



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

**Grundstück Flur Nr. 919 (Teilfl.)
Westlich Heisinger Straße
in Kempten (Allgäu)**

Baugrunduntersuchung

Untersuchungsbericht Nr. 230905

Altusried, 23.11.2023

Inhalt:

	Seite
1	Vorgang..... 1
2	Leistungsumfang..... 1
3	Geologische Schichtenfolge..... 2
4	Grundwasserverhältnisse, Wassereinwirkungsklasse, Sickerfähigkeit 2
5	Homogenbereiche, Bodenkenwerte..... 3
6	Analytik/Bewertung Bodenmaterial 5
7	Gründung 7
8	Aushub, Wiedereinbau..... 9
9	Baugrubenwände, Wasserabfuhr 9
10	Befestigte Außenanlagen..... 10
11	Untergrund-Sickerfähigkeit..... 10

Anlagen:

- 1 Bohrprofile in Schnitten, Lageplan
- 2.1 - 2.3 Korngrößenanalysen
- 3.1 - 3.4 Bestimmung Konsistenz/Zustandsgrenzen
- 4 Chemische Analysen, Laborbericht

1 Vorgang

Herr Elias Bodenmüller beauftragte die ICP GmbH mit einer Baugrunduntersuchung für die Bebauung der nördlichen Teilfläche des Grundstückes Flur Nr. 919 westlich der Heisinger Straße in Kempten (Allgäu).

2 Leistungsumfang

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

- 6 Stck. Kleinrammbohrungen KB1 - KB6 nach DIN 22475, Tiefe 5 bis 8 m,
- 3 Stck. Rammsondierungen DPH n. DIN 22476-2,
- 6 Stck. Korngrößenanalysen nach DIN 18123 / ISO 17892-4,
- 4 Stck. Bestimmung Konsistenz/Zustandsgrenzen n. DIN 18122 / ISO 17892-12,
- 1 Stck. Chemische Analyse an Bodenmaterial n. Verfüll-Leitfaden Bayern.

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

Die Aufschlussergebnisse wurden in schematischen Geländeschnitten mit Bohrprofilen n. DIN 4022/23 dargestellt (Anl. 1). Für die bautechnische Beurteilung wurden die örtlichen Böden in Homogenbereiche gegliedert, die Bodenkenwerte nach DIN 14688/1055, DIN 18196 und DIN 18300 u.a. ermittelt bzw. ihre bodenmechanische Einstufung angegeben.

Daraus wurden Gründungsempfehlungen und weitere bauliche Hinweise abgeleitet.

3 Geologische Schichtenfolge

Das untersuchte Grundstück liegt im nördlichen Stadtgebiet von Kempten, zwischen der Heisinger Straße im Osten und der Autobahn A7 im Westen.

Es handelte sich zum Zeitpunkt der Untersuchungen um eine unbebaute landwirtschaftliche Grünfläche an der nach Norden abfallenden Stirnseite eines eiszeitlichen Moränenhügels (Drumlin) und der nach Norden anschließenden Verebnungsfläche. Der Höhenunterschied beträgt innerhalb des potenziellen Baufeldes bis zu ca. 7 m.

Der Untergrund in bautechnisch relevanter Tiefe wird hier von eiszeitlichen **Moränenablagerungen** und **Schmelzwasserkies** aufgebaut.

Die Moränenablagerungen bauen den Drumlin auf und bestehen aus **Geschiebemergel**, einem matrixgebundenen gemischtkörnigen Boden aus Schluff mit kiesig-sandig-tonigen Anteilen sowie Einlagerungen von Steinen und Blöcken, bis zu stark schluffigem Kies. Der Geschiebemergel weist eine im oberen Teil steif-halbfeste, im tieferen Teil halbfest-feste Konsistenz auf. Lokal sind auch korngestützte kiesige und sandige Lagen (Moränenkies/-sand) eingeschaltet.

Der **Schmelzwasserkies** liegt in der nördlichen Verebnungsfläche über der Moräne, er wurde in KB2 aufgeschlossen, d.h. im nordöstlichen Grundstücksbereich; nach Aufschlüssen auf dem nördlich angrenzenden Grundstück setzt sich der Schmelzwasserkies nach Norden in der Verebnungsfläche weiter fort. Der Schmelzwasserkies besteht aus einem nichtbindigen, korngestützten Rundkorn, weit gestuft mit sandigen, teils schluffigen und steinigen Anteilen. Die Lagerungsdichte ist hier mitteldicht.

Über diesen Böden folgt teilweise noch eine **Verwitterungsdecke**; sie besteht aus kiesigem, sandig-tonigem Schluff/Lehm, in weich-steifer Konsistenz. Der Verwitterungsdecke zugerechnet wird auch eine aufgeweichte obere Zone des Geschiebemergels, so dass die Verwitterungsdecke insgesamt bis in Tiefen zwischen 0,9 und 2,4 m reicht.

Die Schichtenfolge wird im Grünflächenbereich von **Oberboden** in 15 - 25 cm Stärke abgeschlossen.

Verbreitung, Tiefenlage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten in den Bohrungen können Anlage 1 entnommen werden.

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

4 Grundwasserverhältnisse, Wassereintragsklasse, Sickerfähigkeit

Ein durchgehender Grundwasserspiegel ist im gering durchlässigen Geschiebemergel mit Verwitterungsdecke sowie im bis 5 m Tiefe erbohrten Schmelzwasserkies in bautechnisch relevanter Tiefe nicht vorhanden.

Es wurden jedoch in den kiesig-sandigen Einschaltungen innerhalb des Geschiebemergels lokale Durchfeuchtungen aus Staunässe festgestellt.

Aus der Kombination aus gering durchlässigen Böden und Stauwasservorkommen resultiert die Einstufung der erdberührten Bauteile in die **Wassereintragsklasse W2.1-E** nach DIN 18533-1.

Ein **Bemessungswasserstand** ist auf der Höhe der tiefsten Gelände-OK am Bauwerk anzusetzen, sofern keine Dränage vorgesehen ist. Voraussetzung dafür ist eine ausreichend durchlässige Arbeitsraumverfüllung ($k_f \geq 10^{-4}$ m/s), so dass sich kein Stauwasser am Bauwerk ansammeln kann.

Wird eine Entlastungsdränage eingebaut (z.B. umlaufend auf UK Bodenplatten-Tragschicht), so gilt deren OK als Bemessungswasserstand.

5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

Die in Ziff. 3 aufgeführte, bautechnisch relevante Schichtenfolge kann in folgende Homogenbereiche gegliedert werden:

Homogenbereich O:	Oberboden
Homogenbereich B1:	Verwitterungsdecke (matrixgebunden)
Homogenbereich B2:	Geschiebemergel (matrixgebunden)
Homogenbereich B3:	Schmelzwasserkies und Moränenkies/sand (korngestützt)

Die Homogenbereiche B1 - B3 können mit folgenden Bandbreiten der Bodenkennwerte belegt werden:

Homogenbereich	B1	B2	B3
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Geschiebemergel	Schmelzwasserkies (mit Moränenkies-/sand)
Bodengruppe (DIN 18196)	UM	UM, UL, GU*	GW, GU, SU
Bodenklasse (DIN 18300-2012, nur informativ, nicht mehr gültig)	4	steif-halbfest: 4 halbfest-fest: 6	3
Korngrößen- verteilung (DIN 18123)	siehe Anlage 2.1	siehe Anlage 2.2	siehe Anlage 2.3
Steine > 63 mm [Gew.-%]	bis 10 %	bis 25 %	bis 15 %
Blöcke > 200 mm [Gew.-%]	vereinzelt möglich	vereinzelt möglich	vereinzelt möglich

