



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

Deutsche Kolpingsfamilie e.V.  
Haus Zauberberg  
St.-Apern-Str. 32, 50667 Köln

**Baumaßnahmen am Haus Zauberberg  
in 87459 Pfronten-Rehbichl**

Baugrunduntersuchung

Untersuchungsbericht Nr. 200919

Altusried, 01.12.2020

Inhalt:

|      | Seite  |
|------|--|
| 1    | Vorgang.....1  |
| 2    | Leistungsumfang.....1  |
| 3    | Geologie, Schichtenfolge.....2                                       |
| 4    | Grundwasserverhältnisse, Wassereinwirkungsklasse.....2               |
| 5    | Homogenbereiche, Bodenkennwerte.....3                                |
| 6    | Chemische Analytik Bodenmaterial.....4                               |
| 7    | Aushub, Wiedereinbaubarkeit.....5                                    |
| 8    | Baugrubenwände, Wasserhaltung.....5                                  |
| 9    | Gründung der Gebäude.....5   |
| 10   | Befestigte Außenanlagen.....7  |
| 10.1 | Untergrund.....7   |
| 10.2 | Vorhandene Frostschutzschicht, Bemessung frostsicherer Oberbau.....7 |
| 11   | Sportfeld.....8  |
| 12   | Untergrund-Sickerfähigkeit.....8                                     |

Anlagen:

- 1 Bohr-/Rammprofile, Lageplan
- 2.1 - 2.2 Korngrößenanalysen, Körnungsbänder Homogenbereiche
- 3.1 - 3.4 Bestimmung Zustandsgrenzen (Plastizität, Konsistenz)
- 4ff Chemische Analysen, Laborbericht

## 1 Vorgang

Die Deutsche Kolpingsfamilie e.V. beauftragte die ICP GmbH mit der Durchführung einer Erkundung zur Prüfung der örtlichen Baugrundverhältnisse für Baumaßnahmen am Haus Zauberberg in 87459 Pfronten-Rehbichl. Die Maßnahmen umfassen den Abbruch, Um- und Neubau von Gebäuden, Umgestaltung der Außenanlagen inkl. einem Sportfeld im östlichen Gelände.

## 2 Leistungsumfang

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im November 2020 folgende Feld- und Laborarbeiten durchgeführt:

- 14 Stck. Kleinrammbohrungen KB1 - KB14 nach DIN 22475, Tiefe 3 - 5 m,
- 6 Stck. Rammsondierungen DPH n. DIN 22476-2, Tiefe 5,0 m,
- 8 Stck. Korngrößenanalysen nach DIN 18123 / ISO 17892-4,
- 4 Stck. Bestimmung Konsistenz/Zustandsgrenzen n. DIN 18122 / ISO 17892-12,
- 1 Stck. Chemische Analyse Bodenmaterial n. Verfüll-Leitfaden Bayern.

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

Die Aufschlussergebnisse wurden in Bohr- und Rammprofilen dargestellt (Anl. 1).

Für die bautechnische Beurteilung wurden die örtlichen Böden in Homogenbereiche gegliedert, die Bodenkennwerte nach DIN 14688/1055, DIN 18196 und DIN 18300 u.a. ermittelt bzw. ihre bodenmechanische Einstufung angegeben.

Daraus wurden Gründungsempfehlungen abgeleitet.

### 3 Geologie, Schichtenfolge

Das Baufeld liegt am nordöstlichen Ortsrand von Pfronten-Rehbichl, auf insgesamt von Südwesten nach Nordosten um einige Meter ansteigendem Gelände.

Das Gelände ist derzeit mit Bestandsgebäuden bebaut, die teilweise durch Neubauten ersetzt werden, daneben unbefestigte Grünflächen und asphaltierte bzw. gepflasterte Außenanlagen. Die für das Sportfeld vorgesehene Fläche im Ostteil ist derzeit eine landwirtschaftliche Grünfläche in einer Hanglage.

Der Untergrund in bautechnisch relevanter Tiefe wird hier von späteiszeitlichen Moränenablagerungen aufgebaut. Im überwiegenden Teil der Untersuchungsfläche handelt es sich um weit gestuften, steinig-sandigen und teils schluffigen **Quartärkies**, in mitteldichter bis dichter Lagerung. Im Ostteil (KB3, KB14) geht der Quartärkies in einen stark schluffig-lehmigen Kies über (Geschiebemergel / **Moräne**).

Darüber folgt eine - inklusive ähnlich zusammengesetzter **Auffüllungen** als Arbeitsraumverfüllung am Bestand - bis maximal 2,8 m Tiefe reichende **Verwitterungsdecke** aus schwach bis stark kiesigem Schluff/Lehm bis stark schluffigem Kies in weich-steifer Konsistenz.

Im Bereich der asphaltierten Außenanlagen (KB1, KB4, KB7, KB8) folgt - teilweise direkt auf Quartärkies - ein kiesiger ungebundener Oberbau (**Kies-Auffüllung**, 0,6 - 0,9 m) und eine 5 - 10 cm starke **Asphaltdecke**.

Außerhalb von Befestigungen folgt **Oberboden** in 10 - 20 cm Stärke.

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

### 4 Grundwasserverhältnisse, Wassereinwirkungsklasse

In den 5 m tief reichenden Bohrungen wurde mit Ausnahme von KB13 und KB14 kein Grundwasser festgestellt.

In KB13 und KB14 wurden leichte Schichtwasserzutritte in 3,2 - 3,6 m Tiefe festgestellt. Diese sind hier auf die nach Osten anschließende Hanglage und die geringer durchlässigen (stark schluffigen) Moränenablagerungen im Untergrund zurückzuführen.

Es ist aber davon auszugehen, dass dieses Schichtwasser im Zuge der Baumaßnahme in die nach Westen anschließenden, gut durchlässigen Quartärkiese versickern wird und somit bei entsprechend durchlässiger Arbeitsraumverfüllung am Bauwerk (Kies mit  $k_f \geq 10^{-4}$  m/s) kein Wasserandrang am erdberührten Bauwerk zu erwarten ist.

Es gilt somit die **Wassereinwirkungsklasse W1.1-E** n. DIN 18533-1.

