



Illerstraße 12 • 87452 Altusried (Allgäu)
Tel. (08373) 935174 • Fax (08373) 935175
E-Mail ICP-Geologen@t-online.de

Markt Unterthingau
Marktplatz 9, 87647 Unterthingau

**Erschließung Mischgebiet Nr. 28
In Unterthingau, Seelenbergweg**

Baugrunduntersuchung

Untersuchungsbericht Nr. 230808

Altusried, 15.11.2023

Inhalt:

	Seite
1	Vorgang..... 1
2	Leistungsumfang.....2
3	Geologie und Schichtenfolge2
4	Grundwasserverhältnisse.....3
5	Homogenbereiche, Bodenkennwerte.....3
6	Analytik/Bewertung Bodenmaterial5
7	Teergehalt in der Asphaltdecke Bestand Seelenbergweg.....8
8	Rohrleitungsbau10
8.1	Aushub10
8.2	Graben-/Baugrubenwände, Wasserhaltung.....10
8.3	Rohrgründung10
8.4	Grabenverfüllung.....10
9	Straßenbau.....13
9.1	Fahrbahnunterbau.....13
9.2	Frostschuttschicht14
10	Gründungshinweise für Hochbauten.....14
11	Untergrund-Sickerfähigkeit.....15

Anlagen:

1	Bohrprofile, Lageplan
2.1 - 2.3	Korngrößenanalysen, Körnungsbänder der Homogenbereiche
3.1 - 3.2	Bestimmung Zustandsgrenzen / Konsistenz
4.1 - 4.4	Protokolle/Auswertung Sickerversuche
5	Chemische Analysen, Laborbericht

1 Vorgang

Der Markt Unterthingau beauftragte die ICP GmbH mit der Durchführung einer Erkundung zur Prüfung der örtlichen Baugrundverhältnisse für die Erschließung des Mischgebietes Nr. 28 am Seelenbergweg in Unterthingau.

Von der Lothar Thein Ingenieur-Büro Tiefbau GmbH, Kempten, wurden hierzu Planunterlagen zur Verfügung gestellt.

2 Leistungsumfang

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im November 2023 folgende Feld- und Laborarbeiten durchgeführt:

- 4 Stck. Rammkernbohrungen (Kleinrammbohrungen KB1 - KB4) nach DIN 22475-1, Tiefe 6,0 m,
- 1 Stck Kernbohrung im Asphaltbestand Seelenbergweg
- 4 Stck. Infiltrations-/Sickerversuche im Bohrloch,
- 8 Stck. Korngrößenanalysen nach DIN 18123 / ISO 17892-4,
- 2 Stck. Bestimmung Zustandsgrenzen n. DIN 18122 / ISO 17892-12,
- 1 Stck. Chemische Analyse Bodenmaterial n. Verfüll-Leitfaden Bayern,
- 1 Stck. PAK-Analysen an Asphaltprobe.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in Anl. 1 hervor.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Bohrprofilen nach DIN 14688/4023 dargestellt (Anl. 1).

Die örtlichen Böden wurden in Homogenbereiche gegliedert, die Bodenkennwerte nach DIN 14688/1055, DIN 18196 und DIN 18300, Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen ermittelt bzw. ihre bodenmechanische Einstufung angegeben.

Daraus wurden bautechnische Beurteilungen abgeleitet.

3 Geologie und Schichtenfolge

Das Erschließungsgebiet befindet sich auf einer ebenen bis leicht um ca. 1 m nach Osten abfallenden Fläche am nördlichen Ortsrand von Unterthingau, nördlich angrenzend an den Seelenbergweg. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen handelte es sich um landwirtschaftliches Grünland; im westlichen Teilbereich wurde die Fläche partiell als Zwischenlager für mineralisches Bodenmaterial genutzt.

Als unterste Schicht in bautechnisch relevanter Tiefe wurde in allen Bohrungen ein **Quartärkies** aufgeschlossen. Dieser spät- bis nacheiszeitliche **Schmelzwasserschotter** (Niederterrassenschotter) baut hier nach geologischer Karte (Quelle: LfU Bayern) flächenhaft den Untergrund auf:



Der **Quartärkies** besteht aus einem sandigen, schwach steinigen, und in Lagen schluffigen Kies und reicht bis zur Endtiefe der 6 m tiefen Bohrungen. Die Lagerungsdichte ist mitteldicht, partiell auch dicht.

Nach oben folgt eine wenige dm bis ca. 1,5 m mächtige **Übergangszone** aus schluffigem bis stark schluffigem Kies (d.h. gegenüber dem unterlagernden Quartärkies höheren Feinkornanteil).

Darüber liegt eine **Verwitterungsdecke**, die als sandig-toniger, kiesiger Schluff/Lehm ausgebildet ist. Sie reicht in den Bohrungen bis in Tiefen von 1,0 bis maximal 2,3 m. Die Konsistenz ist vorwiegend weich-steif.

Die Schichtenfolge wird von 15 - 20 cm **Oberboden** abgeschlossen.

Das Untersuchungsgebiet liegt in **Erdbebenzone 0, Untergrundklasse S** nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01; besondere bauliche Maßnahmen zur Erdbebensicherung sind hier nicht erforderlich.

4 Grundwasserverhältnisse

In den Bohrungen KB1, KB2 und KB4 wurde der Grundwasserspiegel innerhalb der tieferen Bereiche des Quartärkieses (5,5 bis 5,9 m unter Gelände-OK) aufgeschlossen. KB3 (höher gelegen) endet in 6 m Tiefe oberhalb des Grundwasserspiegels.

Der am 06.11.2023 aufgeschlossene Grundwasserspiegel lag damit auf einem Höhenniveau von NN+763,90 bis NN+764,14 m. Wird zur Festlegung eines Bemessungswassersandes und MHGW der mangels Langzeitmessungen übliche Zuschlag von ca. 0,9 m auf den höchsten gemessenen Wasserstand gerechnet, so ergibt sich hier ein

Bemessungswasserstand / MHGW auf NN+765,0 m.

Dieser liegt somit unterhalb der bautechnisch relevanten Tiefe. Es ist somit davon auszugehen, dass Baumaßnahmen mit einer maximalen Eingriffstiefe von 4,5 m unter Gelände oberhalb des Grundwasserspiegels stattfinden.

Hinsichtlich einer thermischen Nutzung dieses Grundwassers ist davon auszugehen, dass die Mächtigkeit des nutzbaren Grundwasserleiters und die Wasserdurchlässigkeit ausreichend hoch sind, diese Annahme ist aber ggf. durch spezifische Erkundungen am vorgesehenen Standort zu prüfen.

5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

Die in Ziff. 3 aufgeführte Schichtenfolge kann in nachfolgend dargestellte Homogenbereiche gegliedert werden:

Homogenbereich O:	Oberboden
Homogenbereich B1:	Verwitterungsdecke
Homogenbereich B2:	Übergangszone
Homogenbereich B3:	Quartärkies

Den Homogenbereichen, unterhalb vom Oberboden, werden folgende Bandbreiten der Bodenkennwerte zugeordnet:

Homogenbereich	B1	B2	B3
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Übergangszone	Quartärkies
Bodenart	Schluff, kiesig, sandig, tonig	Kies, sandig, schluffig bis stark schluffig, teils steinig	Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils steinig
Bodengruppe (DIN 18196)	UM	GU-GU*	GW-GU
Korngrößenverteilung (DIN 18123)	siehe Anlage 2.1	siehe Anlage 2.2	siehe Anlage 2.3
Bodenklasse (DIN 18300-2012) nur informativ, nicht mehr gültig	4	3	3
Steine 63 - 200 mm [Gew.-%]	< 10	< 20	< 20
Steine > 200 mm [Gew.-%]	-	vereinzelt möglich	vereinzelt möglich
Organischer Anteil [Gew.-%]	< 0,5	0	0
Wassergehalt [Gew.-%]	20 - 30	3 - 10	3 - 10
Lagerungsdichte / I_D (DIN 14688-2) [%]	Kies: mitteldicht / 35 - 60	mitteldicht - dicht / 35 - 85	mitteldicht - dicht / 35 - 85
Konsistenz / I_C (DIN 18122-1) [-]	weich-steif / 0,50 - 0,85	-	-
Plastizität / I_P (DIN 18122-1) [-]	leicht bis mittel plastisch / 0,1 - 0,2	-	-
Dichte ρ erdfeucht (DIN 17892-2 u. DIN 18125-2) [t/m ³]	1,8	2,0	2,0
Wichte γ (DIN 1055) [kN/m ³]	18	19 - 20	20
	γ' 9	11 - 12	12

Homogenbereich	B1	B2	B3
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Übergangszone	Quartärkies
Reibungswinkel φ' (DIN 1055) [Grad]	27,5	30 - 35	32,5 - 35
Kohäsion c' (DIN 1055) [kN/m ²]	2 - 5	0 - 2	0
c_u	20 - 70	0 - 15	0
Steifemodul E_s [MN/m ³]	2 - 5	30	40
Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17	F 3	F 2 - F 3	F 1 - F 2
Verdichtbarkeits- klasse n. DWA-A139	V 3	V 2	V 1
Bodengruppe n. DWA-A139	G3	G2	G1
Durchlässigkeit k_f [m/s] ca.	$< 10^{-7}$	1×10^{-5}	1×10^{-3}

6 Analytik/Bewertung Bodenmaterial

Aus den Bohrungen wurde vom Tiefenbereich 0 bis 3 m eine zusammenfassende Mischprobe erstellt und auf die Parameter nach den "Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen" (Verfüll-Leitfaden, vormals Eckpunktepapier Bayern, "EP", StMLU, Fassung v. 15.07.2021), in der Fraktion $< 2,0$ mm im Labor BVU analysiert. Da überschüssiges, nicht örtlich verwertbares Aushubmaterial i.d.R. zur Grubenverfüllung verwendet wird, ist hier derzeit der Verfüll-Leitfaden die maßgebliche Bewertungsgrundlage. Dazu auch nachstehende Anmerkungen:

Anmerkung; Auszug aus Schreiben Bay.StMUV v. 06.07.2023, AZ 78-U8754.2-2023/3-8:

Ab 01.08.2023 tritt eine neue Fassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV n.F.) als Teil der Mantelverordnung (MantelVO) in Kraft. Bayern hat sich mit der Aufnahme der sogenannten Länderöffnungsklausel in § 8 Abs. 8 dieser neuen BBodSchV erfolgreich dafür eingesetzt, dass die Länder bei (Wieder)Verfüllungen von abgebauten Vorkommen heimischer mineralischer Rohstoffe wie z. B. Kies oder Sand von bestimmten Vorgaben der BBodSchV n.F. abweichen und dafür landesspezifische Regelungen treffen können. Von dieser Möglichkeit wird Gebrauch gemacht. Im Einzelnen gilt ab 01.08.2023 in Bayern Folgendes:

1. Vor dem 16.07.2021 erteilte Genehmigungen:

Verfüll-Bescheide für alle Standortkategorien, die vor dem 16.07.2021 erlassen wurden, bleiben grundsätzlich gemäß der Übergangsregelung nach § 28 Abs. 1 BBodSchV n.F. bis zum 31.07.2031 gültig, soweit in den jeweiligen Bescheiden keine kürzere zeitliche Befristung vorgegeben ist. Es gelten dabei die in den jeweiligen Verfüll-Bescheiden vorgegebenen Zuordnungswerte in Verbindung mit Eluaten mit einem Wasser-/Feststoff-Verhältnis von 10 zu 1. Beantragte oder von Amts wegen erforderliche Bescheidsänderungen, die die genehmigte Verfüllung nach räumlichem Umgriff, Standortkategorie, Art oder Menge des Materials nicht berühren (z. B. Änderung von Amts wegen, die die Eigen- oder Fremdüberwachung betrifft oder bergrechtliche Verlängerung eines i.d.R. auf 2 Jahre befristeten Hauptbetriebsplans), stellen den Bestandsschutz der Genehmigung gemäß der Übergangsregelung nicht in Frage. Andere Anträge auf Änderung eines Verfüll-Bescheids einschließlich Anträge auf seine „Verlängerung“ über die Befristung im Bescheid bzw., sofern der bestehende Bescheid bis 31.07.2031 oder länger befristet ist, über den 31.07.2031 hinaus sind Neuanträge, die nach neuem Recht (einschließlich der Landesregelung auf der Grundlage von § 8 Abs. 8 BBodSchV n.F.) zu beurteilen sind.