Homogenbereich	B1	B2	B3
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Geschiebemergel	Schmelzwasserkies (mit Moränenkies-/sand)
Organischer Anteil [Gew.-%]	< 1	0	0
Wassergehalt [Gew.-%]	18 - 28	10 - 20	< 10 in Staunässe bis 30
Kalkgehalt (Abschätzung)	gering	mittel	hoch
Sulfatgehalt (nach Analytik)	gering	gering	gering
Lagerungsdichte / I_D (DIN 14688-2) [%]	-	-	mitteldicht / 40 - 60
Konsistenz / I_C (DIN 18122-1) [-]	weich-steif 0,4 - 0,8	steif-halbfest-fest 0,8 - 1,1 - 1,5	-
Plastizität / I_P (DIN 18122-1) [-]	mittel plastisch / 0,15 - 0,25	leicht bis mittel plastisch / 0,05 - 0,25	-
Dichte ρ erdfeucht (DIN 17892-2 u. DIN 18125-2) [t/m ³]	1,8	1,9 - 2,0	2,0
Wichte γ (DIN 1055) [kN/m ³]	18 - 19	19 - 20	20 - 21
γ'	8 - 10	9 - 11	11 - 12
Reibungswinkel φ' (DIN 1055) [Grad]	25 - 28	28 - 32	30 - 35
Steifemodul E_s [MN/m ²]	5 - 10	20 - 40	30 - 40
Kohäsion c' (DIN 1055) [kN/m ²]	1 - 3	10 - 20 - 30	-
c_u	15 - 80	80 - 150 - 250 (steif-halbfest-fest)	-
Durchlässigkeit k_f [m/s] ca.	< 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁷	GW: 3 x 10 ⁻⁴ GU, SU: 5 x 10 ⁻⁵

Homogenbereich	B1	B2	B3
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Geschiebemergel	Schmelzwasserkies (mit Moränenkies-/sand)
Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17	F 3	F 3	GW: F 1 GU, SU: F 2
Verdichtbarkeits- klasse n. DWA-A 139	V 3	V 3	V 1

6 Analytik/Bewertung Bodenmaterial

Aus KB1 bis KB6 (Tiefenbereich s. Anlage 1) wurde eine zusammenfassende Mischprobe MP1 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 4):

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 Endtiefe aus KB1 - KB6	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 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.

7 Gründung

Planunterlagen zur geplanten Bebauung liegen zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung noch nicht vor, es wird aber davon ausgegangen, dass ein nicht unterkellertes Hallenbau mit OKFB etwa auf derzeitiger Geländehöhe des nördlichen (tieferen, flachen) Geländeteils erstellt wird.

Das Gebäude bindet dann je nach Lage hangseitig (nach Süden) bis zu ca. 7 m in das Gelände ein, talseitig am Geländetiefpunkt (KB4) liegt die Sohlentiefe geringfügig unter Gelände-OK.

Die Gründungssohle wird dann hangseitig größtenteils bereits im mindestens steif-halbfesten Geschiebemergel liegen. Der Geschiebemergel ist ein gut tragfähiger und setzungsarmer Untergrund. Gleichwertig hinsichtlich der Tragfähigkeit ist der Schmelzwasserkies im nordöstlichen Geländeteil zu bewerten.

Die Verwitterungsdecke ist aufgrund der hier nur weich-steifen Konsistenz weniger tragfähig und stärker setzungswillig, so dass sie mit Fundamentgründungen zu durchfahren ist. Dazu sind ggf. lokal Fundamentvertiefungen und Bodenaustausch mit Magerbeton in Fundamentbreite herzustellen.

Als Bemessungswert des Sohlwiderstandes können dann die Werte nach DIN 1054 Tab. A 6.6 angesetzt werden (Gemischtkörniger Boden, ungünstigerer Fall):

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m
	Mittlere Konsistenz
	steif-halbfest
0,5	260
1	320
1,5	385
2	435

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.

Bei Fundamentbreiten von mehr als 5 m müssen die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden.

Liegt die Gründungssohle bereits im halbfest-festen Geschiebemergel, so können die o.g. Werte nach Einzelfallprüfung ggf. noch erhöht werden.

Für elastisch gebettete Bodenplatten empfehlen wir den Aufbau auf einer Tragschicht aus Frostschutzkies oder vergleichbarem Schotter (Bodengruppe GW, Kornanteil < 0,063 mm unter 5 %), die auf dem anstehenden Untergrund aufgebaut wird. Zur Trennung vom feinkörnigen (und wasserempfindlichen) Untergrund empfehlen wir den Aufbau auf einem Geotextil-Vlies (GRK4).

Die Schichtstärke der Tragschicht soll im halbfesten Bereich mindestens **30 cm** betragen; im nördlichen Teil ist die Schichtstärke zu erhöhen, wenn auf der Aushubsohle noch weiche Deckschichten oder witterungs-/stauwasserbedingte Aufweichungen festgestellt werden.

Die Tragschicht soll an der Basis einen seitlichen Überstand über die Bodenplatte entsprechend ihrer Schichtdicke haben.

Für die Dimensionierung der Bodenplatte kann dann mit einem Bettungsmodul von

$$k_s = 15 \text{ MN/m}^3 \text{ gerechnet werden.}$$

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

Zum Nachweis der ausreichenden Verdichtung und Tragfähigkeit soll auf der OK 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.

8 Aushub, Wiedereinbau

Der Aushub wird in allen genannten Homogenbereichen stattfinden, d.h.

- Oberboden,
- weich-steife bindig-gemischtkörnige Lockergesteine der früheren Bodenklasse 4 (mit Steinen/Blöcken auch 5),
- halbfest-fester Geschiebemergel der früheren Bodenklasse 6; noch lösbar mit gezahntem Baggerlöffel, jedoch zeitliche Förderleistung vermindert, Erschwer-nisse sind zu kalkulieren,
- partiell nichtbindige Lockergesteine (Schmelzwasserkies) der früheren Boden-klasse 3.

Der Aushub ist zur Wiederanfüllung im Bereich nicht setzungsempfindlicher Flächen geeignet, sofern keine Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit gestellt sind (die Anforderung an $k_f \geq 10^{-4}$ m/s nach Ziff. 4 wird bei Wiederverfüllung von Geschiebemergel und Verwitterungsdecke nicht erfüllt, es sind dann ggf. Dränelemente an den erdberühr-ten Wänden vorzusehen).

Wird der Aushub nicht wieder eingebaut, so wird zur Arbeitsraumverfüllung Frost-schutzkies (0/63) empfohlen. Damit werden auch die Kriterien nach Ziff. 4 erfüllt.

9 Baugrubenwände, Wasserabfuhr

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

Die Böschungswinkel der Baugrubenwände unverbauter Baugruben bei Wandhö-hen über 1,25 m bis 5,0 m dürfen folgende Neigungen nicht überschreiten:

- **45 Grad** in Verwitterungsdecke und Schmelzwasserkies,
- **60 Grad** im Geschiebemergel mit steif-halbfester Konsistenz,
- **80 Grad** im Geschiebemergel mit fester Konsistenz (ab ca. 6 m Tiefe im süd-westlichen Eckbereich (KB4),

Für die Böschungskante der 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 Gesamtge-wicht,
- ein 2,0 m breiter lastfreier Streifen für Fahrzeuge und Geräte über 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Bei Böschungshöhen von mehr als 5,0 m müssen alle 3 m Höhe Zwischenbermen mit 1,5 m Breite vorgesehen werden.

