



Wohnquartier Neuenbau
Erschließung Wohngebiet, Straßenbau, Ver- und Entsorgungsleitungen

Baugrundgutachten

Auftraggeber:

Gernot Weigl
Dorfmoos 24
82343 Pöcking

Auftragnehmer:

k2p umwelt-geologie GmbH
Sachsenbrunn
Werrastraße 126
98673 Eisfeld

Bearbeiter: M.Sc. Kai Schröder

Sachsenbrunn, 26.01.2021

Die vorliegende Dokumentation umfasst 38 Seiten Text und 8 Anlagen. Die Dokumentation ist urheberrechtlich geschützt. Die vollständige oder auszugsweise Weitergabe ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verfassers gestattet.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorbemerkung.....	5
2	Kurzcharakteristik des Vorhabens und Aufgabenstellung	5
3	Geologische und Hydrogeologische Situation	7
4	Feld- und Laboruntersuchungen.....	8
4.1	Felduntersuchungen	8
4.2	Laboruntersuchungen	9
4.2.1	Bodenmechanik	9
4.2.2	Chemische Analytik.....	10
5	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse.....	12
5.1	Baugrundverhältnisse	12
5.2	Bodenmechanische Kennwerte.....	17
5.3	Grundwasserverhältnisse.....	18
6	Bautechnische Beurteilung.....	18
7	Bau- und Gründungstechnische Schlussfolgerungen Erschließung.....	19
7.1	Allgemeines	19
7.2	Leitungsgräben und Grabensohle	20
7.3	Wasserhaltung	22
7.4	Grabenverfüllung	22
7.5	Planumstragfähigkeit.....	24
7.6	Frostsicherer Straßenaufbau.....	25
7.7	Filterstabilität.....	26
8	Bau- und Gründungstechnische Schlussfolgerungen Wohnbebauung	26
8.1	Allgemeines	26
8.2	Hinweise zur Gründung.....	27
8.3	Hinweise zur Abdichtung erdberührter Bauteile.....	29
8.4	Bemessungswerte.....	32
8.5	Bauzeitliche Wasserhaltung und Verbau.....	32
9	Versickerungsfähigkeit	33
10	Wiederverwertbarkeit der Erdstoffe	35
11	Zusammenfassung.....	36
12	Sonstige Hinweise.....	37

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht Aufschlusspunkte.....	8
Tabelle 2: Zusammenfassung Bodenmechanik.....	9
Tabelle 3: Zusammenstellung der untersuchten Bodenmischproben.....	10
Tabelle 4: Analyseergebnisse nach LAGA M20 TR Boden.....	11
Tabelle 5: Analyseergebnisse mit Grenzwertüberschreitung > DK 0	11
Tabelle 6: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 2 - Auffüllung.....	14
Tabelle 7: Mächtigkeit der Auffüllung je Aufschluss.....	14
Tabelle 8: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 3 - Hang-/ Decklehm	15
Tabelle 9: Mächtigkeit des Hang-/Decklehms je Aufschluss.....	15
Tabelle 10: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 4 - Auflockerungszone.....	16
Tabelle 11: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 5 - Grauwacke.....	17
Tabelle 12: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch).....	17
Tabelle 13: Grundwasserstandsmessungen.....	18
Tabelle 14: Zulässige Böschungswinkel in Anlehnung an DIN 4124.....	20
Tabelle 15: Anforderungen an das Verdichten für Einschnitte und Dämme nach ZTV E-StB 09....	24
Tabelle 16: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke nach RStO-12.....	25
Tabelle 17: Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus.....	26
Tabelle 18: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in kN/m ²	32
Tabelle 19: Bautechnische Eignung in Anlehnung an DIN 18196.....	36

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Luftbildausschnitt Stand 2008 mit Untersuchungsgebiet.....	6
Abbildung 2: Auszug aus [U4] mit Untersuchungsgebiet	7
Abbildung 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB09	23
Abbildung 4: W 2.1-E Einwirkung von Stauwasser ohne Dränung,.....	31
Abbildung 5: W 1.2-E mit Dränung (aus DIN 18533-1:2017-07).....	31

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Lage des Untersuchungsgebietes
- Anlage 2: Lageskizze mit Aufschlusspunkten
- Anlage 3: Profildarstellung der Aufschlüsse
- Anlage 4: Fotodokumentation Aufschlussschürfe
- Anlage 5: Protokolle Bodenmechanik
- Anlage 6: Probenahmeprotokolle
- Anlage 7: Prüfbericht 112020-268
- Anlage 8: Bautechnische Einteilung in Homogenbereiche

1 Vorbemerkung

Das Büro Ralf Werneke plant, im Auftrag von Herrn Gernot Weigl, die Erschließung des „Wohnquartiers Neuenbau“ in 96524 Förritzal OT Neuenbau, Flur 0, Flurnummern 223/4 und 223/6, Gemarkung Neuenbau.

Im Rahmen der Planungsvorbereitungen zur Quartiersentwicklung und der Erschließung wird eine Beurteilung der Baugrundsituation erforderlich. In diesem Zusammenhang wurde die *k2p umwelt-geologie GmbH* mit elektronischem Schreiben vom 13.11.2020 von Herrn Weigl beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Bereich des o.g. Standortes zu dokumentieren und zu bewerten.

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien, in ihrer jeweils gültigen Fassung, folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] Angebotsanfrage vom 29.09.2020 über das *Planungsbüro Ralf Werneke*
- [U2] Vorentwurf Bebauungsplan der Gemeinde Förritzal „Wohnquartier Neuenbau“, Maßstab 1 : 1.000, Stand 17.09.2020, *Planungsbüro Ralf Werneke*
- [U3] Vororttermin vom 11.11.2020 mit Herrn Weigl
- [U4] Angebot A 211a/2020 vom 11.11.2020, *k2p umwelt-geologie GmbH*
- [U5] Hist. Geologische Karte 1 : 25.000, Blatt 5533 (Spechtsbrunn)
- [U6] Digitale Geologische Karte von Thüringen Maßstab 1 : 25.000 (GK25digTh) und Hydrogeologische Übersichtskarte 1 : 200.000 (HÜK 200), *Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau, und Naturschutz*, Stand 20.01.2021

2 Kurzcharakteristik des Vorhabens und Aufgabenstellung

Der Untersuchungsstandort befindet sich im Zentrum des Förritzaler Ortsteils Neuenbau, östlich der Sattelpassstraße. Das Gelände ist vergleichsweise eben angelegt. Die topographische Geländehöhe beträgt an der Nordgrenze ca. 705 m NHN. An der äußersten Südostecke des Grundstücks liegt das Niveau auf etwa 701 m NHN. Die Geländeoberfläche ist unregelmäßig und, mit Ausnahme des Zufahrtsbereiches an der Sattelpassstraße, begrünt. Das Areal wurde in der Vergangenheit zu landwirtschaftlichen Zwecken genutzt. Auf dem südlichen Flurstück 223/6 befanden sich auf einer Fläche von rund 25,0 m x 80,0 m Stallanlagen und Gebäude (vgl. Abbildung 1), die vollständig zurückgebaut wurden. Die mineralische Bausubstanz wurde dabei teilweise zur Geländeauffüllung genutzt. An der Südseite des Wohngebietes ist derzeit eine Betonwand als Relikt der einstigen Bebauung vorhanden. Sie bildet die Grundstücksgrenze zum anschließenden Feldweg, der in östliche Richtung zum Bach Klettnitz führt.

Der Vorentwurf des Bebauungsplans [U2] sieht derzeit neun Parzellen für eine Wohnbebauung vor. Von der Sattelpassstraße soll eine rund 150 m lange Stichstraße, die an ihrem östlichen Ende

einen ovalen Wendehammer erhält, nach Osten abzweigen. Die Ver- und Entsorgungsleitungen konzentrieren sich auf den geplanten Straßenbereich. Es wird von Verlegetiefen bis max. 2,50 m ausgegangen. An der südöstlichen Grundstücksecke ist eine Versickerungsanlage geplant. Art und Umfang sind mit dem weiteren Planungsfortschritt anzupassen. Unmittelbar an der Sattelpasstraße angrenzend ist im Westen des Wohngebietes ein Spielplatz vorgesehen.



Abbildung 1: Luftbildausschnitt Stand 2008 mit Untersuchungsgebiet

Mit vorliegendem Bericht soll im Wesentlichen auf die nachfolgenden Punkte eingegangen werden:

- Beschreibung der aktuellen Verhältnisse (Morphologie, Nutzung, Geo- und Hydrogeologie)
- Herstellung bzw. Koordination von Baugrundaufschlüssen
- Darstellung der Aufschlüsse in Lage und Profil
- Beprobung und bodenmechanische Untersuchungen wie Konsistenzgrenzen, Kornverteilung und Durchlässigkeitsbestimmung
- Angaben von Homogenbereichen in Anlehnung an die ATV DIN 18300, VOB/C 2016 und Bodenkennwerten
- Abfallfachliche Untersuchungen nach LAGA und DepV
- Klärung der Grundwasserverhältnisse
- Gründungsempfehlungen für künftige Wohnbebauung
- Angaben zu Verbau und Wasserhaltung
- Angaben zur Wiederverwertbarkeit der angetroffenen Baugrundsichten

- Angaben zur Ausbildung der Verkehrsflächen gem. ZTVE-StB 09 und RStO 12
- Beurteilung der Versickerungsfähigkeit
- Dokumentation der Arbeiten
- Auslieferung des Berichtes in 2-facher Ausfertigung

Der vorliegende Bericht besitzt den Charakter einer Orientierenden Baugrunduntersuchung. Da mögliche Konstruktionen, Ausführungen und Lastbeanspruchungen künftiger Bauwerke nicht bekannt sind und variieren können, wird zu projektspezifischen Detailuntersuchungen geraten. Die abfallfachliche Bewertung zur Wiederverwertbarkeit potentieller Aushubmaterialien ist als Vorerkundung zu betrachten. Eine altlastenfachliche Bewertung ist nicht Gegenstand der Beauftragung.

3 Geologische und Hydrogeologische Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich regionalgeologisch im Schwarzburger Antiklinorium, einem Teilbereich des Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges. Nach [U5] und [U6] steht fein- bis mittelkörnige Grauwacke (Wetzsteinquarzit-Subformation) im Wechsel mit sandig gebänderten Silt-schiefer des Karbon an (vgl. Abbildung 2). Das Festgestein ist an der Oberfläche stark aufgelockert (Auflockerungszone) und bildet hier ein unzusammenhängendes Gesteinsgefüge, das zum Hangenden hin feinkörniger wird.

Die überdeckenden Quartärschichten setzen sich aus kiesig-lehmigem Hangschutt aller Kornfraktionen zusammen. Die Mächtigkeit dieser Ablagerung beträgt im Mittel nur wenige Dezimeter.

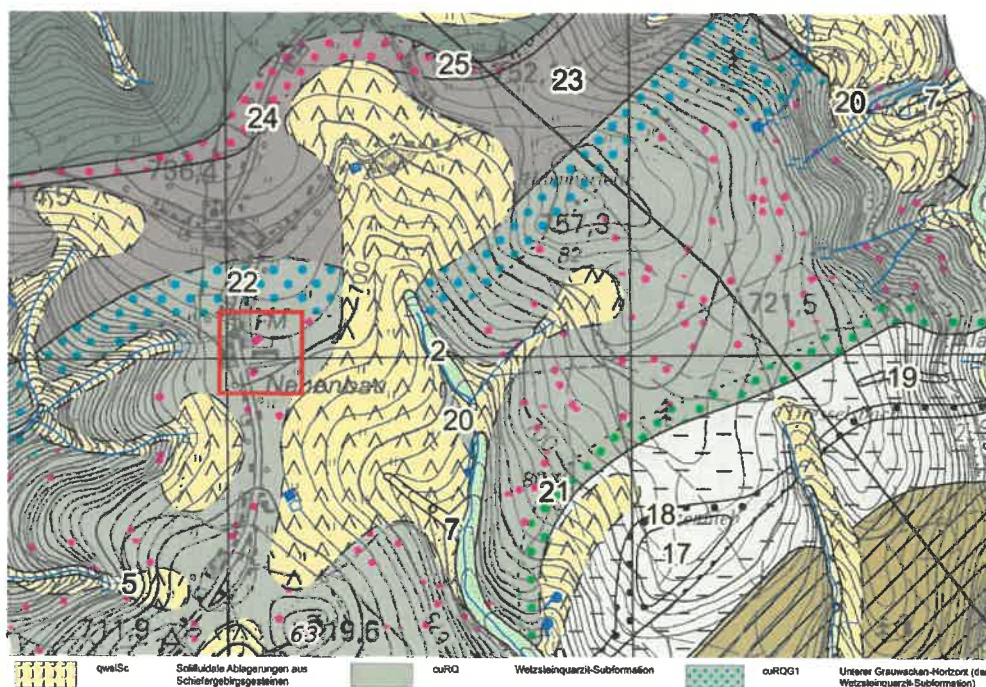


Abbildung 2: Auszug aus [U4] mit Untersuchungsgebiet

Die paläozoischen Festgesteine sind als Kluftgrundwasserleiter mit überwiegend geringer bis sehr geringer Durchlässigkeit und silikatischem Gesteinschemismus einzuordnen. Oberflächennah ist mit Grund- bzw. Schichtwasserbewegung in den skelettreichen Basisschichten der quartären Hangdecken zu rechnen, wobei das Wasseraufkommen starken jahreszeitlichen- und witterungsbedingten Schwankungen unterworfen ist. Gem. [U6] kann, basierend auf der Hydrogeologischen Übersichtskarte (HÜK 200), von einem Flurabstand zwischen 40 m und 50 m ausgegangen werden. Daten langzeitlicher Grundwasserstandsmessungen liegen für den Standort nicht vor.

4 Feld- und Laboruntersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Im Rahmen einer örtlichen Einweisung am 11.11.2020 wurde der Untersuchungsumfang mit Herrn Weigl konkretisiert und abgestimmt. Der Baugrund wurde am 24.11.2020 untersucht. Zur Orientierung wurden die Eckkoordinaten des Wohngebietes und der geplanten Aufschlüsse aus Luftbildaufnahmen entnommen, auf die Fläche projiziert und markiert. Aufgrund der zu erwartenden Auffüllungen und der steinigen Verwitterungsböden war mit Sondierhindernissen in Form von grobstückigem Bauschutt und Steinen zu rechnen. Mit diesem Hintergrund wurden die Baugrundaufschlüsse bauseits mittels Minibacker als Schürfe angelegt.

Im Zuge der Erkundung wurden insgesamt neun Baggerschürfe (Sch 1/20 bis Sch 9/20) angelegt. Die Ansatzpunkte der Sondierungen wurden höhenmäßig aufgenommen. Die Eckdaten der Aufschlusspunkte sind in Tabelle 1 übersichtsmäßig zusammengefasst. Die Lage ist in Anlage 2 skizziert. Die entsprechenden Schichtenprofile sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht Aufschlusspunkte

Aufschlussnummer	Datum	Rechtswert ¹⁾	Hochwert ¹⁾	Höhe [m zu BZH]	Endtiefe [m u. GOK]	Bemerkungen
Sch 1/20	24.11.2020	4446064	5589003	-2,24	1,40	Stichstraße
Sch 2/20	24.11.2020	4446125	5589012	-1,30	2,10	Stichstraße
Sch 3/20	24.11.2020	4446184	5589025	-2,13	1,70	Stichstraße, Wendehammer
Sch 4/20	24.11.2020	4446217	5589010	-5,19	1,70	Versickerungsanlage
Sch 5/20	24.11.2020	4446209	5589016	-4,33	1,50	Versickerungsanlage
Sch 6/20	24.11.2020	4446093	5588996	-2,00	2,10	Bauparzelle südl. Stichstraße
Sch 7/20	24.11.2020	4446151	5589004	-1,96	2,10	Bauparzelle südl. Stichstraße
Sch 8/20	24.11.2020	4446095	5589021	-0,98	1,50	Bauparzelle nördl. Stichstraße
Sch 9/20	24.11.2020	4446152	5589030	-0,95	1,70	Bauparzelle nördl. Stichstraße

¹⁾ Gamin eTrex Handgerät, Gauß-Krüger 4. Streifen

Aufschlüsse im Bereich der einstigen Bebauung

Die Baugrundaufschlüsse sind in Anlage 4 fotodokumentarisch dargestellt.

4.2 Laboruntersuchungen

4.2.1 Bodenmechanik

Aus den Bohrungen wurden schichtenweise gestörte Bodenproben (Güteklasse 3-4 nach DIN EN 1997-2:2010-10) entnommen, die der Handansprache dienen. An ausgewählten Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor der *k2p umwelt-geologie GmbH* die in Tabelle 2 aufgeführten Versuche durchgeführt. Die Versuche dienen der Klassifizierung der Böden und der Ableitung von Kennwerten.

Die entsprechenden Versuchsprotokolle sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Tabelle 2: Zusammenfassung Bodenmechanik

Proben-Nr.:	P 4-1	P 4-2	P 5-2	P 6-2	P 9-2
Aufschluss-Nr.:	Sch 1/20	Sch 4/20	Sch 2/20	Sch 6/20	Sch 9/20
Tiefe [m u. GOK]:	0,10 - 1,00	1,00 - 1,70	0,50 - 1,50	0,90 - 2,10	0,50 - 1,70
Prüfverfahren:	DIN 18123 DIN 18122	DIN 18123	DIN 18123	DIN 18123	DIN 18123
Schicht:	3	4	4	4	4
Homogenbereich:	C	C	C	C	C
Wassergehalt w [%]:	33,9	11,6	7,5	5,9	6,1
Ungleichförmigkeitszahl U [-]:	-	7.163,3	19,4	33,3	25,4
Krümmungszahl C _c [-]:	-	99,7	2,8	2,5	6,1
Fließgrenze w _L [%]:	62,0	-	-	-	-
Ausrollgrenze w _P [%]:	48,4	-	-	-	-
Plastizitätszahl I _p [%]:	13,6	-	-	-	-
Konsistenzzahl I _c [-]:	0,85	-	-	-	-
Zustandsform:	steif	-	-	-	-
k _r -Wert [m/s]:	6,8 · 10 ⁻⁹	2,7 · 10 ⁻⁶	5,8 · 10 ⁻²	7,2 · 10 ⁻³	2,6 · 10 ⁻²
Benennung nach DIN 4023	U, g, s, t	G, x, u	gG, x, mg	gG, mg, fg'	gG, mg, s'
Bodengruppe nach DIN 1896:	GU*, UA	GU	GW, GU	GW, GU	GI, GU

Es wird darauf hingewiesen, dass der Steinanteil (63 mm bis 200 mm) in den bodenmechanischen Untersuchungen, aufgrund des Aufschlussverfahrens, unterrepräsentiert ist.

4.2.2 Chemische Analytik

- Abfallfachliche Untersuchungen

Weiterführend wurden ausgewählte Bodenproben im erkundeten Bereich durch das Labor der *Institut für Analytik und Umweltchemie GmbH* in Neuhaus am Rennweg hinsichtlich einer potentiellen Schadstoffbelastung analysiert. Die Auswertung erfolgte nach LAGA M20 TR Boden (2003) sowie nach Deponieverordnung DepV (DK 0).

Um quantitativ ausreichende Probemengen zu generieren wurden insgesamt zwei Mischproben hergestellt. Die Mischprobe *MP-1* repräsentiert den zentralen und östlichen Abschnitt der geplanten Stichstraße und die südlich angrenzenden Bebauungsparzellen. Aus Einzelproben der Schürfe Sch 1/20, Sch 8/20 und Sch 9/20 wurde die Mischprobe *MP-2* hergestellt, welche den westlichen Bereich der Stichstraße und die nördlich der Stichstraße gelegenen Parzellen umfasst. Beim untersuchten Material handelt es sich im Wesentlichen um die erkundeten Auffüllungen, die am Standort das höchste Schadstoffpotential besitzen. Die natürlichen Böden bleiben bei der Untersuchung weitgehend unberücksichtigt.

Eine Übersicht der zur Analyse freigegebenen Mischproben zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3: Zusammenstellung der untersuchten Bodenmischproben

Mischproben-Nr.	MP-1	MP-2
Bereich	zentraler und östlicher Bereich der Stichstraße und südlich angrenzende Parzellen	westlicher Bereich der Stichstraße und nördlich angrenzende Parzellen
Einzelproben:	P 2-1, P 3-1, P 6-1, P 7-1	P 1-1, P 8-1, P 9-1
Aufschluss:	Sch 2/20, Sch 3/20, Sch 6/20, Sch 7/20	Sch 1/20, Sch 8/20, Sch 9/20
Probentiefe [m]:	0,00 - 1,60	0,05 - 0,70
Bodenhorizont:	Auffüllung	Auffüllung, Hanglehm
Homogenbereich:	B	B, C
Untersuchungsumfang:	LAGA M20, TR Boden (2003), Tab. II 1.2-2, Tab. II 1.2-3 DepV (DK 0), Anhang 3, Tab. 2, Spalte 5	

Detaillierte Angaben sind den Probenahmeprotokollen in Anlage 6 zu entnehmen.

Parameter mit Grenzwertüberschreitungen > Z 0 sind zusammenfassend, im Hinblick auf o.g. Proben, in Tabelle 4 dargestellt. Die Zuordnungswerte entsprechen den Angaben der LAGA M20 TR Boden (2003). Der jeweilige Zuordnungswert ist rot hervorgehoben.

Tabelle 4: Analyseergebnisse nach LAGA M20 TR Boden

Probe / Parameter	Einheit	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Messwert	Zuordnungswert
MP-1							
Feststoff							
PAK	mg/kg TS	1	5	15	20	1,4	Z 1.1
MP-2							
keine Grenzwertüberschreitungen							Z 0

Die Erdstoffe der Mischprobe *MP-2* werden gemäß LAGA M 20 TR Boden (2003), Tab. II.1.2-2 und Tab.II.1.2-3 als **Z 0**-Material eingestuft. Eine Wiederverwertung ist anzustreben. Mit entsprechender Zuweisung der Einbauklasse 0 ist ein uneingeschränkter Einbau möglich.