## 5 Homogenbereiche, Bodenkennwerte

Die in Ziff. 3 aufgeführte bautechnisch relevante Schichtenfolge - unterhalb von Befestigungen und Oberboden - kann in folgende Homogenbereiche gegliedert werden:

**Homogenbereich B1:** Kies-Auffüllungen (ungebundener Oberbau)

**Homogenbereich B2:** Quartärkies / Moräne

**Homogenbereich B3:** Verwitterungsdecke (inkl. ähnlicher Auffüllungen)

Den Homogenbereichen werden folgende Bandbreiten der Kennwerte zugeordnet:

| Homogenbereich   | B1 und B2  | B3   |
|--|--|--|
| Bezeichnung  | <b>Kies-Auffüllung,<br/>Quartärkies, Moräne</b>  | <b>Verwitterungsdecke</b>  |
| Bodenart   | Kies, sandig,<br>teils schwach schluffig bis schluffig,<br>steinig, Moräne stark schluffig | Schluff, schwach bis stark kiesig,<br>sandig, tonig;<br>Kies, stark schluffig, |
| Bodengruppe<br>(DIN 18196)   | GW, GU, GU*  | UL, UM, GU*<br>in KB2: OU  |
| Bodenklasse<br>(DIN 18300-2012)<br>(nur informativ, nicht<br>mehr gültig)      | GW, GU: 3<br>GU*: 4  | 4  |
| Korngrößen-<br>verteilung<br>(DIN 18123);<br>Körnungsband                      | siehe Anlage 2.1   | siehe Anlage 2.2   |
| Steine 63 - 200 mm<br>[Gew.-%]   | bis 20   | bis 10   |
| Blöcke > 200 mm<br>[Gew.-%]  | vereinzelt   | -  |
| Blöcke > 630 mm<br>[Gew.-%]  | vereinzelt   | -  |
| Dichte $\rho$ erdfeucht<br>(DIN 17892-2 u.<br>DIN 18125-2) [t/m <sup>3</sup> ] | 2,0  | 1,8  |
| Wichte $\gamma$<br>(DIN 1055)<br>[kN/m <sup>3</sup> ]                          | 20   | 18   |
| $\gamma'$  | 12   | 10   |
| Kohäsion $c'$<br>(Scherfestigkeit)<br>[kN/m <sup>2</sup> ]                     | 0  | 2 - 5  |
| $c_u$  | 0  | 30 - 80  |

| Homogenbereich                                  | B1 und B2                                       | B3   |
|---|---|--|
| Bezeichnung                                     | <b>Kies-Auffüllung,<br/>Quartärkies, Moräne</b> | <b>Verwitterungsdecke</b>                    |
| Reibungswinkel $\varphi^i$<br>(DIN 1055) [Grad] | 32,5 - 35                                       | 25 - 27,5                                    |
| Wassergehalt /<br>w [%]                         | < 10  | 20 - 30                                      |
| Plastizität /<br>$I_p$ (DIN 18122-1) [-]        | -   | leicht bis mittel plastisch /<br>0,05 - 0,20 |
| Konsistenz /<br>$I_c$ (DIN 18122-1) [-]         | -   | weich-steif /<br>0,5 - 0,9                   |
| Lagerungsdichte /<br>$I_D$ (DIN 14688-2) [%]    | mitteldicht -dicht / 40 - 85                    | -  |
| Steifemodul $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ]       | 40  | 2 - 5  |
| Organischer Anteil<br>[Gew.-%]                  | 0   | < 0,5<br>(in KB2 bis 3)                      |
| Durchlässigkeit<br>$k_f$ [m/s] ca.              | GW-GU: $2 \times 10^{-4}$<br>GU*: $< 10^{-6}$   | $< 10^{-6}$                                  |
| Frostempfindlichkeit<br>n. ZTVE-StB 17          | GW: F 1<br>GU: F2<br>GU*: F 3                   | F 3  |

## 6 Chemische Analytik Bodenmaterial

Aus den Bohrungen wurden Bodenproben entnommen und als Mischprobe auf die Parameter nach den "Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen" (Verfüll-Leitfaden, Eckpunktepapier Bayern, "EP", StMLU, Fassung v. 23.12.2019) in der Fraktion < 2,0 mm im Labor AGROLAB analysiert.

Probenbezeichnung und Entnahmestelle (siehe auch Anl. 1):

MP1: Untergrund bis 3 m Tiefe aus KB1 - KB14.

Die Analysenergebnisse mit Bewertung und den maßgeblichen Zuordnungswerten, für Eluat und Feststoff nach EP, sind in Anlage 4 aufgeführt.

Zusammenfassendes Ergebnis mit Zuordnungskategorie:

MP1: Zuordnungskategorie **Z 0**.

Das untersuchte Material gilt somit als unbelastet und hinsichtlich des Schadstoffgehaltes zur uneingeschränkten Verfüllung/Verwertung geeignet.

## 7 Aushub, Wiedereinbaubarkeit

Der Aushub wird in allen vorgenannten Bodenarten stattfinden.

Aushub des Homogenbereiches B3 ist aufgrund der vorwiegend bindigen Zusammensetzung nicht ausreichend verdichtbar, zudem für den Ansatz der Wassereinwirkungsklasse W1.1-E (s. Ziff. 4) zu gering durchlässig, so dass dieser nicht zur Wiederverfüllung der Arbeitsräume sowie als Unterbau unter setzungsempfindlichen befestigten Außenanlagen geeignet ist.

Kiesiger Aushub der Homogenbereiches B1 und B2 (Quartärkies und Kies-Auffüllung der Bodengruppen GW-GU, nicht jedoch stark schluffige Moräne der Bodengruppe GU\*) kann als Arbeitsraumverfüllung, Unterbau etc. wiederverwendet werden.

## 8 Baugrubenwände, Wasserhaltung

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

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

- **45 Grad** im Bereich aller hier vorkommenden Böden (weiche bindige und nichtbindige Böden).

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.

Wasserhaltung wird gemäß Angaben in Ziff. 4 nicht erforderlich, bzw. sich auf die Abfuhr von Tagwasser und lokalen, gering ergiebigen Schichtwässern beschränken.

## 9 Gründung der Gebäude

Für die Gebäude ist eine Unterkellerung vorgesehen, mit UKFB KG auf NN + 882,70 m (-4,00), eingetragen als rote Linie in Anlage 1.

Das Gründungsniveau wird demnach durchwegs in Quartärkies bzw. Moräne liegen (s. Anl. 1). Nur im Geländetiefpunkt bei KB4 wird die Restmächtigkeit der Verwitterungsdecke in ca. 0,7 m Stärke durch örtlich gewonnenen Kies zu ersetzen sein.

Der Quartärkies und die Moräne stellen einen gut tragfähigen und setzungsarmen Untergrund dar, der sowohl für Fundament- als auch für Plattengründungen geeignet ist.