2. Neu erteilte Genehmigungen im Zeitraum vom 16.07.2021 bis einschließlich 31.07.2023:

Für Genehmigungen, die zwischen dem 16.07.2021 und dem 31.07.2023 neu beantragt wurden, gilt bis 31.07.2023 der Verfüll-Leitfaden in seiner derzeitigen Fassung vom 15.07.2021. Ab 01.08.2023 sind dann ergänzend dazu die unter den Ziffern 3. und 4. beschriebenen zusätzlichen Vorgaben zu beachten.

3. Neu erteilte Genehmigungen ab 01.08.2023:

Der Verfüll-Leitfaden soll auch nach dem 31.07.2023 für die Genehmigung von Verfüllungen als ermessenslenkende Verwaltungsvorschrift die Grundlage bilden. Ergänzend zu den Vorgaben und Anhaltspunkten des Leitfadens sind dabei im Genehmigungsverfahren künftig die nachstehend aufgeführten Hinweise und zusätzlichen bzw. modifizierten Anforderungen zu berücksichtigen. Es handelt sich somit nicht um eine reine 1:1-Fortführung des bestehenden Leitfadens, sondern vielmehr um eine Weiterentwicklung, die es jedoch ermöglicht, dieses im Vollzug funktionierende, in sich geschlossene Werkzeug nach wie vor anzuwenden. Konkret ist dabei für den Vollzug des Verfüll-Leitfadens in der Fassung vom 15.07.2021 (UMS vom 01.09.2021, Az. 57d-U4449.3-2021/1-36) ab 01.08.2023 Folgendes mit zu beachten bzw. zu veranlassen: Wird explizit eine Verfüllung nur von Bodenmaterial und Baggergut gemäß § 8 Abs. 1 BBodSchV n.F. beantragt und erfüllen diese Materialien nachweislich die - engen - Anforderungen gemäß § 8 Abs. 1 bis 3 BBodSchV n.F. vollumfänglich (u.a. sind Nassverfüllungen damit generell ausgeschlossen), kann die Verfüll-Genehmigung grundsätzlich auf Basis der BBodSchV n.F. als solcher erteilt werden. In allen anderen Fällen, z. B. wenn andere Materialien und/oder gleiche Materialien mit höheren Belastungswerten verfüllt bzw. mitverfüllt werden sollen, ist der Genehmigung der Verfüll-Leitfaden zugrunde zu legen.

Zur Führung des entsprechenden Nachweises sind auch bei einer Verfüllung unbedenklicher Materialien, die wie im vorangehenden Absatz beschrieben auf Basis der BBodSchV n.F. als solcher genehmigt wurde, insbesondere laboranalytische Untersuchungen erforderlich.

Die Eluat-Grenzwerte der neuen BBodSchV beruhen auf einem Wasser-/Feststoff-Verhältnis von 2 zu 1. Die Eluat-Zuordnungswerte des Verfüll-Leitfadens (EP) sind dagegen mit einem Verhältnis von 10 zu 1 ermittelt worden, das u.a. bei den zahlreichen bereits in Betrieb befindlichen Verfüllungen, deren Bescheide gemäß Übergangsregelung der BBodSchV n.F. grundsätzlich bis 31.07.2031 gültig bleiben, weiterhin für die regelmäßigen Nachweisführungen heranzuziehen ist. Auch für neue Verfüllungen gemäß Leitfaden gilt dies entsprechend.

Nach MantelVO § 16 gilt zudem:

(3) In den Fällen des § 6 Absatz 6 Nummer 1 und 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (*) kann von einer Untersuchung abgesehen werden.

* (6) Von einer analytischen Untersuchung von Bodenmaterial und Baggergut nach Absatz 5 Satz 2 und 3 kann abgesehen werden, wenn

1. sich bei einer Vorerkundung nach § 18 durch einen Sachverständigen im Sinne des § 18 des Bundes-Bodenschutzgesetzes oder durch eine Person mit vergleichbarer Sachkunde keine Anhaltspunkte ergeben, dass die Materialien die Vorsorgewerte nach Anlage 1 Tabelle 1 und 2 dieser Verordnung überschreiten und keine Hinweise auf weitere Belastungen der Materialien vorliegen,
2. die im Rahmen der jeweiligen Maßnahme angefallene Menge nicht mehr als 500 Kubikmeter beträgt und sich nach Inaugenscheinnahme der Materialien am Herkunftsort und auf Grund der Vornutzung der betreffenden Grundstücke keine Anhaltspunkte ergeben, dass die Materialien die in Nummer 1 genannten Werte überschreiten und keine Hinweise auf weitere Belastungen der Materialien vorliegen.

Die Analytik nach MantelVO / BBodSchV bzw. Ersatzbaustoffverordnung (EBV) ist nicht Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchungen; dort gelten abweichende Analysegrundlagen (Eluatverhältnis), so dass die Befunde nicht direkt vergleichbar sind. In nachstehender Tabelle sind die BM-Materialklassen nach EBV daher nur informativ auf der Grundlage der durchgeführten Analytik nach Verfüll-Leitfaden (EP) angegeben.

Zusammenfassendes Ergebnis (Einzelergebnisse in Anlage 5ff):

Probe	Entnahmebereich	Zuordnungskategorie	Materialklasse	Sonstiges
	siehe auch Anlage 1	nach EP (Verfüll-Leitfaden Bayern)	nach MantelVO / EBV, vorläufig und nur soweit aus EP-Analytik ableitbar (zur endgültigen Klassifizierung ist gesonderte Probenahme und Analytik erforderlich)	
MP1	Untergrund Gelände-OK bis 3 m Tiefe aus KB1 - KB4	Z 0	BM-0	keine optischen und organoleptischen Hinweise auf Verunreinigungen

Somit ist der untersuchte Boden nach Verfüll-Leitfaden (EP) und vorläufig nach MantelVO als unbelastet und für die uneingeschränkte Verwertung bzw. Verfüllung nach EP geeignet.

Zusätzlich zur durchgeführten Analytik greift hier auch das o.g. Kriterium, dass nach MantelVO § 16 von einer (analytischen) Untersuchung abgesehen werden kann, da sich bei den Feldbefunden und der nicht alllastenrelevanten Vornutzung des Untersuchungsgebietes keine Anhaltspunkte ergaben, dass die Materialien die Vorsorgewerte nach Anlage 1 Tabelle 1 und 2 der BBodSchV überschreiten und somit keine Hinweise auf weitere Belastungen des Bodens vorliegen.

Aufgrund des geringen Sulfat- und Chlorid-Gehaltes, geringen organischen Anteils und des pH-Wertes ist der Boden als **nicht angreifend** nach DIN 4030 einzustufen.

7 Teergehalt in der Asphaltdecke Bestand Seelenbergweg

Aus dem Fahrbahnbelag im Seelenbergweg (Lage s. Anlage 1) wurde ein Asphaltkern entnommen (Probe P5As) und daran der Teer-/Pechgehalt über quantitative PAK-Analysen im Labor bestimmt. Foto Bohrkern:



Die Analyseergebnisse für die PAK-Einzelparameter sind in Anlage 5 aufgeführt. Das zusammenfassende Ergebnis lautet wie folgt:

Probe Nr.	Schichtstärke	PAK-Gehalt [mg/kg TS]	Bewertung nach LfU Merkbl. 3.4.1
P5As	13 cm	4,1	ohne Verunreinigungen

Für die vorgenannte Bewertung und die daraus resultierende Verwertungsschiene gelten die Maßgaben gemäß "LfU Merkblatt Nr. 3.4/1: Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch; Bayerisches Landesamt für Umwelt, Mai 2017" (s. Folgeseite).

Einteilung von Straßenaufbruch nach dem PAK-Gehalt, Verwertungsmöglichkeiten

Bayerisches Landesamt für Umwelt – Merkblatt Nr. 3.4/1 – Stand 05/2017

Art der Straßen- ausbaustoffe	AVV- Abfall- schlüssel	Analytik		DC (Gew-% Pech im Bin- demittel)	Schnelltest (pechhaltig ja/nein)	Aufbereitung mit Binde- mittel	Verwertung (siehe Kapitel 5)			Lagerung
		Phenolindex im Eluat (mg/l)	Ben- zo[a]pyren im Feststoff (mg/kg)				Wiedereinbau ungebunden	Wiedereinbau gebunden	thermisch	
Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen	17 03 02 ¹	HPLC/GC (mg/kg PAK) ≤ 10	Ben- zo[a]pyren (mg/kg) - ⁴	Phenolindex ≤ 0,1 ⁶ nicht zulässig	nicht zulässig	Heißmisch- verfahren möglich	keine Aufla- gen	keine Auflagen	-	keine beson- deren Anforderungen
gering verun- reinigter Ausbau- asphalt	17 03 02 ¹	> 10 bis ≤ 25	- ⁴	Verwertungs- klasse A nach RuVA-StB	Pech nein	Heißmisch- verfahren möglich	nur unter dichter Deckschicht	keine Auflagen	-	Lagerung auf befestigter Fläche ¹⁰
Pechhaltiger Straßenaufbruch	17 03 02 ¹	> 25 bis < 1.000	< 50	Phenolindex > 0,1 Verwertungskategorie C (RuVA-StB)	Pech ja ⁷	nur Kalt- misch- verfahren ⁸	nicht zulässig	nur unter dichter Deckschicht	energeti- sche Ver- wertung oder ther- mische Behandlung	Lagerung unter Dach auf befestigter Fläche
gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch	17 03 01* ²	≥ 1.000 ³	≥ 50 ^{3,5}	Phenolindex ≤ 0,1 Verwertungskategorie B (RuVA-StB)	Pech ja	nur Kalt- misch- verfahren ^{8,9}				