Eventuelle Stauwasseranschnitte in der Baugrubenböschung sowie Niederschlagswasser sollten am Fuß der Böschung über einen Ablaufgraben einem Pumpensumpf zugeführt und abgeleitet werden, damit die Baugrubensohle nicht aufweicht. Es kann erforderlich werden, Stauwasserhorizonte über die vorhandenen oder zusätzliche Bermen abzuführen und/oder mit einer Grobschotter-Auflage zu stabilisieren.

Die freiliegenden Böschungen sollen als Witterungsschutz mit Folie abgedeckt werden.

10 Befestigte Außenanlagen

Für befestigte Außenanlagen (Parkplätze, Zufahrten etc.) wird neben dem frostsicheren Regelaufbau (nach RStO) in der weich-steifen Verwitterungsdecke ein zusätzlicher Bodenaustausch bzw. eine Aufhöhung als Unterbau erforderlich sein.

Hier sollte von zusätzlich 40 cm Frostschutzkies unter Planum ausgegangen werden.

Je nach projektierte Höhenlage kann stattdessen auch eine Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel (kalkulatorisch ca. 2,5 % Mischbindemittel) wirtschaftlicher sein.

11 Untergrund-Sickerfähigkeit

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 Sickertraumes sollte bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) mindestens 1 m betragen.

Der k_f -Wert der ungesättigten Zone soll höchstens 1×10^{-3} m/s betragen.

Die Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden erfolgte mittels Berechnung aus den Korngrößenanalysen (n. MALLETT, Anl. 2), sowie örtlichen Erfahrungswerten.

Für **Geschiebemergel und Verwitterungsdecke** ist danach die Durchlässigkeit mit einem **k_f -Wert $< 10^{-6}$ m/sec** zu gering für Versickerungszwecke.

Der **Schmelzwasserkies** ist mit einem **k_f -Wert $\approx 3 \times 10^{-4}$ m/sec** als gut durchlässig und für Versickerungszwecke geeignet zu bewerten.

Er wurde jedoch nur in der Bohrung KB2 aufgeschlossen, hat hier aber nach Erkenntnissen aus dem nördlich angrenzenden Grundstück Verbindung zu größeren Kiesvorkommen nach Norden, so dass ein ausreichendes Aufnahmevermögen zu Verfügung steht. Sickeranlagen sollten also am Standort KB2 oder im Nahbereich (nach örtlicher Prüfung durch Aufgrabung) positioniert werden.

