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

ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

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

BayernGrund
Grundstücksbeschaffungs- und -erschließungs-GmbH
Giesinger Bahnhofsplatz 2, 81539 München

Markt Altusried, Lkr. Oberallgäu

Erschließung Baugebiet "An der Ritterstraße" in 878452 Altusried-Muthmannshofen

Baugrunduntersuchung

Untersuchungsbericht Nr. 171106

Altusried, 18.01.2018

Inhalt:

		Seite
1	Vorgang	1
2	Leistungsumfang	2
3	Geologische Schichtenfolge	2
4	Grundwasserverhältnisse	3
5	Homogenbereiche, Bodenkennwerte	3
6	Bautechnische Beurteilung für Tiefbaumaßnahmen	6
6.1	Rohrleitungsbau	6
6.1.1	Aushub, Wiedereinbaubarkeit	6
6.1.2	Graben-/Baugrubenwände, Wasserhaltung	6
6.1.3	Rohrgründung	7
6.1.4	Grabenverfüllung	7
6.2	Straßenbau (inkl. Kreisverkehr OA16)	8
6.2.1	Untergrund	8
6.2.2	Bemessung frostsicherer Oberbau	9
6.3	Regenrückhaltebecken	10
7	Untergrund-Sickerfähigkeit	10
8	Gründungshinweise für Hochbauten	11

Anlagen:

1	Lageplan
2	Bohrprofile
3.1 - 3.2	Korngrößenanalysen, Körnungsbänder Homogenbereiche
4.1 - 4.4	Bestimmung Zustandsgrenzen
5	Bestimmung Glühverlust (organischer Anteil)
6.1 - 6.2	Sickerversuchsprotokolle

---

1 Vorgang

Die BayernGrund GmbH beauftragte die ICP GmbH mit der Durchführung einer Erkundung zur Prüfung der örtlichen Baugrundverhältnisse für die Erschließung des Baugebietes "An der Ritterstraße" in Muthmannshofen (Markt Altusried).

Von der Klinger Ingenieur GmbH, Dietmannsried, wurden hierzu Planunterlagen zur Verfügung gestellt.

2 Leistungsumfang

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

- 12 Stck. Kleinrammbohrungen KB1 - KB12 nach DIN 22475,
- 2 Stck. Kernbohrungen im Asphalt (KB1, KB13),
- 8 Stck. Korngrößenanalysen nach DIN 18123/17892-4,
- 4 Stck. Bestimmung Konsistenz/Zustandsgrenzen n. DIN 18122,
- 4 Stck. Bestimmung Glühverlust n. DIN 18128,
- 2 Stck. Sickerversuche im Bohrloch.

Für Altlastenbeurteilungen und chemische Analysen wurden Asphalt- und Bodenproben entnommen (s. Anl. 2) und diese zur weiteren Bearbeitung an die Klinger Ingenieur GmbH übergeben.

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

Die Aufschlussergebnisse wurden in Bohrprofilen nach DIN 14688/4023 dargestellt (Anl. 2).

Für die bautechnische Beurteilung wurden die örtlichen Böden 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.

3 Geologische Schichtenfolge

Das Baugebiet liegt am östlichen Ortsrand von Muthmannshofen, auf einer nach Norden abfallenden landwirtschaftlichen Grünfläche, sowie daran angrenzende Straßenbereiche.

Der Untergrund wird hier von Gesteinen des **Tertiärs** aufgebaut, die im unverwitterten Zustand aus einer Wechselfolge von Konglomeraten und Mergelsteinen sowie Sandsteinen bestehen. Durch tiefgründige Verwitterung sind diese Gesteine zu Ton, Schluff, Sand und Kies entfestigt. In den Bohrungen wurden bereichsweise sowohl die nicht entfestigten Festgesteine (Konglomerate, verbackene Kiese, feste Tonmergel) als auch deren Verwitterungsprodukte, hier weich-steif-halbfeste Tone und Schluffe sowie mitteldichte bis dichte Kiese und Sande, aufgeschlossen.

Nach oben folgt eine **Verwitterungsdecke** aus tonig-sandigem, teils kiesigem Schluff (Verwitterungslehm).

Die Schichtenfolge wird im Grünflächenbereich von **Oberboden** in ca. 10 bis 30 cm Stärke abgeschlossen.

Im Bereich der bestehenden Straßen liegen über der Verwitterungsdecke der **ungebundene Oberbau** und eine **Asphaltdecke**.

Verbreitung, Tiefenlage und Mächtigkeit der einzelnen Schichten in den Bohrungen können Anlage 2 entnommen werden.

Das Baufeld liegt in Erdbebenzone 0 und Untergrundklasse S nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01. Besondere Vorkehrungen zur Erdbebensicherung sind hier nicht erforderlich.

4 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde innerhalb der entfestigten Kiese und Sande aufgeschlossen. Durch die Einspannung dieser Schichten in den Verbund aus gering durchlässigen schluffig-tonigen bzw. verfestigten Schichten sowie deren horizontalen Verzahnung wird das Sickerwasser im freien Porenraum der Kiese und Sande angereichert und eingestaut, so dass diese weitgehend wassergesättigt sind.

Es handelt sich hier nicht um einen durchgehenden Grundwasserspiegel, sondern um lokal begrenzte Stau- und Schichtwasservorkommen.

5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

Vorbemerkung: Mit Einführung der ATV DIN 18300-2015 wurde die zuvor gültige Klassifizierung in Boden-/Felsklassen 1 - 7 durch die Einführung von Homogenbereichen ersetzt. Für eine Übergangszeit werden in nachstehender Tabelle neben den Homogenbereichen auch die Boden-/Felsklassen nach DIN 18300-2012 zu unverbindlichen Orientierungszwecken aufgeführt.

Die in Ziff. 3 aufgeführte, bautechnisch relevante Schichtenfolge (im Straßenbereich unterhalb von ca. 20 cm Asphaltdecke) 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). Der angegebene Tiefenbereich gilt für die Bereiche (Bohrungen), in denen die betreffenden Böden vorkommen; dabei wird die höchstgelegene OK und die tiefste UK der Schicht angegeben:

Homogenbereich O:	Oberboden Tiefenbereich 0 bis 0,3 m
Homogenbereich B1:	Ungebundener Fahrbahnoberbau (KB1), Kies-Auffüllung Tiefenbereich 0,2 bis 0,6 m
Homogenbereich B2:	Verwitterungsdecke und entfestigter Tertiär-Tonmergel Tiefenbereich 0,1 bis > 5 m
Homogenbereich B2:	Tertiärer Kies und Sand Tiefenbereich 1,5 bis > 5 m
Homogenbereich X1:	Tertiär-Tonmergel, Mergelstein und Konglomerate Tiefenbereich 2,0 bis > 5 m

Bautechnisch können die Homogenbereiche (unterhalb von Oberboden und Asphaltdecke) teilweise zusammengefasst und mit folgenden Bandbreiten der Bodenkennwerte belegt werden:

Homogenbereich	**B1, B3**	**B2**	**X1**
Bezeichnung	kiesige Auffüllung (Oberbau), Tertiär-Kies Tertiär-Sand	Verwitterungsdecke, Tonmergel, entfestigt	Tonmergel/Mergelstein (Mst) Konglomerat (Kg)
Bodengruppe (DIN 18196)	GW, GU, GU*, SU	UL, UM, TM	UM, TM, GU, Fels
Boden-/Felsklasse (DIN 18300-2012, nur informativ, nicht mehr gültig)	3, 4, sehr dicht: 6	4	Mst: vorwiegend 6, Kg: 7
Korngrößen-verteilung (DIN 18123)	siehe Anlage 3.1	siehe Anlage 3.2	-
Steine und Blöcke [Gew.-%]	bis 10 %	bis 10 %	-
Organischer Anteil [Gew.-%]	< 0,5	< 0,5	0
Wassergehalt [Gew.-%]	5 - 15 im Wasser: bis 35	8 - 22	< 10
Kalkgehalt (Abschätzung)	mittel bis hoch	gering	Mst: gering Kg: mittel bis hoch
Sulfatgehalt (Abschätzung)	gering	gering	gering
Lagerungsdichte / I_D (DIN 14688-2) [%]	mitteldicht bis sehr dicht 35 - 100	-	-
Konsistenz / I_C (DIN 18122-1) [-]	-	weich-steif-halbfest 0,4 - 1,0 - 1,2	Mst: fest: 1,25 - 2,0

Homogenbereich	**B1, B3**	**B2**	**X1**
Bezeichnung	kiesige Auffüllung (Oberbau), Tertiär-Kies Tertiär-Sand	Verwitterungsdecke, Tonmergel, entfestigt	Tonmergel/Mergelstein (Mst) Konglomerat (Kg)
Plastizität / I_P (DIN 18122-1) [-]	-	leicht bis mittel plastisch / 0,02 - 0,25	-
Dichte ρ erdfeucht (DIN 17892-2 u. DIN 18125-2) [t/m³]	1,9 - 2,1	1,7 - 1,9	2,3 - 2,6
Reibungswinkel φ' (DIN 1055) [Grad]	30 - 35	22,5 - 27,5	-
Kohäsion c' (DIN 1055) [kN/m²] c_u	0 0	2 - 25 15 - 250	-
Druckfestigkeit [MPa]	-	-	Mst: 5 - 20 Kg: 30 - 80
Trennflächengefüge	-	-	kompakt
Durchlässigkeit k_f [m/s] ca.	10^{-3} - 10^{-5}	< 10^{-8}	nur auf Trennflächen oder Entfestigungen im Kg
Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 17	F 1 - F 2	F 3	-
Verdichtbarkeits-klasse n. ZTV A-StB 89	V 1 - V 2	V 3	-

6 Bautechnische Beurteilung für Tiefbaumaßnahmen

6.1 Rohrleitungsbau

6.1.1 Aushub, Wiedereinbaubarkeit

Der Aushub wird voraussichtlich in allen vorgenannten Homogenbereichen stattfinden. Erschwernisse beim Lösen der Tertiär-Festgesteine sind zu berücksichtigen (erschwertes Reißen, in Konglomeraten ggf. auch Meißelarbeit zur Auflockerung)

Aushub der Homogenbereiche B2 und X1 ist aufgrund der vorwiegend bindigen Zusammensetzung nicht ausreichend verdichtbar, so dass hier der Ersatz mit Fremdmaterial bzw. für B2 eine Bodenverbesserung mit Bindemittel erforderlich wird (s.u.).