Im Einzelnen:

Streifen- und Einzelfundamente:

Für Fundamente mit Gründungssohle in Quartärkies und Moräne 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> ]<br>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.

Bodenplatte/Plattengründungen:

Bei einer Plattengründung in Quartärkies und Moräne genügt als Unterbau eine geringmächtige Ausgleichs-/Sauberkeitsschicht, weitere Bodenverbesserungen werden nicht erforderlich. Werden schluffig-lehmige Einschaltungen festgestellt, so sind diese mit örtlich gewonnenem Kies zu ersetzen.

Für die Dimensionierung der Bodenplatte kann mit einem Bettungsmodul von

$$k_s = 50 \text{ MN/m}^3 \text{ gerechnet werden.}$$

Für den Randbereich in 1,0 m Breite darf der Bettungsmodulansatz auf  $100 \text{ MN/m}^3$  erhöht werden.

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

$E_{V2(\text{statisch})} \geq 80 \text{ MN/m}^2 \text{ (MPa)}$  mit  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$  bzw.  $E_{VD(\text{dynamisch})} \geq 40 \text{ MN/m}^2 \text{ (MPa)}$  erreicht werden.

## 10 Befestigte Außenanlagen

Es wird hier davon ausgegangen, dass die befestigten Außenanlagen als Verkehrsflächen nach RStO und ZTVE-StB zu behandeln sind.

### 10.1 Untergrund

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

Der für F3-Untergrund gemäß ZTVE-StB 17 auf dem Planum erforderliche Verformungsmodul beträgt  **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** .

Dieser wird bei Planum in der Verwitterungsdecke nicht erreicht werden, so dass in den Bereichen mit lehmigen Böden im Untergrund Bodenverbesserungen erforderlich sind. Ausgenommen von diesem Erfordernis sind die Teilflächen, in denen der vorhandene Oberbau bereits dem Quartärkies aufliegt (KB1, KB7) bzw. eine ausreichende Schichtstärke hat (KB8), wobei KB7 und KB8 im Aushubbereich des Neubaus liegen.

Als Unterbau muss somit in Bereichen mit lehmigem Untergrund zusätzlich zum frostsicheren Oberbau (nach RStO) im Planumsbereich ein Bodenaustausch hergestellt werden. Zur Bodenverbesserung wird folgender Aufbau empfohlen:

Der Bodenaustausch erfolgt mit Kies oder Schotter der Bodengruppen GW oder GI und GU mit maximal 10 % Anteil Korngrößen  $< 0,063 \text{ mm}$  (geeignet ist auch örtlicher Aushub des Homogenbereiches B1 und B2).

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

Bei Gehwegen und sonstigen Flächen kann die Bodenverbesserung entfallen, sofern die Gesamtstärke des Oberbaus mindestens 60 cm beträgt.

### 10.2 Vorhandene Frostschutzschicht, 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 **Frosteinwirkungszone III** ausweist.

Als Ausgangswerte für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus von **Fahrbahnen** sind in der RStO 12, Tab. 6, für F3-Böden (hier gegeben) in Abhängigkeit von der Belastungsklasse, 50 bis 65 cm angegeben. Mehr- oder Minderdicken gemäß RStO 12, Tab. 7 sind zu berücksichtigen.

Als Ausgangswert für die Dicke des frostsicheren Oberbaus von **Gehwegen** sind in der RStO 12, Ziff. 5.2, für F3-Böden **30 cm** angegeben. Ungünstige Klimaverhältnisse und Wasserverhältnisse im Untergrund sind zu berücksichtigen.

Frostschutzkies nach ZTV SoB-StB 04 darf im Einbauzustand einen Anteil an Korngrößen  $< 0,063 \text{ mm}$  von nicht mehr als 7 % aufweisen.

Gemäß den Korngrößenanalysen (Anl. 2.1) genügt der vorhandene Oberbau diesen Anforderungen, so dass er in den nach Schichtstärke geeigneten Bereichen (KB1) in situ belassen werden kann.

## 11 Sportfeld

Das Sportfeld kommt im östlichen Gelände zu liegen (KB3) und schneidet hier in die Hanglage eines Hügels ein.

Der Einschnitt erfolgt in die hier anstehende Moräne aus stark schluffigem Kies.

Für das Sportfeld empfehlen wir einen frostsicheren Oberbau von insgesamt 60 cm Schichtstärke, ggf. im Schichtaufbau nach den Vorgaben des Herstellers.

Die nach Osten entstehende Einschnittsböschung soll nicht steiler als 1 : 1,5 hergestellt werden, dann sind über eine Humusierung und Begrünung hinausgehende Sicherungsmaßnahmen nicht erforderlich.

Am Böschungsfuß sollte eine Dränage auf Höhe UK Tragschicht eingebaut werden, um Hang- und Schichtwasser abzuführen. Umlaufende Dränage wird auch für das übrige Sportfeld empfohlen.

Da das Wasser lokal nicht oder schlecht versickert, ist es den Sickeranlagen im höher durchlässigen Quartärkies im westlichen Gelände zuzuführen.

## 12 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  $k_f \leq 1 \times 10^{-6}$  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.

Die Berechnung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$  erfolgte für die anstehenden Böden aus den Kornsummenkurven nach dem Verfahren von MALLETT (Anl. 2), unter Anwendung der Korrekturfaktoren nach DWA-A 138.

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

**Quartärkies:**  $k_{f (Bem)} = 2 \times 10^{-4}$  m/s

**Verwitterungsdecke:**  $k_{f (Bem)} < 1 \times 10^{-6}$  m/s

Der Quartärkies ist demnach stark durchlässig und für Versickerungszwecke gut geeignet. Hiervon ausgenommen ist der stark schluffige Kies (Moräne), der im östlichen Geländeteil aufgeschossen wurde (KB3, KB14).

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

Der Grundwasserflurabstand (MHGW) ist nach den Angaben in Ziff. 4 mit mehr als 5,0 m ausreichend hoch.

