



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

Stadt Marktoberdorf
Richard-Wengenmeier-Platz 1, 87616 Marktoberdorf

Erschließung Baugebiet Bertoldshofen Nord-Ost

Baugrunduntersuchung

Untersuchungsbericht Nr. 240803

Altusried, 14.11.2024

Inhalt:

	Seite
1 Vorgang.....	1
2 Leistungsumfang.....	2
3 Lage, Geologischer Untergrund.....	2
4 Grundwasserverhältnisse.....	4
5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte.....	6
6 Analytik/Bewertung Bodenmaterial.....	8
6.1 Untergrund.....	8
6.2 Oberboden.....	11
7 Rohrleitungsbau.....	12
7.1 Aushub.....	12
7.2 Graben-/Baugrubenwände, Wasserhaltung.....	12
7.3 Rohrgründung.....	12
7.4 Grabenverfüllung.....	12
8 Straßenbau.....	15
8.1 Fahrbahnunterbau.....	15
8.2 Frostschutzschicht.....	16
9 Gründungshinweise für Hochbauten.....	16
9.1 Wassereinwirkungsklasse.....	17
10 Untergrund-Sickerfähigkeit, Bewertung für Sickeranlagen.....	18
10.1 Allgemeine Grundsätze nach DWA A 139-1 (2024).....	18
10.2 Örtliche Verhältnisse.....	20

Anlagen:

1	Bohrprofile, Lageplan
2.1 - 2.4	Protokolle/Auswertung Sickerversuche
3.1 - 3.2	Korngrößenanalysen, Körnungsbänder der Homogenbereiche
4.1 - 4.2	Bestimmung Zustandsgrenzen / Konsistenz
5	Chemische Analysen, Laborbericht

1 Vorgang

Die Stadt Marktoberdorf beauftragte am 25.09.2024 die ICP GmbH mit der Durchführung einer Erkundung zur Prüfung der örtlichen Baugrundverhältnisse für die Erschließung des Baugebietes Nord-Ost im Stadtteil Bertoldshofen.

2 Leistungsumfang

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Oktober/November 2024 folgende Feld- und Laborarbeiten durchgeführt:

- 8 Stck. Kleinrammbohrungen KB1 - KB8 nach DIN 22475-1, Tiefe 6,0 - 7,0 m,
- 8 Stck. Rammsondierungen DPH1 - DPH8 nach DIN 22476-2, Tiefe 6,0 m,
- 4 Stck. Infiltrations-/Sickerversuche im Bohrloch,
- 4 Stck. Korngrößenanalysen nach DIN 18123 / ISO 17892-4,
- 2 Stck. Bestimmung Zustandsgrenzen n. DIN 18122 / ISO 17892-12,
- 2 Stck. Chemische Analysen an Bodenmaterial n. Verfüll-Leitfaden Bayern,
- 2 Stck. Chemische Analysen an Oberboden nach BBodSchV (Vorsorgewerte).

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

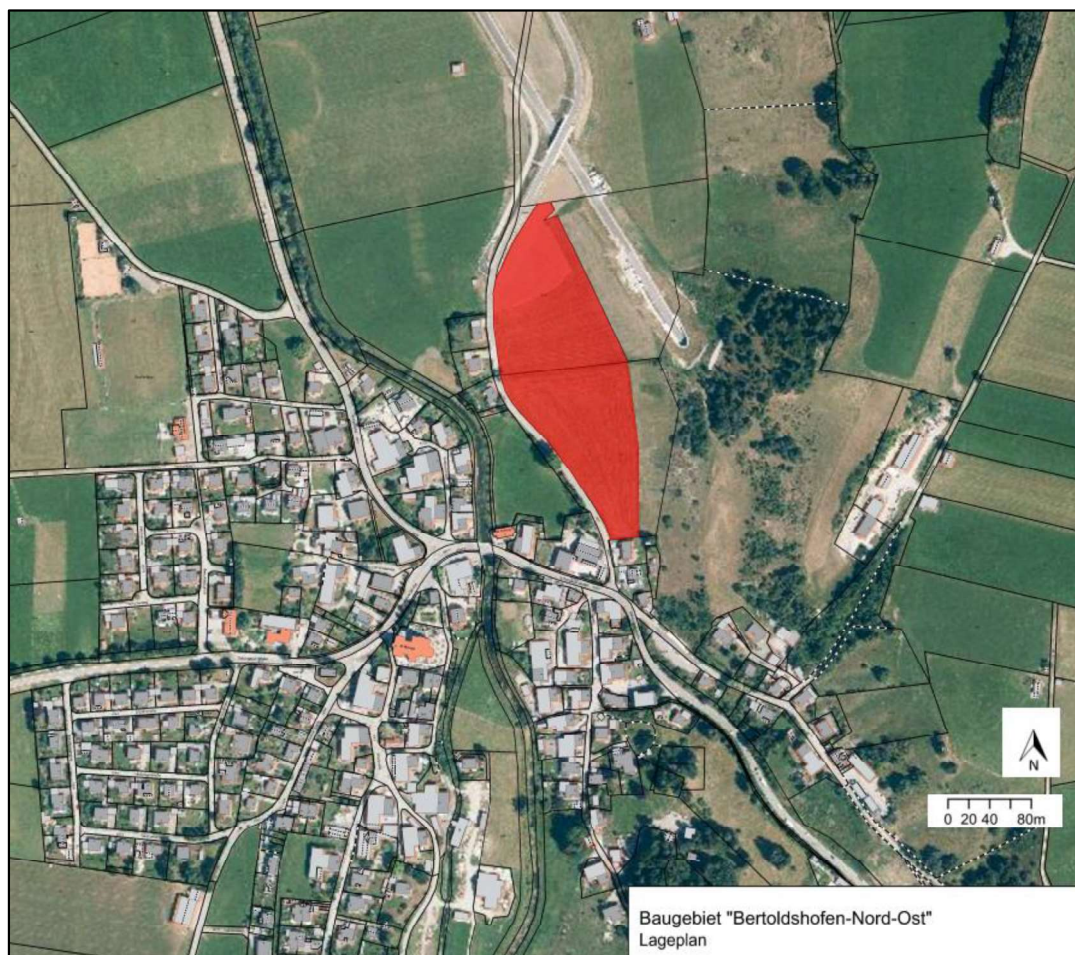
Die Aufschlussergebnisse wurden in Bohr- und Rammprofilen nach DIN 14688/4023 dargestellt (Anl. 1).

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 Lage, Geologischer Untergrund

Das Baugebiet befindet sich am nordöstlichen Ortsrand von Bertoldshofen:



Zum Zeitpunkt der Untersuchungen handelte es sich um landwirtschaftliches Grünland. Das Gelände ist im westlichen Teil nahezu eben und steigt nach Osten zu einer angrenzenden Hanglage.

Als unterste Schicht in bautechnisch relevanter Tiefe wurde in allen Bohrungen ein **Schmelzwasserkies** aufgeschlossen. Dieser spätwürm(eis)zeitliche Schmelzwasserschotter baut hier nach geologischer Karte (Quelle: LfU Bayern) flächenhaft den Untergrund auf und reicht nach Ergebnissen nahegelegener Bohrungen bis in mehr als 10 m Tiefe:



Der **Schmelzwasserkies** besteht aus einem sandigen, teils steinigen, teils schluffigen und in Lagen partiell stark schluffigen Kies (weit gestuftes Rundkorn). Die Lagerungsdichte ist mitteldicht bis dicht.

Der Schmelzwasserkies wird von bindig-gemischtkörnigen **Deckschichten** überlagert, die im westlichen und mittleren Teil geringmächtig sind (wenige dm). Es handelt sich hier um eine **Verwitterungsdecke** ("Rotlage"). Zur Hanglage hin bestehen die Deckschichten teils aus **Hangschutt** und **Hanglehm** aus den angrenzenden Hochlagen (KB1, bis 4,2 m Tiefe), teils auch aus **Auffüllungen** aus Erdaushub der angrenzenden Tunnelbaumaßnahme (KB7, bis 1,7 m Tiefe).

Die Schichtenfolge wird von 15 - 30 cm, in Auffüllungsbereichen (KB5) lokal bis 50 cm **Oberboden** abgeschlossen.

