



BAUGRUND • ATLASTEN • UMWELT

Baugrundgutachten mit Bewertung nach EBV

Neubau eines Lebensmittelmarktes

34637 Schrecksbach,
Kasseler Straße

Auftraggeber:	Ratisbona Projektentwicklung KG, Kumpfmühler Straße 5, 93047 Regensburg
Auftragnehmer:	Geomole GmbH, Stubbenweg 38-40, 26125 Oldenburg
Projekt- Nr.:	2502298
Datum:	27.06.2025

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 VORGANG	1
1.1 Allgemeines	1
1.2 Unterlagen	1
1.3 Bauvorhaben	2
2 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES	4
2.1 Geologische und hydrologische Verhältnisse	4
2.2 Baugrunderkundungen	5
2.3 Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2	6
2.4 Nivellement und Geländehöhen	7
2.5 Bewertung der chemischen Analysen	8
3 WASSER IM BAUGRUND	9
3.1 Wasserhaltung	9
3.2 Versickerungsfähigkeit von nicht kontaminiertem Niederschlagswasser	10
4 BODENMECHANISCHE KENNWERTE UND HOMOGENBEREICHE	11
5 BEURTEILUNG DER GRÜNDUNG	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Einschätzung der bauwerksbezogenen Tragfähigkeit	13
5.3 Gründungsempfehlung	15
5.4 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes	17
5.5 Abdichtung erdberührter Bauteile	18
5.6 Herstellung der Verkehrsflächen	19
5.7 Anmerkungen zur Bauausführung und sonstige Hinweise	20
5.8 Böschungen	21
6 SCHLUSSBEMERKUNGEN	22
ANLAGENVERZEICHNIS	23

1 VORGANG

1.1 Allgemeines

Der Bauherr, die Ratisbona Projektentwicklung KG, Kumpfmühler Straße 5 aus 93047 Regensburg plant auf dem Grundstück östlich der „Kasseler Straße“ in 34637 Schrecksbach (Hessen) den Neubau eines Lebensmittelmarktes in Holzbauweise mit abschüssiger Anlieferungsrampe sowie umliegenden Park- und Verkehrsflächen.

Der Lage- und Übersichtsplan in der **Anlage 1** zeigt den Untersuchungsbereich.

Die Geomole GmbH aus Oldenburg wurde vom Bauherrn mit den erforderlichen Arbeiten für die Erstellung eines Baugrundgutachtens beauftragt. Eine umfangreiche orientierende Altlastenerkundung ist nicht Teil der Beauftragung.

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden für den Standort in Absprache mit dem Bauherrn Baugrunderkundungen in Form von 10 Kleinrammbohrungen (KRB) gemäß DIN EN ISO 22475 bis in eine Tiefe von maximal etwa 6,50 m unter Gelände (GOK) durchgeführt. Zusätzlich wurden im Untersuchungsbereich neben den Bohrpunkten im Bereich des geplanten Gebäudekörpers drei schwere Rammsondierungen (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 zur Messung der Lagerungsdichte/Konsistenz des anstehenden Bodens niedergebracht.

Aus den gewonnenen Bodenproben des anstehenden Oberbodens sowie des gewachsenen Bodens wurde jeweils eine Mischprobe (**humose Oberböden, MP-1**: 0,00 - max. ca. 0,50 m unter GOK; **gewachsener Boden, MP-2**: 0,30 - max. ca. 2,00 m unter GOK) erstellt und an das akkreditierte Labor Dr. Döring aus Bremen übergeben und gemäß der Parameterliste der EBV (Ersatzbaustoffverordnung), Anl.1, Tab. 3, BM-0 untersucht.

Die für die Mischproben verwendeten Einzelproben sind den Schichtenverzeichnissen zu entnehmen (siehe **Anlage 3**). Das Ergebnis der chemischen Untersuchungen inklusive Auswertungstabelle kann der **Anlage 5** entnommen werden. Eine Bewertung der Ergebnisse erfolgt in *Kapitel 2.5*.

1.2 Unterlagen

Für die Ausarbeitung der Baugrunduntersuchung standen die nachfolgend aufgeführten Planunterlagen des Auftraggebers zur Verfügung:

- (1) Lageplan – Vorentwurf 03, Stand 25.10.2024, Maßstab 1 : 750

Zur Ausführung der Baugrunderkundungen wurden Pläne über Versorgungsleitungen bei den entsprechenden Stellen angefordert. Die folgenden bautechnischen Angaben beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Entstehung des Gutachtens bekannten Planungsstand.

1.3 Bauvorhaben

Das Baugrundstück liegt südlich der Straße „Zum Igelsrod“ und östlich der „Kasseler Straße“ nördlich des Kerns der Gemeinde Schrecksbach (Schwalm-Eder-Kreis, Hessen). Das nähere Umfeld ist südlich und westlich überwiegend durch Wohn- und Gewerbebauten geprägt (siehe Abbildung 1). Nördlich der Grundstücksfläche liegt ein Sportplatz.



Abbildung 1: Luftbild Untersuchungsbereich (Google Maps 17.06.2025).

Zum Zeitpunkt der feldgeologischen Arbeiten lag das Areal als landwirtschaftliche Nutzfläche vor und war demensprechend unbebaut (Abbildung 2).



Geplant ist der Neubau eines eingeschossigen Lebensmittelmarktes in Holzbauweise mit tieferliegender Anlieferungsrampe, sowie umliegenden Park- und Verkehrsflächen.

Anhand der vorliegenden Baugrunduntersuchung soll festgestellt werden, inwieweit der anstehende Baugrund die Lasten des Neubaus aufnehmen kann.

Die Geländehöhe liegt im Bereich der Bohransatzpunkte des Marktes (KRB 01 bis KRB 05) im Mittel bei rund 229,13 m NHN.

Angaben zur geplanten OKFF sowie Fundament- und Belastungspläne liegen zum derzeitigen Planungsstand nicht vor. Für Vorbemessungen wird davon ausgegangen, dass die OKFF (Oberkante Fertigfußboden) des Neubaus bei min. etwa 229,40 m NHN liegen wird.

Das Grundstück mit der geplanten Bebauung und den Bohr- und Sondieransatzpunkten ist auf dem Lageplan in der **Anlage 1** dargestellt.

2 BEURTEILUNG DES BAUGRUNDES

2.1 Geologische und hydrologische Verhältnisse

Geologie:

Nach Sichtung und Auswertung des vorliegenden geologischen Kartenmaterials und nach den durchgeführten Kleinrammbohrungen stehen im Untersuchungsgebiet unter den Deckschichten (Oberböden) pleistozäne Flussaufschüttungen (Sande und Lehme) an.

Wasserschutz- und Überschwemmungsgebiete:

Das Grundstück liegt laut vorliegendem Kartenmaterial außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete, jedoch innerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes der Zone IIIB (WSG TB Schrecksbach). Weitere Informationen sind bei der zuständigen Behörde einzuholen.

Geogene Gefahren:

Laut digitalem Kartematerial des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie liegen im Untersuchungsbereich keine Hinweise für Massenbewegungen (Erdfall, Rutschungen, Felsstürze etc.) vor.

Zuordnung Erdbebenzone:

Schrecksbach (PLZ: 34637) in Hessen gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zu keiner Erdbebenzone.

Frosteinwirkung:

Schrecksbach liegt geografisch in der Frosteinwirkungszone II, sodass die Frostfreiheit in einer Tiefe von min. 1,00 m unter Gelände erreicht wird.

Geotechnische Kategorie:

Die Baumaßnahme ist der geotechnischen Kategorie GK 1 gemäß DIN 1054:2010-12 zuzuordnen.

2.2 Baugrunderkundungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden vom 22.06.2025 auf dem Baugrundstück insgesamt 10 Kleinrammbohrungen (KRB 01 bis KRB 10) gemäß DIN EN ISO 22475 bis in eine Tiefe von maximal ca. 6,50 m unter GOK abgeteuft.

Zusätzlich wurden im Untersuchungsbereich neben den Bohrpunkten im Bereich des geplanten Gebäudekörpers drei schwere Rammsondierungen (DPH 01 bis DPH 03) gemäß DIN EN ISO 22476-2 zur Messung der Lagerungsdichte und annähernd zur Konsistenz des anstehenden Bodens niedergebracht.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen und Sondierungen sind im Lageplan der **Anlage 1** eingezeichnet und die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in der **Anlage 3** in Form von Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen/Schlagdiagrammen gemäß DIN 4022/4023 beschrieben bzw. zeichnerisch dargestellt.

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden gestörte Bodenproben entnommen. Diese wurden bereits im Gelände organoleptisch - anhand von Geruch, Aussehen und Bodenstruktur - auf Schadstoffe geprüft und waren diesbezüglich unauffällig.

Aus den gewonnenen Bodenproben des anstehenden Oberbodens sowie des gewachsenen Bodens wurde jeweils eine Mischprobe (**humose Oberböden, MP-1**: 0,00 - max. ca. 0,50 m unter GOK; **gewachsener Boden, MP-2**: 0,30 - max. ca. 2,00 m unter GOK) erstellt und an das akkreditierte Labor Dr. Döring aus Bremen übergeben und gemäß der Parameterliste der EBV (Ersatzbaustoffverordnung), Anl.1, Tab. 3, BM-0 untersucht.

Die für die Mischproben verwendeten Einzelproben sind den Schichtenverzeichnissen zu entnehmen (siehe **Anlage 3**). Das Ergebnis der chemischen Untersuchungen inklusive Auswertungstabelle kann der **Anlage 5** entnommen werden. Eine Bewertung der Ergebnisse erfolgt in *Kapitel 2.5*.

Die Ansprache des ausgetragenen Bohrgutes erfolgte vor Ort nach DIN 4022, die bautechnische Klassifizierung nach DIN 18196 und die geologische Einstufung nach vorhandenen Erfahrungen.

Nach den Aufschlussergebnissen ergibt sich für den Baugrund folgender vereinfachter Aufbau:

Tabelle 1: vereinfachtes Schichtenprofil der anstehenden Böden

Schichtober- bis -unterkante	Zusammensetzung	Boden- gruppe	Bohrung / Sondierung:
ab frühestens 0,00 – mindestens ca. 0,30 m und bis max. ca. 0,50 m unter GOK	<u>Oberboden:</u> Schluff, schwach tonig bis tonig, sehr schwach sandig bis schwach sandig, organisch, Wurzelreste, steife bis halbfeste Konsistenz	OH - OU	KRB 01 bis KRB 10
ab frühestens ca. 0,30 m und ab spätestens ca. 0,50 m – min. ca. 2,50 m und bis max. ca. 5,50 m unter GOK	<u>Hochflutlehm:</u> Schluff, schwach tonig bis tonig, sehr schwach sandig bis sandig, sehr schwach kiesig, weiche bis halbfeste Konsistenz	UM, TM	KRB 01 bis KRB 10
ab frühestens ca. 2,50 m und ab spätestens 5,50 m – min. ca. 6,50 m unter GOK	<u>Sand:</u> Mittelsand, feinsandig, schwach grob- sandig bis grobsandig, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig bis tonig, sehr schwach kiesig bis schwach kiesig, sehr schwach steinig, mitteldichte bis dichte Lagerung	SU – SU*	KRB 01 bis KRB 05, KRB 10

2.3 Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

Die Tragfähigkeit der anstehenden Böden wird von ihrer Lagerungsdichte und Konsistenz bestimmt. Für die Beurteilung der Lagerungsdichten und Konsistenzen (näherungsweise) der anstehenden Böden wurden drei schwere Rammsondierungen (DPH 01 bis DPH 03) bis zu einer Tiefe von maximal ca. 6,00 m unter GOK ausgeführt. Zum Einsatz kam eine DPH-Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 mit einem Schlaggewicht von 50 kg, einer Fallhöhe von 50 cm und einem Spitzenquerschnitt von 15 cm². Bei diesem Verfahren werden die Rammschläge je 10 cm Sondeneindringung (N10) notiert. Die Sondieransatzpunkte sind im Lageplan (**Anlage 1**) dargestellt.

In feinkörnigen Böden wird der Rammwiderstand stark durch Mantelreibung und Porenwasserdruck beeinflusst. Aus diesem Grund lassen sich meist keine gesicherten Angaben über die Beziehung zwischen Rammwiderstand und Konsistenz treffen. Rammsonden eignen sich zur Ermittlung der Lagerungsdichte (grobkörnige Bodenarten) und geben bei leicht tonigen Bodenarten Hinweise auf deren Konsistenz. Sie sollten jedoch nicht ohne weitere Aufschlussbohrungen ausgeführt werden, da die ermittelten Schlagzahlen ohne Kenntnis der anstehenden Bodenart teilweise ein völlig falsches Bild ergeben können. Bei den vorgefundenen,

bindigen Böden im Untersuchungsbereich handelt es sich um mittelpastische Hochflutlehm mit unterschiedlich hohem Ton- und Schluffgehalt. Eine Ableitung der Konsistenz lediglich auf Basis der ermittelten Schlagzahlen würde zu einer falschen Konsistenzschätzung führen. Für die Konsistenzbestimmung der bindigen Böden wurde daher zuerst die Bodenansprache im Feld und anschließend die Bodenansprache im Baugrundlabor herangezogen.

Tabelle 2: Empirische Korrelationen zwischen den Sondierergebnissen verschiedener Sonden und der Lagerungsdichte nichtbindiger Böden bzw. der Konsistenz bindiger Böden über Grundwasser

Lagerungsdichte nichtbindiger Böden	Spitzendruck CPT q_c , [MN/m ²]	Eindringwiderstand			
		DPH N_{10} , [-]	DPM N_{10} , [-]	DPL N_{10} , [-]	BDP / SPT N_{30} , [-]
sehr locker	–	≤ 1	≤ 4	≤ 6	≤ 3
locker	< 5 (7,5)	1 – 4	4 – 11	6 – 10	3 – 8
mitteldicht	5 (7,5) – 10 (15)	4 – 13	11 – 26	10 – 50	8 – 25
dicht	10 (15) – 20 (25)	13 – 24	26 – 44	50 – 64	25 – 42
sehr dicht	> 20 (25)	> 24	> 44	> 64	42 – 58
Konsistenz bindiger Böden	Spitzendruck CPT q_c , [MN/m ²]	Eindringwiderstand			
		DPH N_{10} , [-]	DPM N_{10} , [-]	DPL N_{10} , [-]	BDP / SPT N_{30} , [-]
breiig	–	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 2
weich	1.0 – 1.5	2 – 5 (4)	3 – 8	3 – 10	2 – 8
steif	1.5 – 2.5	(4) 5 – 9 (8)	8 – 14	10 – 17	8 – 15
halbfest	2.5 – 5.0	(8) 9 – 17	14 – 28	17 – 37	15 – 30
fest	> 5.0	> 17	> 28	> 37	> 30

2.4 Nivellement und Geländehöhen

Die Bohransatzpunkte wurden auf die vorhandenen Grundstücksgrenzen eingemessen sowie höhenmäßig per GPS-Gerät (Leica) auf m NHN bezogen.