Die Zuordnungskriterien des Zuordnungswertes Z 0 werden hinsichtlich der Zuordnungswerte gem. LAGA M 20 TR Boden (2003), Tab. II.1.2-2 und Tab.II.1.2-3 in der untersuchten Mischprobe *MP-2* durch den Parameter PAK im Feststoff überschritten. Das untersuchte Material wird als **Z 1.1-Material** eingestuft (vgl. Tabelle 4).

Erdstoffe mit dem Zuordnungswert Z 1.1 und Z 1.2 sind in eingeschränkter, offener Einbauweise wiederzuverwenden, wobei eine wasserdurchlässige Bauweise für Erdstoffe mit dem Zuordnungswert Z 1.2 lediglich unter hydrogeologisch günstigen Standortvoraussetzungen (Grundwasserflurabstand > 1,00 m, flächig ausgebildete undurchlässige Deckschicht) zu wählen ist.

Aufgrund der lokal erhöhten Bauschuttanteile (Ziegelbruch, Betonbruch etc.) kann in Analogie eine Bewertung nach LAGA M 20 TR Bauschutt (2003) erfolgen. Nach den Bewertungskriterien erfolgt ebenfalls eine Einstufung als **Z1.1-** respektive **Z 0**-Material.

Ergänzend wurden die Zusatzparameter nach der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV, 2017) der jeweiligen Proben in Tabelle 3 analysiert. Parameter mit Grenzwertüberschreitungen > DK 0 sind zusammenfassend, im Hinblick auf o.g. Proben, in Tabelle 5 dargestellt. Die Zuordnungswerte entsprechen den Angaben der DepV. Die jeweilige Deponieklasse ist rot hervorgehoben.

Tabelle 5: Analyseergebnisse mit Grenzwertüberschreitung > DK 0

Probe / Parameter	Einheit	DK 0	DK I	DK II	DK III	Messwert	Deponieklasse
MP-1							
Glühverlust	Ma.-%	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10	8,8	DK III
Kohlenstoff TOC	Ma.-%	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6	1,6	DK II
MP-2							
Glühverlust	Ma.-%	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10	4,6	DK II

Die mit den Mischproben *MP-1* und *MP-2* analysierten Erdstoffe sind im Ergebnis der chemischen Analytik der Deponieklasse DK II bzw. DK III zuzuweisen. Maßgebend ist jeweils der Glühverlust mit 8,8 Ma.-% respektive 4,6 Ma.-%.

Überschreitungen der Parameter Glühverlust oder TOC und eine entsprechende Herabstufung in die nächstniedrigere Deponieklasse sind mit Zustimmung der zuständigen Behörde denkbar. Überschreitungen sind zulässig, wenn sie durch elementaren Kohlenstoff verursacht werden oder wenn

- a) der Zuordnungswert für den DOC eingehalten wird,
- b) die biologische Abbaubarkeit von 5 mg/g (AT4) oder von 20 l/kg (GB21) unterschritten wird,
- c) der Brennwert (H_0) von 6.000 kJ/kg TM nicht überschritten wird,
- d) es sich bei Ablagerung auf Deponien der Klasse 0 um Boden und Baggergut handelt und ein TOC von 6 Masseprozent nicht überschritten wird und
- e) der Abfall nicht für den Bau der geologischen Barriere verwendet wird.

Ferner gelten die Hinweise der Fußnoten 3, 4 und 5 in Anhang 3, Nummer 2, Tabelle 2 der DepV.

Der dazugehörige Laborprüfbericht 112020-268 ist in Anlage 7 beigelegt.

Die Untersuchungen besitzen den Charakter einer Voruntersuchung. Auf die Notwendigkeit abschließender abfallfachlicher Deklarationen der mineralischen Abfallarten aus dem Haufwerk nach ZTV wwG-STB BY 05 bzw. LAGA PN98 und DepV wird hingewiesen, um über Entsorgung und Wiederverwertung der Aushubmaterialien entscheiden zu können.

5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

5.1 Baugrundverhältnisse

Auf Grundlage der ingenieurgeologischen Situation, der durchgeführten Baugrundaufschlüsse und ihrer Interpretation werden am Standort insgesamt 6 Schichten, mit jeweils ähnlichen bodenmechanischen sowie grund- und erdbautechnischen Eigenschaften unterschieden:

- Schicht 1: **Oberboden**
- Schicht 2: **Auffüllung**
- Schicht 3: **Hang-/Decklehm**
- Schicht 4: **und Auflockerungszone**
- Schicht 5: **Festgestein (Grauwacke)**

Die Klassifizierung der Lockergesteine gemäß DIN EN ISO 14688-1 erfolgt bei grob- und gemischtkörnigen Böden nach der Korngrößenverteilung und bei feinkörnigen Böden nach den bestimmenden plastischen Eigenschaften. Zusätzlich wird bei gemischtkörnigen Böden die Unterscheidung des Feinkorns, nach Ton- und Schluffkorn sowohl nach der Korngröße als auch den plastischen Eigenschaften gewichtet. Es ist anzumerken, dass bereits ab Feinkorngehalten von ca. 15 - 20 % diese zunehmend die Bodeneigenschaften dominieren. Hinsichtlich der Kurzzeichen werden die gebräuchlichen Bezeichnungen nach DIN 4022 weiterverwendet.

Die Einordnung in Bodenklassen erfolgt nach VOB, Teil C, DIN 18300, Abschnitt 2.2 beim Lösen und nicht nach dem Laden, Transport oder eventueller Zwischenlagerung.

Den Schichten werden anhand der Ergebnisse der Felduntersuchungen, der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sowie aufgrund von Analogie- bzw. Erfahrungswerten die nachfolgend beschriebenen bzw. tabellarisch zusammengefassten bodenmechanischen Eigenschaften und Klassifizierungen zugeordnet.

Schicht 1: **Oberboden**

Die zu untersuchende Fläche ist nahezu vollständig mit einem durchwurzeltten Oberbodenhorizont mit Grasnarbe überdeckt.

Als Oberboden wird die obere belebte Bodenzone bezeichnet, die lokal mit einer Dicke zwischen 5,0 cm und 10,0 cm angenommen werden sollte. Bezugnehmend auf die landwirtschaftliche Nutzung ist der Oberbodenhorizont lokal anthropogen überprägt. Der Oberboden ist vor Beginn von Bautätigkeiten abzuschleifen und gesondert zwischenzulagern. Er ist der Bodenklasse 1 (DIN 18300) zuzuordnen. Die organischen Beimengungen reichen meist tiefer in den Untergrund und verleihen dem Boden eine dunkel- bis schwarzbraune Färbung.

Schicht 2: **Auffüllungen**

Unter Auffüllungen werden im Projektgebiet gemischtkörnige, heterogen zusammengesetzte Erdstoffe mit mineralischen und / oder nicht mineralischen Beimengungen zusammengefasst. Sie sind künstlich durch eine anthropogene Beeinflussung und / oder Umlagerung entstanden. Die Auffüllungen konzentrieren sich hauptsächlich auf den Bereich der einstigen Bebauung. Die Mächtigkeit liegt hier zwischen 0,30 m und 1,55 m (vgl. Tabelle 7). Es handelt sich um grob- bis gemischtkörnige Erdstoffe mit Beimengungen an Bauschutt in Form von Ziegel- und Betonbruch. Daneben wurden vereinzelt Metall- und Kunststoffreste sowie Well- und Faserplatten angetroffen. Der Anteil an mineralischen und nicht mineralischen Fremdbestandteilen beträgt lokal > 30 Vol.-%. Im Bereich von Schurf Sch 1/20 wurde eine rund 0,30 m starke Schicht aus Steinen angeschnitten, die der Oberflächenbefestigung im Zufahrtbereich dient. Die Auffüllungen in Schurf Sch 3/20 lassen vermuten, dass an dieser Stelle in erster Linie pflanzliche Abfälle abgelagert wurden. Darauf deutet der vergleichsweise hohe Humusgehalt, der sich durch eine dunkelbraune Boden-

farbe und einen leicht modrigen Geruch äußert, hin. Ferner wurden Folienrückstände und untergeordnet Kabelreste und Faserplatten registriert. Im Bereich von Schurf Sch 9/20 wird der Auffüllhorizont durch ortständige, natürliche Erdstoffe dominiert.

Tabelle 6: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 2 - Auffüllung

Schichtbeschreibung	
Bodenart nach DIN 4022	g, x, s, u · g, x, u, s, (h)
Bodengruppe nach DIN 18196	[GU*], [GU], [GW]
Mächtigkeit	0,30 m - 1,55 m
Farbe	grau, braun, graubraun, hellbraun z.T. schwarzgrau
Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit	mäßig bis groß
Zusammendrückbarkeit	gering bis mittel
Durchlässigkeit	mittel bis groß
Verdichtungsfähigkeit	mittel
Erosionsempfindlichkeit	gering bis mittel
Bautechnische Klassifizierung	
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	F2
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA StB 12	V ₂

Tabelle 7: Mächtigkeit der Auffüllung je Aufschluss

Aufschlussnummer	Mächtigkeit in [m]
Sch 1/20	0,30
Sch 2/20	1,55
Sch 3/20	0,60
Sch 4/20	-
Sch 5/20	-
Sch 6/20	0,85
Sch 7/20	0,30
Sch 8/20	-
Sch 9/20	0,45

Aufschlüsse im Bereich der einstigen Bebauung

Schicht 3: **Hang-/ Decklehm**

Im örtlichen Regelprofil ist der oberflächennahe Baugrund durch quartäre Hang- bzw. Decklehme überlagert. Bei den braunen bis hellbraunen Lockergesteinen handelt es sich um natürliche, durch soliflukative Umlagerungsprozesse entstandene, fein- bis gemischtkörnige Böden mit bindigem

Charakter. In Abhängigkeit des Wassergehaltes kann die Konsistenz zwischen weichplastisch und halbfest variieren. Nach der Handansprache und den Laborversuchen war die Konsistenz im Rahmen der Erkundung durchgängig als steifplastisch zu definieren. Die Kornzusammensetzung lässt sich als wechselnd sandiger bis toniger, kiesiger Schluff beschreiben. Der Horizont ist, sofern nicht durch Erosion oder durch Bautätigkeiten abgetragen, insbesondere in den ungestörten Flächen (Sch 4/20, Sch 5/20) anzutreffen. Die Mächtigkeit liegt i.d.R. in einer Größenordnung weniger Dezimeter (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 8: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 3 - Hang-/ Decklehm

Schichtbeschreibung	
Bodenart nach DIN 4022	U, g, s, t
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*, UA
Mächtigkeit	0,40 m bis 1,00 m
Farbe	braun, hellbraun, gelbbraun
Lagerungsdichte	steif
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit	gering bis mäßig
Zusammendrückbarkeit	groß bis mittel
Durchlässigkeit	sehr gering
Verdichtungsfähigkeit	schlecht bis mittel
Erosionsempfindlichkeit	groß bis mittel
Bautechnische Klassifizierung	
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	F3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA StB 12	V ₂ - V ₃

Tabelle 9: Mächtigkeit des Hang-/Decklehms je Aufschluss

Aufschlussnummer	Mächtigkeit in [m]
Sch 1/20	-
Sch 2/20	-
Sch 3/20	-
Sch 4/20	0,90
Sch 5/20	0,40
Sch 6/20	-
Sch 7/20	1,00
Sch 8/20	0,60
Sch 9/20	-

 Aufschlüsse im Bereich der einstigen Bebauung

Schicht 4: Auflockerungszone

Im Liegenden der Quartärböden folgt ein fließender Übergang zur Zersatzzone des anstehenden Festgesteins, die in Oberflächennähe als Auflockerungszone definiert wird. Der Boden wird gem. DIN 4022 als mittelkiesiger Grobkies mit wechselnden Nebenanteilen von Sand, Feinkies und Steinen beschrieben, wobei der Steinanteil aufgrund der Art der Probenahme unterrepräsentiert ist und anhand von Vergleichs- und Erfahrungswerten auf 10 - 40 Ma.-% geschätzt werden kann. Die Lagerung ist als mitteldicht bis dicht zu bewerten. Die Lithologie und die mineralogische Zusammensetzung sind im Wesentlichen von den anstehenden Ausgangsprodukten (hier überwiegend Grauwacke) abhängig. Es ist davon auszugehen, dass die Auflockerungszone lokal zwischen 2,00 m und mindestens 3,00 m in die Tiefe reicht, ehe der Übergang zum entfestigten Fels (Grauwacke) folgt.

Tabelle 10: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 4 - Auflockerungszone

Schichtbeschreibung	
Bodenart nach DIN 4022	G, x, u · gG, mg, fg' · gG, mg, s' · gG, x, mg
Bodengruppe nach DIN 18196	GU, GI, GW
Mächtigkeit	bis 1,20 m Mächtigkeit aufgeschlossen
Farbe	grau, hellbraun, graubraun
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit	groß bis sehr groß
Zusammendrückbarkeit	sehr gering
Durchlässigkeit	groß bis mittel
Verdichtungsfähigkeit	mittel bis gut
Erosionsempfindlichkeit	mittel bis gering
Bautechnische Klassifizierung	
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	F1 - F2
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA StB 12	V ₁

Schicht 5: Grauwacke, entfestigt bis angewittert

Der Festgesteinskomplex wurde mit den Aufschlüssen nicht direkt aufgeschlossen. Abgeleitet aus der Auflockerungszone steht am Standort überwiegend Grauwacke an. Die Klassifizierung der Festgesteine erfolgt nach dem Verwitterungsgrad. Das Gesteine ist erfahrungsgemäß als angewittert (VA) bis entfestigt (VE) zu beschreiben. Die Felsoberfläche ist näherungsweise zwischen rund 2,00 m und 3,00 m u. GOK zu erwarten. Zersetzter Fels wird als Lockergestein (Schicht 4, Auflockerungszone) behandelt.

Tabelle 11: Klassifizierung/Eigenschaften Schicht 5 - Grauwacke

Schichtbeschreibung	
Bodenart nach DIN 4022	Grauwacke, GrW
Kornbindung	gut
Verwitterungsgrad nach FGSV	VE bis VA
Farbe	grau, dunkelgrau, hellgrau
Schichtung	plattig, bankig, z.T. massig
Klüftung	engständig
Bautechnische Eigenschaften	
Zusammendrückbarkeit	gering bis sehr gering
Durchlässigkeit	gering bis sehr gering
Verdichtungsfähigkeit	-
Erosionsempfindlichkeit	frostbeständig
Bautechnische Klassifizierung	
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 09	(F1)
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA StB 12	-

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen sind folgende, auf bodenmechanischen Literatur- und Erfahrungswerten basierenden, Bodenkennwerte maßgebend:

Tabelle 12: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch)

Bodenart	Lagerung/ Konsistenz	Wichte γ / γ' in kN/m^3	Reibungswinkel φ' in $^\circ$	Kohäsion c' in kN/m^2	Steifemodul E_s in MN/m^2
Auffüllung (Schicht 2)	locker bis mitteldicht	19,5 / 9,5	30,0	0	30 (15 - 50)
Hang-/Decklehm (Schicht 3)	steif	18,0 / 9,5	30,0	5	10 (8 - 15)
Auflockerungszone (Schicht 4)	mitteldicht bis dicht	20,0 / 10,5	32,5 - 35,0	0	100 (80 - 120)
Grauwacke ¹⁾ (Schicht 5)	VE-VA	22,5 / 12,0	30,0 - 37,5 ²⁾	0	(100 - 150) ²⁾³⁾

¹⁾ nicht direkt aufgeschlossen

²⁾ in Abhängigkeit der Klüftung und Schichtung

³⁾ angegeben als Verformungsmodul E_v

Eine fotodokumentarische Darstellung der Aufschlüsse kann der Anlage 4 entnommen werden.

5.3 Grundwasserverhältnisse

Direkte, langjährige Grundwasserinformationen liegen nicht vor. Allgemeine Angaben zu den Grundwasserverhältnissen sind den Ausführungen unter Punkt 3 zu entnehmen.

Innerhalb der Aufschlüsse in Tabelle 1 wurde während der Feldarbeiten (24.11.2020) lokal oberflächennahes Grundwasser registriert. Die gemessenen Grundwasserflurabstände sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13: Grundwasserstandsmessungen

Aufschluss	Datum	GW-Flurabstand [m]	Bemerkung
Sch 1/20	24.11.2020	1,10	Wasserzutritt an Schurfsohle
Sch 2/20	24.11.2020	1,90	Wasserzutritt an Schurfsohle
Sch 3/20	24.11.2020	-	-
Sch 4/20	24.11.2020	1,40	Wasserzutritt an Schurfsohle
Sch 5/20	24.11.2020	-	-
Sch 6/20	24.11.2020	-	-
Sch 7/20	24.11.2020	-	-
Sch 8/20	24.11.2020	1,40	Wasserzutritt an Schurfsohle
Sch 9/20	24.11.2020	-	-

Die Wasserführung ist im Wesentlichen auf die grob- bis gemischtkörnige Auflockerungszone (Schicht 4) beschränkt und unterliegt jahreszeitlichen- und witterungsbedingten Schwankungen. Schwankungsbreiten von $\pm 0,50$ m sind nicht unüblich. Nach den Erkundungsergebnissen ist der oberflächennahe Grundwasserkörper unzusammenhängend und maßgeblich von infiltrierendem Hang- bzw. Oberflächenwasser abhängig, das sich vermutlich lokal an der wenig durchlässigen Festgesteinsoberfläche aufstaut. Da die wenig wasserdurchlässigen Hang- bzw. Decklehm-schichten, die als natürliche Retentionshorizonte fungieren, lokal fehlen, kann Oberflächenwasser vergleichsweise ungestört versickern.

Zur Festlegung eines konkreten Bemessungswasserstandes liegen keine langjährigen Grundwasserstandsmessungen vor.

6 Bautechnische Beurteilung

Die geplante Baumaßnahme kann nach DIN 4020 und DIN 1054 auf Grundlage der vorhandenen Baugrundaufschlüsse und des daraus abzuleitenden Baugrundmodells vorläufig in die **Geotechnische Kategorie GK 1** eingestuft werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Erdbebenzonen.

Hinsichtlich des Frostverhaltens ist weiterhin die Lage des Standortes innerhalb der **Frosteinwirkungszone III** zu berücksichtigen.

Die Bestimmung der Bodengruppen und Festlegung der Homogenbereiche erfolgte anhand der Bodenproben nach den visuellen und manuellen Verfahren gem. DIN 4022 Teil 1, nach den Ergebnissen der Feld- und Laborprüfungen sowie nach Vergleichs- und Erfahrungswerten.

Die Einteilung der beschriebenen Böden vor dem Lösen in Homogenbereiche erfolgt entsprechend der Gewerke Erdarbeiten nach DIN 18300 und ist als Empfehlung zu betrachten. Der Homogenbereich stellt danach einen begrenzten Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten dar, der für die o.g. Gewerke vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Eine tabellarische Einteilung in Homogenbereiche der unter Kapitel 5 beschriebenen Baugrundsichten ist in Anlage 8 dargestellt.

Die aufgeschlossenen Baugrundsichten sind bis etwa 2,00 m Tiefe ohne weiteres baggerfähig. Ab rund 2,00 m u. GOK ist lokal mit Fels in Form von Grauwacke oder lokal Tonschiefer zu rechnen. Im Sinne der DIN 18300 wird der zu erwartende Fels in Oberflächennähe der Boden- bzw. Felsklasse 6 zugeordnet. Lokal können Härtlinge der Felsklasse 7 anstehen. In Oberflächennähe ist das Festgestein bei offener Bauweise erfahrungsgemäß mittels Felslöffel und Reißzahn lösbar. Stellenweise sollte der Einsatz eines Baggers mit entsprechendem Hydraulikhammer (Meißelarbeiten) einkalkuliert werden.

7 Bau- und Gründungstechnische Schlussfolgerungen Erschließung

7.1 Allgemeines

Für die Beurteilung der Baugrundsituation der Erschließungstraße können die Aufschlüsse Sch 1/20 bis Sch 3/20 herangezogen werden.

Die Verlegetiefe der geplanten Kanäle und Leitungen wird mit 1,50 m bis 2,50 m angenommen.

Der Strang verläuft maßgeblich im Niveau der Auflockerungszone (Schicht 4) und dem im Liegenden anschließendem Fels (Schicht 5). Die Lagerung der Lockergesteine wird als mitteldicht bis dicht betrachtet.

Ferner ist im Bereich der Trasse nach den Ergebnissen der Erkundung mit oberflächennahem Grundwasser zu rechnen. Im Rahmen der Untersuchung (Stichtagsmessung) wurden am 24.11.2020 an den Schurfsohlen von Sch 1/20 und Sch 2/20 Grundwasserflurabstände von 1,40 m respektive 1,90 m registriert.

7.2 Leitungsgräben und Grabensohle

Hinsichtlich des Leitungsgrabenaushubs sind die Beschreibungen zu den einzelnen Schichten in Abschnitt 5.1, die Profile in Anlage 3 sowie die Einteilung in Homogenbereiche in Abschnitt 6 bzw. Anlage 8 zu beachten.

Eine Verlegung von Leitungen mit senkrechten Wänden in offener Bauweise ist nach DIN 4124 ohne besondere Sicherungen und bei Inkaufnahme von Nachbrüchen nur bis in Tiefen von $\leq 1,25$ m möglich. In Verbindung mit einer Abstützung oder Abböschung der Grabenkanten kann ein Aushub mit senkrechten Wänden auch bis 1,75 m erfolgen. Bei Zutritt von oberflächennahem Grundwasser wird die Standfestigkeit der Böden für den temporären Zustand der Leitungsgrabenherstellung bei Tiefen zwischen ca. 1,00 m bis 2,50 als gering eingeschätzt.