Kiesiger Aushub der Homogenbereiche B1 und B3 kann ggf. als Unterbau, Arbeitsraum- und Grabenverfüllung wiederverwendet werden, B3 bei starker Durchfeuchtung jedoch erst nach Abtrocknung.

6.1.2 Graben-/Baugrubenwände, Wasserhaltung

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

Die Böschungswinkel der Baugrubenwände dürfen folgende Neigungen nicht überschreiten:

- 45 Grad im Bereich der weichen Deckschichten und in sandig-kiesigen, nicht bindigen Böden,
- 60 Grad im Bereich Tonmergel mit mindestens steifer Konsistenz,
- 80 Grad im Fels.

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

Leitungsgräben werden mittels konventioneller Verbaumodule gesichert werden.

Bei Aushubarbeiten in den durch Stau-/Schichtwasser durchnässten Kiesen und Sanden kann der Aushub nur in einer verbauten Baugrube erfolgen.

Da von einer lokalen Begrenzung und damit Abnahme der Wasserführung im Anschnitt ausgegangen wird, kann eine offene Wasserhaltung im Graben vorgesehen werden. Die Wasserabfuhr erfolgt über 2 Pumpensümpfe am Anfang und Ende eines jeweils maximal 2 Module langen Abschnittes. Für die Fördermenge für einen 10 m langen und 2 m breiten Graben innerhalb der wasserführenden Schichten ist von anfänglich bis zu ca. 10 l/sec auszugehen.

Für größere Baugruben, z.B. unterkellerte Wohnhäuser, sind die Beherrschbarkeit der Wasservorkommen und die Stabilität von unverbauten Baugrubenböschungen innerhalb der wasserführenden Sande und Kiese am jeweiligen Standort durch Probeschürfe zu prüfen. Hier können im Vorfeld aufgrund der kleinräumig wechselnden Verhältnisse keine allgemein gültigen Angaben gemacht werden.

6.1.3 Rohrgründung

In den auf der Rohrsohle zu erwartenden Böden kann die Leitungsbettung überwiegend ohne zusätzliche Bodenverbesserung auf den anstehenden Untergrund aufgebracht werden.

Nur bei Aushubsohle in feinsandig-schluffigen, wasserführenden Böden mit Fließneigung (KB4, KB10) ist bei Aufweichungen gegebenenfalls eine Bodenverbesserung erforderlich. Wir empfehlen in diesen Bereichen den Mehraushub um 30 cm und Einbau einer 30 cm starken Sohlschicht aus Schotter oder Rollkies (z.B. 16/32), die in ein Geotextil-Vlies GRK 3 eingeschlagen wird. Diese Sohlschicht ermöglicht dann auch die Entwässerung der Grabensohle.

6.1.4 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.

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

Bezüglich der Eignung des örtlichen Aushubes zur Wiederverfüllung wird auf Ziff. 6.1.1 verwiesen.

Als Fremdmaterial empfehlen wir nicht bindige Böden der Bodengruppe GW n. DIN 18196 mit einem maximalen Feinkornanteil von 5 % (Frostschutzkies).

6.2 Straßenbau (inkl. Kreisverkehr OA16)

6.2.1 Untergrund

Maßgeblich für die Klassifikation nach Frostempfindlichkeit ist die Beschaffenheit des Untergrundes im Planumsbereich. Dieser ist gemäß den Angaben in Ziff. 3 vorwiegend als schluffig-bindiger Boden ausgebildet und in Frostempfindlichkeitsklasse **F3** n. ZTVE-StB 17 einzustufen.

Der für F3-Untergrund gemäß ZTVE-StB 17 auf dem Planum erforderliche Verformungsmodul **$E_{V2} \geq$ 45 MPa** wird bei der festgestellten weichen bis weich-steifen Konsistenz der anstehenden schluffig-tonigen Böden nicht ohne Bodenverbesserung erfüllt werden.

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

a. Teilbodenaustausch

Der Bodenaustausch erfolgt mit Kies oder Schotter der Bodengruppen GW oder GI und GU mit maximal 10 % Anteil < 0,063 mm.

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

Die Mindestanforderung bei $E_{V2} \geq 15$ MN/m^2 beträgt 30 cm Schotterschicht (z.B. 0/63, Frostschutzkies oder gebrochen).

Bei niedrigeren E_{V2}-Werten (< 15 MN/m^2) ist die Dicke der Schicht zu erhöhen.

Für die Kalkulation empfehlen wir, von einer mittleren Unterbau-Stärke von **40 cm** auszugehen.

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-TM Mischbindemittel mit 50/50 % Kalk-Zement geeignet.

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

Das durch Bindemittel verbesserte Planum darf nicht mehr direkt mit Baufahrzeugen befahren werden, da dies zu irreversiblen Entfestigungen führt. Es ist ggf. eine Baustraßenschüttung (min. 40 cm) mit Kies-/Schotter aufzubringen.

6.2.2 Bemessung frostsicherer Oberbau

Zunächst ist die Frosteinwirkungszone, in der die Maßnahme liegt, festzulegen. Als Grundlage dient die Karte der Frosteinwirkungszonen 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.

Im Bereich der vorhandenen Fahrbahn (KB1) wurde ein bis 60 cm Tiefe reichender ungebundener Oberbau festgestellt, der in der Korngrößenanalyse (Anl. 3.1) eine dem Frostschutzkies im Einbauzustand gemäß ZTV SoB-StB 04 entsprechende Kornzusammensetzung aufweist.

6.3 Regenrückhaltebecken

Am Standort KB11 ist ein Rückhaltebecken in Erdbauweise vorgesehen.

Die Sohle des Beckens ist bei NN+724,20 m Tiefe geplant. Sie liegt damit innerhalb der hier ab UK Oberboden und bis ca. 4,3 m Tiefe reichenden Deckschichten aus weich-steifem, nach unten steif-halbfestem Tonmergel.

Der Tonmergel ist als sehr gering durchlässig, mit $k_f < 10^{-8}$ m/s, einzustufen, so dass bei dessen flächenhafter Verbreitung im Sohl- und Böschungsbereich (bei Aufgrabung zu prüfen) keine zusätzlichen Abdichtungsmaßnahmen erforderlich werden.

Zum Aufbau kleinerer Dammschüttungen ist das Aushubmaterial geeignet.

Die Böschungsneigungen für die wasserseitigen Böschungen und allseitig für Dammschüttungen sollen 1 : 3 nicht überschreiten (Empfehlung nach DWA-M 522). Voraussetzung hierfür ist eine ausreichende Oberflächenstabilisierung durch Humusierung und Bewuchs/Durchwurzelung der erosionsempfindlichen Böden. Bei Unterschreitung der Neigung 1 : 3 sind Standsicherheitsberechnungen und -Nachweise nach DIN 4084, nach Vorlage der Bauwerksgeometrie mit Regelquerschnitten, durchzuführen.

7 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 Sickerraumes sollte bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) mindestens 1 m, der k_f-Wert der ungesättigten Zone soll höchstens 1×10^{-3} m/s betragen.

Die Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden erfolgte anhand der in den kiesigen Böden der Bohrungen KB2 und KB3 durchgeführten Sicker-/Infiltrationsversuche (Open-End-Test im verrohrten Bohrloch mit Messung der Absenkung; Anl. 5), sowie der Korngrößenanalysen (n. MALLET, Anl. 3).

In der **Verwitterungsdecke** und dem **Tonmergel** sowie **Fels** ist die Durchlässigkeit mit einem **k_f-Wert < 10^{-7} m/sec** grundsätzlich zu gering.

Im unverfestigten **Tertiärkies/-Sand** ist mit einem mittleren **$k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/sec** prinzipiell eine Durchlässigkeit vorhanden. Die Berechnung aus den Messergebnissen ist jedoch dahingehend mit Einschränkungen behaftet, dass durch die zumeist vollständige Wassersättigung keine ungesättigte Zone vorhanden ist. Zudem sind die Vorkommen höher durchlässiger Kiese und Sande lokal, sowohl vertikal als auch horizontal, eng begrenzt, so dass von einem sehr eingeschränkten Aufnahmevermögen auszugehen ist. Insofern ist von der gezielten Einleitung von Wasser in die Kies-/Sandvorkommen, auch im Hinblick auf negative Auswirkungen auf angrenzende Bebauungen, abzuraten.

Insgesamt ist die Situation für die örtliche Versickerung von Niederschlagswasser im Baugebiet daher als ungünstig einzustufen. Es wird hiervon abgeraten.