¹ AVV Abfallschlüssel 17 03 02: Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen² AVV Abfallschlüssel 17 03 01*: kohlenwasserhaltige Bitumengemische³ zur Abgrenzung des Abfallschlüssels 17 03 01* zu nicht gefährlichen Abfällen des Abfallschlüssels 17 03 02 nach § 3 Abs. 2 der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) siehe Merkblatt Nr. 4.1.1⁴ Hinweis: Untersuchungen haben gezeigt, dass der B[a]P-Anteil im Gesamt-EPA-PAK-Gehalt 10 % nicht überschreitet (vergleiche Erläuterungen zu den RuVA-StB 01/05, FGSV-Nr. 795/1, Abschnitt E 2.2, S 23 Abs. 2)⁵ Steinkohleteerpech, Braunkohleteerpech, Carbobitumen oder sonstige Bindemittel mit einem Gehalt an Benzo[a]pyren von 50 mg/kg (ppm) und mehr dürfen als Bindemittel im Straßenaufbruch verwendet werden. Ausgenommen davon ist die Wiederverwendung von Straßenbelägen, die die o.g. Bindemittel enthalten, sofern die Anforderungen nach den Nummern 5.2.5.3.2 bis 5.2.5.3.4 der TRGS 551 eingehalten werden. (Vgl. Technische Regeln für Gefahrstoffe: TRGS 551 "Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material" - Bek. d. BMAS v. 20.08.2015 - IIIb 3 - 35125 - 5). Die Konzentrationsgrenze bezieht sich hier nur auf das Bindemittel.⁶ Nachweis kann entfallen, wenn im Einzelfall zweifelsfrei nachgewiesen ist, dass ausschließlich Bitumen oder bitumenhaltige Bindemittel verwendet wurden.⁷ ab etwa 50 mg/kg PAK ist der Schnelltest in der Regel positiv (siehe Abschnitt 3.1.2 - qualitative Schnelltests)⁸ Nur Kaltmischverfahren gemäß Nr. 4.2 RuVA-StB 01/05 zulässig und dieses auch nur dann, wenn im Rahmen der Eignungsprüfung nachgewiesen wird, dass durch die Bindung mit Bindemittel im Eluat des Probekörpers die Grenzwerte gemäß der RuVA-StB 01/05, Nr. 4.2, Tabelle 2 eingehalten werden.⁹ Pechhaltiger Straßenaufbruch, der als gefährlich einzustufen ist, darf gem. § 9 Abs. 2 Satz 2 KrWG nur in speziell dafür immissionsschutzrechtlich genehmigten Anlagen vermischt werden. Dies betrifft auch das Kaltmischverfahren mit Bindemitteln. Auch mobile Anlagen, die pechhaltigen Straßenaufbruch verarbeiten, der als gefährlich einzustufen ist, benötigen dafür eine ausdrückliche Genehmigung nach BImSchG.¹⁰ nur mit Ausnahme gemäß § 7 Abs. 2 VAWS (bis 31.07.2017) beziehungsweise § 16 Abs. 3 AWSV (ab 01.08.2017) zulässig, sonst stoffundurchlässige Fläche

8 Rohrleitungsbau

8.1 Aushub

Der Aushub wird je nach Sohltiefe in allen vorgenannten Homogenbereichen stattfinden d.h. bindige und nichtbindige Lockergesteine.

8.2 Graben-/Baugrubenwände, Wasserhaltung

Grundsätzlich gilt für die Ausbildung von Gräben und Baugruben DIN 4124.

Die Böschungsneigungen bei Wandhöhen über 1,25 m dürfen die folgenden Winkel zur Horizontalen ohne rechnerischen Nachweis nicht überschreiten (DIN 4124 Regelböschungen):

Bodenart	zul. Böschungswinkel n. DIN 4124
Bindiger Boden mit weicher Konsistenz, sowie nichtbindiger Boden (hier: alle anstehenden Böden)	45°

Für die Böschungskante der unverbauten Baugrube sind die erforderlichen Abstände nach DIN 4124 einzuhalten:

- ein 0,6 m breiter Schutzstreifen ohne Auflast,
- ein 1,0 m breiter lastfreier Streifen für Fahrzeuge und Geräte bis 12 t Gesamtgewicht,
- ein 2,0 m breiter lastfreier Streifen für Fahrzeuge und Geräte über 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Für Leitungsgräben wird ein konventioneller Verbau der Grabenwände, z.B. mittels Systemtafeln empfohlen, zur Reduktion der Aushubmengen.

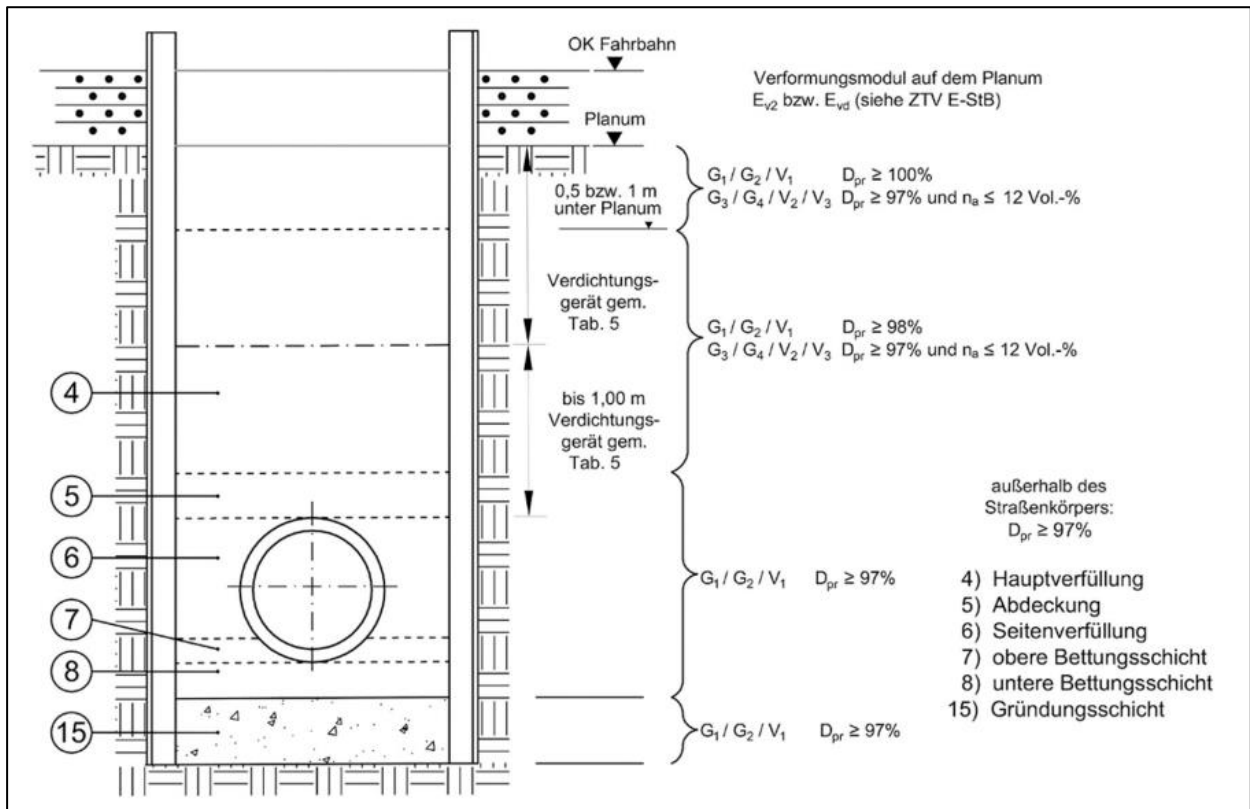
Gemäß den Angaben in Ziff. 4 ist davon auszugehen, dass keine Wasserhaltungsarbeiten erforderlich werden.

8.3 Rohrgründung

Für eine Rohrgründung auf konventioneller Bettungsschicht sind die anstehenden Böden ohne Bodenverbesserung ausreichend tragfähig.

8.4 Grabenverfüllung

Bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers gelten nach ZTVE-StB 17 und DWA-A 139 für die *Leitungszone* (in Abb. Nr. ⑤ bis ⑧) und die *Verfüllzone/Hauptverfüllung* (in Abb. Nr. ④) folgende Anforderungen an den Verdichtungsgrad (Zuordnung der Bodenarten G₁ - G₄ s. Tabelle auf der Folgeseite und Ziff. 5):



Danach sind die örtlichen Böden der Gruppen G1 - G3 für den Wiedereinbau in der *Verfüllzone/Hauptverfüllung* geeignet, jedoch sind Böden der Gruppe G3 (lehmige Verwitterungsdecke) nur bei annähernd optimalem Wassergehalt auf die geforderte Proctordichte zu bringen. Dies ist i.d.R. nur durch Beimischung von hydraulischem Bindemittel möglich, so dass der Wiedereinbau der lehmigen Böden der Gruppe G3 (= Homogenbereich B1) unter Verkehrsflächen nicht empfohlen wird.

Die Böden der Gruppen G1/G2 (= Homogenbereiche B2 und B3) sind für den Wiedereinbau in der *Verfüllzone/Hauptverfüllung* gut geeignet und bedürfen keiner Bodenverbesserung.

Als Füllboden für die *Leitungszone* ist in der Regel Boden der Klasse V1 mit einem Größtkorn von 20 mm zu verwenden, Rohr-spezifisch ggf. auch geringer. Dieses Material kann örtlich nicht gewonnen werden, hierfür ist Fremdmaterial bereitzustellen.

Zuordnung der Bodenarten G1 - G4 (aus DWA-A 139):

Gruppen nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127		Kurzzeichen nach DIN 18196	Verdichtbar- keitsklasse
G1	nichtbindige Böden, Kies	GW weitgestufte Kies/Sand-Gemische GI intermittierend gestufte Kies/Sand-Gemische GE enggestufte Kiese	V1 V1 V1
	Sand	SW weitgestufte Sand/Kies-Gemische SI intermittierend gestufte Sand/Kies-Gemische SE enggestufte Sande	V1 V1 V1
G2	schwachbindige Böden, Kies	GU Kies/Schluff-Gemisch GT Kies/Ton-Gemisch	V1 V1
	Sand	SU Sand/Schluff-Gemisch ST Sand/Ton-Gemisch	V1 V1
G3	bindige Mischböden, feinkörnige Böden	GU* Kies/Schluff-Gemisch	V2
		GT* Kies/Ton-Gemisch	V2
		SU* Sand/Schluff-Gemisch	V2
		ST* Sand/Ton-Gemisch	V2
		UL leicht plastische Schluffe	V3
		UM mittelplastische Schluffe	V3
G4	feinkörnige Böden, Böden mit organischen Beimengungen	TL leichtplastische Tone	V3
		TM mittelplastische Tone	V3
		TA ausgeprägt plastische Tone	V3 ¹⁾
		UA ausgeprägt plastische Schluffe	- ²⁾
		OU Schluffe mit organischen Beimengungen	- ²⁾
		OT Tone mit organischen Beimengungen	- ²⁾
		OH grob- bis gemischkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	- ²⁾
ANMERKUNGEN			
1) Nicht geeignet für die Verfüllung im Straßenraum.			
2) Zur Verfüllung nicht geeignete Bodenarten.			