Altusried, den 23.11.2023

ICP Ingenieurgesellschaft

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

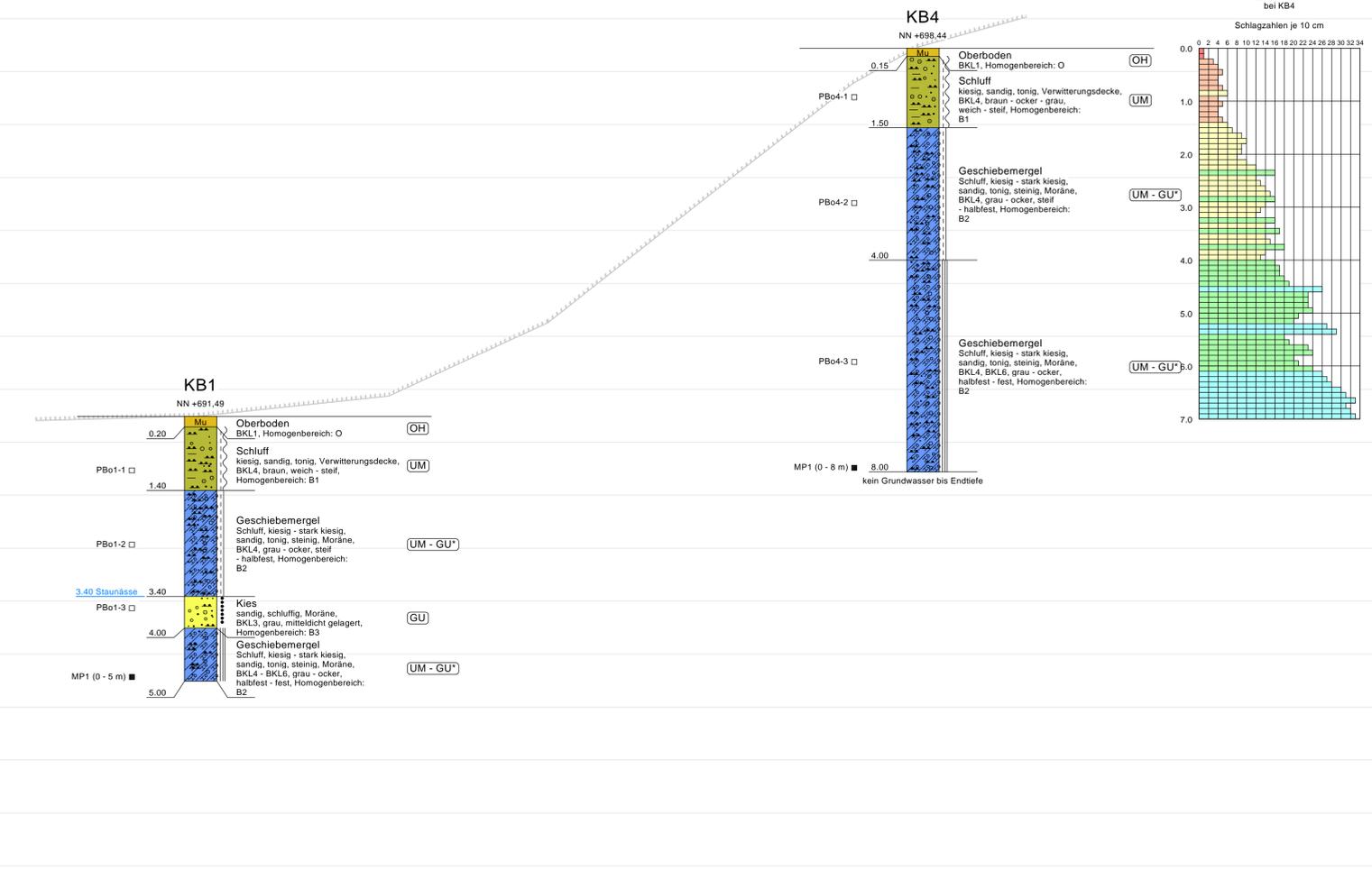


Hermann-J. Brüll

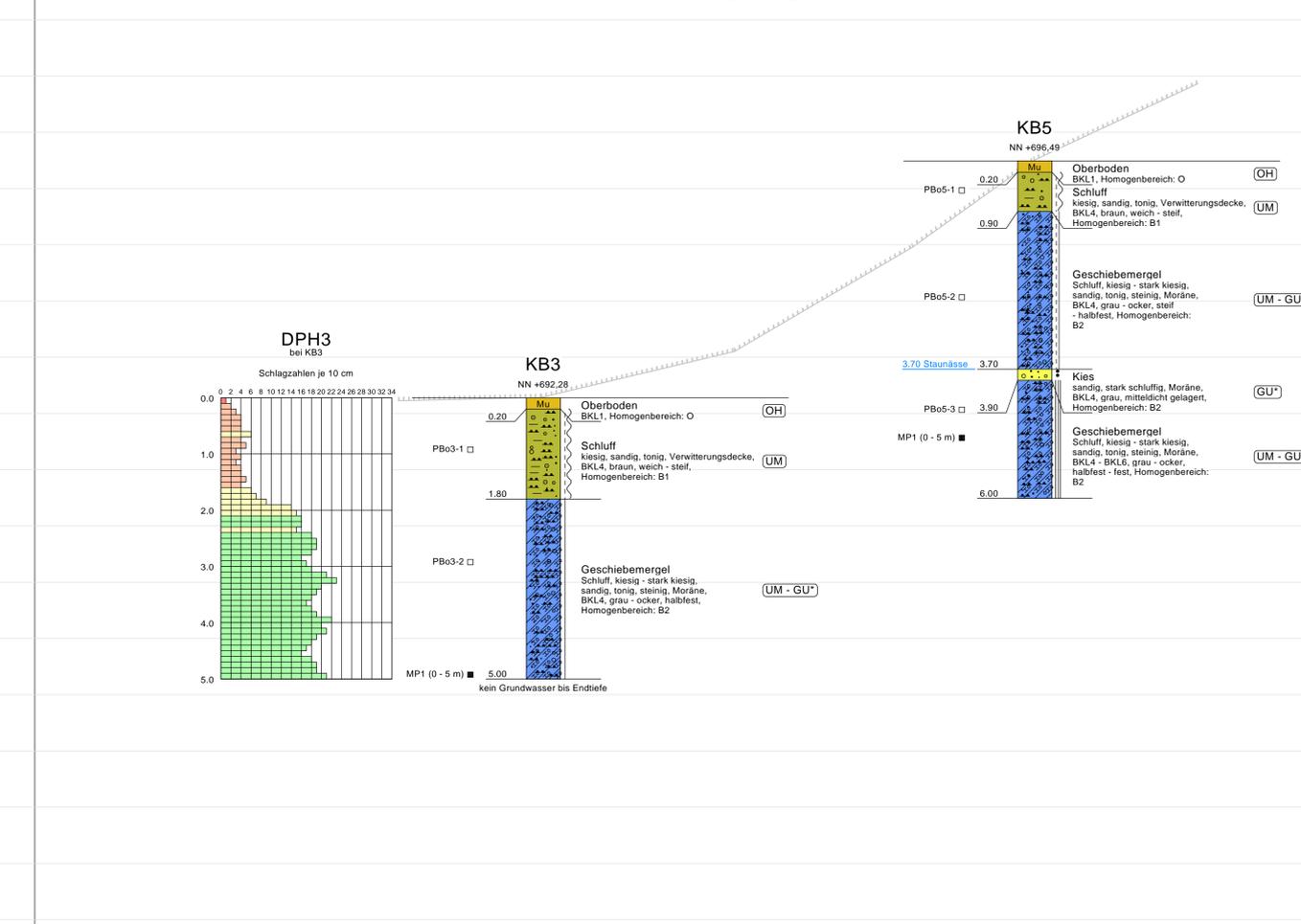




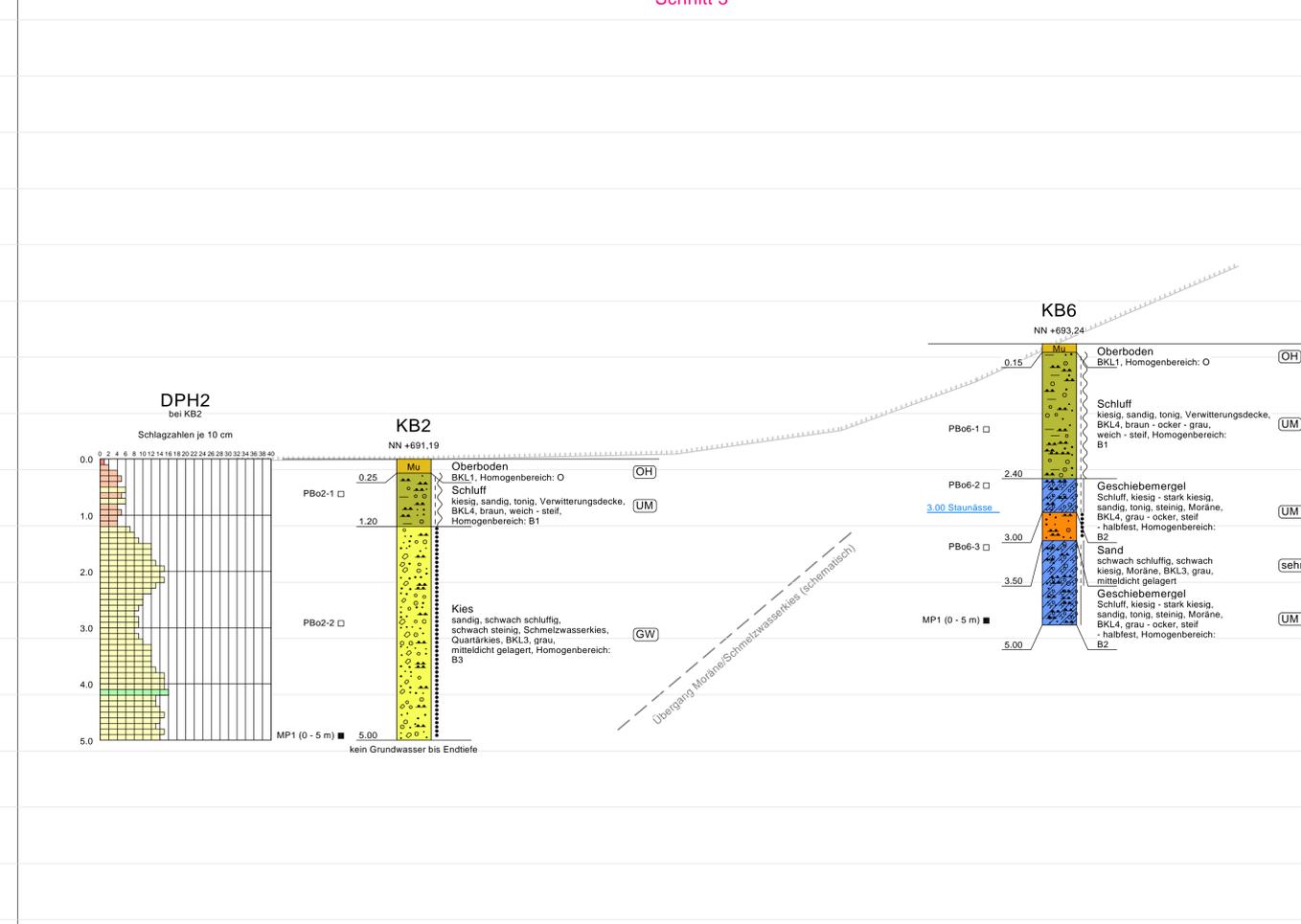
Schnitt 1



Schnitt 2



Schnitt 3



Legende

halbfest - fest	Geschiebemergel	Sand
halbfest	Oberboden	sandig
steif - halbfest	steinig	Schluff
weich - steif	Kies	schluffig
mitteldicht	kiesig	tonig

(UM), (GU)*, etc. = Bodengruppe n. DIN 18196
 BKL = Bodenklasse n. DIN 18300-2012
 Homogenbereich n. DIN 18300-2015
 PBo-x = Probe für bodenmechanische Versuche
 MP1 = Bodenmischprobe für chemische Analytik

Rammsondierungen DPH DIN 22476-2

sehr locker / sehr weich
locker / weich
mitteldicht / steif
dicht / steif-halbfest
sehr dicht / halbfest