Die räumlichen Randbedingungen lassen vom Grundsatz abgeböschte Rohrgräben zu. Für Abböschungen kann innerhalb des Gültigkeitsbereiches der DIN 4124 für unbelastete Böschungen ohne Grundwassereinfluss von folgenden zulässigen Böschungswinkeln ausgegangen werden:

Tabelle 14: Zulässige Böschungswinkel in Anlehnung an DIN 4124

Baugrundsicht	Böschungswinkel β in [°]
Schicht 2	≤ 45
Schicht 3	≤ 45
Schicht 4	$\leq 45^{1)}$
Schicht 5	≤ 80

¹⁾ Unter Wassereinfluss bzw. im wassergesättigten Zustand Abflachung erforderlich

Die genaue Festlegung zwischenzeitlicher Baugrubenböschungen (ggf. Abminderungen) hat entsprechend den vorgefundenen Verhältnissen in der Örtlichkeit durch die Verantwortlichen der Baustelle zu erfolgen. Eine Versteilung erfordert immer eine Beurteilung durch einen Sachverständigen.

Arbeitsraumbreiten, belastungsfreie Schutzstreifen sowie Abstände von Baugeräten und -fahrzeugen von der Grabenkante sind in DIN 4124 bzw. DIN EN 1610 geregelt oder statisch vorgegeben.

Bei Auswahl und Bewertung von Maßnahmen zu Verbau und Aussteifung (bevorzugt in Verantwortung der bauausführenden Firma, ggf. mit Verbaustatik) sollten u.a. folgende Randbedingungen beachtet werden:

- Grabentiefe
- Platzbedarf der Baugeräte
- Baugrundsichtung und Anfangsstandsicherheit der Wände

- Wassereinfluss
- tolerierbare Beeinflussung von benachbarten Bauwerken / Leitungen
- Gründungstiefe angrenzender Bauwerke
- Möglichkeit des schadlosen Ziehens / Entfernens von Verbauelementen

Bei nicht ausreichend standsicheren Grabenwänden sowie generell beim Auftreten von Wasser im Lockergestein ist grundsätzlich vom Einbringen des Verbaus im Absenkverfahren durch aushubbegleitendes/ vorseilendes Eindringen auszugehen.

Im Bereich vorhandener Leitungen sollte der Verbau erschütterungs- und verformungsarm eingebracht werden.

Grabenverbaue/ -aussteifungen sind abschnittsweise und schadlos für die Leitung bzw. benachbarte Bebauung/ Leitungen wieder zu ziehen/ entfernen und ggf. verbleibende Hohlräume setzungsfrei zu verfüllen. Das Verfüllmaterial muss unmittelbar nachfolgend eingebracht und von außen nach innen verdichtet werden. Die Verdichtung muss vor allem an der Grabenwand sorgfältig erfolgen. Umfang und Verfahren der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen sind entsprechend der ZTVE-StB 09 auszuführen.

Aufgrund des Steinanteils muss im Rahmen des Erdaushubs grundsätzlich mit Nachbrüchen und Hohlraumbildungen an den Wandungen und der Sohle der Leitungsgräben gerechnet werden.

Die DIN EN 1610 und das ATV-Merkblatt A 139 verlangen eine trittfeste, d. h. mindestens steife oder mitteldicht gelagerte Rohrgrabensohle.

Die Tragfähigkeitsbedingungen im Ausgangszustand sind über weite Teile der Trassenführung als gut einzuschätzen. Die Grabensohle liegt vornehmlich im Niveau der Auflockerungszone (Schicht 4) und dem im Liegenden folgenden Festgestein (Schicht 5). Die Böden der Auflockerungszone sind im Sinne der DIN 18300 den Bodenklassen 3 bzw. 5 (bei Steinanteilen > 30 Ma.-%) zuzuweisen. Gem. DIN 18196 handelt es sich hauptsächlich um Böden der Gruppen GU, GI und GW. Ab etwa 2,00 m u. GOK ist mit Fels der Klasse 6, lokal auch 7, zu rechnen. Die Lagerungsdichte kann als mitteldicht bis dicht angenommen werden.

Mit Tragfähigkeitsverlusten ist im Kontaktbereich zum oberflächennahen Grundwasser zu rechnen. Ein Aufweichen der Grabensohle sollte im Rahmen der Wasserhaltung vermieden werden. Nach eventuell erforderlicher Trockenlegung der Sohle sind die Erdstoffe i.d.R. gut verdichtungsfähig und können mit geeignetem Gerät entsprechend nachverdichtet werden. Für Zwecke des Bodenaustausches, z.B. in Bereichen mit erhöhten Feinkornanteilen, ist generell von einer im Mittel ca. 0,20 m starken Austauschschicht auszugehen. Es wird die Verwendung eines Kies- bzw. Schottergemisches im Kornspektrum 0/32 bis 0/45 mit maximal 10 Ma.-% Feinkornanteil (Bodengruppen GW, GI, GU, GT) angeraten.

Ein zwingendes Erfordernis für Bodenaustauschmaßnahmen ist nach den Erkundungsergebnissen jedoch nicht zu erwarten. Die Notwendigkeit und der Umfang von etwaigen Maßnahmen sollten durch eine fachgutachterliche Beurteilung konstruktiv festgelegt werden. Zur Beurteilung können

dynamische Lastplattendruckversuche gem. TP BF-StB Teil 8.3 herangezogen werden, wobei die Ergebnisse insbesondere bei bindigen Böden, bei Einfluss von Wasser und im Bereich von Dränkies kritisch zu betrachten sind. Erfahrungsgemäß kann in erster Orientierung ein Prüfwert von $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ zugrunde gelegt werden.

Die Verdichtung des Bodenaustausches hat mit einem Verdichtungsgrad von $\geq 97 \% D_{Pr}$ zu erfolgen.

Zu beachten ist, dass die Gräben für die Zwecke von Bodenaustausch-/ Stabilisierungsmaßnahmen entsprechend tiefer auszuheben und zu verbauen sind.

Bei allen Erd- und Gründungsarbeiten sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften, insbesondere der DIN 4124 zu beachten.

7.3 Wasserhaltung

Im Rahmen von Erdbaumaßnahmen ist das Antreffen von Grundwasser, wenn auch nur lokal, zu erwarten. Es gelten die Vorgaben der DIN 18305. Für eine ordnungsgemäße Ausführung von Erd- und Verdichtungsarbeiten sollte der Grundwasserspiegel bis 0,50 m unter Gründungssohle abgesenkt werden. Für konventionelle Arbeiten in offener Bauweise ist eine entsprechende Wasserhaltung vorzusehen. Diese kann mit Hilfe einer bauzeitlichen Drainage und dem Einsatz einer entsprechenden Schmutzwasserpumpe als offene Wasserhaltung realisiert werden.

Pumpensümpfe sind ggf. jeweils am Arbeitsstoß bzw. bei erstmaligem Grundwasseranschnitt und bedarfsweise zusätzlich innerhalb der offenen Grabenabschnitte anzulegen. Bei punktuell stärkeren Zuflüssen sollten direkt in diesen Bereichen Pumpensümpfe angelegt werden.

Auf die erforderlichen Genehmigungen für die Baumaßnahme im Allgemeinen und für eine Grundwasserhaltung im Besonderen wird hingewiesen.

Das Einfließen von Oberflächen-/ Niederschlagswasser in die Gräben sowie eine Vorflutwirkung der Gräben über längere Strecken ist zu verhindern.

7.4 Grabenverfüllung

Die Grabensohlen auf anstehenden Böden oder Bodenaustausch sind entsprechend DIN EN 1610 und ATV A 139 für eine Direktauflagerung der Leitungen weitgehend geeignet. Der Einbau einer mineralischen Bettungsschicht als fachgerechtes Auflager ist aufgrund der zu erwartenden Steinanteile dringend zu empfehlen. Die Leitungen sollten damit grundsätzlich auf einer unteren Bettungsschicht aus Fremdmaterial nach DIN EN 1610 mit 20 mm Größtkorn (Fremdmaterial)

gebettet werden. Dabei sollte eine Mindestdicke von $100 \text{ mm} + \text{DN}/10$ im Lockergestein/ Bodenaustausch vorgesehen werden, sofern laut Statik keine abweichenden Forderungen bestehen.

Für die übrige Verfüllung der Leitungszone (Einbettung der Leitung bis 30 cm über Scheitel) sind ansonsten mineralische Fremdmaterialien oder die ortständigen Erdstoffe bei entsprechender Eignung vorzusehen. Diese haben der DIN EN 1610 bzw. den statischen/ planerischen Anforderungen zu entsprechen.

Das Material ist auf $D_{Pr} \geq 97 \%$ bzw. nach statischen Vorgaben zu verdichten. Die Verfüllung der Leitungszone ist beidseitig gleichmäßig vorzunehmen, um seitliche Verdrückungen der Leitungen zu vermeiden. Besonderer Wert ist auf eine hohlraumfreie Verfüllung und sorgfältige Verdichtung zu legen. Eine punkt- oder linienförmige Auflagerung ist auszuschließen.

Für die Leitungsgrabenverfüllung zwischen der Leitungszone sind die Anforderungen und Hinweise der ZTVA-StB 12 und der ZTV E-StB 09 zu beachten. Gemäß ZTV E-StB 09 sollte ein grobkörniger Boden bis zu einem Größtkorn von 20 mm eingesetzt werden. Bei der Verfüllung ist sicherzustellen, dass die Filterstabilität der Verfüllmaterialien untereinander sowie gegenüber dem Untergrund gewährleistet wird. Die Filterstabilität kann bspw. durch den Einbau eines Geotextils (Trennvlies) realisiert werden. Nach ZTVA-StB 12 sind Böden mit organischen Beimengungen sowie ausgeprägt plastische und quellanfällige Böden ungeeignet.

Für die Verdichtung der Verfüllung in der Leitungszone gelten die in der ZTV E-StB 09 genannten Mindestanforderungen. Die Verfüllung ist lagenweise einzubauen und auf $D_{PR} = 97 \%$ zu verdichten. Die Dicke der Einbaulagen ist in Abhängigkeit zum zur Verfügung stehenden Verdichtungsgerät festzulegen, sollte eine Dicke von 0,30 m allerdings nicht überschreiten. Die Verdichtungsanforderungen in der Leitungs- und Verfüllzone, angegeben als 10 % Mindestquantilwerte, sind zusammenfassend in Abbildung 3 dargestellt.

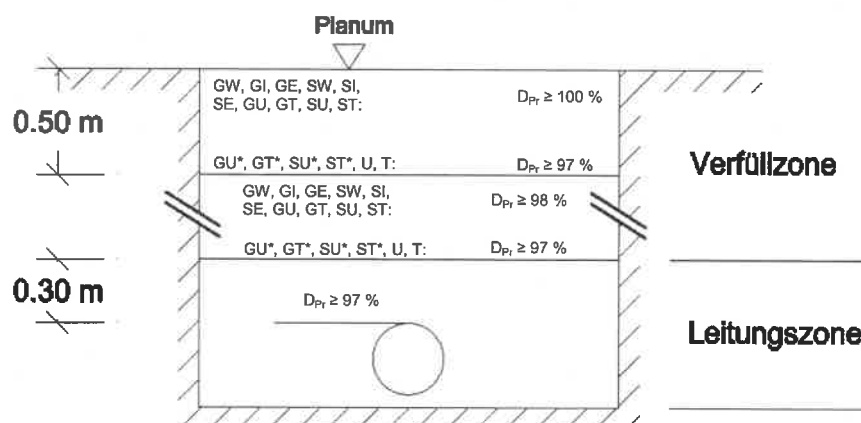


Abbildung 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB09

Der erreichte Verdichtungsgrad sollte nach ZTV E-StB 09 baubegleitend mit Hilfe geeigneter und praktikabler Verdichtungskontrollen (bspw. Lastplattendruckversuche) überprüft werden. Auf dem Planum von Fahrbahnen ist ein E_{V2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ als 10 % Mindestquantil mit dem statischen Plattendruckversuch nachzuweisen.

Für die Verfüllzone wird aufgrund der leichteren Verarbeitung und Beständigkeit in der Regel Boden der Verdichtbarkeitsklasse V_1 verwendet. Das auftretende Größtkorn sollte dabei 2/3 der jeweiligen Schütthöhe nicht überschreiten und vor dem Hintergrund der Prüffähigkeit der Verdichtung auf 63 mm beschränkt werden. Im Sinne einer Rezyklierung des Aushubmaterials wäre eine Verwendung der Schichten 3 und 4 denkbar. Steine und Blöcke sind vor dem Wiedereinbau ggf. zu separieren. Auf einen Wiedereinbau der heterogenen Auffüllungen sollte verzichtet werden.

Die umweltfachlichen Aspekte aus Punkt 4.2.2 sind zu berücksichtigen.

7.5 Planumstragfähigkeit

Nach ZTVE-StB 09 ist der Untergrund bzw. Unterbau von Straßen so zu verdichten, dass die Anforderungen der Böden unter dem Planum gem. Tabelle 15 erreicht werden. Die in Tabelle 15 aufgeführten Bodengruppen OU und OT sind für den Einbau in Rohrgräben und als Unterbau unter Verkehrsträgern nicht geeignet bzw. werden nicht empfohlen.

Tabelle 15: Anforderungen an das Verdichten für Einschnitte und Dämme nach ZTV E-StB 09

Bereich	Bodengruppen nach DIN 18196	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A StB 97/06	Verdichtungsgrad D_{Pr} [m]	Luftporengehalt n_a [Vol.-%]
Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	V_1	≥ 100	/
0,5 m unter Planum bis Dammsohle / bis OK Leitungszone	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	V_1	≥ 98	/
Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten / bis OK Leitungszone	GU*, GT* SU*, ST* U, T, OU ¹⁾ , OT ¹⁾	V_2, V_3	≥ 97	≤ 12

¹⁾ Für Böden der Gruppen OU und OT gelten die Anforderungen nur dann, wenn ihre Eignung und Einbaubedingungen gesondert untersucht und im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festgelegt wurden.

Zusätzlich ist auf dem Planum von Verkehrsflächen ein E_{V2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ als 10 % Mindestquantil mit dem statischen Plattendruckversuch nachzuweisen. Die Planumstragfähigkeit

stellt nicht nur einen zu erfüllenden Prüfwert zum Bauzeitpunkt dar, sondern muss dauerhaft während der gesamten Lebensdauer der Straße gewährleistet werden.

Endgültige Festlegungen/ Entscheidungen hinsichtlich der Stärke und des Erfordernisses von Bodenaustausch sollten aushubbegleitend durch den AG (ggf. auch eine geotechnische BÜ) in Verbindung mit den erforderlichen Prüfungen getroffen werden.

Auf Planumsflächen/ Aushubsohlen anstehende bindige bzw. fein- bis gemischtkörnige Böden sind i.d.R. wasser- und bewegungsempfindlich. Sie können durch Regen und nachfolgendes Befahren mit Baufahrzeugen tiefgründig aufweichen und Tragfähigkeitsminderungen erfahren. Derartige Böden sollten deshalb sofort nach dem Auffahren witterungs- und begehungsfest gesichert oder überbaut werden. Ansonsten sind vor der Endprofilierung Schutzschichten von mindestens 0,20 m zu belassen.

Die Anforderungen der ZTV E-StB 09, ZTV SoB-StB 04 sowie RStO 12 sind zu berücksichtigen. Zu Qualitätssicherungszwecken sind entsprechende Kontrollprüfungen zu veranlassen. Auf der Oberkante des Erdplanums (Unterbau/ Untergrund) sollte ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ eingehalten werden. Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu gewährleisten, wird für die herzustellende Frostschutzschicht ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ veranschlagt. Der Verhältniswert der Verformungsmoduln E_{v2}/E_{v1} sollte, unter Vorgabe eines Verdichtungsgrades $D_{Pr} = 100 \%$, nicht größer als 2,3 sein.

7.6 Frostsicherer Straßenaufbau

Für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus wird empfohlen, den Ausgangswert für F2-Böden entsprechend der Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk3,2 (Dörfliche Hauptstraße, Quartierstraße, Sammelstraße) zu wählen (vgl. Tabelle 16, rot markiert).

Tabelle 16: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke nach RStO-12

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in Abhängigkeit der Belastungsklasse [cm]		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F2	55	50	40
F3	65	60	50

Unter Berücksichtigung der Mehr- und Minderdicken infolge der örtlichen Verhältnisse wird eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,75 m empfohlen (vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17: Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

		Schichtdicke [cm]
Ausgangswert	Frostempfindlichkeit F2, Belastungsklasse Bk3,2 bis Bk1,0	50
Frosteinwirkung	Zone III	+ 15
kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse, z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen	+ 5
Wasserverhältnisse im Untergrund	Grund- und Schichtenwasser dauernd oder zeitweise in eine Tiefe von 1,50 m unter Planum	+ 5
Lage der Gradiente	Geländehöhe bis Damm \leq 2,0 m	\pm 0
Entwässerung der Fahrbahn	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	\pm 0
Mindestdicke:		75

Die endgültige Belastungsklasse mit entsprechender Konfigurierung der Verkehrsflächen ist planseits festzulegen.

7.7 Filterstabilität

Ungebundenes Tragschichtmaterial, Bodenaustausch und Untergrund müssen gegeneinander filterstabil sein. Kann mit den gewählten Mineralstoffgemischen die erforderliche Filterstabilität nicht eingehalten werden, sollte ein geeignetes Geotextil (z.B. GRK 3 - GRK 4) verwendet werden.

Für die Trennfläche zwischen Bodenaustausch und dem Erdplanum wird abgesehen von einer Bindemittelverbesserung generell ein Trennvlies empfohlen.

8 Bau- und Gründungstechnische Schlussfolgerungen Wohnbebauung

8.1 Allgemeines

Wie die Aufschlüsse zeigen, sind die Baugrundverhältnisse, mit Ausnahme der künstlichen Auffüllungen, weitgehend homogen und hinsichtlich Tragfähigkeit und Setzungsverhalten für die Aufnahme der zu erwartenden Bauwerkslasten gut geeignet.

Die Festgesteinsoberfläche wurde mit den Aufschlüssen nicht direkt erreicht. Nach den Resultaten der Erkundung ist die Festgesteinsoberfläche zwischen 2,00 m u. GOK bis 3,00 m u. GOK zu erwarten. Bei der Ausführung von Kellergeschossen bildet aller Voraussicht nach der entfestigte bis angewitterte Fels die Gründungsebene.

Mit den hellgrauen bis graubraunen, steinigen Kiesen der Auflockerungszone (Schicht 4) steht bereits nahe der Geländeoberfläche ein gründungsfähiger Horizont an. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei den Ausgangsprodukten um Grauwacke und lokal auch Tonschiefer handelt. Die Lagerung ist als mitteldicht bis dicht einzustufen.

In ungestörten Bereichen wird die Auflockerungszone durch schluffig-kiesigen Hang- bzw. Decklehm (Schicht 3) überlagert. Die Konsistenz wird als steifplastisch beschrieben.

Insbesondere im Bereich der einstigen Bebauung (Parzellen südlich der Stichstraße) sind Auffüllungen bis etwa 1,60 m u. GOK zu erwarten. Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung und der Anteile an mineralischen und nicht mineralischen Beimengungen ist der Horizont für Gründungen ungeeignet und sollte vollständig aus dem Bereich des jeweiligen Baufeldes entfernt werden.

Bedenken gegen die geplante Wohnbebauung bestehen in gründungstechnischer Hinsicht nicht. Mit oberflächennahem Grundwasser im Sinne der DIN 4049-3 ist insbesondere bei der Ausführung von Kellergeschossen zu rechnen. Mehraufwendungen können sich durch das Antreffen von Festgestein ergeben, welches gem. DIN 18300 den Boden- bzw. Felsklassen 6 bis 7 zuzuweisen ist. Je nach Lage des jeweiligen Bauwerks und der örtlichen Beschaffenheit der Auffüllungen sind erhöhte Entsorgungskosten durch die abfallfachliche Einstufung zu erwarten.

8.2 Hinweise zur Gründung

Da keine konstruktiven Informationen vorliegen, sind die nachfolgenden Hinweise zur Gründung allgemeinen Charakters. Es wird bei der Betrachtung von konventionellen Einfamilienwohnhäusern ausgegangen.

Der Standort befindet sich innerhalb der Frosteinwirkungszone III. Die frostsichere Mindestüberdeckung der Fundamentsohlen nach DIN 1054:2010-12 von 0,80 m muss gewährleistet werden. Empfohlen wird eine Einbindetiefe bzw. ein frostsicheres Gründungspolster von $\geq 1,20$ m.

Wohnhaus ohne Unterkellerung

Die Gründung kann konventionell als Steifen- und Einzelfundament oder als konstruktiv bewehrte Bodenplatte auf einem lastverteilenden, frostsicheren Gründungspolster erfolgen.

Streifen- oder Einzelfundamente sind einheitlich bis auf das Niveau der Schicht 4 (Auflockerungszone) zu gründen. Hierbei sind partielle Tiefergründungen bis zu 1,60 m zu erwarten um die wenig tragfähigen Auffüllungen bzw. quartären Lehme zu durchbrechen. Für den Differenzausgleich zur Unterkante Fundamentsohle kann bspw. Magerbeton eingebracht werden. Darauf aufbauend kann das konstruktive Fundament gegründet werden. Aufgrund des Steinanteils muss im Rahmen des

Erdaushubs grundsätzlich mit Nachbrüchen und Hohlrumbildungen an den Wandungen und der Sohle der Fundamentgräben gerechnet werden.