Gemäß den Richtlinien der ZTVE-StB 17 muss der *Untergrund bzw. Unterbau von Verkehrsflächen* Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad und das Verformungsmodul genügen:

a. Verdichtungsgrad:

Untergrund und Unterbau von Straßen und Wegen sind so zu verdichten, dass die nachfolgenden Anforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} erreicht werden:

Bereich	Bodengruppen	D _{Pr} in %
Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	100
1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	98
Planum bis Dammsohle und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GU*, GT*, SU*, ST* U, T	97

b. Verformungsmodul

Bei frostempfindlichem Untergrund (hier in der Verwitterungsdecke gegeben) ist unmittelbar vor Einbau des Oberbaus auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens $E_{V2} = 45 \text{ MPa}$ erforderlich und nachzuweisen (s. auch Ziff. 9.1).

9 Straßenbau

9.1 Fahrbahnunterbau

Für die Tragfähigkeit und Herstellung des Fahrbahnunterbaus außerhalb von Leitungsgräben gelten prinzipiell die Angaben aus Ziff. 8.4 (Verformungsmodul Planum $\geq 45 \text{ MPa}$).

Verbleibt die Verwitterungsdecke im Untergrund (Oberboden ist vollständig abzutragen), so wird diese bei weich-steifer Konsistenz den Anforderungen hinsichtlich des Verformungsmoduls nicht genügen.

Als Unterbau muss daher zusätzlich zum frostsicheren Oberbau (nach RStO) im Planumbereich zumindest in Teilbereichen ein Bodenaustausch bzw. eine Bodenverbesserung hergestellt werden. Dazu wird folgender Aufbau empfohlen:

a. Teilbodenaustausch

Die Schichtstärke des Bodenaustausches ist abhängig vom Verformungsmodul des Untergrundes während der Ausführung:

Die Mindestanforderung bei $E_{V2} \geq 15 \text{ MPa}$ beträgt 30 cm Tragschicht (z.B. 0/63, Frostschutzkies oder örtlicher Quartärkies-Aushub).

Bei niedrigeren E_{V2} -Werten ($< 15 \text{ MPa}$) ist die Dicke der Schicht zu erhöhen.

Für die Kalkulation empfehlen wir, von einer mittleren Unterbau-Stärke von **40 cm** auszugehen. Wird der Quartärkies bereits vorher erreicht, so kann die Schichtstärke reduziert werden.

Alternativ dazu kann eine Bodenverbesserung mit Bindemittel erfolgen:

b. Bodenverbesserung mit Hydraulischem Bindemittel

Die anstehenden bindigen Böden sind geeignet für eine Erhöhung der Tragfähigkeit durch Zumischen von hydraulischem Bindemittel im Baumischverfahren. Die Frästiefe soll 40 cm betragen.

Gemäß FGSV-Merkblatt zur Herstellung, Wirkungsweise und Anwendung von Mischbindemitteln sind bei den anstehenden Böden der Gruppe UM Mischbindemittel mit 50/50 bis 70/30 % Kalk/Zement geeignet.

Der Bindemittelanteil in Massen-% des Trockenbodens kann zur Kalkulation mit 3,0 % angesetzt werden; er wird in Abhängigkeit vom Wassergehalt des Bodens während der Ausführung zwischen ca. 2,5 und 4 % liegen.

Bodenverbesserungen mit hydraulischem Bindemittel sind jedoch nur dann sinnvoll, wenn sie nicht durch Baustellenverkehr und Aufgrabungen wieder beeinträchtigt werden.

9.2 Frostschutzschicht

Zunächst ist die Frosteinwirkungszone, in der die Maßnahme liegt, festzulegen. Als Grundlage dient die Karte der Frosteinwirkungszone der Bundesanstalt für Straßenwesen, die hier die **Frosteinwirkungszone III** ausweist.

Als Ausgangswerte für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus von **Fahrbahnen** sind in der RStO 12, Tab. 6, für F3-Böden in Abhängigkeit von der Belastungsklasse, 50 bis 65 cm angegeben. Mehr- oder Minderdicken gemäß RStO 12, Tab. 7 sind zu berücksichtigen.

10 Gründungshinweise für Hochbauten

Gründungen erfolgen bei unterkellerten Gebäuden im Quartärkies, bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die lehmig-schluffige Verwitterungsdecke mit den Fundamenten zu durchstoßen bzw. eine Plattengründung auf einer Kiestragschicht (Teilbodenaustausch mit Frostschutzkies in ca. 60 cm Stärke) aufzubauen.

Für Plattengründungen auf Quartärkies oder äquivalenter Kiestragschicht bis zum Quartärkies kann mit einem Bettungsmodul von

$$k_s = 25 \text{ MN/m}^3 \text{ gerechnet werden.}$$

Verbleiben lehmige Deckschichten unter der Tragschicht, so ist der Bettungsmodul auf

$$k_s = 10 \text{ MN/m}^3 \text{ abzumindern.}$$

In einem 1,0 m breiten Randstreifen darf der Bettungsmodulansatz verdoppelt werden.

Zum Nachweis der ausreichenden Verdichtung und Tragfähigkeit soll auf der Tragschicht ein Verformungsmodul von

$$E_{V2(\text{statisch})} \geq 45 \text{ MPa} \text{ mit } E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5 \text{ bzw. } E_{VD(\text{dynamisch})} \geq 20 \text{ MPa}$$

erreicht werden.

Für Fundamentgründungen im Quartärkies können die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach EC7 / DIN 1054 Tabelle A 6.2 wie folgt angesetzt werden:

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von					
	0,5 m	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m
0,5	280	420	460	390	350	310
1	380	520	500	430	380	340
1,5	480	620	550	480	410	360
2	560	700	590	500	430	390

ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

11 Untergrund-Sickerfähigkeit

Allgemeine Hinweise: Nach DWA Arbeitsblatt A 138 benötigen Einzelanlagen zur Versickerung von unbedenklichen bzw. tolerierbaren Niederschlagsabflüssen eine ausreichende Durchlässigkeit des Untergrundes. Grundsätzlich kann eine eingeschränkte Versickerungsrate durch die Bereitstellung von Speichervolumen in der Versickerungsanlage ausgeglichen werden. Das Speichervolumen muss umso größer werden, je geringer die Versickerungsleistung der Anlage ist, wobei diesem Ausgleich physikalische Grenzen gesetzt sind. Praktisch endet die Einsatzmöglichkeit von Einzelanlagen zur Versickerung von Niederschlagsabflüssen spätestens bei einer Durchlässigkeit von $k_f \leq 1 \times 10^{-6}$ m/s. Die Mächtigkeit des Sicker-raumes (ungesättigte Bodenzone oberhalb des Grundwasserspiegels) sollte bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) mindestens 1,0 m betragen.

Die Berechnung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes k_f erfolgte für den Quartärkies aus den Sickerversuchen (Open-End-Test im verrohrten Bohrloch mit Messung der Absenkung) in KB1 - KB4 (Anl. 4) sowie für Verwitterungsdecke, Übergangszone und Quartärkies aus den Kornsummenkurven nach dem Verfahren von MALLETT (Anl. 2).

Zur Bestimmung des Bemessungs- k_f -Wert (= k_{fu}) als Mittelwert aus den Einzelversuchen sind nach DWA-A 138 die Versuchsergebnisse mit Korrekturfaktoren zu belegen:

Infiltrationsversuch : Korrekturfaktor 2,

Kornsummenauswertung: Korrekturfaktor 0,2.

Der daraus abgeleitete und gemittelte **Bemessungs- k_f -Wert** ist wie folgt anzusetzen:

Verwitterungsdecke: $k_f < 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Übergangszone: $k_f \approx 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Quartärkies: $k_f \approx 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Der Quartärkies ist demnach stark durchlässig und für Versickerungszwecke gut geeignet. Er steht im Erschließungsgebiet flächig an, unterhalb der Übergangszone, ab Tiefen zwischen 1,6 und 3,0 m.

Verwitterungsdecke und Übergangszone müssen aufgrund der geringeren Durchlässigkeit mit Versickerungsanlagen durchstoßen werden.

Der Grundwasserflurabstand (MHGW) ist nach den Angaben in Ziff. 4 ausreichend hoch.