8 Gründungshinweise für Hochbauten

Aufgrund der im oberen Teil weichen Böden (Verwitterungsdecke) ist für nicht unterkellerte Gebäude und Gebäude mit Kellersohlen in den Deckschichten unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine **Plattengründung** sinnvoll.

Ein für **Fundamente** (Streifen- und Einzelfundamente) ausreichend tragfähiger Untergrund steht als Tertiärkies-/Sand in mitteldichter Lagerung und steif-halbfester Tonmergel (bei Unterkellerungen) an. Es gelten dann die Bemessungswerte nach EC7/DIN 1054 Tab. A 6.2 (Kies/Sand) bzw. A 6.7 (tonig-schluffiger Boden).

Bodenplatten müssen auf einer Tragschicht aufgebaut werden, die einen dem Gebäudestandort angepassten Aufbau haben muss. Als Mindestanforderung sollte innerhalb der weichen Verwitterungsdecke von einer Tragschicht aus Frostschutzkies oder vergleichbarem Schotter in 60 cm Schichtstärke, aufgebaut auf einem Geotextil GRK4, ausgegangen werden. In halbfestem Tonmergel, Kies, Sand und Fels kann die Schichtstärke auf ca. 30 cm reduziert werden.

Der zugehörige Bettungsmodul kann dann vorläufig für den ungünstigsten Lastfall mit **k_s = 5 MN/m^3** angesetzt werden.

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

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

erreicht werden.

Hinsichtlich der Ausführung von Kellergeschossen ist zu berücksichtigen, dass die Lage in den bindigen Böden und/oder stark durchfeuchteten Kiesen/Sanden zu aufstauendem Sickerwasser am Bauwerk führen kann. Es sind entsprechende Abdichtungen (WU-Keller) vorzusehen.

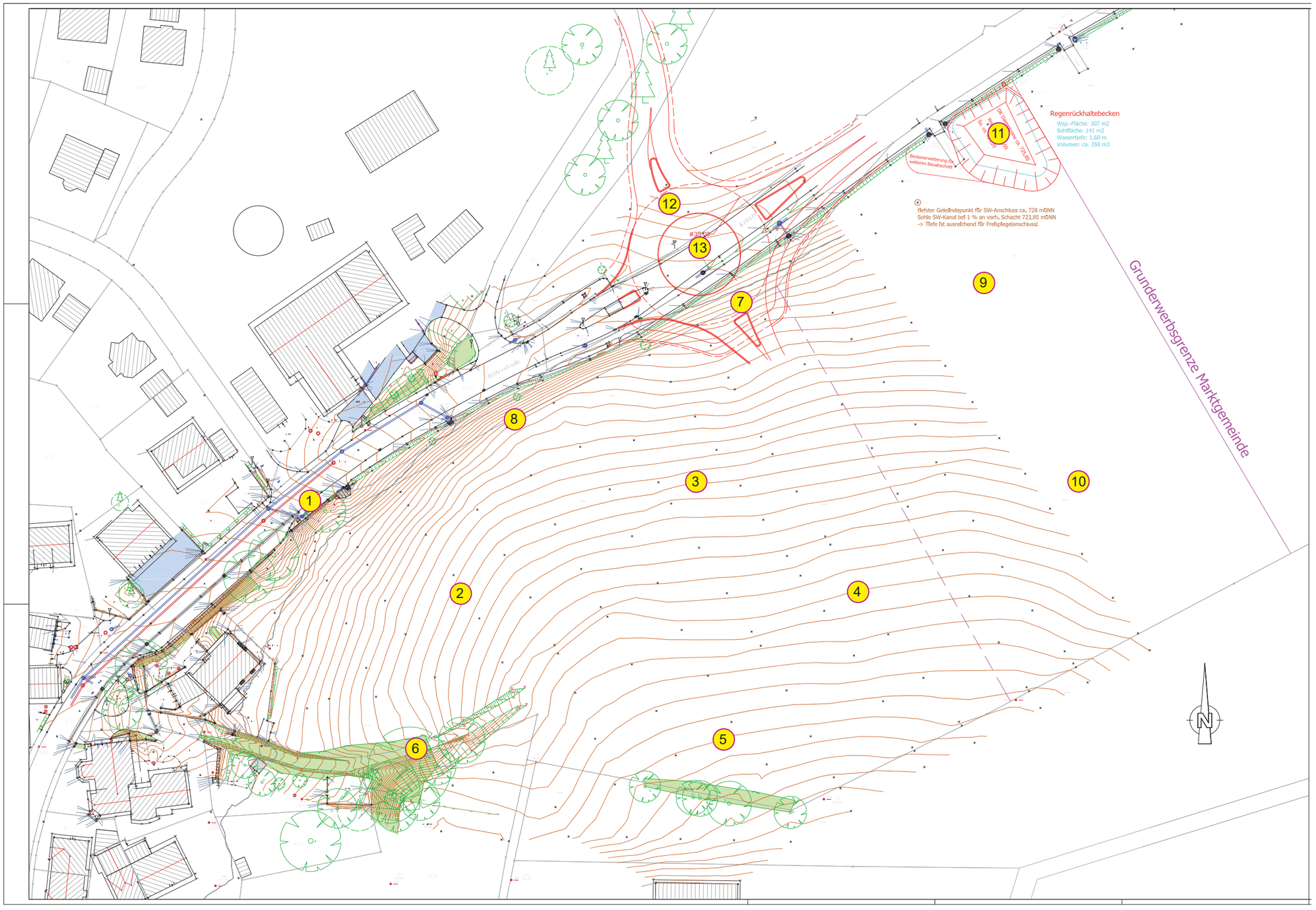
Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den unter Ziff. 8. genannten Angaben um generalisierte Anhaltswerte handelt, die eine auf das jeweilige Bauwerk und den Standort abgestimmte Detailerkundung und -bemessung nicht ersetzen können. Für Gebäude empfehlen wir individuelle Baugrunduntersuchungen.

Altusried, den 18.01.2018

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

Beratender Geowissenschaftler BDG Hermann-Josef Brüll



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

Erschließung Baugebiet
„An der Ritterstraße“
Muthmannshofen

Baugrunduntersuchung

Lageplan = Bohrpunkte

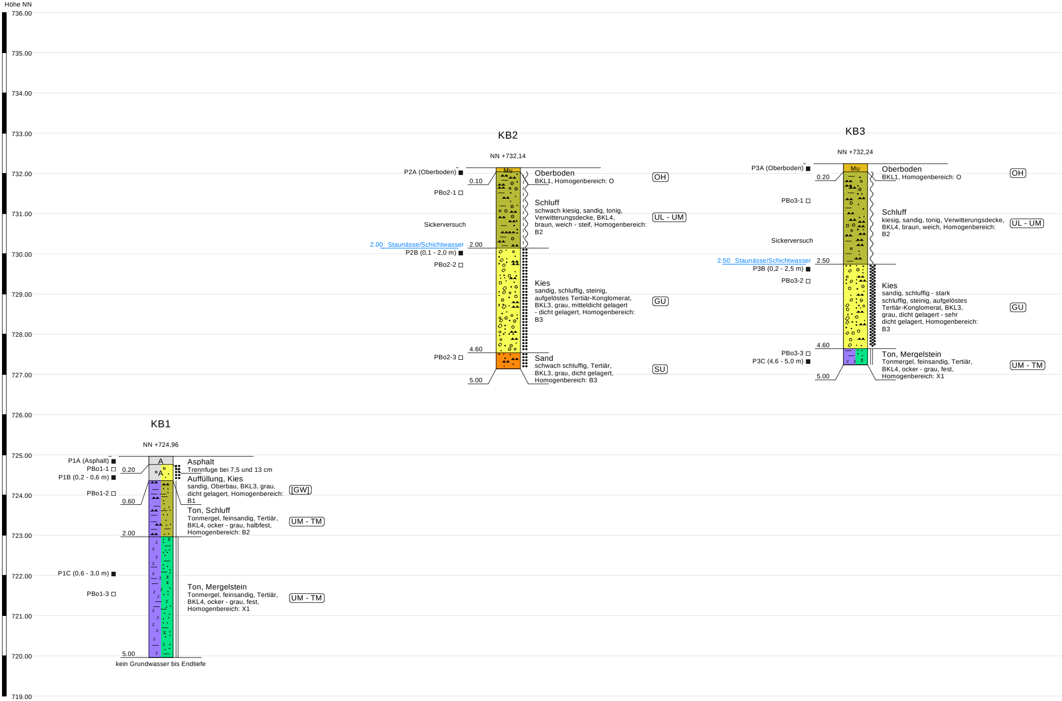
M. 1 : 1.000

Anlage 1

zu Bericht Nr.:
171106

Dat.: 15.01.2018

Bearb.: B.


