzw. ins Gelände einschneidende Bauwerksteile	12
8.2	Nicht ins Gelände einschneidende Bauwerke	13
9	Erdbebenzone	13
10	Bebauungs- und gründungstechnische Hinweise	14
10.1	Allgemeines	14
10.2	Bauwerksspezifische Voraussetzungen / Gründungshorizont	14
10.2.1	Plattengründung unterkellerte Gebäude / Tiefgarage	15
10.3	Alternative Gründungsvarianten	16
10.3.1	Tiefgründige Bodenverbesserung unter einer elastisch gebetteten Bodenplatte	16
10.3.1	Duktile Gusspfähle	17
10.3.2	Brunnengründung	17
10.4	Pfahlgründung	18
10.5	Allgemeine Angaben	18
10.6	Setzungsdifferenzen	19
11	Ausführungshinweise	19
11.1	Tragschicht / Geländeauffüllungen	19
11.2	Freie Baugrubenböschung gemäß DIN 4124	20
11.3	Erdplanum	21
11.4	Wasserhaltung	21
11.5	Verwertung von Aushubmaterial	22

11.5.1	Umweltchemische Bewertung	22
11.5.1.1	Grundlagen.....	22
11.5.1.2	Umweltchemische Einstufung	22
11.5.2	Bauphysikalische Eignung.....	25
12	Abschließende Bemerkungen	26
	Anlagen.....	27

Tabellen:

Tab. 1: Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte 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: Wasserzutritte- bzw. -stände in den Aufschlüssen

Tab. 7: Ergebnis der Sickertests

Tab. 8: Kennwerte der Erdbebeneinwirkung gemäß DIN EN 1998-1/NA:2023-11

Tab. 9: Überschlägige Sohlwiderstände und resultierende Setzungen / Brunnengründung /
Einzelfundamente / vertiefte Einbindung / Gründung auf verwittertem Tonstein

Tab. 10: Bauwerksbezogene zulässige Setzungsunterschiede (PRINZ, 2018, Auszug)

Tab. 11: Böschungswinkel

Anlagen:

Anl. 1: Geografische Lage des Untersuchungsgebietes

Anl. 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten und Profilschnitten

Anl. 3: Grafische Darstellung der Aufschlusspunkte

Anl. 4: Geotechnische Profilschnitte (schematisch)

Anl. 5: Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Anl. 6: Laborprüfberichte

Anl. 7: Auswertung Sickertests

1 Vorbemerkung

Die Gemeinde Bodelshausen plant die Erschließung des Baugebietes „Grabenstraße“ in 72411 Bodelshausen.

Im Rahmen von ingenieurgeologischen Untersuchungen sollen Angaben über die Eigenschaften des Baugrundes mit bautechnischer Risikobeurteilung, die Grundwasserverhältnisse und die Versickerungsfähigkeit sowie über die Wiederverwertbarkeit des Erdreiches gemacht werden.

Eine konkrete Baugrundbeurteilung nach HOAI inkl. Erkundung gemäß DIN 4020 und DIN EN 1997-2 war nicht Teil der Beauftragung.

Unser Büro wurde von der Gemeinde mit den oben genannten Untersuchungen auf der Basis des Angebotes B 24-237 vom 02.12.2024 beauftragt.

Als Arbeitsgrundlagen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7619 Hechingen, Maßstab 1 : 25 000, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Nachdruck von 1985;
- Online-Planauskunft des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Stand 01.09.2025;
- Städtebauliches Konzept Variante 1, erstellt durch Baldauf Architekten und Stadtplaner GmbH, Stuttgart, Stand 22.04.2025;
- Gutachten zu Untergrunduntersuchungen im Bereich der ehem. Absetzbecken, erstellt durch das Institut Dr. Jäger, Tübingen, Stand 25.06.1993;
- Erkundungsergebnisse aus sechs Baggerschürfen (BS), zwei Rammkernbohrungen (RKB), einer Rammsondierung (DPH) und drei Sickerversuchen (SV);
- Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen;
- Ergebnisse der umweltchemischen Analysen, AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg;
- Zitierte Literatur.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 01.07.2025 im Baufenster zwei Kleinbohrungen (RKB 1 bis RKB 2) bis auf maximale Tiefen von 5,8 bzw. 6,7 m unter Geländeoberkante (m u. GOK), sowie eine Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH 1) bis auf eine Tiefe von 6,2 m u. GOK abgeteuft. Mit den Aufschlüssen wurde jeweils Festgestein erreicht. Ergänzend hierzu wurden am 18.07.2025 sechs Baggerschürfe (BS) bis in Tiefen von 2,6 bis 4,2 m u. GOK hergestellt.

Es erfolgte eine ingenieurgeologische Aufnahme der aufgeschlossenen Bodenschichten sowie eine geruchliche und visuelle Begutachtung hinsichtlich möglicher Verunreinigungen. Aus den Aufschlüssen

wurde Bodenmaterial entnommen und ausgewählte Proben bodenmechanischen und umweltchemischen Laboranalyse zugeführt. Die übrigen Proben wurden rückgestellt.

Die Bohrungen RKB 1 und RKB 2 wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Für die kontinuierliche Aufnahme von Wasserständen wurden zwei Datenlogger in die Messstellen eingebracht.

Zur Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurden zwei weitere Schürfe abgeteuft um Sickertests (SV) durchzuführen.

Die Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente eine Kanaldeckelhöhe in der Grabenstraße (491,89 m ü. NN bzw. 494,4 m ü. NN).

Die Lage des Baufensters ist der Anlage 1, die Lage der Aufschlusspunkte der Anlage 2 zu entnehmen. Die grafischen Darstellungen der Aufschlüsse gemäß DIN 4023 sind in der Anlage 3 einzusehen. Die Laborprüfberichte finden sich in Anlage 6.

3 Untergrundverhältnisse

3.1 Lage des Untersuchungsgebietes / Geologischer Überblick

Das zu untersuchende Baufenster befindet sich im Südosten von Bodelshausen. Die zu bebauende Flurstücke (4242/2, 4365 bis 4368) sind von Südwesten über die Bahnhofstraße, von Südosten und Nordosten über die Grabenstraße zugänglich.

Gemäß der geologischen Karte liegt der östliche Teil des Baugebietes im Bereich von quartären Abschwemmmassen. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Schluffe mit wechselnden tonigen und sandigen Anteilen und gegebenenfalls Kiesen. Unter diesen bzw. in Richtung Westen ist bereits an der Oberfläche mit Tonsteinen der Obtususton-Formation sowie deren Verwitterungsprodukten zu rechnen.

Gemäß dem Stammdatenblatt des Bodenschutz- und Altlastenkatasters sowie dem vorliegenden Gutachten aus dem Jahr 1993 zu Erkundungen im Bereich der Absatzbecken ist im größten Teil des Baugebiets mit oberflächennahen Auffüllungen zu rechnen.

3.2 Ergebnisse aus den Aufschlüssen

Die in den Aufschlüssen aufgenommenen Bodenschichten werden nachfolgend vereinfacht beschrieben. Eine detaillierte grafische Darstellung der Aufschlussprofile findet sich in der Anlage 3. Weiterhin sind die angetroffenen Schichten in drei exemplarischen, schematischen Profilschnitten dargestellt (siehe Anlage 4). In zwei Schnitten wurde eine angenommene Gründungssohle (ohne Gewähr) für unterkellerte Bauwerke im Hinblick auf die in Kap. 1 genannte bautechnische Risikobewertung eingetragen.

Mit Ausnahme der Bohrung RKB 1 stand in den Aufschlüssen an der Oberfläche eine 0,1 bis 0,2 m mächtige Mutterbodenüberdeckung an. Der schluffige und lokal kiesige Ton war durchwurzelt, humos und halbfest.

Unterhalb des Mutterbodens bzw. in RKB 1 direkt an der Oberfläche fanden sich Auffüllungen variierender Zusammensetzung, Mächtigkeit und Tiefenlage (siehe Profile der Anl. 3). Es wurden in den Auffüllungen lokal variierend bodenfremde Bestandteile in Form von Ziegel-, Asphalt-, Beton-, Fliesen-, Metall- Plastik- oder Holzresten angetroffen.

Kiesige bzw. steinige Auffüllungen (RKB 1, RKB 2, BS 3, BS 4 und BS 6) wiesen veränderliche sandige, tonige und schluffige Anteile auf. Die Mächtigkeit der überwiegend locker bis mitteldicht gelagerten Horizonte schwankte zwischen 0,2 und 0,8 m. In Aufschluss RKB 2 war die Konsistenz der feinkörnigen Matrix steif bis halbfest.

Die tonigen Auffüllungen zeigten voneinander abweichende schluffige, sandige, kiesige, steinige und lokal blockige Bestandteile. Die 0,6 bis 2,1 m mächtigen Horizonte waren von steifer bis halbfester Konsistenz.

In RKB 2 fand sich in einer Tiefe von 0,8 m eine 0,2 m starke, tonige Ziegelsteinschicht mit schluffigen, sandigen und kiesigen Beimengungen.

Unter die Auffüllungen folgten Tone mit variablen Beimengungen an Schluff, Sand und Kies. Oberflächennah lokal auftretende Schalen- und Holzreste lassen auf Auenlehme schließen, zur Tiefe handelte es sich um feinlaminierte Verwitterungstone. Die Konsistenz war weich bis steif, lokal halbfest. Die Tone reichten in den Schürfen jeweils bis zur maximalen Aufschlusstiefe und in den Bohrungen bis in Tiefen von 3,6 bzw. 5,2 m u. GOK.

In Tiefen von 5,1 m (RKB 1) und 6,5 m u. GOK (RKB 2) standen stark verwitterte Tonsteine der unterlagernden Obtususton-Formation an. Die Tonsteine waren mürbe und zerreibbar. In der Bohrung RKB 1 konnte eine Abnahme der Verwitterung mit zunehmender Tiefe festgestellt werden.

3.3 Ergebnisse aus der Rammsondierung

Zur Beurteilung der Zustandsform der vorliegenden Horizonte wurde am Südostrand des Parkplatzes eine Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN 4094 / EN ISO 14688 abgeteuft. Die hierbei ermittelten Schlagzahlen N_{10} werden in Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe angegeben. Anhand der Schlagzahl wird die Zustandsform abgeleitet. Das Rammprofil ist in der Anlage 3 einzusehen.

Die Rammsondierung zeichnet in den oberflächennahen Bereichen die, im Vergleich mit den anderen Bohrungen, überwiegend anzunehmenden tonigen Auffüllungen und zur Tiefe die folgenden Tone von maximal steifer Konsistenz nach. Mit den ab 3,7 m u. GOK zunehmenden Schlagzahlen sind erfahrungsgemäß mindestens halbfeste Verwitterungshorizonte, ab 13 Schläge N_{10} die stark verwitterten Tonsteine erreicht.

3.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Zur Ermittlung der Bodengruppe wurden die Zustandsgrenzen (Konsistenz) nach DIN 17892-12 an drei Proben untersucht. Da die Konsistenz im direkten Zusammenhang mit dem Wassergehalt steht, wurden acht weitere Proben auf ihren Wassergehalt nach DIN 17892-1 analysiert. Ein Vergleich der Wassergehalte erlaubt eine tendenzielle Ableitung der Konsistenz. Für die Analysen wurden jeweils Horizonte herangezogen, die aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften einen Einfluss auf die Gründung, die zu erwartenden Setzungen und die Böschungsgestaltung haben.

Tab. 1: Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Probe	Wassergehalt [%]	Konsistenz ermittelt	Konsistenz abgeleitet	Bodengruppe DIN 18196
Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 17892-12				
RKB 1 / P 5 / 1,9 - 3,6 m	55,3	weich	-	TA
BS 2 / P 2 / 2,0 - 2,9 m	25,0	steif	-	TM
BS 4 / P 2 / 1,3 - 2,6 m	35,9	steif	-	TA
Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 17892-1				
RKB 1 / P 6 / 3,6 - 3,8 m	40,3	-	weich bis steif	-
RKB 1 / P 7 / 3,8 - 5,1 m	27,7	-	halbfest	-
RKB 2 / P 5 / 2,5 - 2,8 m	52,1	-	weich	-
RKB 2 / P 6 / 2,8 - 4,0 m	53,7	-	weich	-
BS 2 / P 3 / 2,9 - 3,4 m	58,9	-	weich	-
BS 3 / P 2 / 2,0 - 3,7 m	42,5	-	weich	-
BS 4 / P 3 / 2,6 - 3,6 m	36,7	-	steif	-
BS 5 / P 2 / 2,2 - 4,3 m	66,7	-	weich	-

Erklärung zur Bodengruppe: TA = Ton, ausgeprägt plastisch; TM = Ton, mittelplastisch

Die Laborprüfberichte sind in der Anlage 6 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 Laborergebnisse und 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 diese für erdstatische Berechnungen nicht relevant ist.

Tab. 2: Bodenmechanische Kennwerte 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, sandig, steinig locker mitteldicht dicht	18 - 10	30	0	0	50	F 2
	20 - 12	32,5	0	0	80	
	22 - 14	35	0	0	150	
Kies, stark schluffig, halbfest	21,5 - 11,5	22,5 - 27,5	10	50	50 - 80	F 3
Ton (TA) weich steif halbfest	17,5 - 7,5	15	5	15	2 - 4	F 3
	18,5 - 8,5	15	10	35	4 - 8	
	19,5 - 9,5	15	15	75	8 - 12	
Ton (TM) weich steif halbfest	18,5 - 8,5	17,5	5	5	2 - 4	F 3
	19,5 - 9,5	17,5	10	25	4 - 8	
	20,5 - 10,5	17,5	15	60	8 - 12	
Tonstein stark verwittert verwittert bergfrisch* *Annahme zur Tiefe	21 - 11	20 - 25	15	-	12 - 15 [#]	F 3
	22 - 12	25 - 30	20 [#]	-	15 - 20	F 3
	23 - 13	30 - 35 [#]	20 - 50 [#]	-	20 - 30 [#]	F 2

[#] 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 Erdruckermittlungen 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
Aushubmaterial (Frostsicherheit und Angaben in Kap. 11.5.2 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. Mit der Überarbeitung der VOB ab 2015 und der aktuellen DIN 18300:2019-09 gelten Homogenbereiche statt Bodenklassen. Diese finden sich im folgenden Kapitel 6. Die Einstufung erfolgt anhand der Ansprache im Gelände.

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

Boden- / Festgesteinsmaterial	Bodenklasse
Mutterböden	1
Kiese	3
Tone	4 - 5
Tonsteine, stark verwittert	5 - 6
Tonsteine, verwittert (-bergfrisch)	6 (-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 0,01 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 deren Einstufung nicht.

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

6 Homogenbereich 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 vier Homogenbereiche (HB) zu unterteilen.

- HB A: Mutterboden (organischer Oberboden)
- HB B: tonige Böden (tonigen Auffüllungen, Auenlehme, Verwitterungshorizonte)
- HB C: grobkörnige Böden (kiesige und steinige Auffüllungen)
- HB D: Festgesteine (Tonsteine)

Hinweis: Die Auffüllungen werden im Hinblick auf die Erdarbeiten nicht gesondert ausgewiesen, können aber hinsichtlich eines möglichen Schadstoffpotentials eine andere Verwertung bzw. Entsorgung erfordern als natürlich anstehendes Aushubmaterial.

In der nachfolgenden Tabelle finden sich die entsprechenden Angaben:

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

Nr.	Parameter	Homogenbereiche			
		Mutterboden	tonige Böden	grobkörnige Böden	Festgestein
		HB A	HB B	HB C	HB D
1	Bodengruppe nach DIN 18196 und Kurzbezeichnung für Fels nach DIN 4022	OT'	TA - TM	GU' - GU**	Tst
2	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 und DIN EN ISO 14688-2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
3	Stein- und Blockanteile nach DIN EN ISO 14688-2	keine	lokal hoch	mittel 5 - 20 % lokal hoch > 20%	gering < 5 %
4	mineralische Zusammensetzung der Blöcke nach DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. b.	n. b.	n. b.
5	Dichte ρ [kg/m³] nach DIN 18125-2 oder DIN EN ISO 17892-2	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
6	Wichte γ [kN/m³] nach DIN 18125-1/-2	14 - 4'	18,5 - 8,5'	21 - 11	21,5 - 11,5'
7	Kohäsion c' [kN/m²] nach DIN 18137 Teil 2 bis 3	0'	5 - 15'	0 - 10'	15 - 20'
8	undrännierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²] nach DIN 18137-2 oder DIN EN ISO 17892-6 oder DIN 4094-4	10'	5 - 75'	0 - 50'	-
9	Sensitivität S_t nach DIN 4094-4	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
10	Wassergehalt W_n [%] nach DIN EN ISO 17892-1	n. b.	25,0 - 66,7	n. b.	n. b.
11	Konsistenz C nach DIN EN ISO 14688-1 oder DIN EN ISO 17892-12	halbfest'	weich bis halbfest	lokal stark feinkörnig: halbfest	-
12	Konsistenzzahl I_c nach DIN EN ISO 17892-12	n. b.	0,60 - 0,86	-	-

Nr.	Parameter	Homogenbereiche			
		Mutterboden	tonige Böden	grobkörnige Böden	Festgestein
		HB A	HB B	HB C	HB D
13	Plastizität P DIN EN ISO 14688-1 oder DIN EN ISO 17892-12	n. e.	mittel bis ausgeprägt	-	-
14	Plastizitätszahl I_p [%] [DIN EN ISO 18122-1 oder DIN EN ISO 17892-12]	n. b.	22,5 - 59,8	-	-
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.
17	Sulfatgehalt V_s [%] nach DIN EN 1997-2	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
18	Durchlässigkeit k_f [m/s] nach DIN 17892-11	1 x 10 ⁻⁴ - 1 x 10 ⁻⁶	< 1 x 10 ⁻⁶	1 x 10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁵	< 1 x 10 ⁻⁶
19	organischer Anteil (Glühverlust) [%] nach DIN 18128	3 - 6'	1 - 6'	1 - 3'	1 - 3'
20	Genetische Einheit und geologische Struktur nach DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. e.	n. e.	sedimentär geschichtet mit Zwischenlagen
21	Mineralogische Zusammensetzung nach DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. e.	n. e.	Tonminerale, untergeordnet Karbonate
22	Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. e.	n. e.	verfärbt: veränderliche Festgesteine
23	Druckfestigkeit nach DGGT Empfehlung Nr. 1) oder DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. e.	n. e.	5 - 12,5 MPa'
24	Trennflächenrichtung, -flächenabstand und Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	n. e.	n. e.	n. e.	Trennflächenabstand: außerordentlich engständig, Gesteinskörpervolumen: sehr klein bis gering
25	Abrasivität nach NF P18-579	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.
26	ortsübliche Bezeichnung	Humus	Lehm	Schotter	Schiefer

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

7 Hydrogeologie

7.1 Angetroffene Verhältnisse

Mit Ausnahme des Schurfs BS 2 und der verstärzten Rammsondierung DPH 1 wurden in allen Aufschlüssen Wasserzutritte bzw. Wasserstände verzeichnet.

Tab. 6: Wasserzutritte- bzw. stände in den Aufschlüssen

Aufschluss / Messzeitpunkt	Wasserzutritt [m u. GOK] / [m ü. NN]
RKB 1 / 02.08.2025	2,20 / 490,79 (nach Beendigung)
RKB 2 / 01.07.2025	1,60 / 492,62 (nach Beendigung)
BS 1 / 18.07.2025	2,80 / 489,79 (nach Beendigung) (gegebenenfalls nur Wasserzustrom aus alter Leitungsführung)
BS 3 / 18.07.2025	2,10 / 492,21 (Zustrom) 3,35 / 490,96 (nach Beendigung)
BS 4 / 18.07.2025	3,60 / 490,97 (nach Beendigung)
BS 5 / 18.07.2025	1,90 / 491,93 (Zustrom) 3,80 / 490,03 (nach Beendigung)
BS 6 / 18.07.2025	2,20 / 490,88 (Zustrom) 2,38 / 490,70 (nach Beendigung)

Da in sieben von neun Aufschlüssen Wasserzutritte und/oder Wasserstände aufgenommen werden konnten, ist von einem geschlossenen Grundwasserleiter auszugehen. Die variierenden Wasserstände und lokal variierenden Zutritts Höhen weisen darauf hin, dass bis zum Ende der Arbeiten erfahrungsgemäß nicht die jeweiligen Ruhewasserstände aufgenommen werden konnten. Lokal sind deshalb höhere Wasserstände nicht auszuschließen. Dieser Sachverhalt wird einerseits durch die Ausführungen im folgende Kapitel bestätigt und andererseits und durch den Sicherheitszuschlag bei der Ermittlung des Bemessungswasserstands Rechnung getragen.

Der Grundwasserspiegel schwankt erfahrungsgemäß in Abhängigkeit der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen. Der maximale Wasserstand ist nicht bekannt. Um Schwankungsbereiche des Wasserstands im Untergrund zu ermitteln, wären langjährige Messreihen an ausgebauten Grundwassermessstellen erforderlich.