Bei einer Flächengründung ist die Bodenplatte auf einer mineralischen Tragschicht als bebaubares Planum zu betten. Die Dicke der kapillarbrechenden Tragschicht ist in Abhängigkeit zum Rohplanum festzulegen, sollte eine Mindestdicke von 1,00 m (bei einer Stärke der Bodenplatte von 0,20 m) allerdings nicht unterschreiten. Die Baugrundsichten 1 und 2 sollten nach Möglichkeit vollständig aus dem Baufeld entfernt werden. Als Rohplanum werden die Schichten 3 und 4, je nach Lage und der örtlichen Baugrundverhältnisse, vorgegeben. Die Tragschicht ist lagenweise verdichtet aufzubauen. Zur Auffüllung wird ein gut verdichtungsfähiges Frostschutzmaterial mit einer Körnung von bspw. 0/32 mm bis 0/56 mm (Bodengruppen GW, GI) angeraten. Die Schütthöhen sollten 0,30 m nicht überschreiten. Die Schüttung ist auf 98 % D_{Pr} (entspricht einem E_{V2} -Wert von $\approx 80 \text{ MN/m}^2$) zu verdichten. Der Verhältniswert der Verformungsmoduln E_{V2}/E_{V1} sollte, unter Vorgabe eines Verdichtungsgrades $D_{Pr} = 98 \%$, nicht größer als 2,5 sein. Bei der lateralen Ausdehnung des Gründungspolsters gegenüber der Bodenplatte ist der Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen. Das Gründungspolster muss mit einem seitlichen Überstand von mindestens 0,50 m über die Bodenplatte und einer seitlichen Verbreiterung von maximal 60° zur Horizontalen ausgeführt werden. Die Frostsicherheit der Gründung wäre dann ohne zusätzliche Frostschrägen o.ä. gegeben.

Die durch Abtragsarbeiten aufgelockerte Baugrubensohle ist zu glätten und zu verdichten. Baubegleitende Verdichtungsüberprüfungen (Proctordichte, Plattendruckversuche) im Rahmen der Herstellung von Trag- und Ausgleichsschichten werden angeraten.

Aufgeweichte Böden sind zu entfernen und durch geeignetes mineralisches Material, ggf. auch Grobschlag (Schrotten) zur Stabilisierung, zu ersetzen.

Wohnhaus mit Unterkellerung

Ist eine Unterkellerung vorgesehen, liegt die Gründung im Niveau der Auflockerungszone oder des entfestigten bis angewitterten Fels. Es wird daher empfohlen, unterkellerte Wohngebäude auf einer konstruktiv bewehrten Bodenplatte zu gründen.

Bei einer Flächengründung ist die Bodenplatte auf einer mineralischen Trag- bzw. Ausgleichsschicht als bebaubares Planum zu betten. Die Dicke der kapillarbrechenden Tragschicht ist in Abhängigkeit zum Rohplanum festzulegen, sollte eine Mindestdicke von 0,20 m bis 0,30 m allerdings nicht unterschreiten. Das Rohplanum liegt voraussichtlich im Niveau der Schicht 4 bzw. Schicht 5. Zur Auffüllung wird ein gut verdichtungsfähiges Frostschutzmaterial mit einer Körnung von bspw. 0/32 bis 0/56 oder Schottertragschichtmaterial ohne Nullanteil empfohlen. Die Schüttung ist auf 98 % D_{Pr} (entspricht einem E_{V2} -Wert von $\approx 80 \text{ MN/m}^2$) zu verdichten. Bei der lateralen Ausdehnung der Tragschicht gegenüber der Bodenplatte ist der Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

8.3 Hinweise zur Abdichtung erdberührter Bauteile

Für die Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkung sind im Wesentlichen der Bemessungswasserstand und die Durchlässigkeit des Baugrundes maßgebend.

Die DIN 18533-1 unterscheidet zwischen stark wasserdurchlässigen (k_f -Wert $> 10^{-4}$ m/s) und wenig wasserdurchlässigen (k_f -Wert $< 10^{-4}$ m/s) Böden. Nach geotechnischen Gesichtspunkten sind am Standort der Auffüllhorizont und die kiesig-steinige Auflockerungszone grundsätzlich als wasserdurchlässig zu bewerten. Der Hang- bzw. Decklehm sowie der Festgesteinskomplex werden als gering wasserdurchlässig eingestuft. Da die Wasserdurchlässigkeit der Auflockerungszone durch das Festgestein in der Tiefe limitiert ist, muss grundsätzlich mit der Bildung von Stau- und Schichtwasser (oberflächennahes Grundwasser, i.d.R. unzusammenhängend) gerechnet werden. Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden lokal Grundwasserflurabstände zwischen 1,10 m und 1,40 m (vgl. Tabelle 13) registriert.

Im untersuchten Projektgebiet muss nach aktuellem Kenntnisstand daher mit drückendem Wasser im Sinne der DIN 18533-1:2017-07 gerechnet werden. Drückendes Wasser kann im Allgemeinen als Grundwasser, Hochwasser oder Stauwasser einwirken.

Im vorliegenden Fall gilt nach DIN 18533-1, Punkt 5.1.3.1:

Stauwasser

Stauwasser liegt vor, wenn auf die Abdichtung in wenig wasserdurchlässigem Baugrund Sicker- oder Schichtenwasser einwirkt. Bei wenig durchlässigen Böden muss generell damit gerechnet werden, dass in den verfüllten Arbeitsraum eindringendes Wasser vor den Bauteilen zeitweise aufstaut und als drückendes Wasser wirkt.

Die Höhe und Dauer der Stauwassereinwirkung sind von der Durchlässigkeit des Baugrunds und der Menge des in den verfüllten Arbeitsraum eindringenden Sicker- und Schichtenwassers abhängig. Da beide Einflussgrößen in der Regel nicht genau quantifizierbar sind und sofern keine hydrogeologischen Baugrunduntersuchungen zum Bemessungswasserstand vorliegen, werden bei der Planung und Ermittlung des Bemessungswasserstandes bei nicht gedräntem Oberflächen- und Sickerwasser und bei Schichtenwasser die Stauwassereinwirkung bis OK Gelände angesetzt, was letztlich als Bemessungswasserstand zu betrachten ist.

Wohnhaus ohne Unterkellerung

Bei der Zuordnung der Wassereinwirkungsklasse darf nach DIN 18533-1 W1-E nur in Ansatz gebracht werden, wenn sowohl der Baugrund bis zu einer ausreichenden Tiefe unterhalb der Abdichtungsebene als auch das Verfüllmaterial der Arbeitsräume aus stark durchlässigen Böden bestehen und die Unterkante der Abdichtungsebene mindestens 50 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes liegt. Sofern der Mindestabstand von 50 cm zum Bemessungs-

wasserstand unterschritten wird, ist die Abdichtung bis mindestens 30 cm über dem Bemessungswasserstand nach der **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** auszulegen. Darüber kann im Wandbereich eine Abdichtung nach W1-E geplant werden.

Wenn durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 Stauwasser zuverlässig vermieden werden kann und die unterste Abdichtungsebene mindestens 50 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes liegt, können erdberührte Wände und Bodenplatten im vorliegenden Fall der Klasse W1.2-E zugeordnet werden. Voraussetzung für eine auf Dauer funktionsfähige, sachgerechte Dränung sind filterfeste Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte und formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen sowie eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut.

Für eine bau- und nutzungstechnisch praktikablen Umsetzung wird empfohlen, nicht unterkellerte, aber zugleich entsprechend tief gegründete Gebäude entweder mit einer auf Dauer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095 auszustatten oder die Abdichtungsebene soweit über die Geländeoberkante und damit dem Bemessungswasserstand anzuheben ($\geq 0,50$ m), dass eine drückende Wasserbelastung ausgeschlossen werden kann.

Wohnhaus mit Unterkellerung

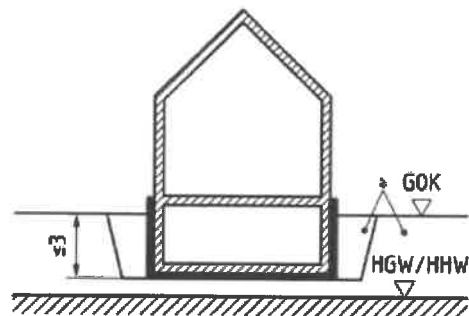
Unter der Annahme, dass die unterste Abdichtungsebene $\leq 3,00$ m unterhalb des Bemessungswasserstandes (= OK Gelände) liegt, wird eine Einstufung in die **Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E** empfohlen.

Grundlage der Klassifizierung bildet die DIN 18533-1:2017-07, Punkt 5.1.3.2:

„W2.1-E liegt bei der Abdichtung von erdberührten Bauteilen vor, auf die unter folgenden Randbedingungen Stauwasser, Grundwasser oder Hochwasser bis 3 m Wassersäule (mWs; 1 mWS = 9,80665 kPa) einwirkt. Folgende typische Situationen können zu W 2.1-E führen.

Situation 1: Stauwasser bis 3 m - Die unterste Abdichtungsebene liegt bis zu 3 m unter GOK und oberhalb des HGW/HHW. Die erdberührten Bauteile befinden sich ohne Dränung nach DIN 4095 in wenig durchlässigen Böden, so dass Stauwasser bis GOK zu erwarten ist. Der Bemessungswasserstand ist in diesem Fall auf GOK anzusetzen.“

Eine schematische Darstellung der Situation ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

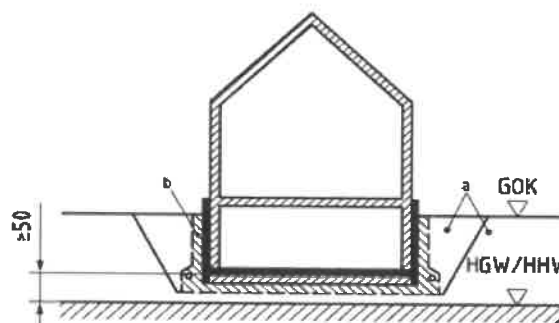


Legende

a wenig wasserdurchlässig

Abbildung 4: W 2.1-E Einwirkung von Stauwasser ohne Dränung, Situation 1 (aus DIN 18533-1:2017-07)

Die Einwirkung aus drückendem Wasser bei wenig wasserdurchlässigem Baugrund kann durch eine Drainage im Sinne der DIN 4095 verhindert werden. Voraussetzung ist eine auf Dauer funktionsfähige, sachgerechte Dränung, die filterfeste Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen, funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte und formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen sowie eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut erfordert. In diesem Fall ist eine Einstufung in die Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E zulässig (vgl. Abbildung 5).



Legende

a wenig wasserdurchlässig

b Dränung

Abbildung 5: W 1.2-E mit Dränung (aus DIN 18533-1:2017-07)

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Grund- und Schichtenwasser nicht gedränt werden darf (siehe DIN 4095:1990-06, Fall c)) und somit auf die Abdichtung als drückendes Wasser einwirkt. Danach wäre im Projektgebiet die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E normativ nicht zulässig.

8.4 Bemessungswerte

Statische Bemessungskennwerte sind bauwerks- und konstruktionsspezifisch abzuleiten. Die nachfolgenden Werte sind als grobe Näherung zu betrachten. Angaben zu Lasten liegen nicht vor. Die Verwendung der nachstehend genannten Kennzahlen ersetzt nicht die normativ geforderten Standsicherheitsnachweise für das jeweilige Bauwerk.

Für Vorbetrachtungen zum Nachweis einer Gründungsplatte mit dem Bettungsmodulverfahren wird ein überschlägiger Bettungsmodul k_s von 20 MN/m^3 vorgegeben. Bei Bodenplatten im Kellerniveau kann ein Bettungsmodul k_s von 40 MN/m^3 in Ansatz gebracht werden.

Bei einer Gründung mittels Streifenfundamenten (Länge = 10,00 m) in Schicht 4, Fundamentbreiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m und unter Berücksichtigung bauwerksverträglicher Setzungen bis 1,00 cm, können in Anlehnung an die DIN 1054:2010-12 folgende, rechnerisch ermittelte Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ zugrunde gelegt werden:

Tabelle 18: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in kN/m^2

b bzw. b'	0,50	1,00	1,50	2,00	[m]
$\sigma_{R,d}$	630	450	350	300	[kN/m^2]
zul. σ	450	320	250	210	[kN/m^2]

Im Bereich der entfestigten bis angewitterten Grauwacke kann von einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes

$$\sigma_{R,d} \geq 700 \text{ kN/m}^2$$

ausgegangen werden. Dies entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\text{zul.}\sigma \approx 500 \text{ kN/m}^2$.

8.5 Bauzeitliche Wasserhaltung und Verbau

Bei Ausführungen ohne Unterkellerung beschränken sich die Wasserhaltungsmaßnahmen im Wesentlichen auf die temporär anfallenden Niederschlagsmengen.

Wird eine Unterkellerung vorgesehen, sind nach den Erkundungsergebnissen Wasserhaltungsmaßnahmen einzuplanen. Es gelten die Vorgaben der DIN 18305. Für eine ordnungsgemäße Ausführung von Erd- und Verdichtungsarbeiten sollte der Grundwasserspiegel bis 0,50 m unter Gründungssohle abgesenkt werden. Die Trockenlegung der Gründungssohlen kann durch eine offene Wasserhaltung mit Bauzeitendrainagen und Pumpensumpf erreicht werden. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Wasserhaltungsmaßnahmen erlaubnispflichtig sind und bei der

zuständigen Genehmigungsbehörde (Untere Wasserbehörde) beantragt werden müssen. Darüber hinaus ist die Möglichkeit zur Ableitung des geförderten Grundwassers zu klären (Einleitgenehmigung).

Es wird empfohlen, die Bauarbeiten möglichst in Zeiten niedrigen Grundwasserstandes durchzuführen, um aufwändige und kostenintensive Wasserhaltungsmaßnahmen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Ein Aufweichen des Rohplanums ist zu verhindern, da eine Wasseraufnahme, insbesondere von Böden mit erhöhtem Feinkornanteil, mit Tragfähigkeitsverlusten einhergeht.

Bei Ausführung der Gründungsarbeiten sind die sicherheitstechnischen Festlegungen der DIN 4124 zu beachten. Infolge der Baugrundverhältnisse und der örtlichen Gegebenheiten sind freie Baugrubenböschungen grundsätzlich möglich. Diese sind unter Beachtung der DIN 18300 und DIN 4124 herzustellen. Demnach können geböschte Baugruben mit Tiefen $< 5,00$ m oberhalb des Grundwasserspiegels im vorliegenden Fall mit einer Böschungsneigung $\beta = 45^\circ$ ausgeführt werden. Im entfestigten bis angewitterten Festgestein ist, in Abhängigkeit der Schichtung und Schieferung, ein Böschungswinkel $\beta = 80^\circ$ zulässig. Bei kurzen Standzeiten kann, in Abhängigkeit der Trennflächen des Festgesteins, auch senkrecht abgeschachtet werden. Die Böschungsoberflächen sind vor Witterungseinflüssen, z.B. durch Abdeckung mit Folienbahnen, zu schützen. Böschungsschultern sind nach Möglichkeit lastfrei zu halten.

9 Versickerungsfähigkeit

Zur Ableitung anfallenden Regen- und Abwassers ist im Rahmen der Erschließung die Errichtung einer Versickerungsanlage an der östlichen Grundstücksecke geplant. Auf der Grundstücksfläche ist gem. der Auftragsdefinition die Versickerungsfähigkeit für Oberflächenwasser in Anlehnung an das DWA-Regelwerk A 138 zu überprüfen. Danach liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich von Lockerböden zwischen einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Für eine Versickerung kommt nach der Bodenansprache die Auflockerungszone (Schicht 4) grundsätzlich in Frage. Die Beschaffenheit der kiesig-steinigen Auflockerungszone ist vom Grad der Verwitterung abhängig. Sand, Schluff und Ton treten in Nebenanteilen auf. Die Steinfraktion kann 30 Ma.-% überschreiten. Eine Versickerung innerhalb der künstlichen Auffüllungen (Schicht 2) ist nach DWA-Regelwerk A 138 nicht zulässig. Der Felshorizont ist nur äußerst lokal für Versickerungen geeignet, da die Wasserführung hauptsächlich auf Klüfte beschränkt ist.

Unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 14688-1 (alt: DIN 4022-1) wird für die Auflockerungszone nach der Bodenansprache ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen $1 \cdot 10^{-2}$ m/s und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s abgeschätzt.

Im Ergebnis der Laborversuche lässt sich nach MALLET & PACQUANT sowie HAZEN ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen $5,8 \cdot 10^{-2}$ m/s und $2,7 \cdot 10^{-5}$ m/s ableiten (vgl. Anlage 5.2 bis 5.5). Aus den vier Siebkurven lässt sich ein empirischer Mittelwert von $2,288 \cdot 10^{-2}$ m/s bilden.

Bezogen auf das DWA-Regelwerk A-138 ist unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors 0,2 gem. Anhang B, DWA-A 138, für Sieblinienauswertungen der **Bemessungs- k_f -Wert von $4,6 \cdot 10^{-3}$ m/s** zugrunde zu legen.

Bei der bodenmechanischen Bestimmung der Durchlässigkeit mittels Kornverteilungsanalyse bleibt die natürliche Lagerungsdichte der Baugrundsichten unberücksichtigt. Erfahrungsgemäß nimmt die Durchlässigkeit mit zunehmender Lagerungsdichte ab.

Der untersuchte Bodenhorizont ist nach DIN 18130 als „sehr durchlässig“ bis „durchlässig“ einzuordnen.

Gem. DWA-A 138 kommen für zentrale und dezentrale Versickerungsanlagen Lockergesteine mit einer Durchlässigkeit $5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ in Betracht. Diese Voraussetzung wird im vorliegenden Fall grundsätzlich erfüllt. Es ist davon auszugehen, dass sich die Auflockerungszone in variierender Mächtigkeit lateral über die gesamte Grundstücksfläche erstreckt.

Entscheidender Faktor für die Planung einer Versickerungsanlage ist im Projektgebiet die geringe Mächtigkeit des Sickerraums. Dieser sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,00 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Abflüsse zu gewährleisten.

Für die Projektierung kommen daher in erster Linie eine **Flächenversickerung**, eine **Muldenversickerung** oder kombinierte **Mulden-Rigolen-Elemente** in Frage. Bei unbedenklichen und stofflich gering belasteten Niederschlagsabflüssen kann bei Flächen- und Muldenversickerungen im begründeten Ausnahmefall eine Mächtigkeit des Sickerraums von $< 1,00$ m vertreten werden. Es ist zu beachten, dass bei einer Sickerraum-Mächtigkeit $< 1,00$ m nur noch partikuläre Stoffe und an ihnen sorbierte Substanzen nennenswert zurückgehalten werden können. Bei weniger als 0,50 m können bei höchstem Grundwasserstand die Niederschlagsabflüsse direkt in das Grundwasser gelangen.

Zur Drosselung des Wasserandranges ist ferner die Zwischenschaltung einer Anlage zur Niederschlagspeicherung-, -nutzung bzw. Verdunstung (Rückhaltebecken, Verdunstungsbecken, Löschteich o.ä.) ratsam. Ferner wird angeraten einen rückstausicheren, fluchtgerechten und auf Dauer funktionsfähigen Notüberlauf für den Havariefall zu konzipieren.

Aufgrund der Altauffüllungen auf dem Grundstück sind im hydraulischen Einflussbereich Verunreinigungen nicht auszuschließen (nach der abfallfachliche Einstufung ist Z 1.1-Material zu erwarten). Eine Abstimmung mit den zuständigen Behörden wird angeraten. Im Sinne des Grundwasserschutzes und der qualitativen Anforderungen des DWA-Regelwerk A-138 ist im Zweifelsfall durch eine geeignete Vorerkundung nachzuweisen, dass keine anthropogenen oder geogenen Stoffanreicherungen mit hohem Freisetzungspotenzial in die geplante Maßnahme einbezogen werden.

Unmittelbare Auswirkungen auf Dritte sind bei einer oberflächennahen Versickerung aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht zu erwarten. Im Bereich der Auflockerungszone ist vorrangig mit

einer vertikalen Versickerungskomponente zu rechnen. Die Mindestabstände zu Bauwerken und benachbarten Grundstücken gem. DWA-Regelwerk A 138 sind einzuhalten.

Für die weitere Planung und Dimensionierung wird auf die Ausführungen im DWA-Regelwerk A 138 verwiesen.

10 Wiederverwertbarkeit der Erdstoffe

Die anfallenden Erdstoffe sollten nach Möglichkeit während des Aushubs gem. der angegebenen Homogenereiche getrennt gelöst und zwischengelagert werden.

Teile der anfallenden Erdstoffe können im Rahmen der Baumaßnahme unter geotechnischen Gesichtspunkten generell als Baustoff wiederverwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Erdstoffe der Auflockerungszone (Schicht 4). Für einen Einsatz in der Verfüllzone von Gräben sind Stein- und Blockanteile ggf. im Vorfeld zu separieren. Der Hang- und Decklehm (Schicht 2) ist in Abhängigkeit des Wassergehaltes grundsätzlich verdichtbar und einbaufähig. Grundsätzlich gilt, dass eine Durchnässung der Ausbaustoffe, insbesondere bei bindigen Schichten, zu vermeiden ist. Der Wassergehalt stellt, insbesondere bei Böden mit erhöhtem Feinkornanteil $< 0,063$ mm, bei Einbau und Verdichtung eine entscheidende Einflussgröße dar. Die jeweilige Eignung sollte anhand eines Probefeldes vor dem eigentlichen Einbau nachgewiesen werden (Proctordichte, optimaler Wassergehalt, Lastplattendruckversuche etc.).

Der Auffüllhorizont (Schicht 2) sollte, im Hinblick auf mineralische und nichtmineralische Fremdbestandteile, vor dem Wiedereinbau gesondert begutachtet werden. Über eine mögliche Verwendung der Erdstoffe ist baubegleitend zu entscheiden. Aktuell sollte von einer fachgerechten Deponierung ausgegangen werden.

Im Rahmen der abfallfachlichen Vorbetrachtung werden die Erdstoffe der Schicht 2 (Homogenbereich B), hinsichtlich der Wiederverwertung im Sinne der LAGA M 20 TR Boden, als Z 1.2-Material eingestuft. Aushub mit dem Zuordnungswert Z 1.1 ist in eingeschränkter, offener Einbauweise wiederzuverwenden, wobei eine wasserdurchlässige Bauweise für Erdstoffe mit dem Zuordnungswert Z 1.2 lediglich unter hydrogeologisch günstigen Standortvoraussetzungen (Grundwasserflurabstand $> 1,00$ m, flächig ausgebildete undurchlässige Deckschicht) zu wählen ist. Im Sinne der DepV sind die Auffüllungen vorläufig als DK II bzw. DK III Material einzustufen. Maßgebend sind die erhöhten Glühverluste der beprobten Erdstoffe, die vermutlich auf organische Beimengungen zurückzuführen sind.