Das Nivellement der Bohransatzpunkte ist in der **Anlage 2** dargestellt bzw. den einzelnen Bohrprofilen zu entnehmen. Die Position der Ansatzpunkte kann dem Lageplan der **Anlage 1** entnommen werden.

Der Höhenunterschied zwischen dem höchsten Ansatzpunkt KRB 03 (231,171 m NHN) und dem tiefsten Ansatzpunkt KRB 09 (227,133 m NHN) beträgt 4,038 m.

Im Mittel aller Bohransatzpunkte weist das Areal eine Höhe von 229,13 m NHN auf.

Im Bereich des geplanten Marktes wiesen die Bohransatzpunkte (KRB 01 bis KRB 05) eine mittlere Höhe von ~229,40 m NHN auf.

2.5 Bewertung der chemischen Analysen

Aus den gewonnenen Bodenproben des anstehenden Oberbodens sowie des gewachsenen Bodens wurde jeweils eine Mischprobe (**humose Oberböden, MP-1**: 0,00 - max. ca. 0,50 m unter GOK; **gewachsener Boden, MP-2**: 0,30 - max. ca. 2,00 m unter GOK) erstellt und an das akkreditierte Labor Dr. Döring aus Bremen übergeben und gemäß der Parameterliste der EBV (Ersatzbaustoffverordnung), Anl.1, Tab. 3, BM-0 untersucht.

Die für die Mischproben verwendeten Einzelproben sind den Schichtenverzeichnissen zu entnehmen (siehe **Anlage 3**). Das Ergebnis der chemischen Untersuchungen kann der **Anlage 5** entnommen werden.

Nach der chemischen Untersuchung wurde das Material der Mischproben MP-1 (Oberboden) und MP-2 (Böden) der Verwertungsklasse BM-0 gemäß EBV zugeordnet.

Bei der Mischprobe MP-1 (Oberboden) ist der Parameter „TOC“ (total organic carbon) erhöht. Der TOC-Gehalt ist aufgrund des Humusgehaltes (TOC-Gehalt = 1,30 %) bei Oberböden naturgemäß erhöht. Solange begleitend keine Schadstoffparameter erhöht sind, verändert sich auch nicht die Einstufung in die Verwertungsklasse.

Der anstehende Oberboden/Ackerboden ist gemäß BBodSchV (§ 7) für das Auf- und Einbringen in oder die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht geeignet.

Der Verwertungsweg sollte im Vorfeld jedoch mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden. Abnehmer des Oberbodenmaterials können z.B. landwirtschaftliche Betriebe, Gärtnereien o.ä. sein. Alternativ kann das Oberbodenmaterial auch zur Abdeckung von Lärmschuttwällen o.ä. verwendet werden.

Da es sich bei dem untersuchten Grundstück um eine brachliegende Grünfläche/Ackerfläche ohne eine bekannte sensitive Vornutzung mit z.B. anthropogenen künstlichen Auffüllungen handelt, kann nach Einschätzung des Gutachters das Ergebnis der durchgeführten in situ Beprobung für eine Abfuhr bzw. Wiederverwertung herangezogen werden, so dass auf eine Haufwerksbeprobung gemäß LAGA PN 98 verzichtet werden kann (siehe hierzu: ErsatzbaustoffV, § 14 – Untersuchungspflicht - Unterabschnitt 3 - *Untersuchung von nicht aufbereitetem Bodenmaterial und nicht aufbereitetem Baggergut* sowie Abschnitt 4 der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung). Die Beprobung und Analytik des anstehenden, gewachsenen Bodens erfolgte dabei horizontweise.

Grundsätzlich ist jedoch eine Abstimmung mit dem Empfänger von ausgehobenem Bodenmaterial erforderlich, da dieser zusätzliche Untersuchungen fordern kann.

Eine sortenreine Trennung von Aushubmaterial (Oberboden, gewachsener Boden) wird empfohlen.

3 WASSER IM BAUGRUND

Grundwasser:

Grundwasser konnte bei den Bohrungen nicht angeschnitten werden.

Gemäß der digitalen hydrogeologischen Übersichtskarte ist das Grundwasser als Porengrundwasserleiter in den Terrassenkiese und -sande unterhalb der Erkundungstiefe zu erwarten.

Grundwassermessstellen im näheren Umfeld zum Untersuchungsgebiet sind uns nicht bekannt.

Aufstauendes Sickerwasser:

Im Baugrund lagern bereits oberflächennah bindige Oberböden und darunter bindige Hochflutlehme. Bei und nach intensiven Niederschlägen reicht die Versickerungsrate ($k_f < 10^{-6}$ m/s) dieser bindigen Böden in der Regel nicht aus, damit das Niederschlagswasser schnell genug abfließen kann und führt zu aufstauendem Sickerwasser.

Den Bemessungswasserstand für zeitweise aufstauendes Sickerwasser wird auf die jetzige GOK festgelegt.

3.1 Wasserhaltung

Bei den Erdarbeiten zum Bau des Lebensmittelmarktes sind offene Wasserhaltungsmaßnahmen zur Abführung von aufstauendem Sickerwasser / Tagwasser vorzuhalten (z.B. Schmutzwasserpumpe, Drainage, Pumpensumpf).

Bei der Abführung von Wasser aus dem Untergrund in einen Vorfluter oder in die Kanalisation ist eine behördliche Einleitgenehmigung einzuholen.

3.2 Versickerungsfähigkeit von nicht kontaminiertem Niederschlagswasser

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - kommen für Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren hydraulische Leitfähigkeit im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ liegt. Humose und bindige Deckschichten sind zur Regenwasserversickerung nach DWA-A 138 **nicht** geeignet.

Unterhalb einer Versickerungsanlage muss zudem min. 1 m Sickerraum zum MHGW oder zu einer wasserstauenden Schicht zur Verfügung stehen.

Die anstehende Hochflutlehme (Bodengruppe UM, TM) sind als schwach wasserdurchlässig zu bezeichnen und sind daher für eine Versickerung als nicht geeignet einzuschätzen. Auch die unterlagernden Sande sind aufgrund des hohen Feinkornanteils als geringdurchlässig einzuschätzen.

Eine Versickerung im Grundstücksbereich ist nicht möglich.

Die Entsorgung des anfallenden Niederschlagswassers ist grundsätzlich mit der zuständigen Behörde zu klären.

4 BODENMECHANISCHE KENNWERTE UND HOMOGENBEREICHE

Unter Berücksichtigung der durchgeführten Rammsondierungen zur Bestimmung der Lagerungsdichten und näherungsweise Bestimmung der Konsistenzen der anstehenden Böden sowie im Vergleich mit hinlänglich bekannten Erfahrungswerten geologisch ähnlicher Böden, können für die einzelnen Bodenschichten die nachfolgend aufgeführten Bodenklassen, Bodengruppen und bodenmechanischen Kennwerte (Rechenwerte) angegeben werden.

Tabelle 3: Geotechnische Eigenschaften der anstehenden Schichten

Schicht Kenngröße	Oberboden (O)	Hochflutlehm (B1)	Sand (B2)
Konsistenz / Lagerungsdichte	steif - halbfest / -	weich - halbfest / -	- / mitteldicht – dicht
Bodengruppe nach DIN 18196	OU - OH	UM, TM	SU – SU*
Bodenklasse nach DIN 18300	1 - 4	4 *)	3
Wasserempfindlichkeit	ausgeprägt	ausgeprägt	mäßig bis ausgeprägt
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB	V 3	V 3	V 1 – V 2
Frostempfindlichkeit nach ZTV E - StB	F 3	F 3	F 2 – F3
Wichte feuchter Boden cal. γ [kN/m³]	-	19 – 20,5	18 – 19
Wichte unter Auftrieb cal. γ' [kN/m³]	-	9 – 10,5	10 – 11
Reibungswinkel cal. φ [°]	-	22,5	32,5 – 35
Kohäsion cal. c' [kN/m²]	-	0 – 10	0 - 1
Steifemodul cal. E_s [MN/m²]	-	1 – 12	50 - 80
Durchlässigkeit cal. k_f [m/s]	$< 10^{-6}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-6}$

*) Werden die bindigen Hochflutlehme der Witterung ausgesetzt oder mit schweren Baumaschinen befahren, droht eine Konsistenzverschlechterung bis hin zur Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten).

Tabelle 4: Kennwerte für Homogenbereiche (Erfahrungswerte)

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300		
	O	B 1	B 2
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Hochflutlehm	Sand
Bodenklasse n. DIN 18301	BB 2-BB 3 ¹⁾	BB 2 – BB 3 ¹⁾	BN 1 - BN 2
Stein- und Blockanteile ²⁾	< 5 %	< 5 %	< 5 %
Lagerungsdichte / Konsistenz	steif - halbfest	weich – halbfest	mitteldicht - dicht
Undränierete Scherfestigkeit (cu) in kN/m ²	-	30 – 300	-
Konsistenzzahl (I _c)	-	0,5 bis > 1	-
Plastizitätszahl (I _p) in %	-	10 - 20	-
bezogene Lagerungsdichte (I _D)	-	-	0,50 – 0,85
organische Anteile (V _{GI}) in %	> 5 %	< 5 %	< 3 %

¹⁾ Die bindigen Böden sind sehr wasserempfindlich und neigen bei Zuführung von Wasser (z.B. Niederschlag) und bei mechanischer Beanspruchung dazu eine weiche bis breiige Konsistenz (Bodenklasse 2 bzw. BB 1) anzunehmen

²⁾ Aufgrund des Bohrdurchmessers von max. 60 mm, werden Steine und Blöcke (Korngröße > 63 mm) in den Bohrungen nicht probentechnisch erfasst und der Anteil lediglich geschätzt. Der Nachweis des Stein- und Blockanteils ist daher ggf. durch Baggerschürfe nachzuweisen.

5 BEURTEILUNG DER GRÜNDUNG

5.1 Allgemeines

Oberboden/Deckschicht:

Im Untersuchungsbereich konnten am Top humose Oberböden bis zu einer Tiefe von max. 0,30 m unter GOK und bis zu einer Tiefe von maximal ca. 0,50 m unter GOK in einer steifen bis halbfesten Konsistenz angetroffen werden.

Gewachsene Böden:

Unterlagert werden die Oberböden ab frühestens ca. 0,30 m unter GOK und ab spätestens ca. 0,50 m unter GOK von Hochflutlehm in einer weichen bis steifen sowie steifen bis halbfesten Konsistenz. Die Hochflutlehme konnten bis mindestens 2,50 m unter GOK und teils bis zur Endteufe angetroffen werden. Unterhalb der Hochflutlehme lagern i.d.R. Sande mit unterschiedlichem Schluff- und Tongehalt in einer mitteldichten bis dichten Lagerung.

5.2 Einschätzung der bauwerksbezogenen Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit der einzelnen Bodenschichten lässt sich in Bezug auf die geplante Gebäudebebauung (Bewertung der Verkehrsflächen erfolgt in *Kapitel 5.6*) und der daraus resultierenden Auflasten wie folgt bewerten:

Die **humosen** Oberböden (Homogenbereich O) sind aufgrund der organischen Anteile als minder tragfähig zu bezeichnen und müssen unter überbauten Flächen abgetragen werden.

Der Abtrag der humosen Oberböden stellt sich im Einzelnen wie folgt dar:

Tabelle 5: Abtrag humose Oberböden im Einzelnen (grüne Färbung = Marktbereich)

Bohrung	Aushubtiefe in m unter GOK	Aushubtiefe in m NHN
KRB 01	0,40	226,99
KRB 02	0,35	227,86
KRB 03	0,35	230,82
KRB 04	0,30	230,51
KRB 05	0,40	228,84
KRB 06	0,40	228,97
KRB 07	0,35	230,21
KRB 08	0,45	227,94
KRB 09	0,50	226,63
KRB 10	0,30	228,74
Mittlere Aushubtiefe ~0,38 m unter GOK		

Als Austauschboden eignet sich ein lagenweise, verdichtet eingebauter frostsicherer und gut verdichtungsfähiger Naturschotter (z.B. 0/45er Korngröße mit $\leq 5\%$ Feinanteilen Korn- $\emptyset \leq 0,06$ mm) oder auch geeignetes, verdichtungsfähiges Recycling-Material (z.B. 0/45er, wasserrechtliche Genehmigung erforderlich).

Vor der Überbauung ist ein Verdichtungsnachweis zu führen.

