



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

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

Gemeinde Buxheim  
Kirchplatz 2, 87740 Buxheim

**Neubau Feuerwehrhaus im Gewerbebereich  
"Rudolf-Diesel-Straße", Buxheim**

Baugrunduntersuchung

Geotechnischer Bericht Nr. 161218

Altusried, 01.03.2017

## Inhalt:

	Seite
1	1
2	2
3	2
4	3
5	3
6	5
6.1	5
6.2	7
6.3	7
6.4	8
6.5	8
6.6	9
6.7	9
6.7.1	9
6.7.2	10
7	10

## Anlagen:

1	Lageplan
2	Bohrprofile B1 - B2
3.1 - 3.2	Korngrößenanalysen, Körnungsbänder Homogenbereiche
4	Bestimmung Glühverlust
5	Bestimmung Wassergehalt
6.1 - 6.2	Bestimmung Zustandsgrenzen
7	Sickerversuchsprotokoll
8ff	Chemische Analysen, Laborbericht

## 1 Vorgang

Die Gemeinde Buxheim beauftragte die ICP GmbH mit der Durchführung einer Erkundung zur Prüfung der örtlichen Baugrundverhältnisse für den Neubau eines Feuerwehrhauses im Gewerbebereich "Rudolf-Diesel-Straße" in Buxheim.

Vom Schwäbischen Ing.-Büro Jellen & Co., Kempten, wurden hierzu Planunterlagen zur Verfügung gestellt.

## 2 Leistungsumfang

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Februar 2017 folgende Feld- und Laborarbeiten durchgeführt:

- 2 Stck. Rammkernbohrungen (Kleinrammbohrungen B1 - B2 nach DIN 22475-1),
- 1 Stck. Sickerversuch im Bohrloch,
- 2 Stck. Korngrößenanalysen mittel Siebung und Sedimentation nach DIN 18123,
- 2 Stck. Bestimmung Glühverlust n. DIN 18128,
- 2 Stck. Bestimmung Wassergehalt n. DIN 18121,
- 2 Stck. Bestimmung Zustandsgrenzen n. DIN 18122,
- 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. 2).

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

Daraus wurden Gründungsempfehlungen und bautechnische Beurteilungen abgeleitet.

Mit in die Auswertung einbezogen wurde die gleichzeitig durchgeführte Untersuchung für die Erschließung des Gewerbebereiches (ICP 161217) mit den Bohrungen B3 - B5.

## 3 Geologische Schichtenfolge

Das Untersuchungsgebiet liegt nördlich von Buxheim auf einer nahezu ebenen Acker- und Grünfläche.

Der Untergrund in bautechnisch relevanter Tiefe wird hier von nacheiszeitlichem Schmelzwasserkies aufgebaut, der als **Quartärkies** großflächig auf einer Schotterebene in mehreren Metern bis 10er Metern abgelagert wurde. Er besteht aus einem weit gestuften, sandigen, schwach steinigen und sehr schwach schluffigen Kies in mitteldichter bis dichter Lagerung; vereinzelt sind Sandlagen eingeschaltet.

Der Quartärkies wurde in allen Bohrungen als unterste Schicht aufgeschlossen.

Nach oben folgt eine **Verwitterungsdecke**, im unteren Teil stärker kiesig, im oberen Teil schluffig-tonig und gering kiesig.

Die Schichtenfolge wird von **Oberboden** in 30 bis 40 cm Stärke abgeschlossen.

Das Baufeld liegt in keiner Erdbebenzone nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01.

#### 4 Grundwasserverhältnisse

In den 5 m tiefen Bohrungen wurde kein freier Grundwasserspiegel festgestellt.

Grundwasser ist erst in tieferen Bereichen des Quartärkieses zu erwarten.

Es ist demnach davon auszugehen, dass die Baumaßnahmen oberhalb des Grundwasserspiegels stattfinden.

#### 5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

*Vorbemerkung:* Mit Einführung der ATV DIN 18300-2015 wurde die bislang 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 genannten Böden unterhalb des Oberbodens können in folgende Homogenbereiche gegliedert werden:

**Homogenbereich 1:** Verwitterungsdecke

**Homogenbereich 2:** Quartärkies

Den Homogenbereichen werden folgende Kennwerte zugeordnet:

Homogenbereich	1	2
Ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Quartärkies
Bodenart	Schluff, sehr schwach bis stark kiesig stark schluffig-bindiger Kies, jeweils sandig, tonig;	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig
Bodengruppe (DIN 18196)	UL, UM, GU*	GW
Bodenklasse (DIN 18300-2012) (nur informativ)	4	3

Homogenbereich	1	2
Ortsübliche Bezeichnung	<b>Verwitterungsdecke</b>	<b>Quartärkies</b>
Korngrößenverteilung (DIN 18123); Körnungsband	siehe Anlage 2.1	siehe Anlage 2.2
Steine und Blöcke [Gew.-%]	< 10	< 10
Dichte $\rho$ erdfeucht (DIN 17892-2 u. DIN 18125-2) [t/m <sup>3</sup> ]	1,8	1,9
Wichte $\gamma$ (DIN 1055) [kN/m <sup>3</sup> ]	18	19
$\gamma'$	10	11
Kohäsion $c'$ (Scherfestigkeit) [kN/m <sup>2</sup> ]	2 - 5	0
$c_u$	15 - 70	0
Reibungswinkel $\varphi'$ (DIN 1055) [Grad]	27,5	35
Wassergehalt / w [%]	15 - 25	< 5
Plastizität / $I_p$ (DIN 18122-1) [-]	leicht bis mittel plastisch / 0,05 - 0,30	-
Konsistenz / $I_c$ (DIN 18122-1) [-]	weich-steif / 0,4 - 0,8	-
Lagerungsdichte / $I_b$ (DIN 14688-2) [%]	-	mitteldicht -dicht / 50 - 85
Organischer Anteil [Gew.-%]	< 0,5	0
Sensitivität n. DIN 4094-4 [-]	mittel 2 - 4	gering 1 - 2

Homogenbereich	1	2
Ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Quartärkies
Durchlässigkeit $k_f$ [m/s] ca.	$< 10^{-7}$	$5 \times 10^{-4}$
Frostempfindlichkeit n. ZTVE-StB 09	F 3	F 1
Verdichtbarkeitsklasse n. ZTV A-StB (in Fassung 2012 nicht mehr enthalten)	V 3	V 1

## 6 Bautechnische Beurteilung

### 6.1 Chemische Analytik Bodenmaterial

Aus den Bohrungen wurden jeweils bis zur Tiefe von 1,0 m Bodenproben entnommen und zunächst eine Mischprobe aus B1 und B2 auf die Parameter nach Mindestuntersuchungsprogramm Eckpunktepapier Bayern (EP, Leitfaden zu den Eckpunkten, Verfüllung von Gruben und Brüchen, StMLU 2005) in der Fraktion  $< 2,0$  mm analysiert.