Weiterführend sind die Ausführungen zur Wiederverwertung hinsichtlich der umweltanalytischen Bewertung unter Punkt 4.2.2 zu berücksichtigen. Die Wiederverwertung der anfallenden Erdstoffe im Rahmen der Baumaßnahme hat erst nach Absprache mit den zuständigen Behörden und entsprechendem Einvernehmen zu erfolgen.

Ferner gelten die Empfehlungen in Anlehnung an die DIN 18196 gem. Tabelle 19.

Tabelle 19: Bautechnische Eignung in Anlehnung an DIN 18196

Bodenart und Schicht	Bautechnische Eignung als Baugrund/ Baustoff für					
	Gründungen	Erd- und Baustraßen	Straßen- und Bahndämme	Dichtungen	Stützkörper	Dränagen
Schicht 2 [GU*], [GU], [GW]	ungeeignet	weniger geeignet	weniger geeignet	weniger geeignet	ungeeignet	ungeeignet
Schicht 3 GU*, UA	mäßig brauchbar	weniger geeignet	mäßig brauchbar	weniger geeignet	ungeeignet	ungeeignet
Schicht 4 GU, GW, GI	sehr gut geeignet	sehr gut geeignet	gut geeignet	weniger geeignet	geeignet	weniger geeignet

11 Zusammenfassung

Das Büro Ralf Werneke plant, im Auftrag von Herrn Gernot Weigl, die Erschließung des „Wohnquartiers Neuenbau“ in 96524 Förirtztal OT Neuenbau, Flur 0, Flurnummern 223/4 und 223/6, Gemarkung Neuenbau.

Im Rahmen der ingenieurtechnischen Planungsvorbereitung wird eine geotechnische und abfallfachliche Beurteilung der Baugrundsituation erforderlich. In diesem Zusammenhang wurde die *k2p umwelt-geologie GmbH* mit Schreiben vom 13.11.2020 beauftragt, die Verhältnisse im Bereich des o.g. Standortes zu dokumentieren und zu bewerten.

Mit der Erkundung wurden insgesamt neun Baggerschürfe angelegt. Die Lage der Aufschlüsse richtet sich nach dem geplanten Trassenverlauf der Stich- bzw. Erschließungsstraße, den geplanten Wohnparzellen sowie nach der vorgesehenen Versickerungsanlage.

Mit den Aufschlüssen wurde im Wesentlichen nachfolgender Schichtenaufbau angetroffen:

HOMOGENBEREICH A	Schicht 1:	Oberboden
HOMOGENBEREICH B	Schicht 2:	Auffüllung
HOMOGENBEREICH C	Schicht 3:	Quartärer Hang-/Decklehm
HOMOGENBEREICH C	Schicht 4b:	Auflockerungszone
HOMOGENBEREICH D	Schicht 5:	Festgestein (Grauwacke

Im Rahmen der Erkundung wurde lokal oberflächennahes Grund- bzw. Schichtenwasser mit den Aufschlüssen angetroffen. Die Flurabstände variierten zwischen 1,10 m (Sch 1/20) und 1,90 m (Sch 2/20).

Die Baugrundsituation wurde beschrieben und graphisch in Form von Profilen dargestellt. Aus den Ergebnissen der Feldversuche und ergänzender Laborversuche wurden die angetroffenen Böden klassifiziert und entsprechende Kennwerte zugewiesen.

Der Baugrund ist im Projektgebiet vergleichsweise gleichmäßig aufgebaut und durch anthropogene Ablagerungen, insbesondere im oberflächennahen Bereich, geprägt. Die geplanten Ver- und Entsorgungsleitungen liegen vornehmlich im Niveau der Auflockerungszone und dem entfestigten bis angewitterten Festgestein (Grauwacke), dessen Oberfläche zwischen 2,00 m u. GOK und 3,00 m u. GOK zu erwarten ist. Bei den angetroffenen Böden handelt es sich maßgeblich um grob- bis gemischtkörnige Lockergesteine mit mitteldichter bis dichter Lagerung und Steinanteilen zwischen 10 Ma.-% und 40 Ma.-%. Der Verwitterungsgrad des Grauwacke-Horizontes wird im oberflächennahen Bereich als angewittert bis entfestigt angenommen.

Für die Verbesserung der Planumtragfähigkeit sind lediglich lokal bodenverbessernde Maßnahmen durch konventionellen Bodenaustausch durch gut verdichtungsfähige Erdstoffe einzuplanen.

Unter Berücksichtigung des Baugrundmodells und den einschlägigen Normen und Regelwerken werden Hinweise zur Wasserhaltung, zu Baugruben und Verbau, zur Rohr- und Schachtgründung, zur Verfüllung der Grabenzonen sowie zur Ausbildung der Verkehrsflächen gegeben.

Ferner wurde eine abfallfachliche Beurteilung der angetroffenen Auffüllungen veranlasst, die den Charakter einer Voruntersuchung besitzt. Die Einstufung erfolgte nach den Vorgaben der LAGA M20 TR Boden (2003) und der DepV (2017). Im Sinne der LAGA M20 TR Boden (2003) werden die mittels drei Mischproben untersuchten Erdstoffe dem Zuordnungsniveau Z 0 bis Z 1.1 zugewiesen. Im Hinblick auf die DepV (2017) wird für die anthropogenen Auffüllungen, aufgrund des erhöhten Glühverlustes, eine Einstufung als Material der Deponieklasse DK II und DK III erforderlich.

Eine Wiederverwertung der Ausbaustoffe ist grundsätzlich möglich, hinsichtlich geotechnischer und umwelt- bzw. abfallrelevanter Anforderungen jedoch differenziert zu betrachten. Je nach Anforderung und den während der Bauphase vorherrschenden Randbedingungen (Witterung, Platzangebot, Verwendungsmöglichkeiten) ist die Wiederverwertung mit den Projektbeteiligten, ggf. anhand von Probefeldern, abzustimmen.

12 Sonstige Hinweise

Das vorliegende Gutachten wurde auf der Basis der im Text erläuterten Informationen und der durchgeführten Untersuchungen erstellt.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Feldarbeiten in ihrem Umfang nur eine punktuelle Erkundung der Baugrundverhältnisse darstellen. Abweichungen in der angetroffenen Schichtung und Mächtigkeit können prinzipiell nicht ausgeschlossen werden. Sollten bei den Erd- und Tiefbauarbeiten Diskrepanzen zu den beschriebenen Untergrundverhältnissen festgestellt werden, wird empfohlen, den Baugrundgutachter zu kontaktieren und ggf. eine Gründungssohlenabnahme zu veranlassen.

Sollten im Rahmen der weiteren Planungsphase Änderungen im Bauablauf erkennbar, zusätzliche Untersuchungen notwendig und damit weitere Zuordnungen zu den entsprechenden Homogenbereichen oder Boden- und Bemessungskennwerten erforderlich werden, so sind auf Basis der vorliegenden Erkundungsergebnisse, ergänzende Empfehlungen des zuständigen Gutachters einzuholen bzw. eine weiterführende Untersuchungen zu veranlassen.

Für Rückfragen und weitere Beratung steht der Unterzeichner gern zur Verfügung.



M.Sc. (Geow.) Kai Schröder
Geschäftsführer



k2p umwelt-geologie GmbH T 03686/61848-40
Sachsenbrunn - Werrostr. 126 F 03686 61848-39
98673 Eisleben M mo@k2p-geo.de



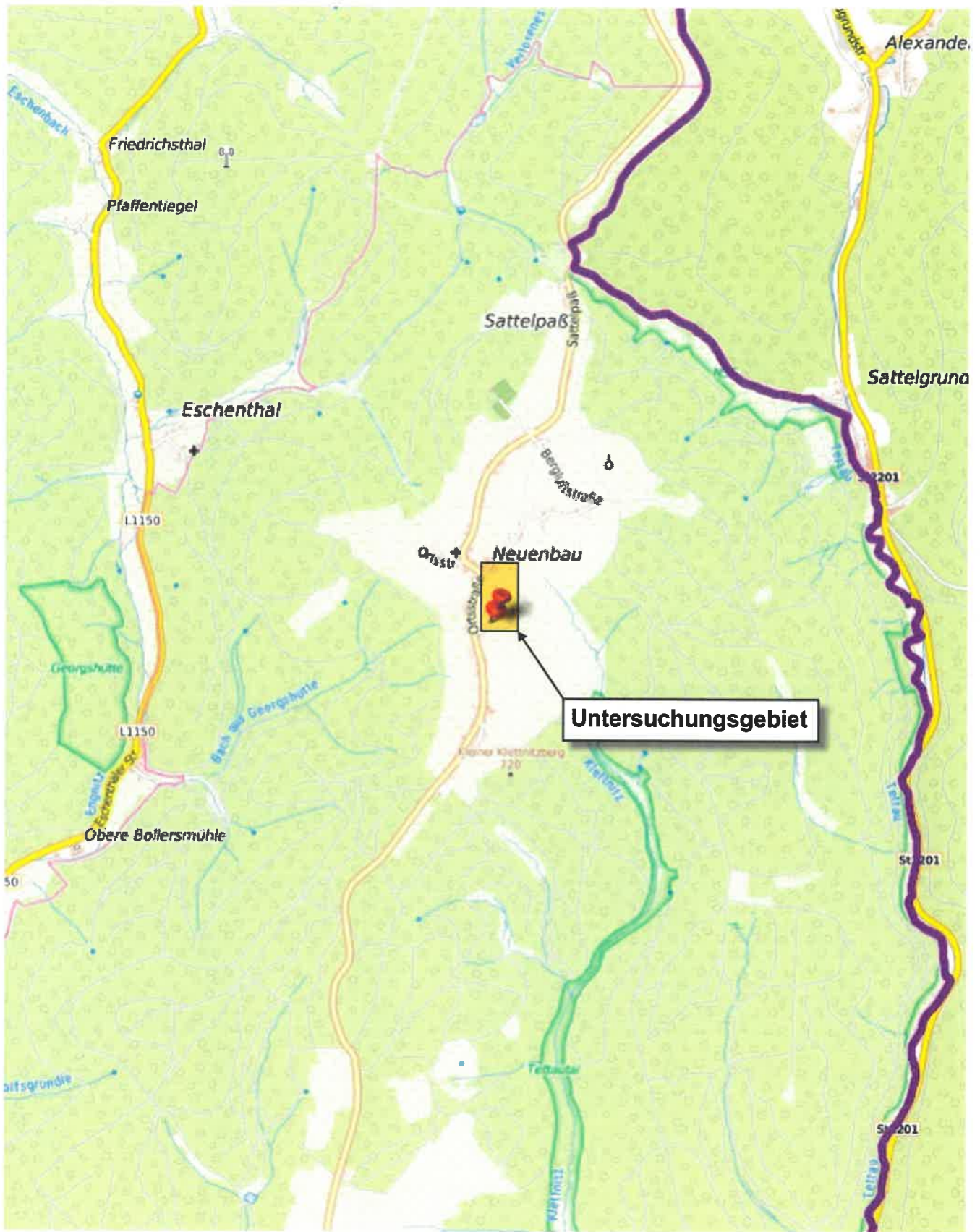
Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Lage des Untersuchungsgebietes

Anlage

1



Sachsenbrunn
Werrastr. 126
98673 Eisfeld

T 03686/61848-40
F 03686/61848-40
M info@k2p-geo.de

Lage des Untersuchungsgebietes

Auftraggeber: Gernot Weigl
Dorfmoos 24
82343 Pöcking

Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förzitztal OT Neuenbau

Bearbeiter: Gheorghiu

Datum: 27.11.2020

Maßstab: 1 : 25.000

Anlage 1



Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Lageskizze mit Aufschlusspunkten

Anlage

2



Plangrundlage:
Planungsbüro Ralf Werneke, 96515 Sonneberg

Erschließung Wohngebiet 96524 Förtitztal OT Neuenbau	
- Baugrunduntersuchung -	
Auftraggeber: Gernot Weigl Dorfmoos 24 82343 Pöcking	
Darstellung: Lageskizze mit Aufschlußpunkten	
Maßstab: 1 : 1.000	Anlage 2
Legende	
SCH Schurf	Bezugshöhe BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke
Datum	Name
Bearb. 27.11.2020	Gheorghiu
T 0368661848-40 F 0368661848-40 M info@k2b-geo.de	



Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Profildarstellung der Aufschlüsse

Anlage

3

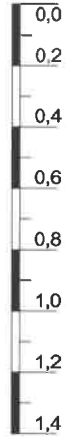
Höhenskala

Probenahme

Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung

m u. GOK

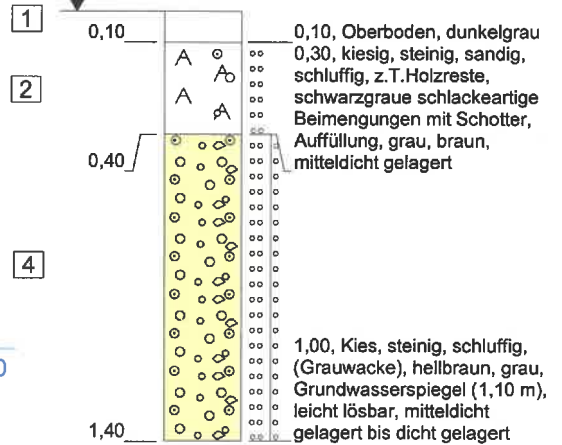


P 1-1:0,10-0,40

P 1-2:0,40-1,40

Schichten-Nr.


BZH -2,24 m



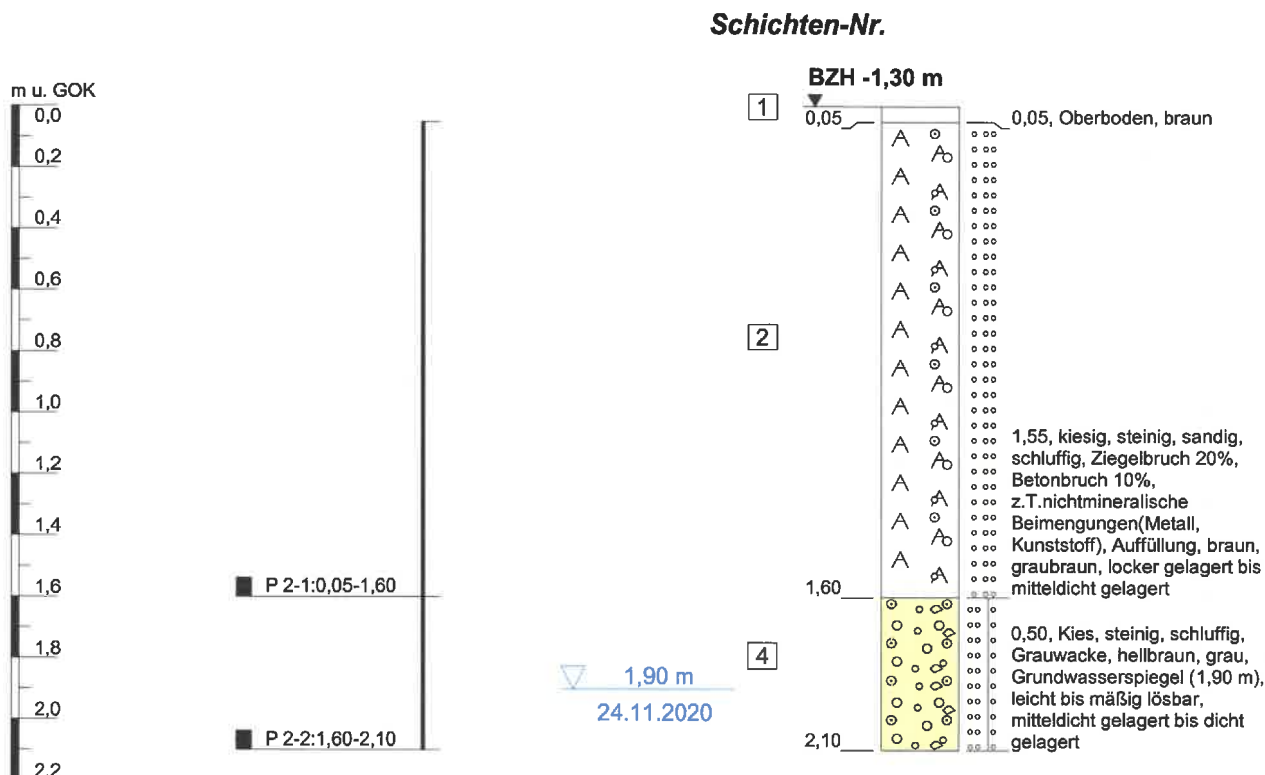
▽ 1,10 m
24.11.2020

Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke → BZH ± 0,00 m


Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förritzal OT Neuenbau		 Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de
Aufschluß: Schurf 1/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -2,24 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 1,40 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala Probenahme Grundwasser Profildarstellung/Profilbeschreibung



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke ♦ BZH ± 0,00 m

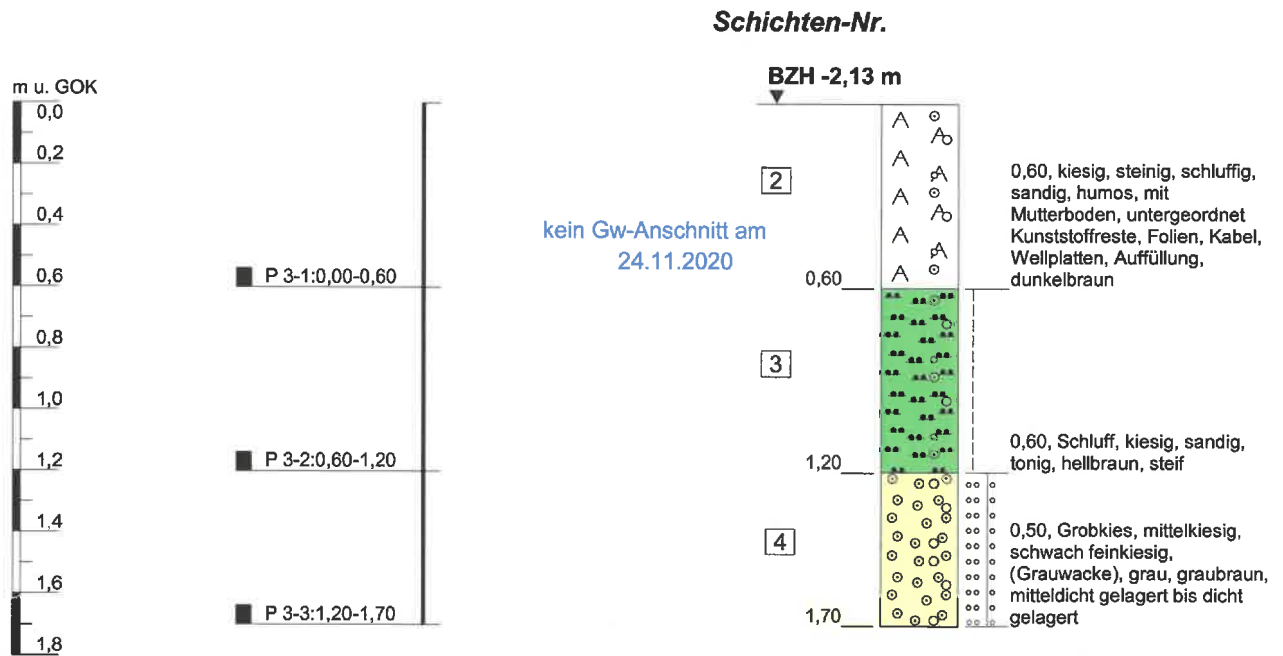
Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förirtztal OT Neuenbau		 <p>Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de</p>
Aufschluß: Schurf 2/20		
Auftraggeber: Gemot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -1,30 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 2,10 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala

Probenahme


Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung

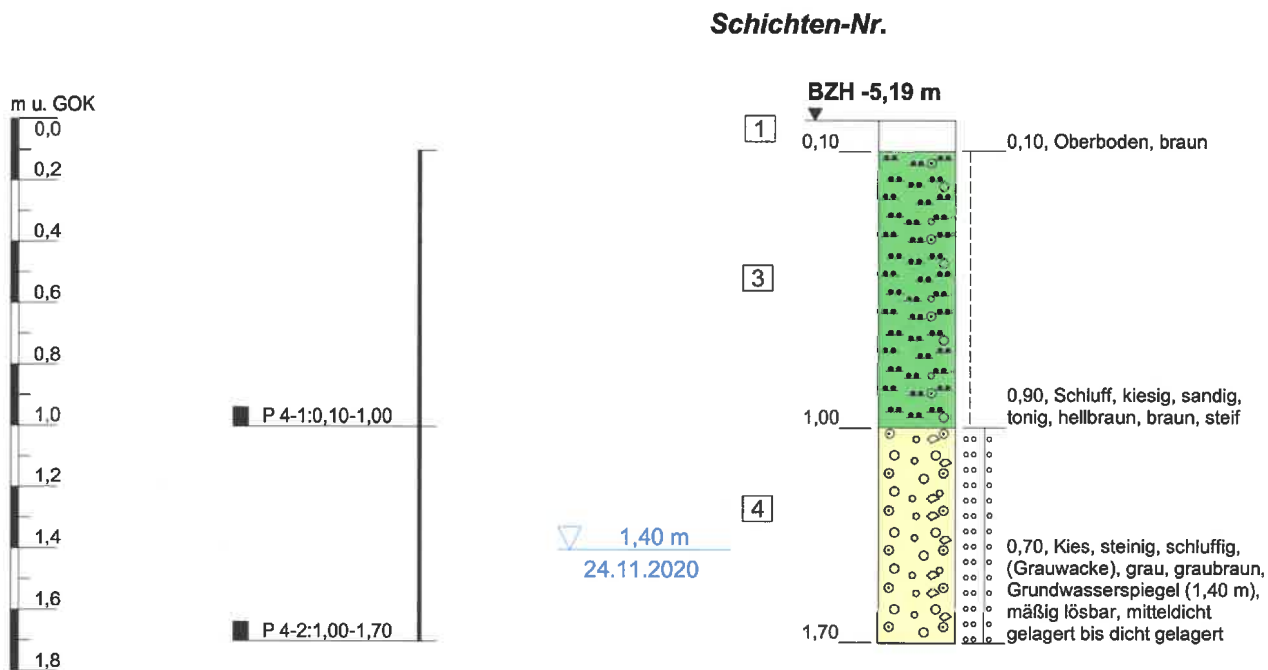


Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke ± BZH ± 0,00 m

Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förirtal OT Neuenbau		 <p>Sachsenbrunn Werrastr. 126 98673 Eisfeld</p> <p>T 03686/61848-40 F 03686/61848-39 M info@k2p-geo.de</p>
Aufschluß: Schurf 3/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -2,13 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 1,70 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala Probenahme Grundwasser Profildarstellung/Profilbeschreibung



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke ♦ BZH ± 0,00 m

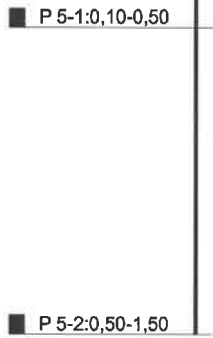
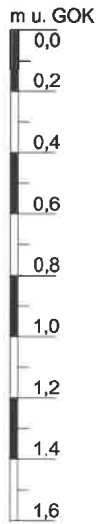
Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förritztal OT Neuenbau		 Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de
Aufschluß: Schurf 4/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -5,19 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 1,70 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala

Probenahme

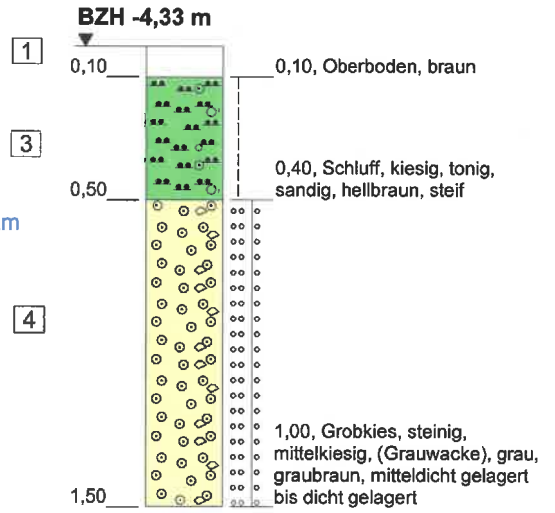
Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung




kein Gw-Anschnitt am
24.11.2020

Schichten-Nr.