Höhe NN
736.00
735.00
734.00
733.00
732.00
731.00
730.00
729.00
728.00
727.00
726.00
725.00
724.00
723.00
722.00
721.00
720.00
719.00
KB2
NN +732,14
Mu
P2A (Oberboden)
0.10
PBo2-1
Sickerversuch
2.00 Staunässe/Schichtwasser
2.00
P2B (0,1 - 2,0 m)
PBo2-2
4.60
PBo2-3
5.00
OH
UL - UM
GU
SU
KB3
NN +732,24
Mu
P3A (Oberboden)
0.20
PBo3-1
Sickerversuch
2.50 Staunässe/Schichtwasser
2.50
P3B (0,2 - 2,5 m)
PBo3-2
4.60
PBo3-3
P3C (4,6 - 5,0 m)
5.00
OH
UL - UM
GU
UM - TM
KB1
NN +724,96
A
P1A (Asphalt)
0.20
PBo1-1
P1B (0,2 - 0,6 m)
PBo1-2
0.60
2.00
P1C (0,6 - 3,0 m)
PBo1-3
5.00
[GW]
UM - TM
UM - TM

KB2

Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O

Schluff
schwach kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich - steif, Homogenbereich: B2

Kies
sandig, schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, grau, mitteldicht gelagert - dicht gelagert, Homogenbereich: B3

Sand
schwach schluffig, Tertiär, BKL3, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B3

KB3

Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O

Schluff
kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich, Homogenbereich: B2

Kies
sandig, schluffig - stark schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, grau, dicht gelagert - sehr dicht gelagert, Homogenbereich: B3

Ton, Mergelstein
Tonmergel, feinsandig, Tertiär, BKL4, ocker - grau, fest, Homogenbereich: X1

KB1

Asphalt
Trennfuge bei 7,5 und 13 cm

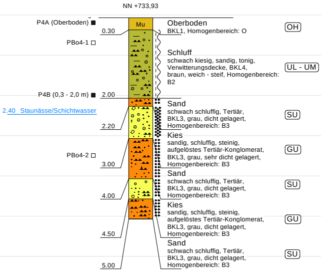
Auffüllung, Kies
sandig, Oberbau, BKL3, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B1

Ton, Schluff
Tonmergel, feinsandig, Tertiär, BKL4, ocker - grau, halbfest, Homogenbereich: B2

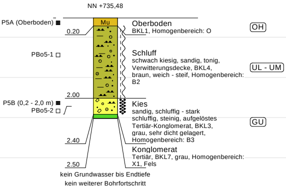
Ton, Mergelstein
Tonmergel, feinsandig, Tertiär, BKL4, ocker - grau, fest, Homogenbereich: X1

kein Grundwasser bis Endtiefe

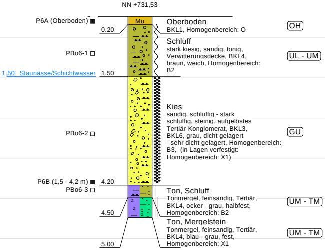
KB4


NN +733,93
P4A (Oberboden) ■
Mu
0.30
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O
OH
PBo4-1 ☐
Schluff
schwach kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich - steif, Homogenbereich: B2
UL - UM
P4B (0,3 - 2,0 m) ■
2.00
2.40 Staunässe/Schichtwasser
Sand
schwach schluffig, Tertiär, BKL3, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B3
SU
2.20
Kies
sandig, schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, grau, sehr dicht gelagert, Homogenbereich: B3
GU
PBo4-2 ☐
3.00
Sand
schwach schluffig, Tertiär, BKL3, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B3
SU
4.00
Kies
sandig, schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B3
GU
4.50
Sand
schwach schluffig, Tertiär, BKL3, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B3
SU
5.00

KB5

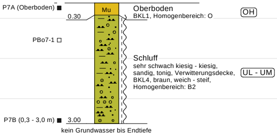

NN +735,48
P5A (Oberboden) ■
Mu
0.20
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O
OH
PBo5-1 ☐
Schluff
schwach kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich - steif, Homogenbereich: B2
UL - UM
2.00
P5B (0,2 - 2,0 m) ■
PBo5-2 ☐
Kies
sandig, schluffig - stark schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, grau, sehr dicht gelagert, Homogenbereich: B3
GU
2.40
Konglomerat
Tertiär, BKL7, grau, Homogenbereich: X1, Fels
2.50
kein Grundwasser bis Endtiefe
kein weiterer Bohrfortschritt

KB6


NN +731,53
P6A (Oberboden) ■
Mu
0.20
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O
OH
PBo6-1 ☐
Schluff
stark kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich, Homogenbereich: B2
UL - UM
1.50 Staunässe/Schichtwasser
1.50
Kies
sandig, schluffig - stark schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, BKL6, grau, dicht gelagert - sehr dicht gelagert, Homogenbereich: B3, (in Lagen verfestigt: Homogenbereich: X1)
GU
PBo6-2 ☐
P6B (1,5 - 4,2 m) ■
4.20
PBo6-3 ☐
Ton, Schluff
Tonmergel, feinsandig, Tertiär, BKL4, ocker - grau, halbfest, Homogenbereich: B2
UM - TM
4.50
Ton, Mergelstein
Tonmergel, feinsandig, Tertiär, BKL4, blau - grau, fest, Homogenbereich: X1
UM - TM
5.00

KB7

NN +729,38


P7A (Oberboden)
Mu
0.30
PBo7-1
P7B (0,3 - 3,0 m)
3.00
OH
UL - UM

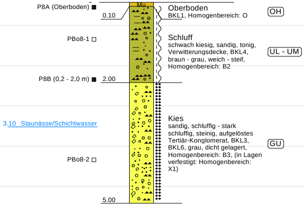
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O

Schluff
sehr schwach kiesig - kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich - steif, Homogenbereich: B2

kein Grundwasser bis Endtiefe

KB8

NN +730,58


P8A (Oberboden)
Mu
0.10
PBo8-1
P8B (0,2 - 2,0 m)
2.00
3.10 Staunässe/Schichtwasser
PBo8-2
5.00
OH
UL - UM
GU

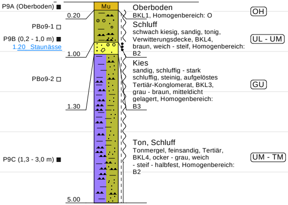
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O

Schluff
schwach kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun - grau, weich - steif, Homogenbereich: B2

Kies
sandig, schluffig - stark schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, BKL6, grau, dicht gelagert, Homogenbereich: B3, (in Lagen verfestigt: Homogenbereich: X1)

KB9

NN +729,23

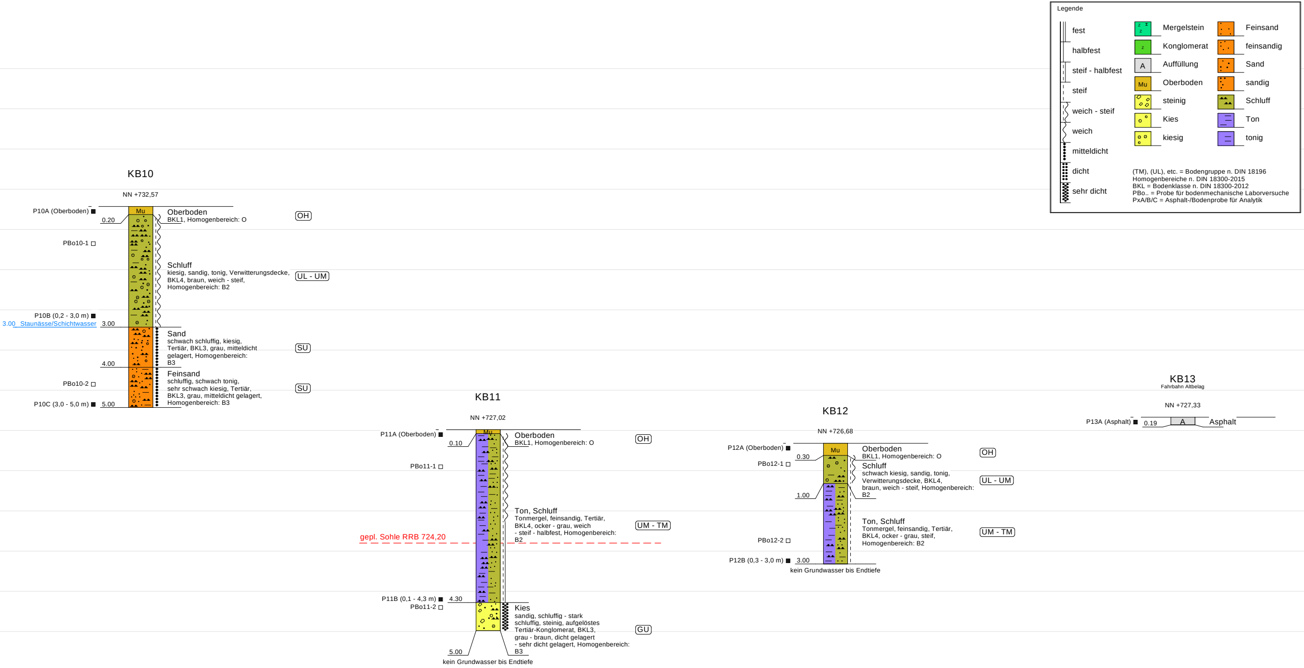

P9A (Oberboden)
Mu
0.20
PBo9-1
P9B (0,2 - 1,0 m)
1.20 Staunässe
1.00
PBo9-2
1.30
P9C (1,3 - 3,0 m)
5.00
OH
UL - UM
GU
UM - TM

Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O

Schluff
schwach kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke, BKL4, braun, weich - steif, Homogenbereich: B2

Kies
sandig, schluffig - stark schluffig, steinig, aufgelöstes Tertiär-Konglomerat, BKL3, grau - braun, mitteldicht gelagert, Homogenbereich: B3