Altusried, den 01.12.2020

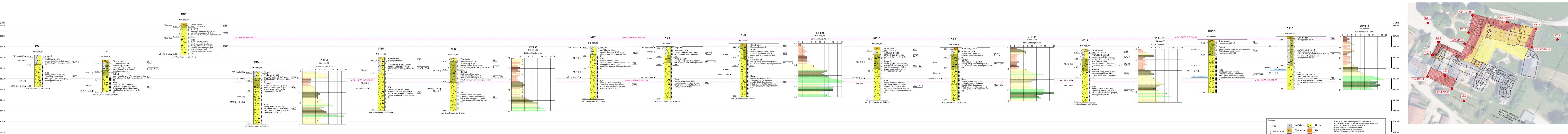
**ICP Ingenieurgesellschaft**

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



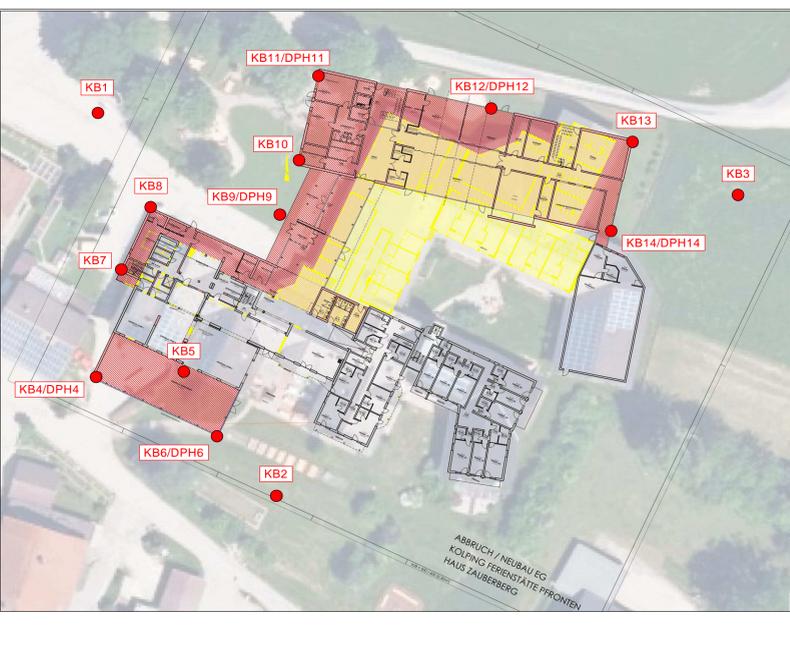


**Legende**

|  |               |  |            |  |         |
|--|---------------|--|------------|--|---------|
|  | steif         |  | Auffüllung |  | kiesig  |
|  | weich         |  | Oberboden  |  | sandig  |
|  | weich - steif |  | humos      |  | sandig  |
|  | mitteldicht   |  | schluff    |  | schluff |
|  | dicht         |  | Kies       |  | tonig   |

(UM, GU, etc.) = Bodenklasse n. DIN 18196  
 (GW) = Bodenklasse n. DIN 18300-2012 (nur informativ)  
 Homogenbereiche n. DIN 18300-2015  
 PB0-x = Probe für Bodenmechanik  
 PA = Asphaltprobe (Rückstellung)  
 MP1 = Bodenmischprobe für Analyse

**Rammsondierungen DPH DIN 22476-2**  
 sehr locker / sehr weich  
 locker / weich  
 mitteldicht / steif  
 dicht / steif-halbfest  
 sehr dicht / halbfest





**ICP**

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

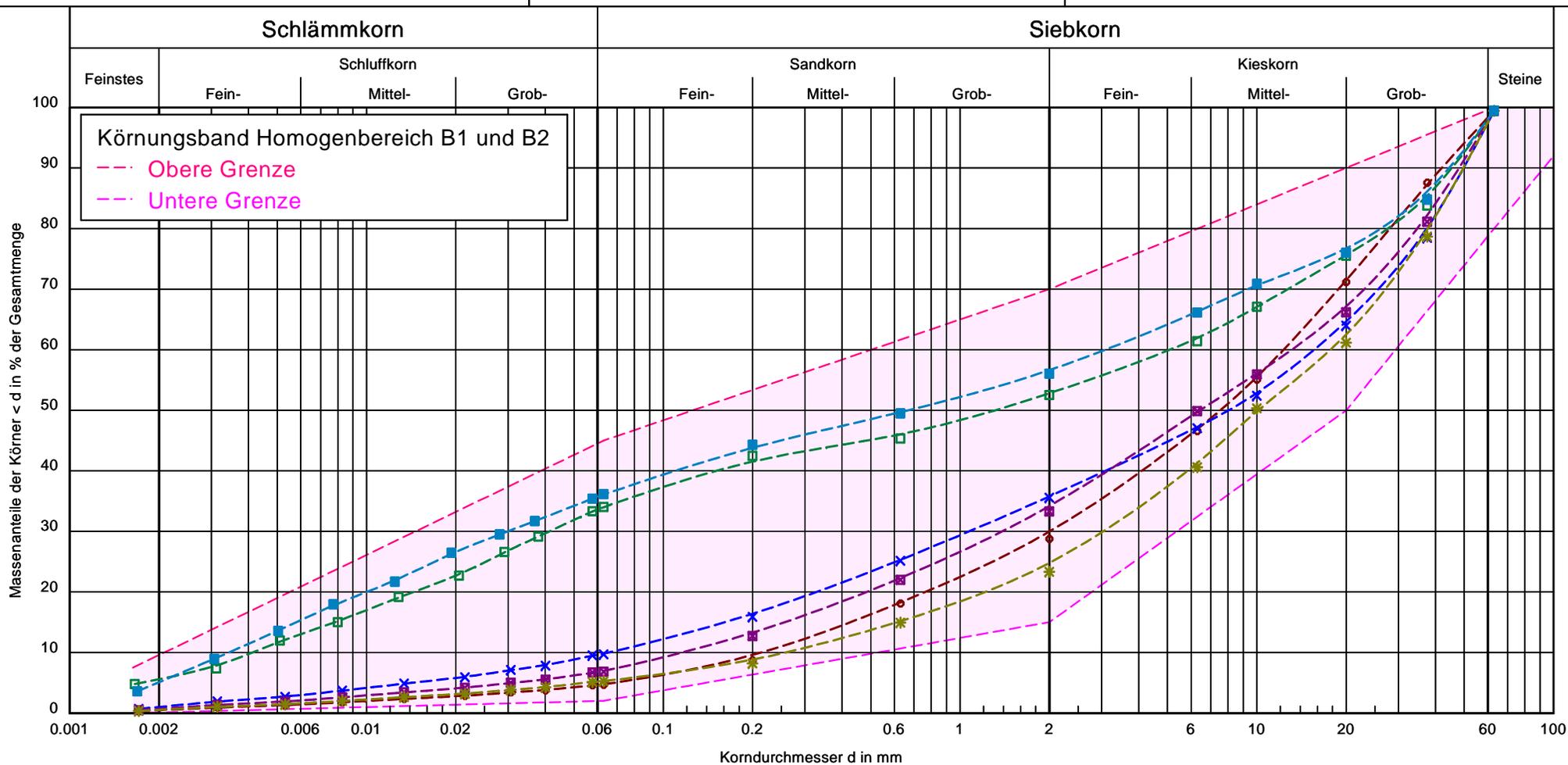
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden  
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Haus Zauberberg Pfronten