Auf dem Planum für die Fundamente und die Bodenplatte ist eine dyn. Proctordichte von min. 100 % nachzuweisen bzw. das äquivalente Verformungsmodul (z.B. mittels statischem oder dynamischem Lastplattendruckversuch, siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Näherungsweise Zuordnung von dyn. Proctordichte, Verformungsmodul E_{v2} und E_{vd}

Richtwerte für die Zuordnung vom statischen Verformungsmodul E_{v2} oder dem Dynamischen Verformungsmodul E_{vd} zum Verdichtungsgrad D_{pr} bei grobkörnigen Bodengruppen			
	Geforderte Verdichtung in verschiedenen Tiefenlagen (ZTVT-StB 95*) (ZTVE-StB 94)	Anlehnung an Richtwerte für die Zuordnung zu D_{pr} (ZTVE-StB 84 Tab. 8)	1) Vorschlag für die Zuordnung von E_{vd} zu E_{v2} (gem. ZTV-E StB, Stand Okt. 09)
Bodengruppe DIN 18 196	Verdichtungsgrad D_{pr} in %	Verformungsmodul E_{v2} in MN/m ²	Verformungsmodul E_{vd} in MN/m ²
Kiese und Sande mit ≤ 7 Gew.-%<0,063 mm (GW, GI, GT, GU)	≥ 103 ≥ 100 ≥ 98 ≥ 97	≥ 120 ≥ 100 ≥ 80 ≥ 70	≥ 65 ≥ 50 ≥ 40 ≥ 35
Enggestufte Kiese und Sande weitgestufte und intermittierende Sande (GE, SE, SW, SI)	≥ 100 ≥ 98 ≥ 97	≥ 80 ≥ 70 ≥ 60	≥ 40 ≥ 35 ≥ 32
Gemischtkörnige Kiese und Sande mit 7-15 Gew.-%<0,063 mm (GU, GT, SU, ST)	≥ 100 ≥ 97	≥ 70 ≥ 45	≥ 35 ≥ 25
Schluffige und tonige sowie gemischtkörnige Böden 15-40 Gew.-%<0,063 mm (U, T, GU, GT, SU, ST)	≥ 97 ≥ 95	≥ 45 ≥ 30	≥ 25 ≥ 20

D_{pr} E_{v2} E_{vd}

ZTV E
StB 17
ZTV A
StB 12

1) Diese Anhaltswerte können als Richtwerte für den Nachweis der erreichten Verdichtungen gem. ZTV E-StB 09 Abs. 14.2.5 bzw. ZTV E-StB 12 zwischen AN und AG vereinbart werden.
 Führen Sie zur Sicherheit in jedem Fall immer eine Korrelationsmessung mit dem statischen Lastplattendruckversuch gem. DIN 18134 durch.
 Die Messung ist streng nach den Vorgaben der TP BF-StB Teil B 8.3 auszuführen und auszuwerten!
 Alle Angaben dienen nur zur Information und sind ohne Gewähr!

Die Hochflutlehme (Homogenbereich B 1) ab einer mindestens steifen Konsistenz sind für die geplante Bebauung als ausreichend tragfähig einzustufen.

Hochflutlehme in weicher sowie in weicher im Übergang zu einer steifen Konsistenz können nur bei ausreichendem Abstand zur Gründungsebene und einer Begrenzung des aufnehmbaren Sohldrucks im Untergrund verbleiben. Näheres hierzu enthält *Kapitel 5.3*.

Werden die unterhalb des Oberbodens anstehenden bindigen Böden der Witterung ausgesetzt oder mit schweren Baumaschinen befahren, so droht eine massive Konsistenzverschlechterung dieser Böden. In diesen Fällen ist entweder ein Bodenaustausch vorzunehmen

oder der Lehm durch Zugabe mit hydraulischen Bindemitteln verbessert werden (siehe hierzu auch *Kapitel 5.6*).

Ausgebaute bindige Böden sind bautechnisch nur nach einer Konditionierung mit hydraulischen Bindemitteln wiederzuverwenden. Dies bedeutet z.B., dass die anstehenden bindigen Böden nach einem Ausbau zwar zum Höhenausgleich verwendet werden können, der Einbau dann jedoch lagenweise und hydraulisch verbessert (z.B. durch lagenweises Einfräsen von Kalk-Zement-Gemischen) erfolgen muss.

Die anstehenden Sande (Homogenbereich B 2) weisen eine mitteldichte bis dichte Lagerungsdichte auf. In der Baugrubensohle anstehende Sande in einer lockeren Lagerung müssen vor einer Überbauung nachverdichtet werden und sind spätestens nach einer Nachverdichtung als tragfähig anzusehen. Eine bautechnische Wiederverwertung ausgebaute Sande ist möglich.

Nicht erfasste humose/organische Böden sind als minder tragfähig zu bezeichnen und müssen unter überbauten Flächen ebenfalls abgetragen und durch einen verdichtungsfähigen Austauschboden ersetzt werden.

5.3 Gründungsempfehlung

Lebensmittelmarkt:

Nach den Erkundungen kann das geplante Bauwerk in Holzbauweise flach auf Streifenfundamenten gegründet werden. Die Bodenplatte des Marktes kann als schwimmende Stb.-Platte ausgeführt werden. Die Bodenplatte im Anlieferungsbereich ist als konventionelle Stb.-Platte geplant.

Die Frostfreiheit wird in einer Tiefe von min. 1,00 m unter GOK (Frosteinwirkungszone II) ausgehend von einer OKFF-EG bei ~229,40 m NHN wird diese in einer Tiefe von ca. 228,40 m NHN erreicht.

Die Unterkante der Einbindetiefe der umlaufenden Streifenfundamente kann jedoch verringert werden, sofern darunter bis zur Frostfreiheit (hier 1,00 m unter GOK bzw. 228,40 m NHN) ein frostunempfindliches, wasserdurchlässiges (k_f -Wert $\geq 10^{-4}$ m/s) Austauschmaterial eingebaut wird.

Der Austauschboden (z.B. RC-Material oder Kies-Sand-Gemische) ist dabei in einem Lastausbreitungswinkel von annähernd 45° zur Fundamentunterkante einzubringen. Alternativ kann auch Magerbeton bis zur UK-Frostfreiheit eingebracht werden (siehe folgende Abbildung 3).

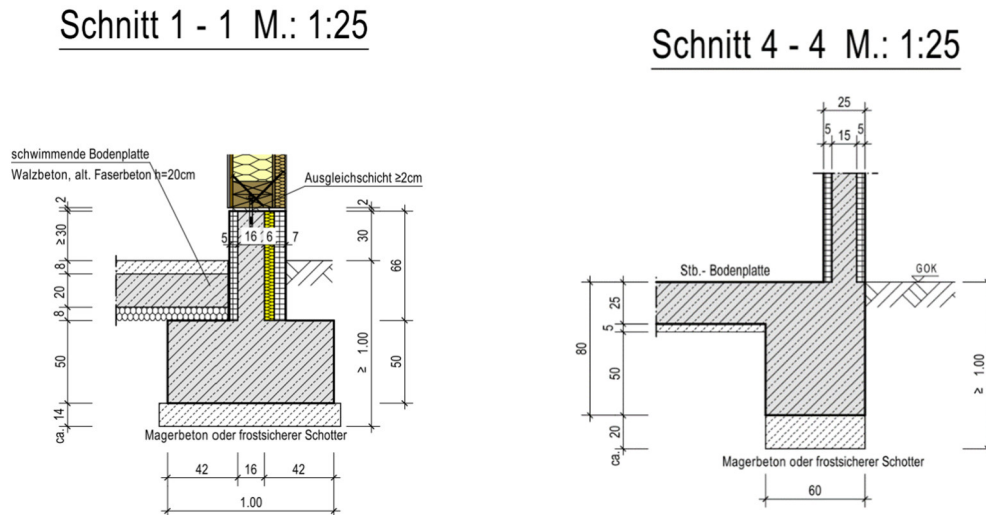


Abbildung 3: Schnitte frostfreie Gründung Bodenplatte und Streifenfundamente

Die Unterkante der umlaufenden Streifenfundamente liegt gemäß oberer Schnittzeichnungen bei 0,86 m (Schnitt 1 – 1 bzw. bei 0,80 m – Schnitt 4 - 4) unter GOK/OKFF-EG.

Tieferliegende Anlieferungsrampe:

Die Belieferung des Lebensmittelmarktes erfolgt über eine tieferführende Anlieferungsrampe mit Anlieferungstisch. Die Fundamente des Anlieferungstisches liegen erfahrungsgemäß bei der Frosteinwirkungszone II in einer Tiefe von etwa 2,30 m unter OKFF-EG. In Bezug auf eine OKFF-EG bei 229,40 m NHN erfolgt die Einbindung des Fundamentes des Anlieferungstisches bei ca. 227,10 m NHN.

Nach den vorliegenden Planungsunterlagen liegen die Bohrungen KRB 01 und KRB 02 im näheren Bereich der geplanten Anlieferung.

In der Einbindetiefe des tieferen Fundamentes ist u.a. mit tragfähigen Austauschböden und Hochflutlehm in steifer bis halbfester Konsistenz zu rechnen.

5.4 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes

Entsprechend des Eurocodes 7 und der DIN 1054 -Zulässige Belastung des Baugrundes-, Ausgabe 2010-12 (Ergänzende Regelungen zu EC 7), ergeben sich Richtwerte für die Belastbarkeit der Böden.

Die Kleinrammbohrungen KRB 01 bis KRB 05 befinden sich gemäß Lageplan im Bereich des geplanten Marktes.

Für statische Vorbemessungen wurden überschlägige Setzungsberechnungen für Streifenfundamente mit einer Einbindetiefe von 1,00 m unter OKFF (0,86 m Fundament + 0,14 m Magerbeton, entspricht 228,40 m NHN) und unterschiedlichen Fundamentbreiten am Bohrprofil der Kleinrammbohrung KRB 03 (Ansatzhöhe 231,17 m NHN) durchgeführt.

Die setzungsbegrenzten Sohlwiderstände $\sigma_{R,d}$ werden demnach beispielhaft wie folgt angegeben:

z.B. Streifenfund.: $b = 1,00 \text{ m}$, $l = 10 \text{ m}$, $t = 1,00 \text{ m}$ (228,40 m NHN), $\sigma_{R,d} \approx 206,8 \text{ kN/m}^2$

Für die tieferliegenden Fundamente des Anlieferungstisches (Gründungssohle bei 227,10 m NHN) können unter Berücksichtigung des Bohrprofils der KRB 02 folgende begrenzte Sohlwiderstände angesetzt werden:

z.B. Rampenfund.: $b = 1,00 \text{ m}$, $l = 10 \text{ m}$, $t = 1,00 \text{ m}$ (227,10 m NHN), $\sigma_{R,d, \text{ begr.}} \approx 130 \text{ kN/m}^2$

Die Sohlwiderstände, die charakteristischen Bodenpressungen und die Setzungen können in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen den überschlägigen Setzungsberechnungen entnommen werden (siehe **Anlage 4**).

Die mit den angegebenen Sohlwiderständen und Bodenkennwerten bemessenen Fundamente sind nach den Forderungen der DIN 1054 grundbruchsicher.

Für die Vorbemessung der schwimmenden Bodenplatte kann danach bei einer aufkommenen Flächenlast (design) von $\leq 15 \text{ kN/m}^2$ ein gemittelttes Bettungsmodul von $k_s \approx 6 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Für die Berechnung wurde ein Plattenausschnitt von 5 x 5m verwendet.

Nennenswerte Bauwerkssetzungen sind unter Berücksichtigung der aufgeführten Randbedingungen während und nach der Bauphase bei den anstehenden, mineralischen Böden **nicht** zu erwarten. Die Setzungsdifferenzen werden rechnerisch 2,5 cm und Winkelverdrehungen $\tan \alpha = 1/500$ **nicht** überschreiten.

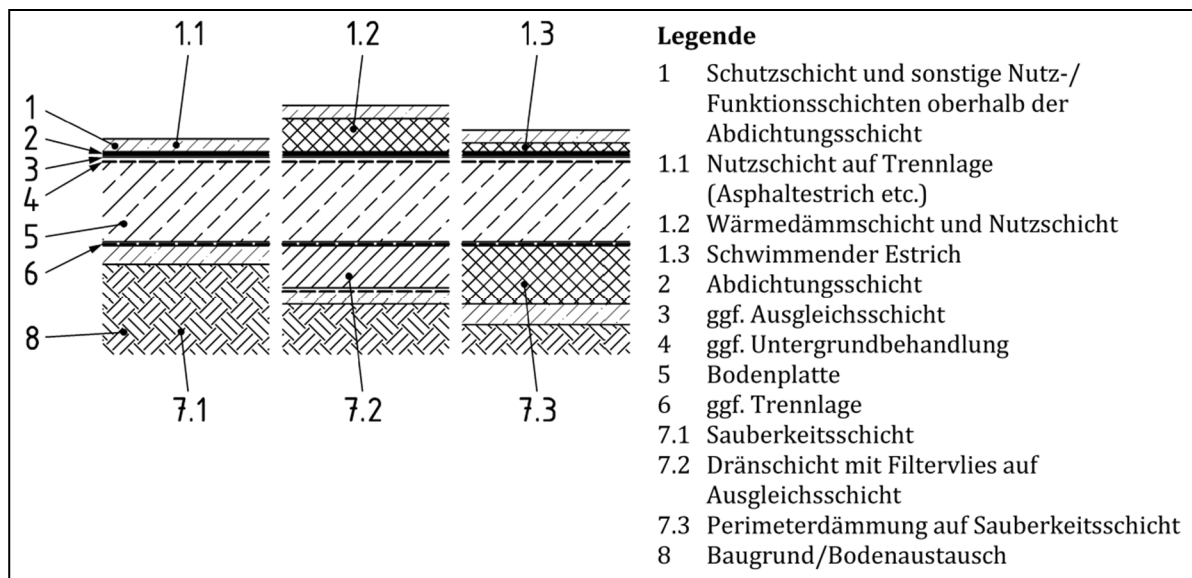
Darüber hinaus gelten die angegebenen und errechneten Werte vorbehaltlich einer Freigabe durch einen Bodengutachter/Baugrundsachverständigen vor Ort.

5.5 Abdichtung erdberührter Bauteile

Für das Gebäude ist aufgrund der anstehenden bindigen Böden im Untergrund eine Abdichtung nach DIN 18533-1 gemäß Wassereinwirkungsklasse W1.2-E — *Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung* vorzusehen.

Erdberührte Wände und Bodenplatten sind W1.2-E zuzuordnen, wenn bei wenig wasser-durchlässigem Baugrund durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 Stauwasser zuverlässig vermieden wird. Eine sachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen, funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut. Die unterste Abdichtungsebene muss mindestens 50 cm oberhalb des Bemessungswasserstands liegen.