7.2 Ergebnisse aus der kontinuierlichen Aufzeichnung des Wasserstands

Folgende Wasserstände wurden bei der kontinuierlichen Grundwasseraufzeichnung über Datenlogger in den Bohrungen RKB 1 und RKB 2 im Zeitraum vom 02.07. bis 12.08.2025 aufgenommen:

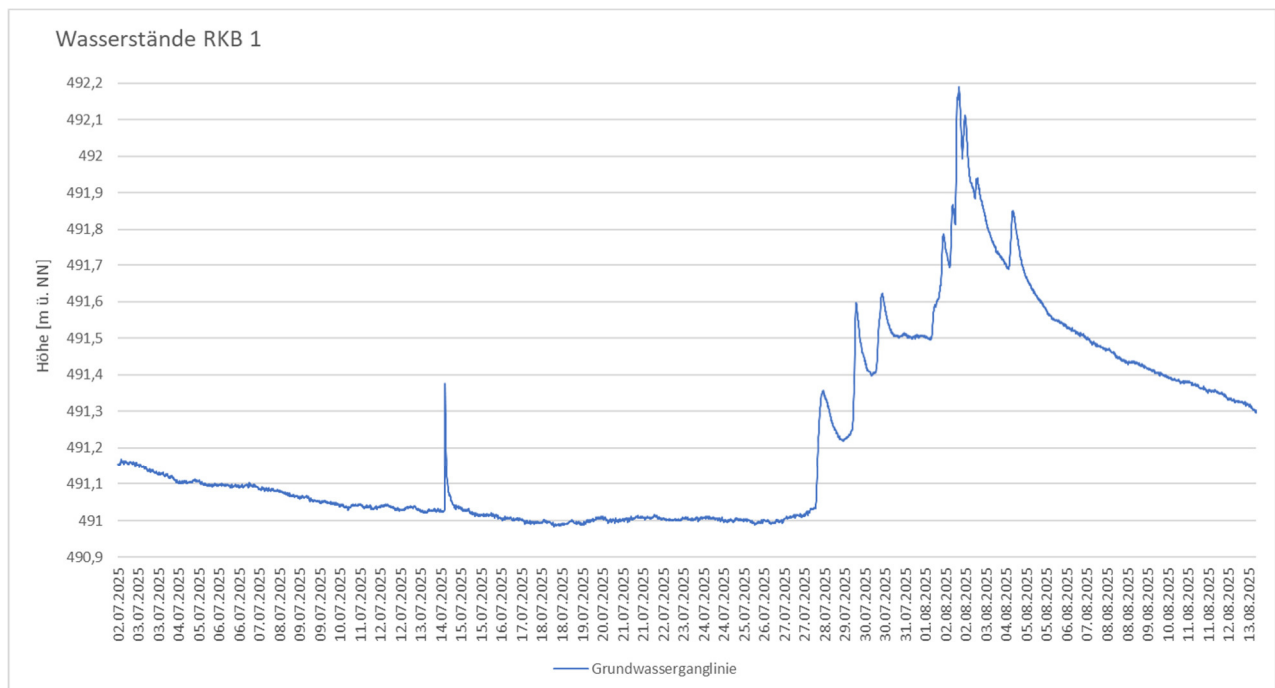


Abbildung 1: Grundwasserganglinie aus der Bohrung RKB 1

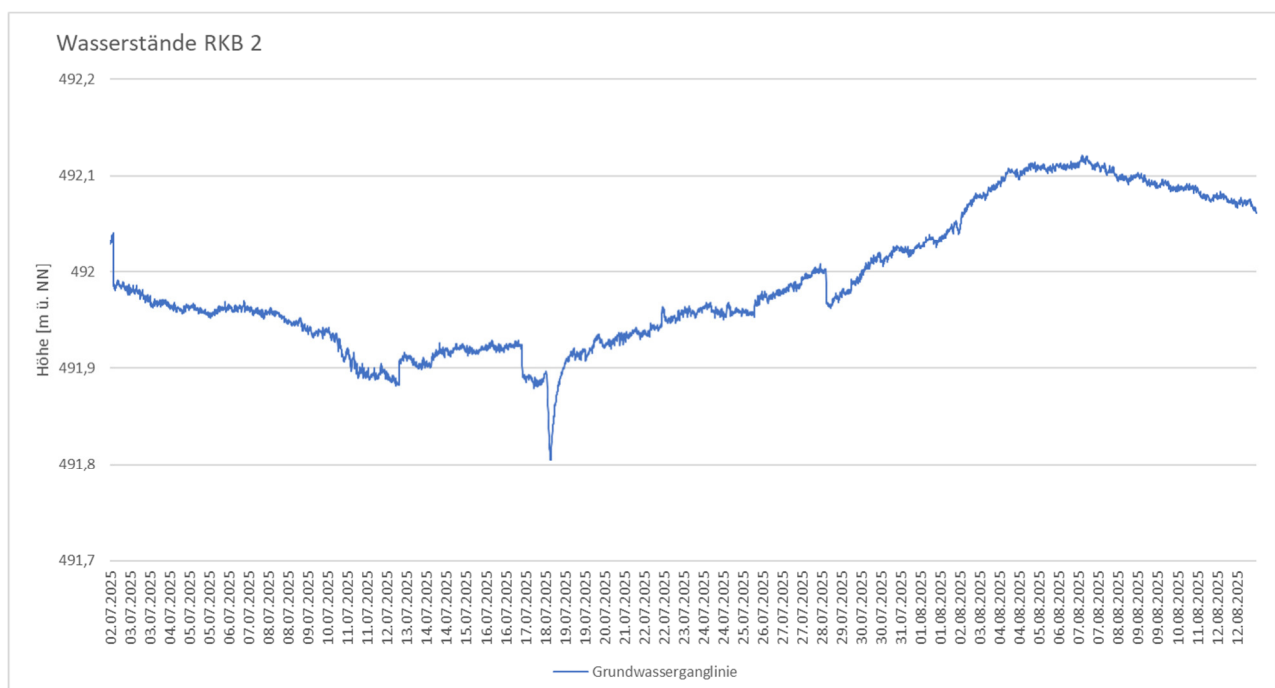


Abbildung 2: Grundwasserganglinie aus der Bohrung RKB 2

Messstelle RKB 1:

Die maximale Schwankung des Grundwasserstands beträgt im Messzeitraum von 5 Wochen ca. 1,2 m.

Der Anstieg des Wasserstands ab dem 27.07.2025 lässt sich mit den ab dem 26.07.2025 verzeichneten starken Niederschlägen und der damit verbundenen Grundwasserneubildung korrelieren.

Sprunghafte Anstiege weisen auf ein rasch reagierendes hydraulisches System. Hohe Wasserstände sind insbesondere nach der Schneeschmelze oder nach Starkregenereignissen zu erwarten.

Messstelle RKB 2:

Die maximale Schwankung des Grundwasserstands beträgt im Messzeitraum von 5 Wochen ca. 0,32 m.

Der Anstieg des Wasserstands in der Messstelle der Bohrung RKB 2 ist im Vergleich zur Bohrung RKB 1 weniger sprunghaft, was auf eine verzögerte Reaktion des hydraulischen Systems mit geringerer Durchlässigkeit in diesem Bereich schließen lässt.

Hinweis: Die bisherige Messreihe über fünf Wochen liefert allerdings nur Trends und keine belastbaren Ergebnisse bzgl. des tatsächlichen Grundwasserschwankungsbereiches.

7.3 Bemessungswasserstand

Der Bemessungswasserstand definiert den höchsten zu erwartenden Wasserstand, der auf zukünftige Gebäude einwirken kann. Dabei werden die Höchststände des Hochwassers (HHW), des Grundwassers (HGW) und auch von Stauwasser in Form von Oberflächenwasser berücksichtigt.

Die Hochwassergefahrenkarte der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) weist für das zur Bebauung vorgesehene Areal keine direkten Überflutungsflächen aus. Nordöstlich im Bereich der Grabenstraße verläuft gemäß dem Kartendienst der LUBW der Mühlbach, welcher verdolt ist. Der HHW wird daher nicht weiter berücksichtigt.

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 aktuell angetroffenen Wasserständen empfohlen. Diese Werte mit Sicherheitszuschlag stellen den höchsten anzunehmenden Grundwasserstand (HGW) dar. Beim Ansatz eines Sicherheitszuschlags von 1,5 m auf den höchsten gemessenen Wasserstand bzw. Wasserzutritt liegt dieser hangseitig auf einer Höhe von 494,10 m ü. NN bzw. im talseitigen Bereich (BS 1, BS 2, RKB 1) auf 462,30 m ü. NN.

Hinweis: Der Bemessungswasserstand stellt ein temporäres Ereignis dar und repräsentiert keinen Dauerzustand. Wie bereits in Kapitel 7.1 ausgeführt, können absolute Grundwasserschwankungsbereiche nur über langjährige Messreihen ermittelt werden. Der Bemessungswasserstand ist deshalb nicht als Absolutwert, sondern als Handlungshilfe zu verstehen.

7.4 Versickerungsfähigkeit des Erdreichs / Ermittlung der Durchlässigkeit

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurden im Zuge der Baugrunduntersuchung zwei Sickertests im Baufeld hergestellt. Die Sickertests wurden als Schurfversickerung mit konstanter Einstauhöhe gemäß WIDERSPAHN (BDG Schriftreihe, Heft Nr. 15, 1997) durchgeführt (siehe Anl. 7).

Tab. 7: Ergebnis der Sickertests

Sickertest	k_f -Wert [m/s] (ungesättigt)	k_i -Wert nach DWA-A138 [m/s] (Korrekturfaktor hier $f_k = 0,5$)
SV 1	$8,8 \times 10^{-6}$	$4,4 \times 10^{-6}$
SV 2	$4,1 \times 10^{-7}$	$2,1 \times 10^{-7}$

Gemäß der DWA-A 138-1 (Regelwerk Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Arbeitsblatt A 138-1, 10.2024) ist ein Durchlässigkeitsbeiwert von $> 1 \times 10^{-6}$ m/s Voraussetzung für eine Versickerung mit zeitweiliger Zwischenspeicherung.

Gemäß den Ergebnissen aus dem Versuch SV 1 ist in diesem Bereich eine Versickerung aus ingenieurgeologischer Sicht möglich, allerdings sind die Bemessungswasserstände zu beachten. Der erforderliche Flurabstand ist zumindest temporär nicht gegeben, sodass mit einer Einstau zu rechnen ist. Im Bereich des Versuches SV 2 wurde der erforderliche Durchlässigkeitsbeiwert nicht erreicht,

Ein lokaler Aufstau ist auch bei ausreichender Durchlässigkeit aufgrund der überwiegend tonigen Böden nicht auszuschließen.

Hinweis: Eine Versickerung in Auffüllungen ist aufgrund eines möglichen mobilen und damit löslichen Schadstoffpotentials erfahrungsgemäß nicht genehmigungsfähig. Im Zuge der Erstellung möglicher Retentionsmulden sind daher sämtliche Auffüllungen auszubauen.

→ Beim derzeitigen Kenntnisstand scheint eine Versickerung gemäß den Vorgaben der DWA-A138-1 nicht möglich.

8 Schutz von Bauwerken gegen Durchfeuchtung

8.1 Unterkellerte Bauwerke bzw. ins Gelände einschneidende Bauwerksteile

Aufgrund des in Kap. 7.4 dargelegten Bemessungswasserstands kommen unterkellerte Gebäude sowohl im hangseitigen als auch im talseitigen Bereich innerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches zu liegen.

Für in das Gelände einschneidende Gebäude oder Bauwerksteile sind druckwasserdichte Maßnahmen gemäß DIN 18533-1:2017-07, Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe) und bei größerer Einbindung in den Grundwasserkörper nach W 2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe) vorzusehen.

Auf die Ausführungen in der DIN18533-1:2017-07, 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.

Bei der Ausführung einer druckwasserdichten Bauwerksabdichtung sind Kelleröffnungen oder Bauteile, die unter die zukünftige Geländeoberkante reichen, in das wasserundurchlässige Wannensystem einzubinden und mit einer Entwässerung für das Oberflächenwasser zu versehen.

8.2 Nicht ins Gelände einschneidende Bauwerke

Bei Gebäuden, die nicht ins Gelände einschneiden, geht beim derzeitigen Kenntnisstand keine Gefahr durch aufsteigendes Grundwasser aus. Bei diesen Bauwerken kann allerdings nur dann auf eine Dränung nach DIN 4095 verzichtet werden, wenn folgende 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.
- Unter der Bodenplatte eine kapillarbrechende Schicht (siehe Kap. 11.1) eingebracht wird und sichergestellt ist, dass sich in dieser kein Wasser einstauen bzw. dieses rückstaufrei abfließen kann.

Ist eine der Bedingungen nicht erfüllt, wird entweder eine Dränung nach DIN 4095 oder eine wasserundurchlässige Bodenplatte (W2.1-E) erforderlich. Zur Bemessung einer gegebenenfalls erforderlichen Dränung wird auf die DIN 4095 verwiesen.

Werden die oben genannten Bedingungen alle erfüllt, kann in Anlehnung an die DIN 18533-1:2017-07 auf eine Abdichtung der Bodenplatte, Wassereinwirkungsklasse W1-E (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und Wänden) verzichtet werden.

Auf die Ausführungen der genannten DIN 18533-1:2017-07, Kapitel 8.5.4.2 wird verwiesen.

9 Erdbebenzone

Gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg (1. Auflage 2005) sowie unter Berücksichtigung der zur Tiefe anstehenden Tonsteine können folgende Kennwerte angesetzt werden.

Tab. 8: Kennwerte der Erdbebeneinwirkung gemäß DIN EN 1998-1/NA:2023-11

Erdbebenzone	3
Bodenparameter S	1,2
Spektralbeschleunigung $S_{aP,R}$	3,6 m/s ²
Baugrundklasse	B (geringharte Festgesteine)
Untergrundklasse	R (Gebiete mit felsartigem Untergrund)

10 Bebauungs- und gründungstechnische Hinweise

10.1 Allgemeines

Da im Rahmen der bautechnischen Risikoabwägung generell nur ein grobes Raster an Untersuchungspunkten angelegt wird, können zur möglichen Bebauung lediglich allgemeine Hinweise erfolgen.

Eine bautechnische Risikobeurteilung ersetzt kein Baugrundgutachten nach DIN 4020 und HOAI für Einzelbauwerke, welches in der Erdbebenzone 3 und der daraus resultierenden geotechnischen Kategorie gemäß DIN 1054 für jedes Bauvorhaben Pflicht ist. Detailliertere Angaben erfordern deshalb ein engeres Aufschlussraster sowie tiefer reichende Aufschlüsse.

Entsprechende Gründungsvarianten sind in Abhängigkeit der Bauwerksdaten sowie detaillierter Erkundungen grundsätzlich rechnerisch zu überprüfen.

Unter der Annahme, dass die vorliegenden Untersuchungsergebnisse das gesamte Baufeld repräsentieren, können die nachfolgenden Ausführungen für die weitere Vorplanung herangezogen werden.

10.2 Bauwerksspezifische Voraussetzungen / Gründungshorizont

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen noch keine Unterlagen zu den geplanten Geschossfußbodenhöhen der Gebäude vor.

Nach den vorliegenden Planunterlagen ist im südöstlichen Bereich des Baugebiets die Errichtung mehrerer Gebäude über einer gemeinsamen Tiefgarage vorgesehen. Laut telefonischer Auskunft von Frau Auch (Baldauf Architekten) vom 02.09.2025 ist die Erdgeschossfußbodenhöhe (EFH) in etwa auf Niveau der Bahnhofstraße anzusetzen. Für die folgenden Betrachtungen wird eine mittlere EFH von rund 494,60 m ü. NN zugrunde gelegt. Die Untergeschossfußbodenhöhe (UFH) wird mit etwa 491,60 m ü. NN angenommen.

Auch die im nordwestlichen Teil geplanten Reihenhäuser sollen nach vorliegender Auskunft unterkellert ausgeführt werden. Welche Höhen hier anzusetzen sind, ist nicht bekannt.

Wie den Aufschlussprofilen und den Profilschnitten (siehe Anl. 3 und 4) zu entnehmen ist, stehen im gesamten Baufeld überwiegend tonige Auffüllungen über tonigen Böden von weicher bis maximal steifer Konsistenz. Diese Böden sind als eingeschränkt bis gering tragfähig bei hoher Setzungsneigung einzustufen.

→ Aufgrund der geringen Tragfähigkeit bei hoher Setzungsneigung ist eine Gründung über flache Streifen- oder Einzelfundamente weder setzungsarm noch wirtschaftlich zu realisieren, weshalb für unterkellerte Gebäude die Gründung über eine elastisch gebettete, wasserundurchlässige Bodenplatte vorrangig zu prüfen ist.

Diese bietet sich aufgrund der erforderlichen, wasserundurchlässigen Bauweise vermutlich ohnehin an (siehe Kap. 7). Allerdings ergeben sich bei Tiefgaragen und den hier anzunehmenden punktuell hohen Lasten gegebenenfalls erhebliche Verformungen, die bei Bedarf bautechnisch (erhöhter Bewehrungsanteil, erhöhte Plattenstärke etc.) auszugleichen sind, was einen höheren wirtschaftlichen Aufwand nach sich zieht.

→ Ist ein Lastabtrag mit den nachfolgend angegebenen Bettungsmoduln nicht zu realisieren, sind alternative Gründungen wie Bodenstabilisierungsmaßnahmen oder vertiefte Gründungen mit Lastabtrag in die Tonsteine zu prüfen. Höher tragfähige, geringer verwitterte Tonsteine wurden bisher allerdings nur punktuell in großer Tiefe > 5,7 m u. GOK aufgeschlossen.

Mögliche Gebäude ohne Unterkellerung kommen innerhalb bzw. auf oder über den vor Ort vorliegenden Auffüllungen zu liegen. Die meist anstehenden, steifen bis halbfesten Tone sind theoretisch als mäßig tragfähig bei hoher Setzungsneigung einzustufen, jedoch kann aufgrund der lokal stark schwankenden Zusammensetzung und Inhomogenität der Auffüllungen zum jetzigen Zeitpunkt und anhand des bisher erstellten Aufschlussrasters keine einheitliche Angabe zur Gründung innerhalb dieser erfolgen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Untergrundverhältnisse in den Profilschnitten schematisch sind. Die detaillierten Verhältnisse sind den Aufschlussprofilen (siehe Anl. 3) zu entnehmen. Die tatsächlichen Verhältnisse in den Zwischenbereichen sind während der Baumaßnahme zu überprüfen.

10.2.1 Plattengründung unterkellerte Gebäude / Tiefgarage

Aufgrund der drückenden Verhältnisse und der damit verbundenen, erforderlichen wasserundurchlässigen Bauweise bietet sich die Gründung über eine 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. Da keine Lastangaben vorliegen, wird nachfolgend eine überschlägige Ermittlung von Bettungsmoduln mit überschlägigen Lasten durchgeführt. Diese Annahmen sind durch die Tragwerksplanung zu überprüfen. Gegebenenfalls ist der/die Bettungsmodul(n) erneut zu ermitteln.

Bei den Setzungsberechnungen wurde eine mittlere Vorbelastung durch den Baugrubenaushub von 30 kN/m^2 angesetzt.

Im Randbereich der zukünftigen Bodenplatte (angenommene Breite der Tiefgarage ca. 80 m; Streifen 0,8 bis 1,0 m) wurde eine charakteristische Flächen- oder Kantenpressung von ca. 120 kN/m^2 angesetzt. Für höher belastete Stützen wurden 250 kN/m^2 für Fundamentmaße von 2 m x 2 m bis 3,0 m x 3,0 m angesetzt.

Geringer belastete Innenbereiche können erfahrungsgemäß vernachlässigt werden, da hier die Vorbelastung (OK Gelände bis OK Bodenplatte) des Untergrundes durch den Aushub der Baugrube in weiten Bereichen in der Größenordnung der Flächenpressung liegt. Die Setzungen gehen in diesem Fall gegen Null, der Bettungsmodul wird theoretisch unendlich groß.

Aufgrund der lokal variierenden Konsistenzen im Untergrund wurden die Bettungsmoduln exemplarisch für eine Gründung in tendenziell weichen Tonen ermittelt.

- Randbereich: Bei einer Lage der Aushubsohle in weichen Tonen wurde ein Bettungsmodul k_s von 3,7 bis 4,2 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 4 MN/m³) bei rechnerischen Verformungen von ca. 3 cm ermittelt (siehe Anl. 5.1).
- Stützen: Im Bereich hoch belasteter Stützen wurden Bettungsmoduln k_s von 2,6 bis 3,5 MN/m³ (mittlerer Bettungsmodul ca. 3 MN/m³) bei rechnerischen Verformungen von 7,1 (!) bis 9,4 (!) cm ermittelt (siehe Anl. 5.2).

→ Die ermittelten Bettungsmoduln können für eine Vorbemessung zur weiteren Planung herangezogen werden. Zu beachten sind die hohen Verformungen.

Generell gilt: 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.

10.3 Alternative Gründungsvarianten

Wie bereits oben ausgeführt, ist mit hohen Verformungen bei einer Flachgründung zu rechnen, die gegebenenfalls unterstützende oder alternative Maßnahmen erforderlich machen.

Auch hier gilt: Für detailliertere Angaben sind ein größeres Aufschlussraster sowie tiefer reichende Aufschlüsse und vorzugsweise konkrete Lastangaben erforderlich.

10.3.1 Tiefgründige Bodenverbesserung unter einer elastisch gebetteten Bodenplatte

Unter einer elastisch gebetteten Bodenplatte bieten sich tiefgründige Bodenverbesserungen mit Schotter-Rüttel- oder Schotter-Stopf-Säulen oder CSV-Säulen an. Die Säulen sind bis auf die Festgesteine in Tiefen (Annahme ≥ 3 m) unter der Gründungssohle zu führen.

Solch ein System kann flächig oder punktuell unter der Bodenplatte als „Setzungsbremse“ eingebaut werden. Ob auch eine Erhöhung der Tragfähigkeit mit solch einer Verbesserung gegeben ist, muss mit dem jeweiligen Hersteller geklärt werden.

Da es sich hierbei um ein verdrängendes Verfahren handelt, fällt kein Aushub an. Dieser Sachverhalt ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen.

Eine Vermörtelung ist aufgrund der ungünstigen Böden im oberflächennahen Untergrund und der damit verringerten Stützwirkung gegebenenfalls erforderlich. Aufgrund der lokal ungünstigen Konsistenzen ist auch zu prüfen, ob ein Nassverfahren (replacement method) notwendig wird.

Die letztendliche Ausführungsvariante ist durch die Tragwerksplanung mit der jeweiligen Spezialtiefbaufirma in Abhängigkeit von den letztendlichen Lasten und tatsächlichen Verformungen abzustimmen.

Die Tiefenlage ist vom sogenannten Rammkriterium abhängig, d.h. die Säule wird bis in die Tiefe geführt, bei der der erforderliche Widerstand für den geplanten Lastabtrag erreicht wird. Im vorliegenden Fall bis auf die verwitterten Festgesteinswechsellagerungen, welche in größeren Tiefen (s.o.) einsetzen. Entscheidend für den Einsatz sind letztendlich die abzutragenden Lasten.

Erfahrungsgemäß können die Setzungen über solch ein Verfahren („Setzungsbremse“) auf 1,5 cm begrenzt werden. Beispiel: Bei diesem Ansatz kann bei einer angenommenen Flächenpressung von 150 kN/m² im Randbereich ein überschlägiger Bettungsmodul k_s von 10 MN/m³ zur Vorbemessung angesetzt werden.

Gegebenenfalls ergeben sich auch geringere Setzungen, dann erhöhen sich auch die Bettungsmoduln. Dieser Sachverhalt ist mit der Spezialtiefbaufirma abzustimmen.

Für eine Vorbemessung der Säulenlängen können die Aufschlussprofile und die schematischen Profilschnitte vorbehaltlich eines interpolierten Schichtverlaufs herangezogen werden.

Die letztendliche Festlegung des Säulenrasters und die Einbindung sind in Abhängigkeit von den statischen Erfordernissen (z. B. Fundamentplan, Fundamentbemessung), durch eine Fachfirma (Spezialtiefbau) und den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunduntersuchung zu ermitteln.