Altusried, den 15.11.2023

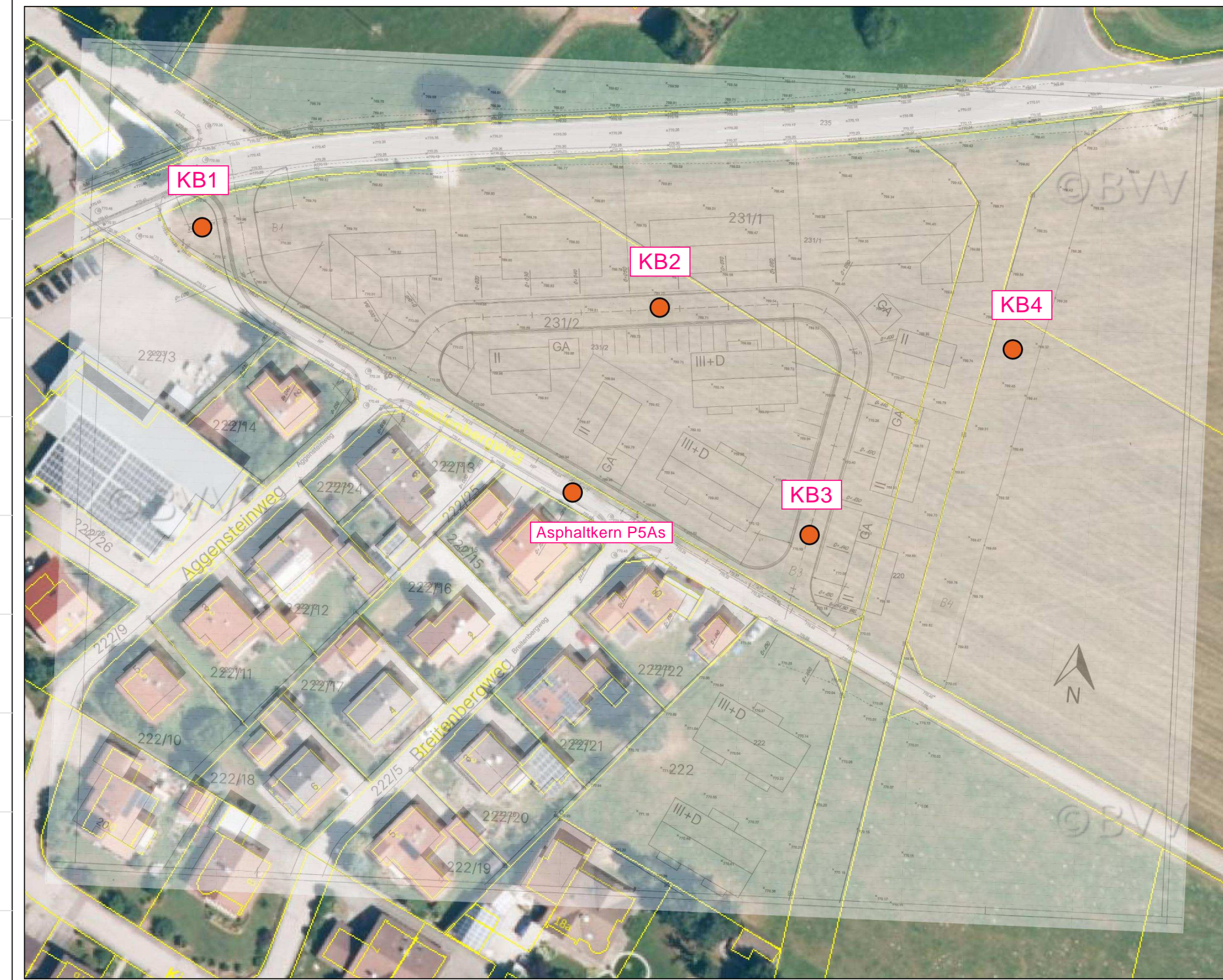
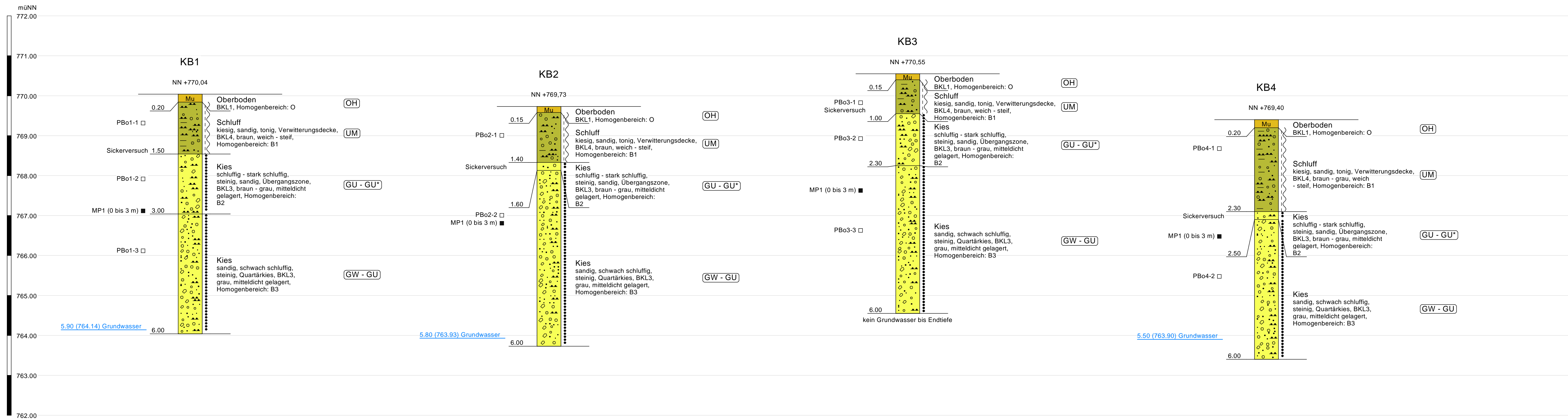
ICP Ingenieurgesellschaft

Dipl.-Geol. Brüll, Prof. Czurda & Coll. mbH
Illerstrasse 12, D-87452 Altusried
Tel. 08373 - 93 51 74, Fax 08373 - 93 51 75



Hermann-J. Brüll





Legende

	weich - steif		Oberboden		sandig
	mitteldicht		steinig		Schluff
			Kies		tonig
			kiesig		

(UM), (GW), etc. = Bodengruppe n. DIN 18196
 Homogenbereiche n. DIN 18300-2015
 BKL = Bodenklasse n. DIN 18300-2012
 PBo... = Probe für bodenmechanische Laborversuche
 MP1 = Bodenmischprobe für Analytik

 Ingenieurgesellschaft Dipl.-Geod. BSc. Prof. Czurda & Coll. mbH Illerstr. 12 87452 Altusried (Allgäu) Tel. (08373) 935174 Fax 935175	Markt Unterthingau Erschließung Mischgebiet Nr. 28 in Unterthingau Baugrunduntersuchung	Anlage 1 zu Bericht Nr.: 230808
	Bohrprofile, Lageplan M: Profile v. 1 : 50, Plan 1 : 1.000	Dat.: 08.11.2023 Bearb.: B.



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

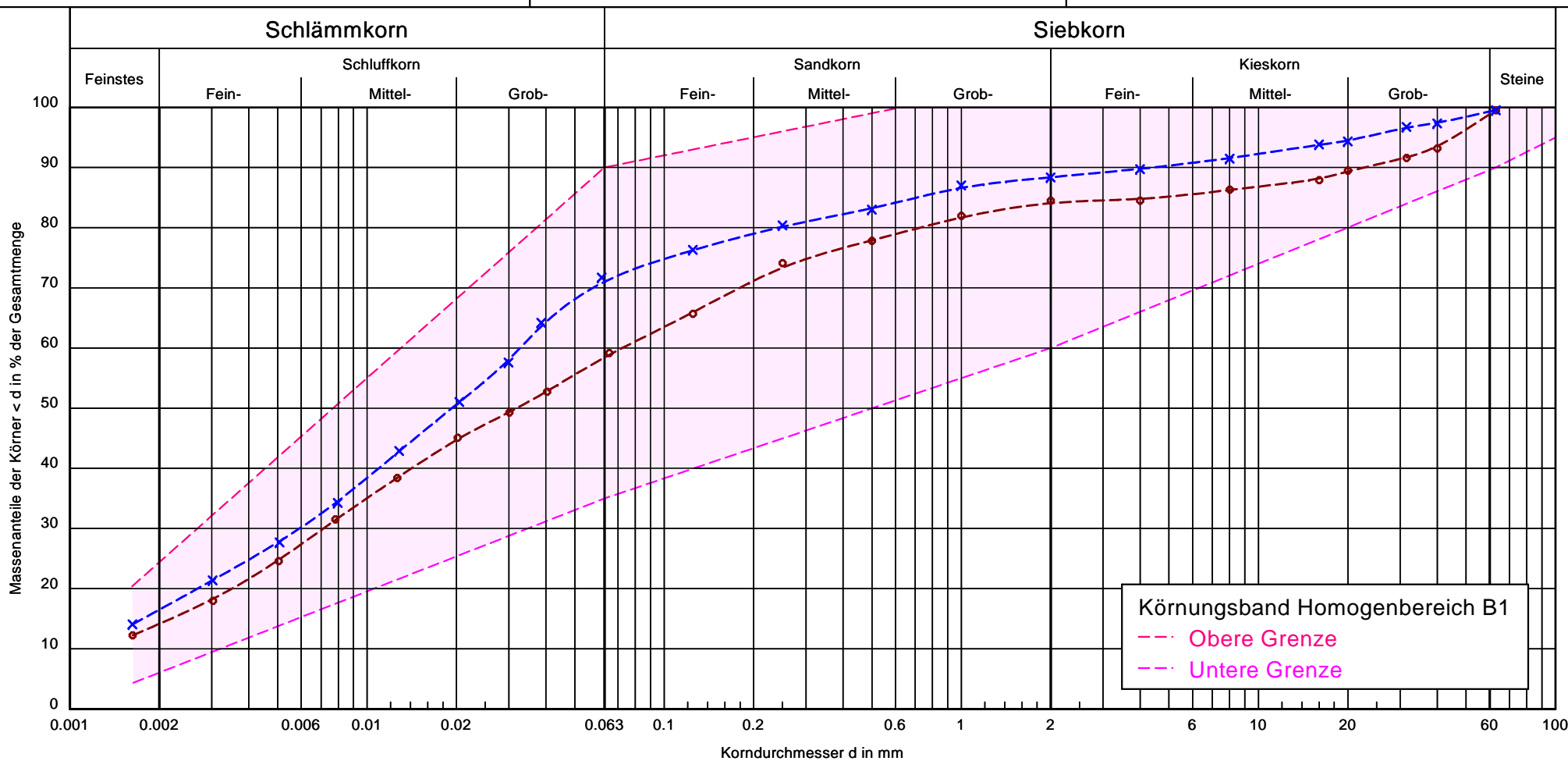
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau

Proben entnommen am: 06.11.2023

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Körnungsband Homogenbereich B1
 --- Obere Grenze
 --- Untere Grenze

Probe	PBo1-1	PBo4-1
Entnahmestelle	KB1	KB4
Bodengruppe	UM	UM
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Verwitterungsdecke
kf n. Mallet	$8.1 \cdot 10^{-9}$	$4.4 \cdot 10^{-9}$
Anteile T/U/S/G [%]	14.1/44.3/25.6/14.8	16.5/54.5/17.4/10.9
Signatur	—●—●—	—×—×—

Bericht:
230808
Anlage:
2.1



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

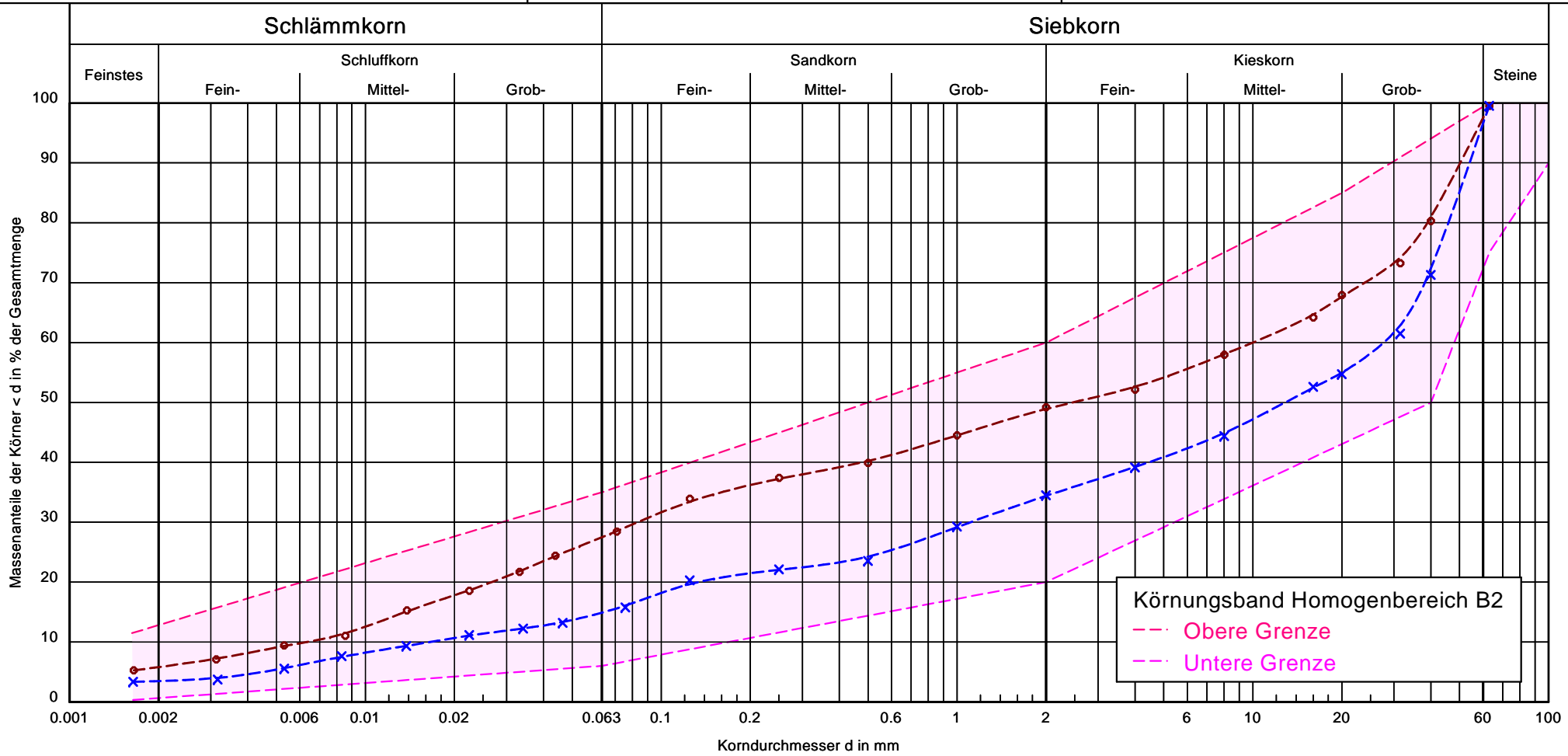
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau

Proben entnommen am: 06.11.2023

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Körnungsband Homogenbereich B2
 --- Obere Grenze
 --- Untere Grenze

Probe	PBo1-2	PBo3-2
Entnahmestelle	KB1	KB3
Bodengruppe	GU*	GU
Bezeichnung	Übergangszone	Übergangszone
kf n. Mallet	$8.7 \cdot 10^{-7}$	$3.5 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	5.8/21.7/21.4/48.5	3.5/11.4/19.5/62.1
Signatur	○-----○	×-----×

Bericht:
230808
Anlage:
2.2



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

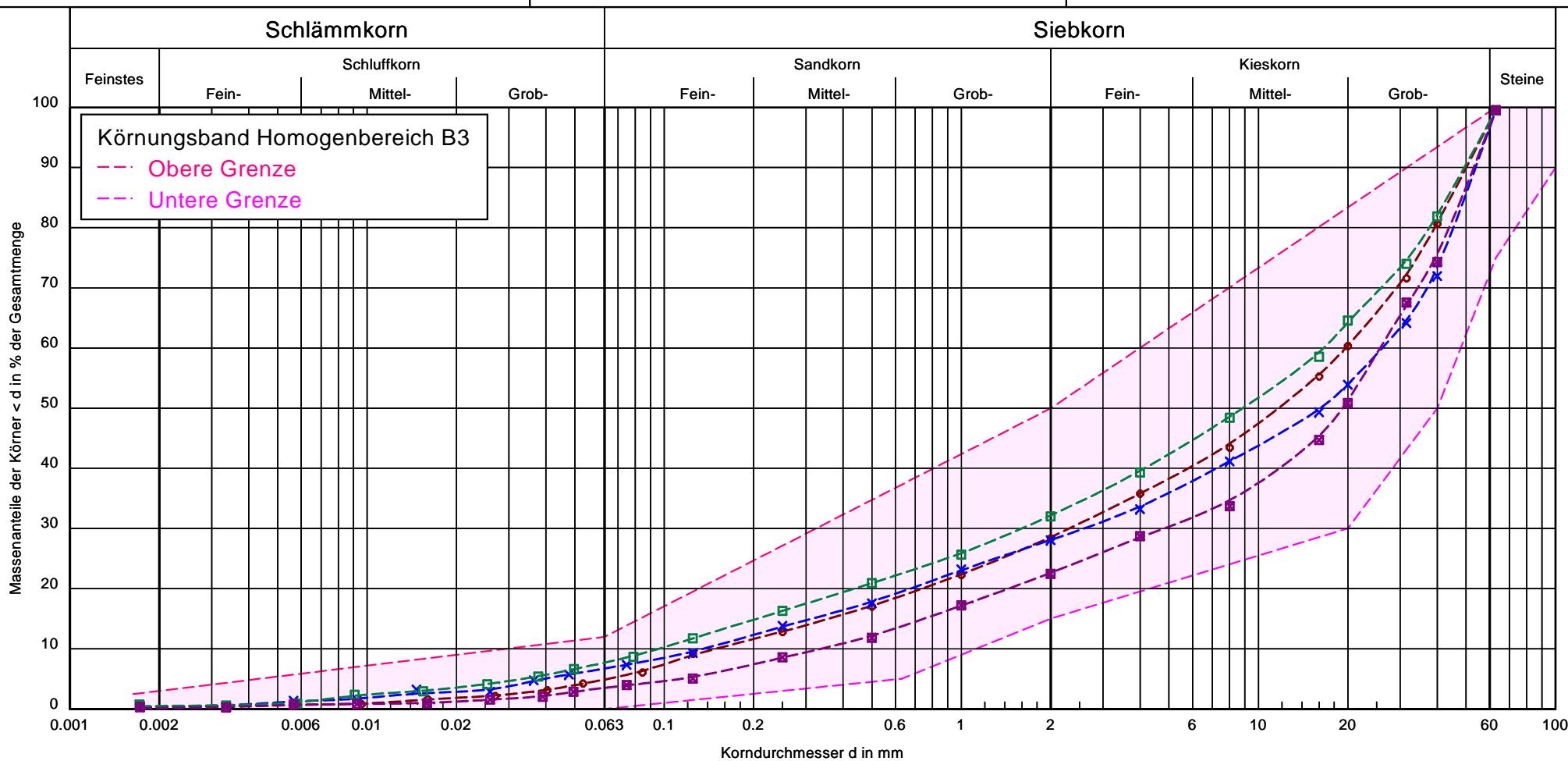
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau

Proben entnommen am: 06.11.2023

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Probe	PBo1-3	PBo2-2	PBo3-3	PBo4-2
Entnahmestelle	KB1	KB2	KB3	KB4
Bodengruppe	GW-GU	GW-GU	GU	GW
Bezeichnung	Quartärkies	Quartärkies	Quartärkies	Quartärkies
kf n. Mallet	$1.8 \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$5.3 \cdot 10^{-4}$	$8.3 \cdot 10^{-3}$
Anteile T/U/S/G [%]	0.4/4.5/23.7/68.9	0.4/6.4/21.4/68.5	0.5/7.2/24.5/65.5	0.2/3.3/19.1/74.2
Signatur	○-----○	×-----×	□-----□	■-----■

Bericht:
230808
Anlage:
2.3



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Bericht: 230808

Anlage: 3.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18122 / ISO 17892-12

Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau

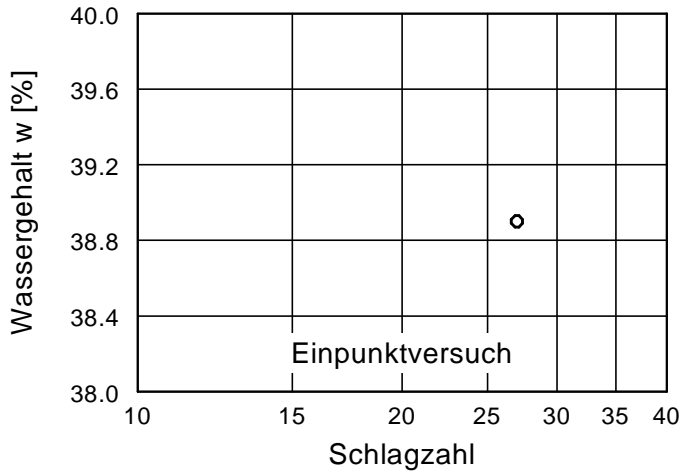
Entnahmestelle: KB1

Probe: PBo1-1 (Verwitterungsdecke)

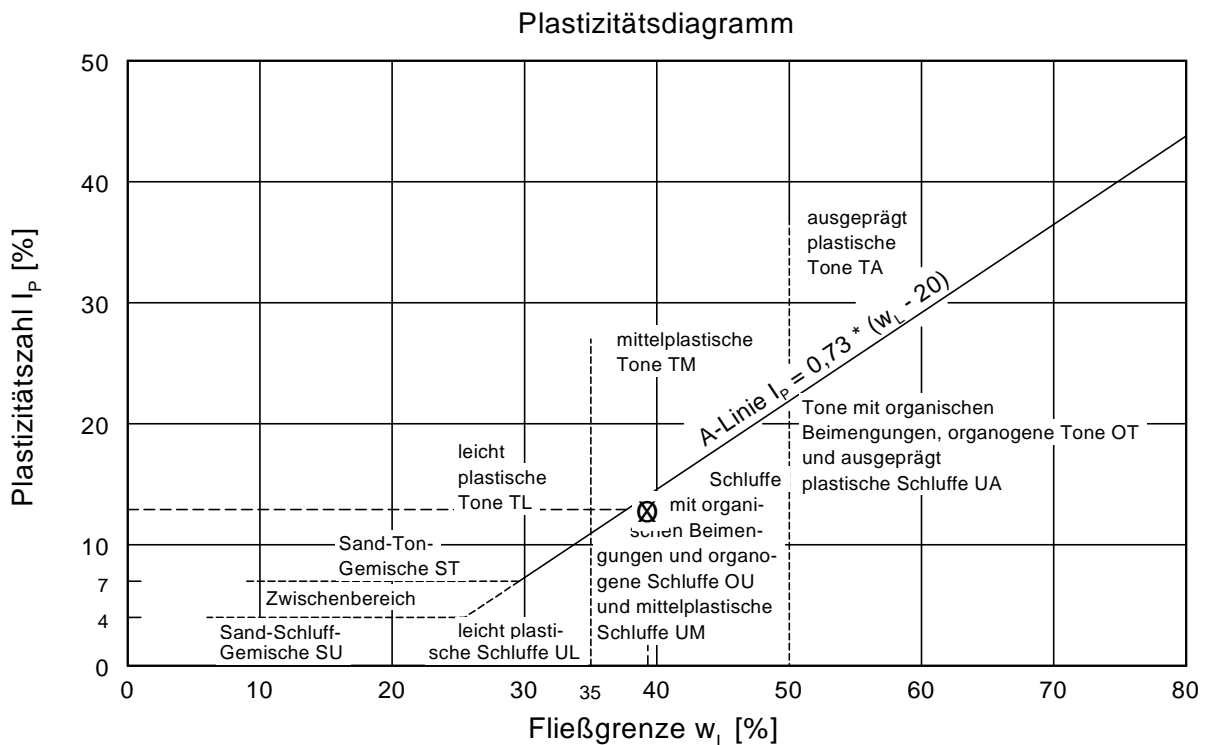
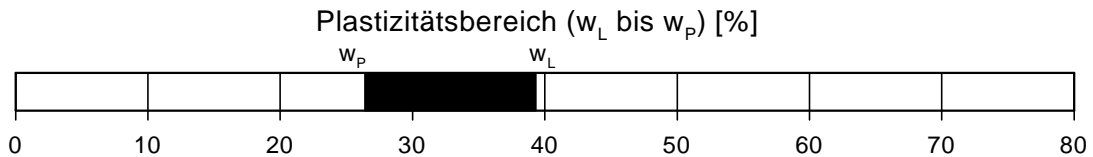
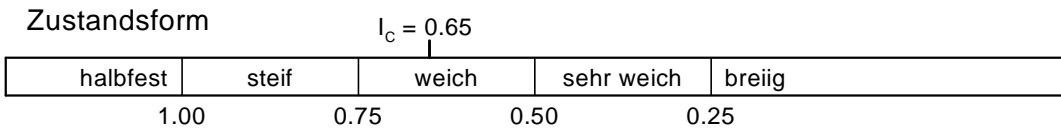
Entnahmedatum: 06.11.2023

Bearbeiter: S.