Proben entnommen am: 11.2020

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



| Probe               | PBo1-1              | PBo1-2              | PBo3-2              | PBo6-2              | PBo10-2             | PBo14-2             |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Entnahmestelle      | KB1                 | KB1                 | KB3                 | KB6                 | KB10                | KB14                |
| Bodengruppe         | GW                  | GU                  | GU*                 | GU                  | GW-GU               | GU*                 |
| Bezeichnung         | Oberbau             | Quartärkies         | Moräne              | Quartärkies         | Quartärkies         | Moräne              |
| kf n. Mallet        | $1.9 \cdot 10^{-3}$ | $2.8 \cdot 10^{-4}$ | $2.1 \cdot 10^{-7}$ | $6.8 \cdot 10^{-4}$ | $5.6 \cdot 10^{-3}$ | $9.1 \cdot 10^{-8}$ |
| Anteile T/U/S/G [%] | 0.5/4.3/25.2/68.3   | 1.0/8.8/25.9/61.7   | 5.6/28.4/18.8/45.1  | 0.7/6.3/27.2/63.5   | 0.5/4.8/19.5/72.7   | 5.1/31.0/20.5/41.4  |
| Signatur            | ○- - - ○            | ×- - - ×            | □- - - □            | ■- - - ■            | *- - - *            | ■- - - ■            |

Bericht:  
200919  
Anlage:  
2.1



**ICP**

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

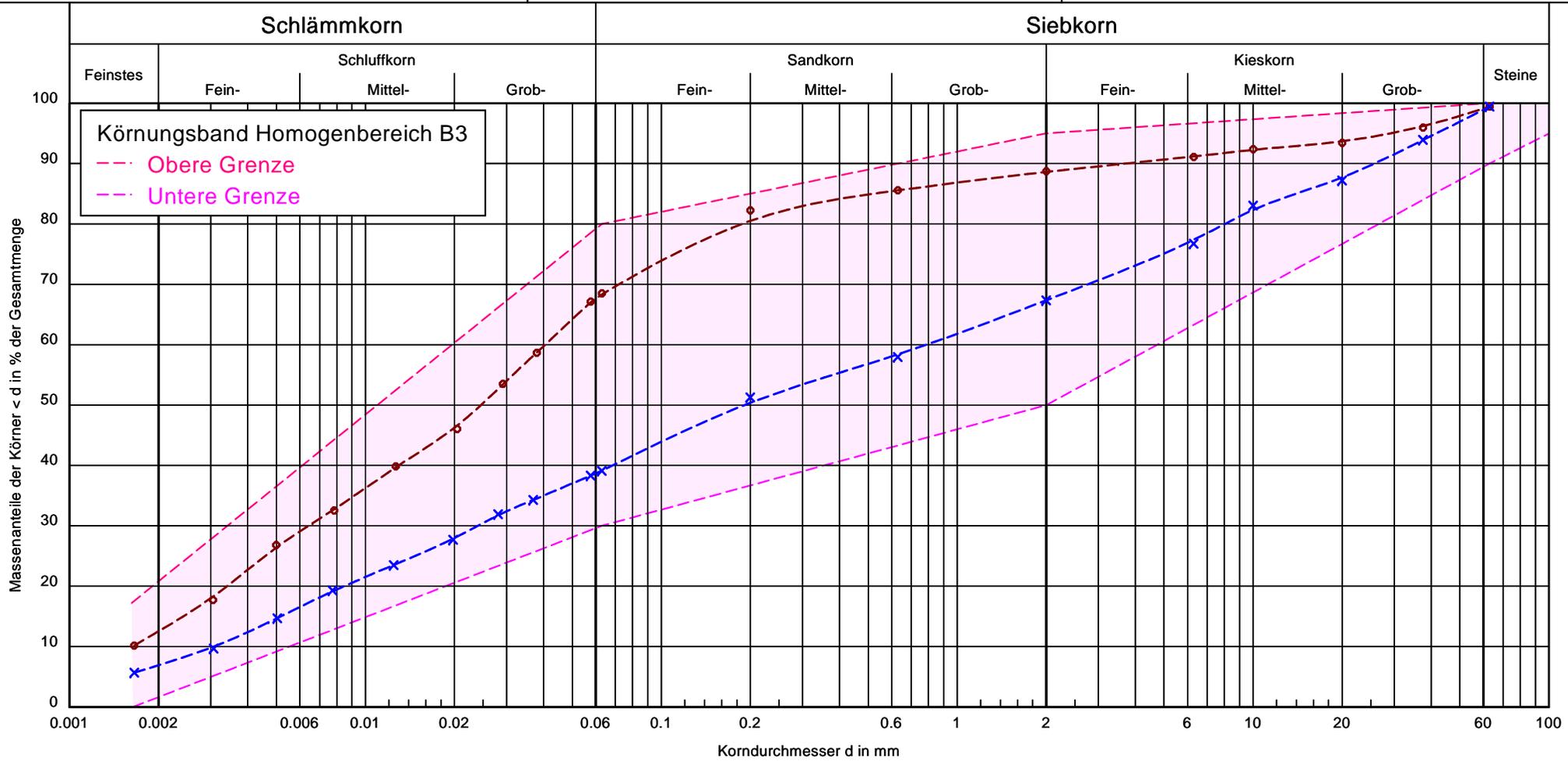
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden  
Illerstrasse 12 - D-87452 Altusried (Allgäu)

Kornverteilung DIN 18123 / ISO 17892-4

Haus Zauberberg Pfronten

Proben entnommen am: 11.2020

Arbeitsweise: Nasssiebung / Sedimentation



|                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Probe               | PBo2-1              | PBo6-1              |
| Entnahmestelle      | KB2                 | KB6                 |
| Bodengruppe         | UM                  | UL-GU*              |
| Bezeichnung         | Verwitterungsdecke  | Verwitterungsdecke  |
| kf n. Mallet        | $7.6 \cdot 10^{-9}$ | $6.2 \cdot 10^{-8}$ |
| Anteile T/U/S/G [%] | 12.5/55.8/20.3/10.5 | 6.9/32.3/28.2/31.5  |
| Signatur            | —●—●—               | —×—×—               |

