



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

Markt Kaltental
Rathausplatz 1, 87662 Kaltental

**Erschließung Gewerbegebiet
Helmishofen Fl.Nr. 1532**

Baugrunduntersuchung

Untersuchungsbericht Nr. 180901

Altusried, 11.10.2018

Inhalt:

	Seite
1 Vorgang.....	1
2 Leistungsumfang.....	2
3 Geologie und Schichtenfolge.....	2
4 Grundwasserverhältnisse.....	3
5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte.....	3
6 Bautechnische Beurteilung.....	5
6.1 Tiefbaumaßnahmen.....	5
6.1.1 Chemische Analytik Bodenmaterial.....	5
6.1.2 Aushub, Wiedereinbau.....	7
6.1.3 Graben-/Baugrubenwände, Wasserhaltung.....	7
6.1.4 Rohrgründung.....	8
6.1.5 Grabenverfüllung.....	8
6.1.6 Fahrbahnunterbau.....	9
6.1.7 Frostschutzschicht.....	10
6.2 Gründungshinweise für Hochbauten.....	10
6.3 Wassereinwirkungsklasse für Gebäude.....	11
7 Untergrund-Sickerfähigkeit.....	12

Anlagen:

1	Lageplan
2	Bohrprofile KB1 - KB2
3	Bohrprofile KB3 - KB4
4.1 - 4.2	Korngrößenanalysen, Körnungsbänder der Homogenbereiche
5.1 - 5.2	Bestimmung Zustandsgrenzen / Konsistenz
6.1 - 6.4	Auswertung Sicker-/Infiltrationsversuche
7	Chemische Analysen, Laborbericht

1 Vorgang

Die Marktgemeinde Kaltental beauftragte die ICP GmbH mit der Durchführung einer Erkundung zur Prüfung der örtlichen Baugrundverhältnisse für die Erschließung des Gewerbegebietes auf Flst.Nr. 1532 in Helmishofen.

Von der Ingenieurgemeinschaft Tiefbau, Dipl.-Ing. Lothar Thein & Partner, Kempten, wurden hierzu Planunterlagen zur Verfügung gestellt.

2 Leistungsumfang

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Oktober 2018 folgende Feld- und Laborarbeiten durchgeführt:

- 4 Stck. Rammkernbohrungen (Kleinrammbohrungen KB1 - KB4) nach DIN 22475-1, Tiefe 8,0 bis 9,0 m,
- 4 Stck. Korngrößenanalysen nach DIN 18123 / ISO 17892-4,
- 2 Stck. Bestimmung Zustandsgrenzen n. DIN 18122,
- 4 Stck. Infiltrations-/Sickerversuche im Bohrloch,
- 1 Stck. Chemische Analyse Bodenmaterial n. Eckpunktepapier Bayern.

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

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

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

Daraus wurden bautechnische Beurteilungen abgeleitet.

3 Geologie und Schichtenfolge

Das Baugebiet befindet sich auf einer leicht nach Osten ansteigenden Fläche am südwestlichen Ortsrand von Helmishofen, in der Talniederung des Hühnerbaches, der westlich des Untersuchungsgebietes verläuft.

Derzeit handelt es sich um landwirtschaftliches Grünland.

Als unterste Schicht in bautechnisch relevanter Tiefe wurde in allen Bohrungen ein **Quartärkies** aufgeschlossen. Dieser wurde als nacheiszeitlicher Schmelzwasserschotter im Untersuchungsgebiet großflächig in mehreren Metern (regional bis > 15 m) Mächtigkeit abgelagert. Der Quartärkies besteht aus einem sandigen, schwach steinigem, und in Lagen schwach schluffigen bis schluffigen Kies. Die Lagerungsdichte ist mitteldicht bis dicht.

Auf dem Quartärkies liegt eine **Verwitterungsdecke**, die als schwach bis stark kiesiger Schluff, sandig bis stark sandig, schwach tonig, im Übergang zum Quartärkies teilweise auch stark schluffiger Kies, ausgebildet ist. Die lehmig-schluffige Verwitterungsdecke reicht in den Bohrungen bis in Tiefen von maximal 1,0 m, die kiesige Verwitterungsdecke bis maximal 2,7 m. Die Konsistenz der lehmig-schluffigen Verwitterungsdecke ist vorwiegend weich-steif, die kiesigen Bereiche sind steif-mitteldicht.

Die Schichtenfolge wird von 20 - 40 cm **Oberboden** abgeschlossen.

Das Baugebiet liegt in **keiner Erdbebenzone** nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01; besondere bauliche Maßnahmen zur Erdbebensicherung sind hier nicht erforderlich.

4 Grundwasserverhältnisse

Die Bohrungen schlossen den Grundwasserspiegel in Tiefen zwischen 6,4 und 7,7 m auf, was einer mittleren Höhe von ca. NN+704 m entspricht.

Es handelt sich um einen durchgehenden Grundwasserspiegel (Talgrundwasserspiegel), der jedoch nicht unmittelbar mit dem Hühnerbach korrespondiert, da dort der Wasserspiegel deutlich höher liegt.

Der Grundwasserspiegel liegt somit unterhalb der bautechnisch relevanten Tiefe für Hoch- und Tiefbaumaßnahmen.

Hinsichtlich der thermischen Nutzung des Grundwassers ist davon auszugehen, dass die Mächtigkeit des nutzbaren Grundwasserleiters (mehr als die Bohrtiefe von 9,0 m) und die Wasserdurchlässigkeit ausreichend hoch sind.

5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

Vorbemerkung: Mit Einführung der VOB Teil C - DIN 18300 Ausgabe August 2015 wurde die zuvor gültige Klassifizierung in Boden-/Felsklassen 1 - 7 durch die Einführung von Homogenbereichen ersetzt. Im Folgenden werden für eine Übergangszeit neben den Homogenbereichen auch noch die Boden-/Felsklassen nach DIN 18300-2012 aufgeführt.

Die in Ziff. 3 aufgeführte Schichtenfolge kann in nachfolgend dargestellte Homogenbereiche gegliedert werden (Bezeichnung nach den Vorgaben der ZTVE-StB 17 und Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern: O für Oberboden B1, B2... für überwiegend Lockergesteine, X1, X2... für überwiegend Festgesteine)

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

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

Homogenbereich	B1	B2
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Quartärkies
Bodenart	Schluff, schwach bis stark kiesig, sandig bis stark sandig, schwach tonig Kies, stark schluffig, sandig	Kies, sandig, steinig, schwach schluffig bis schluffig
Bodengruppe (DIN 18196)	UL, UM, GU*	GW, GU
Korngrößen- verteilung (DIN 18123)	siehe Anlage 4.1	siehe Anlage 4.2