Datum: 08.11.2023



Wassergehalt $w =$	22.3 %
Fließgrenze $w_L =$	39.3 %
Ausrollgrenze $w_p =$	26.4 %
Plastizitätszahl $I_p =$	12.9 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.65
Anteil Überkorn $\ddot{u} =$	27.9 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} =$	0.0 %
Korr. Wassergehalt $=$	30.9 %



Zustandsgrenzen nach DIN 18122 / ISO 17892-12

Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau

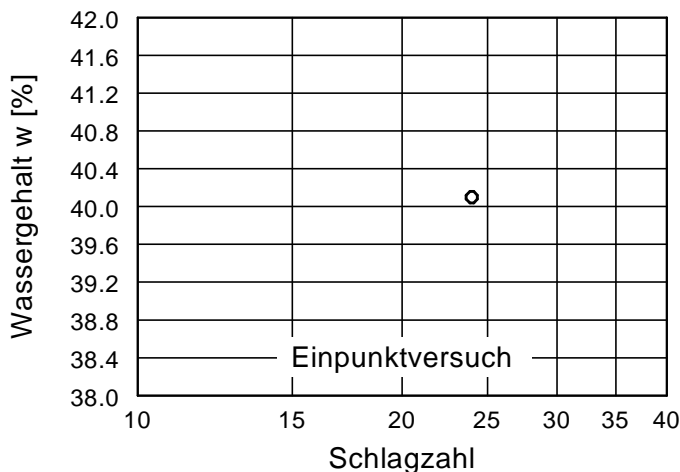
Entnahmestelle: KB4

Probe: PBo4-1 (Verwitterungsdecke)

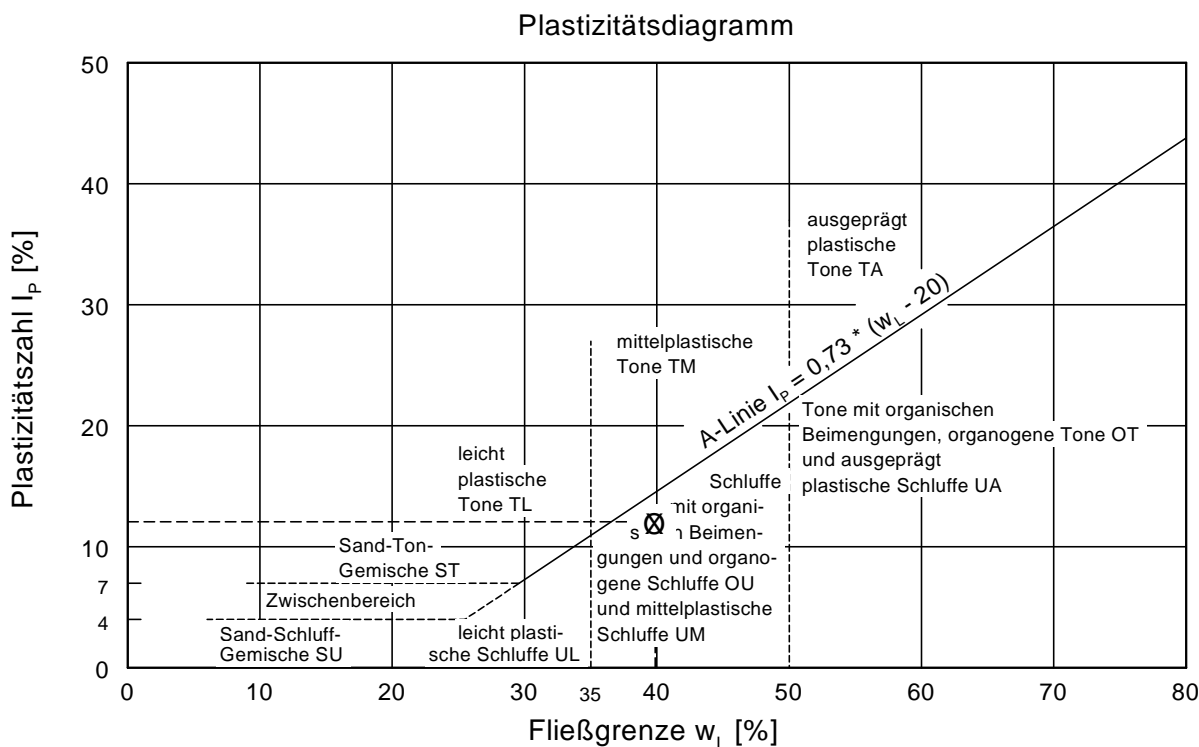
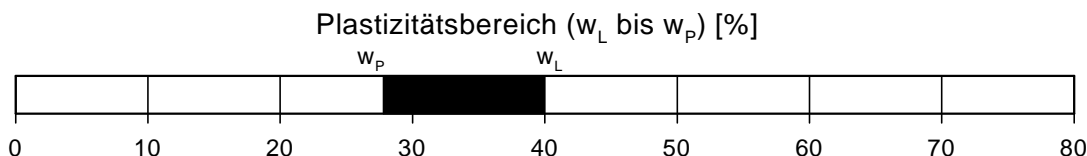
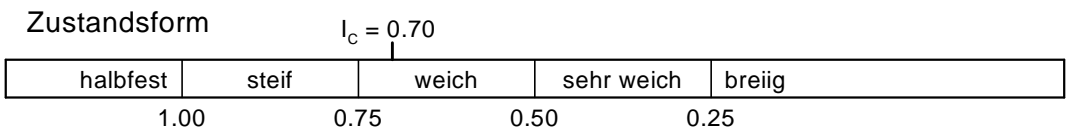
Entnahmedatum: 06.11.2023

Bearbeiter: S.

Datum: 08.11.2023



Wassergehalt $w =$	24.3 %
Fließgrenze $w_L =$	39.9 %
Ausrollgrenze $w_P =$	27.8 %
Plastizitätszahl $I_P =$	12.1 %
Konsistenzzahl $I_C =$	0.70
Anteil Überkorn $\ddot{u} =$	22.6 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} =$	0.0 %
Korr. Wassergehalt $=$	31.4 %





ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Anlage 4.1
zu Bericht Nr. 230808

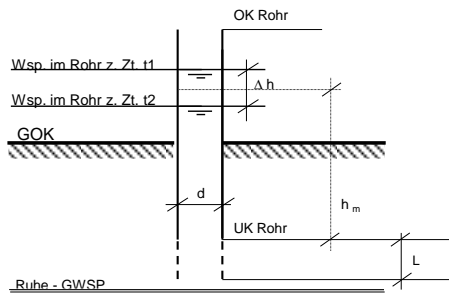
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau				
Bohrung Nr:	KB1	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	06.11.2023
Bodenart:	Quartärkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	3,05
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	0,94
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	5,90
OK Rohr über GOK [m]	0,05
UK Rohr unter GOK [m]*	3,00

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	h _m [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	3,05				
				3	1,55	3	1,00000
	3	3,00	0,05				
				-3	0,025	-3	1,00000

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

$$C := \frac{d^2}{4 \cdot (d + \frac{L}{3})} \quad [m]$$

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	h _m [m]	$k_f = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		1,00000	1,55	5,98E-04
	3			
		1,00000	0,025	

kf-Mittelwert: 5,98E-04

Durchlässigkeit n. DIN 18130 Teil 1 Tab. 1:	
kf [m/s]	Bereich
unter 1E-08	sehr schwach durchlässig
1E-08 bis 1E-06	schwach durchlässig
über 1E-06 bis 1E-04	durchlässig
über 1E-04 bis 1E-02	stark durchlässig
über 1E-02	sehr stark durchlässig



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Anlage 4.2
zu Bericht Nr. 230808

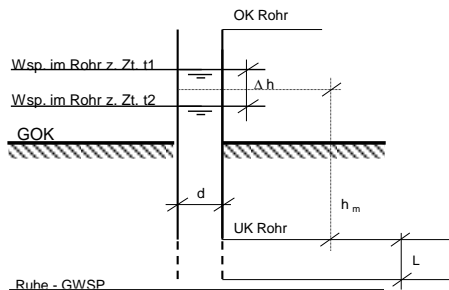
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau			
Bohrung Nr:	KB2	Sachbearb.:	B./S.	Datum: 06.11.2023
Bodenart:	Quartärkies			

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,85
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	0,74
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	5,80
OK Rohr über GOK [m]	0,05
UK Rohr unter GOK [m]*	1,80

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	hm [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	1,85				
				2	0,85	2	1,00000
	2	2,00	-0,15				
				-2	-0,075	-2	1,00000

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

$$C := \frac{d^2}{4 \cdot \left(d + \frac{L}{3}\right)} \quad [\text{m}]$$

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	hm [m]	$k_f = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		1,00000	0,85	1,35E-03
	2			
		1,00000	-0,075	

kf-Mittelwert: 1,35E-03

Durchlässigkeit n. DIN 18130 Teil 1 Tab. 1:	
kf [m/s]	Bereich
unter 1E-08	sehr schwach durchlässig
1E-08 bis 1E-06	schwach durchlässig
über 1E-06 bis 1E-04	durchlässig
über 1E-04 bis 1E-02	stark durchlässig
über 1E-02	sehr stark durchlässig



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

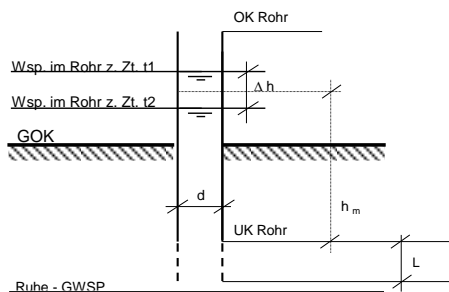
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau				
Bohrung Nr:	KB3	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	06.11.2023
Bodenart:	Quartärkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	2,35
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,22
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	6,00
OK Rohr über GOK [m]	0,05
UK Rohr unter GOK [m]*	2,30

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	hm [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2,35				
				3	0,85	2	1,50000
	2	3,00	-0,65				
				-3	-0,325	-2	1,50000