Die Analysen wurden im Labor AGROLAB durchgeführt, der Laborbericht mit den Einzelergebnissen ist in Anlage 8 beigelegt.

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

## Zuordnungswerte Feststoff

Parameter	Dimen- sion	Zuordnungswerte					
		Z 0 <sup>1)2)</sup>			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Lehm / Schluff	Ton			
EOX	mg/kg	1	1	1	3	10	15
Mineralölkohlenwasserstoffe	mg/kg	100	100	100	300	500	1000
ΣPAK n. EPA	mg/kg	3 <sup>3)</sup>	3 <sup>3)</sup>	3 <sup>3)</sup>	5 <sup>3)</sup>	15 <sup>4)</sup>	20 <sup>4)</sup>
ΣPCB (Kongenere nach DIN 51527)	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg	40	70 <sup>5)</sup>	100 <sup>5)</sup>	140	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,4	1 <sup>5)</sup>	1,5 <sup>5)</sup>	2	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg	15	50 <sup>5)</sup>	70 <sup>5)</sup>	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg	60	150 <sup>5)</sup>	200 <sup>5)</sup>	300	500	1500
Cyanide (ges.)	mg/kg	1	1	1	10	30	100

Tabelle 2: Zuordnungswerte Feststoff für Boden

- <sup>1)</sup> Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.
- <sup>2)</sup> Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff
- <sup>3)</sup> Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3
- <sup>4)</sup> Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0
- <sup>5)</sup> Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

## Zuordnungswerte Eluat

Parameter	Dimen- sion	Zuordnungswert			
		Z 0 <sup>1)</sup>	Z 1.1 <sup>1)</sup>	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit <sup>2)</sup>	µS/cm	500	500/2000 <sup>2)</sup>	1.000/2500 <sup>2)</sup>	1.500/3000 <sup>2)</sup>
Chlorid <sup>2)</sup>	mg/l	10	10/125 <sup>2)</sup>	20/125 <sup>2)</sup>	30/150 <sup>2)</sup>
Sulfat <sup>2)</sup>	mg/l	50	50/250 <sup>2)</sup>	100/300 <sup>2)</sup>	150/600 <sup>2)</sup>
Cyanid (ges.)	µg/l	10	10	50	100 <sup>3)</sup>
Phenolindex <sup>4)</sup>	µg/l	10	10	50	100
Arsen	µg/l	10	10	40	60
Blei	µg/l	20	25	100	200
Cadmium	µg/l	2	2	5	10
Chrom (ges.) <sup>25)</sup>	µg/l	15	30/50 <sup>2)</sup>	75	150
Kupfer	µg/l	50	50	150	300
Nickel	µg/l	40	50	150	200
Quecksilber <sup>26)</sup>	µg/l	0,2	0,2/0,5 <sup>2)</sup>	1	2
Zink	µg/l	100	100	300	600

Tabelle 1: Zuordnungswerte Eluat für Boden

- <sup>1)</sup> Da die neuen Zuordnungswerte für Eluat der LAGA noch nicht abschließend überarbeitet worden sind, gelten die oben aufgeführten allen Z0 und Z 1.1 – Werte der TR LAGA vom 06.11.1997 bis auf Z 1.1 für Blei. Dieser Eluatwert wurde dem Prüfwert nach BBodSchV angeglichen.
- <sup>2)</sup> 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.
- <sup>3)</sup> Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar < 50 µg/l)
- <sup>4)</sup> Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.
- <sup>5)</sup> Bei Überschreitung des Z1.1-Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI)-Gehalt darf 8µg/l nicht überschreiten.
- <sup>6)</sup> Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Bei Überschreitung der Z 2 - Werte ist das Material nach Deponieverordnung (DepV) in Abhängigkeit der Parameter-Konzentration in die Deponieklassen DK0 bis DK3 einzustufen.

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

Entnahmestelle	Probe Nr.	Tiefenbereich	Zuordnungskategorie n. LAGA/EP	für die Einstufung maßgebliche Parameter / Bemerkungen
B1, B2	P12B	0 bis 1,0 m	<b>Z 0</b>	-

Das beprobte Material gilt damit als unbelastet und zur uneingeschränkten Verfüllung/Wiederverwertung geeignet.

## 6.2 Aushub, Wiedereinbaubarkeit

Der Aushub wird in Homogenbereich 1 und 2 stattfinden, vorwiegend Homogenbereich 1.

Aushub des Homogenbereiches 1 (Verwitterungsdecke) ist aufgrund der bindigen Zusammensetzung nicht ausreichend verdichtbar, so dass er nicht im Bereich von befestigten Außenanlagen oder in Gründungsflächen eingebaut werden soll.

Aushub des Homogenbereiches 2 (Quartärkies) ist zur Graben- und Arbeitsraumverfüllung sowie als Flächenunterbau gut geeignet und sollte örtlich wiederverwertet werden.

## 6.3 Baugrubenböschungen, Wasserhaltung

Grundsätzlich gilt für die Ausbildung von Baugruben DIN 4124.

Die Böschungsneigungen unverbauster Baugruben bei Wandhöhen über 1,25 m dürfen einen Winkel zur Horizontalen von 45 Grad nicht überschreiten (DIN 4124 Regelböschungen für weiche bindige und nichtbindige Böden).

Da bis 5 m Tiefe keine Grundwasservorkommen festgestellt wurden, wird eine Grundwasserhaltung nicht erforderlich bzw. sich auf die Abfuhr von und Tagwasser (bei Aushubsohle in der Verwitterungsdecke) beschränken.



## 6.4 Gründung

Es wird davon ausgegangen, dass ein nicht unterkellertes Gebäude auf derzeitigen Geländeneiveau erstellt wird.

Grundsätzlich ist der Quartärkies (Homogenbereich 2) für Gründungszwecke gut geeignet.

Die Verwitterungsdecke (Homogenbereich 2) ist dagegen für Fundamente nicht ausreichend tragfähig und erfordert für Plattengründungen eine Bodenverbesserung in Form einer verstärkten Tragschicht.