Anmerkung: Bei der Durchführung dieses Verfahrens wird von den Spezialtiefbaufirmen die Herstellung eines befahrbaren Planums gefordert.

10.3.1 Duktile Gusspfähle

In weichen Böden liegt nur eine geringe undränierete Kohäsion vor, welche keine ausreichende seitliche Bettung und damit keine Knicksicherheit gewährleistet. Dieses Verfahren kann beim derzeitigen Kenntnisstand erfahrungsgemäß nicht zur Ausführung kommen.

10.3.2 Brunnengründung

Da eine klassische Vertiefung über Betonplomben bis auf die Festgesteine durch eine eingeschränkte Standsicherheit von Fundamentgräben in weichen Böden nicht gewährleistet ist, sind vertiefte Einzelfundamente als sogenannte Brunnengründungen zu konzipieren.

Bei Brunnengründungen wird ein kreisförmiger oder elliptischer Querschnitt mit den Grundrissabmessungen von ca. 0,6 bis > 5 m in den Untergrund bis in große Tiefen hergestellt (abgeteuft). Damit ist es möglich, Bauwerkslasten bei nicht standfestem Untergrund in größere Tiefen abzuleiten. Bei der Herstellung werden die unterschiedlichsten Verfahren angewendet, wobei der Unterschied hauptsächlich in der Art der Stützung des Erdreichs besteht. Brunnenringe werden oben aufgesetzt und mit den darunterliegenden Ringen verbunden. Dabei wird der Aushub innerhalb der Ringe mit einem Rundgreifer fortgesetzt. Die Brunnenringe sacken infolge ihres Gewichtes nach und stützen somit das Erdreich.

Für eine überschlägige Vorbemessung unter der Annahme zur Tiefe anstehender geringer verwitterter Tonsteine kann bei einer Fundamentsohle auf verwitterten Tonsteinen ein Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ 950 bis 1035 kN/m² bei Setzungen von 1,8 bis 3,2 (!) cm angesetzt werden (siehe Anlage 5.3). In der nachfolgenden Tabelle sind die Berechnungsergebnisse sowie begrenzte Sohlwiderstände für angenommene maximal zulässige Setzungen von 2 cm auszugsweise dargestellt:

Tab. 9: *Überschlägige Sohlwiderstände und resultierende Setzungen / Brunnengründung / Einzelfundamente / vertiefte Einbindung / Gründung auf verwittertem Tonstein*

Fundamentbreite [m]	0,8 x 0,8	1,0 x 1,0	1,2 x 1,2	1,4 x 1,4
Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	950	980	1010	1035
Setzung [cm]	1,9	2,3	2,8	3,2
abgeminderter Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] bei einer maximal zulässigen Setzung von 2 cm	-	850	740	660

- Die Berechnungen zum Sohlwiderstand wurden als Rechteckfundamente durchgeführt. Bei Bedarf ist der Flächeninhalt zu ermitteln und auf Kreisfundamente umzurechnen.
- Bei einer Ausnutzung des Sohlwiderstands sind ab Fundamentbreiten von $\geq 0,8$ m Setzungen über 2 cm einzukalkulieren, die gegebenenfalls bauwerksunverträglich sein können. Erfahrungsgemäß wird eine Begrenzung des Sohlwiderstands für diese Fundamente erforderlich (siehe Tab. 9).
- Soll eine Brunnengründung in die weitere Planung einbezogen werden, sind tiefere Aufschlüsse zur detaillierten Bestimmung der Felsgüte zwingend erforderlich, um verlässliche Angaben zu Sohlwiderständen und resultierenden Setzungen ermitteln zu können.

10.4 Pfahlgründung

Sollte eine Pfahlgründung geprüft werden, sind auch hierfür tiefere Aufschlüsse zur detaillierten Bestimmung der Felsgüte und der daraus resultierenden felsmechanischen Parameter zwingend erforderlich, um ein Pfahlraster auf ein Minimum beschränken zu können.

10.5 Allgemeine Angaben

- Alle angegebenen Sohlwiderstände beziehen sich auf lotrecht und mittig belastete Fundamente. Bei ständig außermittig belasteten Fundamenten ist die Fundamentfläche gemäß DIN 1054 auf eine Teilfläche zu beziehen.
- Die Einbindetiefe errechnet sich von Oberkante Bodenplatte oder Oberkante Gelände, je nachdem was tiefer liegt, bis Unterkante Fundament. Eine Verringerung der Einbindung hat eine Abnahme des Sohlwiderstands zur Folge.

- Eine frostfreie Gründung mit einer Mindesteinbindung von $\geq 1,0$ m ist in frostgefährdeten Bereichen grundsätzlich vorzusehen. Bei einer Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte ist auf eine Frostschürze in frostgefährdeten Bereichen zu achten.
- Vertiefte Fundamenteinbindungen, die > 2 m betragen, dürfen bei der erdstatischen Berechnung nur mit maximal 2 m berücksichtigt werden. Größere Einbindetiefen haben unrealistische Sohlwiderstände zur Folge.
- Bei Einzelfundamenten zu beachten: Quadratische Fundamente weisen einen höheren Sohlwiderstand auf als rechteckige Fundamente. Bei rechteckigen Einzelfundamenten bitten wir um Rücksprache bzgl. des ansetzbaren Sohlwiderstands.
- Fundamente sind unmittelbar nach dem Aushub zu betonieren. Offenstehende Fundamentgräben können bereits nach kürzester Zeit ihre Standsicherheit verlieren.
- Ein maßgenaues Lösen der Auffüllungen ist erfahrungsgemäß nicht möglich. Hier sind Nachbrüche einzukalkulieren, die zu einer Massenmehrung führen und bei der Verwertung bzw. Entsorgung von Aushubmaterial zu berücksichtigen sind.
- Der Schichtverlauf in den Profilschnitten wurde aus den punktuellen Aufschlussesdaten interpoliert. Die tatsächlichen Verhältnisse in den Zwischenbereichen sind während der Baumaßnahme zu überprüfen.

10.6 Setzungsdifferenzen

Die Setzungsdifferenzen betragen bei den oben dargestellten Bettungsmoduln und Sohlwiderstände vermutlich bei $> 1,0$ cm und sind daher durch die Tragwerksplanung auf ihre Bauwerksverträglichkeit zu prüfen.

Tab. 10: 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

11 Ausführungshinweise

11.1 Tragschicht / Geländeauffüllungen

In Abhängigkeit vom Gründungskonzept ist gegebenenfalls ein gesonderter Bodenaufbau unter Bodenplatten 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!).

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) wahlweise aus einem Gemisch der Körnung 2/45 bzw. 5/45 mm (Schottertragschichtmaterial ohne Feinkornanteil 0/2 bzw. 0/5 mm, abweichend zur DIN 4095) herzustellen.

Um eine Befahrbarkeit oder einen lagenweisen, gut verdichteten Einbau des Tragschichtkoffers gewährleisten zu können, ist im Bereich von weichen Böden eine Stabilisierung des Erdplanums einzukalkulieren. Hierzu kann beispielsweise eine Lage „Schroppen“ in einer Stärke von ca. 0,2 m im Erdplanum eingebaut werden. Diese ist mit einem Trennvlies der Georobustheitsklasse GRK 3 zu überdecken, bevor der eigentliche Einbau der Tragschicht erfolgt. Alternativ kann die Aushubsole an diesen Stellen bis auf die Festgesteinsoberkante vertieft werden. In diesem Fall ist ein Trennvlies der Georobustheitsklasse GRK 2 (oder höherwertig) vor dem Tragschichtauftrag auf dem Erdplanum zu verlegen, um die kapillarbrechende Wirkung der Tragschicht zu erhalten.

Der Mutterboden ist vor dem Auftrag von Tragschichten im Bereich von oberflächennahen Außenanlagen (Wege, Carports etc.) abzuschieben.

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

11.2 Freie Baugrubenböschung gemäß DIN 4124

Nicht verbaute Baugruben und Leitungsgräben mit einer Tiefe von > 1,25 m bzw. 1,75 m müssen nach DIN 4124 mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Folgende Böschungswinkel können bei den angetroffenen Böden angesetzt werden:

Tab. 11: Böschungswinkel

Boden / Festgestein	Böschungswinkel
weiche Böden / Kiese	45°
steife und halbfeste Böden / stark verwitterte Tonsteine	60°
Tonsteine, verwittert	70°
Tonsteine, bergfrisch	80°

Der jeweils ungünstigste Böschungswinkel ist maßgeblich für die darüber liegenden Horizonte. Eine lokale Versteilung innerhalb der Böschung ist nicht zulässig.

Bei Wasserzutritten aus dem Erdreich sind die Böschungswinkel gegebenenfalls weiter abzumindern.

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

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). Hierbei wird insbesondere auf eine unbelastete Böschungskrone hingewiesen.

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.

→ Die Angaben gelten vorbehaltlich entsprechender räumlicher Gegebenheiten, die eine freie Böschung mit den angegebenen Winkeln erlauben. Dies ist im Zug der weiteren Planung zu prüfen.

11.3 Erdplanum

Die lokal oberflächennah angetroffenen Tragschotter sowie kiesige Auffüllungen mit geringem Feinkornanteil sind erfahrungsgemäß weitgehend witterungsunempfindlich.

Die in den übrigen Bereichen anstehenden Tone sowie tonigen Auffüllungen sind an der Erdoberfläche als sehr witterungsempfindlich einzustufen. Die zur Tiefe folgenden Tonsteine sind „veränderliche“ Festgesteine und neigen bei Wasserzutritten oder Wassereinstau zu einem schnellen Verlust ihrer Gefügesteifigkeit und zu Aufweichungen. Das Erdplanum ist in diesen Bereichen deshalb gegen ein Aufweichen, z. B. durch eingestautes Wasser oder vor Auflockerungen durch ein unsachgemäßes Lösen zu schützen. Gegebenenfalls sind aufgeweichte Bereiche vor dem Aufbringen der Tragschicht abzuschleifen, aufgelockerte Bereiche zu verdichten.

11.4 Wasserhaltung

Aufgrund der festgestellten Wasserstände in den Aufschlüssen ist für unterkellerte Bauwerke und Bauwerksteile eine Wasserhaltung zwingend vorzusehen. Gegebenenfalls ist eine offene Wasserhaltung zur Ableitung von Grund- und Oberflächenwasser über Sickergräben und Pumpensümpfe möglich.

Im Rahmen starker Regenfälle oder nach der Schneeschmelze können die der Baugrube zuströmenden Wassermengen stark ansteigen, was durch die kontinuierliche Grundwassermessung in der Bohrung RKB 1 bestätigt wurde. In regenarmen Monaten ist ein Trockenfallen der Baugrube nicht völlig auszuschließen.

Eine seriöse Angabe zu tatsächlich anfallenden Wassermengen ist beim derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich.

Gegebenenfalls sind unterkellerte Bauteile während der Bauphase mit Flutöffnungen zu versehen, um ein unerwünschtes Aufschwimmen bei steigenden Wasserständen im Zuge von Baumaßnahmen zu vermeiden. Die Flutöffnungen sind so zu konzipieren, dass sie nach Abschluss der Baumaßnahme druckwasserdicht verschlossen werden können.

11.5 Verwertung von Aushubmaterial

Vor einer Verwertung von Bodenaushub ist das Material auf seine umweltchemische sowie seine bauphysikalische Eignung zu prüfen.

Eine Verwertung des Aushubmaterials auf dem Baugrundstück selbst ist aus umweltchemischen Gesichtspunkten grundsätzlich möglich, sofern keine sensorischen Auffälligkeiten dagegensprechen.

11.5.1 Umweltchemische Bewertung

11.5.1.1 Grundlagen

Seit Inkrafttreten der Mantelverordnung (August 2023) ist Erdaushub je nach geplanter Verwertung oder Entsorgung nach unterschiedlichen Regelwerken zu untersuchen:

- **Verwertung in technischen Bauwerken außerhalb des Standortes** (z. B. Lärmschutzwälle, Bauwerksgründungen, Linienbauwerke): Untersuchung nach der **Ersatzbaustoffverordnung (EBV, 2021)**; diese Parameter entsprechen den üblichen Ausschreibungsgrundlagen nach VOB.
- **Entsorgung auf einer Deponie**: Untersuchung nach der **Deponieverordnung (DepV, 2009)**.
- **Annahmestellen** können darüber hinaus eigene Anforderungen festlegen, die die genannten Regelungen ergänzen oder verschärfen.

Vor jeder Verwertung oder Entsorgung ist daher die jeweilige Annahmestelle durch den Verwerter/Entsorger zu kontaktieren, um den erforderlichen Untersuchungsumfang (abhängig von der Aushubmenge) abzustimmen. Gegebenenfalls ist das Material separat zu lagern und gemäß LAGA PN 98 am Haufwerk erneut zu beproben; die Proben sind anschließend für eine abschließende Deklaration nach den Vorgaben der Annahmestelle zu untersuchen.

11.5.1.2 Umweltchemische Einstufung

Bei den vorliegenden Ergebnissen handelt es sich um eine Vordeklaration für die Ausschreibungsarbeiten, eine Verwertung oder Entsorgung kann mit den vorliegenden Ergebnissen zwar beim Verwerter oder Entsorger angefragt, aber nicht zugesichert werden.

Bei der Baugrunderkundung ergaben sich Auffälligkeiten in den oberflächennahen Auffüllungen in Form von diversen bodenfremden Bestandteilen (siehe Anl. 3), die eine Verwertung von Aushubmaterial erschweren können. Die darunter folgenden natürlichen Böden zeigten lokal organische Beimengungen in Form von Holzresten. Auch bei unauffälligen Böden ist eine Belastung mit verwertungsrelevanten Schadstoffen, selbst natürlicher Art (geogen), nie völlig auszuschließen.

Im Hinblick auf eine abfallrechtliche Bewertung von zukünftigem Aushubmaterial wurden aus den aufgeschlossenen Böden Proben der Auffüllungen und der natürlichen Böden je Aufschluss entnommen. Es wurden zwei Sammelproben aus den Auffüllungen der Bohrungen RKB 1, RKB 2 und dem Schurf BS 2 sowie aus dem Schurf BS 1 und BS 3 bis BS 6 gebildet. Aus den natürlichen Böden aller Aufschlüsse wurde eine weitere Sammelprobe zusammengeführt. Die drei Proben wurden umweltchemischen Analysen nach den Parametern der EBV für Bodenmaterial (Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke [Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV], 09. Juli 2021) zugeführt.

Der Laborprüfbericht (3727463) kann in der Anlage 6 eingesehen werden.

- Auffüllungen

Bei den Auffüllungen handelt es sich vorwiegend um tonige Böden und untergeordnet Kiese und Tragschotter. Gemäß Tabelle 3, Fußnote 2 der EBV (Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke [Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV], 09. Juli 2021) sind für Bodenmaterial, das nicht spezifisch den Bodenarten Ton, Lehm/Schluff oder Sand zugeordnet werden kann, die Materialwerte der Bodenart „Lehm/Schluff“ heranzuziehen.

Sammelprobe: RKB 1+2 + BS 2 / MP-A

In der untersuchten Sammelprobe RKB 1+2 + BS 2 / MP wurde ein erhöhter PAK-Gehalt (Summe polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe) von 170 mg/kg im Feststoff festgestellt, der nach den Materialwerten der EBV für Bodenmaterial zu einer Einstufung in die Materialklasse > BM-F3 führt.

Damit im Zusammenhang stehend, wurden ein erhöhter PAK₁₅-Gehalt von 20 µg/l im Eluat [BM-F3] sowie erhöhte Gehalte der PAK-Einzelverbindungen Benzo[a]pyren von 9,6 mg/kg [BM-0*] und Naphtalin/Methylnaphtalin von 5 µg/l [BM-F0*] festgestellt. Des Weiteren zeigt die Probe einen geringfügig erhöhten TOC-Gehalt von 1,02 Ma.-% [BM-F0*] sowie einen geringfügig erhöhten Arsengehalt von 21 mg/kg [BM-F0*].

Das Material ist aufgrund des hohen PAK-Gehalts nicht für eine Verwertung geeignet und muss einer Entsorgung nach Deponieverordnung zugeführt werden.

Gemäß der Deponieverordnung (Verordnung über Deponien und Langzeitlager [Deponieverordnung - DepV], 27. April 2009 [BGBl. I S. 900], zuletzt geändert am 3. Juli 2024 [BGBl. 2024 I Nr. 225]), § 6 Absatz 1a erfüllt Bodenmaterial der Klasse BM-F3 automatisch die Zuordnungskriterien der Deponieklasse DK I.

Für die vorliegende Einstufung > BM-F3 können gemäß der Handlungshilfe Deponieverordnung (LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 1. Auflage, Karlsruhe, Stand September 2024) Absatz 4.2.4 „Analyseprotokoll“ überschrittene Materialwerte nach EBV direkt nach DepV eingestuft. Der erhöhte PAK-Gehalt im Feststoff führt nach den Zuordnungswerten der Handlungshilfe organische Schadstoffe (Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stand Mai 2012) zu einer Einstufung in die Deponieklasse **DK I**.

Sammelprobe BS 1+3-6 / MP-A

Die Sammelprobe BS 1 + BS 3 bis BS 6 / MP weist einen erhöhten PAK-Gehalt (Summe polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe) von 20 mg/kg im Feststoff auf, der nach den Materialwerten der EBV für Bodenmaterial zu einer Einstufung in die Materialklasse **BM-F3** führt.

Damit im Zusammenhang stehend wurde ein erhöhter Gehalt der PAK-Einzelverbindungen Benzo[a]pyren von 1,6 mg/kg [BM-0*] festgestellt. Des Weiteren zeigt die Probe einen geringfügig erhöhten Nickel-Gehalt von 56 mg/kg [BM-0*].

Gemäß der Deponieverordnung (Verordnung über Deponien und Langzeitlager [Deponieverordnung - DepV], 27. April 2009 [BGBl. I S. 900], zuletzt geändert am 3. Juli 2024 [BGBl. 2024 I Nr. 225]), § 6 Absatz 1a erfüllt Bodenmaterial der Klasse BM-F3 automatisch die Zuordnungskriterien der Deponieklasse DK I.

- Natürliche Böden

Sammelprobe BS 1+2 + BS 1-5 / MP-B

Bei den natürlichen Böden handelt es sich vorwiegend um tonige Auensedimente und Verwitterungshorizonte sowie zur Tiefe um Tonsteine, stärker kiesige Horizonte wurden nur untergeordnet angetroffen. Die Tonsteine setzen sich aus Tonmineralen zusammen, die das physikalische und chemische Verhalten des Aushubmaterials bestimmen. Daher sind trotz der grobkörnigen Zusammensetzung des Tonsteinbruchs aus gutachterlicher Sicht die Zuordnungswerte der Bodenart „Ton“ heranzuziehen.

In der analysierten Probe wurde eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit von 598 $\mu\text{S}/\text{cm}$ festgestellt. Es wird auf die Fußnote 4 der Tabelle 3 der Anlage 1 der Ersatzbaustoffverordnung verwiesen, nach der es sich hier nicht um einen Grenzwert, sondern um einen stoffspezifischen Orientierungswert handelt. Die Ursache der Abweichung zum Orientierungswert ist mit den vorliegenden Ergebnissen jedoch nicht abschließend zu beurteilen. Aus gutachterlicher Sicht kann die erhöhte elektrische Leitfähigkeit im vorliegenden Fall toleriert werden.

In der Probe wurde ein geringfügig erhöhter TOC-Gehalt von 1,66 Ma.-% festgestellt. Es wird auf die Fußnote 7 der Tabelle 3 der Anlage 1 der Ersatzbaustoffverordnung verwiesen, nach der es sich auch hier nicht um einen Grenzwert, sondern um einen stoffspezifischen Orientierungswert handelt. Die erhöhten organischen Gehalte sind auf die biogenen Pflanzenreste innerhalb der Auensedimente zurückzuführen. Für

eine mögliche Verwertung des Materials wird, wie in der Fußnote beschrieben, auf § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) verwiesen. Aus gutachterlicher Sicht kann der erhöhte TOC-Gehalt im vorliegenden Fall toleriert werden.

In der untersuchten Probe wurde ein erhöhter Arsengehalt von 24 mg/kg im Feststoff festgestellt, der nach den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung für Bodenmaterial zu einer Einstufung in die Klasse **BM-F0*** führt.

Des Weiteren wurde ein erhöhter Nickelgehalt von 85 mg/kg im Feststoff gemessen [BM-0*].

Es wird auf § 21 „Behördliche Entscheidung“ der EBV hingewiesen, gemäß dem durch die zuständige Fachbehörde im Einzelfall günstigere Einbauweisen zugelassen werden können sowie flächenhafte Überschreitungen der Materialwerte berücksichtigt werden können, wenn nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit sowie schädliche Bodenveränderungen auszuschließen sind. Die Arsen- und Nickelgehalte wurden im Feststoff, nicht aber im Eluat festgestellt, weshalb diese als mineralisch gebunden und nicht mobil bzw. wasserlöslich zu betrachten sind. Ein nachteiliger Einfluss auf das Grundwasser kann daher aus gutachterlicher Sicht ausgeschlossen werden. Auch eine schädliche Bodenveränderung ist auszuschließen, wenn das Material an einem Standort mit einer vergleichbaren geogenen Hintergrundbelastung verwertet wird. Das trifft auf Tonstein-Formationen des Unteren-, Mittleren- und Oberen Jura zu.

Unabhängig hiervon ist eine Verwertung des Aushubmaterials entsprechend der in der EBV angegebenen Einbauweisen möglich.

Gemäß der Deponieverordnung (Verordnung über Deponien und Langzeitlager [Deponieverordnung - DepV], 27. April 2009 [BGBl. I S. 900], zuletzt geändert am 3. Juli 2024 [BGBl. 2024 I Nr. 225]), § 6 Absatz 1a erfüllt Bodenmaterial der Klassen BM-F0* und BM-0* automatisch die Zuordnungskriterien der Deponieklasse DK 0.

11.5.2 Bauphysikalische Eignung

Die nachfolgenden Hinweise gelten unabhängig von einer möglichen Schadstoffbelastung, die einen Wiedereinbau unter umweltrechtlichen Gesichtspunkten ausschließen kann.

- **Kiese und Steine** lassen sich setzungsarm verdichten, sind jedoch bei erhöhtem Feinkornanteil nicht frostsicher. Ein Wiedereinbau sollte daher bevorzugt unterhalb der Frosteindringtiefe von ca. 1,0 m u GOK erfolgen.
- **Tone** sind aufgrund ihrer Frostempfindlichkeit (vgl. Kap. 4) sowie gemäß ZTVE-StB 17 nicht für einen frostsicheren Wiedereinbau geeignet. Gleiches gilt für **Tonsteine**, die oberflächennah rasch ihre Gefügefestigkeit verlieren.