ICP

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

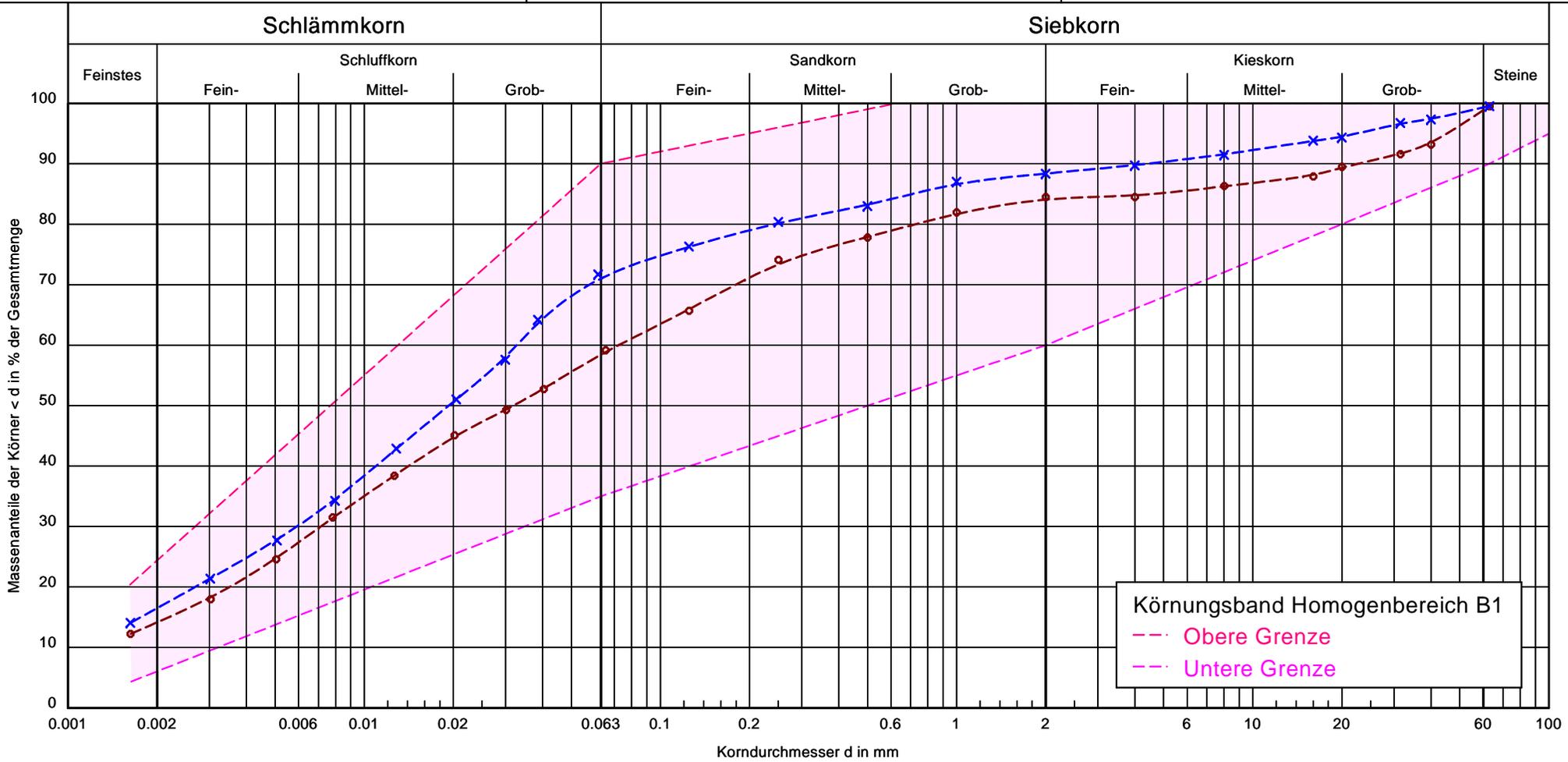
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Fl.Nr. 919 Heisinger Str. Kempten

Proben entnommen am: 09.11.2023

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



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

Probe	PBo3-1	PBo6-1
Entnahmestelle	KB3	KB6
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:
230905
Anlage:
2.1



ICP

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

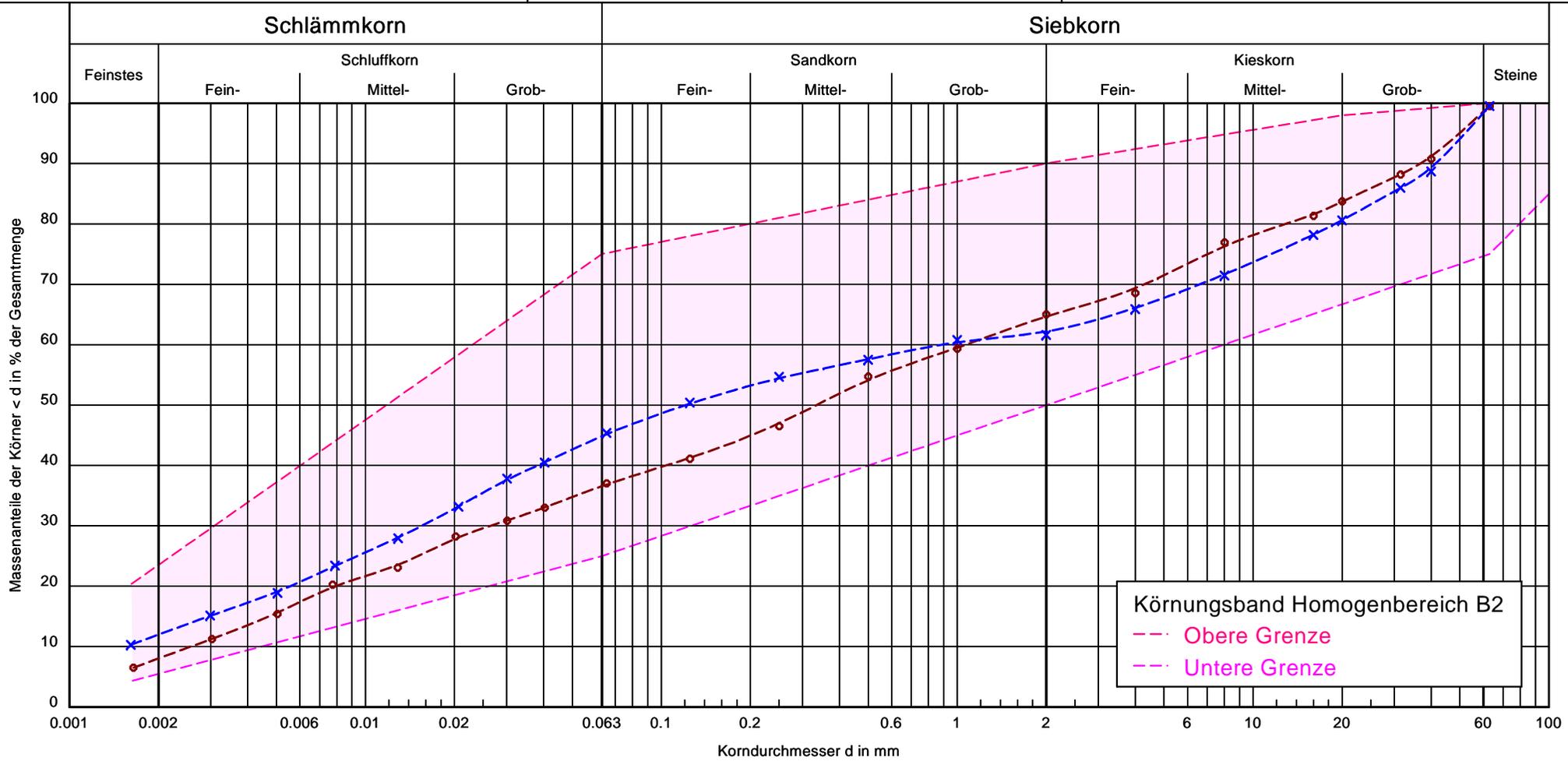
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Fl.Nr. 919 Heisinger Str. Kempten