## 6.5 Streifen- und Einzelfundamente

Fundamentsohlen von Streifen- und Einzelfundamenten müssen allseitig im Quartärkies liegen. Die Tiefenlage der OK Quartärkies ist Anlage 2 zu entnehmen. Sie liegt im Baufeld in ca. 1,5 bis 1,8 m Tiefe (unter Einbezug B3 aus ICP 161217).

Es wird demnach eine tiefere Anbindung der Fundamente an den tragfähigen Untergrund erforderlich sein, die am zweckmäßigsten über Magerbetonstreifen (bei Streifenfundamenten) oder -Plomben (bei Einzelfundamenten), jeweils in Fundamentbreite (auf Aushubsohle), erfolgt. Der entsprechende Mehraufwand bei Fundamentaushub und Herstellung der Fundamentvertiefungen ist zu kalkulieren.

Für die so gegründeten Fundamente können folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Bemessungssituation BS-P angesetzt werden (EC7 Tab. A.6.2, Nichtbindiger Boden, Setzungen begrenzt):

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] 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.

Die Tabellenwerte dürfen für Einzelfundamente mit einem Seitenverhältnis < 2 um 20 % erhöht werden.

Bei Ausnutzung der genannten Sohlwiderstände liegen die Setzungsbeträge unter 2,0 cm. Ca. 70 % der Gesamtsetzung werden als Sofortsetzung stattfinden, so dass die Setzungsbeträge (< 1,0 cm) als bauwerksverträglich einzustufen sind.

## 6.6 Bodenplatte/Plattengründungen

Bodenplatten sind auf einer ausreichend qualifizierten Tragschicht herzustellen:

Oberboden ist unter Bodenplatten grundsätzlich vollständig zu entfernen.

Für die Tragschicht empfehlen wir einen Aufbau aus Frostschutzkies oder vergleichbarem Schotter (Bodengruppe GW (0/63), Kornanteil < 0,063 mm unter 5 %, z.B. Frostschutzkies oder vergleichbarer Schotter), die auf dem anstehenden Untergrund aufgebaut wird. Zur Trennung vom feinkörnigen Untergrund empfehlen wir den Aufbau auf einem Geotextil-Vlies (GRK4).

Die Schichtstärke der Tragschicht soll mindestens **80 cm** betragen. Dies gilt auch für einen ggf. geplanten Pflasterboden.

Die Tragschicht soll an der Basis einen seitlichen Überstand über die Bodenplatte entsprechend ihrer Schichtdicke haben, sofern sie nicht durch Streifenfundamente oder Frostschürzen eingespannt ist.

Für die Dimensionierung der Bodenplatte kann dann mit einem Bettungsmodul von

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

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

$$E_{V2} \text{ (statisch)} \geq 100 \text{ MPa mit } E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5 \text{ bzw. } E_{VD} \text{ (dynamisch)} \geq 50 \text{ MPa}$$

erreicht werden.

Gegebenenfalls durch den Bodenplatten-Hersteller vorgegebene höhere Anforderungen sind einzuhalten.

## 6.7 Befestigte Außenanlagen (Verkehrsflächen)

### 6.7.1 Untergrund

Maßgeblich für die Klassifikation nach Frostempfindlichkeit ist die Beschaffenheit des Untergrundes. Dieser ist gemäß den Angaben in Ziff. 3 vorwiegend als schluffig-bindiger Verwitterungsboden ausgebildet und in Frostempfindlichkeitsklasse **F3** n. ZTVE-StB 09 einzustufen.

Der für F3-Untergrund gemäß ZTVE-StB 09 auf dem Planum erforderliche Verformungsmodul  **$E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$**  wird voraussichtlich bei der festgestellten weich-steifen Konsistenz 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. Auch das vorhandene Oberbaumaterial und das Asphaltfräsgut kann als Unterbau verwendet werden.

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

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

Bei niedrigeren  $E_{V2}$ -Werten ( $< 15 \text{ MN/m}^2$ ) 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 (Bodenverfestigungen) sind als Bindemittel bei den anstehenden Böden der Gruppe UL-UM Feinkalk und Kalkhydrat besonders geeignet. Daneben können herstellerspezifische Rezepturen (schnell abbindende Kalk-Zement-Mischbindemittel) bei entsprechendem Eignungsnachweis zugelassen werden.

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 mit Baufahrzeugen befahren werden, da die zu irreversiblen Entfestigungen führt. Es ist ggf. eine Baustraßenschüttung (min. 40 cm) mit Kies-/Schotter aufzubringen.

### 6.7.2 Bemessung frostsicherer Oberbau

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 II** ausweist.

Als Ausgangswerte für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus von **Fahrbahnen** sind in der RStO 12, Tab. 6, für F3-Böden und der hier gültigen Frosteinwirkungszone III in Abhängigkeit von der Belastungsklasse, 40 bis 55 cm angegeben. Mehr- oder Minderdicken gemäß RStO 12, Tab. 7 sind zu berücksichtigen.

## 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 betragen.

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

Die Bestimmung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden erfolgte anhand des in der Bohrung B1 durchgeführten Sicker-/Infiltrationsversuches (Open-End-Test im verrohrten Bohrloch mit Messung der Absenkung; Anl. 7), sowie der Korngrößenanalysen (n. MALLET, Anl. 3).

Für die **Verwitterungsdecke**, einschließlich der stärker kiesigen Übergangszone, ist die Durchlässigkeit mit einem  $k_f$ -Wert  $< 10^{-6}$  m/sec zu gering.

Eine ausreichende Durchlässigkeit für Versickerungszwecke ist im nicht oder schwach schluffigen **Quartärkies** vorhanden.

Es kann hier ein mittlerer  $k_f$ -Wert von  $5 \times 10^{-4}$  m/sec angesetzt werden.

Der Quartärkies wurde ab Tiefen zwischen 1,5 und 1,8 m aufgeschlossen. Die Bereiche unterhalb dieser Tiefe sind für Versickerungszwecke geeignet, Sickeranlagen müssen an diesen Horizont angebunden werden.