Das Untersuchungsgebiet liegt in **Erdbebenzone 0**, **Untergrundklasse S** nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01.

4 Grundwasserverhältnisse

Der Grundwasserspiegel wurde mit den tiefer gelegenen bzw. tiefer geführten Bohrungen innerhalb der unteren Bereiche des Schmelzwasserkieses wie folgt aufgeschlossen:

Bohrung	Grundwasserstand am 29.10.2024	Grundwasserflurabstandstand am 29.10.2024
KB2	NN+710,13 m	5,80 m
KB3	NN+709,31 m	5,60 m
KB6	NN+708,99 m	5,85 m
KB8	NN+709,09 m	6,45 m

Es ist ein mit dem Geländegefälle abfallender Grundwasserspiegel nach Westen bis Nordwesten festzustellen.

Da keine langfristigen Grundwasserspiegelmessungen im näheren Umfeld vorliegen, werden zur vergleichenden Beurteilung der langjährigen Grundwasserstände Messdaten des LfU für die Meßstelle Ebenhofen herangezogen (ca. 4 km entfernt), die in einem vergleichbaren Ablagerungsraum (Schotterfläche) liegt:



Hierfür liegen langjährige Messreihen im Zeitraum 1977 bis heute vor.

Der Grundwasserstand lag hier gemäß nachstehender Abbildung am 29.10.2024 auf NN+704,36 und damit ca. 1,0 m über dem Mittelwasserstand (MW).

Der Höchstwasserstand (HHW) lag dort im Zeitraum 1977 bis 2023 auf NN+706,68 m und damit um 2,32 m über dem Stand v. 29.10.2024.



Überträgt man den Aufschlag von 2,32 m auf die im Baugebiet gemessenen Wasserstände so ergeben sich für den Höchstwasserstand HHW im Baugebiet - in Abhängigkeit vom festgestellten Grundwasserspiegelgefälle - folgende **Bemessungswerte** (Höchstwasserstände zur Bemessung von Auftriebssicherungen und Abdichtungen):

Bohrung	Grundwasserstand am 29.10.2024	Grundwasserflurabstand am 29.10.2024	HHW Bemessungswert	HHW Bemessungswert als Flurabstand
KB2	NN+710,13 m	5,80 m	NN+712,45 m	3,48 m
KB3	NN+709,31 m	5,60 m	NN+711,63 m	3,28 m
KB6	NN+708,99 m	5,85 m	NN+711,31 m	3,53 m
KB8	NN+709,09 m	6,45 m	NN+711,41 m	4,13 m

Für einfach unterkellerte Wohnhäuser und sonstige Tiefgeschosse bis zur vorgenannten Höhe liegen die Bauwerkssohlen damit oberhalb des Bemessungswasserstandes, so dass keine Grundwassereinflüsse zu erwarten sind.

Bei tiefer eingreifenden Untergeschossen, wie z.B. Tiefgaragen-Sohlen sind Einzelfallprüfungen anhand der örtlichen und planmäßigen Höhenlage erforderlich.

Für die Bemessung von Sickeranlagen (s. Ziff. 10) gilt nicht der HHW, sondern der **MHW**, d.h. das langjährige Mittel der höchsten Grundwasserstände. Hier wurde aus Vergleichswerten der o.g. Meßstelle Ebenhofen der Jahre 1977 bis 2023 ein MHW berechnet der um 0,24 m über dem am 29.10.2024 gemessenen Wert liegt. Daraus ergeben sich für das Baugebiet folgende Werte:

Bohrung	Grundwasserstand am 29.10.2024	Grundwasser- flurabstandstand am 29.10.2024	MHW Bemessungswert	MHW als Flurabstand
KB2	NN+710,13 m	5,80 m	NN+710,37 m	5,56 m
KB3	NN+709,31 m	5,60 m	NN+709,55 m	5,36 m
KB6	NN+708,99 m	5,85 m	NN+709,23 m	5,61 m
KB8	NN+709,09 m	6,45 m	NN+709,33 m	6,21 m

5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

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

Homogenbereich O: Oberboden

Homogenbereich B1: Deckschichten
(Hangschutt, Hanglehm, Verwitterungsdecke, Auffüllungen)

Homogenbereich B2: Schmelzwasserkies

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

Homogenbereich	B1	B2
Bezeichnung	Deckschichten	Schmelzwasserkies
Bodenart	Schluff, schwach bis stark kiesig, sandig, tonig, teils steinig; Kies, stark schluffig	Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, in Lagen stark schluffig, teils steinig
Bodengruppe (DIN 18196)	UM, GU* (in KB7 teils OU)	GW, GU
Korngrößen-verteilung (DIN 18123 / 17892-4)	siehe Anlage 3.1	siehe Anlage 3.2
Bodenklasse (DIN 18300-2012) nur informativ, nicht mehr gültig	4	3

Homogenbereich	B1	B2
Bezeichnung	Deckschichten	Schmelzwasserkies
Steine 63 - 200 mm [Gew.-%]	bis 10	bis 20
Steine > 200 mm [Gew.-%]	-	vereinzelt möglich
Organischer Anteil [Gew.-%]	1 - 2	0
Wassergehalt [Gew.-%]	20 - 30	3 - 10 im Grundwasser 20 - 30
Lagerungsdichte / I_D (DIN 14688-2) [%]	GU: 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 - 1,9	2,0
Wichte γ (DIN 1055) [kN/m^3]	18 - 19	19 - 21
γ'	9 - 10	11 - 13
Reibungswinkel ϕ' (DIN 1055) [Grad]	25 - 28	30 - 35
Kohäsion c' (DIN 1055) [kN/m^2]	2 - 5	0
c_u	20 - 70	0
Steifemodul E_s [MN/m^3]	5 - 10	30 - 50
Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17	F 3	F 1 - F 2
Verdichtbarkeitsklasse n. DWA-A139	V 3	V 1
Bodengruppe n. DWA-A139	G3	G1 - G2
Durchlässigkeit k_f [m/s] ca.	$< 10^{-7}$	1×10^{-3}

6 Analytik/Bewertung Bodenmaterial

6.1 Untergrund

Aus den Bohrungen wurde vom Tiefenbereich UK Oberboden bis 6 m je 4 Bohrungen 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) - zusätzlich auf die Parameter DOC und TOC - 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)	
MP2Bo	Untergrund UK Oberboden bis 6 m Tiefe aus KB1 - KB4	Z 0	BM-0	DOC: 2,3 mg/l TOC: 1,32 %
MP4Bo	Untergrund UK Oberboden bis 6 m Tiefe aus KB5 - KB8	Z 0	BM-0	DOC: 1,8 mg/l TOC: 0,72 %

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 weiteren (analytischen) Untersuchung abgesehen werden kann, da sich bei den Feldbefunden und der nicht altlastenrelevanten 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.

6.2 Oberboden

Vom Oberboden wurden Mischproben aus je 4 Bohrungen auf die Vorsorgewerte nach BBodSchV Anlage 1 Tab. 1 + 2, sowie auf den TOC-Gehalt analysiert.

Probe MP1Mu: Oberboden aus KB1 - KB4; Bodenart Lehm/Schluff, TOC 7,54 %.

Probe MP3Mu: Oberboden aus KB5 - KB6; Bodenart Lehm/Schluff, TOC 5,98 %.

Es gelten die nachstehenden Vorsorgewerte:

Vorsorgewerte und Werte zur Beurteilung von Materialien			
Tabelle 1: Vorsorgewerte für anorganische Stoffe ¹			
Stoff	Vorsorgewert bei Bodenart ² Sand	Vorsorgewert bei Bodenart ² Lehm/Schluff	Vorsorgewert bei Bodenart ² Ton
	[mg/kg TM]		
Arsen	10	20	20
Blei ³	40	70	100
Cadmium ⁴	0,4	1	1,5
Chrom _{gesamt}	30	60	100
Kupfer	20	40	60
Nickel ⁵	15	50	70
Quecksilber	0,2	0,3	0,3
Thallium	0,5	1	1
Zink ⁶	60	150	200

¹ Die Vorsorgewerte finden für Böden und Materialien mit einem nach Anlage 3 Tabelle 1 bestimmten Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC-Gehalt) von mehr als 9 Masseprozent keine Anwendung. Für diese Böden und Materialien müssen die maßgeblichen Werte im Einzelfall in Anlehnung an regional vergleichbarer Bodenverhältnisse abgeleitet werden.

² Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/Schluff zu bewerten.

³ Bei Blei gelten bei einem pH-Wert < 5,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

⁴ Bei Cadmium gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

⁵ Bei Nickel gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

⁶ Bei Zink gelten bei einem pH-Wert < 6,0 bei der Bodenart Ton die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff und bei der Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte der Bodenart Sand.

Tabelle 2: Vorsorgewerte für organische Stoffe		
Stoff	Vorsorgewert bei TOC-Gehalt ≤ 4 %	Vorsorgewert bei TOC-Gehalt > 4 % bis 9 % ¹
	[mg/kg TM]	
Summe aus PCB ₆ und PCB-118 ²	0,05	0,1
Benzo(a)pyren	0,3	0,5
PAK ₁₆ ³	3	5

¹ Für Böden mit einem TOC-Gehalt von mehr als 9 Masseprozent müssen die maßgeblichen Werte im Einzelfall abgeleitet werden.

² Summe aus PCB₆ und PCB-118: Stellvertretend für die Gruppe der polychlorierten Biphenyle (PCB) werden für PCB-Gemische sechs Leit-Kongeneren nach Ballschmiter (PCB-Nummer 28, 52, 101, 138, 153, 180) sowie PCB-118 untersucht.

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

Einzelergebnisse der Analytik sind in Anlage 5 dargestellt.

Im Ergebnis werden die o.g. Vorsorgewerte nicht überschritten, so dass der Oberboden uneingeschränkt zur Wiederverwertung geeignet ist.

7 Rohrleitungsbau

7.1 Aushub

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

7.2 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.

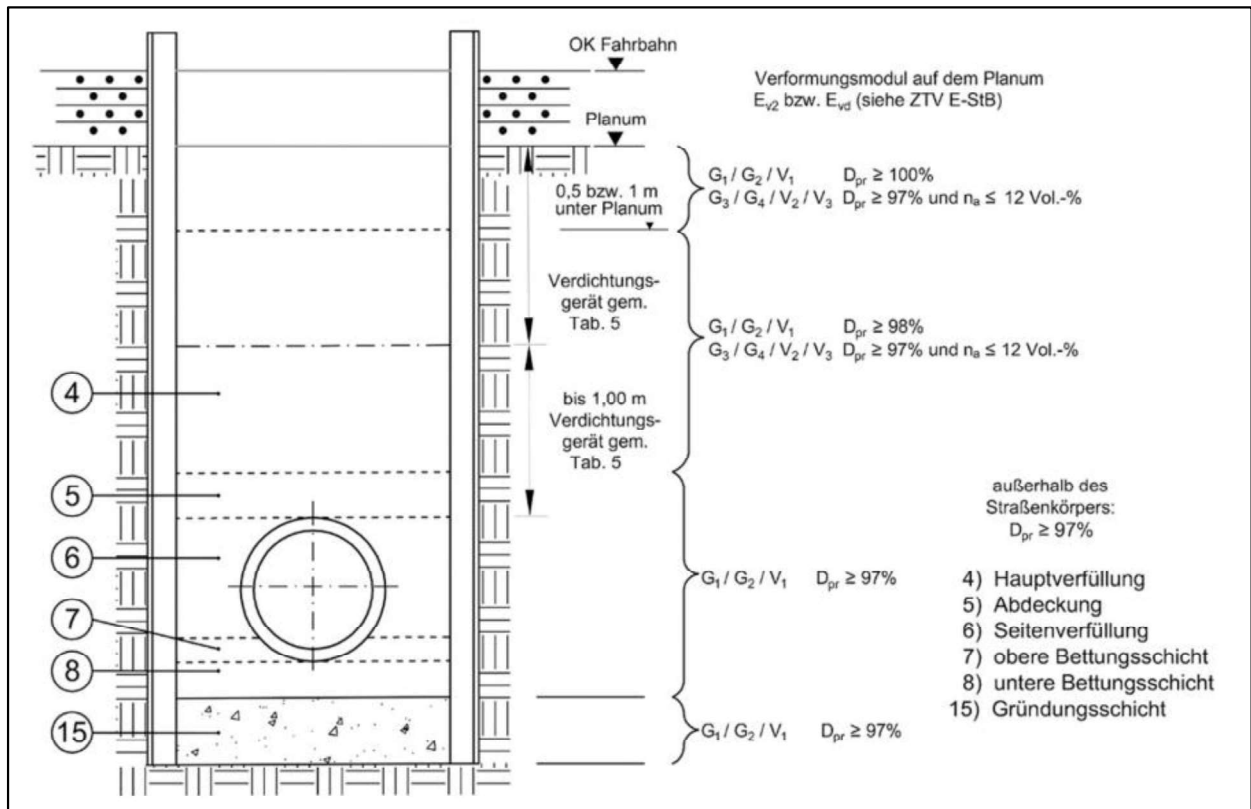
Gemäß den Angaben in Ziff. 4 ist davon auszugehen, dass keine Wasserhaltungsarbeiten erforderlich werden.

7.3 Rohrgründung

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

7.4 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 (Deckschichten) 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. Stattdessen sollte hier der örtlich gewonnen (und seitlich gelagerte) Kies der Gruppen G1/G2 eingebaut werden.

Die Böden der Gruppen G1/G2 (= Homogenbereich B2) 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 gemischtkörnige 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 den Deckschichten 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. 8.1).

8 Straßenbau

8.1 Fahrbahnunterbau

Für die Tragfähigkeit und Herstellung des Fahrbahnunterbaus außerhalb von Leitungsrinnen gelten prinzipiell die Angaben aus Ziff. 7.4 (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 Schmelzwasserkies-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 Schmelzwasserkies bereits vorher erreicht, so kann die Schichtstärke reduziert werden.

Als Material für den Bodenaustausch kann örtlich gewonnener und gelagerter Schmelzwasserkies oder vergleichbares Fremdmaterial (Frostschutzkies / Wandkies der Bodengruppen GW - GU) verwendet 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.

8.2 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.

9 Gründungshinweise für Hochbauten

Gründungen erfolgen bei unterkellerten Gebäuden im Schmelzwasserkies, 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 Schmelzwasserkies oder äquivalenter Kiestragschicht bis zum Schmelzwasserkies 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

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

erreicht werden.

Für Fundamentgründungen im Schmelzwasserkies 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.						

Für Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis < 2 dürfen die o.g. Werte um 20 % erhöht werden.

Bei Fundamentbreiten zwischen 2 m und 5 m müssen die Werte um 10 % je Meter zusätzliche Fundamentbreite abgemindert werden.

9.1 Wassereinwirkungsklasse

Die anstehenden Böden mit einer Durchlässigkeit $k_f < 10^{-4}$ m/s Böden bestimmen die Einstufung in Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1.

Liegt das Bauwerk innerhalb des Schmelzwasserkieses bzw. ist durch eine entsprechend durchlässige Arbeitsraumverfüllung und Dränage bei Lage innerhalb der Deckschichten an diesen hydraulisch angebunden, so ist das erdberührte Bauwerk auf die **Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E bzw. 1.2-E** zu bemessen.

Zum Bemessungswasserstand wird auf Ziff. 4 verwiesen.

10 Untergrund-Sickerfähigkeit, Bewertung für Sickeranlagen

10.1 Allgemeine Grundsätze nach DWA A 139-1 (2024)

Wesentliche Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser ist die ausreichende Wasserdurchlässigkeit des Bodens sowie die Wasserdurchlässigkeit (k_f -Wert) der im Untergrund anstehenden Locker- und Festgesteine.

Für die vollständige entwässerungstechnische Versickerung liegt der k_f -Wert in der Regel zwischen 10^{-3} m/s und 10^{-6} m/s. Bei k_f -Werten $< 10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht von vornherein gewährleistet, sodass gegebenenfalls eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit oder ein Anschluss an durchlässige Bodenschichten (sofern vorhanden) vorzusehen ist. Eine anteilige Versickerung kann erreicht werden. Bei größerem Flächenangebot für Versickerungsanlagen ist eine vollständige Versickerung auch bei geringerer Durchlässigkeit möglich (breitflächige Versickerung).