Die Unterkante der Abdichtung liegt bei erdberührten Bodenplatten nach W1-E typischerweise bei OKRF (siehe folgender Ausschnitt aus der DIN 18533-1, Kapitel 8.5.4.1- Allgemeines: *Typische Schichtfolgen für die Abdichtung von erdberührten Bodenplatten bei W1-E*).



Des Weiteren ist eine Abdichtung gemäß Wassereinwirkungsklasse W4-E - „Spritzwasser am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden“ vorzusehen.

Gemäß WU-Richtlinie ist hier die Beanspruchungsklasse 2 anzusetzen.

5.6 Herstellung der Verkehrsflächen

Es wird eine Herstellung der Verkehrsflächen in Anlehnung an die gültigen Vorschriften im Straßenbau entsprechend der RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) und der aktuell gültigen Regelwerke (ZTV E-StB, ZTV SoB-StB, ZTV Asphalt-StB, ZTV Beton-StB, ZTV Pflaster-StB) sowie nach allgemein anerkannten Regeln der Technik empfohlen.

Humifizierte und bindige Böden sind im Bereich des geplanten Verkehrsflächenoberbaus zu entfernen und durch einen Austauschboden zu ersetzen.

Für das Planum der Verkehrsflächen gilt als Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit, ein E_{v2} - Wert $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ und ein Verdichtungsverhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$. Die Kontrolle der Verdichtung bzw. der Tragfähigkeit ist mit anerkannten Prüfverfahren vorzunehmen. Erst nach dem Erreichen der geforderten Planumtragfähigkeit kann die Herstellung des Oberbaues erfolgen.

Es ist davon auszugehen, dass die anstehenden Hochflutlehme im Verkehrsflächenplanum (UK Oberbau) nicht den erforderlichen E_{v2} - Wert $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen.

Daher muss der Aushub entsprechend tiefer geführt oder der anstehende Boden durch z.B. Zugabe von hydraulischen Bindemitteln verfestigt werden.

Bodenverbesserung:

Bewährt hat sich bei den vorgefundenen Böden im Planum eine Bodenverbesserung durch das Einfräsen von Mischbindemitteln (Kalk-Zement-Gemische, mixed in place). Die Frästiefe sollte dabei etwa 40 cm betragen. Um die zuzugebende Mischbindemittelmenge je m^2 bestimmen zu können, sind im Vorfeld der Bodenverbesserung der natürliche und der optimale Wassergehalt, sowie die Kornverteilung des Hochflutlehms im Planum zu bestimmen. In der Regel ist eine Bodenverbesserung wirtschaftlicher als ein Bodenaustausch.

Bodenaustausch:

Sollte ein Bodenaustausch im Planum vorgesehen werden, so empfiehlt sich in diesem Fall vor der Herstellung des Verkehrsflächenoberbaus entsprechende Testfelder anzulegen, damit das Maß des zusätzlichen Aushubs bemessen und somit minimiert werden kann. Unterhalb des Bodenaustauschs ist je nach verwendetem Austauschboden ein Geovlies (Trennlage bei Sand) oder ein Geokombigitter (Geogitter mit Vliesunterlage (Trennen und Verzahnen), bei Schotter) zu verlegen.

Im Untergrund befinden sich überwiegend Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F 3 (Hochflutlehme). Je nach Belastungsklasse/Bauklasse ist danach ohne Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zunächst ein Mindestoberbau von 50 cm ($Bk_{0,3}$) bis 65 cm ($Bk_{10} - Bk_{100}$, siehe *Tabelle 7*) vorzusehen.

Tabelle 7: Ausgangswerte für die Bestimmung der Minstdicke des frostsicheren Straßen-
aufbaues (Auszug RStO 12)

Frostempfindlich- keitsklasse	Dicke in cm bei Bauklasse		
	Bk ₁₀ / Bk ₃₂ / Bk ₁₀₀	Bk _{1,0} / Bk _{1,8} / Bk _{3,2}	Bk _{0,3}
F2	55	50	40
F3	65	60	50

Des Weiteren sind aufgrund der örtlichen Gegebenheiten Mehrdicken vorzusehen. So sind die in Tabelle 8 aufgeführten Mindestaufbauten aufgrund der Lage des Grundstücks in der Frosteinwirkungszone II (+5 cm) und des potentiellen Auftretens von aufstauendem Sickerwasser (+5 cm) um insgesamt mindestens 10 cm zu erhöhen.

So ist für die Bk₁₀ – Bk₁₀₀ ein Mindestoberbau von 75 cm, für die Bk_{1,0} – Bk_{3,2} ein Mindestoberbau von 70 cm und für die Bk_{0,3} ein Mindestoberbau von 60 cm vorzusehen.

Die jeweilige Bauweise (Asphaltdecke, Betondecke, Pflasterdecke, vollgebundener Oberbau), die geforderten Verformungsmoduln (E_{v2}) und die Schichtdicken für Frostschutz- und Trag-schichten können den Tafeln 1 – 4 der RStO 12 entnommen werden.

Für die Verkehrsflächen ist aufgrund der bindigen Sedimente im Untergrund bei einer unge-bundenen Pflasterbauweise eine Planumsentwässerung vorzusehen. Wird durch eine Pla-numsentwässerung wirksam der Aufstau von Sickerwasser verhindert, so kann der Oberbau wiederum um 5 cm reduziert werden.

Am Rampenfuß ist eine entsprechende Oberflächenentwässerung vorzusehen.

5.7 Anmerkungen zur Bauausführung und sonstige Hinweise

Baugruben können unter Berücksichtigung der DIN 4124 bis zu einer Baugrubentiefe von 1,25 m ungeböscht und bis zu einer Tiefe von 5 m ohne rechnerischen Nachweis in geböschter Bauweise bei nichtbindigen Böden mit einem Winkel $\beta \leq 45^\circ$ und bei bindigen Böden von steifer bis halbfester Konsistenz mit $\beta \leq 60^\circ$ angelegt werden. Dies gilt jedoch nicht für aufge-füllte Böden, Weichschichten bzw. bei Wasserzutritt in der Baugrube. Ist der Baugrubenwinkel nicht einzuhalten, so ist ein Verbau nach DIN 4124 vorzusehen.

Beim Verfüllen von Leitungsgräben/Kanälen sollte in der Baugrubensohle auf dem Planum mittels Plattendruckversuch ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ (gilt nur für engge-stuften Sand, Bodengruppe SE) mit einem Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,6$ erreicht werden. Der Ver-dichtungsgrad auf der Bettungsschicht darf 97% Proctordichte nicht unterschreiten.

Bei den Erdarbeiten ist zu beachten, dass bei bindigen Böden eine intensive Verdichtung zur vermehrten Wasseraufnahme und damit zur Verringerung der Tragfähigkeit der bindigen Se-dimente führen kann. **Darum darf über den bindigen Böden die Verdichtung von**

eingebrauchtem Austauschboden/Füllboden anfangs nur statisch (ohne Vibration) ausgeführt werden. Wird der bindige Boden durch den Aushub gestört, der Witterung ausgesetzt oder mit schweren Baumaschinen befahren, nimmt er rasch eine weiche bis breiige Konsistenz an und muss dann ausgetauscht oder hydraulisch verbessert werden. Das Befahren des bindigen Planums sollte auf ein Minimum reduziert werden und die Erdarbeiten abschnittsweise „Vor-Kopf“ erfolgen.

5.8 Böschungen

Aufgrund der Höhendifferenzen wird auf dem Gelände wahrscheinlich ein Höhenausgleich mit dem anstehenden bindigen Boden notwendig werden. Dabei ist der abgetragene Hochflutlehm bzw. die Sand-Schluff-Gemische an der Einbaustelle lagenweise mit hydraulischen Bindemitteln zu verbessern (siehe hierzu Kapitel 5.6).

Im Zuge der Geländeprofilierung kann aufgrund der vorhandenen Höhendifferenzen zu Nachbargrundstücken die Herstellung einer dauerhaften Böschung oder einer dauerhaften Böschungssicherung (Bohrpfahlwand, Winkelstützwände etc.) notwendig werden.

Für die Vordimensionierung von permanenten Böschungen kann zunächst von den in Tabelle 8 zusammengefassten Neigungen ausgegangen werden. Die Werte gelten für Geländesprünge bei homogenen Baugrundverhältnissen, ohne Berücksichtigung von Wasserdruck und äußeren Lasten.

Tabelle 8: Empfehlungen für Böschungsneigungen

Bodengruppe nach DIN 18196	Böschungshöhe	Böschungsneigung
<i>Grobkörnige Böden</i>		
GW, GT, SW, SI	$h < 10 \text{ m}$	1:1,5
	$h > 10 \text{ m}$	1:1,5 – 1,8
GE, SE	$h < 10 \text{ m}$	1:1,8
	$h > 10 \text{ m}$	1:1,8 – 2,0
<i>Gemischtkörnige Böden</i>		
GU, GT	$h < 10 \text{ m}$	1:1,5
GU	$h > 10 \text{ m}$	1:1,5 – 1,8
GÜ, GÜ, SU, ST, SÜ, SÜ	$h < 3 \text{ m}$	1:1,25 – 1,5
	$3 \text{ m} < h < 10 \text{ m}$	1:1,5 – 1,8
	$8 \text{ m} < h < 15 \text{ m}$	1:1,8 – 2,0
<i>Feinkörnige Böden</i>		
UL, UT, OU, OT	wie GÜ, GÜ	wie GÜ, GÜ
UM, UA, TM, TA	$h < 3 \text{ m}$	1:1,25
	$3 \text{ m} < h < 10 \text{ m}$	1:1,25 – 1,5
	$8 \text{ m} < h < 15 \text{ m}$	1:1,5 – 1,8

Da die Dimensionierung etwaiger Böschungen und Böschungssicherungen maßgeblich von den zukünftigen Planhöhen abhängig ist, kann dies erst nach fortgeschrittener Planung beurteilt bzw. bemessen werden.

6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Der vorliegende Bericht beschreibt die, durch punktuelle Bodenaufschlüsse festgestellten Bodenverhältnisse, in geologischer, bodenmechanischer und hydrologischer Hinsicht und ist nur für diese gültig. Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes bekannten Planungsstand und auf die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen.

Die Lagerungsdichten und die Konsistenzen der anstehenden Böden wurden in einem nahezu ungestörten Zustand beschrieben. Daher kann für eine eventuelle Verschlechterung der Untergrundverhältnisse durch den Baubetrieb keine Haftung übernommen werden.

Bei einer wesentlichen Änderung der Planungen, wie veränderter Höhenlage des Bauwerks oder Abweichungen von den festgestellten Baugrundverhältnissen sollten die getroffenen Aussagen und Empfehlungen überprüft und ggf. an die geänderten Randbedingungen angepasst werden. Sämtliche Aussagen, Bewertungen und Empfehlungen basieren auf den im Gutachten beschriebenen Erkundungsrahmen und erheben keinen Anspruch auf eine vollständige repräsentative Beurteilung der Fläche.

Für diesen Bericht nehmen wir Urheberrecht in Anspruch. Eine Vervielfältigung ist nur in vollständiger Form gestattet. Generell ist eine Weitergabe, außer an diejenigen Personen und Behörden, die an der Durchführung des Projektes beteiligt sind, ist nur mit Zustimmung unseres Büros zulässig. Einer Offenlegung des Gutachtens im Zuge z.B. einer Bebauungsplanung stimmen wir zu.

Geomole GmbH

Oldenburg, 27.06.2025


Korte, Geschäftsführerin


Behrens, M.Sc. Geowissenschaften

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 : Lage- und Übersichtsplan

Anlage 2 : Nivellement

Anlage 3 : Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile / Schlagdiagramme

Anlage 4 : Überschlägige Setzungsberechnungen

Anlage 5 : Laborbericht und Auswertung

Nivellement								

GEOMOLE BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: Anlage 3 Seite: 1		
Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße						Bohrzeit: von: 22.05.2025 bis: 22.05.2025		
Bohrung: KRB 01				m NHN 227,39m				
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe					
0,40	a) Schluff, tonig, schwach sandig, organisch			MP-1 schwach feucht			01	0,40
	b)							
	c) halbfest	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun bis ockergelb					
	f) Mutterboden	g)	h) OH-OU					
1,30	a) Schluff, tonig, schwach sandig			MP-2 schwach feucht bis feucht			02	1,30
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun bis ockergelb					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM					
2,70	a) Schluff bis Ton, schwach sandig			feucht bis sehr feucht			03	2,70
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren	e) ockergelb					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM-TM					
4,10	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schluffig bis 4, tonig, sehr schwach kiesig			kien weiterer Bohrfortschritt schwach feucht bis feucht			04	4,10
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) ockergelb					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					

<	
---	--

---	--

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße							Bohrzeit: von: 22.05.2025 bis: 22.05.2025				
Bohrung: KRB 04/ DPH 3						m NHN 230,81m					
1	2					3		4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen							Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt							
0,30	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig, organisch					MP-1 schwach feucht bis feucht			01	0,30	
	b)										
	c) steif bis halbfest		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu		e) hellbraun bis ockergelb						
	f) Mutterboden		g)		h) OH-OU i)						
1,00	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig					MP-2 feucht			02	1,00	
	b)										
	c) steif bis halbfest		d) mäßig schwer zu bohren		e) ockergelb						
	f) Hochflutlehm		g)		h) UM i)						
4,30	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig, sehr schwach kiesig					feucht			03	4,30	
	b)										
	c) steif		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu		e) ockergelb						
	f) Hochflutlehm		g)		h) UM i)						
5,50	a) Schluff, tonig, schwach sandig					feucht bis sehr feucht			04	5,50	
	b)										
	c) weich bis steif		d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu		e) ockergelb bis beige						
	f) Hochflutlehm		g)		h) UM i)						
6,20	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schluffig bis stark schluffig, tonig, schwach kiesig, sehr schwach steinig					schwach feucht bis feucht			05	6,20	
	b)										
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert		d) schwer zu bohren		e) ockergelb						
	f)		g)		h) SU-SU* i)						