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke → BZH ± 0,00 m

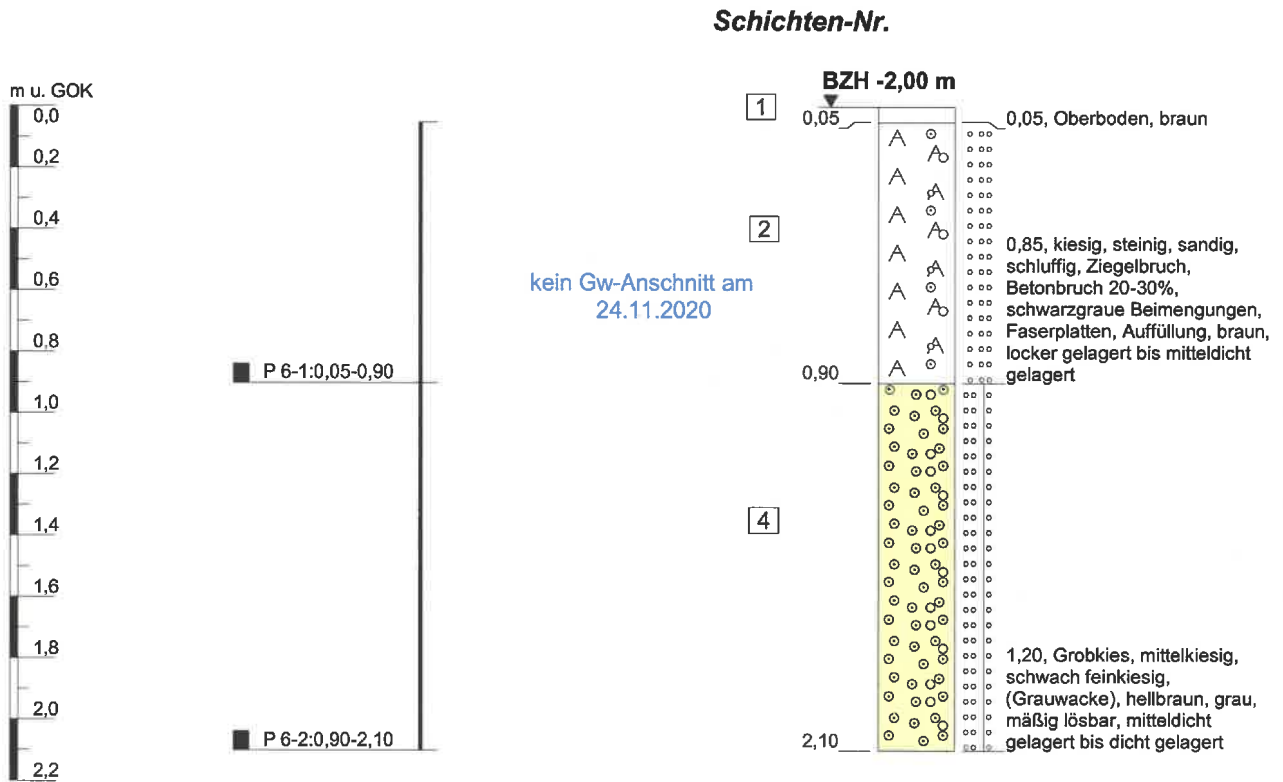
Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förritzal OT Neuenbau		 <p>Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de</p>
Aufschluß: Schurf 5/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -4,33 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 1,50 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala

Probenahme


Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudecke ♦ BZH ± 0,00 m

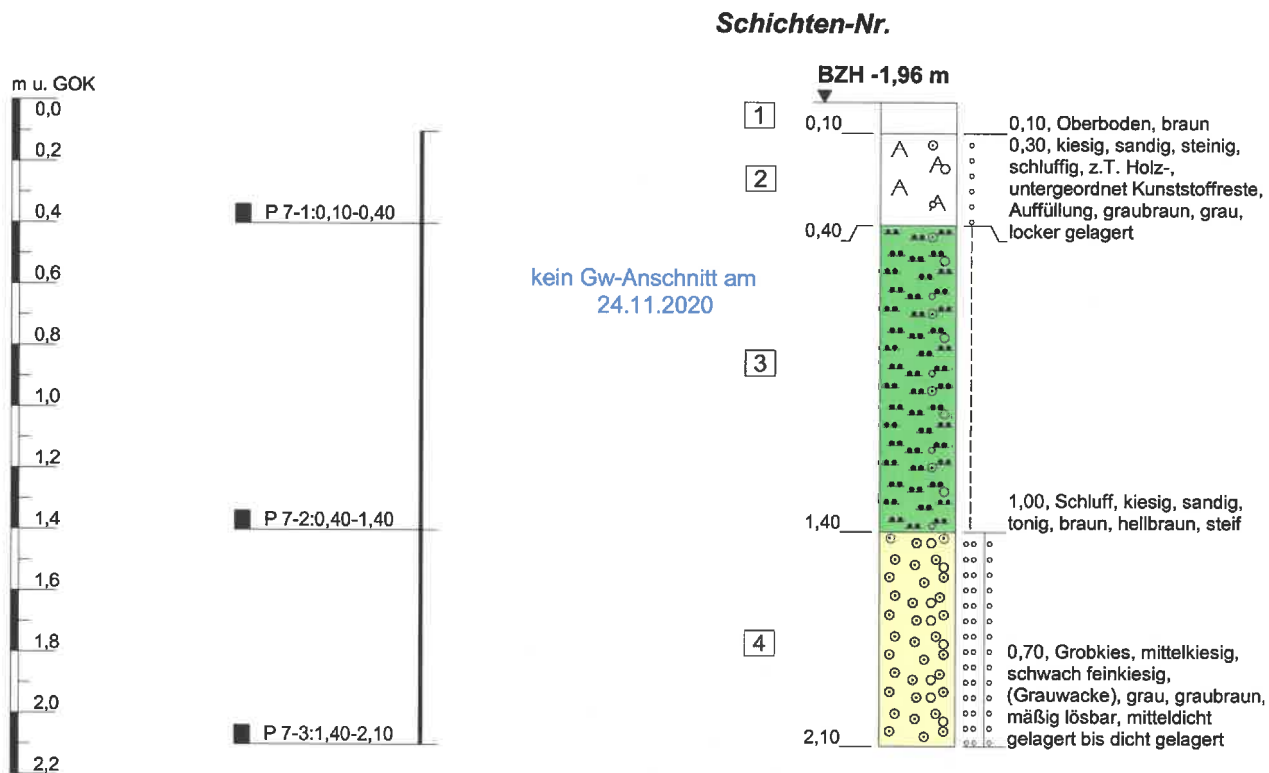
Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förirtztal OT Neuenbau		 <p>Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de</p>
Aufschluß: Schurf 6/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -2,00 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 2,10 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala

Probenahme


Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke → BZH ± 0,00 m

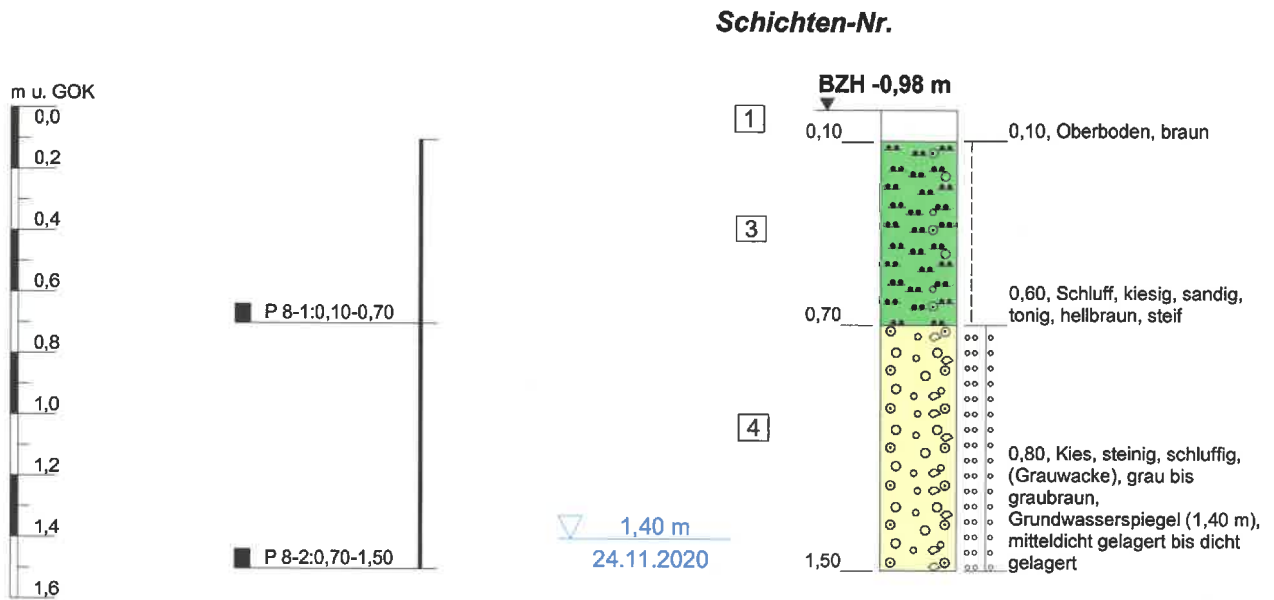
Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förritzal OT Neuenbau		 Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de
Aufschluß: Schurf 7/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -1,96 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 2,10 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala

Probenahme


Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudeecke → BZH ± 0,00 m

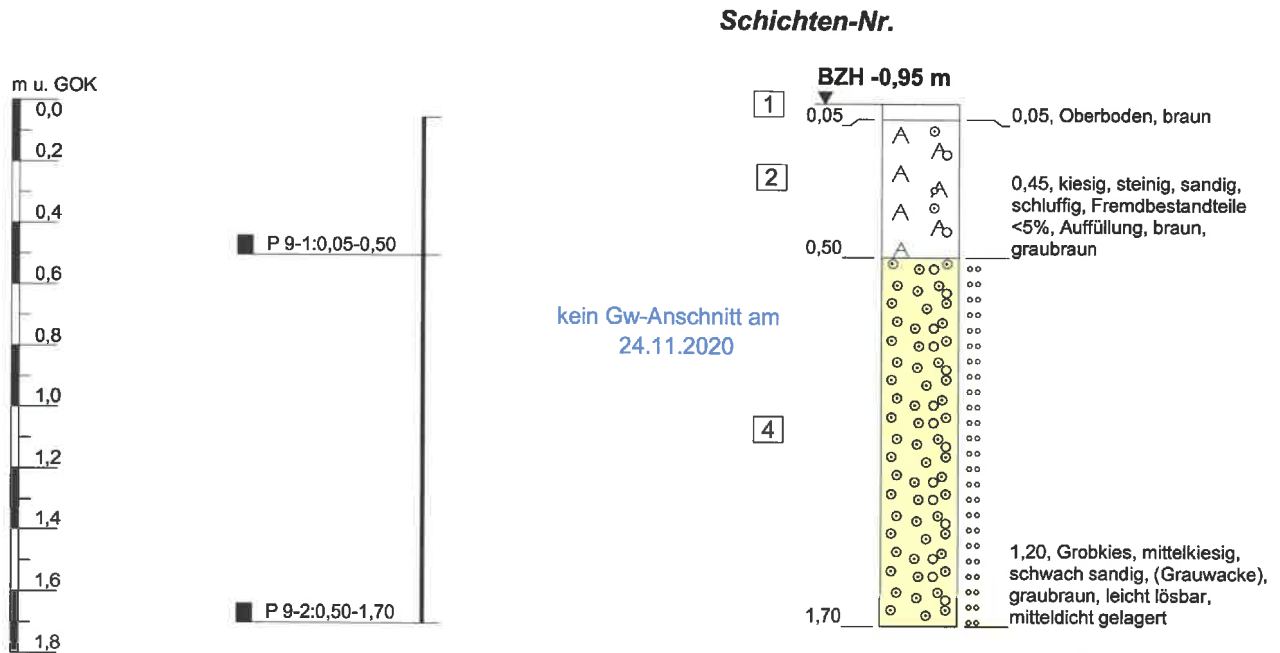
Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förritzal OT Neuenbau		 <p>Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de</p>
Aufschluß: Schurf 8/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -0,98 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 1,50 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	

Höhenskala

Probenahme


Grundwasser

Profildarstellung/Profilbeschreibung



Bemerkung:

BZH: OK Schachtdeckel Gebäudedecke + BZH ± 0,00 m

Projekt: Erschließung Wohngebiet 96524 Förritzal OT Neuenbau		 Sachsenbrunn T 03686/61848-40 Werrastr. 126 F 03686/61848-39 98673 Eisfeld M info@k2p-geo.de
Aufschluß: Schurf 9/20		
Auftraggeber: Gernot Weigl, 82343 Pöcking	Ansatzhöhe SCH: -0,95 m zu BZH	
Bearbeiter: S.Gheorghiu	Endtiefe SCH: 1,70 m u. GOK	
Datum: 24.11.2020		
Höhenmaßstab: 1:25	Anlage 3	



Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Fotodokumentation Aufschlussschürfe

Anlage

4



k2p
**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH
Sachsenbrunn · Werrastr. 126
98673 Eisfeld
Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39
E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 1

Fotodokumentation: Sch 1/20





k2p
**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH
Sachsenbrunn · Werrastr. 126
98673 Eisfeld
Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39
E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 2

Fotodokumentation: Sch 2/20





k2p

**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH

Sachsenbrunn · Werrastr. 126

98673 Eisfeld

Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39

E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 3

Fotodokumentation: Sch 3/20





k2p
**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH

Sachsenbrunn · Werrastr. 126

98673 Eisfeld

Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39

E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 4

Fotodokumentation: Sch 4/20



Fotodokumentation: Sch 5/20





k2p

**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH

Sachsenbrunn · Werrastr. 126

98673 Eisfeld

Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39

E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 6

Fotodokumentation: Sch 6/20





k2p

**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH

Sachsenbrunn · Werrastr. 126

98673 Eisfeld

Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39

E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 7

Fotodokumentation: Sch 7/20





k2p

**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH

Sachsenbrunn · Werrastr. 126

98673 Eisfeld

Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39

E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 8

Fotodokumentation: Sch 8/20





k2p
**UMWELT
GEOLOGIE**

k2p umwelt-geologie GmbH
Sachsenbrunn · Werrastr. 126
98673 Eisfeld
Tel.: (03686) 61848-40 Fax: (03686) 61848-39
E-mail: info@k2p-geo.de

Anlage: 4

Nr.: 9

Fotodokumentation: Sch 9/20





Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Protokolle Bodenmechanik

Anlage

5

k2p umwelt-geologie GmbH

Werrastraße 126

98673 Eislefeld-Sachsenbrunn

Tel.: (03686)6184840 Fax: (03686)6184839

Bearbeiter: Wiener

Datum: 03.12.2020

Körnungslinie DIN 18123

Schürfe Erschließung Wohngebiet

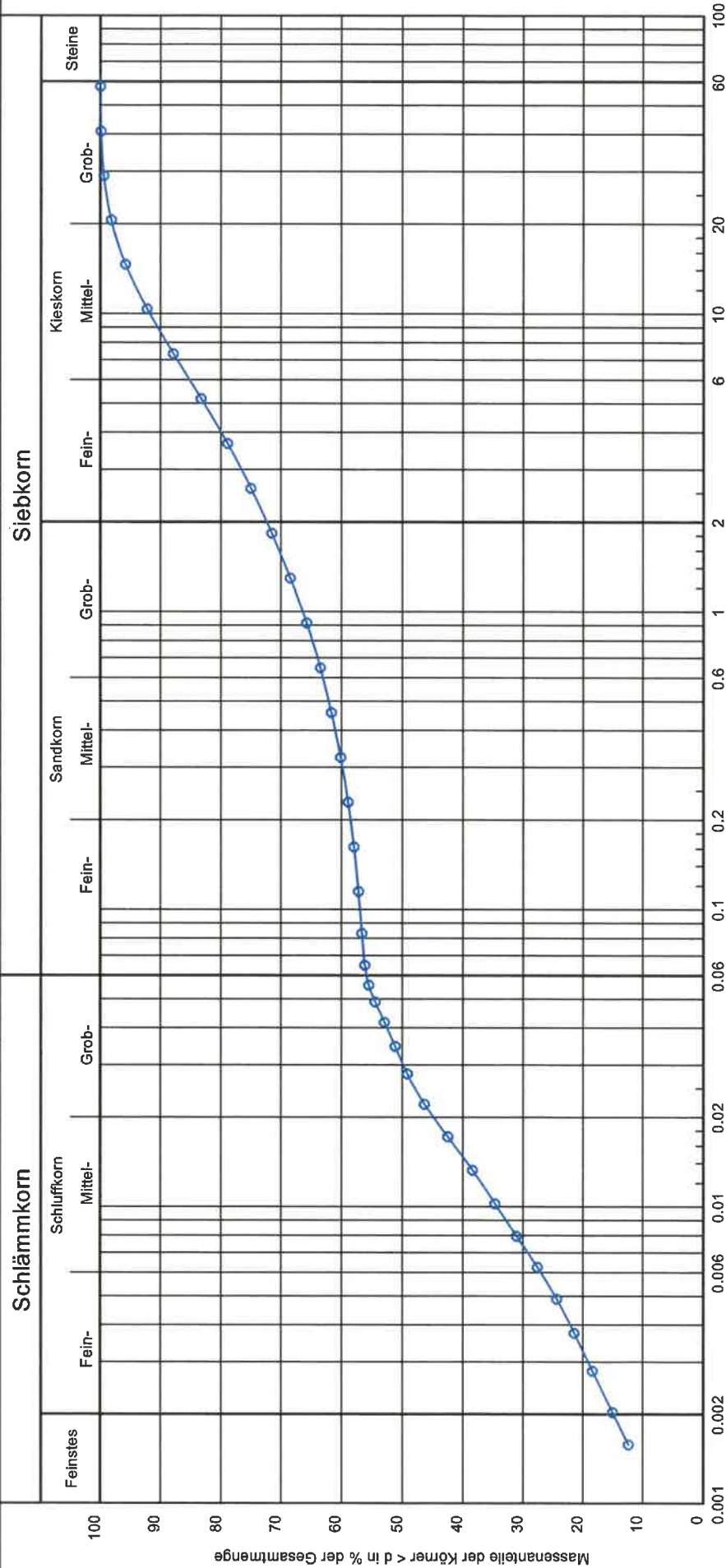
96524 Förzitztal, OT Neuenbau

Probenbezeichnung: P 4-1

Probe entnommen am: 24.11.20

Art der Entnahme: Sch 4/20, gestört

Entnahmetiefe: 0,10 - 1,00 m



Bezeichnung:	P 4-1	Bericht:
Bodenart:	U, g, t, s	
Tiefe:	0,10 - 1,00 m	Anlage:
k [m/s] (Mallet-Paq)	$6.8 \cdot 10^{-9}$	
Entnahmestelle:	Sch 4/20	Wassergehalt: 33,9 %
U/Cc	-/-	
Tl/U/S/G [%]:	14,9/40,9/16,5/27,6	