Proben entnommen am: 09.11.2023

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



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

Probe	PBo4-2	PBo4-3
Entnahmestelle	KB4	KB4
Bodengruppe	UM-GU*	UM-GU*
Bezeichnung	Geschiebemergel	Geschiebemergel
kf n. Mallet	$5.3 \cdot 10^{-8}$	$2.4 \cdot 10^{-8}$
Anteile T/U/S/G [%]	8.0/28.5/28.1/33.9	12.0/32.8/17.4/36.2
Signatur	●-----●	×-----×

Bericht: 230905
 Anlage: 2.2



ICP

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

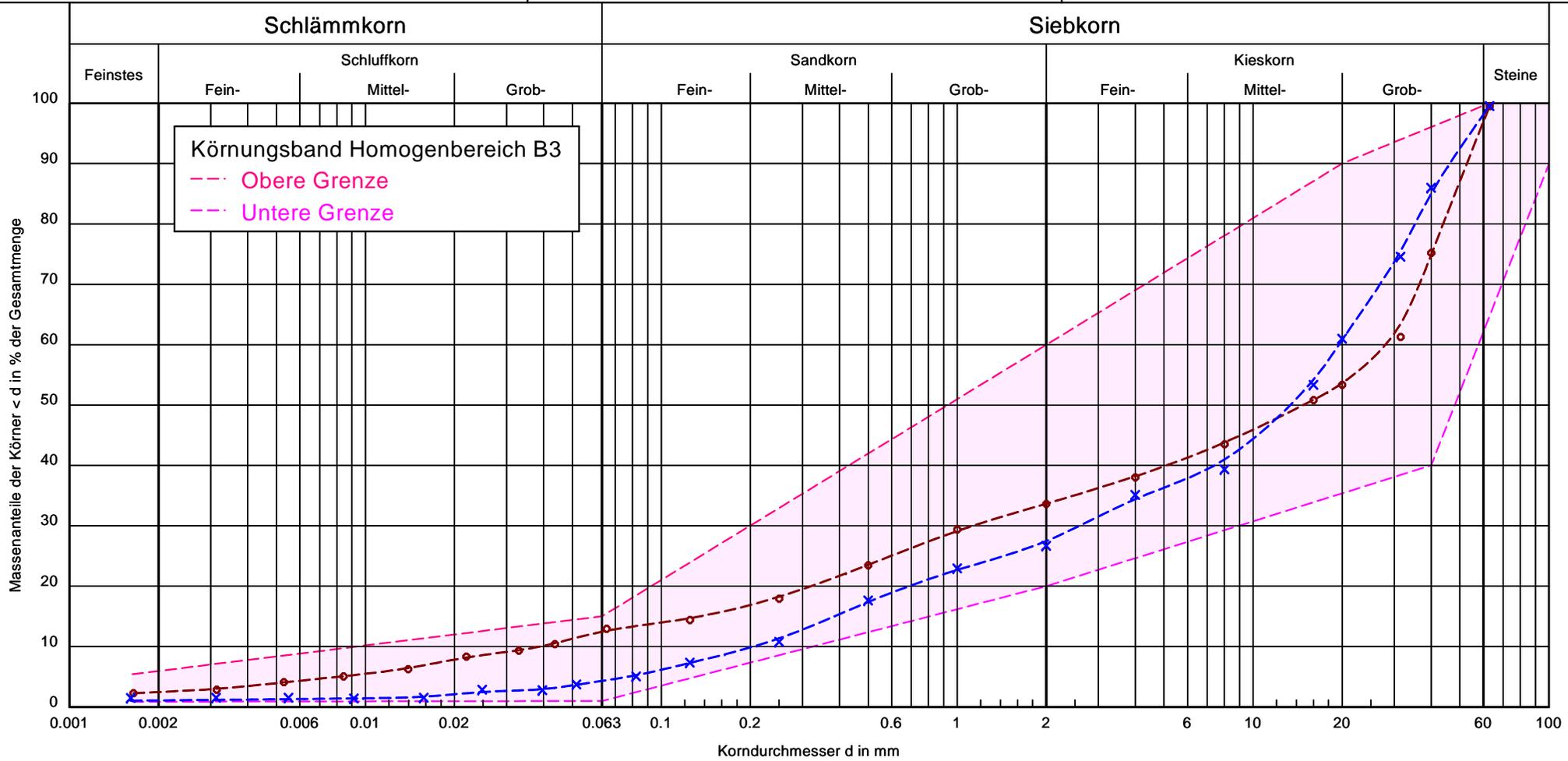
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Fl.Nr. 919 Heisinger Str. Kempten

Proben entnommen am: 09.11.2023

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Probe	PBo1-3	PBo2-2
Entnahmestelle	KB1	KB2
Bodengruppe	GU	GW
Bezeichnung	Moränenkies	Schmelzwasserkies
kf n. Mallet	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$
Anteile T/U/S/G [%]	2.5/10.0/21.2/63.2	1.1/3.2/23.2/70.6
Signatur	○-----○	×-----×

Bericht:
230905
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: 230905

Anlage: 3.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18122 / ISO 17892-12

Fl.Nr. 919 Heisinger Str. Kempten

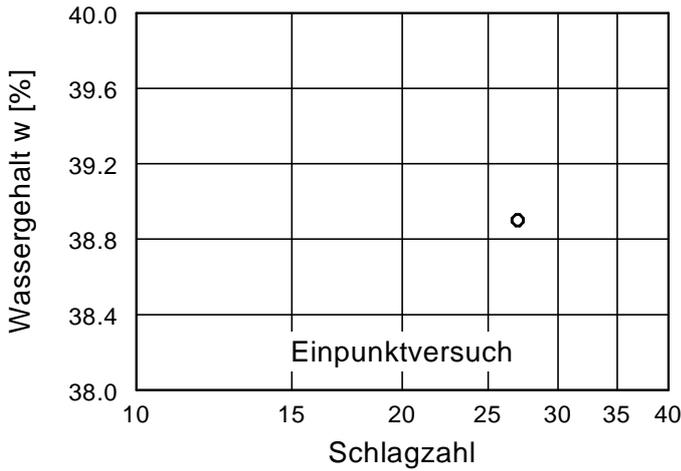
Entnahmestelle: KB1

Probe: PBo1-1 (Verwitterungsdecke)