 	
---	--

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
Anlage 3

Seite: 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße

Bohrung: KRB 06

m NHN 229,37m

Bohrzeit:
von: 22.05.2025
bis: 22.05.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Schluff, schwach tonig, sehr schwach sandig, organisch				MP-1 schwach feucht bis feucht		01	0,40
	b)							
	c) steif	d) sehr leicht zu bohren bis leicht zu bohren	e) braun bis hellbraun					
	f) Mutterboden	g)	h) OH-OU	i)				
1,00	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig				MP-2 feucht		02	1,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
2,40	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig				feucht bis sehr feucht		03	2,40
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
3,00	a) Schluff bis Ton, sehr schwach sandig, sehr schwach kiesig				feucht bis sehr feucht		04	3,00
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM-TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
Anlage 3

Seite: 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße

Bohrung: KRB 07

m NHN 230,56m

Bohrzeit:
von: 22.05.2025
bis: 22.05.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,35	a) Schluff, sandig, tonig, organisch				MP-1 schwach feucht		01	0,35
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun					
	f) Mutterboden	g)	h) OH-OU	i)				
1,10	a) Schluff, tonig, schwach sandig				MP-2 schwach feucht bis feucht		02	1,10
	b)							
	c) halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun bis ockergelb					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
2,00	a) Schluff, tonig, schwach sandig				feucht bis sehr feucht		03	2,00
	b)							
	c) weich bis steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun bis ockergelb					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
3,00	a) Schluff bis Ton, sehr schwach sandig				feucht		04	3,00
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun bis ockergelb					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM-TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
Anlage 3

Seite: 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße

Bohrung: KRB 08

m NHN 228,39m

Bohrzeit:
von: 22.05.2025
bis: 22.05.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,45	a) Schluff, schwach sandig, schwach tonig, organisch				MP-1 schwach feucht bis feucht		01	0,45
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun bis hellbraun					
	f) Mutterboden	g)	h) OH-OU	i)				
0,80	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig				MP-2 feucht		02	0,80
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
1,70	a) Schluff, schwach tonig, sehr schwach sandig				MP-2 feucht		03	1,70
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
3,00	a) Schluff bis Ton, sehr schwach sandig, sehr schwach kiesig				feucht		04	3,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM-TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage:
Anlage 3

Seite: 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße

Bohrung: KRB 09

m NHN 227,13m

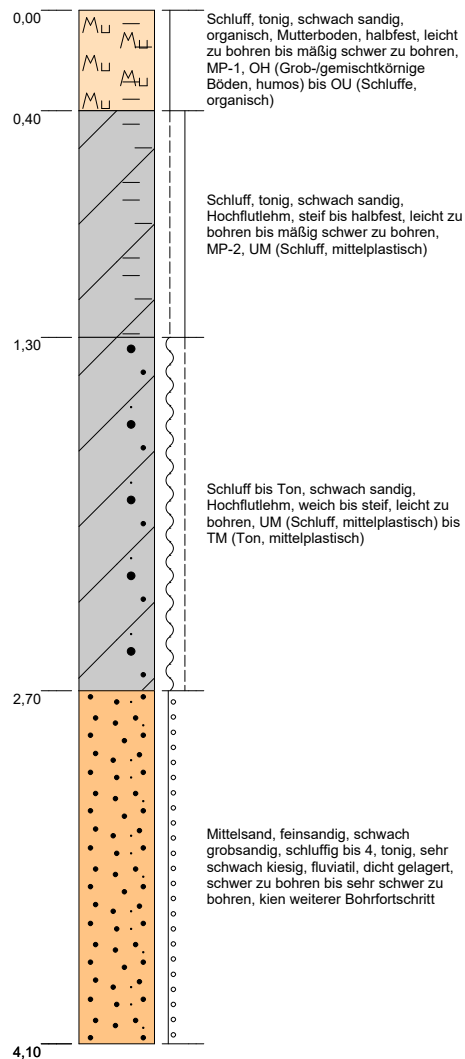
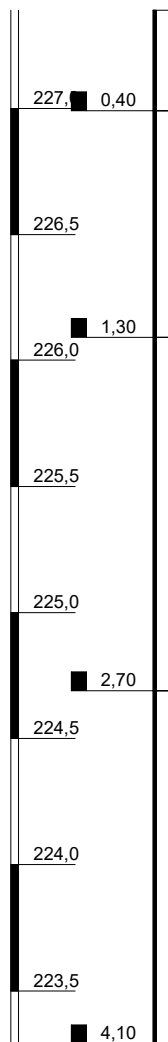
Bohrzeit:
von: 22.05.2025
bis: 22.05.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Schluff, schwach sandig, sehr schwach tonig, organisch				MP-1 schwach feucht bis feucht		01	0,50
	b) Wurzelreste							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) braun bis hellbraun					
	f) Mutterboden	g)	h) OH-OU	i)				
1,30	a) Schluff, tonig, sehr schwach sandig				MP-2 feucht		02	1,30
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) leicht zu bohren bis mäßig schwer zu	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
2,50	a) Schluff, schwach tonig, sehr schwach sandig				feucht		03	2,50
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
3,00	a) Schluff, schwach tonig, schwach sandig, sehr schwach kiesig				feucht bis sehr feucht		04	3,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellbraun					
	f) Hochflutlehm	g)	h) UM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

<	
---	--

227,39m NHN

KRB 01



Höhenmaßstab: 1:30

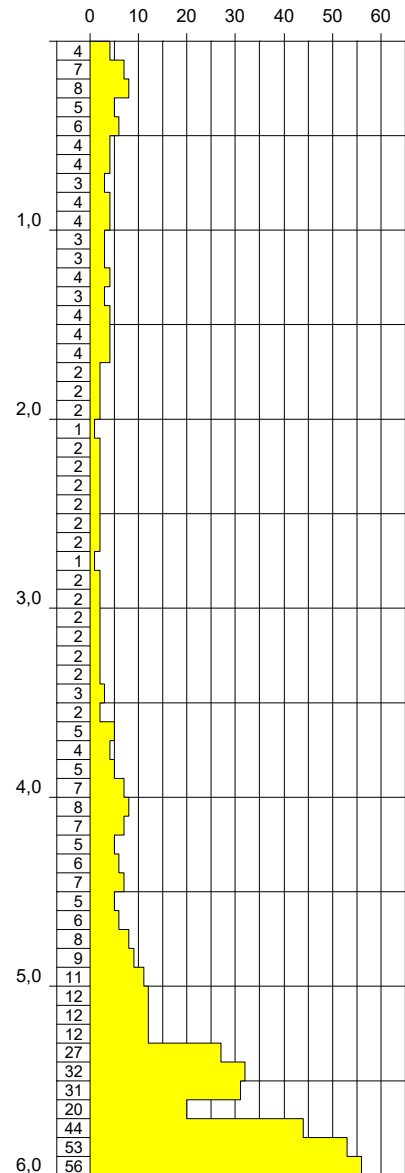
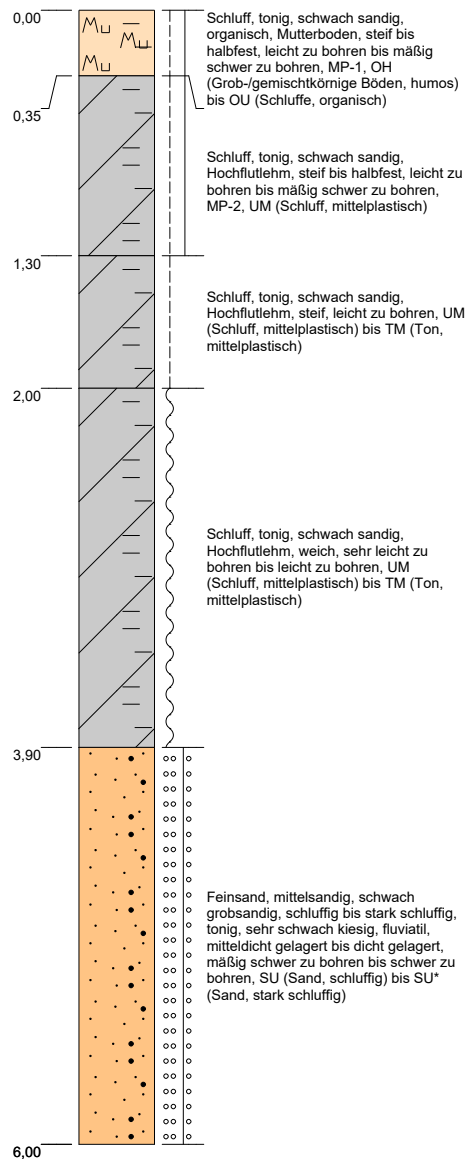
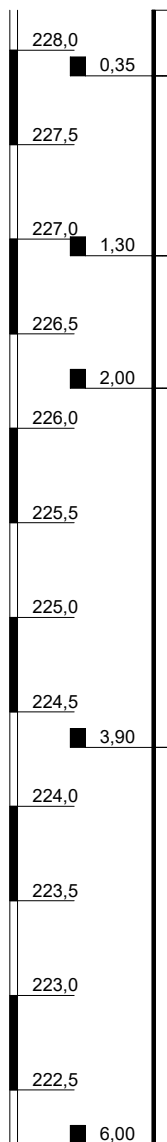
Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 01		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 227,39 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 4.10 m	

228,21m NHN

KRB 02/ DPH 1

DPH 1



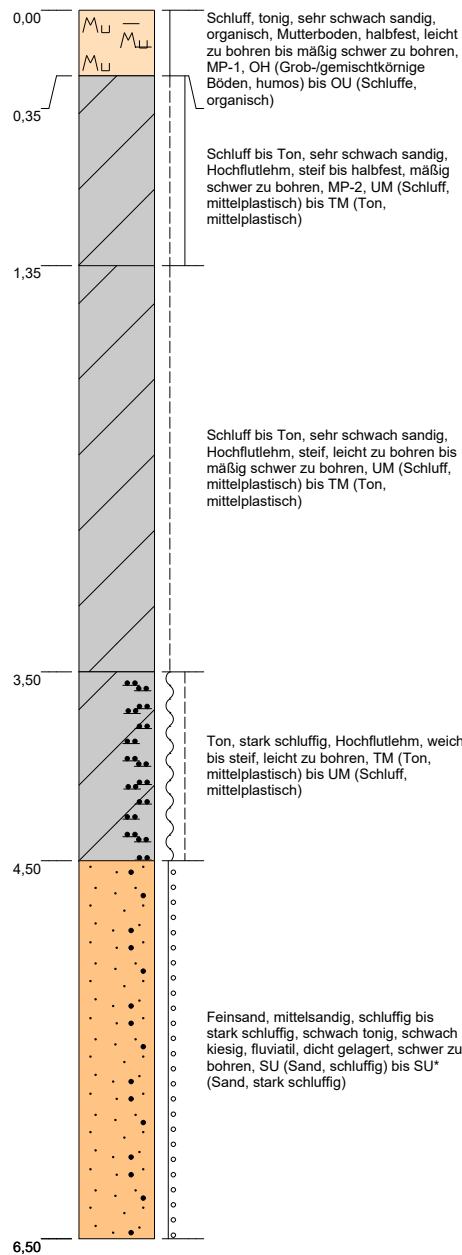
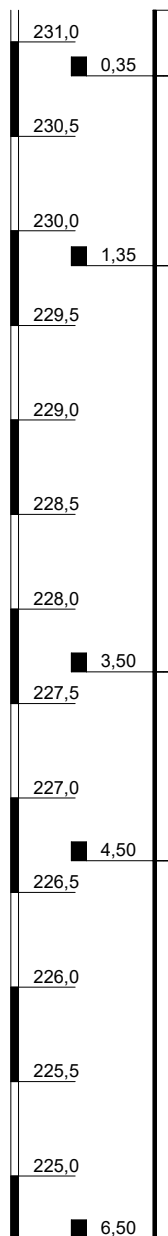
Höhenmaßstab: 1:40

Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 02/ DPH 1		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 228,21 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 6,00 m	

231,17m NHN

KRB 03



Höhenmaßstab: 1:40

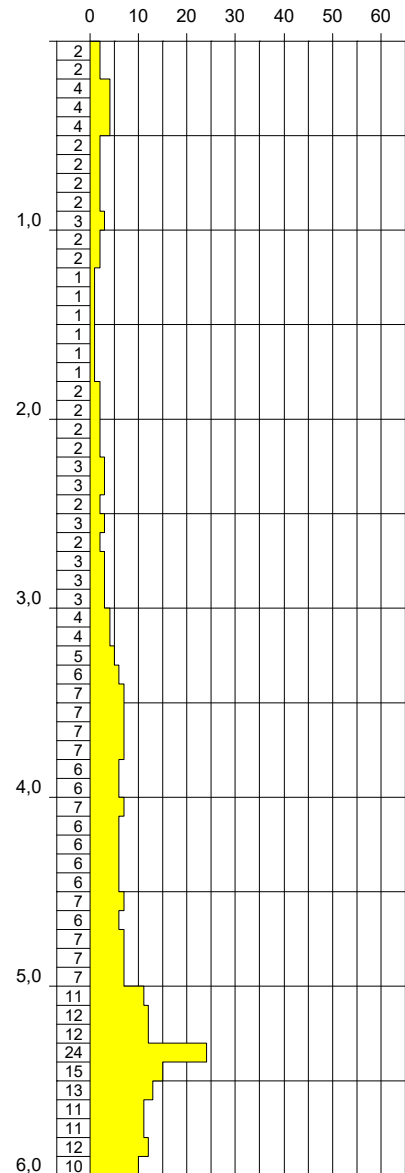
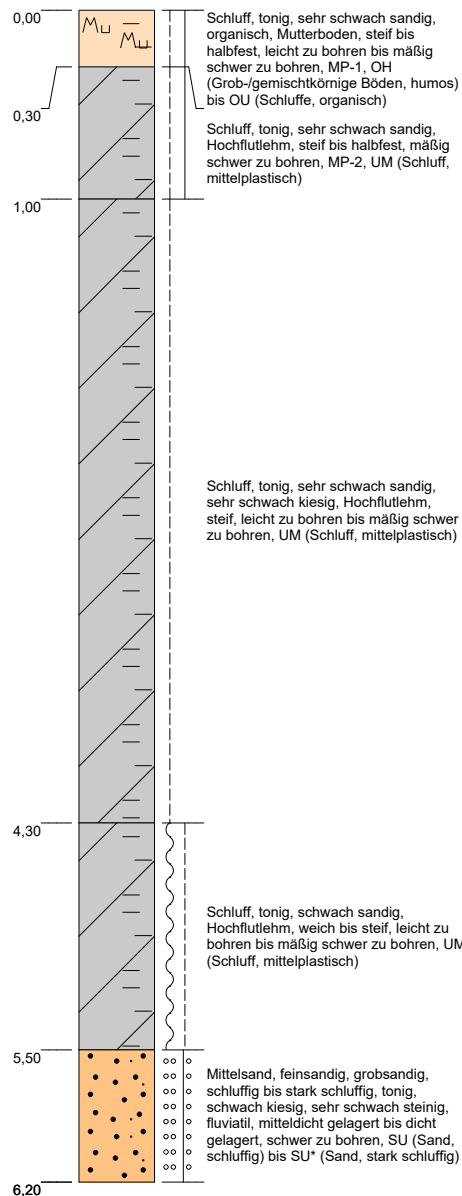
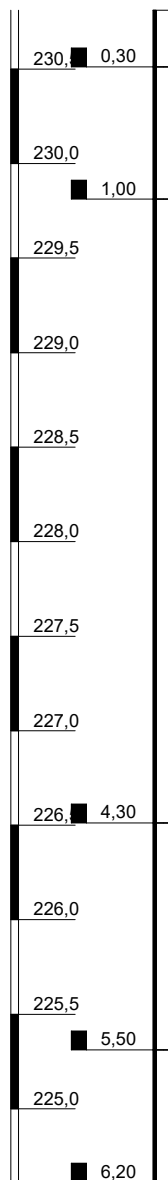
Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 03		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 231,17 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 6,50 m	