- Für **setzungsarme Arbeitsraumverfüllungen** ist grundsätzlich ein gut verdichtbares und oberhalb der Frosteindringtiefe frostsicheres Material zu verwenden. Der Einbau hat lagenweise ($\leq 0,30$ m) mit ausreichender Verdichtung zu erfolgen.
- Bei der Planung und Ausführung von **befestigten Außenflächen und Grabenverfüllungen** sind Frostsicherheit und Tragfähigkeit des Aufbaus sicherzustellen.
- Sollten aus wirtschaftlichen Gründen **ungeeignete Materialien** wiederverwendet werden, darf dies nur unterhalb der Frosteindringtiefe oder in Bereichen erfolgen, in denen Frost-Tau-Wechsel und Setzungen toleriert werden können.
- **Mutterboden** ist ausschließlich außerhalb von Bauwerken, z. B. zur Geländeneivellierung, wieder einzubauen.

Für die Wahl der Materialien und die Verdichtungsanforderungen wird 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

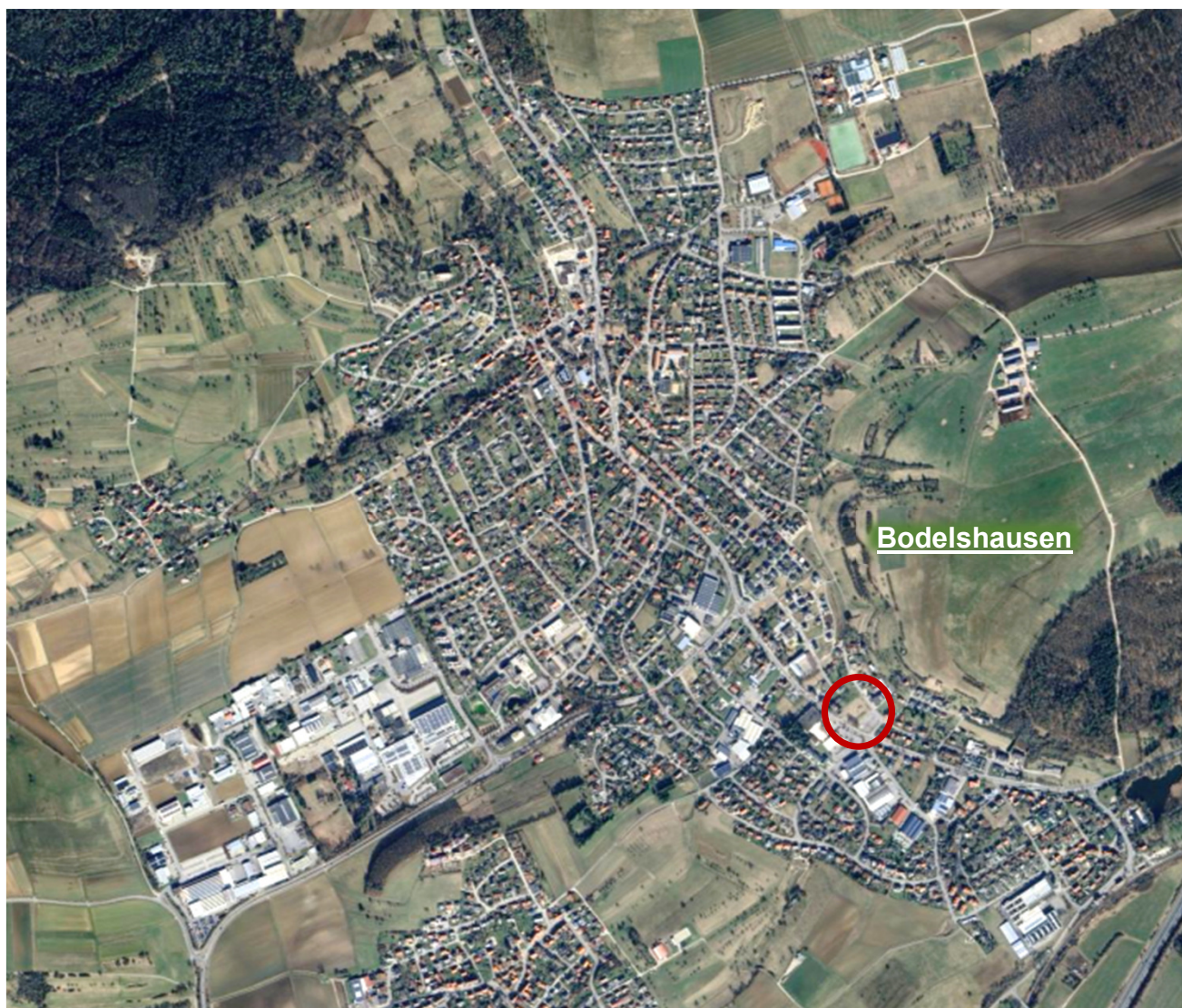
H. Terton



M. Sc. Johannes Hecker

Anlagen

Anl. 1: Geografische Lage des Untersuchungsgebietes



Zeichenerklärung:



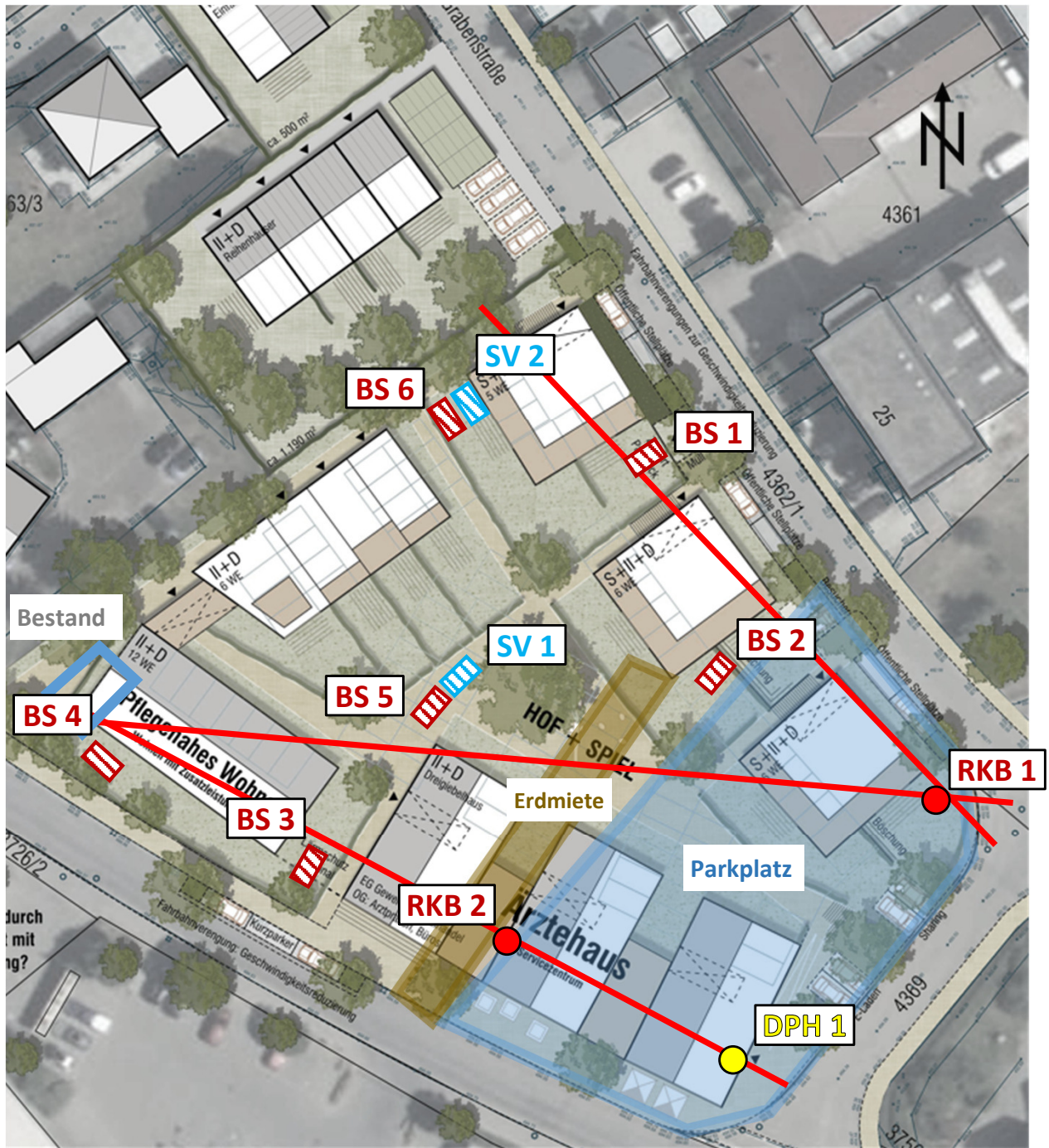
Lage des
Untersuchungsgebietes

Kartengrundlage:
Google Satellit






Projekt:	BV Baugebiet Grabenstraße Flst. 4364, 4365, 4366-4368 & 4242/2 72411 Bodelshausen	
Projekt-Nr.:	B 25 22 02	
Planinhalt:	Geographische Übersicht	
Anlage:	1	Maßstab: o. M.
Datum:	23.07.2025	Bearbeiter: 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. 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten und Profilschnitten



Zeichenerklärung:

-  Profilschnitt
-  Rammkernbohrung (RKB)
-  Rammsondierung (DPH)
-  Baggerschurf (BS)
-  Sickerversuch (SV)

Kartengrundlage:

Städtebauliches Konzept, erstellt durch Baldauf Architekten und Stadtplaner GmbH, Stuttgart, Stand 22.04.2025

Projekt:	BV Baugebiet Grabenstraße, Flst. 4364, 4365, 4366-4368 & 4242/2 72411 Bodelshausen	
Projekt-Nr.:	B 25 22 02	
Planinhalt:	Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnitt	
Anlage:	2	Maßstab: o. M.
Datum:	23.07.2025	Bearbeiter: 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. 3: Grafische Darstellung der Aufschlusspunkte

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten

	Auffüllung, A		Mutterboden, Mu
	Ton, T, tonig, t		Schluff, U, schluffig, u
	Sand, S, sandig, s		Kies, G, kiesig, g
	Tonstein, Tst		






Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

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

Konsistenz

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





Homogenbereiche nach DIN 18300

- A** Mutterboden (organischer Oberboden)
- B** tonige Böden (tonigen Auffüllungen, Auenlehme, Verwitterungshorizonte)
- C** grobkörnige Böden (kiesige und steinige Auffüllungen)
- D** Festgesteine (Tonsteine)

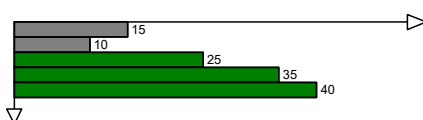
Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)

- | | |
|------------------------------------|--|
| 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

Rammdiagramm

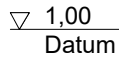
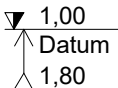
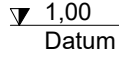
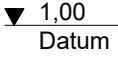
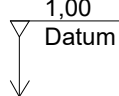


Farben

	locker
	mitteldicht
	dicht

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

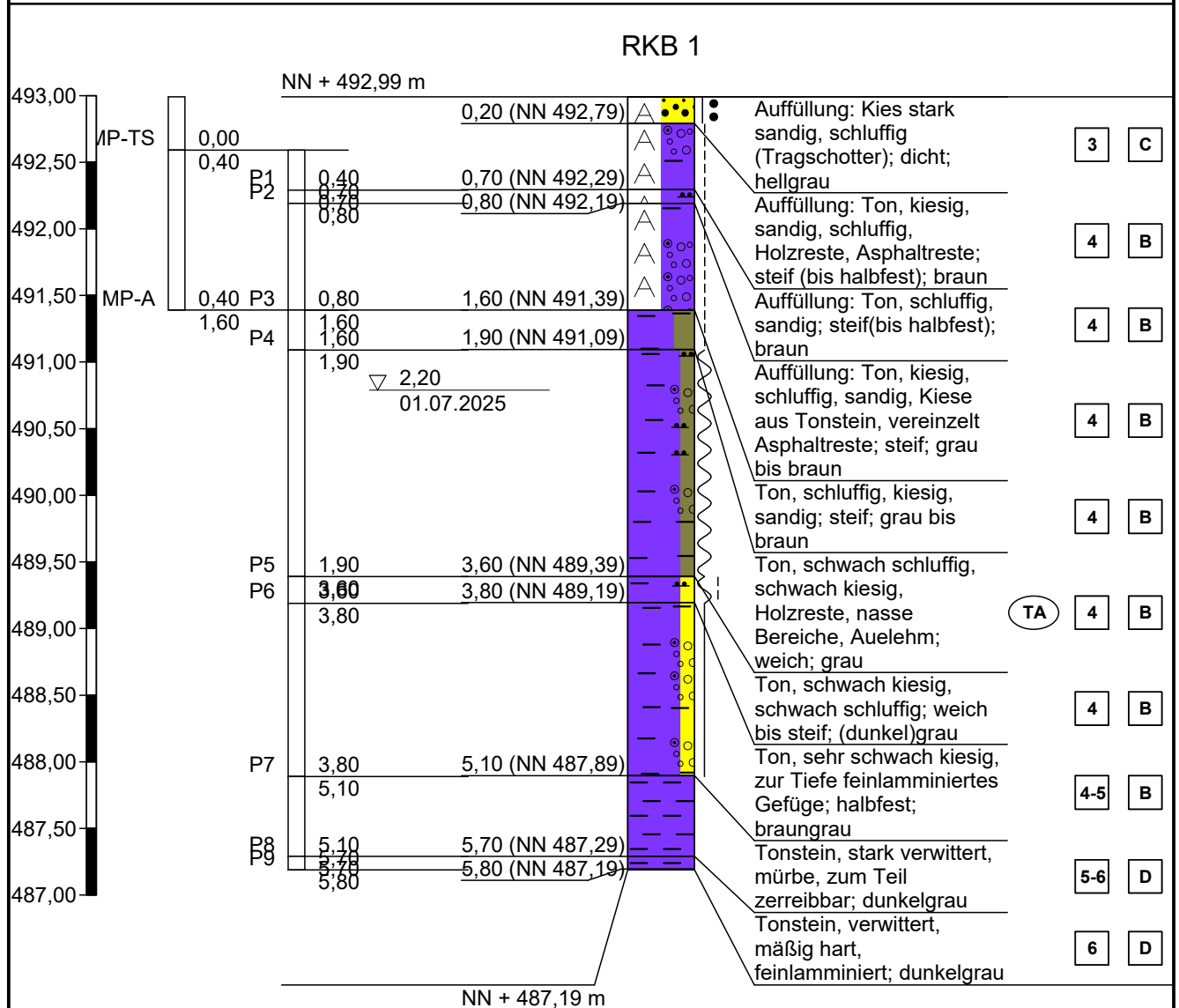
Grundwasser

 <p>Grundwasser am Datum in 1,00 m unter Gelände angebohrt</p>	 <p>Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am Datum</p>
 <p>Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am Datum</p>	 <p>Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch</p>
 <p>Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände</p>	

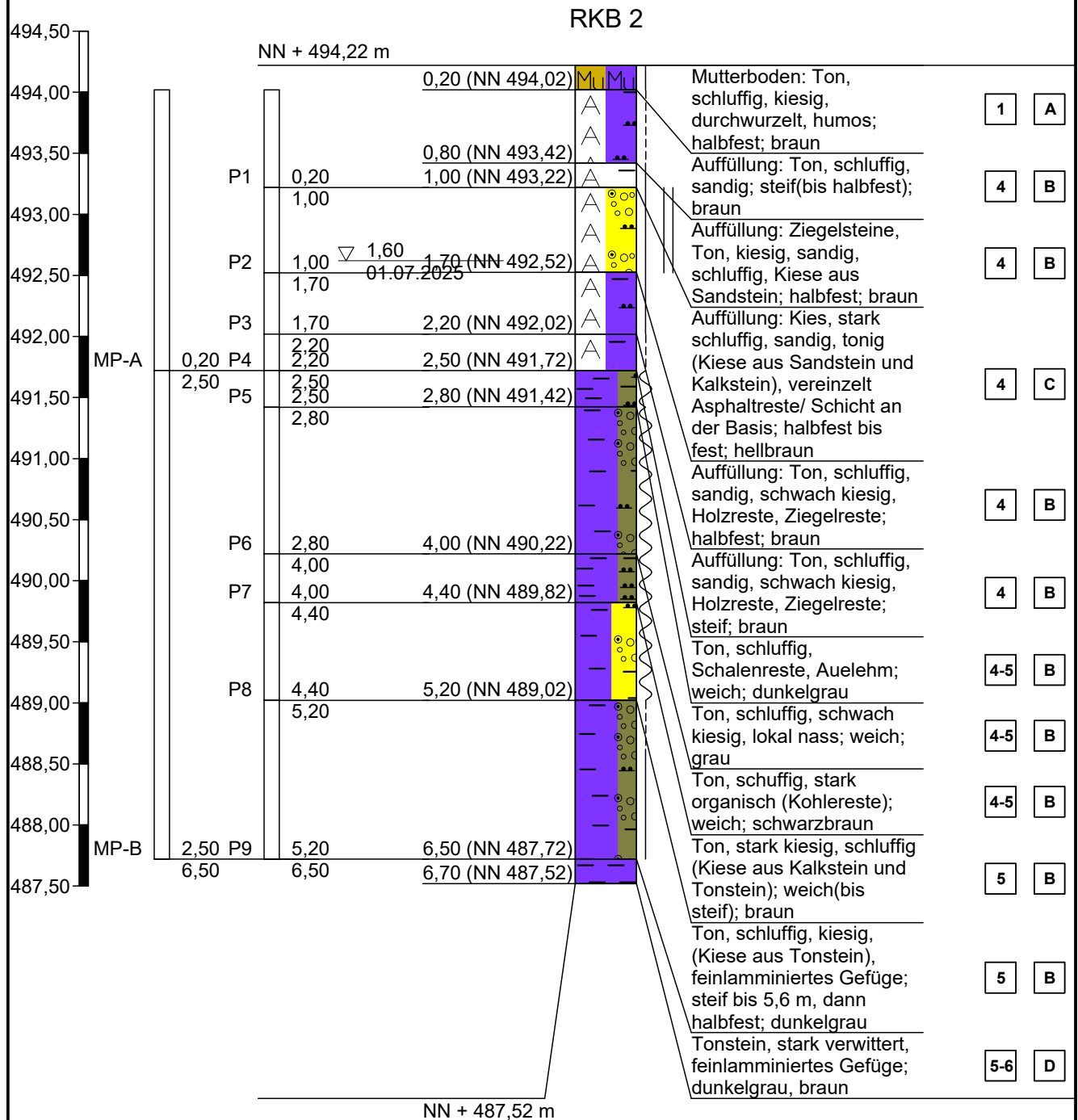
Bodengruppe nach DIN 18196

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)	[] Auffüllung aus natürlichen Böden
A Auffüllung aus Fremdstoffen	

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023

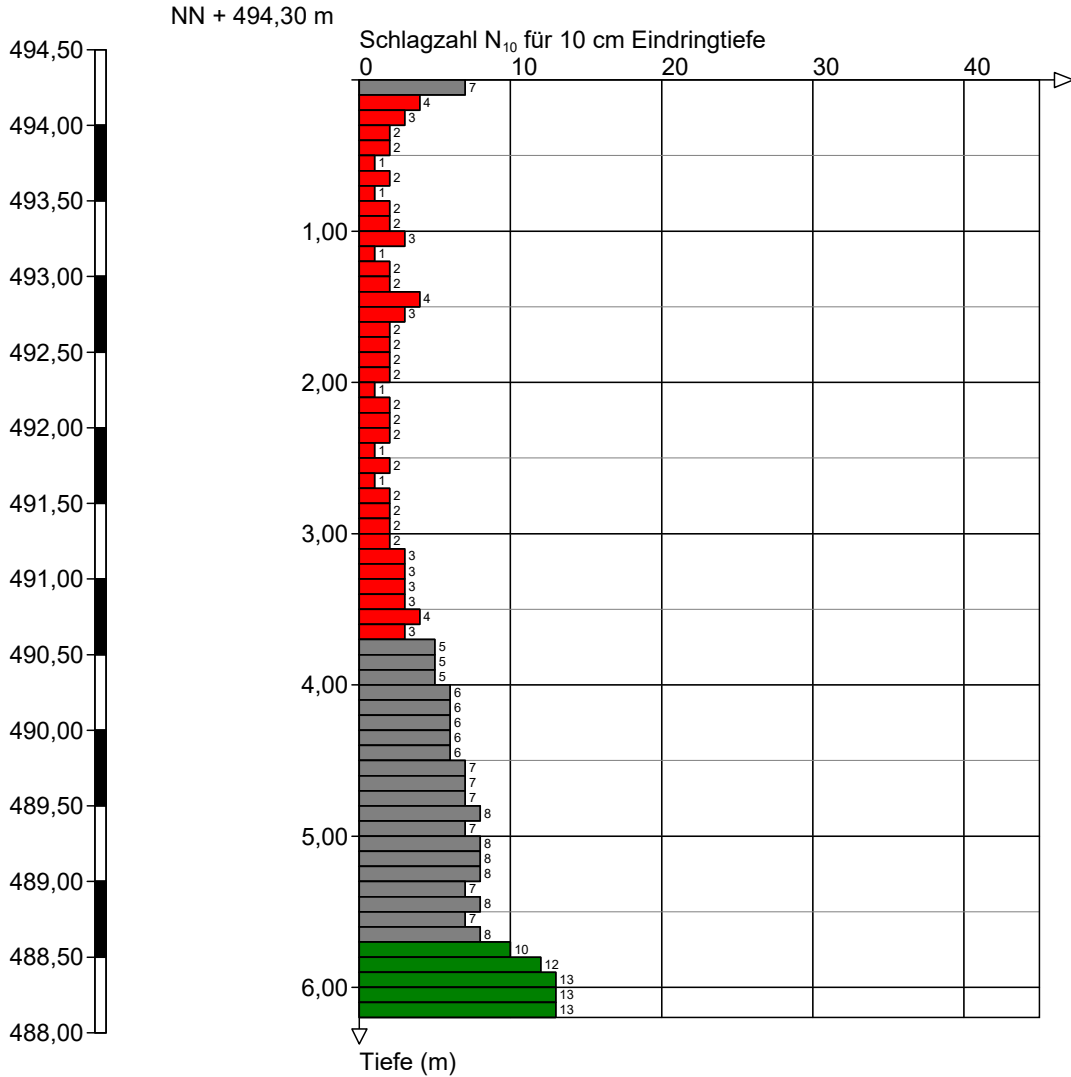


Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



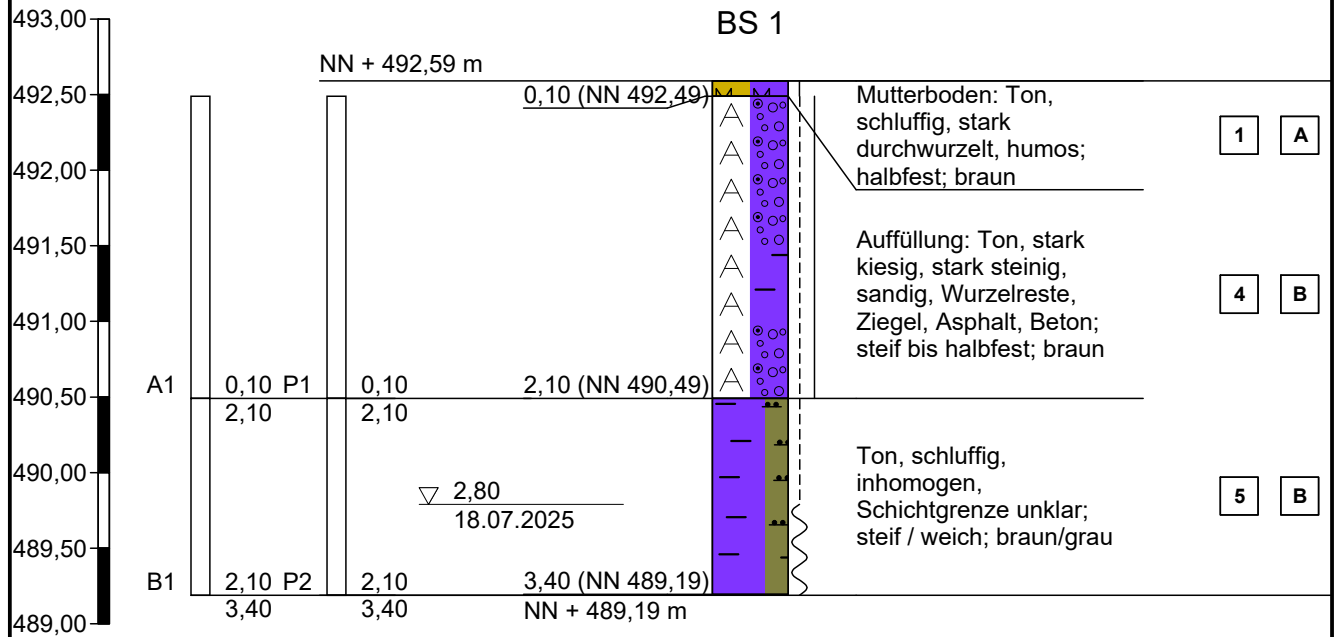
Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023