Homogenbereich	B1	B2
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Quartärkies
Bodenklasse (DIN 18300-2012)	4	3
Steine und Blöcke [Gew.-%]	< 5	< 10
Organischer Anteil [Gew.-%]	< 0,5	0
Wassergehalt [Gew.-%]	15 - 25	3 - 10, im Wasser bis 30
Lagerungsdichte / I_D (DIN 14688-2) [%]	mitteldicht / 35 - 60	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 / 0,05 - 0,2	-
Dichte ρ erdfeucht (DIN 17892-2 u. DIN 18125-2) [t/m ³]	1,8	2,1
Wichte γ (DIN 1055) [kN/m ³]	18	21
γ'	9	12,5
Reibungswinkel φ' (DIN 1055) [Grad]	27,5	32,5 - 35
Kohäsion c' (DIN 1055) [kN/m ²]	2 - 5	0
c_u	20 - 70	0
Steifemodul E_s [MN/m ³]	UL-UM: 3 - 6 GU*: 15 - 25	40

Homogenbereich	B1	B2
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Quartärkies
Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 09	F 3	F 1 - F 2
Verdichtbarkeits- klasse n. ZTV A-StB (in Fassung 2012 nicht mehr enthalten)	V 3	V 1
Durchlässigkeit k_f [m/s] ca.	$10^{-5} - 10^{-8}$	10^{-3}

6 Bautechnische Beurteilung

6.1 Tiefbaumaßnahmen

6.1.1 Chemische Analytik Bodenmaterial

Aus den Bohrungen wurden Bodenproben entnommen und als Mischprobe aller Bohrungen aus dem Tiefenbereich bis 1,0 m auf die Parameter nach dem Leitfaden zu den Eckpunkten zur Verfüllung von Gruben und Brüchen (Eckpunktepapier Bayern, EP, StMLU 2005, mit Anpassung 2018) in der Fraktion < 2,0 mm analysiert.

Die Analysen wurden im Labor AGROLAB durchgeführt, der Laborbericht mit den Einzelergebnissen ist in Anlage 7 beigelegt.

Die für die Bewertung maßgeblichen Zuordnungswerte, für Eluat und Feststoff nach EP, sind in nachstehenden Tabellen aufgeführt:

Feststoff		Grenzwerte nach Bayern-Eckpunktepapier (mit Anpassung 2018)			
Parameter	Einheit	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Cyanide ges.	mg/kg	1	10	30	100
EOX	mg/kg	1	3	10	15
Arsen (As)	mg/kg	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg	100	140	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg	1,5	2	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg	100	120	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg	60	80	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg	70	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg	1	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg	200	300	500	1500
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	1	1
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	3	5	15	20
PCB-Summe	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1

Eluat		Grenzwerte nach Bayern-Eckpunktepapier (mit Anpassung 2018)			
Parameter	Einheit	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		9	9	12	12
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	500	2000	2500	3000
Chlorid (Cl)	mg/l	250	250	250	250
Sulfat (SO4)	mg/l	250	250	250	250
Phenolindex	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,1
Cyanide ges.	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (As)	mg/l	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Pb)	mg/l	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Cd)	mg/l	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom (Cr)	mg/l	0,015	0,05	0,075	0,15
Kupfer (Cu)	mg/l	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Ni)	mg/l	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	0,0005	0,001	0,002
Zink (Zn)	mg/l	0,1	0,1	0,3	0,6

Für die analysierte Probe ergibt sich nach Auswertung der Laborbefunde und entsprechender Zuordnung folgende Einstufung:

Entnahmestelle	Probe Nr.	Tiefenbereich	Zuordnungskategorie n. EP	für die Einstufung maßgebliche Parameter / Bemerkungen
KB1, KB2, KB3, KB4	MP1	0 bis 1,0 m (Mischprobe Untergrund)	Z 0	-

Das untersuchte Material gilt somit als unbelastet und zur uneingeschränkten Wiederverwertung/Verfüllung geeignet.

6.1.2 Aushub, Wiedereinbau

Der Aushub wird alle aufgeführten Homogenbereiche betreffen.

Aufgrund der bindigen Zusammensetzung und weichen Konsistenz ist die **Verwitterungsdecke** nicht oder nur nach Verbesserung mit hydraulischem Bindemittel wieder einbaufähig.

Der **Quartärkies** ist dagegen bei sortenreiner Trennung zum Wiedereinbau (Bodenverbesserungen, Verfüllzone, Arbeitsräume) gut geeignet.

6.1.3 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.

6.1.4 Rohrgründung

Für die Rohrgründung (auf Bettungszone) ist der anstehende Quartärkies gut geeignet, Bodenverbesserungen werden hier nicht erforderlich. Auch in der kiesigen Verwitterungsdecke ist von einer ausreichenden Tragfähigkeit auszugehen.

6.1.5 Grabenverfüllung

Als Füllboden für die Leitungszone ist in der Regel Boden der Klasse V1 mit einem Größtkorn von 20 mm zu verwenden, wobei der Sandanteil überwiegen muss. Dieses Material kann örtlich nicht gewonnen werden, hierfür ist Fremdmaterial bereitzustellen.

Als Füllboden für die Leitungszone ist in der Regel Boden der Klasse V1 mit einem Größtkorn von 20 mm zu verwenden, wobei der Sandanteil überwiegen muss. Dieses Material kann örtlich nicht gewonnen werden, hierfür ist Fremdmaterial bereitzustellen.

Bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers gilt nach ZTVE-StB 17 für die *Leitungszone* eine Anforderung an den Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97 \%$.

Für die *Verfüllzone* im Bereich von Verkehrsflächen gelten die nachfolgenden Angaben:

Einbau und Verdichtung des Füllmaterials sollen lagenweise (Lagen ≤ 30 cm) erfolgen.

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 (Verwitterungsdecke) ist unmittelbar vor Einbau des Oberbaus auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MPa}$ erforderlich und nachzuweisen.

Bezüglich der Eignung des örtlichen Aushubes zur Wiederverfüllung wird auf Ziff. 6.1.2 verwiesen.

6.1.6 Fahrbahnunterbau

Für die Tragfähigkeit und Herstellung des Fahrbahnunterbaus außerhalb von Leitungsgräben gelten prinzipiell die Angaben aus 6.1.5 (Verformungsmodul Planum $\geq 45 \text{ MPa}$).

Verbleibt die Verwitterungsdecke im Untergrund (Oberboden ist vollständig abzutragen), so wird diese in den Bereichen mit vorwiegend schluffig-lehmiger Zusammensetzung und weich-steifer Konsistenz (KB2, KB3) den Anforderungen hinsichtlich des Verformungsmoduls nicht (oder nur bei sehr günstigen Witterungsverhältnissen) genügen.

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

a. Teilbodenaustausch

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

Die Mindestanforderung bei $E_{v2} \geq 15 \text{ MPa}$ beträgt 30 cm Tragschicht (z.B. 0/63, Frostschutzkies oder örtlicher Quartärkies-Aushub).

Bei niedrigeren E_{v2} -Werten ($< 15 \text{ MPa}$) ist die Dicke der Schicht zu erhöhen.

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

Alternativ dazu kann eine Bodenverbesserung mit Bindemittel erfolgen:

b. Bodenverbesserung mit Hydraulischem Bindemittel

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

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

6.1.7 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.

6.2 Gründungshinweise für Hochbauten

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

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

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

Verbleiben lehmige Deckschichten unter der Tragschicht, so ist der Bettungsmodul auf $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$ 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

$$E_{V2(\text{statisch})} \geq 60 \text{ MPa mit } E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5 \text{ bzw. } E_{VD(\text{dynamisch})} \geq 30 \text{ MPa}$$

erreicht werden.