Eine Versickerung bei k_f -Werten $> 10^{-3}$ m/s ist möglich, jedoch muss das Erfordernis zusätzlicher Maßnahmen zum Stoffrückhalt im Einzelfall geprüft und mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden.

Der Abstand der Sohle der Versickerungsanlage zum Grundwasser sollte in Abhängigkeit der Belastung und Menge des Zuflusses sowie der bodenphysikalischen Eigenschaften des Bodens getroffen werden und muss mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden. Bei einem Abstand der Sohle der Versickerungsanlage zum maßgeblichen mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) von ≥ 1 m kann in der Regel auf diese Abstimmung verzichtet werden.

Für die Berechnung der Versickerungsleistung ist die bemessungsrelevante **Infiltrationsrate** k_i der entscheidende Eingangsparameter. Für deren Ermittlung gilt nach DWA A 138-1:

Die bemessungsrelevante Infiltrationsrate für die Bemessung wird als Produkt aus dem ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert und dem resultierenden Korrekturfaktor nach Gl. (5) berechnet:

$$k_i = k \cdot f_K = \text{konstant} \quad (5)$$

mit

k_i m/s bemessungsrelevante Infiltrationsrate

k m/s Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, zum Beispiel k_f -Wert

f_K – resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit nach Gl. (6)

Im Einfachen Verfahren wird die bemessungsrelevante Infiltrationsrate vereinfachend konstant angenommen. Auf der sicheren Seite liegend wird die minimale Infiltrationsrate als k_f -Wert verwendet. Beim Nachweisverfahren kann die Infiltrationsrate mit geeigneten Modellansätzen variabel (z. B. in Abhängigkeit des Bodenfeuchtehaushalts) berechnet oder vereinfachend konstant angenommen werden.

Örtliche Einflüsse, wie zum Beispiel Bodenstruktur, Bodenverdichtung und Makroporen, führen zu großen Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte. Korrekturfaktoren ermöglichen die Berücksichtigung von Einflüssen der Örtlichkeit und Unsicherheiten bei der Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts.

Der resultierende Korrekturfaktor berechnet sich wie folgt:

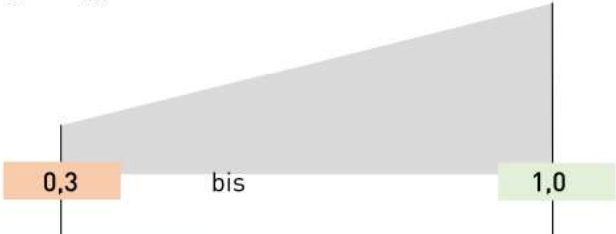
$$f_K = f_{\text{Ort}} \cdot f_{\text{Methode}} \leq 1 \quad (6)$$

mit

- f_K – resultierender Korrekturfaktor Wasserdurchlässigkeit
- f_{Ort} – Korrekturfaktor zur Erfassung örtlicher Einflussfaktoren (z. B. Variabilität der Bodenverhältnisse und Umfang/Anzahl der Versuchsstandorte) nach Tabelle 10
- f_{Methode} – Korrekturfaktor für Bestimmungsmethode Wasserdurchlässigkeit nach Tabelle 11

Mit dem Korrekturfaktor f_{Ort} werden örtliche Einflussfaktoren auf den Durchlässigkeitswert für die Bemessung bewertet. Eine Auswahl entsprechender Kriterien ist mit Tabelle 10 gegeben. Dieser Faktor ist unter anderem vor dem Hintergrund der Informationslage im gegebenen Wertebereich von 0,3 bis 1,0 begründet zu wählen. Liegen ausreichende Informationen zu den Bodenverhältnissen vor und sind die Versuchsstandorte/ Probenahmestellen auf die Verhältnisse vor Ort fundiert abgestimmt, können hohe Werte für den Korrekturfaktor f_{Ort} gewählt werden.

Tabelle 10: Beispiele Kriterien zur Festlegung von f_{Ort}



Beispiele Bewertungskriterien		0,3	bis	1,0
Informationsstand Bodenverhältnisse:	Informationslage sehr lückenhaft	...		fundierte, ausreichende Informationen/Untersuchungen liegen vor
Anzahl Versuche und Variabilität Bodenverhältnisse:	Mindestanforderungen bzgl. Anzahl Versuche erfüllt; keine Information zur Variabilität Bodenverhältnisse	...		Anzahl Versuche ist vorliegender Variabilität Bodenverhältnisse angepasst
Baupraktische Bewertung ermittelter Durchlässigkeitsbeiwerte:	wahrscheinlich starke Beeinflussung Durchlässigkeit durch Bautätigkeit (z. B. durch Aushub)	...		keine erwartete Beeinflussung Durchlässigkeit durch Bautätigkeit
Fachkenntnisse bei Ermittlung der Infiltrationsrate/ k_f -Wert:	Privatperson ohne Fachkenntnisse	...		Fachbüro für Baugrundgutachten, Geotechnik etc.
...

Der Korrekturfaktor f_{Methode} stellt eine Bewertung der Bestimmungsmethode dar. Insbesondere methodenspezifische Unsicherheiten der Ergebnisse werden mit diesem Faktor gewichtet. Informationen zur Eignung von Bestimmungsmethoden sind ergänzend mit Anhang A, Tabelle A.1 in Abhängigkeit des Versickerungsverfahrens und der Bodenart gegeben. Vorzugsweise sollte der Durchlässigkeitsbeiwert für Planungen durch Feldversuche bestimmt werden.

Tabelle 11: Korrekturfaktoren Infiltrationsrate (Quelle: in Anlehnung an BAKEMAN et al. 2014)

Bestimmungsmethode	Korrekturfaktoren f_{Methode}
Großflächige Feldversuche in Testgrube/Probeschurf ($\geq 1 \text{ m}^2$)	1
Kleinflächige Feldversuche	
– kleine Testgrube/ Probeschurf ($< 1 \text{ m}^2$)	0,9
– Doppelzylinder-Infiltrometer	0,9
– Open-End-Test	0,8
Laborverfahren mit ungestörten Proben (z. B. Permeameter)	0,7
Laborverfahren mit gestörten Proben/ Sieblinienauswertung für Sandböden	0,1

10.2 Örtliche Verhältnisse

Grundsätzlich sind die lehmig-gemischtkörnigen *Deckschichten* für Versickerungszwecke zu gering durchlässig ($k_f < 10^{-7} \text{ m/s}$); der unterlagernde *Schmelzwasserkies* ist dagegen als für Versickerungszweck gut geeignet einzustufen.

Der k_f -Wert des Schmelzwasserkieses wurde mit nachstehend dargestellten Sickerversuchen als Open-End-Test im Bohrloch (Versuchsprotokolle s. Anlage 2.1 - 2.4) unter Anwendung der Korrekturfaktoren nach o.g. Kriterien wie folgt ermittelt:

Meßstelle	KB2	KB5	KB6	KB8
Bodenart	Schmelzwasserkies			
k_f -Wert aus Open-End-Test [m/s]	2,80E-04	2,60E-04	2,19E-03	3,63E-03
Korrekturfaktor f_{Ort}	0,8	0,8	0,8	0,8
Korrekturfaktor f_{Methode}	0,8	0,8	0,8	0,8
Korrekturfaktor f_k	0,64	0,64	0,64	0,64
Infiltrationsrate $k_i (= k_f \times f_k)$ [m/s]	1,79E-04	1,66E-04	1,40E-03	2,32E-03
Bodenspezifischer Mittelwert der Infiltrationsrate k_i [m/s]	1,02E-03			

Für den Schmelzwasserkies wurde auf der Grundlage der Messmethodik im Rahmen der Vorerkundung die o.g. Infiltrationsrate ermittelt, die eine ausreichend hohe Durchlässigkeit zeigt. Aufgrund der methodisch bedingten geringen Korrekturfaktoren liegt der

Wert auf der sicheren Seite (unterer Wert), zeigt aber bereits eine hohe Wasserdurchlässigkeit an.