230,81m NHN

KRB 04/ DPH 3

DPH 1



Höhenmaßstab: 1:40

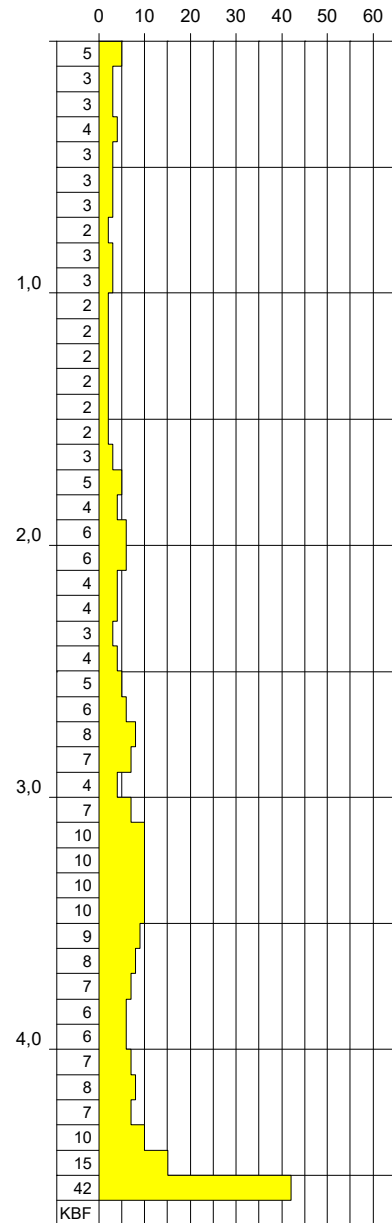
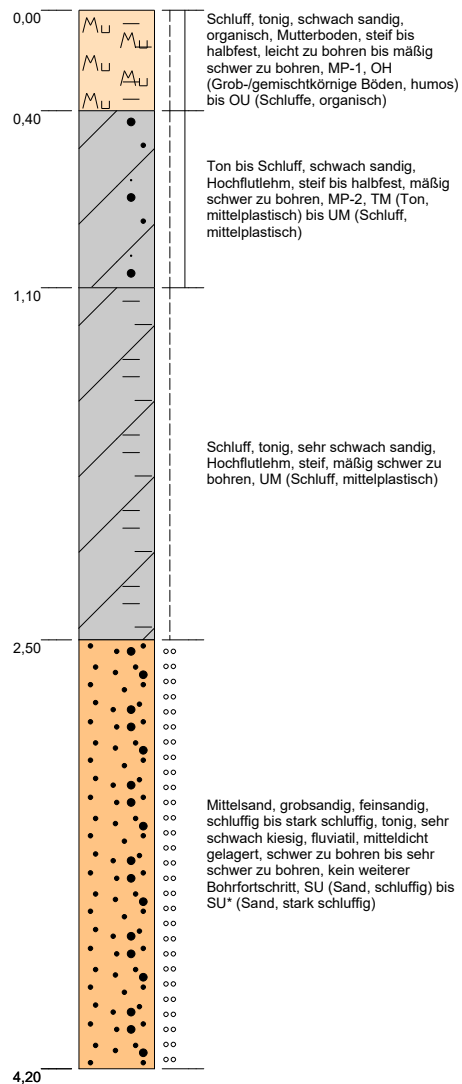
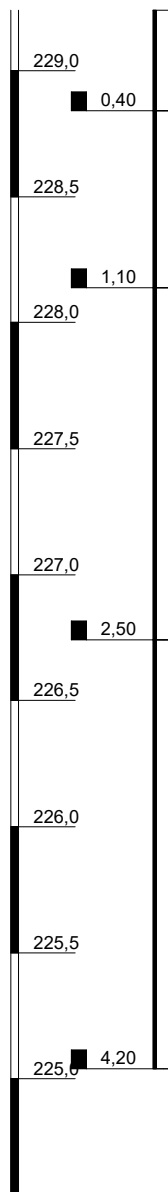
Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 04/ DPH 3		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 230,81 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 6,20 m	

229,24m NHN

KRB 05/ DPH 2

DPH 1



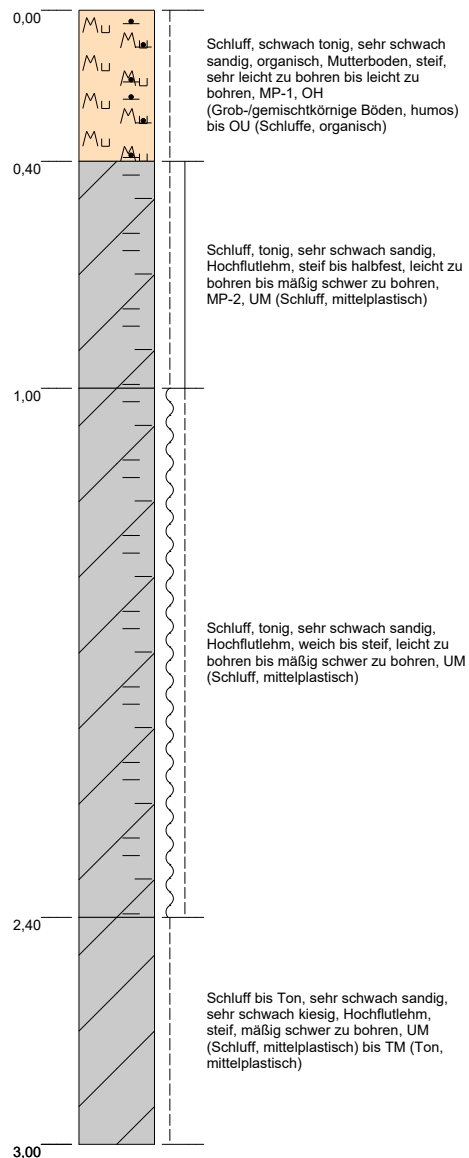
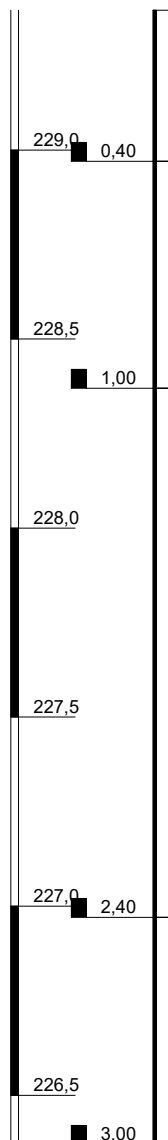
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT		
Bohrung: KRB 05/ DPH 2				
Auftraggeber:	Ratisbona		Rechtswert:	0,0
Bohrfirma:	Geomole GmbH		Hochwert:	0,0
Bearbeiter:	Behrens		Ansatzhöhe:	229,24 m NHN
Datum:	22.05.2025		Endtiefe:	4,20 m

229,37m NHN

KRB 06



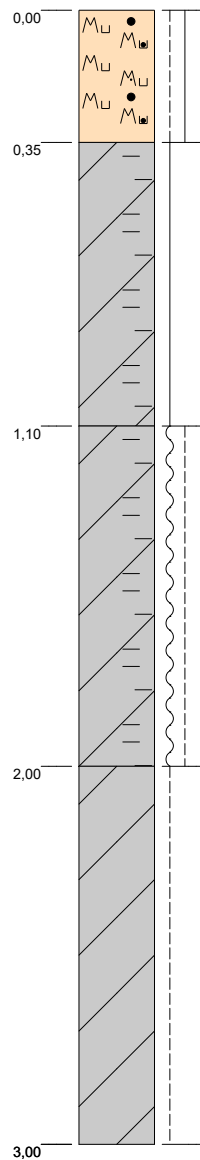
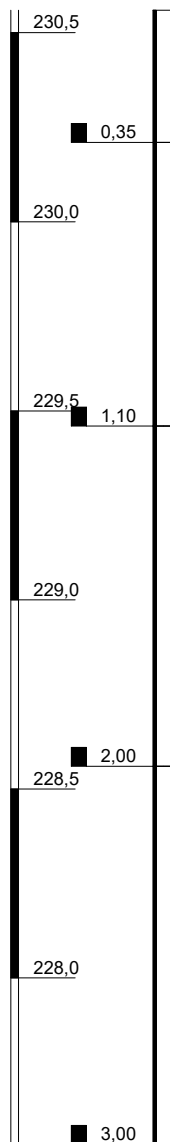
Höhenmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		GEOMOLE BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 06		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 229,37 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 3,00 m	

230,56m NHN

KRB 07



Schluff, sandig, tonig, organisch, Mutterboden, steif bis halbfest, leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren, MP-1, OH (Grob-/gemischtkörnige Böden, humos) bis OU (Schluffe, organisch)

Schluff, tonig, schwach sandig, Hochflutlehm, halbfest, mäßig schwer zu bohren, MP-2, UM (Schluff, mittelpastisch)

Schluff, tonig, schwach sandig, Hochflutlehm, weich bis steif, leicht zu bohren, UM (Schluff, mittelpastisch)

Schluff bis Ton, sehr schwach sandig, Hochflutlehm, steif, leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren, UM (Schluff, mittelpastisch) bis TM (Ton, mittelpastisch)

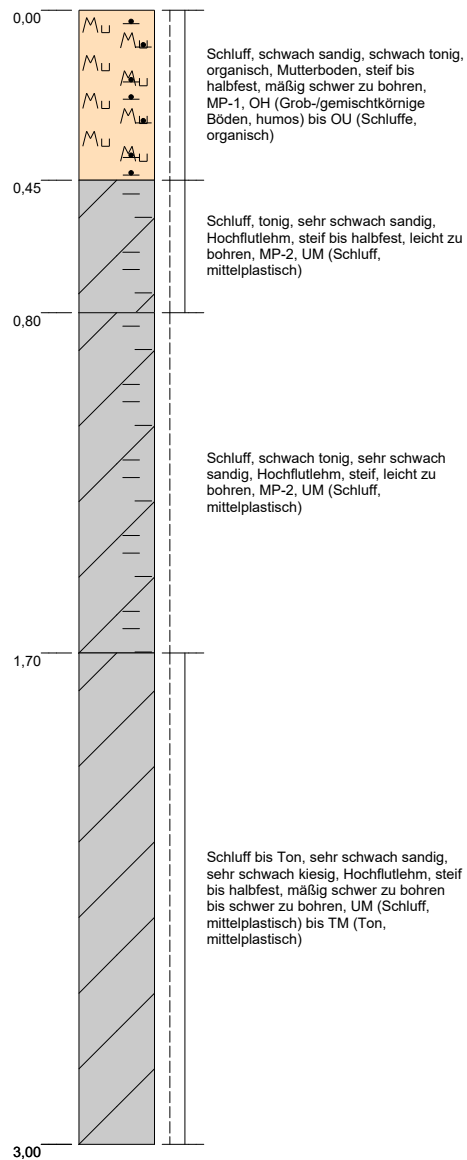
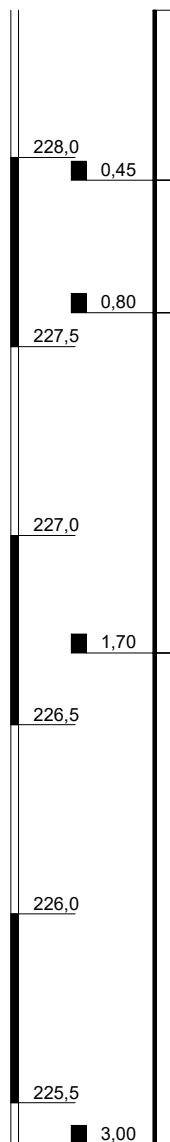
Höhenmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		GEOMOLE BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 07		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 230,56 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 3,00 m	