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

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von					
	0,5 m	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m
0,5	280	420	460	390	350	310
1	380	520	500	430	380	340
1,5	480	620	550	480	410	360
2	560	700	590	500	430	390
ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.						

6.3 Wassereinwirkungsklasse für Gebäude

Wie in Ziff. 4 beschrieben, liegen Gebäude oberhalb eines durchgehenden Grundwasserspiegels. Die Wasservorkommen am Gebäude resultieren somit aus Bodenfeuchtigkeit in stark durchlässigen Böden ($k_f \geq 10^{-4}$ m/s).

Es kann eine Abdichtung ohne Dränung nach DIN 18195-4 erfolgen. Voraussetzung dafür ist, dass die Arbeitsräume am Gebäude vollständig mit durchlässigem Material (kiesiger Aushub oder Fremdmaterial, $k_f \geq 10^{-4}$ m/s) verfüllt werden und die Tragschicht bzw. UK Bodenplatte ebenfalls aus durchlässigem Material (Kies) besteht.

Es gilt dann die **Wassereinwirkungsklasse W1-E nach DIN 18533-1**.

7 Untergrund-Sickerfähigkeit

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

Für die anstehenden Böden wurde die Durchlässigkeit mittels Sicker- / Infiltrationsversuchen und Korngrößenanalysen für die verschiedenen Homogenbereiche bestimmt (Homogenbereich B1 nur über Kornverteilung).

Die Berechnung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes k_f erfolgte für den Quartärkies als Open-End-Test im verrohrten Bohrloch mit Messung der Absenkung in den Bohrungen (Anl. 6) sowie aus den Kornsummenkurven nach dem Verfahren von MALLEY (Anl. 4).

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

Infiltrationsversuch : Korrekturfaktor 2,

Kornsummenauswertung: Korrekturfaktor 0,2.

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

Quartärkies: $k_f \text{ (Bem)} = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Verwitterungsdecke: $k_f \text{ (Bem)} < 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Der Quartärkies ist demnach stark durchlässig und für Versickerungszwecke gut geeignet. Er steht ab Tiefen zwischen 1,0 und 2,7 m an.

Die Verwitterungsdecke muss aufgrund der geringen Durchlässigkeit mit Versickerungsanlagen durchstoßen werden.