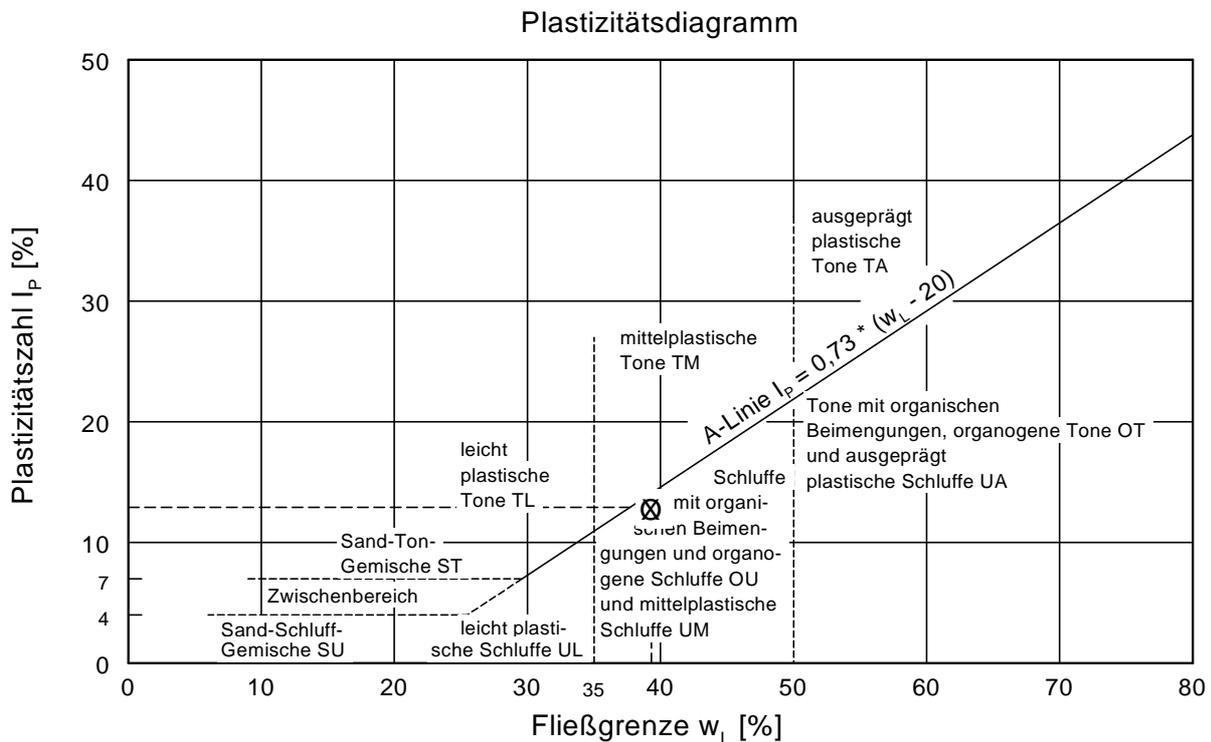
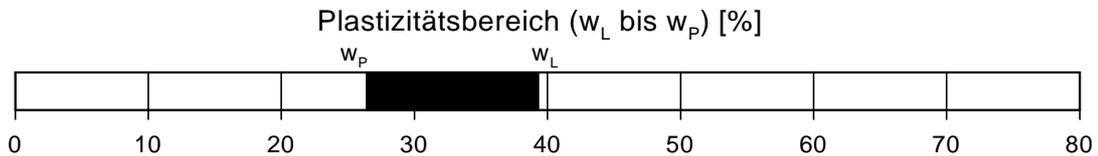
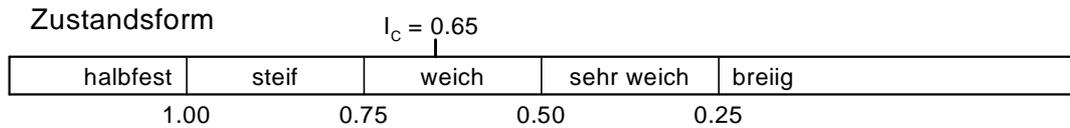
Entnahmedatum: 09.11.2023

Bearbeiter: S.

Datum: 13.11.2023



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 %





ICP

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

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

Bericht: 230905

Anlage: 3.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18122 / ISO 17892-12

Fl.Nr. 919 Heisinger Str. Kempten

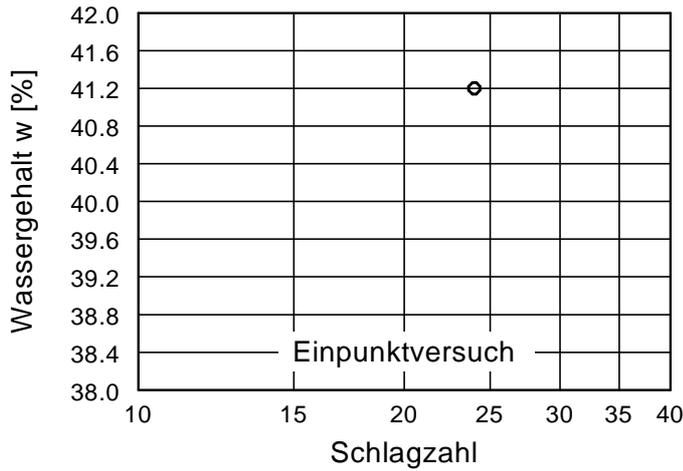
Entnahmestelle: KB3

Probe: PBo3-1 (Verwitterungsdecke)

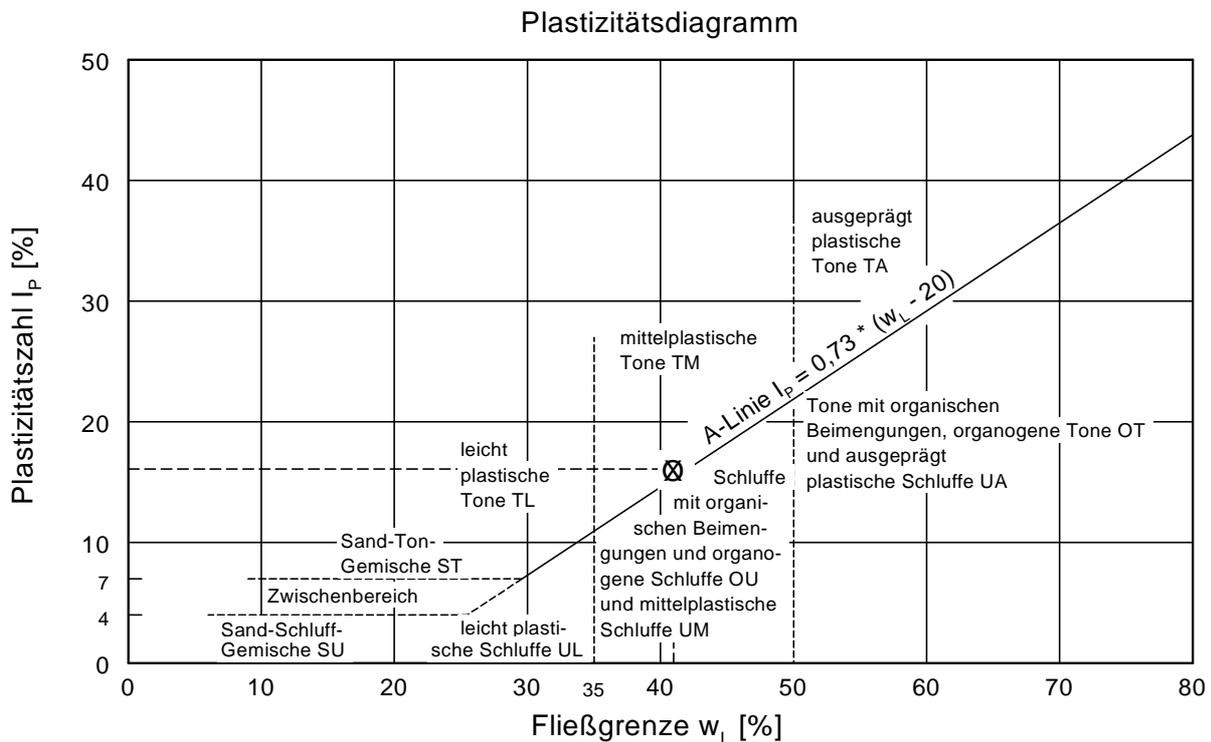
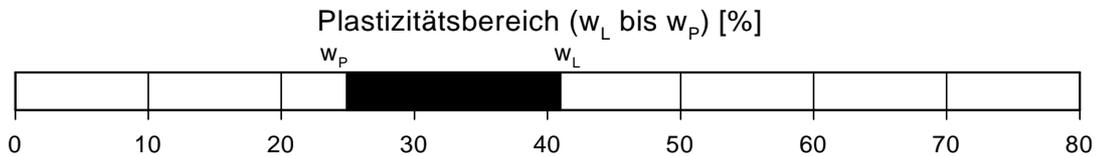
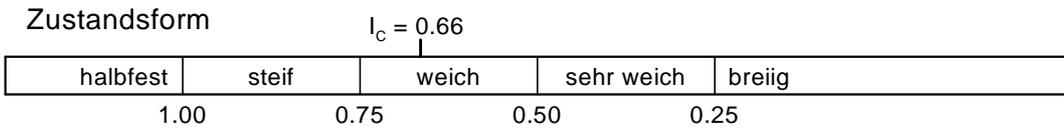
Entnahmedatum: 09.11.2023

Bearbeiter: S.