Ton, Schluff
Tonmergel, feinsandig, Tertiär, BKL4, ocker - grau, weich - steif - halbfest, Homogenbereich: B2


Legende
fest
halbfest
steif - halbfest
steif
weich - steif
weich
mitteldicht
dicht
sehr dicht
Mergelstein
Konglomerat
Auffüllung
Oberboden
steinig
Kies
kiesig
Feinsand
feinsandig
Sand
sandig
Schluff
Ton
tonig
(TM), (UL), etc. = Bodengruppe n. DIN 18196
Homogenbereiche n. DIN 18300-2015
BKL = Bodenklasse n. DIN 18300-2012
PBo.. = Probe für bodenmechanische Laborversuche
PxA/B/C = Asphalt-/Bodenprobe für Analytik
KB10
NN +732,57
P10A (Oberboden)
0.20
Mu
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O
OH
PBo10-1
Schluff
kiesig, sandig, tonig, Verwitterungsdecke,
BKL4, braun, weich - steif,
Homogenbereich: B2
UL - UM
P10B (0,2 - 3,0 m)
3.00 Staunässe/Schichtwasser
3.00
Sand
schwach schluffig, kiesig,
Tertiär, BKL3, grau, mitteldicht
gelagert, Homogenbereich:
B3
SU
4.00
Feinsand
schluffig, schwach tonig,
sehr schwach kiesig, Tertiär,
BKL3, grau, mitteldicht gelagert,
Homogenbereich: B3
SU
PBo10-2
P10C (3,0 - 5,0 m)
5.00
KB11
NN +727,02
P11A (Oberboden)
0.10
Mu
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O
OH
PBo11-1
Ton, Schluff
Tonmergel, feinsandig, Tertiär,
BKL4, ocker - grau, weich
- steif - halbfest, Homogenbereich:
B2
UM - TM
gepl. Sohle RRB 724,20
P11B (0,1 - 4,3 m)
4.30
PBo11-2
Kies
sandig, schluffig - stark
schluffig, steinig, aufgelöstes
Tertiär-Konglomerat, BKL3,
grau - braun, dicht gelagert
- sehr dicht gelagert, Homogenbereich:
B3
GU
5.00
kein Grundwasser bis Endtiefe
KB12
NN +726,68
P12A (Oberboden)
0.30
Mu
Oberboden
BKL1, Homogenbereich: O
OH
PBo12-1
Schluff
schwach kiesig, sandig, tonig,
Verwitterungsdecke, BKL4,
braun, weich - steif, Homogenbereich:
B2
UL - UM
1.00
Ton, Schluff
Tonmergel, feinsandig, Tertiär,
BKL4, ocker - grau, steif,
Homogenbereich: B2
UM - TM
PBo12-2
P12B (0,3 - 3,0 m)
3.00
kein Grundwasser bis Endtiefe
KB13
Fahrbahn Altbelag
NN +727,33
P13A (Asphalt)
0.19
A
Asphalt

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

Erschließung Baugebiet
"An der Ritterstraße"
Muthmannshofen

Baugrunduntersuchung

Bohrprofile

M: Profile v. 1 : 50

Anlage 2

zu Bericht Nr.:
171106

Dat.: 15.01.2018

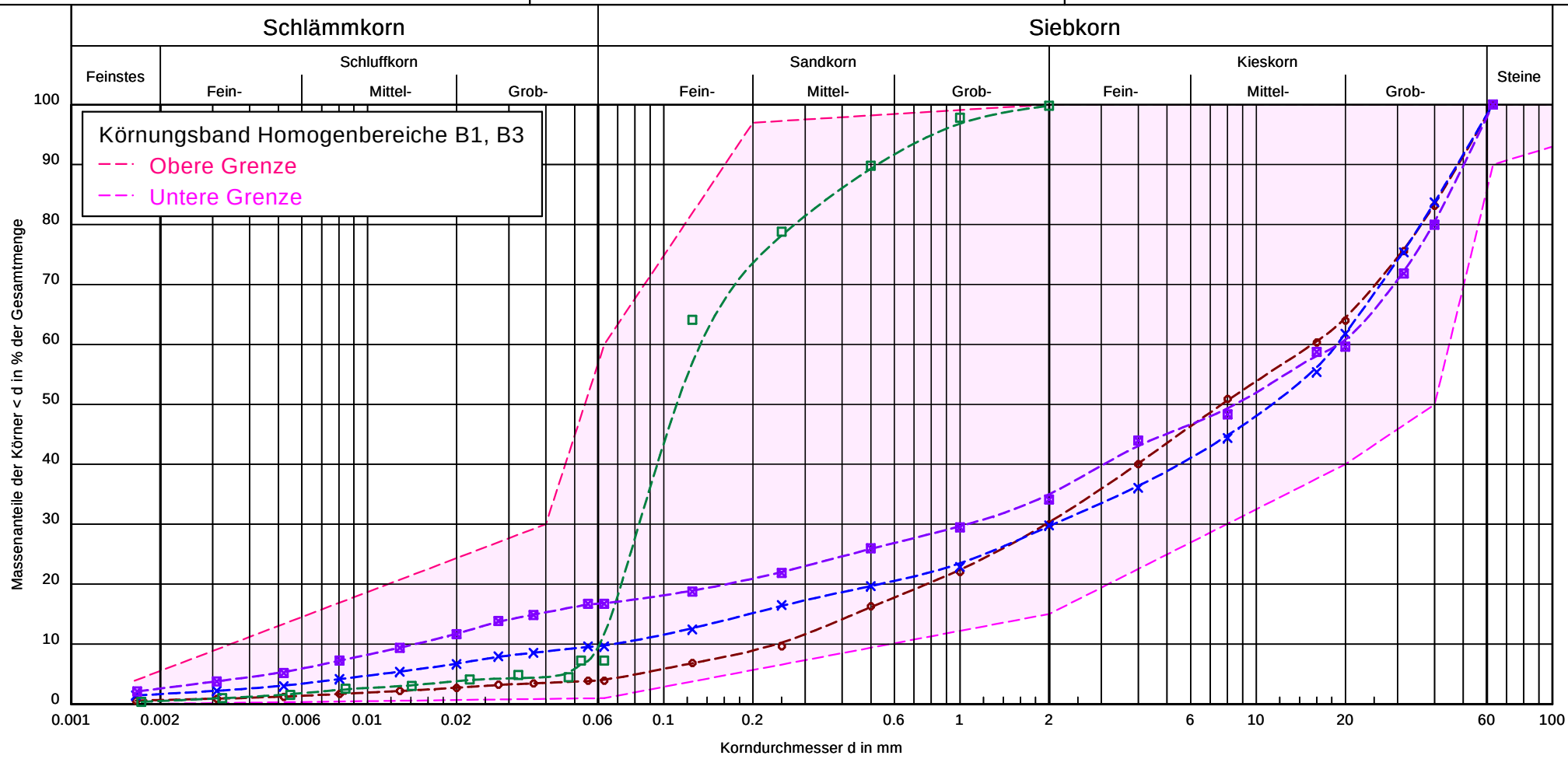
Bearb.: B.

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

Proben entnommen am: 11.01.2018

Arbeitsweise: Nasssiebung/Sedimentation



Probe	PBo1-1	PBo2-2	PBo4-2	PBo8-2
Bodengruppe	GW	GU	SU	GU-GU*
kf n. Mallet	$2.0 \cdot 10^{-3}$	$8.6 \cdot 10^{-4}$	$8.4 \cdot 10^{-6}$	$5.6 \cdot 10^{-5}$
Anteile T/U/S/G [%]	0.7/3.4/26.3/67.9	1.7/8.1/19.9/68.6	0.5/11.2/88.3/ -	2.6/14.3/18.2/62.8
Signatur				