Er kann durch geeignete weitere Erkundungen im Zuge der Entwässerungsplanung, d.h. hier großflächige Sickerversuche in Probeschürfen mit eingestelltem Betonschachtring und Wassereinspeisung mit konstanter Druckhöhe an geeigneten und für Sickeranlagen vorgesehenen Standorten, noch näher ermittelt und optimiert werden.

Gemäß den Angaben in Ziff. 4 liegt der MHGW im Tiefenbereich 5,3 bis 6,2 m unter Gelände, so dass ein ausreichend hoher Sickerraum gegeben ist.

Für die Gesamtbewertung gelten die Kriterien nach DWA A138-1 (2024) Tabelle 3 (s. Folgeseite). Sind die Kriterien nach Spalte 2 erfüllt, ist eine Versickerung von Niederschlagswasser mit einem geeigneten Verfahren zulässig und bezüglich der örtlichen Gegebenheiten möglich. Wird ein Kriterium dieser Spalte nicht erfüllt, muss das entsprechende Kriterium genauer geprüft werden. Wenn mindestens ein Kriterium der Spalte 3 zutrifft, sind technische und planerische Maßnahmen durch Fachplanende aufzuzeigen, um eine Versickerung zu ermöglichen.

Eine Versickerung ist in der Regel nicht zulässig, wenn die Kriterien der Spalte 3 nicht erfüllt werden bzw. technische oder planerische Maßnahmen nicht möglich sind oder eines der Kriterien der Spalte 4 zutrifft.

Überprüfung der Umsetzbarkeit einer entwässerungstechnischen Versickerung nach DWA A138-1 (2024) Tabelle 3 (Zutreffendes angekreuzt):

1	2	3	4
	Versickerung ist möglich	Versickerung ist potenziell möglich	Versickerung ist nicht möglich
Grundwasser und Boden	<input checked="" type="checkbox"/> Abstand Sohle Versickerungsanlage zum MHGW ≥ 1 m	<input type="checkbox"/> Abstand Sohle Versickerungsanlage zum MHGW < 1 m	
	<input checked="" type="checkbox"/> Keine Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen vorhanden	<input type="checkbox"/> Örtlich begrenzte Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen liegen in der Nähe vor. Die Mobilisierung von Schadstoffen ist unwahrscheinlich oder kann beseitigt werden.	<input type="checkbox"/> Altlasten, altlastenverdächtige Flächen oder schädliche Bodenveränderungen liegen im Boden vor. Es besteht die Gefahr der Mobilisierung von Schadstoffen durch die entwässerungstechnische Versickerung.
	<input checked="" type="checkbox"/> Kein Trinkwasserschutzgebiet; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist nicht gegeben/sehr gering	<input type="checkbox"/> Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist aber sehr gering (Einzelfallbetrachtung)	<input type="checkbox"/> Trinkwasserschutzgebiet liegt vor; Risiko einer Verschmutzung durch die Versickerungsanlage ist nicht vernachlässigbar
	<input checked="" type="checkbox"/> $k_f \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s	<input type="checkbox"/> $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist möglich	<input type="checkbox"/> $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und der Anschluss an durchlässige Bodenschichten oder eine gedrosselte Ableitung ist nicht möglich (Ausnahme breitflächige Versickerung)
	<input checked="" type="checkbox"/> Eine geotechnische Gefährdung im Projektgebiet (z. B. Bodenverflüssigung, Quellböden, Unterspülung, Karstgesteine) durch die Versickerungsanlage ist ausgeschlossen	<input type="checkbox"/> Geotechnische Gefährdungen sind im näheren Umfeld möglich, aber nicht am Standort der Versickerungsanlage	<input type="checkbox"/> Geotechnische Gefährdungen liegen am Standort vor
Umfeld	<input checked="" type="checkbox"/> Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind einzuhalten/unkritisch (siehe 5.3.2)	<input type="checkbox"/> Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind möglich (z. B. weiße oder schwarze Wanne)	<input type="checkbox"/> Mindestabstände zu Gebäuden/Baugruben und sonstigen baulichen Strukturen sind nicht einzuhalten; bautechnische Sicherungen sind nicht möglich
	<input checked="" type="checkbox"/> Der Standort der Versickerungsanlage liegt nicht in der Nähe eines Hangs	<input type="checkbox"/> Der Standort der Versickerungsanlage liegt in der Nähe eines Hangs. Hangrutschung oder Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind unwahrscheinlich bzw. nicht nachteilig.	<input type="checkbox"/> Hangrutschung oder nachteiliger Wasseraustritt des infiltrierten Oberflächenwassers an einem Hang sind wahrscheinlich
Umsetzbarkeit	Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist grundsätzlich möglich, wenn alle der oben genannten Kriterien zutreffen und durch Fachgutachten nachgewiesen sind. Ist ein Kriterium nicht erfüllt sind die entsprechenden Kriterien nach Spalte 3 zu prüfen.	Wenn eine oder mehrere Kriterien dieser Kategorie zutreffen, sind technische und planerische Maßnahmen durch die Fachplanenden aufzuzeigen und ggf. mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen	Wenn eines der oben aufgeführten Kriterien zutrifft, ist eine Versickerung von Niederschlagswasser in der Regel nicht zulässig

Altusried, den 14.11.2024

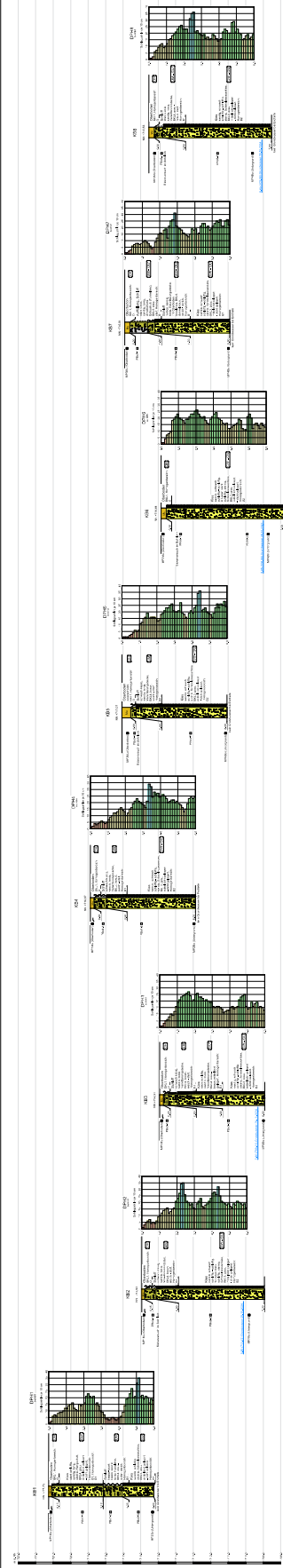
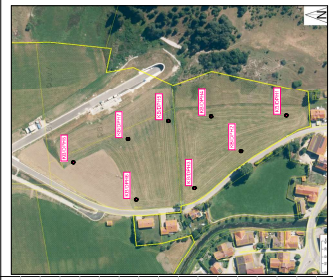
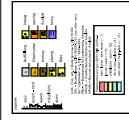
ICP Ingenieurgesellschaft

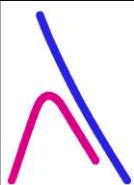
Dipl.-Geol. Brüll, Prof. Czurda & Coll. mbH
Illerstrasse 12, D-87452 Altusried
Tel. 08373 - 93 51 74, Fax 08373 - 93 51 75



Hermann-J. Brüll







ICP

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

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

Anlage 2.1
zu Bericht Nr. 240803

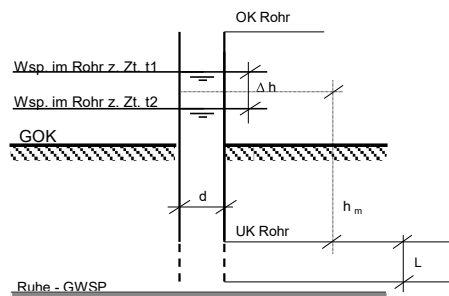
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Baugebiet Bertoldshofen Nord-Ost				
Bohrung Nr:	KB2	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	30.10.2024
Bodenart:	Schmelzwasserkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,05
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,47
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	5,80
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	1,00

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δh [m]	h_m [m]	Δt [sec]	$\Delta h / \Delta t$ [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	1,05				
				1	0,55	4	0,25000
	4	1,00	0,05				
				-1	0,025	-4	0,25000