Bemerkungen:

k2p umwelt-geologie GmbH

Werrastraße 126

98673 Eisfeld-Sachsenbrunn

Tel.: (03686)6184840 Fax: (03686)6184839

Bearbeiter: Wiener

Datum: 03.12.2020

Körnungslinie DIN 18123

Schürfe Erschließung Wohngebiet

96524 Förtitztal, OT Neuenbau

Probenbezeichnung: P 4-2

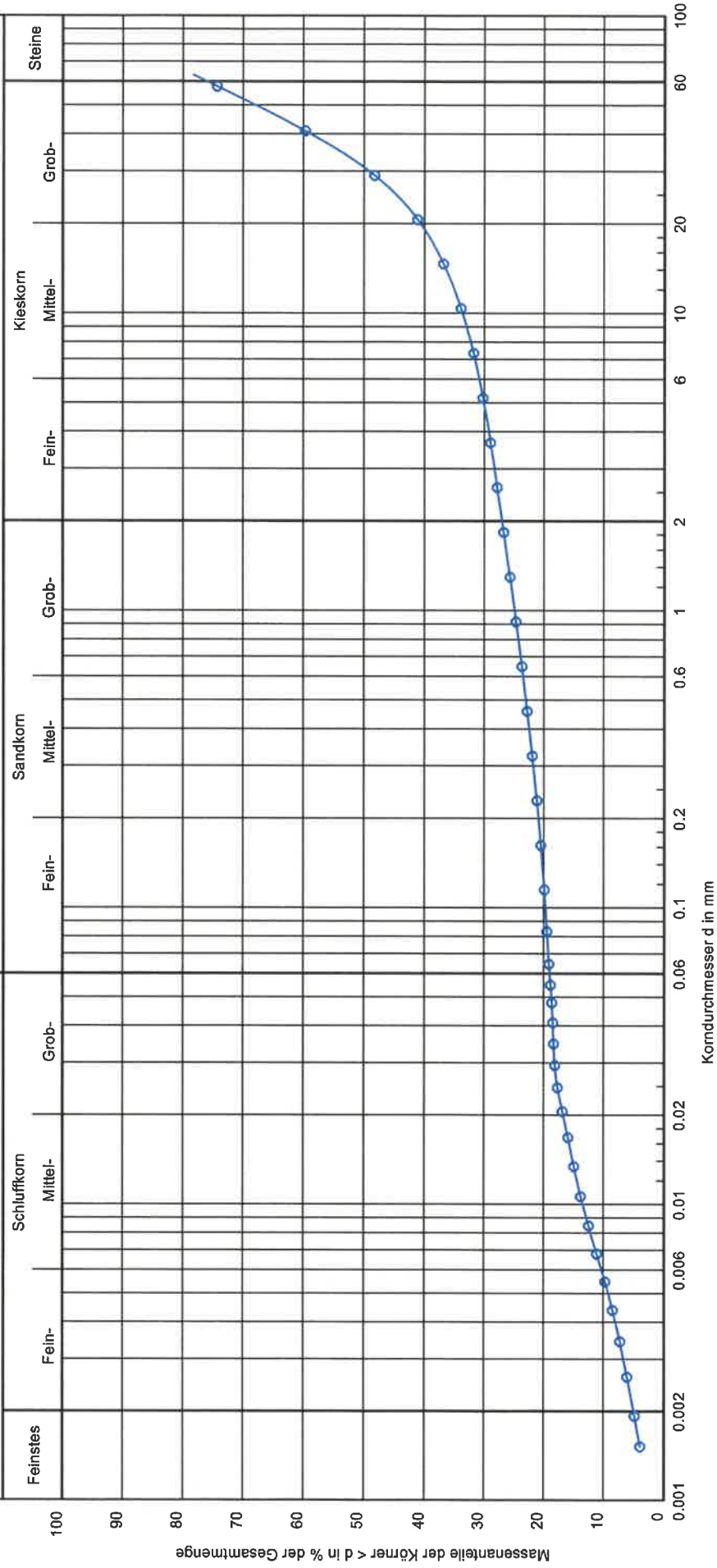
Probe entnommen am: 24.11.20

Art der Entnahme: Sch 4/20, gestört

Entnahmetiefe: 1,00 - 1,70 m

Schlammkorn

Siebkorn



Bezeichnung:	P 4-2
Bodenart:	G, x, u
Tiefe:	1,00 - 1,70 m
k [m/s] (Mallet-Paq)	$2.7 \cdot 10^{-5}$
Entnahmestelle:	Sch 4/20
U/Cc	7163.3/99.7
Tl/Ul/S/G [%]:	5.0/14.0/8.0/48.9

Bemerkungen:	
Wassergehalt:	11,6 %
Report:	
Attachment:	5.2

k2p umwelt-geologie GmbH
 Werrastraße 126
 98673 Eisfeld-Sachsenbrunn
 Tel.: 036886184840 Fax: 036886184839
 Bearbeiter: Wiener Datum: 03.12.2020

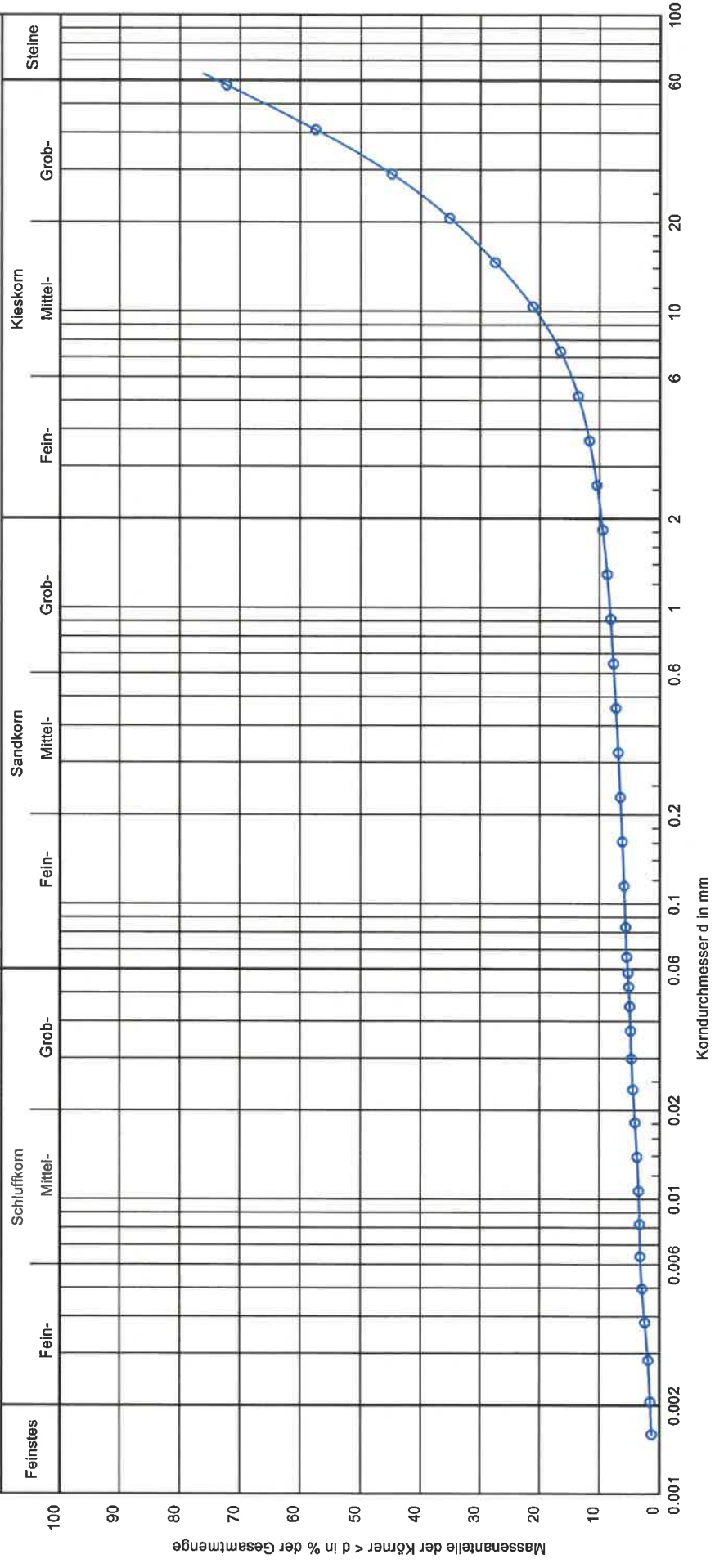
Körnungslinie DIN 18123

Schürfe Erschließung Wohngebiet 96524 Förzital, OT Neuenbau

Probenbezeichnung: P 5-2
 Probe entnommen am: 24.11.20
 Art der Entnahme: Sch 5/20, gestört
 Entnahmetiefe: 0,50 - 1,50 m

Schlammkorn

Siebkorn



Bezeichnung: P 5-2
 Bodenart: gG, x, mg
 Tiefe: 0,50 - 1,50m
 k [m/s] (Hazen) 5.8 * 10⁻²
 Entnahmestelle: Sch 5/20
 U/Cc 19.4/2.8
 T/U_S/G [%]: 1.5/3.8/4.4/64.2

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 7,5 %

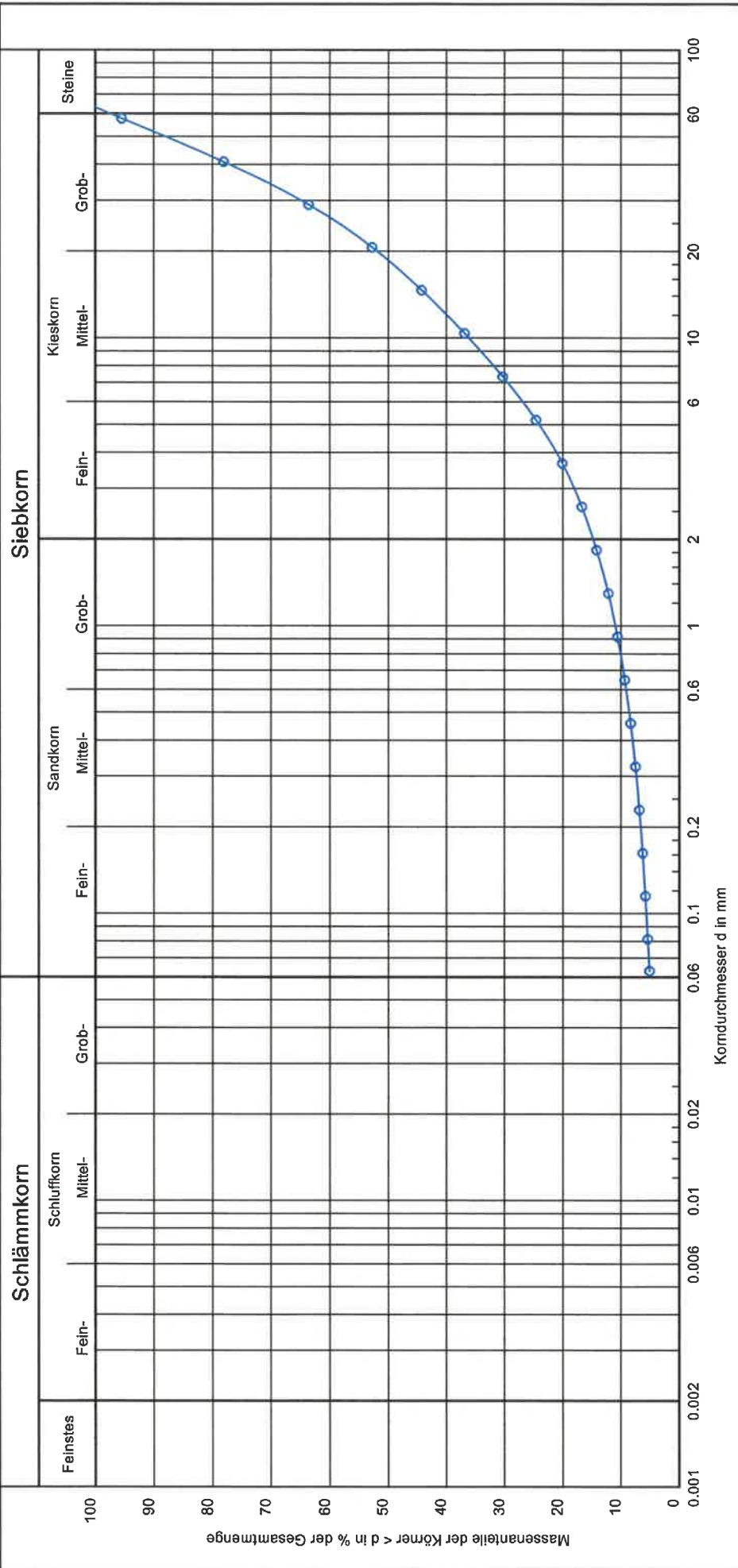
Bericht:
 Anlage:
 5.3

k2p umwelt-geologie GmbH
 Werrastraße 126
 98673 Eisfeld-Sachsenbrunn
 Tel.: (03688)6184840 Fax: (03688)6184839
 Bearbeiter: Wiener Datum: 03.12.2020

Körnungslinie DIN 18123

Schürfe Erschließung Wohngebiet 96524 Förtitztal, OT Neuenbau

Probenbezeichnung: P 6-2
 Probe entnommen am: 24.11.2020
 Art der Entnahme: Sch 6/20, gestört
 Entnahmetiefe: 0,90 - 2,10 m



Bezeichnung: P 6-2		Bericht:	
Bodenart: gG, mg, fg'	Bemerkungen:		Anlage: 5.4
Tiefe: 0,90 - 2,10 m			
k [m/s] (Hazen) 7.2 * 10 ⁻³			
Entnahmestelle: Sch 6/20	Wassergehalt: 5,9 %		
U/Cc 33.3/2.5			
TI/USIG [%]: - / -14.8/82.6			

k2p umwelt-geologie GmbH
 Werrastraße 126
 98673 Eisfeld-Sachsenbrunn
 Tel.: (03686)6184840 Fax: (03686)6184839
 Bearbeiter: Wiener Datum: 03.12.2020

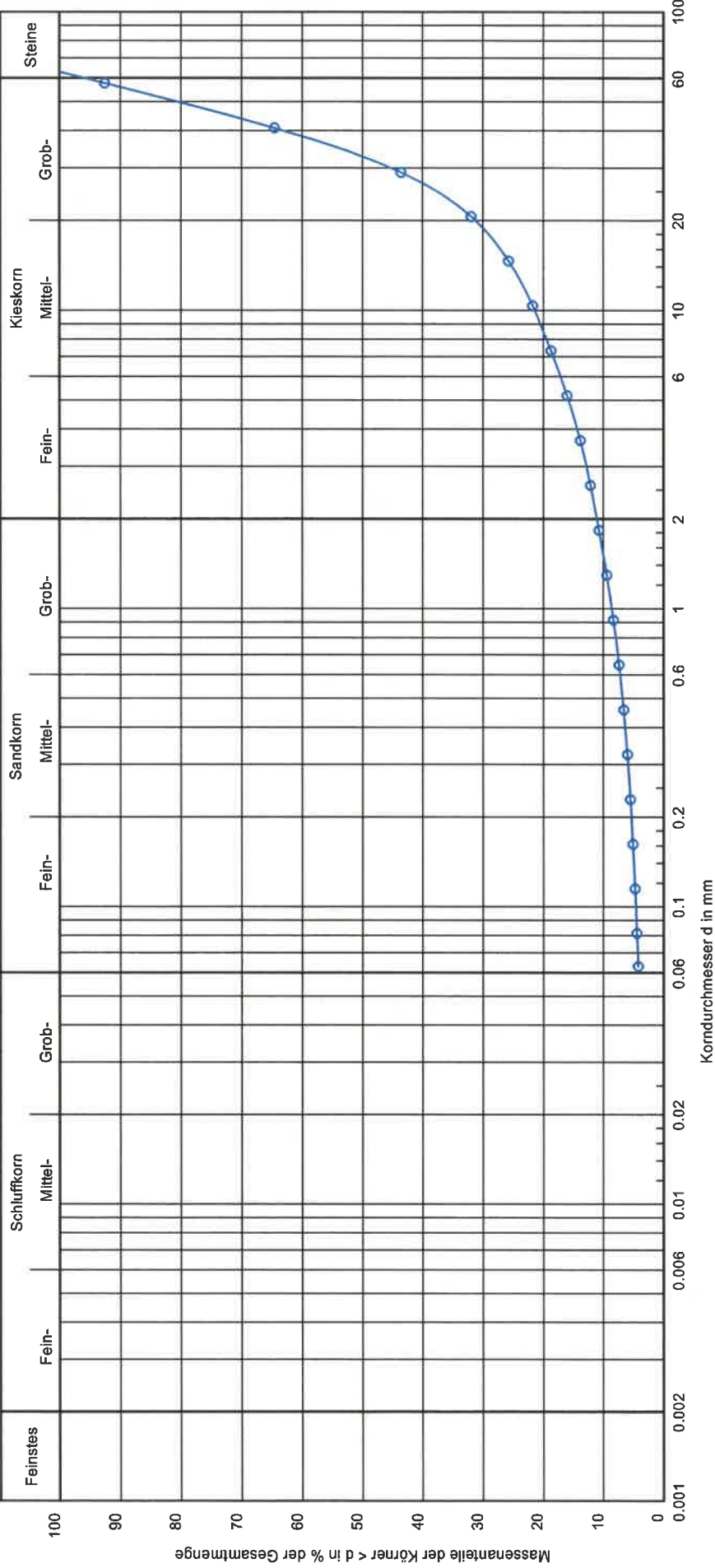
Körnungslinie DIN 18123

Schürfe Erschließung Wohngebiet 96524 Föritztal, OT Neuenbau

Probenbezeichnung: P 9-2
 Probe entnommen am: 24.11.2020
 Art der Entnahme: Sch 9/20, gestört
 Entnahmetiefe: 0,50-1,70m

Schlämmkorn

Siebkorn



Bezeichnung: P 9-2
 Bodenart: gG, mg, s'
 Tiefe: 0,50 - 1,70 m
 k [m/s] (Hazen): $2.6 \cdot 10^{-2}$
 Entnahmestelle: Sch 9/20
 U/Cc: 25.4/6.1
 T/U/S/G [%]: - / - / 11.1/84.7

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 6,1 %

Bericht:
 Anlage:
 5.5

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Schürfe Erschließung Wohngebiet
 96524 Förnitztal, OT Neuenbau

Bearbeiter: Wiener

Datum: 03.12.2020

Prüfungsnummer:

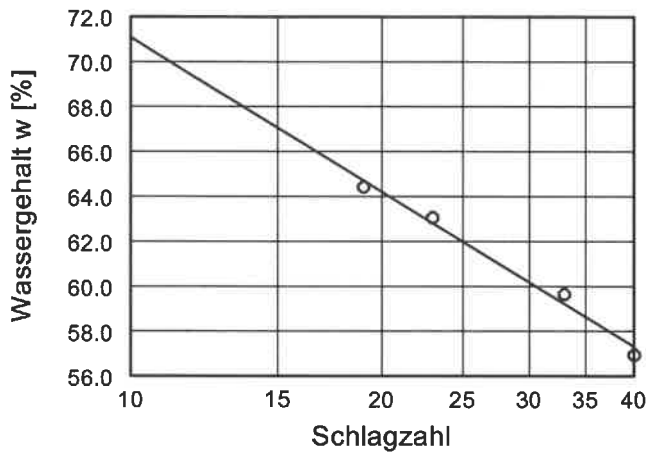
Entnahmestelle: P 4-1

Tiefe: 0,1 - 1,0 m

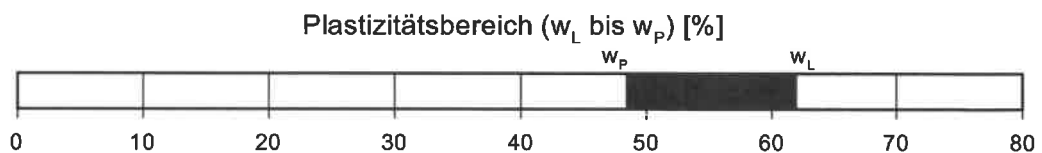
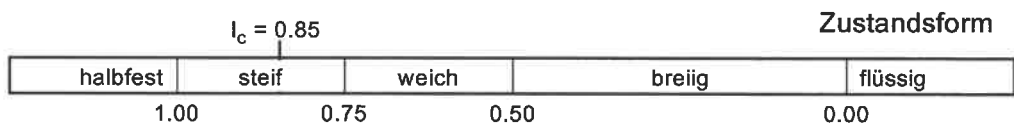
Bodenart: U, g, s, t

Art der Entnahme: Sch 4/20, gestört

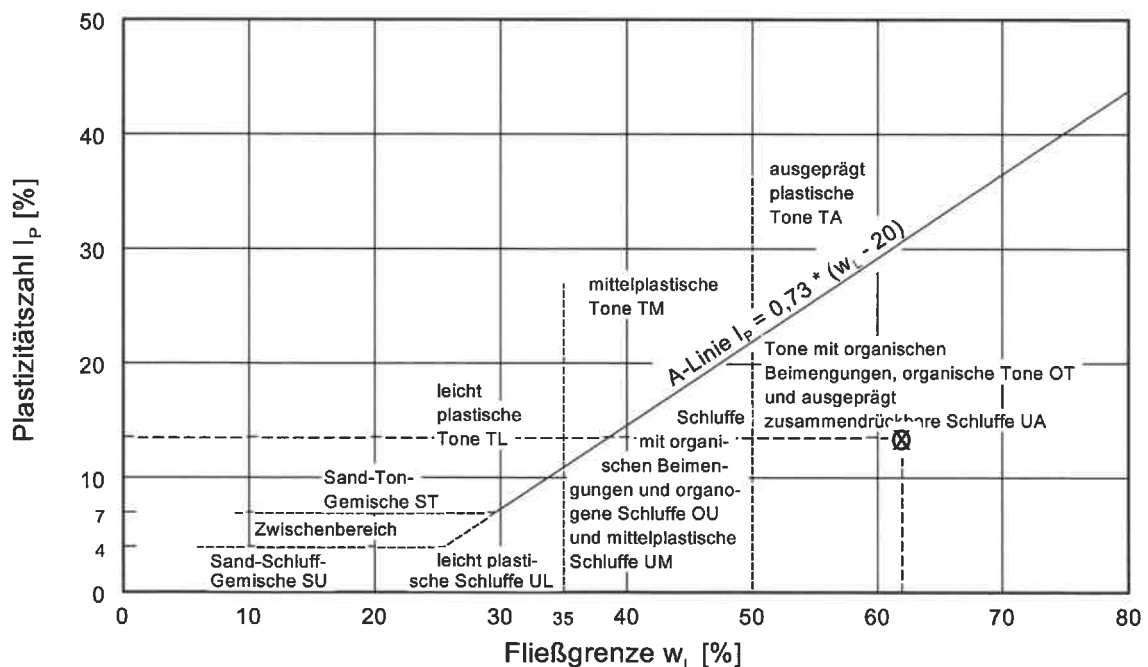
Probe entnommen am: 24.11.2020



Wassergehalt $w = 33.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 62.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 48.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 13.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.85$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 43.8 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 12.5 \%$
 Korr. Wassergehalt = 50.5%