Bericht:  
200919  
Anlage:  
2.2



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 / ISO 17892-12

Haus Zauberberg Pfronten

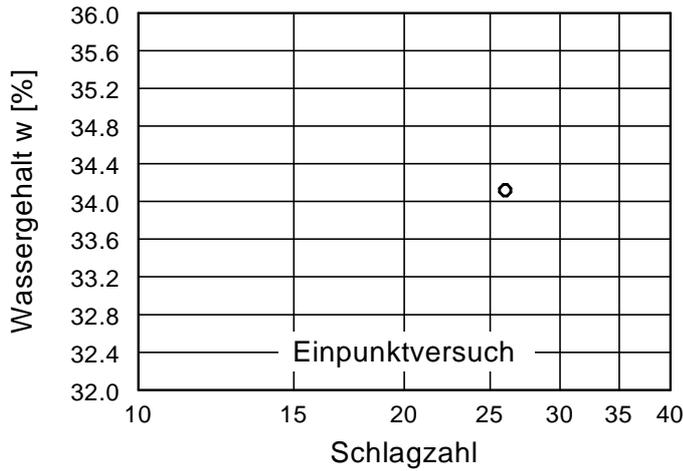
Entnahmestelle: KB5

Probe: PBo5-1

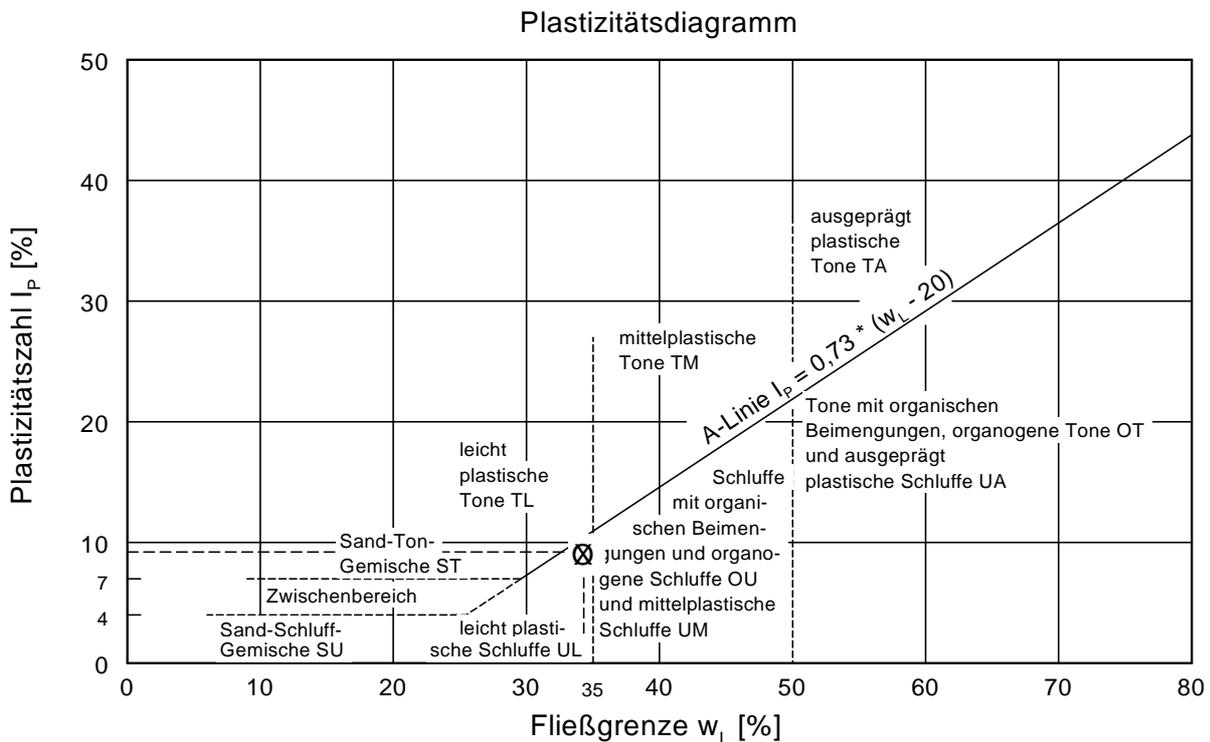
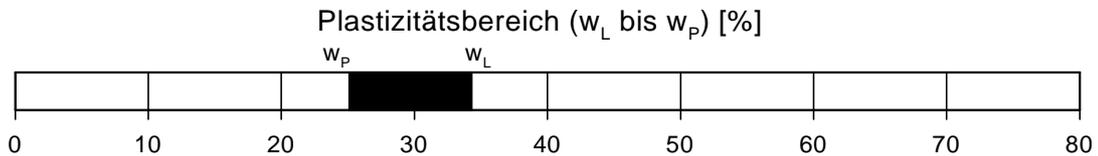
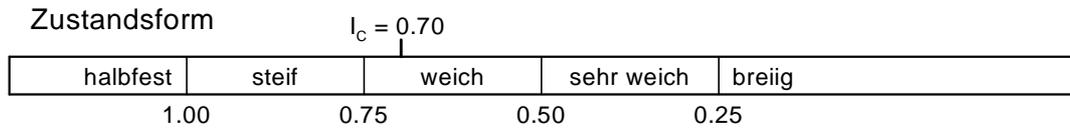
Homogenbereich: B3

Bearbeiter: S

Datum: 19.11.2020



|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| Wassergehalt w =                   | 16.2 % |
| Fließgrenze $w_L$ =                | 34.3 % |
| Ausrollgrenze $w_p$ =              | 25.1 % |
| Plastizitätszahl $I_p$ =           | 9.2 %  |
| Konsistenzzahl $I_c$ =             | 0.70   |
| Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =       | 41.9 % |
| Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = | 0.0 %  |
| Korr. Wassergehalt =               | 27.9 % |