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

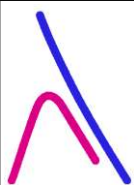
$$C := \frac{d^2}{4 \cdot \left(d + \frac{L}{3}\right)} \quad [\text{m}]$$

	t [sec]	$\Delta h / \Delta t$ [m/sec]	h_m [m]	$k_f = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		0,25000	0,55	2,80E-04
	4			
		0,25000	0,025	

kf-Mittelwert: 2,80E-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 2.2
zu Bericht Nr. 240803

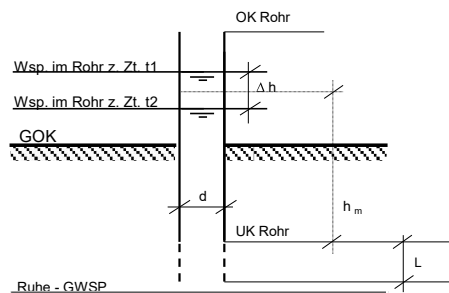
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Baugebiet Bertoldshofen Nord-Ost				
Bohrung Nr:	KB5	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	30.10.2024
Bodenart:	Schmelzwasserkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,05
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	2,16
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	6,00
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	1,00

* 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]	hm [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	1,05				
				1	0,55	3	0,33333
	3	1,00	0,05				
				-1	0,025	-3	0,33333

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

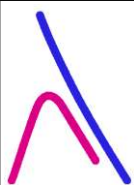
$$C := \frac{d^2}{4 \cdot \left(d + \frac{L}{3}\right)} \quad [\text{m}]$$

	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			
		0,33333	0,55	2,60E-04
	3			
		0,33333	0,025	

kf-Mittelwert: 2,60E-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 2.3
zu Bericht Nr. 240803

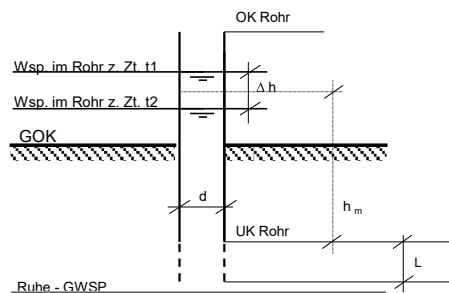
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Baugebiet Bertoldshofen Nord-Ost				
Bohrung Nr:	KB6	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	30.10.2024
Bodenart:	Schmelzwasserkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,05
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,16
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	6,00
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	2,00

* 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]	hm [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	1,05				
				2	0,05	14	0,14286
	14	2,00	-0,95				
				-2	-0,475	-14	0,14286

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

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

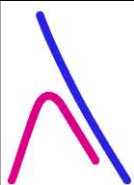
	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	hm [m]	$k_f = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		0,14286	0,05	2,19E-03
	14			
		0,14286	-0,475	

kf-Mittelwert:

2,19E-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 2.4
zu Bericht Nr. 240803

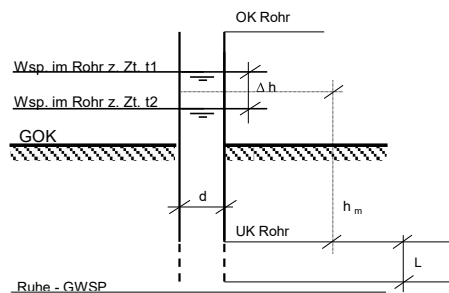
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Baugebiet Bertoldshofen Nord-Ost				
Bohrung Nr:	KB8	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	30.10.2024
Bodenart:	Schmelzwasserkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,05
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,23
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	6,45
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	2,00

* 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	1,05				
				2	0,05	8	0,25000
	8	2,00	-0,95				
				-2	-0,475	-8	0,25000

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			
		0,25000	0,05	3,63E-03
	8			
		0,25000	-0,475	

kf-Mittelwert:

3,63E-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)

Bericht: 240803

Anlage: 4.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18122 / ISO 17892-12

Baugebiet Bertoldshofen Nord-Ost

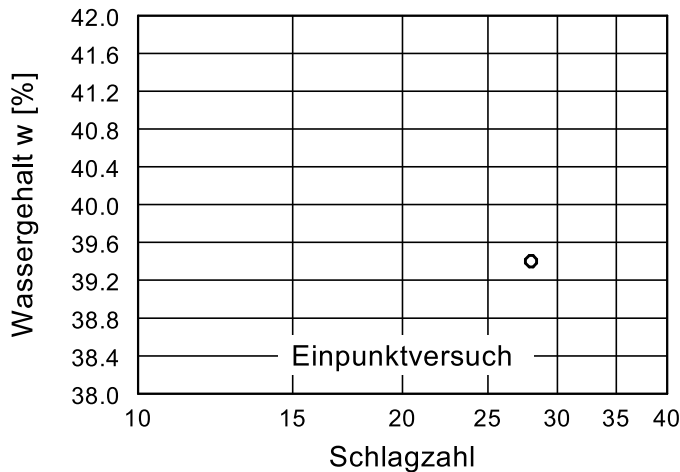
Entnahmestelle: KB4

Probe: PBo4-1 (Verwitterungsdecke)

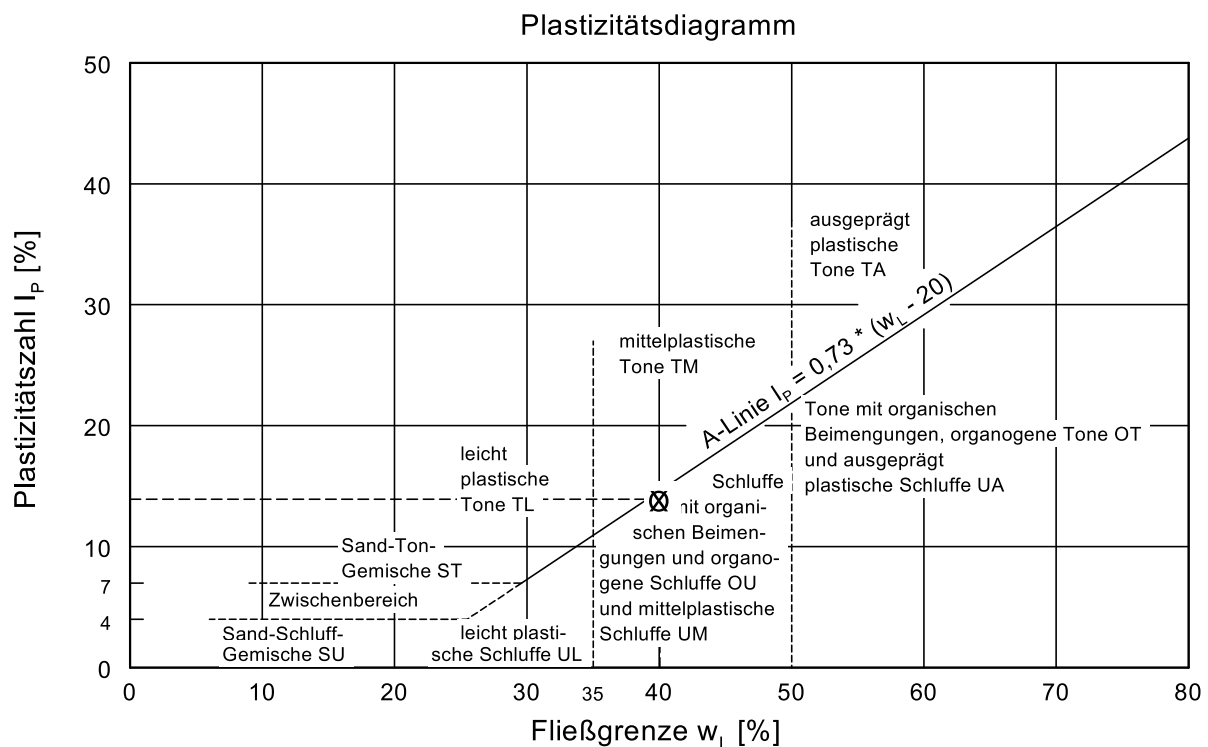
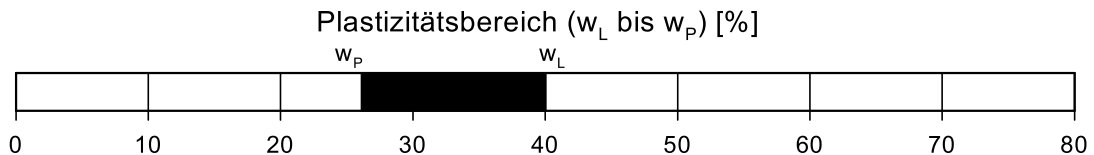
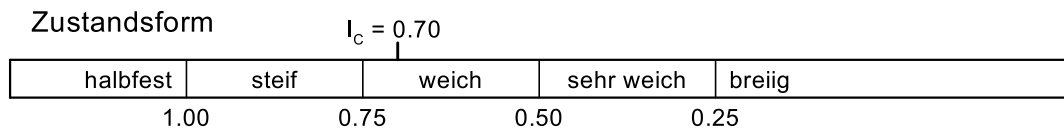
Entnahmedatum: 30.10.2024

Bearbeiter: S.