Altusried, den 01.03.2017

**ICP Ingenieurgesellschaft**

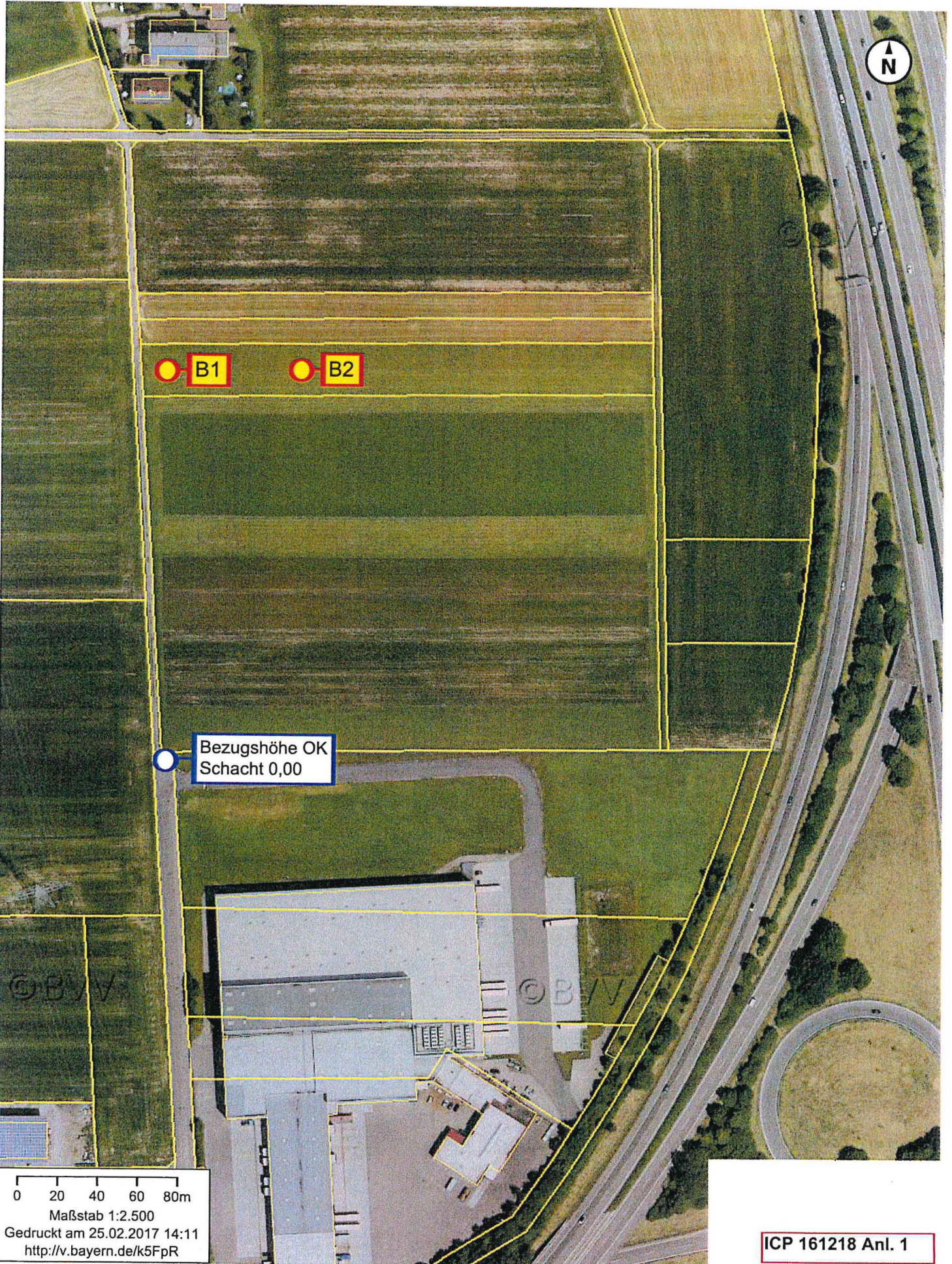
Dipl.-Geol. Brüll, Prof. Czurda & Coll. mbH  
Illerstrasse 12, D-87452 Altusried  
Tel. 08373 - 93 51 74, Fax 08373 - 93 51 75



Hermann-J. Brüll







B1

B2

Bezugshöhe OK  
Schacht 0,00

0 20 40 60 80m

Maßstab 1:2.500

Gedruckt am 25.02.2017 14:11  
<http://v.bayern.de/k5FpR>





**ICP**

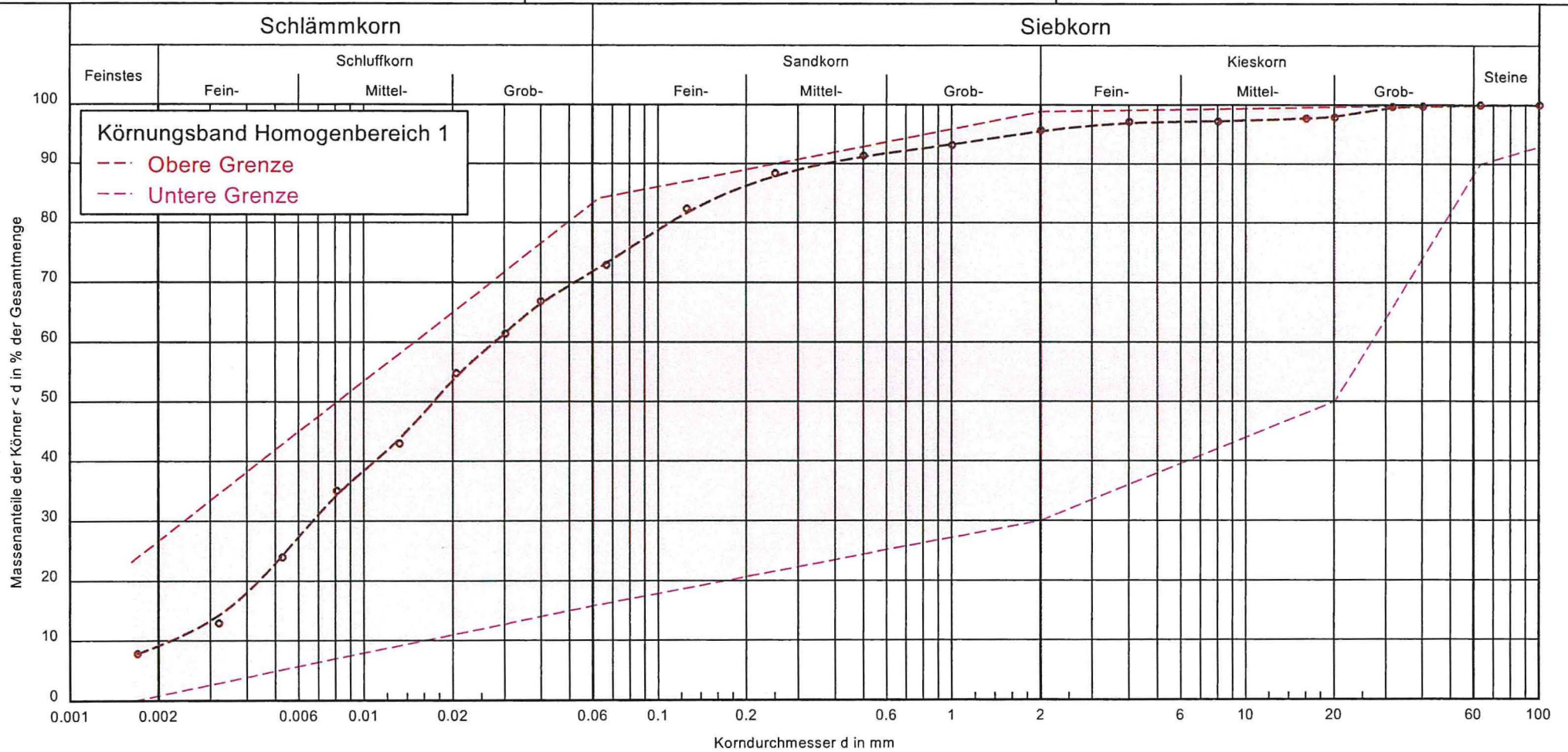
Ingenieurgesellschaft  
Dipl.-Geol. Brüll,  
Prof. Czurda & Coll. mbH