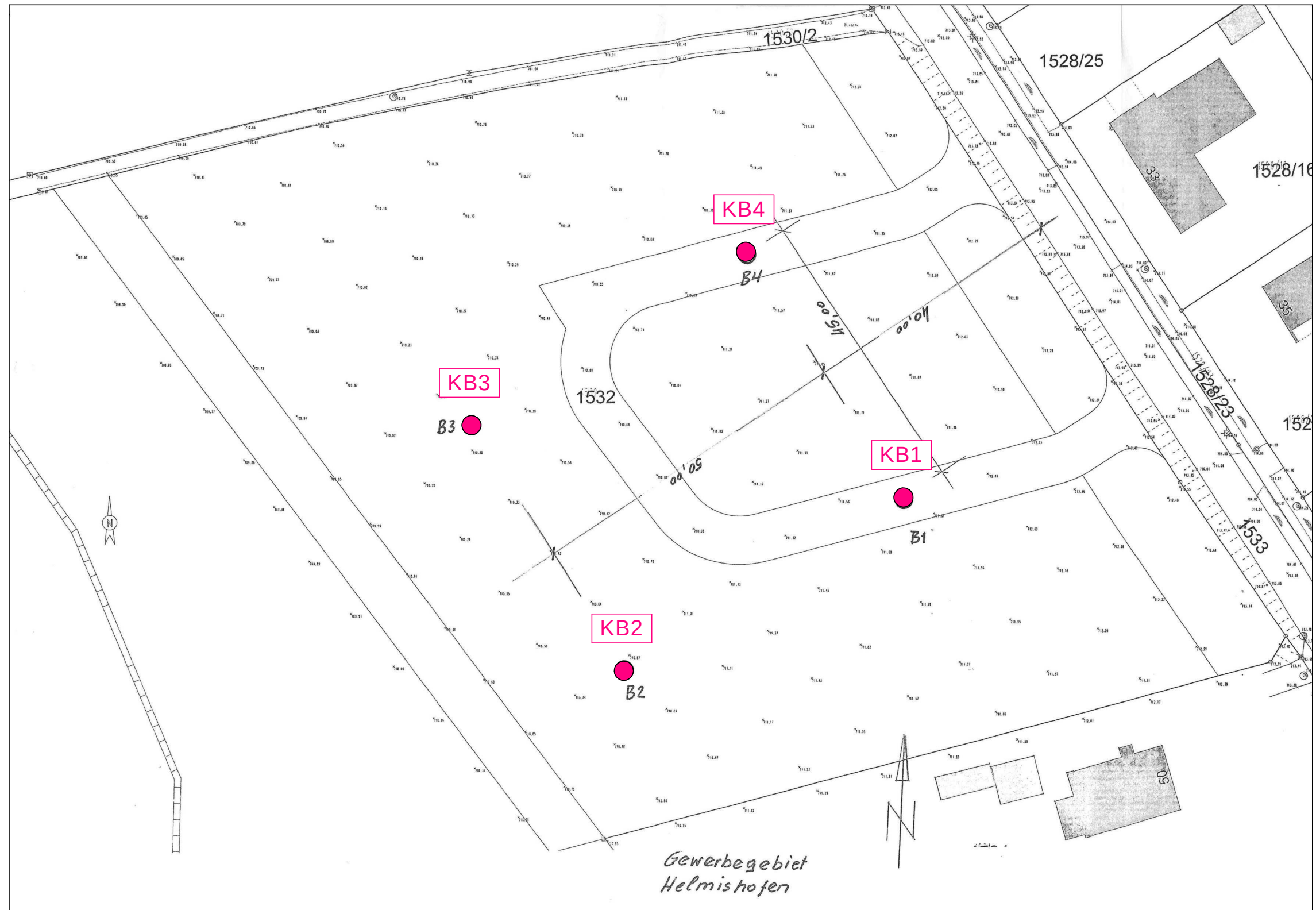
Altusried, den 11.10.2018

ICP Ingenieurgesellschaft

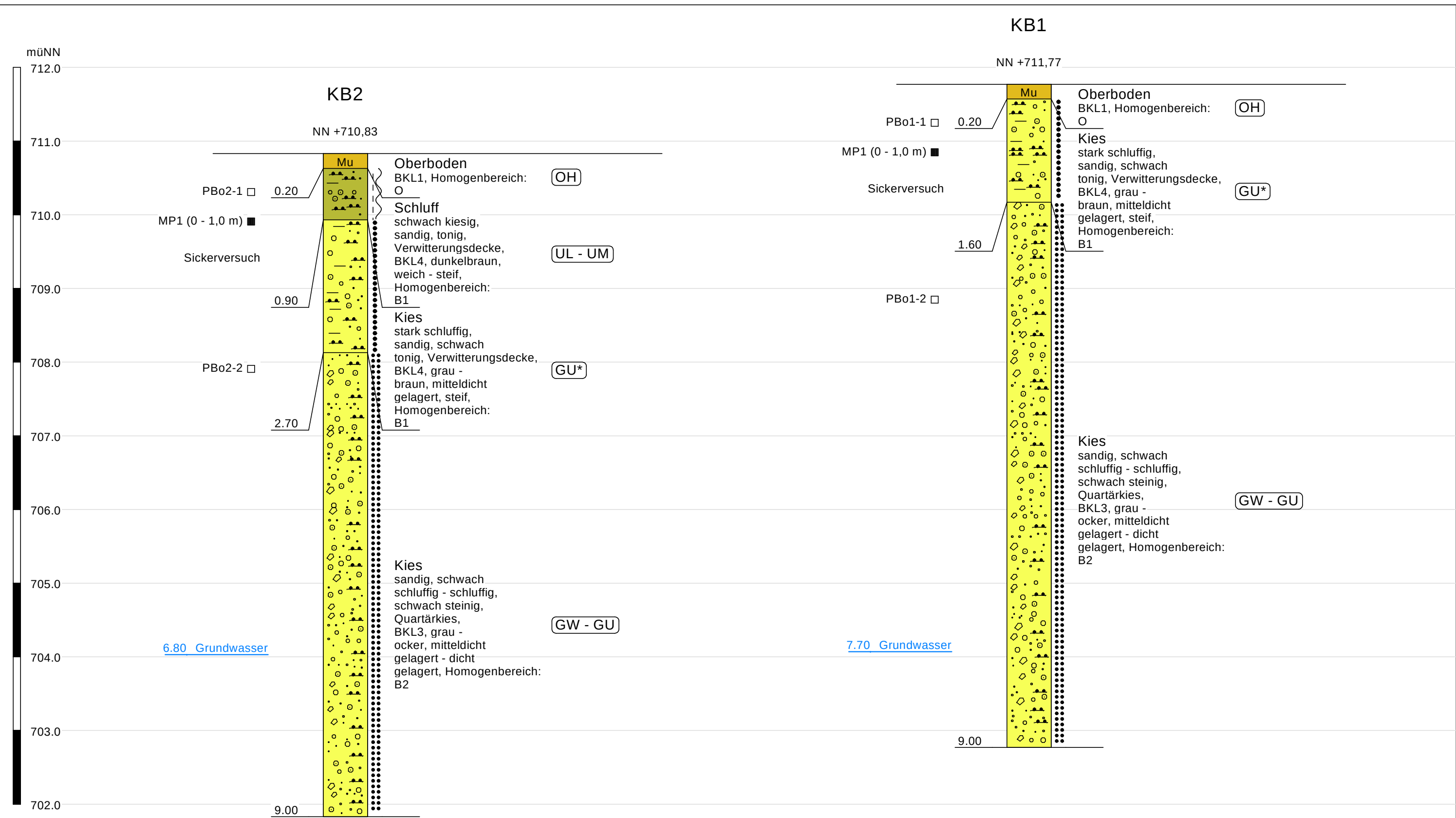
Dipl.-Geol. Brüll, Prof. Czurda & Coll. mbH
Illerstrasse 12, D-87452 Altusried
Tel. 08373 - 93 51 74, Fax 08373 - 93 51 75


Hermann-J. Brüll





 Ingenieurgesellschaft Dipl.-Geol. Brüll, Prof. Czurda & Coll. mbH Illerstr. 12 87452 Altusried (Allgäu) Tel. (08373) 935174 Fax 935175	Markt Kaltental Erschließung Gewerbegebiet Helmishofen Fl.Nr. 1532 Baugrunduntersuchung	Anlage 1
		zu Bericht Nr.: 180901
	Lageplan	Dat.: 08.10.2018
	M: 1 : 750	Bearb.: B.



Legende

weich - steif

mitteldicht

dicht

Mu

Oberboden

steinig

Kies

kiesig

sandig

Schluff

tonig

(UL), (GW), etc. = Bodengruppe n. DIN 18196
BKL = Bodenklasse n. DIN 18300-2012
Homogenbereiche n. DIN 18300-2015
PBo = Probe für bodenmechanische Versuche
MP1 = Boden-Mischprobe für chem. Analytik

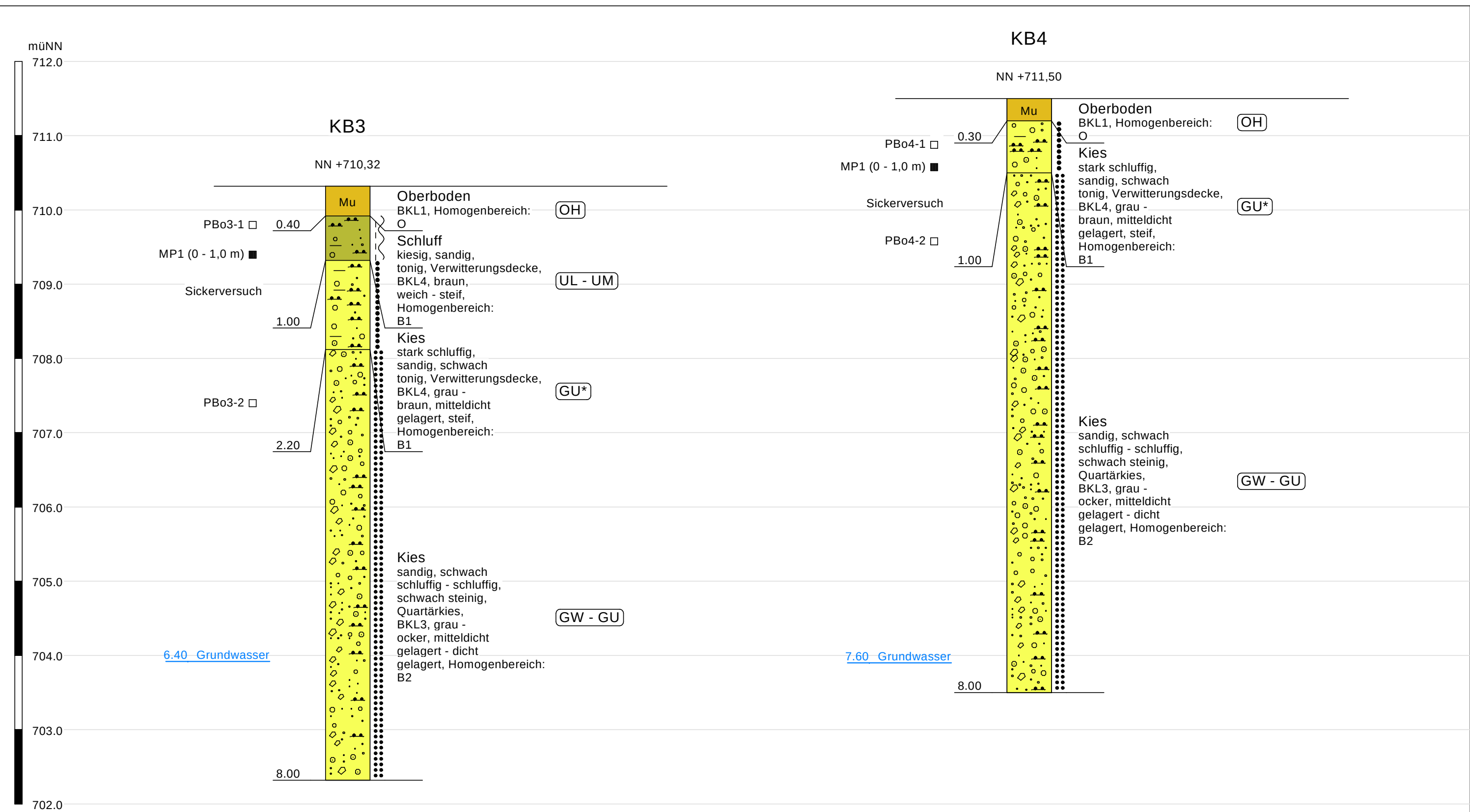
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH

ICP

Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Illerstr. 12
87452 Altusried (Allgäu)
Tel. (08373) 935174 Fax 935175

Markt Kaltental Erschließung Gewerbegebiet Helmishofen Fl.Nr. 1532 Baugrunduntersuchung	Anlage 2
	zu Bericht Nr.: 180901
Bohrprofile KB1 - KB2	Dat.: 09.10.2018
M: v. 1 : 50, h. -	Bearb.: B.



Legende

weich - steif

mitteldicht

dicht

Mu

Oberboden

steinig

Kies

kiesig

sandig

Schluff

tonig

(UL), (GW), etc. = Bodengruppe n. DIN 18196
BKL = Bodenklasse n. DIN 18300-2012
Homogenbereiche n. DIN 18300-2015
PBo = Probe für bodenmechanische Versuche
MP1 = Boden-Mischprobe für chem. Analytik

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

ICP

Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

Illerstr. 12
87452 Altusried (Allgäu)
Tel. (08373) 935174 Fax 935175

Markt Kaltental
Erschließung Gewerbegebiet
Helmshofen Fl.Nr. 1532
Baugrunduntersuchung

Bohrprofile KB3 - KB4
M: v. 1 : 50, h. -

Anlage 3
zu Bericht Nr.:
180901
Dat.: 09.10.2018
Bearb.: B.



ICP

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

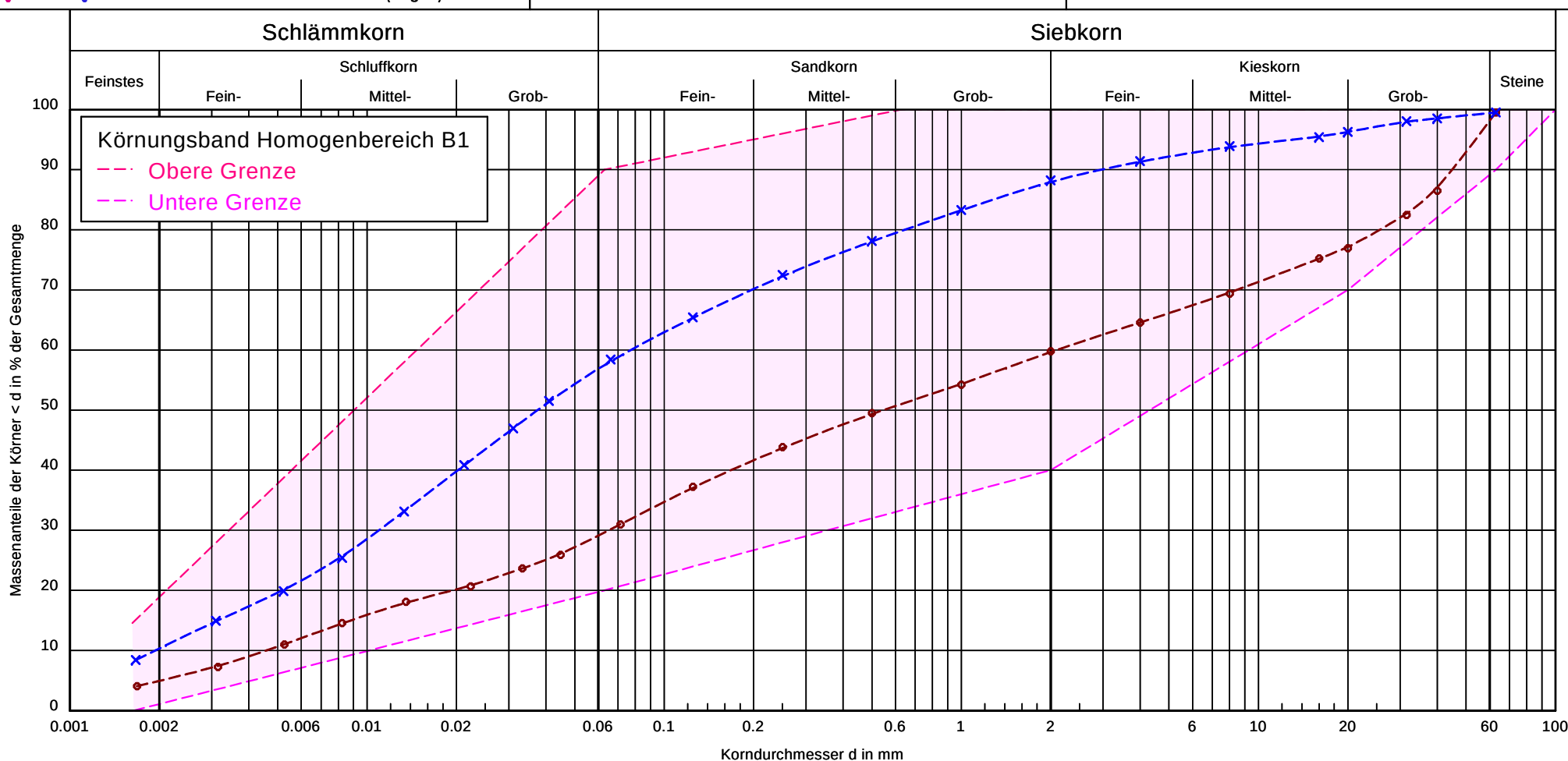
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Helmishofen Fl.Nr. 1532

Proben entnommen am: 04.10.2018

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Probe	PBo1-1	PBo3-1
Entnahmestelle	KB1	KB3
Bodengruppe	GU*	UL-UM
Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Verwitterungsdecke
kf n. Mallet	$4.1 \cdot 10^{-7}$	$2.0 \cdot 10^{-8}$
Anteile T/U/S/G [%]	4.9/24.7/30.0/38.5	10.3/47.2/30.5/11.5
Signatur	●-----●	×-----×