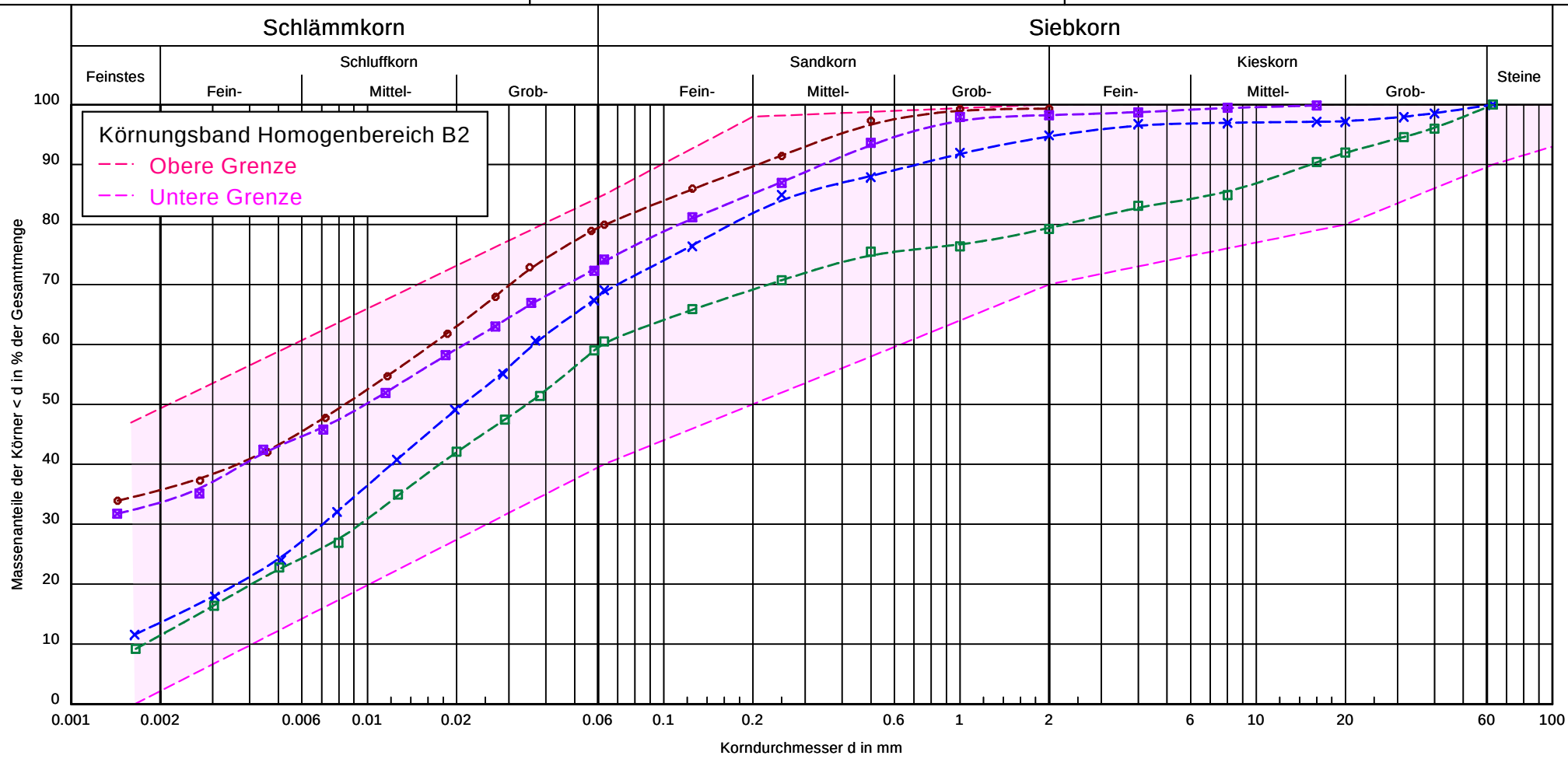
Bericht: 171106
Anlage: 3.1

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

Proben entnommen am: 11.01.2018

Arbeitsweise: Nasssiebung/Sedimentation



Probe	PBo1-2	PBo2-1	PBo6-1	PBo11-1
Bodengruppe	UM-TM	UL-UM	UL-UM	UM-TM
kf n. Mallet	-	$8.7 \cdot 10^{-9}$	$1.1 \cdot 10^{-8}$	-
Anteile T/U/S/G [%]	35.7/44.2/20.1/ -	13.6/55.1/26.0/5.2	11.5/48.7/19.3/20.2	33.6/40.1/24.5/1.7
Signatur				

Bericht: 171106
Anlage: 3.2

ICP
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

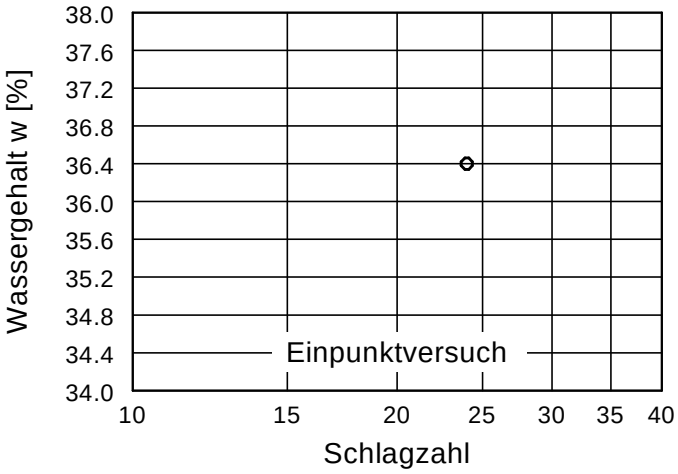
Bericht: 171106
Anlage: 4.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

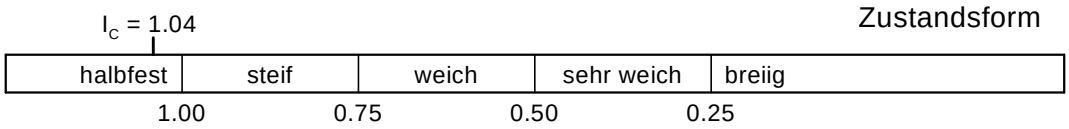
Probe: PBo1-2

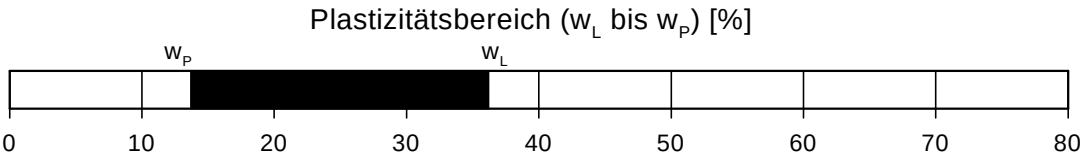
Bearbeiter: S

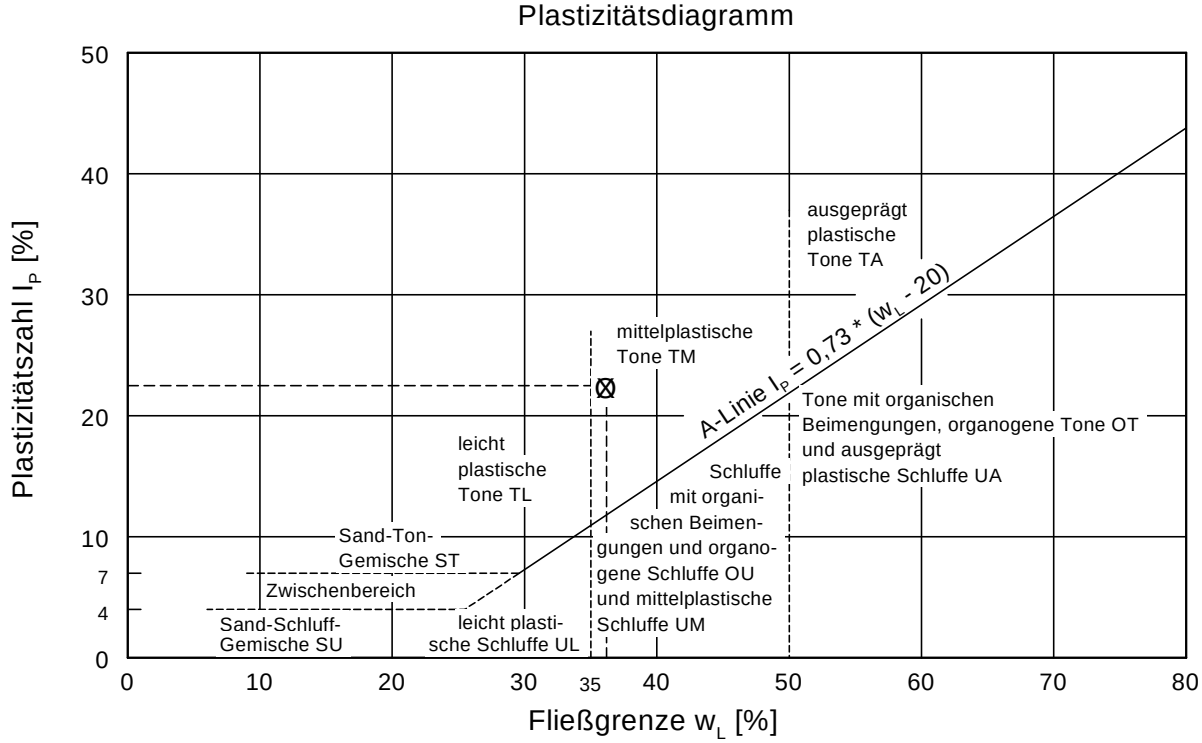
Datum: 12.01.2018



Wassergehalt w =	11.2 %
Fließgrenze w_L =	36.2 %
Ausrollgrenze w_P =	13.7 %
Plastizitätszahl I_P =	22.5 %
Konsistenzzahl I_C =	1.04
Anteil Überkorn ü =	12.4 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	12.8 %







ICP
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

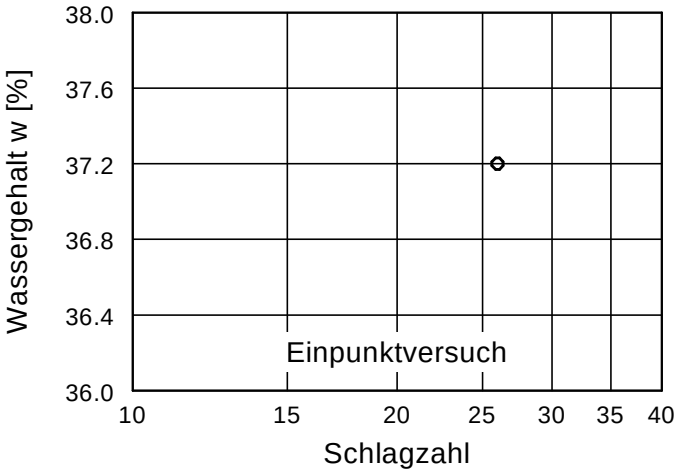
Bericht: 171106
Anlage: 4.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