DPH 1



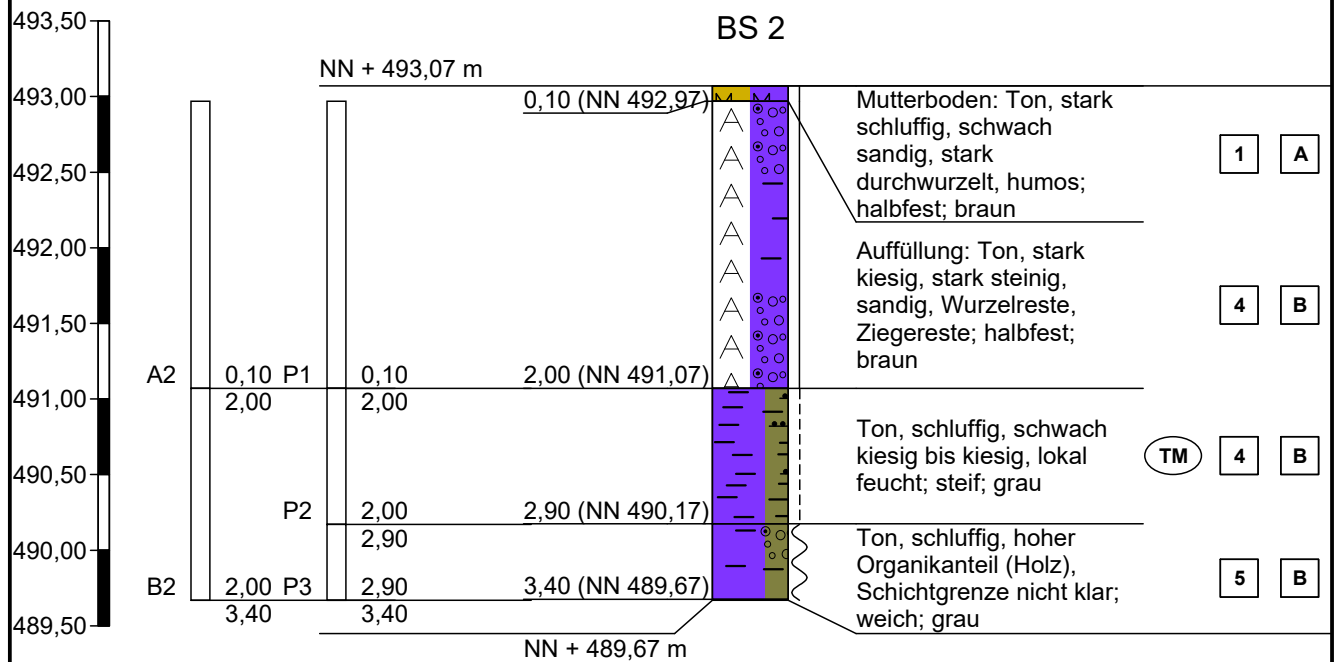
Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023

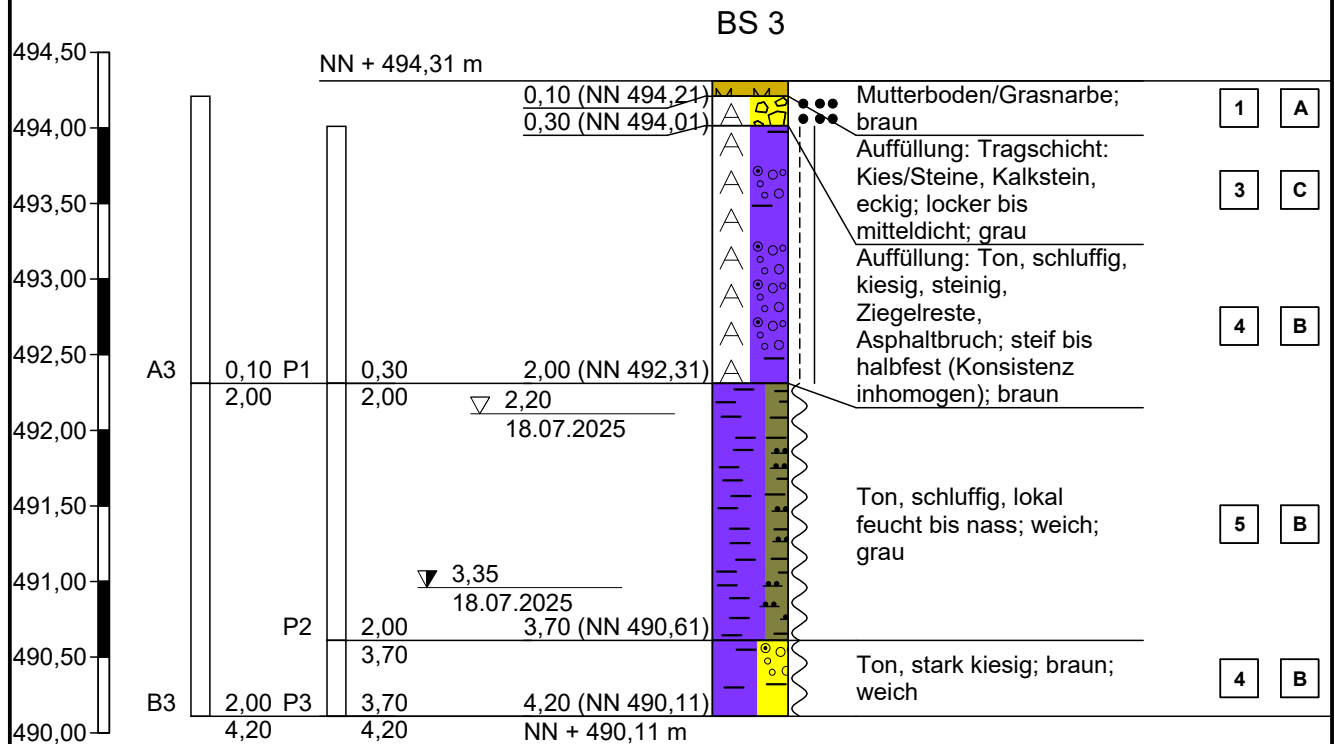


Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023

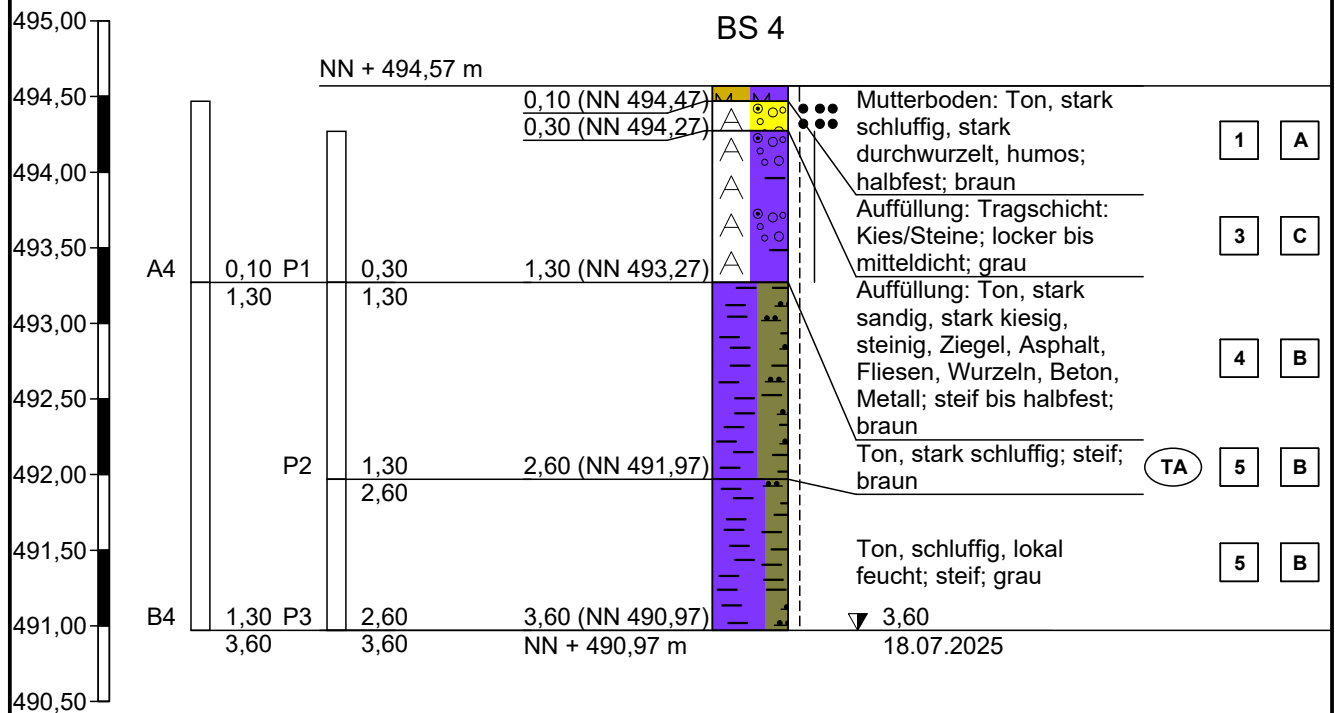


Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



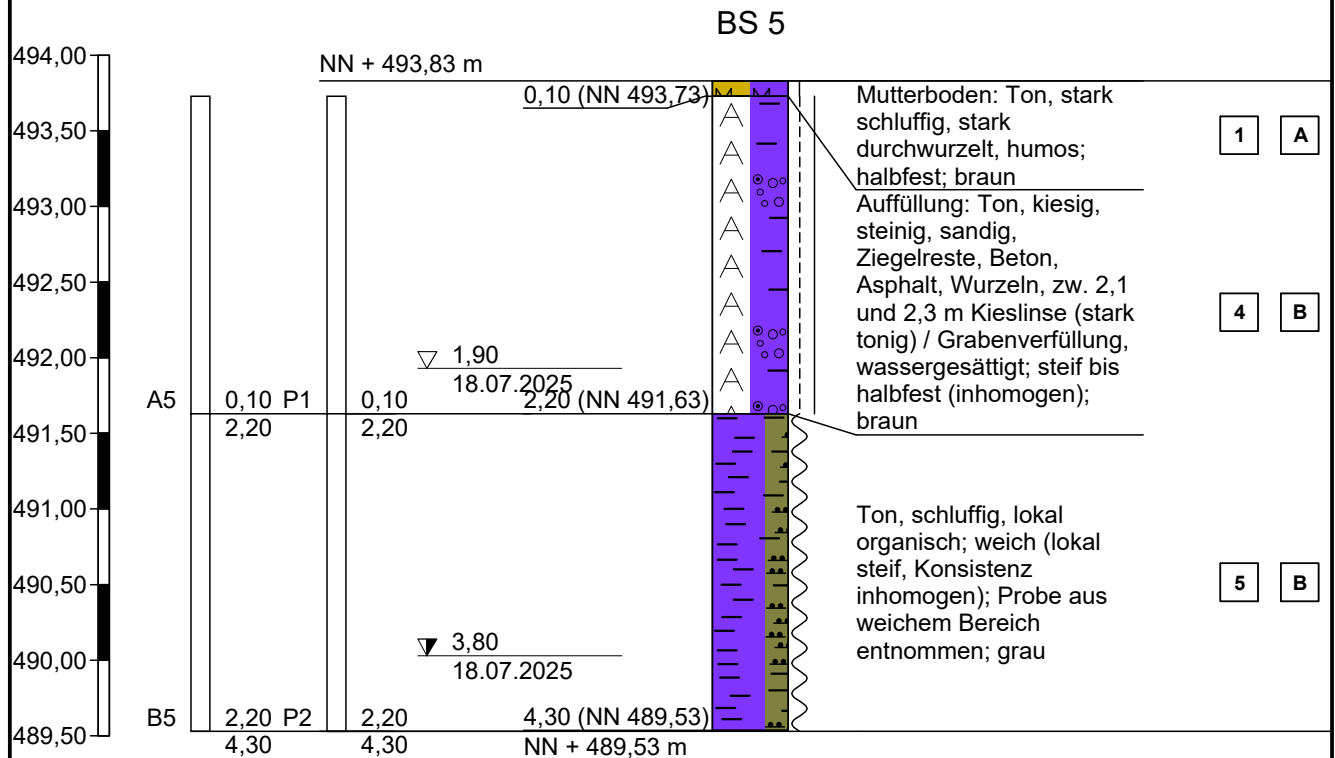
Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



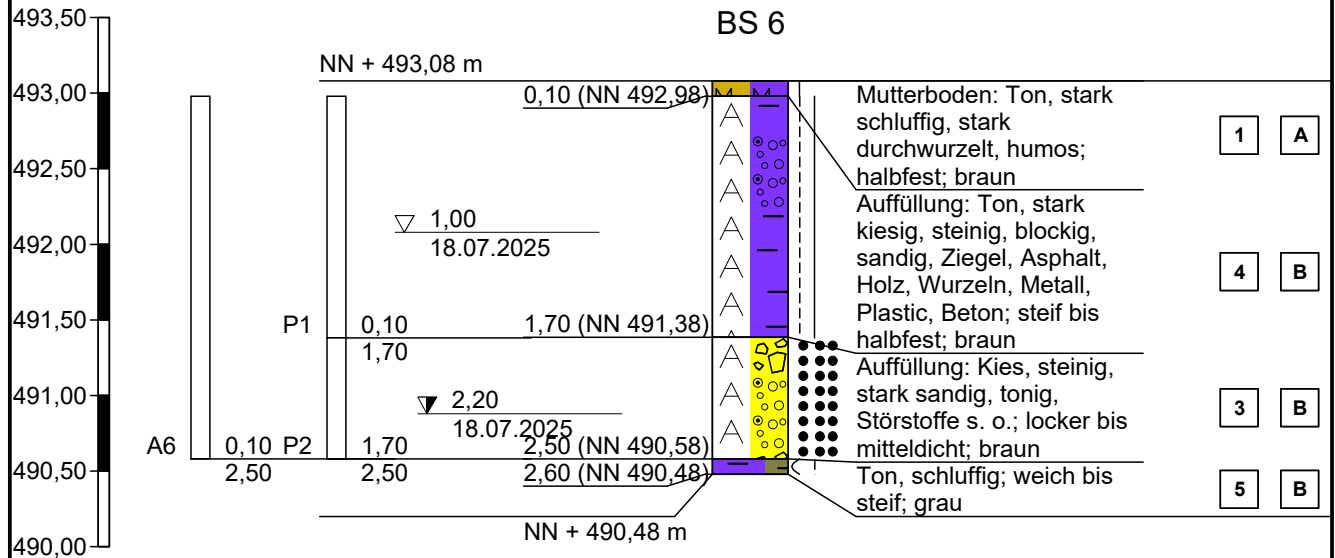
Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



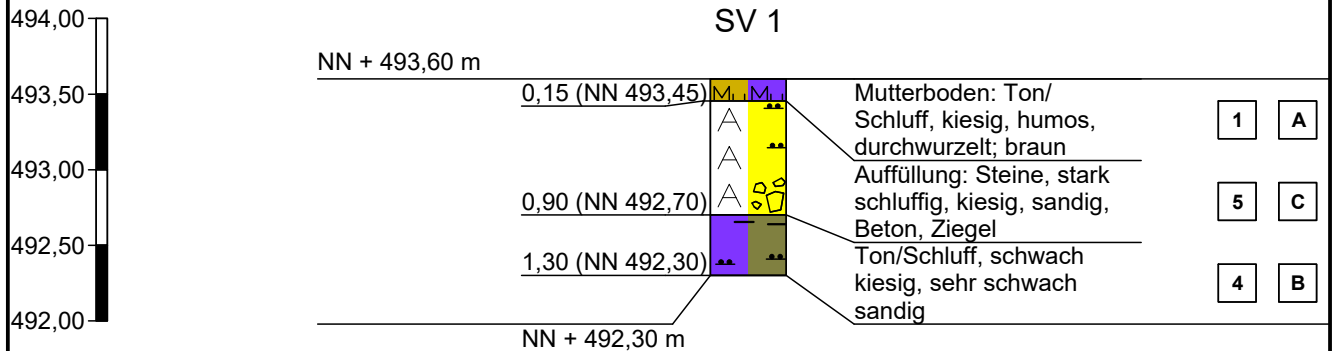
Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



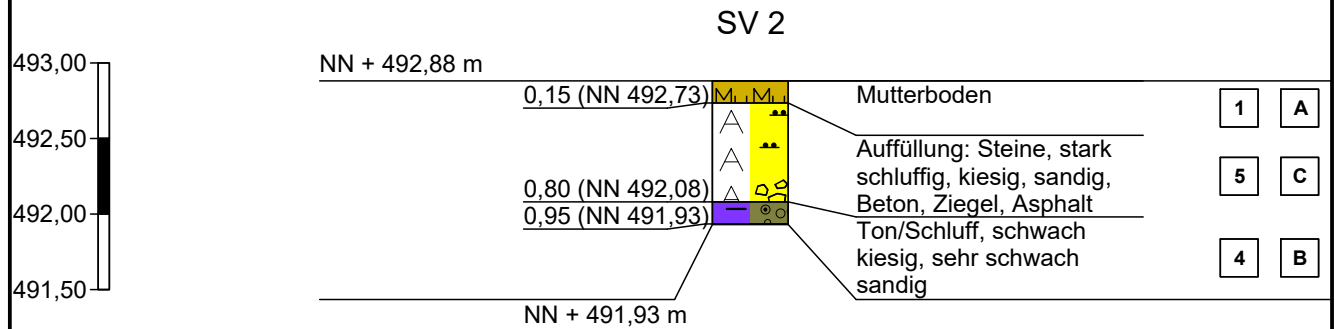
Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Aufschlüssen nach DIN 4023



Höhenmaßstab 1:50

Anl. 4: Geotechnische Profilschnitte (schematisch)

Profilschnitt - Aufschlüsse nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 250 V = 1 : 125 (Achtung: 2-fach überhöht)

BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09

HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09

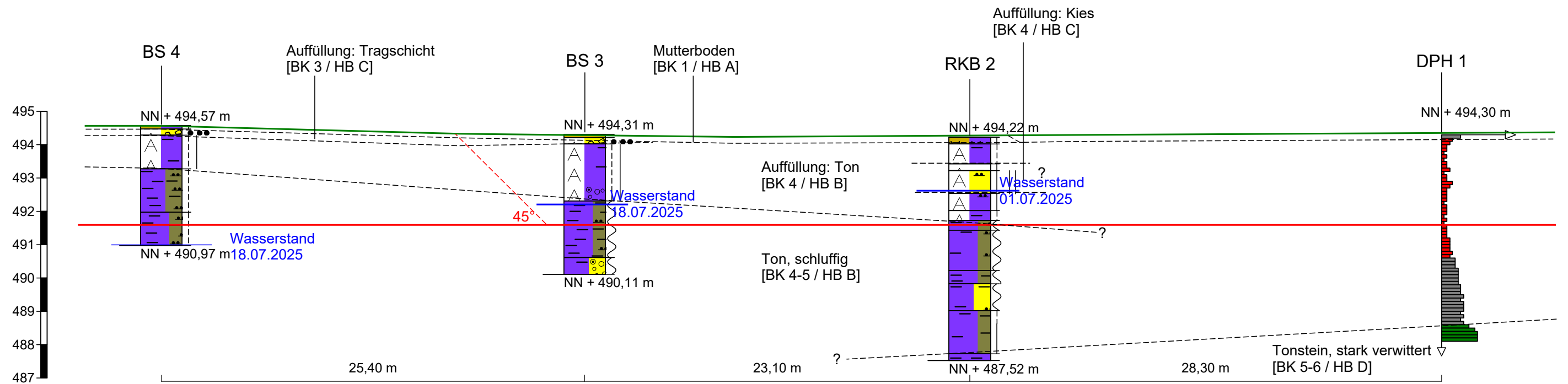
übrige Legende siehe Anl. 3

- interpolierte Schichtflächen
- angenommene Untergeschossfußbodenhöhe
- - - - - Böschungswinkel im Bauzustand