Bericht:
180901
Anlage:
4.1



ICP

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

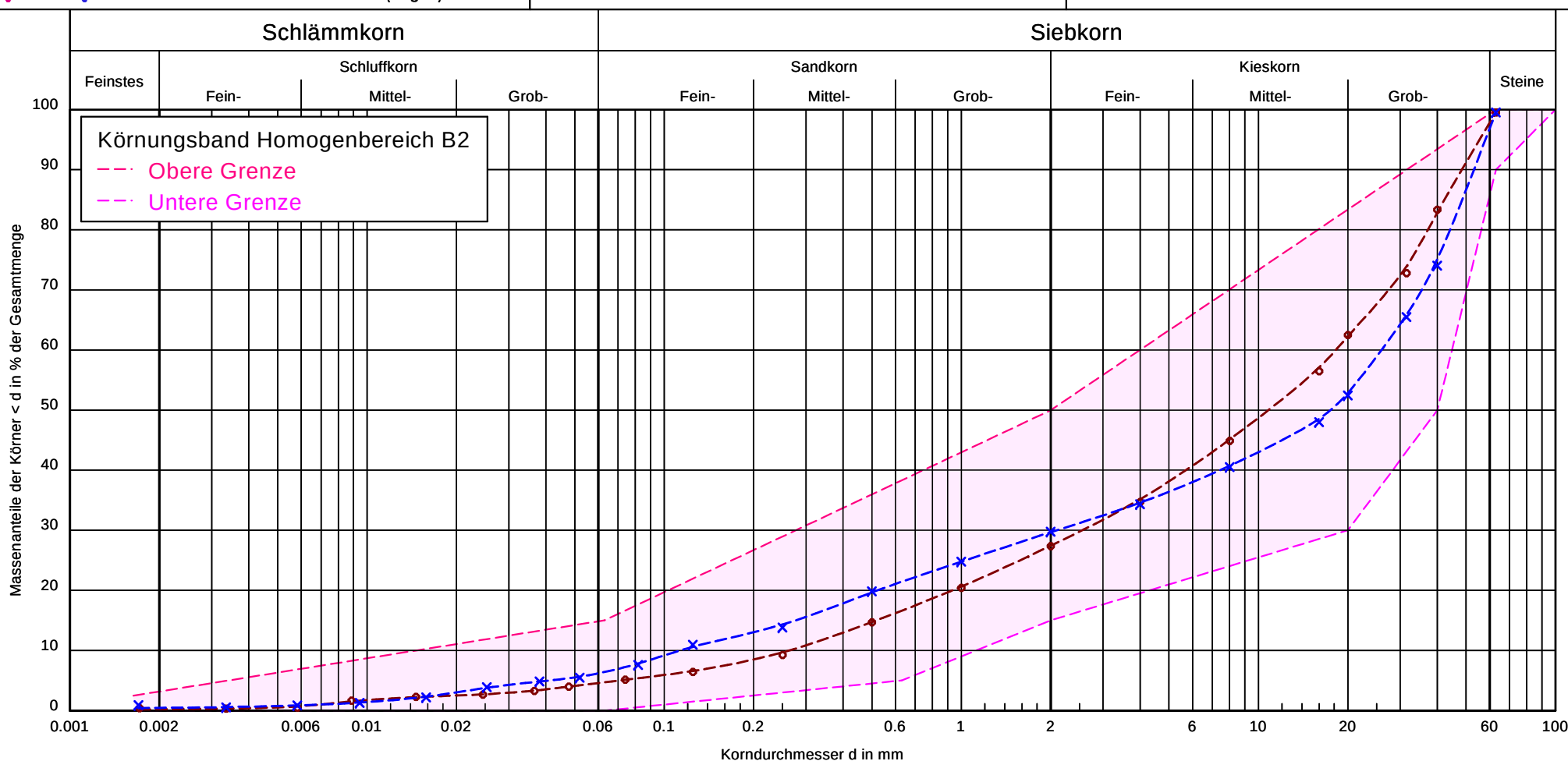
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Helmishofen Fl.Nr. 1532

Proben entnommen am: 04.10.2018

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Probe	PBo1-2	PBo3-2
Entnahmestelle	KB1	KB3
Bodengruppe	GW-GU	GW-GU
Bezeichnung	Quartärkies	Quartärkies
kf n. Mallet	$3.1 \cdot 10^{-3}$	$8.1 \cdot 10^{-4}$
Anteile T/U/S/G [%]	0.2/4.5/22.7/70.3	0.4/6.0/23.3/67.1
Signatur	●-----●	×-----×

Bericht:
180901
Anlage:
4.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Helmishofen Fl.Nr. 1532