228,39m NHN

KRB 08



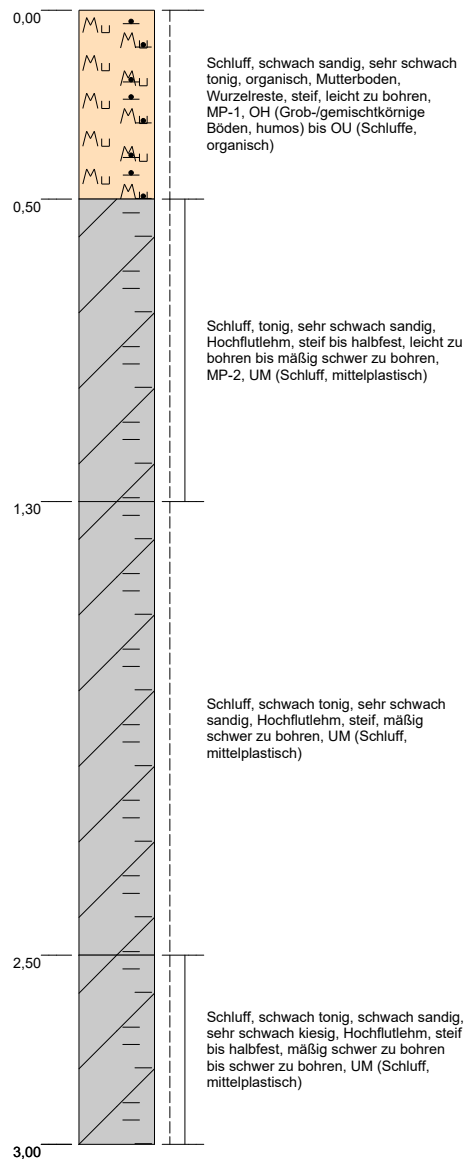
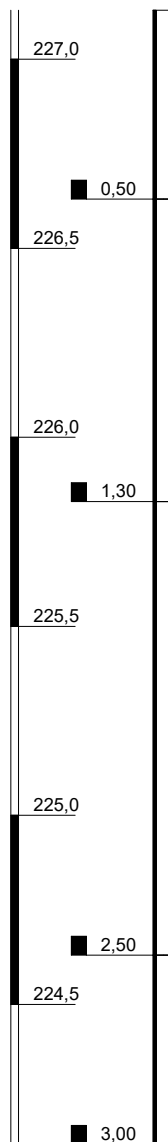
Höhenmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 08		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 228,39 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 3,00 m	

227,13m NHN

KRB 09



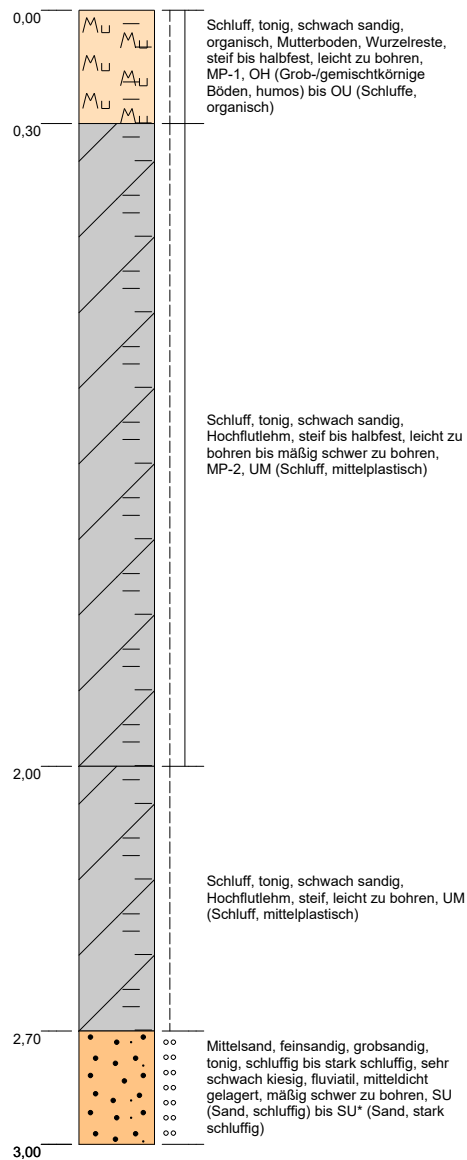
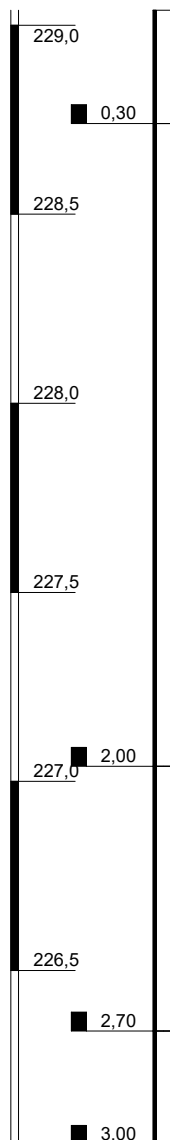
Höhenmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 09		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 227,13 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 3,00 m	

229,04m NHN

KRB 10



Höhenmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

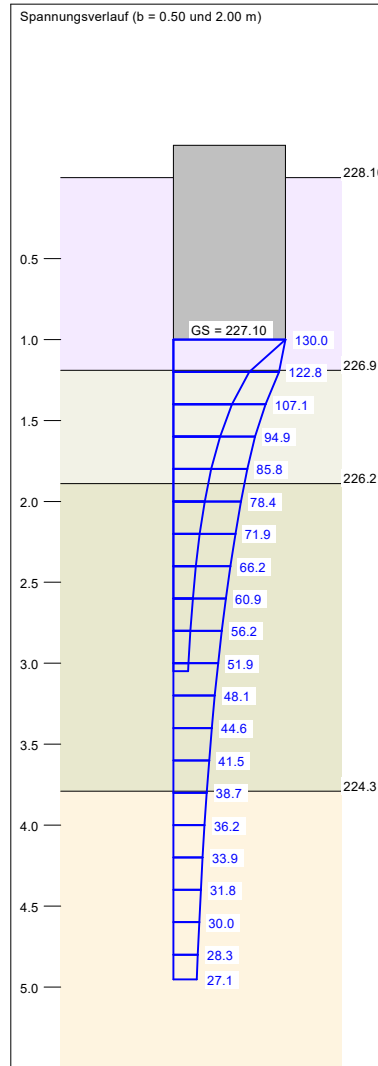
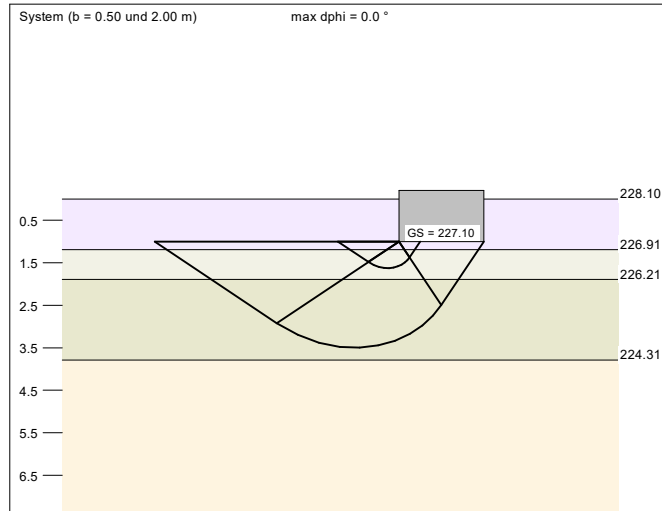
Projekt: Schrecksbach, Kasseler Straße		 BAUGRUND • ALTLASTEN • UMWELT
Bohrung: KRB 10		
Auftraggeber: Ratisbona	Rechtswert: 0,0	
Bohrfirma: Geomole GmbH	Hochwert: 0,0	
Bearbeiter: Behrens	Ansatzhöhe: 229,04 m NHN	
Datum: 22.05.2025	Endtiefe: 3,00 m	

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	Bezeichnung
	226.91	20.0	10.0	22.5	7.5	8.0	Hochflutehm, st-hf
	226.21	19.5	9.5	22.5	5.0	6.5	Hochflutehm, st
	224.31	19.0	9.0	22.5	2.5	3.0	Hochflutehm, we
	<224.31	18.5	10.5	33.8	0.0	50.0	Sand, mitteldicht-dicht

OK Gelände = 228.10 m

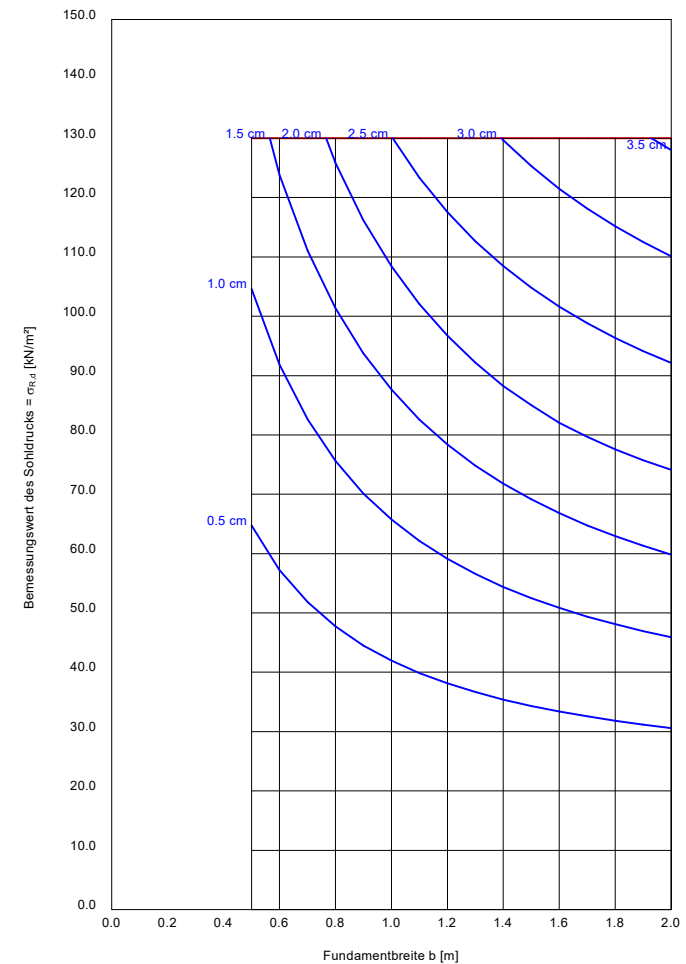
Berechnungsgrundlagen:
 Anlage_4_Schrecksbach_KRB 02_Streifenfundament - Rampe
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\sigma_{R,d}$ auf 130.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 228.10 m
 Gründungssohle = 227.10 m
 Grundwasser = 220.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	R _{n,d} [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t ₀ [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	130.0	65.0	91.2	1.34	22.5	5.60	19.72	20.00	3.05	1.62
10.00	0.60	130.0	78.0	91.2	1.60	22.5	5.50	19.68	20.00	3.25	1.75
10.00	0.70	130.0	91.0	91.2	1.85	22.5	5.43	19.66	20.00	3.43	1.87
10.00	0.80	130.0	104.0	91.2	2.09	22.5	4.71	19.62	20.00	3.59	2.00
10.00	0.90	130.0	117.0	91.2	2.32	22.5	4.41	19.58	20.00	3.74	2.12
10.00	1.00	130.0	130.0	91.2	2.49	22.5	4.20	19.54	20.00	3.88	2.25
10.00	1.10	130.0	143.0	91.2	2.64	22.5	4.04	19.50	20.00	4.02	2.37
10.00	1.20	130.0	156.0	91.2	2.77	22.5	3.91	19.47	20.00	4.14	2.50
10.00	1.30	130.0	169.0	91.2	2.89	22.5	3.80	19.44	20.00	4.26	2.62
10.00	1.40	130.0	182.0	91.2	3.01	22.5	3.71	19.41	20.00	4.37	2.75
10.00	1.50	130.0	195.0	91.2	3.11	22.5	3.63	19.39	20.00	4.48	2.87
10.00	1.60	130.0	208.0	91.2	3.21	22.5	3.56	19.37	20.00	4.58	3.00
10.00	1.70	130.0	221.0	91.2	3.31	22.5	3.50	19.35	20.00	4.68	3.12
10.00	1.80	130.0	234.0	91.2	3.40	22.5	3.44	19.33	20.00	4.78	3.25
10.00	1.90	130.0	247.0	91.2	3.48	22.5	3.39	19.32	20.00	4.87	3.37
10.00	2.00	130.0	260.0	91.2	3.56	22.5	3.35	19.31	20.00	4.95	3.50

$\sigma_{E,k} = \sigma_{Gr,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gr,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Gr,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	227.67	19.5	9.5	22.5	5.0	6.5	Hochflutehm, st
	226.67	19.3	9.3	22.5	2.5	5.0	Hochflutehm, we-st
	<226.67	19.0	11.0	35.0	1.0	60.0	Sand, dicht

OK Gelände = 229.40 m

Berechnungsgrundlagen:

Anlage_4_Schrecksbach_KRB 03_Streifenfundament

Norm: EC 7

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Streifenfundament (a = 10.00 m)

$\gamma_{Gr} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

OK Gelände = 229.40 m

Gründungssohle = 228.40 m

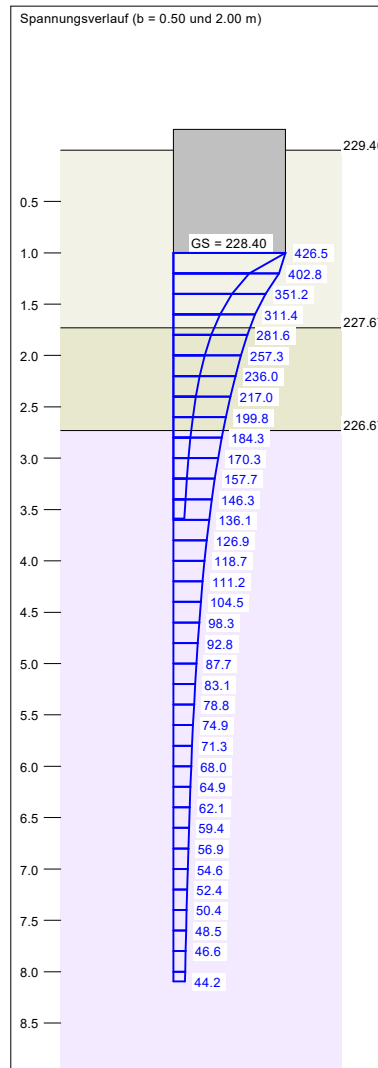
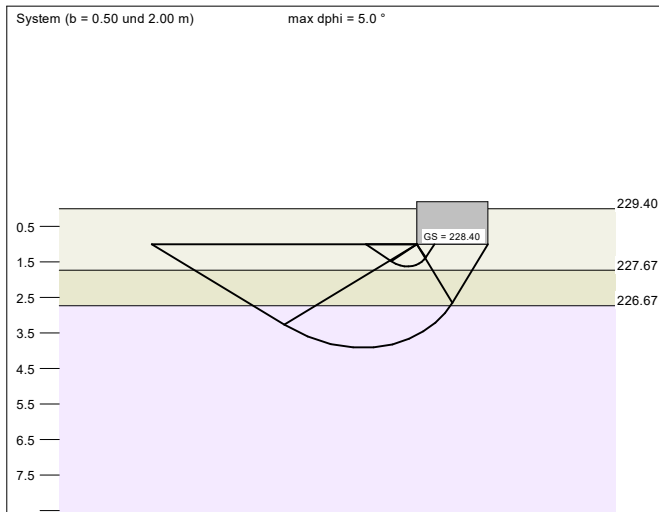
Grundwasser = 220.00 m