Nordwest

südlicher Schnitt

Südost



Profilschnitt - Aufschlüsse nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 300 V = 1 : 150 (Achtung: 2-fach überhöht)

BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09

HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09

übrige Legende siehe Anl. 3

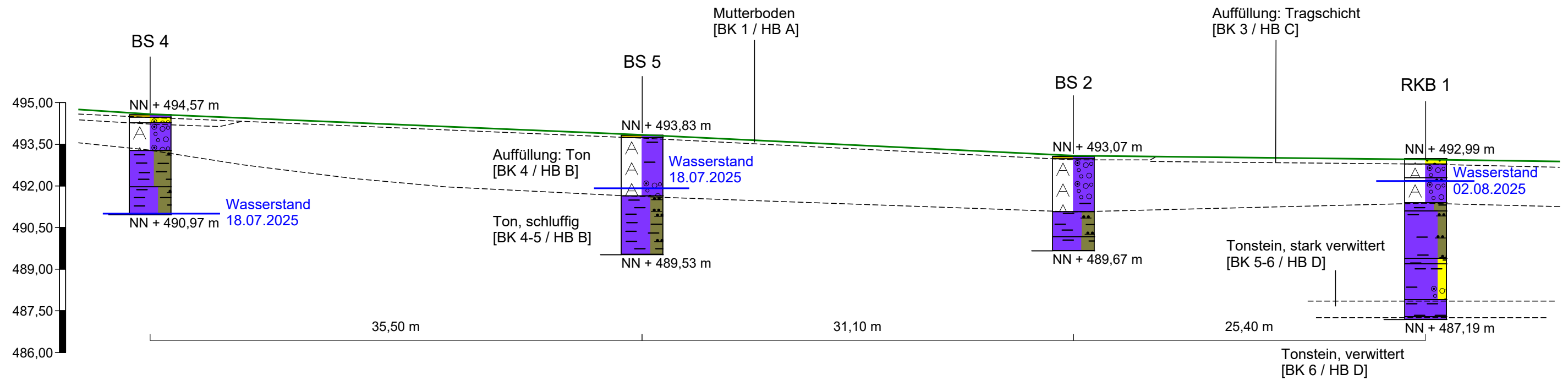
----- interpolierte Schichtflächen

— angenommene Untergeschossfußbodenhöhe

- - - - - Böschungswinkel im Bauzustand

West

Ost



Profilschnitt - Aufschlüsse nach DIN 4023

Maßstab H = 1 : 250 V = 1 : 125 (Achtung: 2-fach überhöht)

BK = Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09

HB = Homogenbereich nach DIN 18300:2019-09

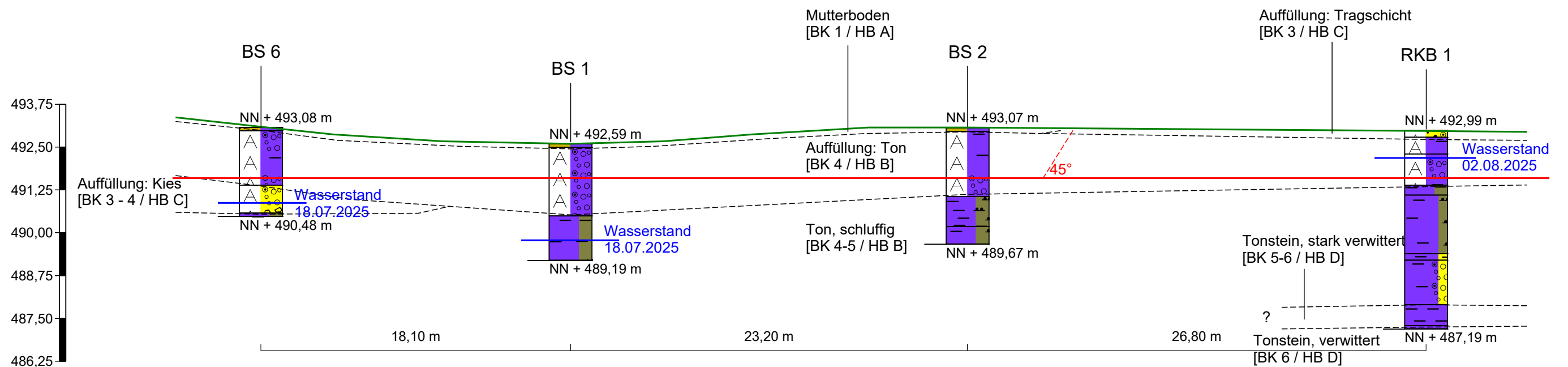
übrige Legende siehe Anl. 3

- interpolierte Schichtflächen
- angenommene Untergeschossfußbodenhöhe
- - - - - Böschungswinkel im Bauzustand

Nordwest

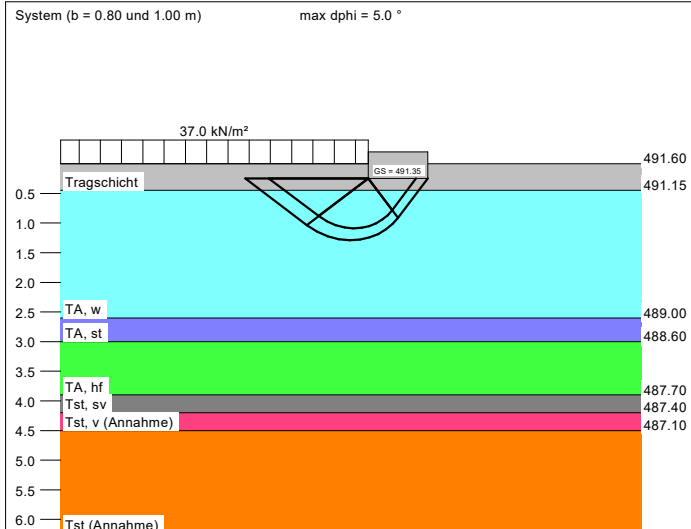
nördlicher Schnitt

Südost



Anl. 5: Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.0/12.0	32.5	0.0	0.00	80.0	Tragschicht
	17.5/7.5	15.0	5.0	0.00	3.0	TA, w
	18.5/8.5	15.0	10.0	0.00	6.0	TA, st
	19.5/9.5	15.0	15.0	0.00	10.0	TA, hf
	21.0/11.0	20.0	15.0	0.00	12.0	Tst, sv
	22.0/12.0	25.0	15.0	0.00	15.0	Tst, v (Annahme)
	23.0/13.0	30.0	20.0	0.00	30.0	Tst (Annahme)



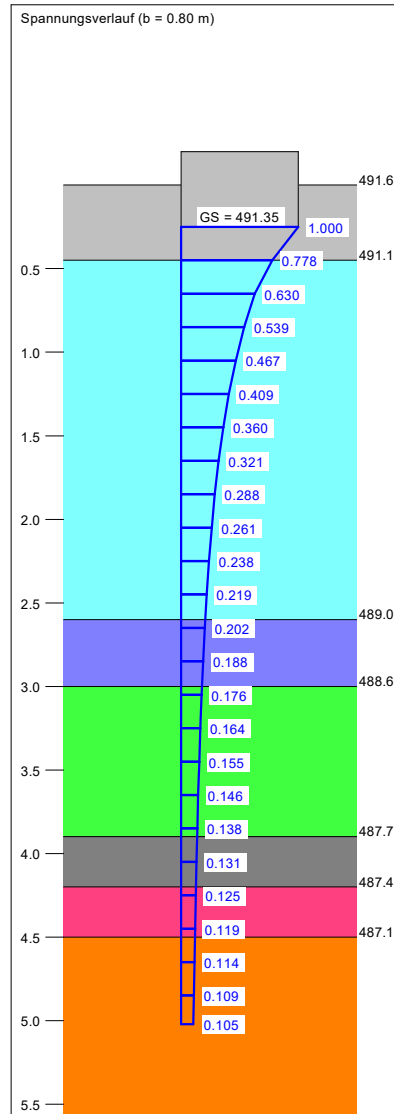
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ ₂ [kN/m ³]	σ _ü [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
80.00	0.80	120.0	96.0	2.82 *	16.2 **	4.06	9.06	40.00	5.02	1.09	4.2
80.00	0.90	120.0	108.0	3.05 *	16.0 **	4.16	8.91	40.00	5.27	1.19	3.9
80.00	1.00	120.0	120.0	3.26 *	15.9 **	4.24	8.78	40.00	5.50	1.29	3.7

* Vorbelastung = 30.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

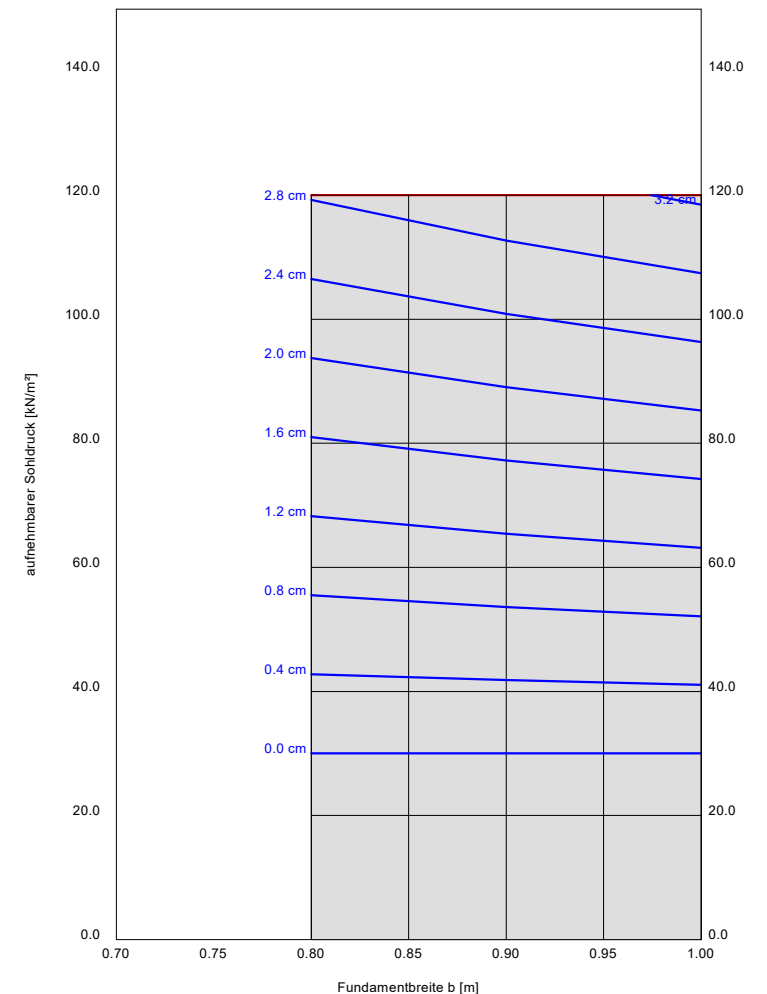
zul σ = σ_{R,k} / (γ_{R,v} · γ_(G,Q)) = σ_{R,k} / (1.40 · 1.35) = σ_{R,k} / 1.89

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

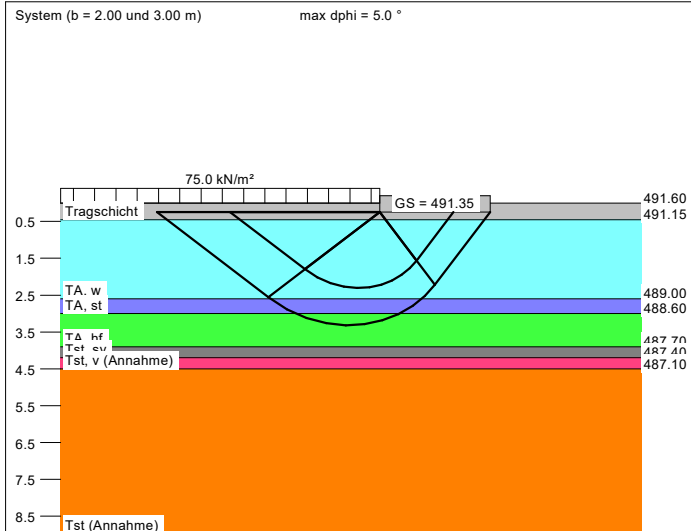


Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.1, PG, Rand, T, w
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 80.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 zul sigma auf 120.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 491.60 m
 Gründungssohle = 491.60 m
 Grundwasser = 491.60 m
 Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.0/12.0	32.5	0.0	0.00	80.0	Tragschicht
	17.5/7.5	15.0	5.0	0.00	3.0	TA, w
	18.5/8.5	15.0	10.0	0.00	6.0	TA, st
	19.5/9.5	15.0	15.0	0.00	10.0	TA, hf
	21.0/11.0	20.0	15.0	0.00	12.0	Tst, sv
	22.0/12.0	25.0	15.0	0.00	15.0	Tst, v (Annahme)
	23.0/13.0	30.0	20.0	0.00	20.0	Tst (Annahme)



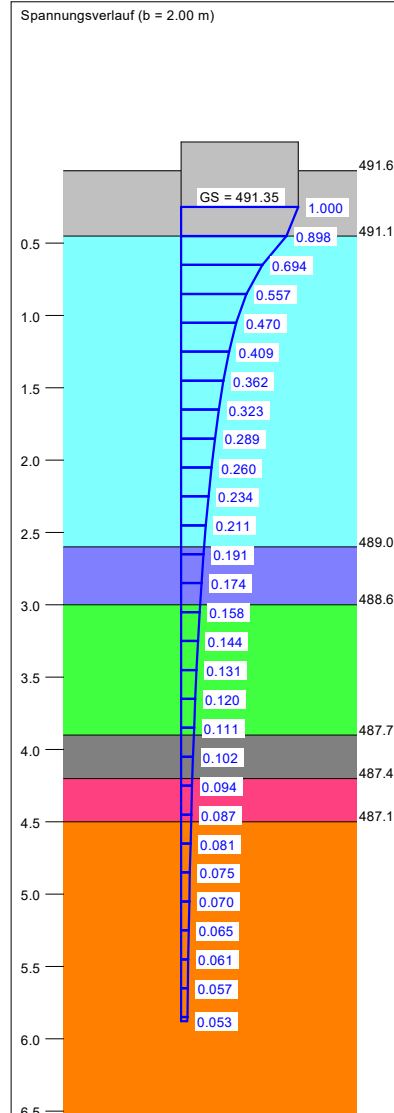
a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ ₂ [kN/m ³]	σ _ü [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
2.00	2.00	250.0	1000.0	7.06 *	15.4 **	4.62	8.17	78.00	5.88	2.30	3.5
2.50	2.50	250.0	1562.5	8.33 *	15.3 **	5.82	8.07	78.00	6.66	2.81	3.0
3.00	3.00	250.0	2250.0	9.43 *	15.3 **	7.97	8.10	78.00	7.38	3.32	2.6

* Vorbelastung = 30.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

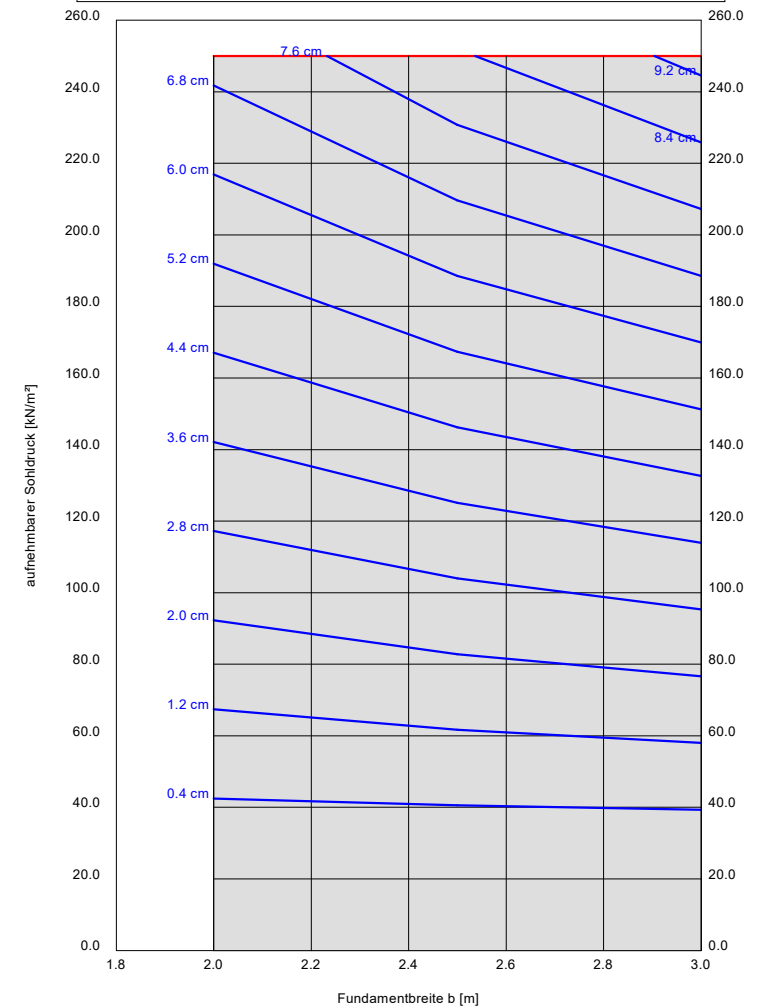
zul σ = σ_{R,k} / (γ_{R,v} · γ_(G,Q)) = σ_{R,k} / (1.40 · 1.35) = σ_{R,k} / 1.89

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

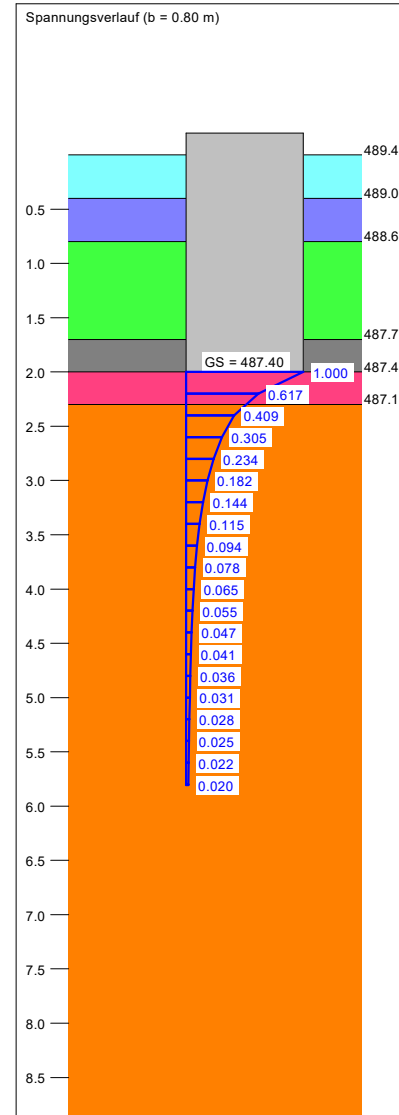
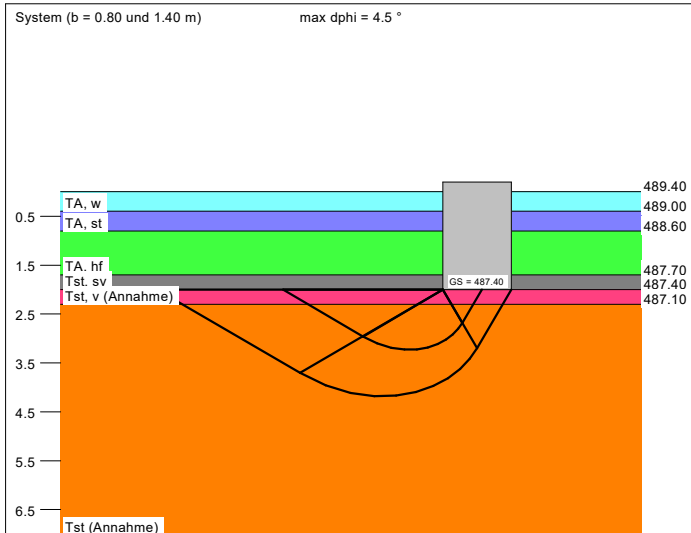


Berechnungsgrundlagen:
 Anl. 5.2: PG, Stützen, T, w
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 zul sigma auf 250.00 kN/m² begrenzt
 Oberkante Gelände = 491.60 m
 Gründungssohle = 491.35 m
 Grundwasser = 491.60 m
 Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 Grenztiefe mit $\rho = 20.0\%$
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	17.5/7.5	15.0	5.0	0.00	3.0	TA, w
	18.5/8.5	15.0	10.0	0.00	6.0	TA, st
	19.5/9.5	15.0	15.0	0.00	10.0	TA, hf
	21.0/11.0	20.0	15.0	0.00	12.0	Tst, sv
	22.0/12.0	25.0	15.0	0.00	15.0	Tst, v (Annahme)
	23.0/13.0	30.0	20.0	0.00	30.0	Tst (Annahme)

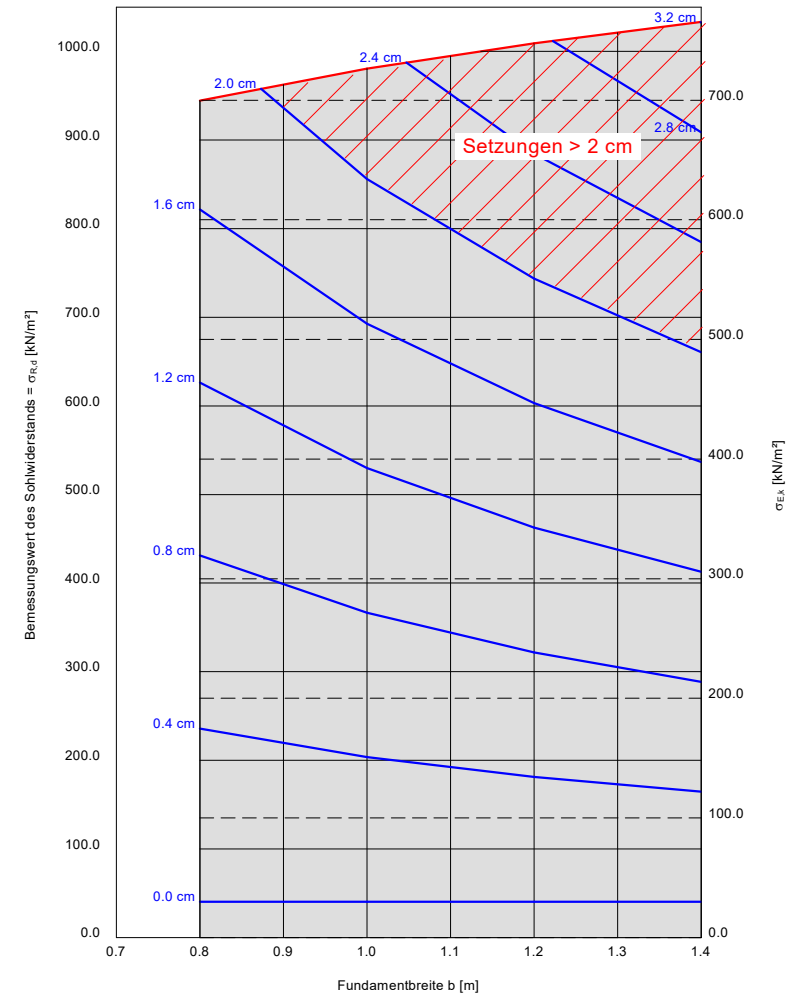


Berechnungsgrundlagen:

- Anl. 5.3 BG, Tst, v
- Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
- Teilsicherheitskonzept (EC 7)
- Einzelfundament (a/b = 1.00)
- $\gamma_{R,v} = 1.40$
- $\gamma_G = 1.35$
- $\gamma_Q = 1.50$
- Anteil Veränderliche Lasten = 0.000
- $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.350$

- Oberkante Gelände = 489.40 m
- Gründungssohle = 487.40 m
- Grundwasser = 489.40 m
- Vorbelastung = 30.0 kN/m²
- Grenztiefe mit p = 20.0 %
- Sohlendruck
- Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
0.80	0.80	944.6	604.5	699.7	1.85 *	29.1	19.05	12.65	18.25	5.80	3.23	37.8
1.00	1.00	980.6	980.6	726.4	2.31 *	29.3	19.25	12.71	18.25	6.53	3.55	31.5
1.20	1.20	1009.1	1453.1	747.5	2.75 *	29.4	19.37	12.76	18.25	7.21	3.86	27.1
1.40	1.40	1033.2	2025.1	765.4	3.20 *	29.5	19.47	12.79	18.25	7.86	4.18	23.9

* Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{R,k} / 1.89$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Anl. 6: Laborprüfberichte

Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

ES Grabenstraße

Bodelshausen

Bearbeiter: MN

Datum: 11.07.2025

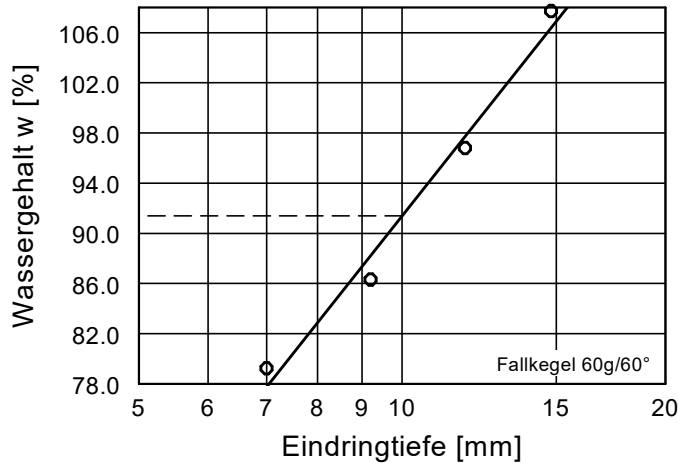
Entnahmestelle: RKB 1 / P 5

Tiefe: 1,9 - 3,6 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

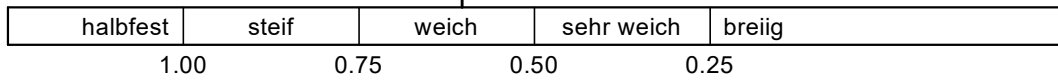
Probe entnommen am: 01.07.2025



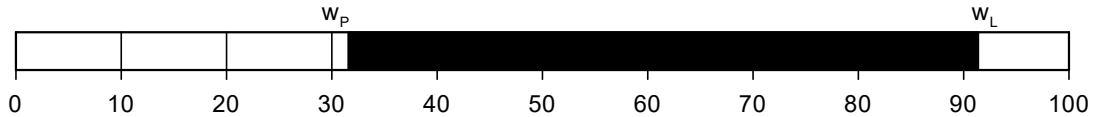
Wassergehalt w =	55.3 %
Fließgrenze w_L =	91.4 %
Ausrollgrenze w_p =	31.6 %
Plastizitätszahl I_p =	59.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.60

Zustandsform

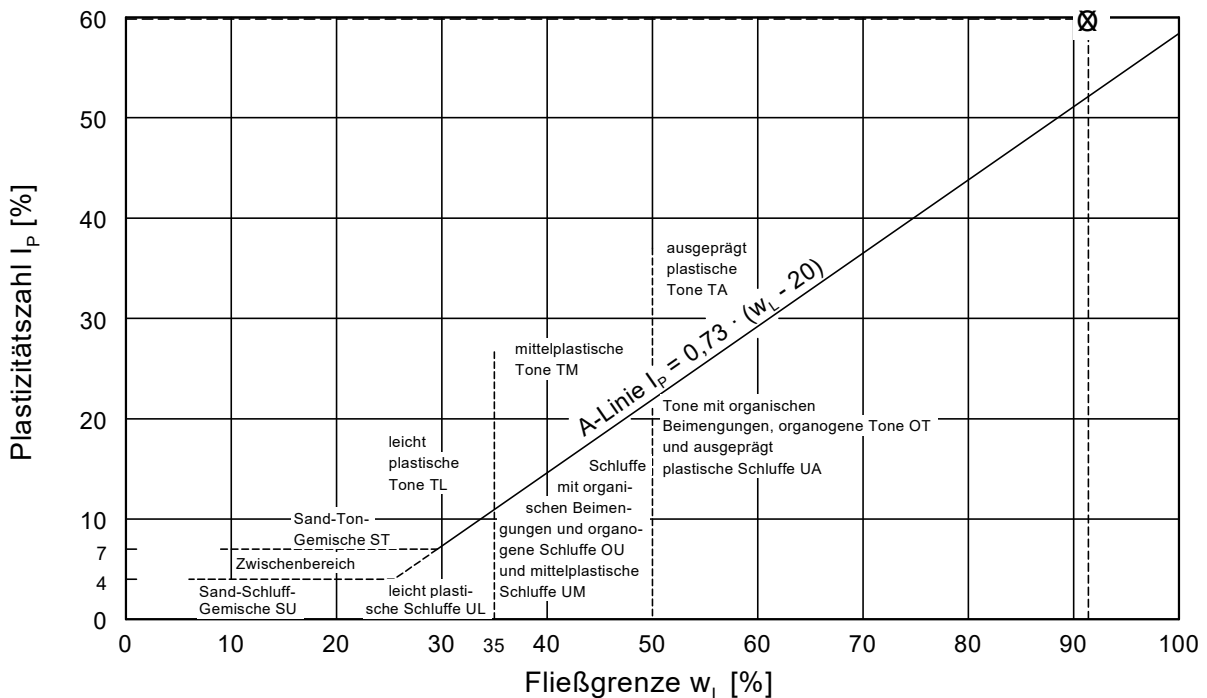
$I_C = 0.60$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

ES Grabenstraße

Bodelshausen

Bearbeiter: MN

Datum: 06.08.2025

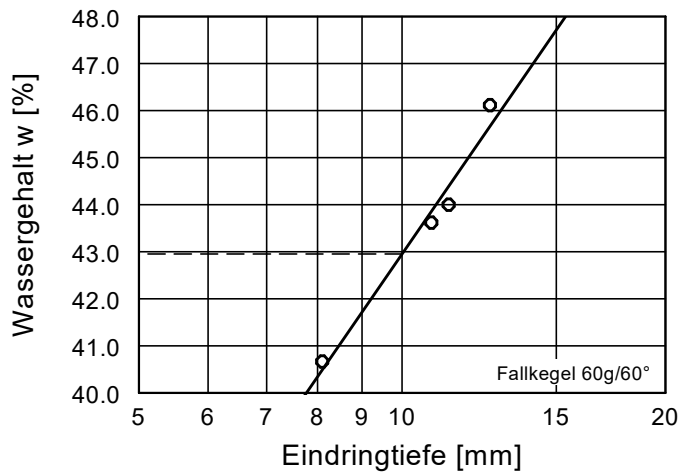
Entnahmestelle: BS 2 / P 2

Tiefe: 2,0 - 2,9 m

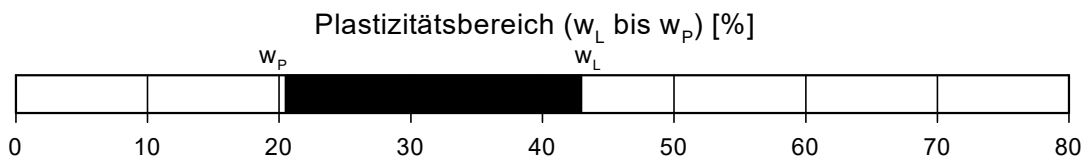
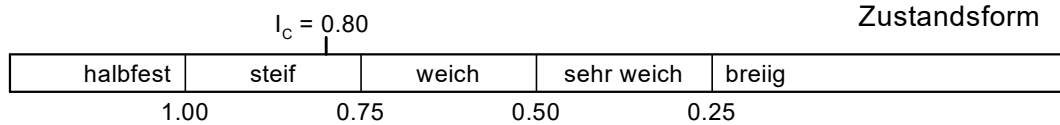
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TM

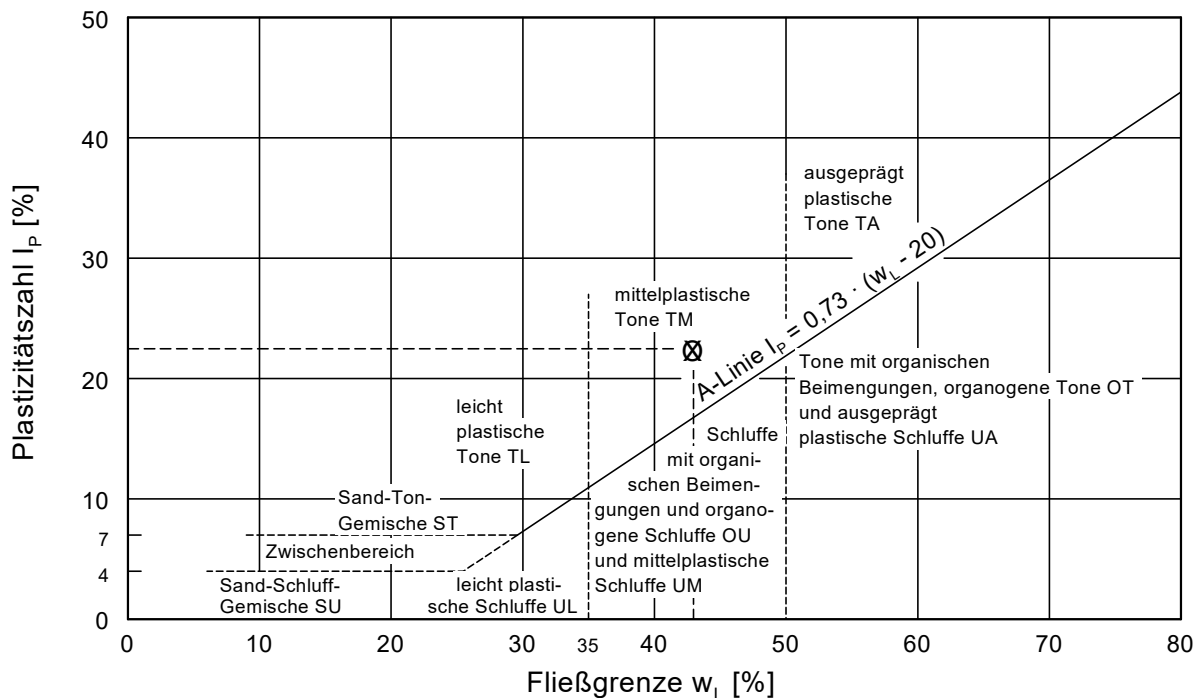
Probe entnommen am: 18.07.2025



Wassergehalt w =	25.0 %
Fließgrenze w_L =	43.0 %
Ausrollgrenze w_P =	20.5 %
Plastizitätszahl I_P =	22.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.80



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 17892 - 12

ES Grabenstraße

Bodelshausen

Bearbeiter: MN

Datum: 06.08.2025

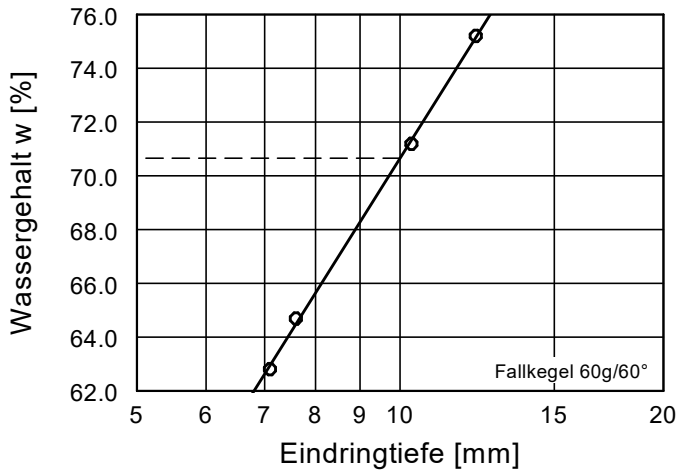
Entnahmestelle: BS 4 / P 2

Tiefe: 1,3 - 2,6 m

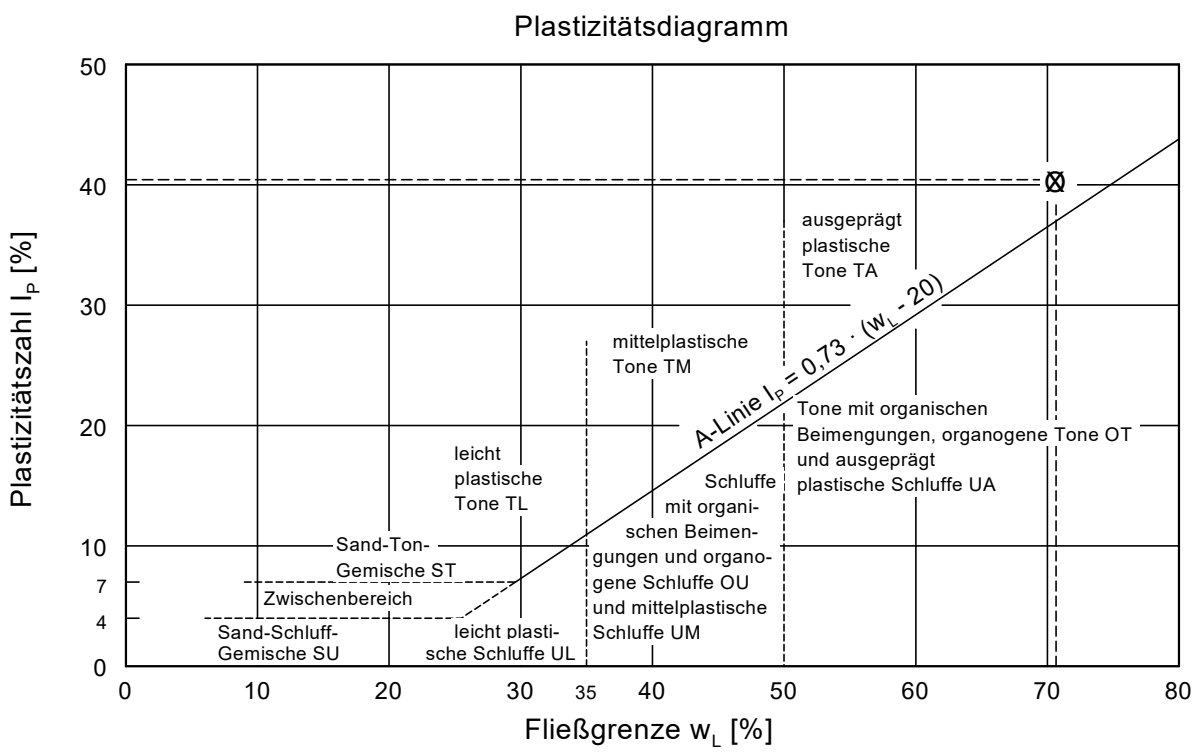
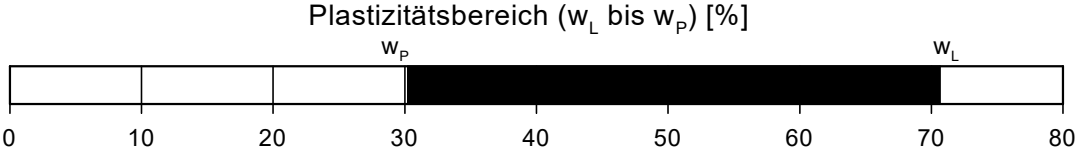
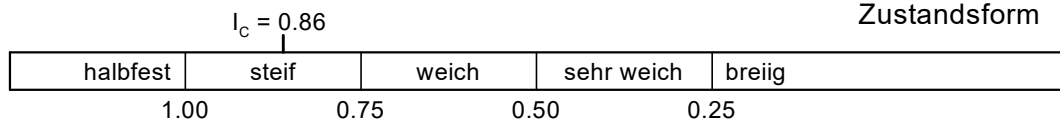
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TA

Probe entnommen am: 18.07.2025



Wassergehalt $w =$	35.9 %
Fließgrenze $w_L =$	70.7 %
Ausrollgrenze $w_P =$	30.2 %
Plastizitätszahl $I_P =$	40.5 %
Konsistenzzahl $I_C =$	0.86



Wassergehaltsbestimmung

nach DIN ISO EN 17892-1

Projekt: ES Grabenstraße

Ort: Bodelshausen

Bearbeiter: MN

Datum: 06.08.2025

m1: Masse Feuchtprobe mit Behälter [g]; **m2**: Masse Trockenprobe mit Behälter [g]; **mc**: Masse Behälter [g];
mw: Masse Wasser [g]; **md**: Masse Trockenprobe [g]; **w**: Wassergehalt [%]; **(w)**: Mittelwert Wassergehalt [%]

Probe	m1	m2	mc	mw	md	w	(w)
RKB 1 / P 6 / 3,6 - 3,8 m	97,29	69,42	3,04	27,87	66,38	41,99	40,32
	97,5	69,84	3,04	27,66	66,8	41,41	
	93,6	68,87	3,04	24,73	65,83	37,57	
RKB 1 / P 7 / 3,8 - 5,1 m	108,72	85,16	3,04	23,56	82,12	28,69	27,65
	109,55	86,33	3,04	23,22	83,29	27,88	
	128,67	102,44	3,04	26,23	99,4	26,39	
RKB 2 / P 5 / 2,5 - 2,8 m	86,45	58,07	3,04	28,38	55,03	51,57	52,07
	91,29	60,87	3,04	30,42	57,83	52,60	
	97,95	65,47	3,04	32,48	62,43	52,03	
RKB 2 / P 6 / 2,8 - 4,0 m	120,99	79,59	3,04	41,4	76,55	54,08	53,67
	105,09	68,84	3,04	36,25	65,8	55,09	
	104,63	69,95	3,04	34,68	66,91	51,83	
BS 2 / P 3 / 2,9 - 3,4 m	49,11	34,32	3,04	14,79	31,28	47,28	58,89
	58,89	38,53	3,04	20,36	35,49	57,37	
	64,45	38,74	3,04	25,71	35,7	72,02	
BS 3 / P 2 / 2,0 - 3,7 m	52,83	37,82	3,04	15,01	34,78	43,16	42,52
	67,22	47,84	3,04	19,38	44,8	43,26	
	70,96	51,16	3,04	19,8	48,12	41,15	
BS 4 / P 3 / 2,6 - 3,6 m	53,85	40,05	3,04	13,8	37,01	37,29	36,74
	53,88	40,11	3,04	13,77	37,07	37,15	
	69,67	52,11	3,04	17,56	49,07	35,79	
BS 5 / P 2 / 2,2 - 4,3 m	55,13	34,8	3,04	20,33	31,76	64,01	66,72
	66,32	40,78	3,04	25,54	37,74	67,67	
	53,65	33,08	3,04	20,57	30,04	68,48	

Bemerkungen:

AGROLAB Labor GmbH

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



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

Kundennr.: 27066766

Geo Terton
Herr Heiner Terton
Siemensstraße 13
72116 Mössingen

PRÜFBERICHT 3727463 ES Grabenstraße, Bodelshausen

Prüfberichtsversion: 2

Datum: 01.09.2025

Diese Version ersetzt die vorherige Prüfberichtsversion 1 des Auftrages 3727463, die hiermit ihre Gültigkeit verliert. Die ggf. hinter dem Schrägstrich der Probennummer(n) berichtete Zahl kennzeichnet die von der Änderung betroffene(n) Probe(n).

Auftrag	3727463 Bodenmaterial/Baggergut
Auftraggeber	27066766 Geo Terton
Probenahmedatum	18.07.2025
Probeneingang	24.07.2025
Probenehmer	Auftraggeber*)

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei übersenden wir Ihnen die Ergebnisse der Untersuchungen, mit denen Sie unser Labor beauftragt haben.

Änderungen zur Vorgängerversion

Auftragsebene

3727463/2 siehe Anmerkung	Excel- Datei hinzugefügt
3727463/2 Nachträgliche Erstellung eines zusätzlichen Dateiformats zur Befundübermittlung - Keine Änderung am Prüfbericht	08.08.2025

Dieser Prüfbericht mit der Auftragsnummer 3727463 und der Prüfberichtsversion 2 enthält die Probennummer(n) 266626/2-266628/2.