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 / ISO 17892-12

Haus Zauberberg Pfronten

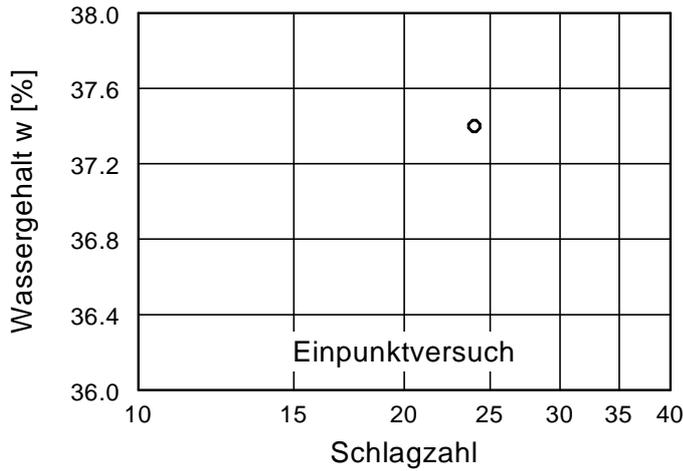
Entnahmestelle: KB11

Probe: PBo11-1

Homogenbereich: B3

Bearbeiter: S

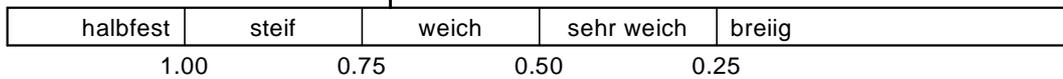
Datum: 19.11.2020



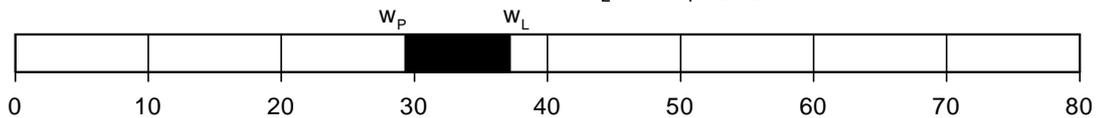
|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| Wassergehalt $w$ =                 | 21.7 % |
| Fließgrenze $w_L$ =                | 37.2 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ =              | 29.3 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ =           | 7.9 %  |
| Konsistenzzahl $I_C$ =             | 0.71   |
| Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =       | 31.3 % |
| Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = | 0.0 %  |
| Korr. Wassergehalt =               | 31.6 % |

Zustandsform

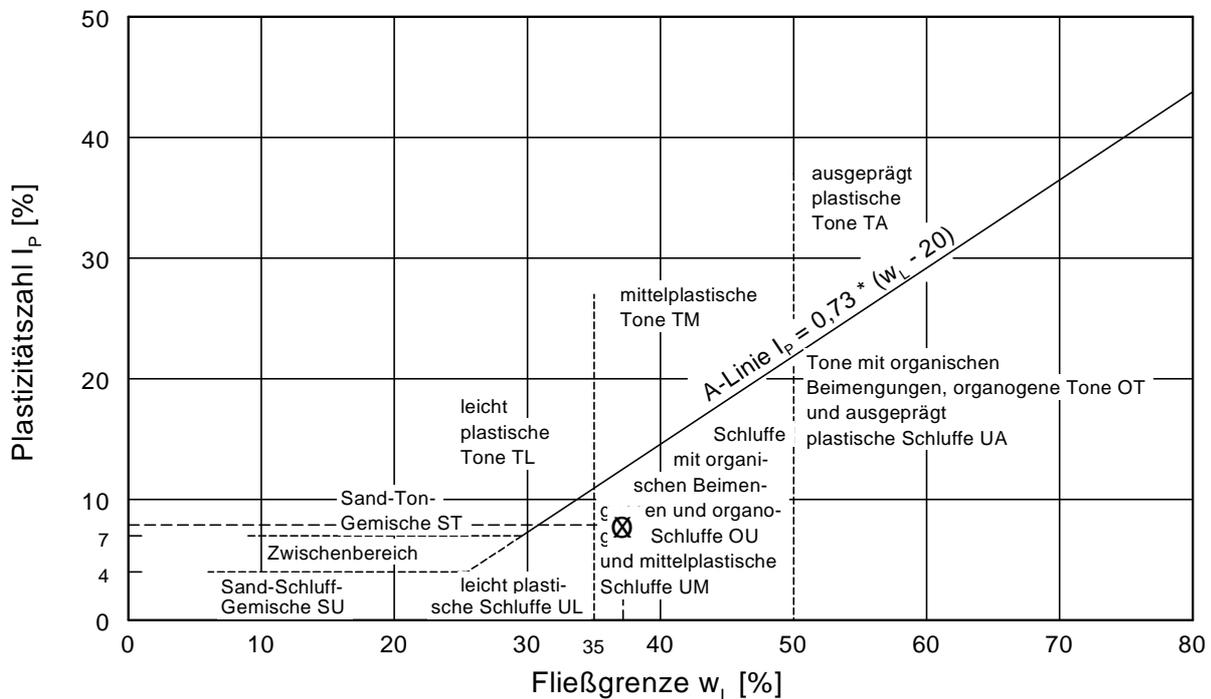
$I_C = 0.71$



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)