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

$$C := \frac{d^2}{4 \cdot (d + \frac{L}{3})} \quad [m]$$

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	hm [m]	$k_f = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		1,50000	0,85	1,29E-03
	2			
		1,50000	-0,325	

kf-Mittelwert: 1,29E-03

Durchlässigkeit n. DIN 18130 Teil 1 Tab. 1:	
kf [m/s]	Bereich
unter 1E-08	sehr schwach durchlässig
1E-08 bis 1E-06	schwach durchlässig
über 1E-06 bis 1E-04	durchlässig
über 1E-04 bis 1E-02	stark durchlässig
über 1E-02	sehr stark durchlässig



ICP

Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Anlage 4.4
zu Bericht Nr. 230808

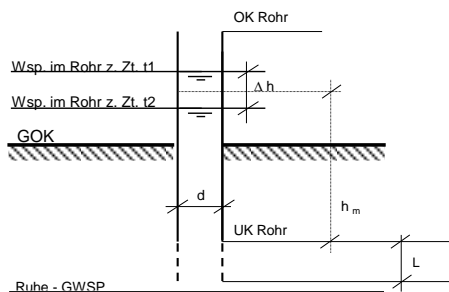
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Mischgebiet Nr. 28 Unterthingau			
Bohrung Nr:	KB4	Sachbearb.:	B./S.	Datum: 06.11.2023
Bodenart:	Quartärkies			

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	2,55
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,70
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	5,50
OK Rohr über GOK [m]	0,05
UK Rohr unter GOK [m]*	2,50

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	h _m [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2,55				
				3	1,05	2	1,50000
	2	3,00	-0,45				
				-3	-0,225	-2	1,50000

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

$$C := \frac{d^2}{4 \cdot \left(d + \frac{L}{3}\right)} \quad [\text{m}]$$

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	h _m [m]	$k_f = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		1,50000	1,05	7,68E-04
	2			
		1,50000	-0,225	

kf-Mittelwert: 7,68E-04

Durchlässigkeit n. DIN 18130 Teil 1 Tab. 1:

kf [m/s]	Bereich
unter 1E-08	sehr schwach durchlässig
1E-08 bis 1E-06	schwach durchlässig
über 1E-06 bis 1E-04	durchlässig
über 1E-04 bis 1E-02	stark durchlässig
über 1E-02	sehr stark durchlässig

ICP Ingenieurgesellschaft
 Illerstraße 12
 87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0708	Datum:	15.11.2023
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: ICP Ingenieurgesellschaft	Art der Probe	: Schwarzdecke
Projekt	: Unterthingau	Entnahmedatum	: 06.11.2023
Projekt-Nr.	: 230808	Originalbezeich.	: 230808 P5As
Kostenstelle	:	Untersuch.-zeitraum	: 07.11.2023 – 15.11.2023
Entnahmestelle	:		
Art der Probenahme	: PN98		
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Probeneingang	: 07.11.2023		
Probenbezeich.	: 484/0708		

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Gesamtfraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,7	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,11	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,1	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,17	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,77	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,25	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,51	
Pyren	[mg/kg TS]	0,44	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,23	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,33	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,32	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,21	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,12	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,27	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,15	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	4,1	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.11.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

 M.Sc. Ruth A. Schindele
 (stellv. Laborleiterin)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)**Nummer der Feldprobe:** 230808 P5As**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 06.11.2023**Probenahmeprotokoll-Nr:****Probenvorbereitung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 484/0708.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 07.11.2023**Probenahmeprotokoll:** ja nein

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja.

Probengefäß: PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung).....

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): nein

Kommentierung:.....

Größe der Laborprobe: Volumen [l]: 5. oder Masse [kg]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung: ja nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

 fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln Cross-Riffing Sonstige:

Rückstellprobe:

 Ja Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ja nein Feinkleinerung: ja nein

Teilmassen [3 kg]:

Teilmassen [0,3 kg]

 Backenbrecher Kugelmühle Schneidemühle Mörsermühle Bohrmeisel / Meisel Endfeinheit 0,15 mm Sonstige: Endfeinheit ____ mm

Trocknung:

 105° C Lufttrocknung:

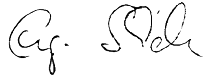
07.11.2023

Datum



Jonathan Schwarz

Bearbeiter

Erklärung der Untersuchungsstelle	
1.	<p>Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH</p> <p>Anschrift: Gewerbestr. 10 87733 Markt Rettenbach</p> <p>Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele</p> <p>Telefon/Telefax: 08392/9210</p> <p>eMail: bvü@bvü-analytik.de</p>
	<p>Prüfbericht – Nr.: 484/0708</p> <p>Prüfbericht Datum: 15.11.2023</p> <p>Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Auftraggeber: ICP Ingenieurgesellschaft</p> <p>Anschrift: Illerstraße 12 87452 Altusried</p>
3.	<p>Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise</p> <p>Gleichwertige Verfahren angewandt <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja</p> <p>Parameter/Normen:</p> <p><input type="checkbox"/> Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei.</p> <p>Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 akkreditiert <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert <input type="checkbox"/></p> <p>Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p>Parameter:</p> <p>Untersuchungsinstitut:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 <input type="checkbox"/> Notifizierung Fachmodul Abfall <input type="checkbox"/></p>
4.	<p style="text-align: center;"></p> <p>Markt Rettenbach, 15.11.2023 Ort, Datum</p> <p style="text-align: center;">_____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)</p>

ICP Ingenieurgesellschaft
Illerstraße 12
87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0709	Datum:	15.11.2023
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : ICP Ingenieurgesellschaft
 Projekt : Unterthingau
 Projekt-Nr. : 230808
 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : PN98
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 06.11.2023
 Originalbezeich. : 230808 MP1 Probeneingang : 07.11.2023
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 07.11.2023 - 15.11.2023 Probenbezeich. : 484/0709

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe										
Trockensubstanz	[%]	84,2	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	45	-	-	-	-	-	-	Siebung	

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	7,6	20	20	30	50	150	EN ISO 11885 : 2009-09		
Blei	[mg/kg TS]	31	40	70	140	300	1000	EN ISO 11885 : 2009-09		
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	0,4	1	2	3	10	EN ISO 11885 : 2009-09		
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	33	30	60	120	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Kupfer	[mg/kg TS]	28	20	40	80	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Nickel	[mg/kg TS]	26	15	50	100	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 : 2012-08		
Zink	[mg/kg TS]	71	60	150	300	500	1500	EN ISO 11885 : 2009-09		
Aufschluß mit Königswasser										
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 : 2005-12			
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 : 2005-01			
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 : 2005-01			
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 : 2013-10			

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,98	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	70	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05	0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	250	250	250	250	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 15.11.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

		Bodenart (< 2 mm)						Lehm
		ProbenNr						484/0709
		Projektname						Unterthingau
		Originalbezeichnung						230808 MP1
		ProjektNr						230808
Parameter	Einheit	Z0 (SAND)	Z0 (LEHM)	Z0 (TON)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
Trockensubstanz	%							84,2
Glühverlust	% TS							
TOC	%							
Feststoff								
Arsen (As)	mg/kg	20	20	20	30	50	150	7,6
Blei (Pb)	mg/kg	40	70	100	140	300	1000	31
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,4	1	1,5	2	3	10	0,08
Chrom (Cr)	mg/kg	30	60	100	120	200	600	33*
Kupfer (Cu)	mg/kg	20	40	60	80	200	600	28*
Nickel (Ni)	mg/kg	15	50	70	100	200	600	26*
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10	0,04
Thallium (Th)	mg/kg							< 0,4
Zink (Zn)	mg/kg	60	150	200	300	500	1500	71*
EOX	mg/kg	1	1	1	3	10	15	< 0,5
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg							< 30
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	100	100	100	300	500	1000	< 50
Extr. Lipoph. Stoffe	mg/kg							
Cyanide ges.	mg/kg	1	1	1	10	30	100	< 0,25
PCB 28	mg/kg							< 0,01
PCB 52	mg/kg							< 0,01
PCB 101	mg/kg							< 0,01
PCB 118	mg/kg							< 0,01
PCB 138	mg/kg							< 0,01
PCB 153	mg/kg							< 0,01
PCB 180	mg/kg							< 0,01
PCB-Summe	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1	n.n.
Benzol	mg/kg							
Toluol	mg/kg							
Ethylbenzol	mg/kg							
m,p-Xylol	mg/kg							
o-Xylol	mg/kg							
Iso-Propylbenzol	mg/kg							
Styrol	mg/kg							
BTXE Gesamt:	mg/kg							
Vinylchlorid	mg/kg							
Dichlormethan	mg/kg							
1-2-Dichlorethan	mg/kg							
cis 1,2 Dichlorethen	mg/kg							
trans-Dichlorethen	mg/kg							
Chloroform	mg/kg							
1,1,1- Trichlorethan	mg/kg							
Tetrachlormethan	mg/kg							
Trichlorethen	mg/kg							
Tetrachlorethen	mg/kg							
LHKW Gesamt:	mg/kg							
Naphthalin	mg/kg							< 0,04
Acenaphthylen	mg/kg							< 0,04
Acenaphthen	mg/kg							< 0,04
Fluoren	mg/kg							< 0,04
Phenanthren	mg/kg							< 0,04
Anthracen	mg/kg							< 0,04
Fluoranthren	mg/kg							< 0,04
Pyren	mg/kg							< 0,04
Benzo(a)anthracen	mg/kg							< 0,04
Chrysen	mg/kg							< 0,04
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg							< 0,04
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg							< 0,04
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	< 0,04
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg							< 0,04
Benzo(a,h,i)perylen	mg/kg							< 0,04
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg							< 0,04
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	3	3	3	5	15	20	n.n.
pH-Wert		9	9	9	9	12	12	7,98
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	500	500	1000	1500	70
Eluat								
Arsen (As)	µg/l	10	10	10	10	40	60	< 4
Antimon (Sb)	µg/l							< 3
Barium (Ba)	µg/l							< 5
Blei (Pb)	µg/l	20	20	20	25	100	200	< 5
Cadmium (Cd)	µg/l	2	2	2	2	5	10	< 0,1
Chrom (Cr)	µg/l	15	15	15	30	75	150	< 5
Kupfer (Cu)	µg/l	50	50	50	50	150	300	< 5
Molybdän (Mo)								< 5
Nickel (Ni)	µg/l	40	40	40	50	150	200	< 5
Seien (Se)								< 3
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	1	2	< 0,05
Thallium (Th)								< 0,2
Zink (Zn)	µg/l	100	100	100	100	300	600	< 10
Phenolindex	µg/l	10	10	10	10	50	100	< 10
Cyanide ges.	µg/l	10	10	10	10	50	100	< 5
Cyanide (f.)								
Chlorid (Cl)	mg/l	250	250	250	250	250	250	< 2
Sulfat (SO4)	mg/l	250	250	250	250	250	250	< 5
gelöste Feststoffe	mg/l							
DOC	mg/l							
Fluorid	mg/l							
Fraktion < 2 mm	%							45
*Z0-Grenzwert für Bodenart Lehm nicht überschritten ** erhöhter pH alleine führt nicht zur Höherstufung								
Einstufung								Z 0
		Überschreiter Z 0 (Sand)						
		Überschreiter Z 0 (Lehm)						
		Überschreiter Z 0 (Ton)						
		Überschreiter Z 1.1						
		Überschreiter Z 1.2						
		Überschreiter Z 2						