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

Sohlendruck

— Setzungen

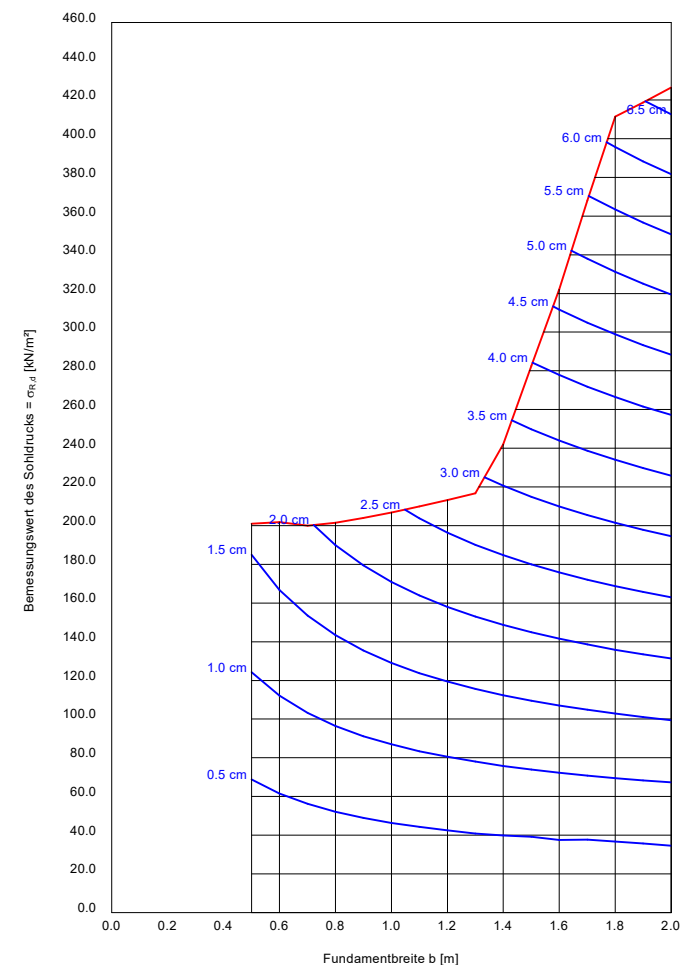


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_0 [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	201.0	100.5	141.1	1.63	22.5	5.00	19.50	19.50	3.59	1.62
10.00	0.60	201.8	121.1	141.6	1.82	22.5	4.69	19.50	19.50	3.84	1.75
10.00	0.70	200.0	140.0	140.4	1.97	22.5	4.18	19.49	19.50	4.04	1.87
10.00	0.80	201.5	161.2	141.4	2.12	22.5	3.94	19.47	19.50	4.26	2.00
10.00	0.90	203.9	183.5	143.1	2.28	22.5	3.77	19.46	19.50	4.46	2.12
10.00	1.00	206.8	206.8	145.1	2.43	22.5	3.65	19.45	19.50	4.66	2.25
10.00	1.10	209.9	230.9	147.3	2.58	22.5	3.54	19.44	19.50	4.86	2.37
10.00	1.20	213.3	255.9	149.7	2.72	22.5	3.45	19.43	19.50	5.05	2.50
10.00	1.30	216.8	281.8	152.1	2.86	22.5	3.38	19.42	19.50	5.23	2.62
10.00	1.40	242.0	338.8	169.8	3.30	23.5 *	3.06	19.41	19.50	5.62	2.80
10.00	1.50	282.5	423.7	198.2	3.97	24.7 *	2.76	19.38	19.50	6.14	3.01
10.00	1.60	322.0	515.3	226.0	4.65	25.7 *	2.58	19.36	19.50	6.64	3.21
10.00	1.70	368.1	625.8	258.3	5.46	26.7 *	2.43	19.34	19.50	7.17	3.41
10.00	1.80	411.5	740.6	288.7	6.25	27.5 *	2.32	19.32	19.50	7.67	3.62
10.00	1.90	418.7	795.6	293.8	6.48	27.5 *	2.25	19.31	19.50	7.88	3.76
10.00	2.00	426.5	853.0	299.3	6.72	27.5 *	2.18	19.30	19.50	8.09	3.91

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

$\sigma_{E,k} = \sigma_{Gr,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gr,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{Gr,k} / 1.99$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

Geomole GmbH
Hauptstr. 11

26122 OLDENBURG

13. Juni 2025

PRÜFBERICHT 280525006

Auftragsnr. Auftraggeber: 2502298
Projektbezeichnung: -
Probenahme: durch Auftraggeber am 22.05.2025
Probentransport: durch Auftraggeber am 28.05.2025
Probeneingang: 28.05.2025
Prüfzeitraum: 28.05.2025 – 13.06.2025
Probennummer: 25135350 - 25135351
Probenmaterial: Boden
Verpackung: PE-Eimer
Bemerkungen: -
Sonstiges:

Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Listen zu den Messunsicherheiten sind auf der Homepage einsehbar. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Angaben zur Fremdvergabe und Akkreditierung unter Messverfahren. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH. Eventuell ausgewiesene Summen einzelner Parameter werden automatisch berechnet. Die Bildung der Summen erfolgt rein numerisch und die hierbei angegebenen Stellen entsprechen nicht der Signifikanz. Bestimmungsgrenzen können matrix- / einwaagebedingt variieren.

Analysenbefunde: Seite 3 - 4
Messverfahren: Seite 2
Qualitätskontrolle:

Dr. Dirk Schlüter
(Projektleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Probenvorbereitung:

DIN 19747: 2009-07 ¹⁾

Messverfahren:

Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03 ¹⁾
TOC (F)	DIN EN 15936: 2022-09 ¹⁾
EOX (F)	DIN 38414-17 (S17): 2017-01 ¹⁾
Aufschluss	DIN EN 13657: 2003-01 ¹⁾
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08 ¹⁾
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 ¹⁾
PCB (F)	DIN EN 15308: 2016-12 ¹⁾
PAK (F)	DIN ISO 18287: 2006-05 ¹⁾
Eluat	DIN 19529: 2023-07 ¹⁾
Sulfat (E)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07 ¹⁾

¹⁾ Laboratorien Dr. Döring GmbH, durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflabor. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-13462-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang

Labornummer		25135350	25135351		
Probenbezeichnung		MP-1 humose Oberböden KRB 01 - KRB 10	MP-2 gewachsener Boden KRB 01 - KRB 10		
Entnahmetiefe		0,00m- max.0,50m	0,30- max.2,00m		
Parameter	Dimension				
Trockenmasse	%	88,4	86,7		
TOC	%	1,3	0,26		
EOX	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1		
Arsen	mg/kg TS	9,6	9,5		
Blei	mg/kg TS	22	14		
Cadmium	mg/kg TS	0,2	< 0,1		
Chrom	mg/kg TS	40	40		
Kupfer	mg/kg TS	14	12		
Nickel	mg/kg TS	26	30		
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1		
Thallium	mg/kg TS	0,2	0,2		
Zink	mg/kg TS	49	40		
PCB 28	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
PCB 52	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
PCB 101	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
PCB 118	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
PCB 138	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
PCB 153	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
PCB 180	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
Summe PCB (7 Kong.)	mg/kg TS	n.n.	n.n.		
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,001	< 0,001		
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,002	< 0,001		
Acenaphthen	mg/kg TS	0,001	< 0,001		
Fluoren	mg/kg TS	0,002	< 0,001		
Phenanthren	mg/kg TS	0,032	< 0,001		
Anthracen	mg/kg TS	0,009	< 0,001		
Fluoranthren	mg/kg TS	0,140	< 0,001		
Pyren	mg/kg TS	0,102	< 0,001		
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,062	< 0,001		
Chrysen	mg/kg TS	0,062	< 0,001		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,118	< 0,001		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,033	< 0,001		
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,061	< 0,001		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,048	< 0,001		
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,008	< 0,001		
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,051	< 0,001		
Summe PAK	mg/kg TS	0,731	n.n.		

Labornummer		25135346	25135347		
Probenbezeichnung		MP-1 humose Oberböden KRB 01 - KRB 10	MP-2 gewachsener Boden KRB 01 - KRB 10		
Entnahmetiefe		0,00m- max.0,50m	0,30- max.2,00m		
Parameter	Dimension	2:1 ELUAT	2:1 ELUAT		
Sulfat	mg/L	1,0	1,2		

Anlage 5: Probenauswertung Schrecksbach, Kasseler Straße gem. Ersatzbaustoffverordnung (EBV), Anlage 1, Tab. 3
Projekt-Nr.: 2502298, Prüfberichtsdatum: 13.06.2025

Parameter	Dimension	Zuordnungswerte Ersatzbaustoffverordnung (EBV) Anlage 1, Tab. 3: Materialwerte für Bodenmaterial ¹ und Baggergut								Ergebnisse / Einstufung	
		BM = Bodenmaterial mit mineralischem Fremdanteil bis 10 Vol.-% BG = Baggergut mit mineralischem Fremdanteil bis 10 Vol.-% BM-F = Bodenmaterial mit mineralischer Fremdanteil bis 50 Vol.-% BG-F = Bodenmaterial mit mineralischem Fremdanteil bis 50 Vol.-%								Zuordnungsrelevante Parameter <u>fett gedruckt</u>	
		BM-0	BM-0	BM-0	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	MP-1	MP-2
		BG-0	BG-0	BG-0	BG-0 ³	BG-F0*	BG-F1	BG-F2	BG-F3	LNr. 25135350	LNr. 25135351
		Sand ²	Lehm, Schluff ²	Ton ²						humose Oberböden 0,00 m - max. 0,50 m	gewachsener Boden 0,30 m - max. 2,00 m
Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%	bis 10	bis 10	bis 10	bis 10	bis 50	bis 50	bis 50	bis 50	bis 10	bis 10
pH-Wert ⁴	-					6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0	-	-
Elektrische Leitfähigkeit ⁴	µS/cm				350	350	500	500	2.000	-	-
Sulfat	mg/l	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	450	450	1.000	1,0	1,2
Arsen	mg/kg	10	20	20	20	40	40	40	150	9,6	9,5
Arsen	µg/l				8 (13)	12	20	85	100	-	-
Blei	mg/kg	40	70	100	140	140	140	140	700	22	14
Blei	µg/l				23 (43)	35	90	250	470	-	-
Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	1 ⁶	2	2	2	10	0,2	< 0,1
Cadmium	µg/l				2 (4)	3	3	10	15	-	-
Chrom, gesamt	mg/kg	30	60	100	120	120	120	120	600	40	40
Chrom, gesamt	µg/l				10 (19)	15	150	290	530	-	-
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	80	80	80	320	14	12
Kupfer	µg/l				20 (41)	30	110	170	320	-	-
Nickel	mg/kg	15	50	70	100	100	100	100	350	26	30
Nickel	µg/l				20 (31)	30	30	150	280	-	-
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	< 0,1	< 0,1
Quecksilber ¹²	µg/l				0,1					-	-
Thallium	mg/kg	0,5	1	1	1	2	2	2	7	0,2	0,2
Thallium ¹²	µg/l				0,2 (0,3)					-	-
Zink	mg/kg	60	150	200	300	300	300	300	1.200	49	40
Zink	µg/l				100 (210)	150	160	840	1.600	-	-
TOC	M%	1 ⁷	1 ⁷	1 ⁷	1 ⁷	5	5	5	5	1,3	0,26
Kohlenwasserstoffe ⁸	mg/kg				300 (600)	300 (600)	300 (600)	300 (600)	1.000 (2.000)	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3						0,061	< 0,001
PAK ₁₅ ⁹	µg/l				0,2	0,3	1,5	3,8	20	-	-
PAK ₁₆ ¹⁰	mg/kg	3	3	3	6	6	6	9	30	0,731	n.n.
Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt	µg/l				2					-	-
PCB ₆ und PCB-118	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1					n.n.	n.n.
PCB ₆ und PCB-118	µg/l				0,01					-	-
EOX ¹¹	mg/kg	1	1	1	1					< 0,1	< 0,1
Gesamteinstufung gem. EBV Anlage 1, Tab.3										BM-0	BM-0
Ausschlaggebende Parameter gem. EBV Anlage 1, Tab.3										*Hinweis zu TOC	

Weitere Abkürzungen:

MP = Mischprobe; LNr = Labornummer.; n.n. = nicht nachgewiesen; - = nicht untersucht; u. GOK = unter Geländeoberkante

Hinweise gem. EBV Anlage 1, Tab. 3:

1: Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

2: Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

3: Die Eluatwerte in Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von = 0,5 %.

4: Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

5: Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.

6: Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.

7: Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.

8: Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt bestimmt nach der DIN EN 14039, „Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie“, Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

9: PAK15: PAK16 ohne Naphthalin und Methylnaphthaline.

10: PAK16: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.

11: Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.

12: Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*/BG-F0*, BM-F1/BG-F1, BM-F2/BG-F2, BM-F3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0*/BG-0* ist einzuhalten.

Weitere Abkürzungen:

MP = Mischprobe; LNr = Labornummer.; n.n. = nicht nachgewiesen; - = nicht untersucht; u. GOK = unter Geländeoberkante