Datum: 11/2024



Wassergehalt w =	23.4 %
Fließgrenze w_L =	40.0 %
Ausrollgrenze w_P =	26.1 %
Plastizitätszahl I_P =	13.9 %
Konsistenzzahl I_C =	0.70
Anteil Überkorn \ddot{u} =	22.7 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	30.3 %



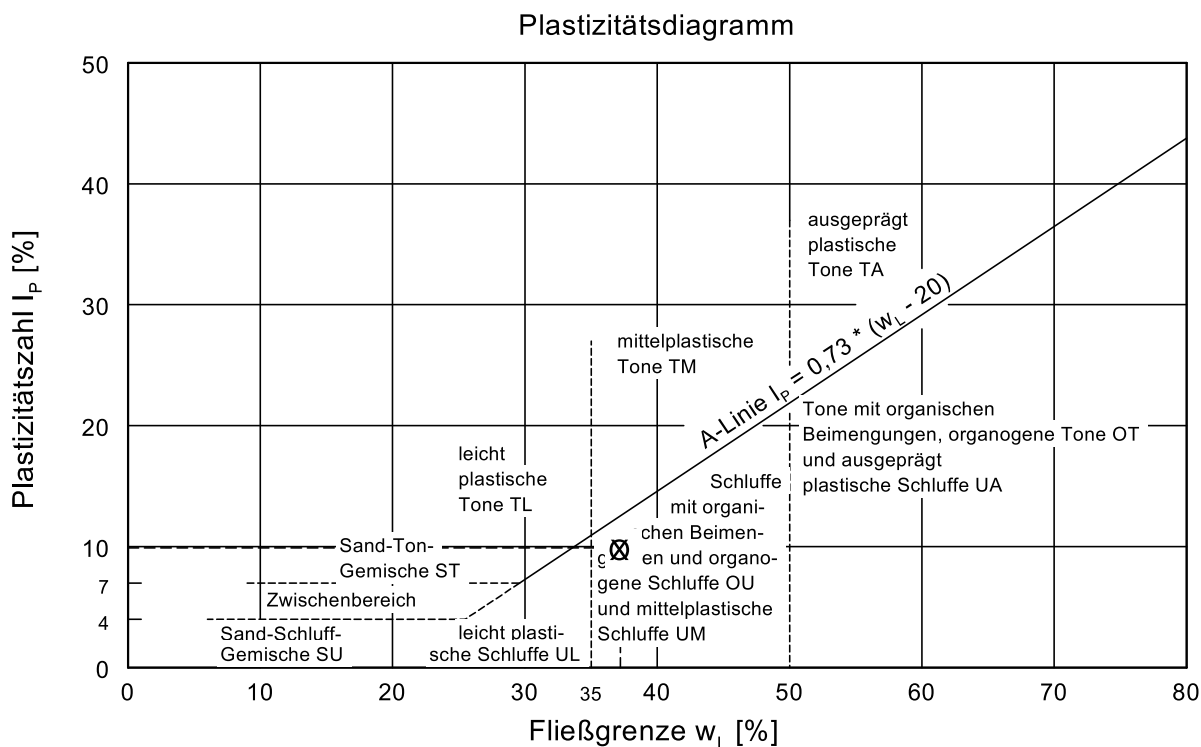
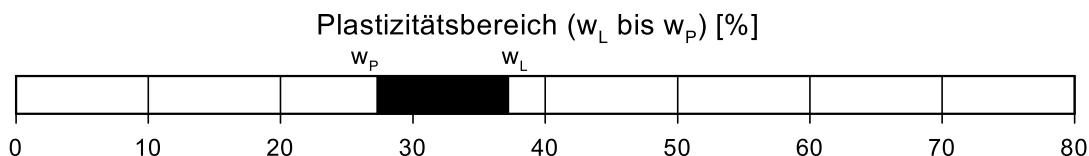
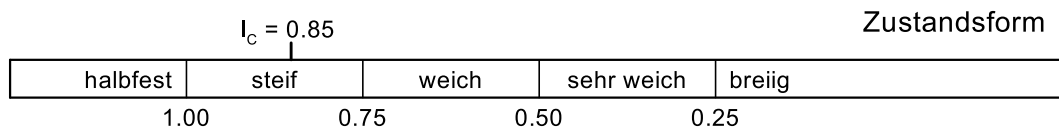
Entnahmestelle: KB8

Probe: PBo8-1 (Verwitterungsdecke)

Entnahmedatum: 30.10.2024

Bearbeiter: S.

Datum: 11/2024



ICP Ingenieurgesellschaft

Illerstraße 12
87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0947	Datum:	12.11.2024
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : ICP Ingenieurgesellschaft
 Projekt : Bertoldshofen
 Projekt-Nr. : 240803 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : Mischprobe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 29.10.2024
 Originalbezeich. : 240803 MP 2 Bo Probeneingang : 04.11.2024
 Probenbezeich. : 484/0947 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 04.11.2024 - 12.11.2024

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,3	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	53	-	-	-	-	Siebung

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Glühverlust	[Masse %]	4,0	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	1,32	-	-	-	-	berechnet
TOC 400	[Masse %]	1,21	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,11	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	4,9	20 20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	11	40 70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,18	04 1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	23	30 60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	17	20 40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	18	15 50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 1					EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	43	60 150	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01
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

3.1 PCB, PAK

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)perylene	[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 (l : s)		10 : 1						DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,30		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	111		500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 3		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	02/05 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
DOC	[mg/l]	2,3						DIN EN 1484 :2019-04
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. Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EPP:2019-12) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 12.11.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) A. Schmid

ICP Ingenieurgesellschaft

Illerstraße 12
87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0948	Datum:	12.11.2024
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : ICP Ingenieurgesellschaft
 Projekt : Bertoldshofen
 Projekt-Nr. : 240803 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : Mischprobe
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 29.10.2024
 Originalbezeich. : 240803 MP 4 Bo Probeneingang : 04.11.2024
 Probenbezeich. : 484/0948 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 04.11.2024 - 12.11.2024

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	95,5	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	39	-	-	-	-	Siebung

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Glühverlust	[Masse %]	2,7	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,72	-	-	-	-	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,62	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,10	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	2,6	20 20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	5,2	40 70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	04 1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	12	30 60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	10	20 40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	9,7	15 50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 1					EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	24	60 150	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							EN 13657 :2003-01
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

3.1 PCB, PAK

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)perylene	[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 (l : s)		10 : 1						DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,54		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	116		500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 3		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	02/05 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
DOC	[mg/l]	1,8						DIN EN 1484 :2019-04
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. Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EPP:2019-12) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 12.11.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) A. Schmid