Datum: 13.11.2023



Wassergehalt w =	22.6 %
Fließgrenze w_L =	41.0 %
Ausrollgrenze w_P =	24.9 %
Plastizitätszahl I_P =	16.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.66
Anteil Überkorn \ddot{u} =	25.4 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	30.3 %





ICP

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

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

Bericht: 230905

Anlage: 3.4

Zustandsgrenzen nach DIN 18122 / ISO 17892-12

Fl.Nr. 919 Heisinger Str. Kempten

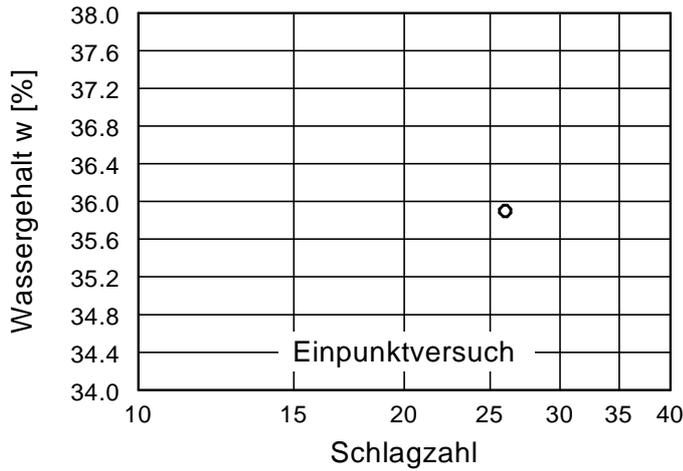
Entnahmestelle: KB4

Probe: PBo4-3 (Geschiebemergel)

Entnahmedatum: 09.11.2023

Bearbeiter: S.

Datum: 13.11.2023



Wassergehalt w =	14.1 %
Fließgrenze w_L =	36.1 %
Ausrollgrenze w_p =	26.3 %
Plastizitätszahl I_p =	9.8 %
Konsistenzzahl I_c =	1.36
Anteil Überkorn \ddot{u} =	38.1 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	22.8 %

$I_c = 1.36$

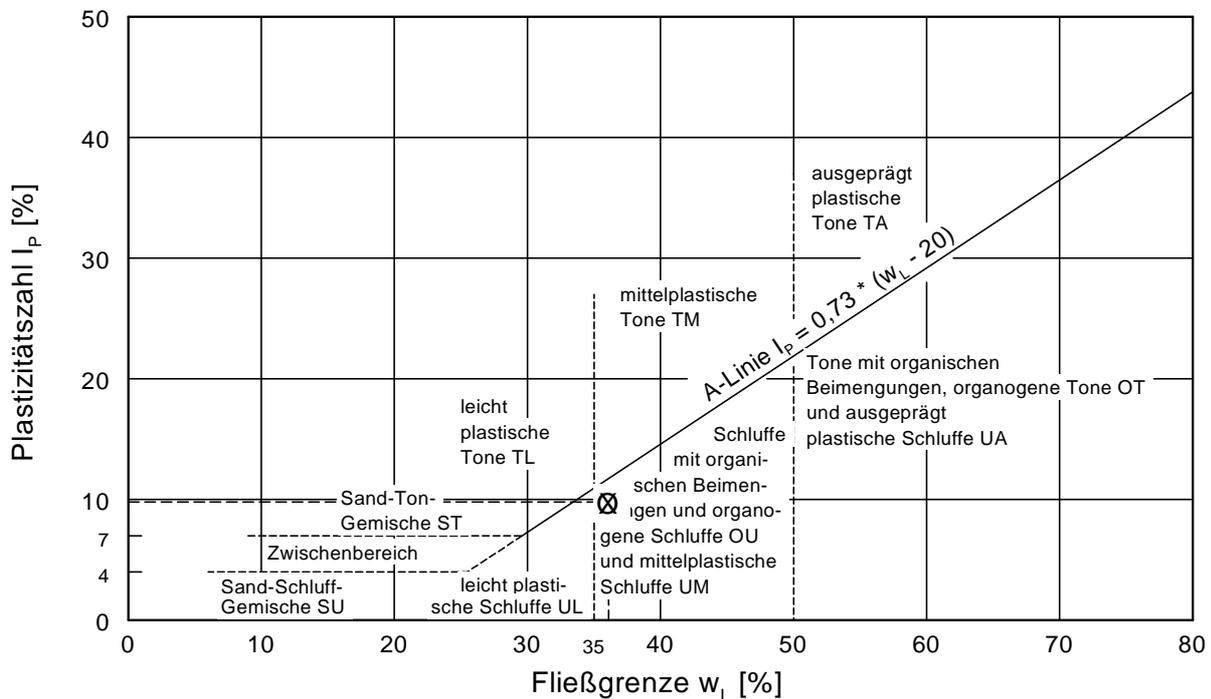
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



ICP Ingenieurgesellschaft
 Illerstraße 12
 87452 Altusried

Analysenbericht Nr.	484/0710	Datum:	21.11.2023
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : ICP Ingenieurgesellschaft
 Projekt : Kempten
 Projekt-Nr. : 230905
 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : PN98
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 09.11.2023
 Originalbezeich. : 230905 MP 1 Probeneingang : 13.11.2023
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 13.11.2023 - 21.11.2023 Probenbezeich. : 484/0710

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 %]	91	-	-	-	-	-	-	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]	5,2	20	20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09		
Blei	[mg/kg TS]	9	40	70	140	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09		
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	0,4	1	2	3	10	EN ISO 11885 :2009-09		
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	25	30	60	120	200	600	EN ISO 11885 :2009-09		
Kupfer	[mg/kg TS]	13	20	40	80	200	600	EN ISO 11885 :2009-09		
Nickel	[mg/kg TS]	17	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]	51	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]	0,06					
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]	0,1	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	[-]	8,16	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	151	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 21.11.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Bodenart	Lehm
ProbenNr	484/0710
Projektname	Kempton
Originalbezeichnung	230905 MP 1
ProjektNr	230905

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	5,2
Blei (Pb)	mg/kg	40	70	100	140	300	1000	9
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,4	1	1,5	2	3	10	0,1
Chrom (Cr)	mg/kg	30	60	100	120	200	600	25
Kupfer (Cu)	mg/kg	20	40	60	80	200	600	13
Nickel (Ni)	mg/kg	15	50	70	100	200	600	17*
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	51
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							0,06
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	0,1
pH-Wert		9	9	9	9	12	12	8,16
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	500	500	1000	1500	151
Eluat								
Arsen (As)	µg/l	10	10	10	10	40	60	< 4
Antimon (Sb)	µg/l							< 3
Barium (Ba)	µg/l							8
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
Selen (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 (lf.)								
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	%							91
*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						