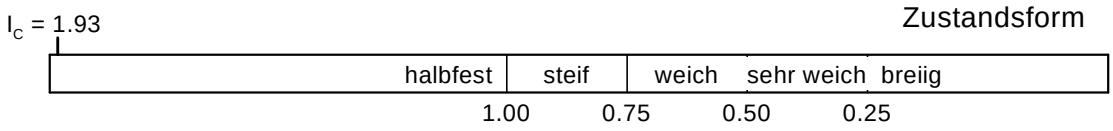
Probe: PBo1-3

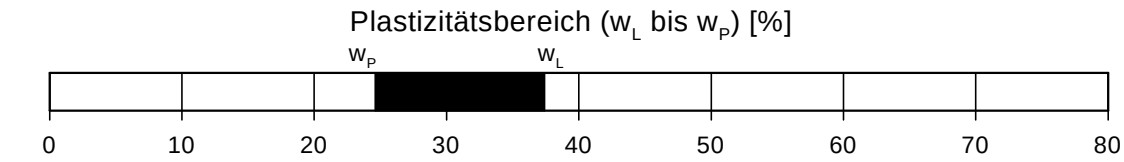
Bearbeiter: S

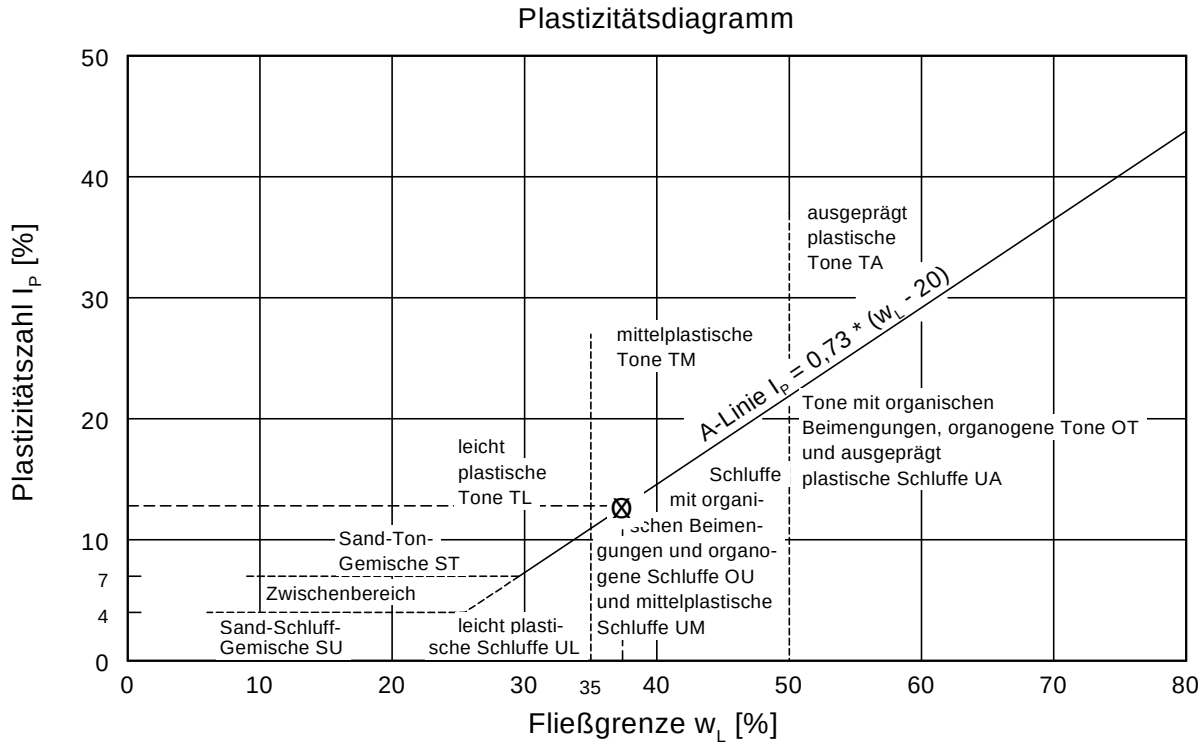
Datum: 12.01.2018



Wassergehalt w =	9.2 %
Fließgrenze w_L =	37.4 %
Ausrollgrenze w_P =	24.6 %
Plastizitätszahl I_P =	12.8 %
Konsistenzzahl I_C =	1.93
Anteil Überkorn ü =	27.3 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	12.7 %







ICP
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

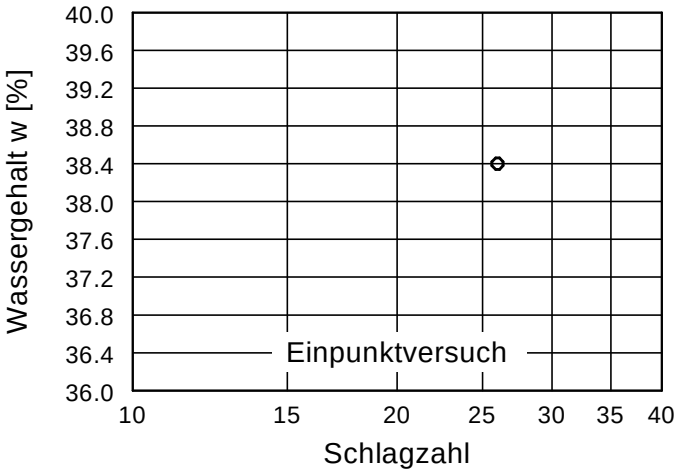
Bericht: 171106
Anlage: 4.3

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

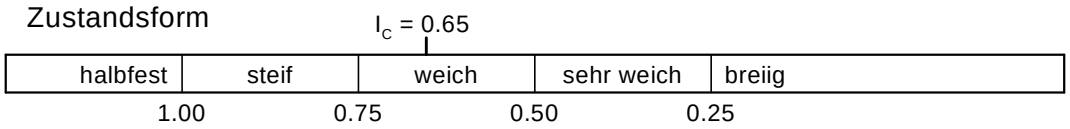
Probe: PBo6-1

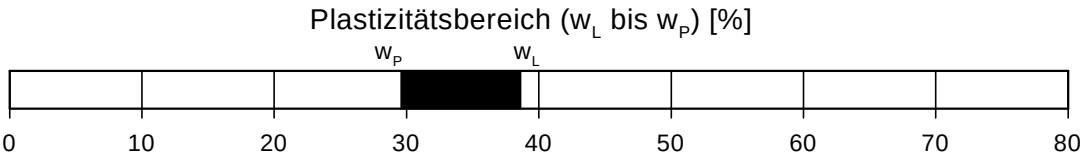
Bearbeiter: S

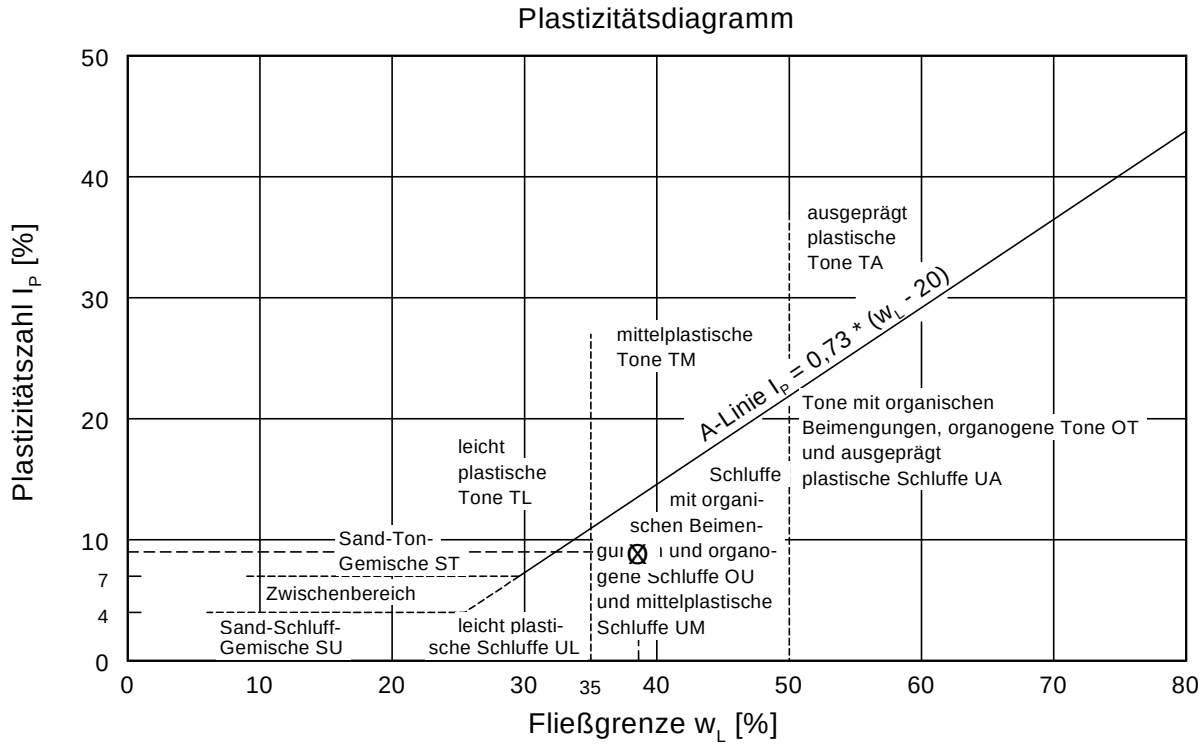
Datum: 12.01.2018



Wassergehalt w =	21.3 %
Fließgrenze w_L =	38.6 %
Ausrollgrenze w_P =	29.6 %
Plastizitätszahl I_P =	9.0 %
Konsistenzzahl I_C =	0.65
Anteil Überkorn ü =	34.9 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	32.7 %