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

# Kornverteilung DIN 18123

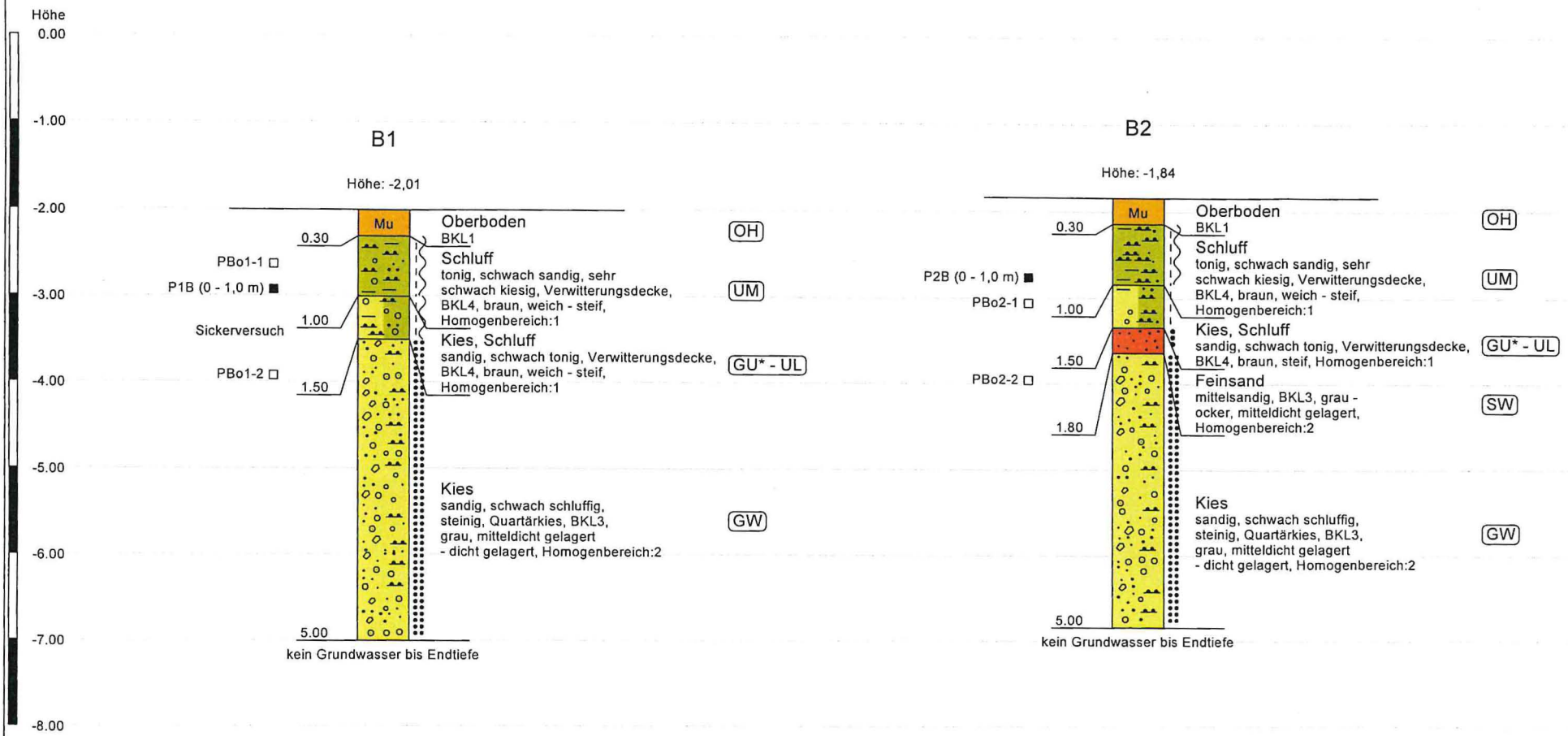
Proben entnommen am: 21.02.2017

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Probe	PBo1-1
Entnahmestelle	B1
Bodengruppe	UM
kf n. Mallet	$1.4 \cdot 10^{-8}$
Anteile T/U/S/G [%]	9.2/63.3/23.0/4.4
Signatur	-----○-----

Bericht:  
161218  
Anlage:  
3.1



**Legende**

steif	tonig	Feinsand	steinig
weich - steif	Schluff	mittelsandig	Oberboden
mitteldicht	schluffig	Kies	Auffüllung
dicht	sandig	kiesig	

(GW), (UM), etc. = Bodengruppe n. DIN 18196  
 BKL = Bodenklasse DIN 18300-2012  
 Homogenbereiche n. DIN 18300-2015  
 PBo-x = Bodeprobe für bodenmechanische Versuche  
 PxB = Bodenprobe für chenische Analyse  
 Höhenbezug: siehe Anlage 1

Ingenieurgesellschaft  
 Dipl.-Geol. Brtl,  
 Prof. Czurda & Col. mbH

**ICP**  
 Geologen und Ingenieure  
 für Wasser und Boden

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

Neubau Feuerwehrhaus Buxheim Rudolf-Diesel-Str. Baugrunduntersuchung	Anlage 2
	zu Bericht Nr.: 161218
Profile B1 - B2	Dat.: 24.02.201
M hor.: 1 : 50	Bearb.: B.