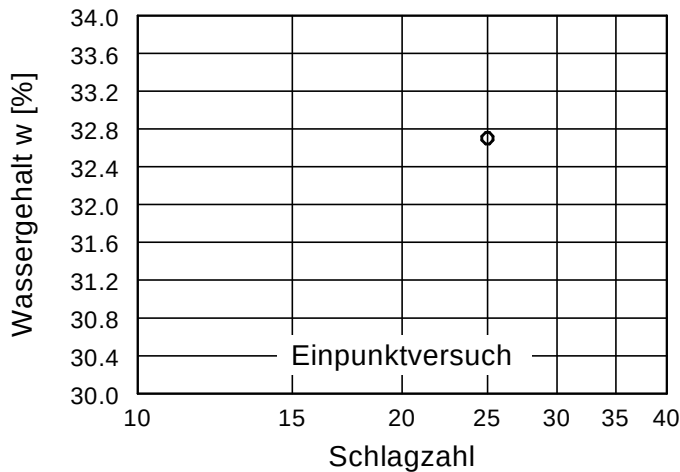
Entnahmestelle: KB2

Probe: PBo2-1

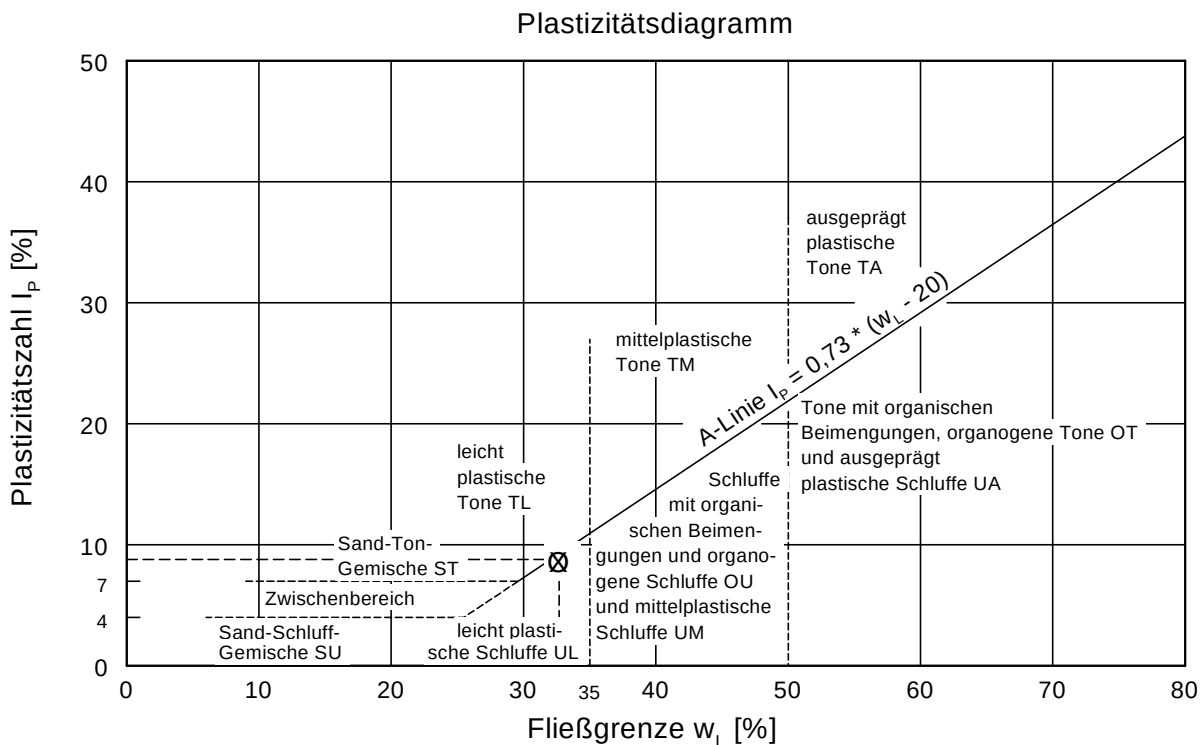
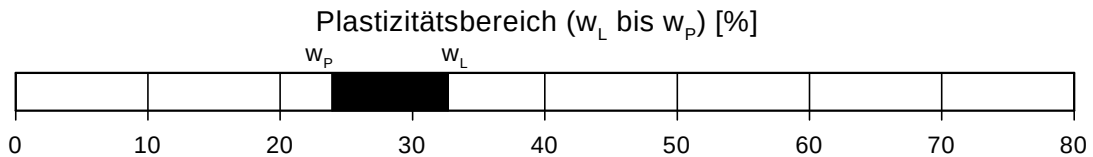
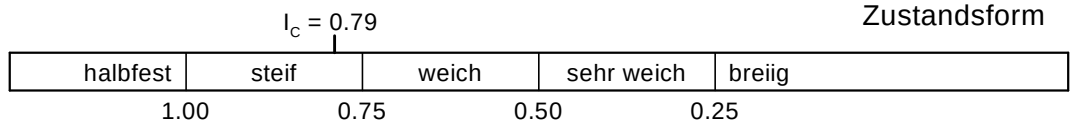
Entnahmedatum: 04.10.2018

Bearbeiter: S.

Datum: 05.10.2018



Wassergehalt $w = 18.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 32.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 23.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 8.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.79$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 30.1 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Korr. Wassergehalt = 25.8%





ICP

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

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

Bericht: 180901

Anlage: 5.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Helmishofen Fl.Nr. 1532

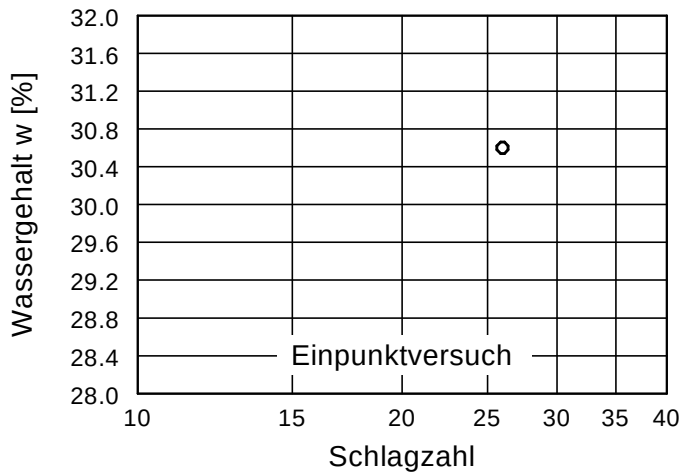
Entnahmestelle: KB4

Probe: PBo4-1

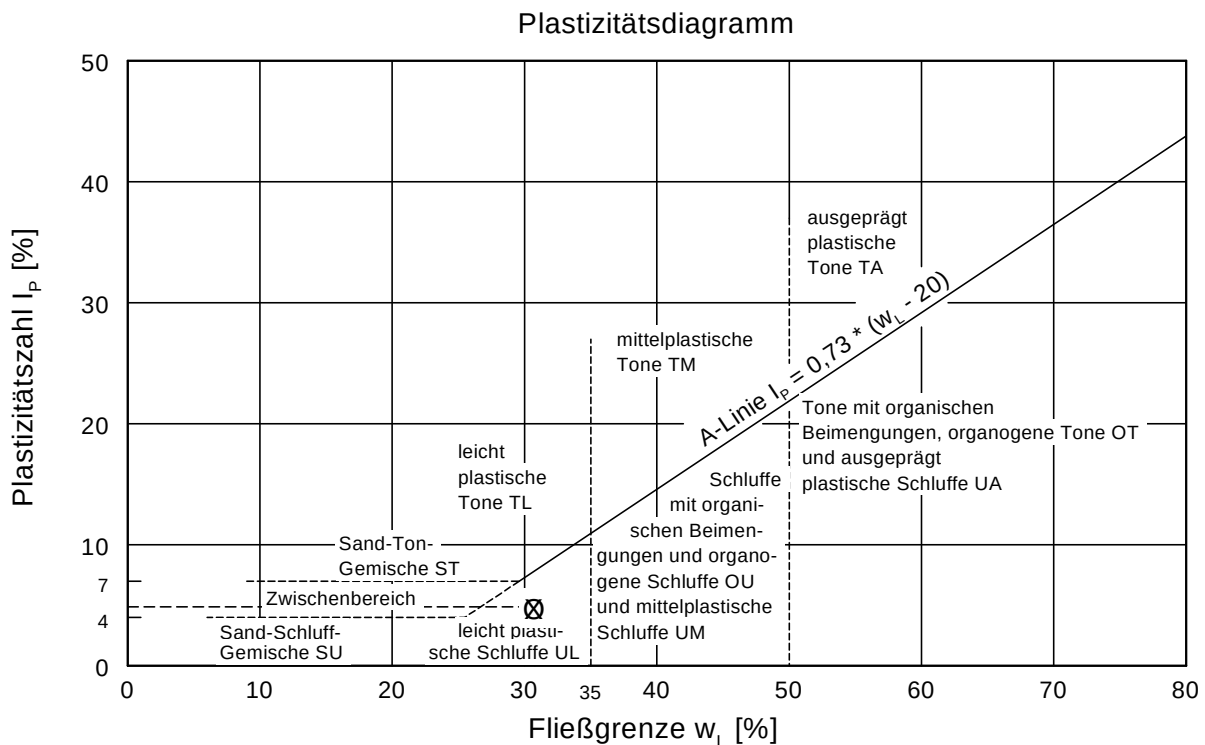
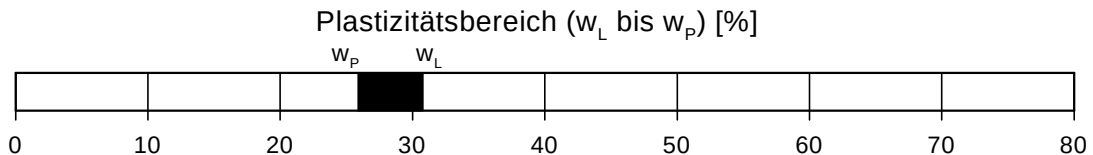
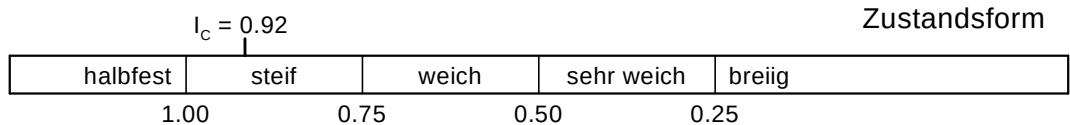
Entnahmedatum: 04.10.2018

Bearbeiter: S.