ICP
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

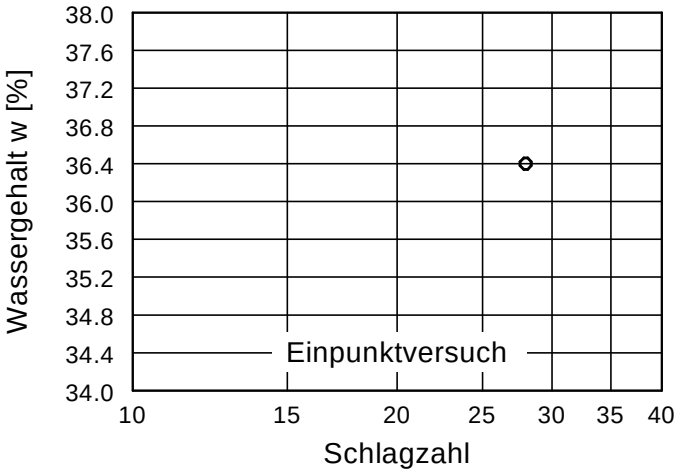
Bericht: 171106
Anlage: 4.4

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

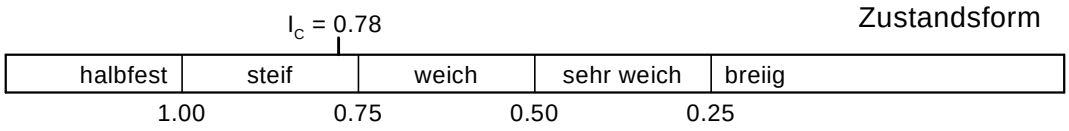
Probe: PBo11-1

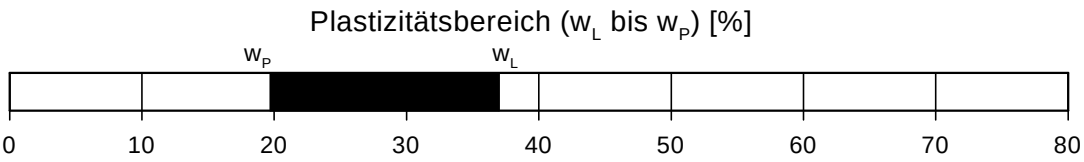
Bearbeiter: S

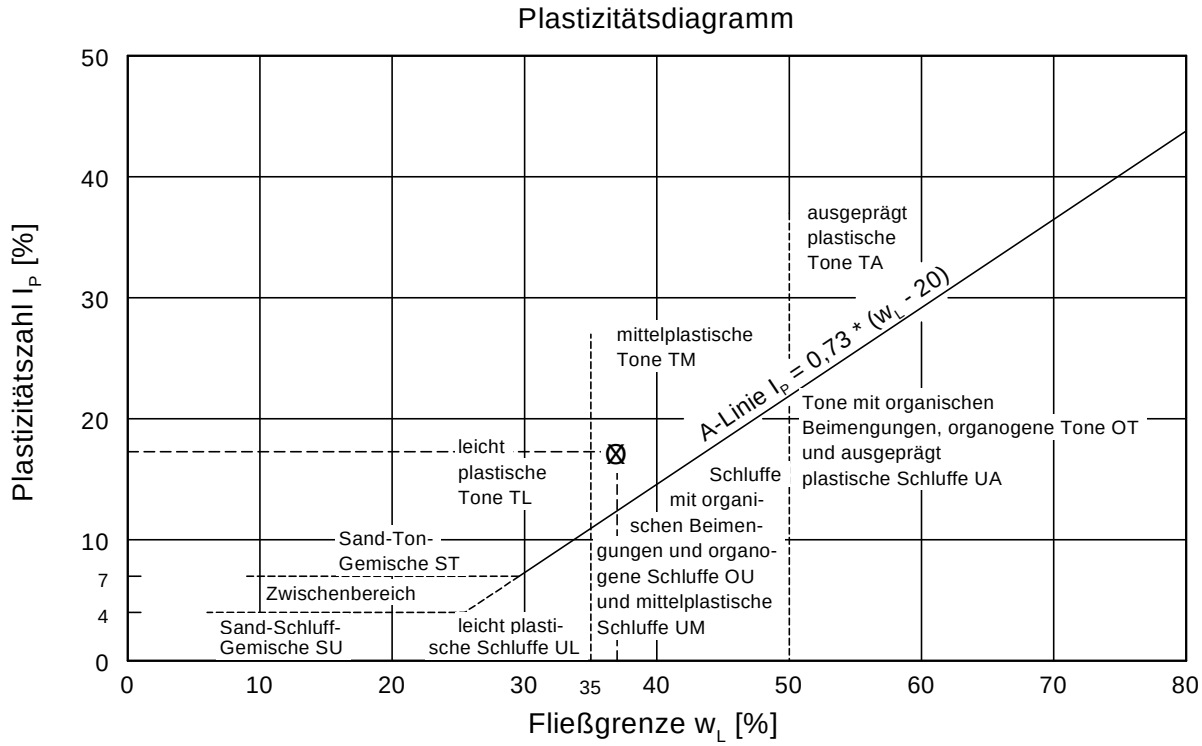
Datum: 12.01.2018



Wassergehalt w =	18.9 %
Fließgrenze w_L =	37.0 %
Ausrollgrenze w_P =	19.7 %
Plastizitätszahl I_P =	17.3 %
Konsistenzzahl I_C =	0.78
Anteil Überkorn ü =	19.7 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	23.5 %







ICP
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128 - GL

Bauvorhaben:	BG An der Ritterstraße Muthmannshofen
Probenahmedatum:	11.01.2018

Probe Nr.		**PBo1-2**	**PBo2-1**	**PBo3-2**	**PBo3-3**
Homogenbereich		**B1**	**B2**	**B3**	**X1**
Glühzeit 550°C		1 h	1 h	1 h	1 h
Tara T	[g]	62,04	62,01	62,11	63,04
Einwaage m(d)+T	[g]	97,13	102,60	105,70	98,40
Auswaage m(gl)+T	[g]	97,11	102,50	105,66	98,33
m(d)	[g]	35,09	40,59	43,59	35,36
m(gl)	[g]	35,07	40,49	43,55	35,29
v(gl)	**[%]**	**0,05**	**0,24**	**0,09**	**0,19**

ICP
Ingenieurgesellschaft
Dipl.-Geol. Brüll,
Prof. Czurda & Coll. mbH
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

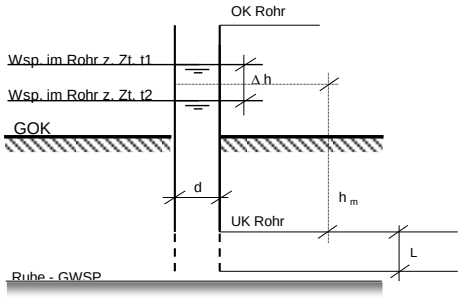
Anlage	6.1
zu Bericht Nr.	171106

Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	BG An der Ritterstraße Muthmannshofen				
Bohrung Nr:	KB2	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	11.01.2018
Bodenart:	Tertiär-Kies-/Sand				

Feldparameter:	
Rohrlänge* gesamt [m]	2,00
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,74
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	2,00
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]	h_m [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2				
				1	1,5	37	0,02703
	37	1,00	1				
				-1	0,5	-37	0,02703

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

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

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	h_m [m]	$kf = C \cdot \frac{1}{hm} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		0,02703	1,5	9,48E-06
	37			
		0,02703	0,5	

kf-Mittelwert:	**9,48E-06**

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)

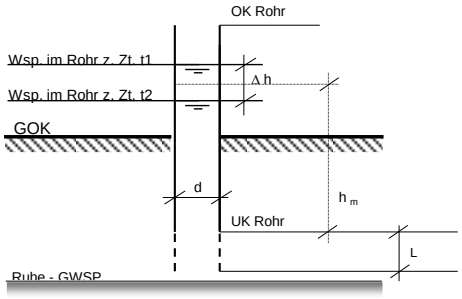
Anlage	6.2
zu Bericht Nr.	171106

Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe

Projekt:	BG An der Ritterstraße Muthmannshofen				
Bohrung Nr:	KB3	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	11.01.2018
Bodenart:	Tertiär-Kies-/Sand				

Feldparameter:	
Rohrlänge* gesamt [m]	2,50
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,80
Ruhe-GWsp u.GOK [m]:	2,50
OK Rohr über GOK [m]	0,00
UK Rohr unter GOK [m]*	2,50

* bzw. UK stauende Deckschicht



	t in [sec]	Abstich [m] ab ROK	h Wassersäule im Rohr ü. UK Rohr z.Zt. t=x [m]	Δ h [m]	h_m [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2,5				
				2	1,5	44	0,04545
	44	2,00	0,5				
				-2	0,25	-44	0,04545

Rechenparameter:

Proportionalitätsfaktor

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

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	h_m [m]	$kf = C \cdot \frac{1}{hm} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		0,04545	1,5	1,54E-05
	44			
		0,04545	0,25	

kf-Mittelwert:	**1,54E-05**

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