Plastizitätsdiagramm





Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Probenahmeprotokolle

Anlage

6

Protokoll über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe

(nach LAGA, Stand 06.11.1997)

Entnehmende Stelle:

k2p umwelt-geologie GmbH
Sachsenbrunn · Werrastr. 126
98673 Eisfeld

Projekt:

Erschließung Wohngebiet Neubau
Fl.-Nrn. 223/4 + 223/6, Gmk. Neuenbau

1. Probenahmestelle: Sch 1/20, Sch 8/20, Sch 9/20
2. Lage: Fl.-Nrn. 223/4 + 223/6, Flur 0, Gmk. Neuenbau
3. Datum und Uhrzeit: 24.11.2020
8:30 Uhr - 13:00 Uhr
4. Art der Probe: gestört
5. Entnahmegesetz: Baggerschurf
6. Art der Probe: Einzelprobe
Mischprobe
- 6a. nur bei Mischproben: Anzahl Einzelproben: 3
7. Entnahmedaten:



Probenbezeichnung/-nummer:	MP-2
Entnahmetiefe:	0,05 - 0,70 m
Farbe:	grau, braun, hellbraun, graubraun
Geruch:	unauffällig
Probenmenge:	~ 1.000 g
Probenbehälter:	PN-Becher
Probenkonservierung:	Kühlung
Analyseparameter:	LAGA M20, TR Boden (2003), Tab. II 1.2-2, Tab. II 1.2-3, DepV (DK), Anhang 3, Tab. 2, Spalte 5

8. Bemerkungen: Mischprobe aus überwiegend künstlichen Auffüllungen (Schicht 2) und tlw. Hang-/Decklehm (Schicht 3), bestehend aus den Einzelproben P 1-1, P 8-1 und P 9-1
Fein- bis gemischtkörnige Erdstoffe mit untergeordneten Beimengungen an Ziegel- und Betonbruch (lokal ≤ 10 Vol.-%) sowie Schotter im Zufahrtbereich
9. Probennehmer: Schröder **Anlage: 6**

Ort: Neuenbau

Unterschrift Probennehmer:



Protokoll über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe

(nach LAGA, Stand 06.11.1997)

Entnehmende Stelle:

k2p umwelt-geologie GmbH
Sachsenbrunn · Werrastr. 126
98673 Eisfeld

Projekt:

Erschließung Wohngebiet Neubau
Fl.-Nrn. 223/4 + 223/6, Gmk. Neuenbau

1. Probenahmestelle: Sch 2/20, Sch 3/20,
Sch 6/20, Sch 7/20
2. Lage: Fl.-Nrn. 223/4 + 223/6,
Flur 0
Gmk. Neuenbau
3. Datum und Uhrzeit: 24.11.2020
8:30 Uhr - 13:00 Uhr
4. Art der Probe: gestört
5. Entnahmegesetz: Baggerschurf
6. Art der Probe: Einzelprobe
Mischprobe
- 6a. nur bei Mischproben: Anzahl Einzelproben: 4
7. Entnahmedaten:



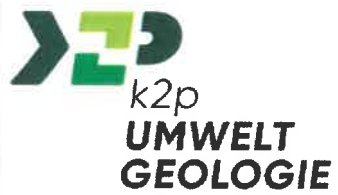
Probenbezeichnung/-nummer:	MP-1
Entnahmetiefe:	0,00 - 1,60 m
Farbe:	grau, braun, hellbraun, graubraun, ziegelrot, z.T. schwarzgrau
Geruch:	z.T. muffiger Bauschuttgeruch
Probenmenge:	~ 1.000 g
Probenbehälter:	PN-Becher
Probenkonservierung:	Kühlung
Analyseparameter:	LAGA M20, TR Boden (2003), Tab. II 1.2-2, Tab. II 1.2-3, DepV (DK), Anhang 3, Tab. 2, Spalte 5

8. Bemerkungen: Mischprobe aus überwiegend künstlichen Auffüllungen (Schicht 2), bestehend aus den Einzelproben P 2-1, P 3-1, P 6-1 und P 7-1
Weitgehend grob- bis gemischtkörnige Erdstoffe mit Beimengungen an Ziegel- und Betonbruch (lokal > 30 Vol.-%), Metall, Kunststoffreste (Folien), Well- und Faserplatten, humose Beimengungen (Pflanzenreste o.ä.)
9. Probennehmer: Schröder Anlage: 6

Ort: Neuenbau

Unterschrift Probennehmer:





Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

Prüfbericht 112020-268

Anlage

7



Institut für Analytik und Umweltchemie GmbH - Th.-Mann-Str. 2
98724 Neuhaus am Rennweg

Tel. (0 36 79) 7 10 00

Fax (0 36 79) 7 10 38

e-mail: iau@iau-neuhaus.de

k2p umwelt-geologie GmbH

Werrastraße 126
98673 Eisfeld

Unsere Zeichen

rf

Neuhaus, den 14.12.2020

Prüfbericht: 112020-268 Seite 1 von 7

Auftraggeber: k2p

Auftragsnummer: AT vom 25.11.2020

Probenahme durch: Auftraggeber

Probenahme am: 24.11.2020

Probeneingang: 25.11.2020

Bearbeitungszeitraum: 25.11.-04.12.2020

Prüfgegenstand: Erschließung Neuenbau

Informationsfeld:

Dieser Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf den untersuchten Prüfgegenstand in der Qualität des Probeneingangs. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung durch das Prüflabor nur bedingt möglich. Dieser Prüfbericht stellt keine Konformitätsbewertung dar!

Eine auszugsweise Vervielfältigung bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.

Disclaimer: Die Probenahme zur Untersuchung der flüchtigen Verbindungen (BTEX/LHKW) erfolgte nicht nach DIN EN ISO 22155 2016-07. Die ursprünglichen Eigenschaften der Proben können aus diesem Grund verändert sein, wodurch ein Einfluß auf die Prüfergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann.

Mit freundlichen Grüßen

Reiner Fleischmann
Dipl. Chem.

LP chem.- phys. Untersuchungen

Geschäftsführer: Rolf Rempt

Gerichtsstand: HRB 303642 Amtsgericht Jena

Lfd. Nr.	AA	Parameter	Dimension	Prüfverfahren	Bestimmungsgrenze	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z0	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z1.1	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z1.2	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z2	Erschließung Neuenbau MP-1	Erschließung Neuenbau MP-2
1	3003302	Trockensubstanz auf der Grundlage der Masse	%	DIN EN 14346 03/2007	0,1					77,8	86,0
2	3002302	pH- Wert (CaCl ₂) bei 21 °C		DIN ISO 10390 05/1997 zurückgezogene Norm		5,5-8	5,5-8	5-9		7,19	7,04
3	4002002	Cyanid, gesamt	mg/kg TS	DIN ISO 11262 04/2012	1	1	10	30	100	< 1	< 1
4	6000500	Halogenide EOX	mg/kg TS	DIN 38414 S17 01/2017	1	1	3	10	15	< 1	< 1
5	6001200	Kohlenwasserstoffe in Böden nach Extraktion mit Petrolether (Integration zw. n-Decan und n-Tetracontan)	mg/kg TS	DIN EN 14039 01/2005 LAGA KW04 1/2004	20	100	300	500	1000	23	< 20
6	5000701	BTX- Aromaten: Summe der nachgewiesenen BTX- Aromaten (LAKW)	mg/kg TS	DIN ISO 22155 2008-07		< 1	1	3	5		
	5000701	Benzol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	Toluol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	Ethylbenzol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	p- und m- Xylol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	o- Xylol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	Styrol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	Cumol	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5000701	Mesitylen	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05

Lfd. Nr.	AA	Parameter	Dimension	Prüfverfahren	Bestimmungsgrenze	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z0	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z1.1	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z1.2	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z2	Erschließung Neuenbau MP-1	Erschließung Neuenbau MP-2
7	5001400	LHKW: Summe der nachgewiesenen LHKW	mg/kg TS	DIN ISO 22155 2006-07		< 1	1	3	5		
	5001400	- Dichlormethan	mg/kg TS		0,04					< 0,04	< 0,04
	5001400	- Trichlormethan	mg/kg TS		0,01					< 0,01	< 0,01
	5001400	- 1,1,1- Trichlorethan	mg/kg TS		0,01					< 0,01	< 0,01
	5001400	- Tetrachlormethan	mg/kg TS		0,01					< 0,01	< 0,01
	5001400	- Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS		0,01					< 0,01	< 0,01
	5001400	- Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS		0,01					< 0,01	< 0,01
8	5001603	PAK: Summe der nachgewiesenen 16 PAK nach EPA	mg/kg TS	DIN ISO 13877 01/2000 (zurückgezogene Norm)		1	5	15	20	1,421	
	5001603	- Naphthalin	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Acenaphthylen	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Acenaphthen	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Fluoren	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Phenanthren	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Anthracen	mg/kg TS		0,05					0,12	< 0,05
	5001603	- Fluoranthren	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Pyren	mg/kg TS		0,05					0,13	< 0,05
	5001603	- Benzo-(a)-anthracen	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05
	5001603	- Chynsen	mg/kg TS		0,05					0,24	< 0,05
	5001603	- Benzo-(b)-Fluoranthren	mg/kg TS		0,05					0,18	< 0,05
	5001603	- Benzo-(k)-Fluoranthren	mg/kg TS		0,05					0,23	< 0,05
	5001603	- Benzo-(e)-Pyren	mg/kg TS		0,05					0,051	< 0,05
	5001603	- Indeno-(1,2,3-cd)-Pyren	mg/kg TS		0,05					0,18	< 0,05
	5001603	- Dibenz-(eh)-anthracen	mg/kg TS		0,05					0,12	< 0,05
	5001603	- Benzo-(ghi)-Perylen	mg/kg TS		0,05					< 0,05	< 0,05

Lfd. Nr.	AA	Parameter	Dimension	Prüfverfahren	Bestimmungsgrenze	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z0	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z1.1	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z1.2	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-2 Z2	Erschließung Neuenbau MP-1	Erschließung Neuenbau MP-2
9	5001701	PCB im Boden Summe der nachgewiesenen PCB	mg/kg TS	DIN EN 15308 12/2016		0,02	0,1	0,5	1		
	5001701	- PCB 28: 2,4,4' Trichlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002					< 0,002	< 0,002
	5001701	- PCB 52: 2,2',5,5' Tetrachlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002					< 0,002	< 0,002
	5001701	- PCB 101: 2,2',4,5,5' Pentachlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002					< 0,002	< 0,002
	5001701	- PCB 138: 2,2',3,4,4',5' Hexachlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002					< 0,002	< 0,002
	5001701	- PCB 153: 2,2',4,4',5,5' Hexachlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002					< 0,002	< 0,002
	5001701	- PCB 180: 2,2',3,4,4',5,5' Heptachlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002					< 0,002	< 0,002
10	4000401	Arsen	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 22036 06/2009	1	20	30	50	150	6,2	4,9
11	4000801	Blei	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 11047 05/2003	2	100	200	300	1000	25	14
12	4001201	Cadmium	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 11047 05/2003	0,3	0,6	1	3	10	< 0,3	< 0,3
13	4001701	Chrom	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 11047 05/2003	2	50	100	200	600	21	9,1
14	4003001	Kupfer	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 11047 05/2003	2	40	100	200	600	18	7,5
15	4003601	Nickel	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 11047 05/2003	2	40	100	200	600	33	21
16	4004301	Quecksilber	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 22036 06/2009	0,04	0,3	1	3	10	< 0,04	< 0,04
17	4005301	Thallium	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 22036 06/2009	0,4	0,5	1	3	10	< 0,4	< 0,4
18	4005701	Zink	mg/kg TS	DIN EN 13657 01/2003 DIN ISO 11047 05/2003	2	120	300	500	1500	120	59

Lfd. Nr.	AA	Parameter	Dimension	Prüfverfahren	Bestimmungs- grenze	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-3 Z0	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-3 Z1.1	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-3 Z1.2	LAGA 06.11.2003 Tab.II.1.2-3 ZZ	Erschließung Neuenbau MP-1 Eluat	Erschließung Neuenbau MP-2 Eluat
1	3002301	pH- Wert bei 21 °C		DIN EN ISO 10523 04/2012		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	7,23	7,06
2	3000700	Elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	DIN EN 27888 09/1993		500	500	1000	1500	191	67
3	4001600	Chlorid mittels IC	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 07/2009	0,5	10	10	20	30	1,2	1,1
4	4005000	Sulfat mittels IC	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 07/2009	0,5	50	50	100	150	7,9	7,9
5	4002001	Cyanid, gesamt	µg/l	DIN 38405 D13 04/2011	2	< 10	10	50	100	< 2	< 2
6	6001500	Phenol- Index nach Destillation Verfahren III (pH 0,5)	µg/l	DIN 38409-16 06/1984 Verfahren III bei pH 0,5	10	< 10	10	50	100	< 10	< 10
7	4000400	Arsen	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	2,5	10	10	40	60	< 2,5	< 2,5
8	4000802	Blei	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	10	20	40	100	200	< 10	< 10
9	4001204	Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	1	2	2	5	10	< 1	< 1
10	4001706	Chrom	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	10	15	30	75	150	< 10	< 10
11	4003000	Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	10	50	50	150	300	< 10	< 10
12	4003605	Nickel	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	10	40	50	150	200	< 10	< 10
13	4004300	Quecksilber	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	0,2	0,2	0,2	1	2	< 0,2	< 0,2
14	4005302	Thallium	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	1	< 1	1	3	5	< 1	< 1
15	4005700	Zink	µg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	10	100	100	300	600	< 10	< 10

Eluaterstellung nach DIN EN 12457-4.

Anmerkung: Die in den Spalten 7-10 angegebenen Zuordnungswerte (Z) dienen als Interpretationshilfe nach der LAGA

"Anforderungen an die stofflich Verwertung von mineralischen Abfällen", Stand: 06.11.2003

Lfd. Nr.	AA	Parameter	Dimension	Prüfverfahren	Bestimmungsgrenze	DepV Anhang 3 Tab. 2, Spalte 5 Zuordnungswert DK0	Erschließung Neuenbau MP-1	Erschließung Neuenbau MP-2
1	3003302	Trockensubstanz auf der Grundlage der Masse	%	DIN EN 14346 03/2007	0,1		77,8	86,0
2	3002005	Glühverlust, bei 550 °C (von Feststoffproben)	Masse-% TS	DIN EN 15169 05/2007	0,1	<=3	8,8	4,6
3	6000701	Kohlenstoff TOC	Masse-% TS	DIN EN 13137 12/2001	0,01	<=1	1,6	0,92
4	6002300	extrahierbare, lipophile Stoffe	Masse-% TS	LAGA KW/04 2009	0,01	<= 0,1	< 0,01	< 0,01
5	5001701	PCB im Boden	mg/kg TS	DIN EN 15308 12/2016		<=1		
	5001701	Summe der nachgewiesenen PCB - PCB 28: 2,4,4'	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Trichlorbiphenyl - PCB 52: 2,2',5,5'	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Tetrachlorbiphenyl - PCB 101: 2,2',4,5,5'	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Pentachlorbiphenyl - PCB 118: 2,3',4,4',5	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Hexachlorbiphenyl - PCB 138: 2,2',3,4,4',5'	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Hexachlorbiphenyl - PCB 153: 2,2',4,4',5,5'	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Hexachlorbiphenyl - PCB 180: 2,2',3,4,4',5,5'	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002
	5001701	Heptachlorbiphenyl	mg/kg TS		0,002		< 0,002	< 0,002

Lfd. Nr.	AA	Parameter	Dimension	Prüfverfahren	Bestimmungs-grenze	DepV Anhang 3 Tab. 2, Spalte 5 Zuordnungswert DK 0	Erschließung Neuenbau MP-1 Eluat	Erschließung Neuenbau MP-2 Eluat
1	6000800	Kohlenstoff DOC	mg/l	DIN EN 1484 08/1997	0,5	<=50	23	15
2	4002004	Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	DIN 38405 D13 04/2011	0,002	<=0,01	< 0,002	< 0,002
3	4002400	Fluorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 07/2009	0,1	<=1	< 0,1	< 0,1
4	3003900	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	DIN EN 15216 01/2008	10	<=400	160	183
5	4000506	Barium	mg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	0,01	<=2	0,013	< 0,01
6	4003404	Molybdän	mg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	0,01	<=0,05	< 0,01	< 0,01
7	4000300	Antimon	mg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	0,002	<=0,006	0,0058	< 0,002
8	4004600	Selen	mg/l	DIN EN ISO 11885 09/2009	0,003	<=0,01	< 0,003	< 0,003

Eluatstellung nach DIN EN 12457-4

Anmerkung: Die in der Spalte 7 angegebenen Zuordnungswerte (ZW) dienen als Interpretationshilfe nach der Deponieverordnung - DepV

"Verordnung über Deponien und Langzeitlager", Stand: 27.09.2017



Projekt: **Baugrundgutachten**

Erschließung Wohngebiet Neuenbau

**Bautechnische Einteilung in
Homogenbereiche**

Anlage

8

Parameter / Kennwert	Baugrundschrift				
	Oberboden (Schicht 1)	Auffüllung (Schicht 2)	Schluff (Schicht 3)	Kies (Schicht 4)	Grauwacke (Schicht 5)
Tiefe [m u. GOK]:	0,00 - 0,10	0,00 - 1,60	0,10 - 1,20	> 0,40	> 2,00
Bezeichnung nach DIN 4022:	-	g, x, s, u g, x, u, s, (h)	U, g, s, t	G, x, u gG, mg, fg' gG, mg, s' gG, x, mg sicoGr fgr'mgrCGr sa'mgrCGr mgrcoCGr	GrW (Z)
Bezeichnung nach DIN 14688-1:	-	sisacogr	clsagrSi	-	-
Bodenklasse nach DIN 18300:	1	3 - 5	4	3 / 5	6 - 7
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09:	F 3	F 2	F 3	F 1 - F 2	(F 1)
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB :	V ₃	V ₂	V ₂ - V ₃	V ₁	-
1 Korngrößenverteilung nach DIN 18123:	n.b.	n.b.	Anlage 5.1	vgl. Anlagen 5.2, 5.3, 5.4, 5.5	n.b.
2 Massenanteil an Steinen und Blöcken [Ma.-%]:	0 - 5	> 30 (Steine)	10 - 25	10 - 40	> 30
3 Mineralogische Zusammensetzung nach DIN EN ISO 14689-1:					
4 Dichte nach DIN 18125-2 [g/cm³]:					
5 Kohäsion nach DIN 18137 [kN/m²]¹:					
6 Undrained Scherfestigkeit c _u [kN/m²]¹:	-	-	20 - 40	-	-
7 Sensitivität nach DIN 4094-4:					
8 Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 [%]:	n.b.	n.b.	(33,9)	(5,9 - 11,6)	n.b.
9 Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1:	-	-	steif	-	-
10 Konsistenzzahl I _c nach DIN 18122 [-]:	-	-	0,75 - 1,00 (0,85)	-	-
11 Plastizität nach DIN EN ISO 14688-1:	-	-	ausgeprägt	-	-
12 Plastizitätszahl I _p nach DIN 18122 [%]:	-	-	5 - 30 (13,6)	-	-
13 Durchlässigkeit k _r nach DIN 18130 [m/s]¹:	-	1 · 10 ⁻⁴ - 1 · 10 ⁻⁹	1 · 10 ⁻⁷ - 1 · 10 ⁻¹¹ (6,8 · 10 ⁻⁹)	1 · 10 ⁻² - 1 · 10 ⁻⁶ (5,8 · 10 ⁻² - 2,7 · 10 ⁻⁵)	-
14 Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2:	-	locker bis mitteldicht	-	mitteldicht bis dicht	dicht
14a Lagerungsdichte D nach DIN 18126 [-]¹:	-	0,15 - 0,50	-	> 0,30	> 0,80
15 Kalkgehalt nach DIN 18129 [%]:					
16 Sulfatgehalt nach DIN EN 1997-2 [%]:					
17 Organischer Anteil nach DIN 18128 [%]:	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
18 Benennung u. Beschreibung org. Böden nach DIN EN ISO 14688-1:					
19 Abrasivität nach NF P94-430-1¹):	nicht abrasiv 0,0 - 0,3	schwach abrasiv 0,5 - 1,0	schwach abrasiv 0,5 - 1,0	abrasiv 1,0 - 2,0	stark abrasiv 2,0 - 4,0
20 Bodengruppe nach DIN 18196:	OU, OH	[GU*], [GU], [GW]	GU*, UA	GU, GW, GI	-
21 Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllung	Hang-/Decklehm	Auflockerungszone	Grauwacke (Karbon)
Abfallfachl. Einstufung:	-	Z 0 - Z 1.1 (DK II - DK III)			
Homogenbereich					
1 DIN 18300	A	B	C		D

¹) Erfahrungs-, Vergleichs- und Literaturwerte

() Werte aus Laborversuchen

n.b. nicht bestimmt