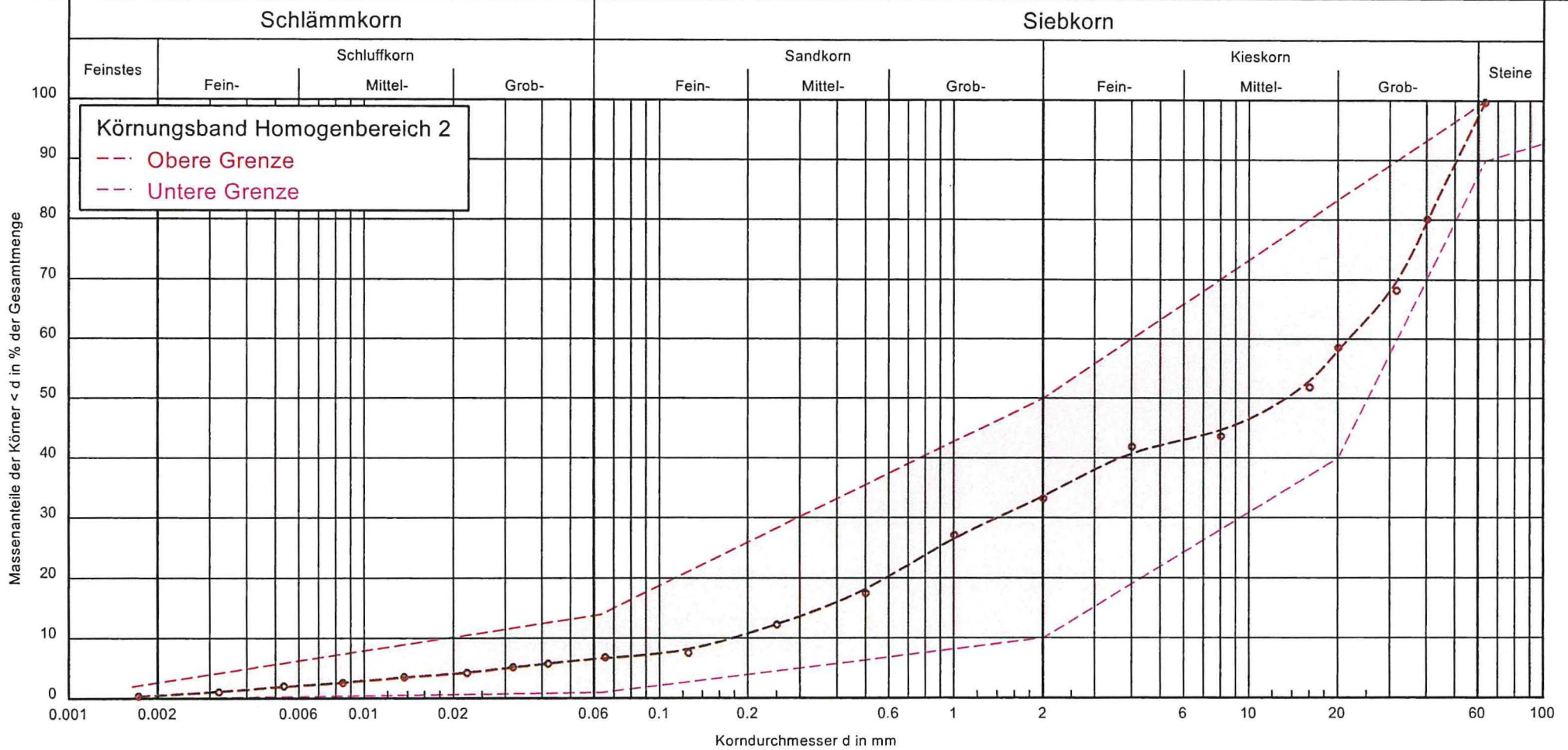
Ingenieurgesellschaft  
Dipl.-Geol. Brüll,  
Prof. Czurda & Coll. mbH

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

# Kornverteilung DIN 18123

Proben entnommen am: 21.02.2017

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



Probe	PBo1-2
Entnahmestelle	B1
Bodengruppe	GW
kf n. Mallet	$1.0 \cdot 10^{-3}$
Anteile T/U/S/G [%]	0.6/6.1/27.0/64.0
Signatur	-----

Bericht:  
161218  
Anlage:  
3.2







## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

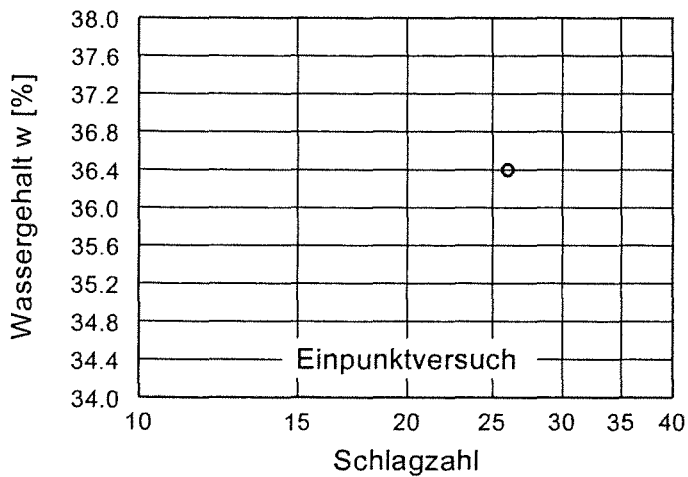
Entnahmestelle: B1

Probe: PBo1-1

Homogenbereich: 1

Bearbeiter: S

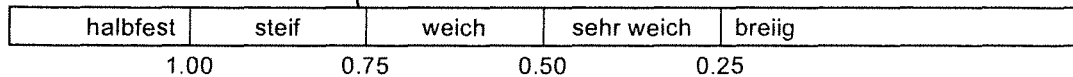
Datum: 22.02.2017



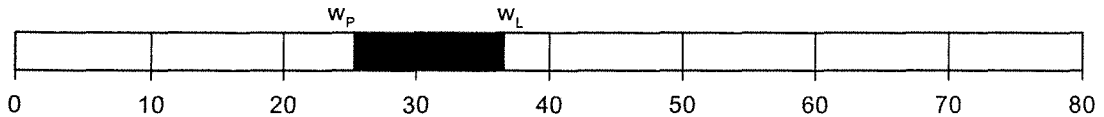
Wassergehalt w =	20.6 %
Fließgrenze $w_L$ =	36.6 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	25.3 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	11.3 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.76
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	26.4 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	28.0 %