						Bodenart (< 2 mm) ProbenNr		Lehm 484/0947		Kies/Sand 484/0948	
								45594 Bertoldshofen		45594 Bertoldshofen	
						Projektname Originalbezeichnung		240803 MP 2 Bo 45600		240803 MP 4 Bo 45600	
						ProjektNr		240803		240803	
Parameter		Einheit	Z0 (SAND)	Z0 (LEHM)	Z0 (TON)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2			
Trockensubstanz		%							85,3 95,5		
Glühverlust		% TS							4,05 2,69		
TOC		%							1,32 0,72		
Feststoff											
Arsen (As)		mg/kg	20	20	20	30	50	150	4,9 2,6		
Blei (Pb)		mg/kg	40	70	100	140	300	1000	11 5,2		
Cadmium (Cd)		mg/kg	0,4	1	1,5	2	3	10	0,18 0,1		
Chrom (Cr)		mg/kg	30	60	100	120	200	600	23 12		
Kupfer (Cu)		mg/kg	20	40	60	80	200	600	17 10		
Nickel (Ni)		mg/kg	15	50	70	100	200	600	18* 9,7		
Quecksilber (Hg)		mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10	< 0,02 < 0,02		
Thallium (Th)		mg/kg							< 0,4 < 0,4		
Zink (Zn)		mg/kg	60	150	200	300	500	1500	43 24		
EOX		mg/kg	1	1	1	3	10	15	< 0,5 < 0,5		
Kohlenwasserstoffe C10-C22		mg/kg							< 30 < 30		
Kohlenwasserstoffe C10-C40		mg/kg	100	100	100	300	500	1000	< 50 < 50		
Extr. Lipoph. Stoffe		mg/kg									
Cyanide ges.		mg/kg	1	1	1	10	30	100	< 0,25 < 0,25		
PCB 28		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB 52		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB 101		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB 118		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB 138		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB 153		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB 180		mg/kg							< 0,01 < 0,01		
PCB-Summe		mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1	n.n. 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 < 0,04		
Acenaphthylen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Acenaphthen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Fluoren		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Phenanthren		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Anthracen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Fluoranthen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Pyren		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Benzo(a)anthracen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Chrysen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Benzo(b)fluoranthen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Benzo(k)fluoranthen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Benzo(a)pyren		mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	< 0,04 < 0,04		
Dibenz(a,h)anthracen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Benzo(a,h,i)perylen		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
Indeno(1,2,3-cd)pyren		mg/kg							< 0,04 < 0,04		
PAK-Summe (nach EPA)		mg/kg	3	3	3	5	15	20	n.n. n.n.		
pH-Wert **			9	9	9	9	12	12	8,3 8,54		
elektrische Leitfähigkeit		µS/cm	500	500	500	500	1000	1500	111 116		
Eluat											
Arsen (As)		µg/l	10	10	10	10	40	60	< 3 < 3		
Antimon (Sb)		µg/l							< 3 < 3		
Barium (Ba)		µg/l							< 5 < 5		
Blei (Pb)		µg/l	20	20	20	25	100	200	< 5 < 5		
Cadmium (Cd)		µg/l	2	2	2	2	5	10	< 0,1 < 0,1		
Chrom (Cr)		µg/l	15	15	15	30	75	150	< 5 < 5		
Kupfer (Cu)		µg/l	50	50	50	50	150	300	< 5 < 5		
Molybdän (Mo)									< 5 < 5		
Nickel (Ni)		µg/l	40	40	40	50	150	200	< 5 < 5		
Selen (Se)									< 3 < 3		
Quecksilber (Hg)		µg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	1	2	< 0,05 < 0,05		
Thallium (Th)									< 0,2 < 0,2		
Zink (Zn)		µg/l	100	100	100	100	300	600	< 10 < 10		
Phenolindex		µg/l	10	10	10	10	50	100	< 10 < 10		
Cyanide ges.		µg/l	10	10	10	10	50	100	< 5 < 5		
Cyanide (f.)											
Chlorid (Cl)		mg/l	250	250	250	250	250	250	< 2 < 2		
Sulfat (SO4)		mg/l	250	250	250	250	250	250	< 5 < 5		
gelöste Feststoffe		mg/l									
DOC		mg/l							2,3 1,8		
Fluorid		mg/l							< 0,5 < 0,5		
Fraktion < 2 mm		%							53 39		

ICP Ingenieurgesellschaft

Illerstraße 12
87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0949	Datum:	12.11.2024
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: ICP Ingenieurgesellschaft	Entnahmestelle	:
Projekt	: Bertoldshofen	Art der Probe	: Boden
Projekt-Nr.	: 240803	Entnahmedatum	: 29.10.2024
Art der Probenahme	: Mischprobe	Originalbezeich.	: 240803 MP 1 Mu
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Untersuch.-zeitraum	: 04.11.2024 – 12.11.2024
Probeneingang	: 04.11.2024		
Probenbezeich.	: 484/0949		

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV, Anl. 1, Tab. 2)

Parameter	Einheit	Messwert					Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	67,5		-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	1,9
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	78					Siebung	-

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV, Anl. 1, Tab. 1)

Parameter	Einheit	Messwert		Sand	Lehm	Ton	Methode	MU* [%]
Glühverlust	[% TS]	14,9					DIN EN 15169 :2007-05	5,1
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	7,54		-	-	-	berechnet	-
TOC 400	[Masse %]	6,74					DIN EN 19539 :2016-12	6,5
ROC	[Masse %]	0,80					DIN EN 19539 :2016-12	8,3
Humusgehalt (H)	[% TS]	13,0		-	-	-	berechnet	-
pH-Wert	[-]	8,0		5			DIN ISO 10390:2021-04	3
Arsen	[mg/kg TS]	8		10	20	20	EN ISO 11885 :2009-09	16
Blei	[mg/kg TS]	27		40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,4		0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	38		30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09	8
Kupfer	[mg/kg TS]	30		20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09	5
Nickel	[mg/kg TS]	27		15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,07		0,2	0,3	0,3	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,5	1	1	EN ISO 11885 :2009-09	10
Zink	[mg/kg TS]	102		60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09	7

4 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV, Anl. 1, Tab. 2)

Parameter	Einheit	Messwert		TOC < 4%	TOC > 4%		Methode	MU* [%]
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						25
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01						21
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						17
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						24
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						27
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,1		DIN EN 17322:2021-03	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,5			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	5		DIN ISO 18287 :2006-05	

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (BBodSchV:2021-02) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 12.11.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl. Ing. (FH) A. Schmid

ICP Ingenieurgesellschaft

Illerstraße 12
87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0950	Datum:	12.11.2024
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: ICP Ingenieurgesellschaft	Entnahmestelle	:
Projekt	: Bertoldshofen	Art der Probe	: Boden
Projekt-Nr.	: 240803	Entnahmedatum	: 29.10.2024
Art der Probenahme	: Mischprobe	Originalbezeich.	: 240803 MP 3 Mu
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Untersuchungszeitraum	: 04.11.2024 – 12.11.2024
Probeneingang	: 04.11.2024		
Probenbezeich.	: 484/0950		

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BBodSchV, Anl. 1, Tab. 2)

Parameter	Einheit	Messwert					Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	71,4		-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	1,9
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	84					Siebung	-

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV, Anl. 1, Tab. 1)

Parameter	Einheit	Messwert		Sand	Lehm	Ton	Methode	MU* [%]
Glühverlust	[% TS]	10,8					DIN EN 15169 :2007-05	5,1
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	5,98		-	-	-	berechnet	-
TOC 400	[Masse %]	5,08					DIN EN 19539 :2016-12	6,5
ROC	[Masse %]	0,90					DIN EN 19539 :2016-12	8,3
Humusgehalt (H)	[% TS]	10,3		-	-	-	berechnet	-
pH-Wert	[-]	8,0		5			DIN ISO 10390:2021-04	3
Arsen	[mg/kg TS]	8,3		10	20	20	EN ISO 11885 :2009-09	16
Blei	[mg/kg TS]	25		40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,43		0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	41		30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09	8
Kupfer	[mg/kg TS]	25		20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09	5
Nickel	[mg/kg TS]	28		15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06		0,2	0,3	0,3	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,5	1	1	EN ISO 11885 :2009-09	10
Zink	[mg/kg TS]	82		60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09	7

4 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BBodSchV, Anl. 1, Tab. 2)

Parameter	Einheit	Messwert		TOC < 4%	TOC > 4%		Methode	MU* [%]
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						25
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						26
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01						21
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						17
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						24
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						27
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,1		DIN EN 17322:2021-03	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						26
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						16
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						21
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,5			15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	5		DIN ISO 18287 :2006-05	

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (BBodSchV:2021-02) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

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

Markt Rettenbach, den 12.11.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl. Ing. (FH) A. Schmid