Datum: 05.10.2018



Wassergehalt $w = 14.1 \%$
Fließgrenze $w_L = 30.8 \%$
Ausrollgrenze $w_P = 25.9 \%$
Plastizitätszahl $I_P = 4.9 \%$
Konsistenzzahl $I_C = 0.92$
Anteil Überkorn $\ddot{u} = 46.4 \%$
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
Korr. Wassergehalt = 26.3 %





ICP

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

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

Anlage 6.1
zu Bericht Nr. 180901

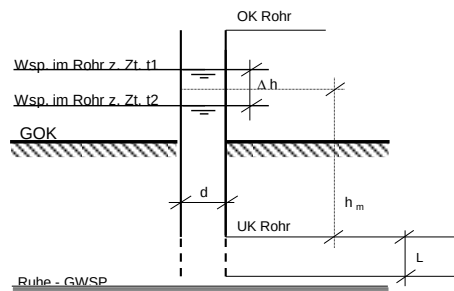
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Helmishofen Fl.Nr. 1532				
Bohrung Nr:	KB1	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	04.10.2018
Bodenart:	Quartärkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,60
Rohrdurchmesser d [m]	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]	0,84
Ruhe-GWsp u.GOK [m]	7,70
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	1,60

* 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	1,6				
				2	0,6	3	0,66667
	3	2,00	-0,4				
				-2	-0,2	-3	0,66667

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			
		0,66667	0,6	1,14E-03
	3			
		0,66667	-0,2	

kf-Mittelwert: 1,14E-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 6.2
zu Bericht Nr. 180901

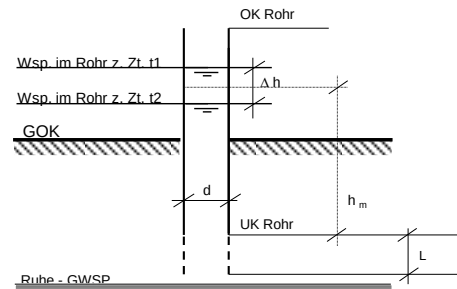
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Helmishofen Fl.Nr. 1532				
Bohrung Nr:	KB2	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	04.10.2018
Bodenart:	Quartärkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	2,70
Rohrdurchmesser d [m]	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]	0,24
Ruhe-GWsp u.GOK [m]	6,80
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	2,70

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	hm [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2,7				
				3	1,2	4	0,75000
	4	3,00	-0,3				
				-3	-0,15	-4	0,75000

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			
		0,75000	1,2	1,75E-03
	4			
		0,75000	-0,15	

kf-Mittelwert: 1,75E-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 6.3
zu Bericht Nr. 180901

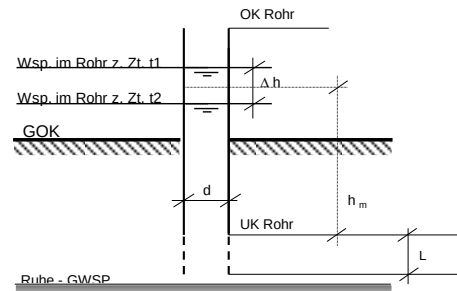
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Helmishofen Fl.Nr. 1532				
Bohrung Nr:	KB3	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	04.10.2018
Bodenart:	Quartärkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	2,20
Rohrdurchmesser d [m]	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]	0,62
Ruhe-GWsp u.GOK [m]	6,40
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	2,20

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	h _m [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2,2				
				2	1,2	3	0,66667
	3	2,00	0,2				
				-2	0,1	-3	0,66667

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			
		0,66667	1,2	7,42E-04
	3			
		0,66667	0,1	

kf-Mittelwert:

7,42E-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 6.4
zu Bericht Nr. 180901

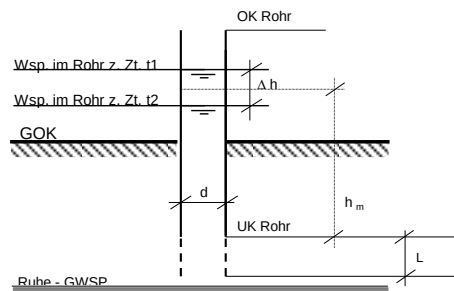
Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	Helmishofen Fl.Nr. 1532				
Bohrung Nr:	KB4	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	04.10.2018
Bodenart:	Quartärkies				

Feldparameter:

Rohrlänge* gesamt [m]	1,00
Rohrdurchmesser d [m]	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]	0,78
Ruhe-GWsp u.GOK [m]	7,60
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]	h _m [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	1				
				1,5	0,25	2	0,75000
	2	1,50	-0,5				
				-1,5	-0,25	-2	0,75000

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			
		0,75000	0,25	3,28E-03
	2			
		0,75000	-0,25	

kf-Mittelwert:

3,28E-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

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

ICP GmbH
ILLERSTR. 12
87452 ALTUSRIED

Datum 11.10.2018

Kundennr. 27027684

PRÜFBERICHT 2812975 - 417837

Auftrag 2812975 180901 GWG Helmishofen
Analysennr. 417837
Probeneingang 08.10.2018
Probenahme 04.10.2018
Probenehmer Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung 180901 MP1

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Feststoff				
Trockensubstanz	%	85,6	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03
Analyse in der Fraktion < 2mm				Siebung
Cyanide ges.	mg/kg	0,5	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As)	mg/kg	4,8	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Blei (Pb)	mg/kg	11	4	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chrom (Cr)	mg/kg	19	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kupfer (Cu)	mg/kg	13	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Nickel (Ni)	mg/kg	19	1	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.)
Zink (Zn)	mg/kg	36,2	2	DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039: 2005-01
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Phenanthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	DIN 38414-23 : 2002-02
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB (28)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05
PCB (52)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05
PCB (101)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05
PCB (118)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05

Datum 11.10.2018
Kundennr. 27027684

PRÜFBERICHT 2812975 - 417837

Kunden-Probenbezeichnung **180901 MP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05
PCB (153)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05
PCB (180)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2008-05
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung					DIN 38414-4 : 1984-10
pH-Wert		8,8	0		DIN 38404-5 : 2009-07
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	47	10		DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	<2,0	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01		DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Blei (Pb)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002		DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 08.10.2018

Ende der Prüfungen: 11.10.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.



AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-26
manfred.kanzler@agrolab.de Kundenbetreuung