$I_c = 0.76$

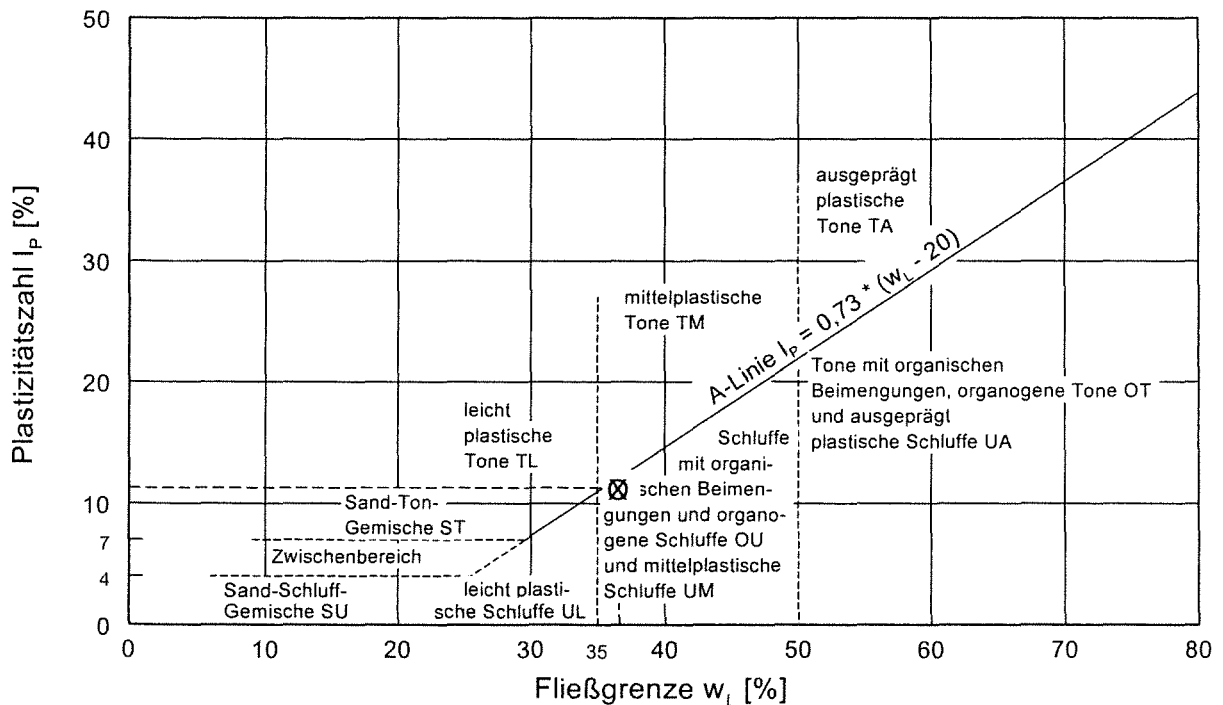
Zustandsform



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

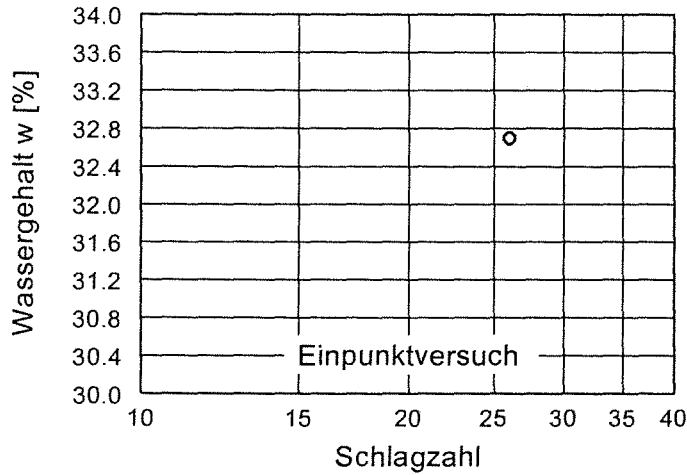
Entnahmestelle: B2

Probe: PBo2-1

Homogenbereich: 1

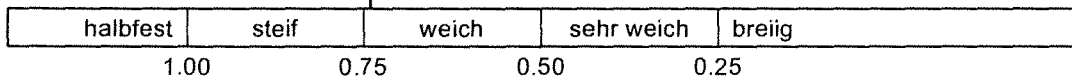
Bearbeiter: S

Datum: 22.02.2017

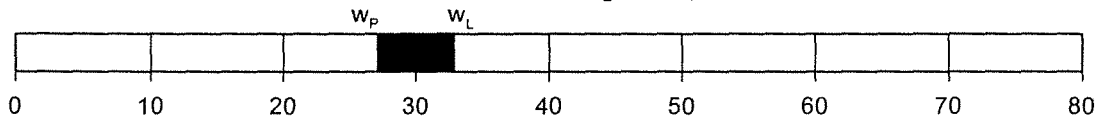


Wassergehalt $w =$	16.7 %
Fließgrenze $w_L =$	32.9 %
Ausrollgrenze $w_p =$	27.1 %
Plastizitätszahl $I_p =$	5.8 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.74
Anteil Überkorn $\ddot{u} =$	41.6 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} =$	0.0 %
Korr. Wassergehalt $=$	28.6 %