Mit freundlichen Grüßen

AGROLAB Labor GmbH Bruckberg, Stefan Ostermeier, Tel. 0876593996-600
serviceteam3.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

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

Seite 1 von 6

PRÜFBERICHT 3727463 ES Grabenstraße, Bodelshausen

Prüfberichtsversion: 2

Datum: 01.09.2025

Proben Informationen

Probennummer	Probenbezeichnung	Probenahmedatum	Probenehmer
266626	RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*
266627	BS 1+3-6 / MP-A	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*
266628	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*

Feststoff

Parameter	Einheit	266626/2	266627/2	266628/2	Substanz
		RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	BS 1+3-6 / MP-A	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	
Analyse in der Fraktion < 2mm		++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	TS
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%	73	56	57	TS
Masse Laborprobe	kg	6,5 ¹⁾	4,7 ¹⁾	4,0 ¹⁾	OS
Trockensubstanz ²²⁾	%	85,9 ¹⁾	86,3 ¹⁾	71,4 ¹⁾	OS
Wassergehalt	%	14,1 ¹⁾	13,7 ¹⁾	28,6 ¹⁾	OS
Kohlenstoff(C) organisch (TOC) ²¹⁾	%	1,02	0,66	1,66	TS
EOX	mg/kg	<0,30 ⁵⁾	<0,30 ⁵⁾	<0,30 ⁵⁾	TS
Königswasseraufschluß		++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	TS
Arsen (As)	mg/kg	21	18	24	TS
Blei (Pb)	mg/kg	39	25	32	TS
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,25	0,18	0,24	TS
Chrom (Cr)	mg/kg	27	35	45	TS
Kupfer (Cu)	mg/kg	23	26	31	TS
Nickel (Ni)	mg/kg	44	56	85	TS
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,09	0,06	<0,05 ⁵⁾	TS
Thallium (Tl)	mg/kg	0,3	0,3	0,3	TS
Zink (Zn)	mg/kg	76	88	110	TS
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) ¹⁰⁾	mg/kg	170	<50 ⁵⁾	<50 ⁵⁾	TS
Kohlenwasserstoffe C10-C40 ¹⁰⁾	mg/kg	380	95	66	TS
Naphthalin	mg/kg	0,30 ⁸⁾	<0,050 ^{5),7)}	<0,010 (NWG) ⁶⁾	TS
Acenaphthylen	mg/kg	1,9 ⁸⁾	0,25	<0,010 (NWG) ⁶⁾	TS
Acenaphthen	mg/kg	1,3 ⁸⁾	0,11	<0,010 (NWG) ⁶⁾	TS
Fluoren	mg/kg	5,6 ⁸⁾	0,22	<0,010 (NWG) ⁶⁾	TS
Phenanthren	mg/kg	31 ⁸⁾	2,3	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
Anthracen	mg/kg	11 ⁸⁾	1,1	<0,010 (NWG) ⁶⁾	TS
Fluoranthen	mg/kg	32 ⁸⁾	3,6	0,072	TS
Pyren	mg/kg	23 ⁸⁾	3,1	0,058	TS
Benzo(a)anthracen	mg/kg	15 ⁸⁾	1,5	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
Chrysen	mg/kg	12 ⁸⁾	2,1	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	11 ⁸⁾	1,5	0,051	TS
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	6,4 ⁸⁾	0,84	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
Benzo(a)pyren	mg/kg	9,6 ⁸⁾	1,6	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg	1,8 ⁸⁾	0,20	<0,010 (NWG) ⁶⁾	TS
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	4,8 ⁸⁾	0,81	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	6,2 ⁸⁾	1,0	<0,050 (+) ⁹⁾	TS
PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoff	mg/kg	170³⁾	20³⁾	<1,0^{3),5)}	TS

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

PRÜFBERICHT 3727463 ES Grabenstraße, Bodelshausen

Prüfberichtsversion: 2

Datum: 01.09.2025

Proben Informationen

Probennummer	Probenbezeichnung	Probenahmedatum	Probenehmer
266626	RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*
266627	BS 1+3-6 / MP-A	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*
266628	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*

Parameter	Einheit	266626/2	266627/2	266628/2	Substanz
		RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	BS 1+3-6 / MP-A	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	170	20⁴⁾	<1,0^{4),5)}	TS
PCB (28) ²³⁾	mg/kg	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB (52) ²³⁾	mg/kg	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB (101) ²³⁾	mg/kg	<0,0050 (+) ⁹⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB (118) ²³⁾	mg/kg	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB (138) ²³⁾	mg/kg	0,0071	<0,0050 (+) ⁹⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB (153) ²³⁾	mg/kg	0,0059	<0,0050 (+) ⁹⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB (180) ²³⁾	mg/kg	<0,0050 (+) ⁹⁾	<0,0050 (+) ⁹⁾	<0,0010 (NWG) ⁶⁾	TS
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	0,018³⁾	<0,010^{3),5)}	<0,010^{3),5)}	TS
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	0,013⁴⁾	<0,010^{4),5)}	<0,010^{4),5)}	TS

Eluat

Parameter	Einheit	266626/2	266627/2	266628/2	Substanz
		RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	BS 1+3-6 / MP-A	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	
Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm		++ ²⁾	++ ²⁾	++ ²⁾	TS
Fraktion < 32 mm	%	100 ¹⁾	100 ¹⁾	100 ¹⁾	OS
Fraktion > 32 mm	%	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}	<0,1 ^{1),5)}	OS
Eluat (DIN 19529) ¹¹⁾		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	OS
Temperatur Eluat ¹⁸⁾	°C	21,5 ¹⁾	20,9 ¹⁾	19,6 ¹⁾	OS
pH-Wert ¹⁶⁾		8,5 ¹⁾	8,2 ¹⁾	7,8 ¹⁾	OS
elektrische Leitfähigkeit ²⁰⁾	µS/cm	276 ¹⁾	296 ¹⁾	598 ¹⁾	OS
Sulfat (SO ₄) ¹⁵⁾	mg/l	19 ¹⁾	61 ¹⁾	41 ¹⁾	OS
Arsen (As) ¹⁹⁾	µg/l	<2,5 ^{1),5)}	<2,5 ^{1),5)}	2,7 ¹⁾	OS
Blei (Pb) ¹⁹⁾	µg/l	1 ¹⁾	<1 ^{1),5)}	<1 ^{1),5)}	OS
Cadmium (Cd) ¹⁹⁾	µg/l	<0,25 ^{1),5)}	<0,25 ^{1),5)}	<0,25 ^{1),5)}	OS
Chrom (Cr) ¹⁹⁾	µg/l	1,7 ¹⁾	4 ¹⁾	<1,0 ^{1),5)}	OS
Kupfer (Cu) ¹⁹⁾	µg/l	<5 ^{1),5)}	<5 ^{1),5)}	<5 ^{1),5)}	OS
Nickel (Ni) ¹⁹⁾	µg/l	<5 ^{1),5)}	<5 ^{1),5)}	<5 ^{1),5)}	OS
Quecksilber (Hg) ¹⁷⁾	µg/l	<0,025 ^{1),5)}	<0,025 ^{1),5)}	<0,025 ^{1),5)}	OS
Thallium (Tl) ¹⁹⁾	µg/l	<0,06 ^{1),5)}	<0,06 ^{1),5)}	<0,06 ^{1),5)}	OS
Zink (Zn) ¹⁹⁾	µg/l	<30 ^{1),5)}	<30 ^{1),5)}	<30 ^{1),5)}	OS
Trübung nach GF-Filtration ¹⁴⁾	NTU	4,4 ¹⁾	1,7 ¹⁾	7,1 ¹⁾	OS
PCB (28) ¹³⁾	µg/l	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS
PCB (52) ¹³⁾	µg/l	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS
PCB (101) ¹³⁾	µg/l	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS
PCB (118) ¹³⁾	µg/l	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS
PCB (138) ¹³⁾	µg/l	<0,0010 (+) ^{1),9)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS

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

PRÜFBERICHT 3727463 ES Grabenstraße, Bodelshausen

Prüfberichtsversion: 2

Datum: 01.09.2025

Proben Informationen

Probennummer	Probenbezeichnung	Probenahmedatum	Probenehmer
266626	RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*
266627	BS 1+3-6 / MP-A	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*
266628	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	18.07.2025 10:00	Auftraggeber*

Parameter	Einheit	266626/2	266627/2	266628/2	Substanz
		RKB 1+2 + BS 2 / MP-A	BS 1+3-6 / MP-A	RKB 1+2 + BS 1-5 / MP-B	
PCB (153) ¹³⁾	µg/l	<0,0010 (+) ^{1),9)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS
PCB (180) ¹³⁾	µg/l	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	<0,00030 (NWG) ^{1),6)}	OS
PCB 7 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	<0,0030^{1),3),5)}	<0,0030^{1),3),5)}	<0,0030^{1),3),5)}	OS
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	<0,0030^{1),4),5)}	<0,0030^{1),4),5)}	<0,0030^{1),4),5)}	OS
Naphthalin ¹²⁾	µg/l	0,84 ¹⁾	0,15 ¹⁾	<0,080 ^{1),5),7)}	OS
1-Methylnaphthalin ¹²⁾	µg/l	2,6 ¹⁾	0,025 ¹⁾	<0,020 ^{1),5),7)}	OS
2-Methylnaphthalin ¹²⁾	µg/l	1,6 ¹⁾	0,033 ¹⁾	0,021 ¹⁾	OS
Acenaphthylen ¹²⁾	µg/l	0,13 ¹⁾	<0,010 ^{1),5),7)}	<0,010 ^{1),5),7)}	OS
Acenaphthen ¹²⁾	µg/l	3,0 ¹⁾	<0,090 ^{1),5),7)}	0,013 ¹⁾	OS
Fluoren ¹²⁾	µg/l	5,3 ¹⁾	0,026 ¹⁾	0,031 ¹⁾	OS
Phenanthren ¹²⁾	µg/l	4,5 ¹⁾	0,038 ¹⁾	0,043 ¹⁾	OS
Anthracen ¹²⁾	µg/l	1,8 ¹⁾	<0,020 ^{1),5),7)}	<0,010 (+) ^{1),9)}	OS
Fluoranthren ¹²⁾	µg/l	3,0 ¹⁾	0,018 ¹⁾	0,017 ¹⁾	OS
Pyren ¹²⁾	µg/l	1,8 ¹⁾	0,011 ¹⁾	0,012 ¹⁾	OS
Benzo(a)anthracen ¹²⁾	µg/l	0,22 ¹⁾	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,010 ^{1),5),7)}	OS
Chrysen ¹²⁾	µg/l	0,22 ¹⁾	<0,010 ^{1),5),7)}	<0,010 ^{1),5),7)}	OS
Benzo(b)fluoranthren ¹²⁾	µg/l	0,048 ¹⁾	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	OS
Benzo(k)fluoranthren ¹²⁾	µg/l	0,030 ¹⁾	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	OS
Benzo(a)pyren ¹²⁾	µg/l	0,049 ¹⁾	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	OS
Dibenzo(ah)anthracen ¹²⁾	µg/l	<0,010 ^{1),5),7)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	OS
Benzo(ghi)perylene ¹²⁾	µg/l	<0,030 ^{1),5),7)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	OS
Indeno(1,2,3-cd)pyren ¹²⁾	µg/l	<0,030 ^{1),5),7)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	<0,0030 (NWG) ^{1),6)}	OS
Naphthalin/Methylnaph.- Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	5,0^{1),3)}	0,21^{1),3)}	0,071^{1),3)}	OS
PAK 15 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l	20^{1),3)}	0,16^{1),3)}	0,14^{1),3)}	OS
Naphthalin/Methylnaph.- Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	5,0¹⁾	0,21¹⁾	<0,050^{1),4),5)}	OS
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	20^{1),4)}	0,093^{1),4)}	0,12^{1),4)}	OS

¹⁾ Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz (TS), bei den mit ¹⁾ gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz (OS).

²⁾ "+" Bedeutet, dass die notwendige Behandlung im Labor durchgeführt wurde.

³⁾ Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

⁴⁾ Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

⁵⁾ Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

⁶⁾ Das Zeichen "<... (NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

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

PRÜFBERICHT 3727463 ES Grabenstraße, Bodelshausen

Prüfberichtsversion: 2

Datum: 01.09.2025

- 7) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.
- 8) Die Nachweis-/Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da eine hohe Belastung einzelner Analyten eine Vermessung in der für die angegebenen Grenzen notwendigen unverdünnten Analyse nicht erlaubte.
- 9) Das Zeichen "<...(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.
- 10) Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.
- 11) Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.
- 12) Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
- 13) Für die Messung nach DIN 38407-37 : 2013-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
- 14) Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
- 15) Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
- 16) Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
- 17) Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.
- 18) Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.
- 19) Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.
- 20) Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.
- 21) Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.
- 22) Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.
- 23) Für die Messung nach DIN EN 17322 : 2021-03 wurde mittels Schütteln extrahiert und über mit Schwefelsäure aktiviertem Silicagel aufgereinigt. Die Detektion erfolgte mittels MS.

Beginn der Prüfung: 24.07.2025
 Ende der Prüfung: 07.08.2025

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

Im Fall einer Konformitätsbewertung wird als Entscheidungsregel der diskrete Ansatz angewendet. Das bedeutet, dass die Messunsicherheit bei der Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm nicht berücksichtigt wird.

AGROLAB Labor GmbH Bruckberg, Stefan Ostermeier, Tel. 0876593996-600

serviceteam3.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Methodenliste

Berechnung aus dem Messwert	Wassergehalt • Fraktion > 32 mm
Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter	PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV • PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021 • PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV [mg/kg] • PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021 [mg/kg] • PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV [µg/l] • PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021 [µg/l] • Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. ErsatzbaustoffV • PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV • Naphthalin/Methylnaph.-Summe gem. BBodSchV 2021 • PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021
DIN 19529 : 2015-12	Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm • Eluat (DIN 19529) ¹¹⁾
DIN 19747 : 2009-07	Analyse in der Fraktion < 2mm • Fraktion < 2 mm (Wägung) • Masse Laborprobe • Fraktion < 32 mm
DIN 38404-4 : 1976-12	Temperatur Eluat ¹⁸⁾
DIN 38407-37 : 2013-11	PCB (28) ¹³⁾ [µg/l] • PCB (52) ¹³⁾ [µg/l] • PCB (101) ¹³⁾ [µg/l] • PCB (118) ¹³⁾ [µg/l] • PCB (138) ¹³⁾ [µg/l] • PCB (153) ¹³⁾ [µg/l] • PCB (180) ¹³⁾ [µg/l]
DIN 38407-39 : 2011-09	Naphthalin ¹²⁾ [µg/l] • 1-Methylnaphthalin ¹²⁾ • 2-Methylnaphthalin ¹²⁾ • Acenaphthylen ¹²⁾ [µg/l] • Acenaphthen ¹²⁾ [µg/l] • Fluoren ¹²⁾ [µg/l] • Phenanthren ¹²⁾ [µg/l] • Anthracen ¹²⁾ [µg/l] • Fluoranthren ¹²⁾ [µg/l] • Pyren ¹²⁾ [µg/l] • Benzo(a)anthracen ¹²⁾ [µg/l] • Chrysen ¹²⁾ [µg/l] • Benzo(b)fluoranthren ¹²⁾ [µg/l] • Benzo(k)fluoranthren ¹²⁾ [µg/l] • Benzo(a)pyren ¹²⁾ [µg/l] • Dibenzo(ah)anthracen ¹²⁾ [µg/l] • Benzo(ghi)perylene ¹²⁾ [µg/l] • Indeno(1,2,3-cd)pyren ¹²⁾ [µg/l]

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

PRÜFBERICHT 3727463 ES Grabenstraße, Bodelshausen

Prüfberichtsversion: 2

Datum: 01.09.2025

Methodenliste

DIN 38414-17 : 2017-01	EOX
DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09	Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) ¹⁰ • Kohlenwasserstoffe C10-C40 ¹⁰
DIN EN 15934 : 2012-11	Trockensubstanz ²²
DIN EN 15936 : 2012-11	Kohlenstoff(C) organisch (TOC) ²¹
DIN EN 16171 : 2017-01	Arsen (As) [mg/kg] • Blei (Pb) [mg/kg] • Cadmium (Cd) [mg/kg] • Chrom (Cr) [mg/kg] • Kupfer (Cu) [mg/kg] • Nickel (Ni) [mg/kg] • Thallium (Tl) [mg/kg] • Zink (Zn) [mg/kg]
DIN EN 17322 : 2021-03	PCB (28) ²³ [mg/kg] • PCB (52) ²³ [mg/kg] • PCB (101) ²³ [mg/kg] • PCB (118) ²³ [mg/kg] • PCB (138) ²³ [mg/kg] • PCB (153) ²³ [mg/kg] • PCB (180) ²³ [mg/kg]
DIN EN 27888 : 1993-11	elektrische Leitfähigkeit ²⁰
DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07	Sulfat (SO ₄) ¹⁵
DIN EN ISO 10523 : 2012-04	pH-Wert ¹⁶
DIN EN ISO 12846 : 2012-08	Quecksilber (Hg) [mg/kg] • Quecksilber (Hg) ¹⁷ [µg/l]
DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01	Arsen (As) ¹⁹ [µg/l] • Blei (Pb) ¹⁹ [µg/l] • Cadmium (Cd) ¹⁹ [µg/l] • Chrom (Cr) ¹⁹ [µg/l] • Kupfer (Cu) ¹⁹ [µg/l] • Nickel (Ni) ¹⁹ [µg/l] • Thallium (Tl) ¹⁹ [µg/l] • Zink (Zn) ¹⁹ [µg/l]
DIN EN ISO 54321 : 2021-04	Königswasseraufschluß
DIN EN ISO 7027 : 2000-04	Trübung nach GF-Filtration ¹⁴
DIN ISO 18287 : 2006-05	Naphthalin [mg/kg] • Acenaphthylen [mg/kg] • Acenaphthen [mg/kg] • Fluoren [mg/kg] • Phenanthren [mg/kg] • Anthracen [mg/kg] • Fluoranthren [mg/kg] • Pyren [mg/kg] • Benzo(a)anthracen [mg/kg] • Chrysen [mg/kg] • Benzo(b)fluoranthren [mg/kg] • Benzo(k)fluoranthren [mg/kg] • Benzo(a)pyren [mg/kg] • Dibenzo(ah)anthracen [mg/kg] • Benzo(ghi)perylen [mg/kg] • Indeno(1,2,3-cd)pyren [mg/kg]

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

Anl. 7: Auswertung Sickertests

Schurfversickerung

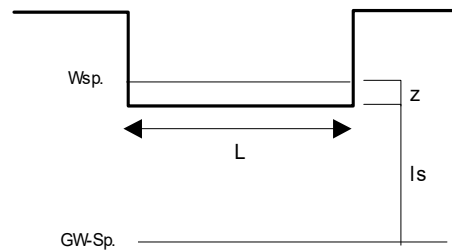
GeoTerton

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

Projekt: **BV Baugebiet "Grabenstraße", Bodelshausen**
 Auftraggeber: **Gemeinde Bodelshausen**
 Lage: Grabenstraße, Flst. 4367, 72411 Bodelshausen
 Schurf Nr.: SV 1
 Datum: 18.07.2025
 Versuchsleiter: Dipl. Geol. C. Wehner
 Witterung: sonnig

Bodenart: Ton-Schluff-Gemisch, schwach kiesig, sehr schwach sandig

Schurfmaße:	Länge L [m]:	Breite B [m]:	Fläche [m ²]
abzgl. :	1,0	1,2	1,2
Schurfsohle u. GOK [m]	0	0	0
Versick.-Fläche A [m ²]:	1,3	1,2	
Einstauhöhe z [m]:	0,06		
Abstand zum Grundwasser Is [m]:	1,7		



Auswertung SG 1	a	Versuchdauer bis zur vollständigen Versickerung	b	Versuchdauer ab erreichter Einstauhöhe bis zum Abstellen der Wasserzufuhr
Beginn:	08:40	(Einlauf aufgedreht)	08:42	(Einstauhöhe erreicht)
Ende:	16:00	(Annahme: Wasser vollständig versickert)	09:27	(Einlauf abgestellt)
Dauer [h]	07:20		00:45	
Dauer [min]	440		45	
Wasseruhr Beginn [m ³]	45,757	(Einlauf aufgedreht)	45,879	(Einstauhöhe erreicht)
Wasseruhr Ende [m ³]	45,902	(Einlauf abgestellt)	45,902	(Einlauf abgestellt)
Dauer t [sec.]:	26400		2700	
Wasservol. q [m ³]:	0,145		0,023	
Vers.-Menge Q [m ³ /sec.]	5,49E-06		8,52E-06	
Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/sec]	8,84E-06		1,37E-05	
Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA-A 138-1: kf [m/sec]	4,42E-06		2,74E-05	
Bewertung n. DIN 18 130:	durchlässig		durchlässig	

Berechnungsgrundlage:
Formel nach Marotz aus Wiederspahn, 1997

W. Wehner

Bearbeiter

18.07.2025

Datum

Schurfversickerung

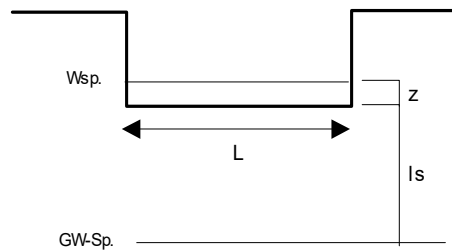
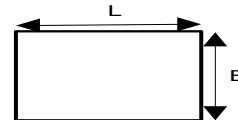
GeoTerton

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

Projekt: **BV Baugebiet "Grabenstraße", Bodelshausen**
 Auftraggeber: **Gemeinde Bodelshausen**
 Lage: Grabenstraße, Flst. 4365, 72411 Bodelshausen
 Schurf Nr.: SV 2
 Datum: 18.07.2025
 Versuchsleiter: Dipl. Geol. C. Wehner
 Witterung: sonnig

Bodenart: Ton-Schluff-Gemisch, schwach kiesig, sehr schwach sandig

Schurfmaße:	Länge L [m]:	Breite B [m]:	Fläche [m²]
abzgl. :	0	0	0
Schurfsohle u. GOK [m]	0,95		
Versick.-Fläche A [m²]:	0,9		
Einstauhöhe z [m]:	0,06		
Abstand zum Grundwasser Is [m]:	2,0		



Auswertung SG 1	a	Versuchdauer bis zur vollständigen Versickerung	b	Versuchdauer ab erreichter Einstauhöhe bis zum Abstellen der Wasserzufuhr
Beginn:	18.7.25 9:47	(Einlauf aufgedreht)	09:50	(Einstauhöhe erreicht)
Ende:	21.7.25 0:00	(Annahme: Wasser vollständig versickert)	10:37	(Einlauf abgestellt)
Dauer [h]	62:13:00	(ca. 2,5 Tage später)	00:47	
Dauer [min]	3733		47	
Wasseruhr Beginn [m³]	45,909	(Einlauf aufgedreht)	45,952	(Einstauhöhe erreicht)
Wasseruhr Ende [m³]	45,952	(Einlauf abgestellt)	45,952	(Einlauf abgestellt)
Dauer t [sec.]:	223980		2820	
Wasservol. q [m³] :	0,043		0	
Vers.-Menge Q [m³/sec.]:	1,92E-07		0,00E+00	
Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/sec]	4,14E-07		0,00E+00	
Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA-A 138-1: kf [m/sec]	2,07E-07		0,00E+00	
Bewertung n. DIN 18 130:	schwach durchlässig		sehr schwach durchlässig	

Berechnungsgrundlage:
Formel nach Marotz aus Wiederspahn, 1997

W. Wehner

Bearbeiter

18.07.2025

Datum