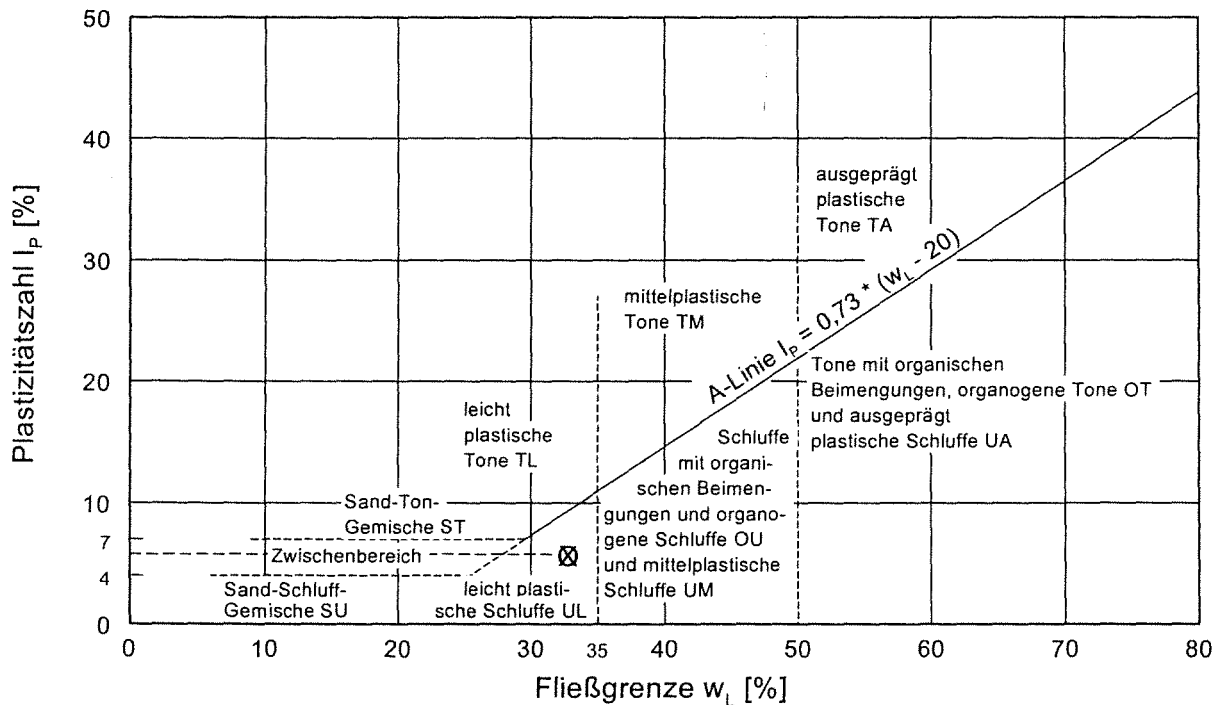
Zustandsform  $I_c = 0.74$

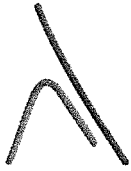


Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm





**ICP**

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

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

Anlage 7  
zu Bericht Nr. 161218

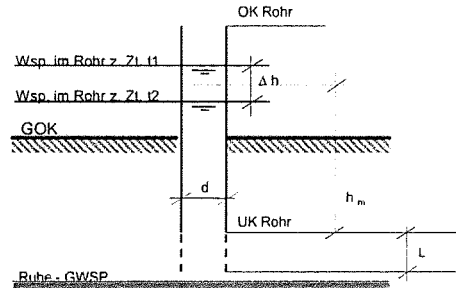
**Infiltrationsversuch im Bohrloch; Fallende Druckhöhe**

Projekt:	Buxheim, Rudolf-Diesel-Str.				
Bohrung Nr:	B1	Sachbearb.:	B./S.	Datum:	21.02.2017
Bodenart:	Quartärkies				

**Feldparameter:**

Rohrlänge* gesamt [m]	2,50
Rohrdurchmesser d [m]:	0,036
freie Bohrlochstrecke L [m]:	1,81
Ruhe-GWsp u. GOK [m]:	6,00
OK Rohr über GOK [m]	1,00
UK Rohr unter GOK [m]*	1,50

\* 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 <sub>m</sub> [m]	Δ t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]
Versuchsbeginn	0	0,00	2,5				
				2	1,5	2	1,00000
	2	2,00	0,5				
				-2	0,25	-2	1,00000

**Rechenparameter:**

Proportionalitätsfaktor

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

	t [sec]	Δ h / Δ t [m/sec]	h <sub>m</sub> [m]	$kf = C \cdot \frac{1}{h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$
Versuchsbeginn	0			
		1,00000	1,5	3,38E-04
	2			
		1,00000	0,25	

kf-Mittelwert: **3,38E-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

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

ICP INGENIEURGESELLSCHAFT PROF. CZURDA UND  
 PARTNER MBH  
 ILLERSTR. 12  
 87452 ALTUSRIED

Datum 28.02.2017  
 Kundennr. 27027684

**PRÜFBERICHT 2247275 - 726070**

Auftrag 2247275 161218 Buxheim FW  
 Analysennr. 726070  
 Probeneingang 24.02.2017  
 Probenahme 21.02.2017  
 Probenehmer Auftraggeber  
 Kunden-Probenbezeichnung P12B

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<b>Feststoff</b>				
Trockensubstanz	%	81,8	0,1	DIN EN 14346
Analyse in der Fraktion < 2mm				Siebung
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	0,3	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 (S 17)
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657
Arsen (As)	mg/kg	8,1	2	DIN EN ISO 11885
Blei (Pb)	mg/kg	15	4	DIN EN ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 11885
Chrom (Cr)	mg/kg	29	1	DIN EN ISO 11885
Kupfer (Cu)	mg/kg	15	1	DIN EN ISO 11885
Nickel (Ni)	mg/kg	27	1	DIN EN ISO 11885
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN 1483 (E 12-4)
Zink (Zn)	mg/kg	50,9	2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039
Naphthalin	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Phenanthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Chrysen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg	n.b.		Merkblatt LUA NRW Nr. 1
PCB (28)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (52)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (101)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (118)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.

Datum 28.02.2017  
 Kundennr. 27027684

**PRÜFBERICHT 2247275 - 726070**

Kunden-Probenbezeichnung **P12B**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (153)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
PCB (180)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
<b>PCB-Summe</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		DIN EN 15308
<b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		gem. LAGA-Z-Stufen (Summe ohne Faktor)

**Eluat**

Eluaterstellung				DIN 38414-4 (S 4)
pH-Wert		<b>8,58</b>	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<b>14</b>	10	DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	<b>1,6</b>	1	DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO4)	mg/l	<b>3,7</b>	2	DIN ISO 15923-1 (D 42)
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

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.

zu Analyse in der Fraktion < 2mm: Die Ergebnisse beziehen sich auf die Fraktion < 2 mm (im Matrixbefund mit "++" gekennzeichnet).

Beginn der Prüfungen: 24.02.2017  
 Ende der Prüfungen: 28.02.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.



**AGROLAB Labor GmbH, Sabine Beierl, Tel. 08765/93996-81**  
 sabine.beierl@agrolab.de Kundenbetreuung