Bericht: 200919

Anlage: 3.4

### Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 / ISO 17892-12

### Haus Zauberberg Pfronten

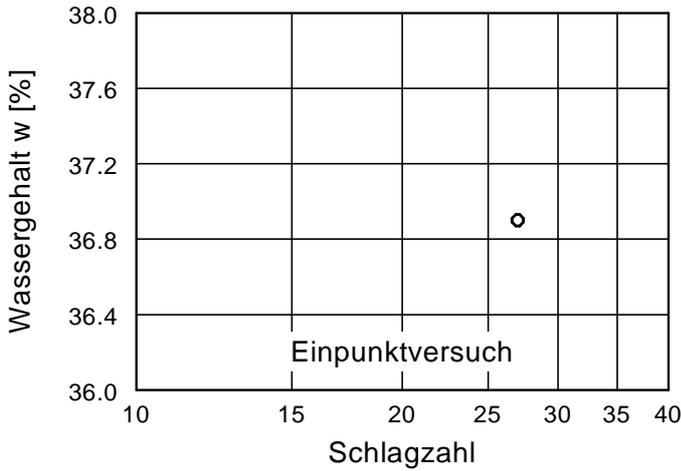
Entnahmestelle: KB12

Probe: PBo12-1

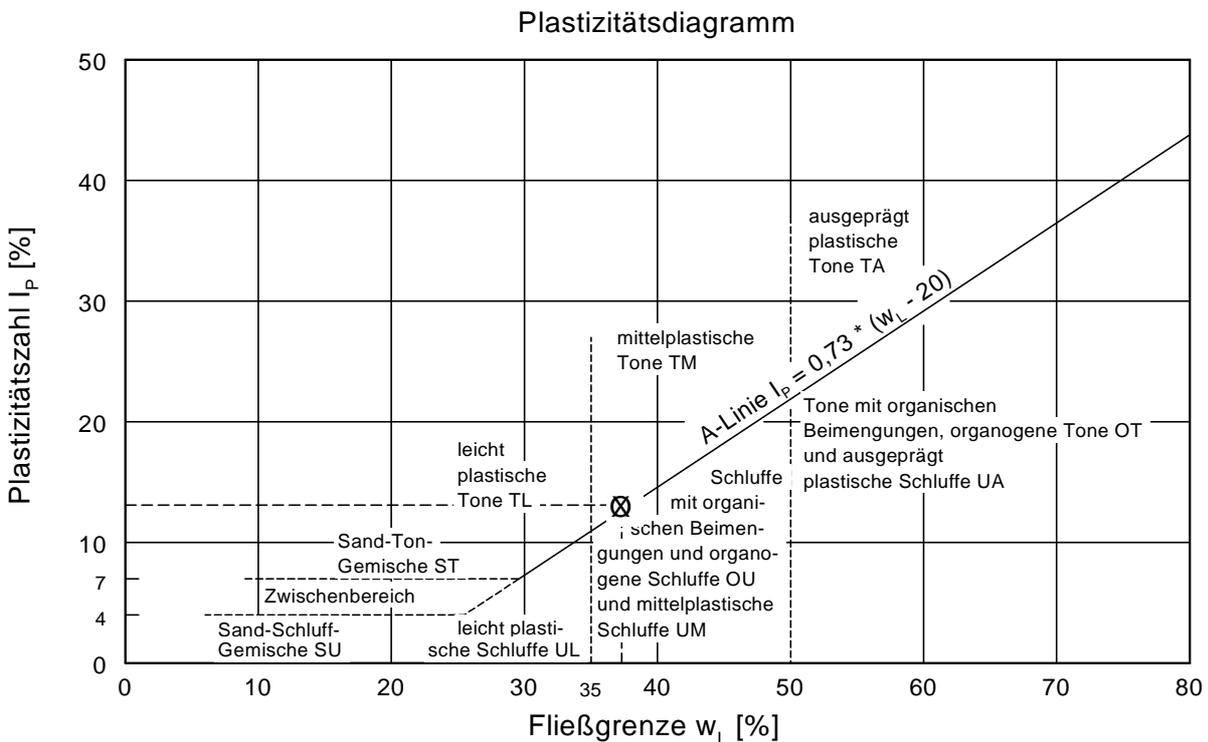
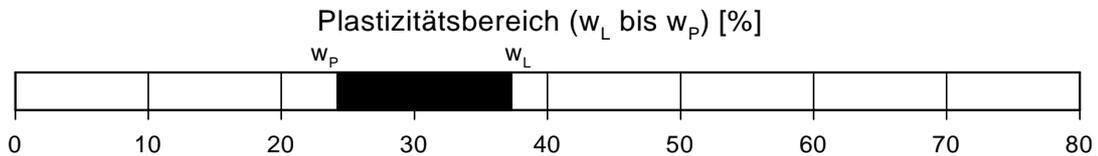
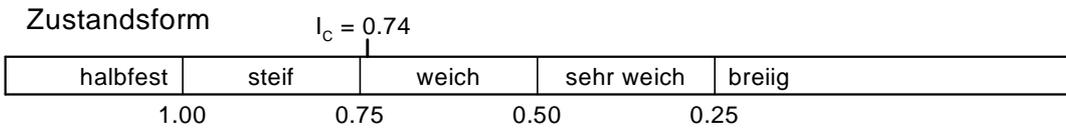
Homogenbereich: B3

Bearbeiter: S

Datum: 19.11.2020



|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| Wassergehalt $w$ =                 | 23.0 % |
| Fließgrenze $w_L$ =                | 37.3 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ =              | 24.2 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ =           | 13.1 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ =             | 0.74   |
| Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =       | 16.7 % |
| Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = | 0.0 %  |
| Korr. Wassergehalt =               | 27.6 % |



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (08765) 93996-28  
www.agrolab.de

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

ICP GmbH  
ILLERSTR. 12  
87452 ALTUSRIED

Datum 25.11.2020

Kundennr. 27027684

## PRÜFBERICHT 3084291 - 539596

Auftrag **3084291 200919 Haus Zauberberg**  
 Analysennr. **539596 Mineralisch/Anorganisches Material**  
 Probeneingang **23.11.2020**  
 Probenahme **18.11.2020**  
 Probenehmer **Auftraggeber (ICP)**  
 Kunden-Probenbezeichnung **200919 MP1**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

| Einheit                               | Ergebnis    | Best.-Gr. | Methode                                       |
|---------------------------------------|-------------|-----------|---|
| Analyse in der Fraktion < 2mm         |             |           | DIN 19747 : 2009-07                           |
| Trockensubstanz %                     | 74,9        | 0,1       | DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A           |
| Cyanide ges. mg/kg                    | 0,7         | 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                      | 7,6         | 2         | DIN EN ISO 11885 : 2009-09                    |
| Blei (Pb) mg/kg                       | 14          | 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                      | 30          | 1         | DIN EN ISO 11885 : 2009-09                    |
| Kupfer (Cu) mg/kg                     | 15          | 2         | DIN EN ISO 11885 : 2009-09                    |
| Nickel (Ni) mg/kg                     | 26          | 1         | DIN EN ISO 11885 : 2009-09                    |
| Quecksilber (Hg) mg/kg                | 0,06        | 0,05      | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.)             |
| Zink (Zn) mg/kg                       | 59,8        | 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                        |
| Fluoranthen 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)fluoranthen mg/kg             | <0,05       | 0,05      | DIN 38414-23 : 2002-02                        |
| Benzo(k)fluoranthen 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                        |
| <b>PAK-Summe (nach EPA) mg/kg</b>     | <b>n.b.</b> |           | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB (28) mg/kg                        | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |
| PCB (52) mg/kg                        | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |
| PCB (101) mg/kg                       | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |

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

DOC-0-1208086-DE-P1

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany  
Fax: +49 (0)8765 93996-28  
www.agrolab.de

Datum 25.11.2020  
Kundennr. 27027684

**PRÜFBERICHT 3084291 - 539596**

Kunden-Probenbezeichnung **200919 MP1**

|                                | Einheit | Ergebnis    | Best.-Gr. | Methode                                       |
|--------------------------------|---------|-------------|-----------|---|
| PCB (118)                      | mg/kg   | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |
| PCB (138)                      | mg/kg   | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |
| PCB (153)                      | mg/kg   | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |
| PCB (180)                      | mg/kg   | <0,01       | 0,01      | DIN EN 15308 : 2016-12                        |
| <b>PCB-Summe</b>               | mg/kg   | <b>n.b.</b> |           | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| <b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b> | mg/kg   | <b>n.b.</b> |           | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

**Eluat**

|                           |       |            |        |                              |
|---------------------------|-------|------------|--------|------------------------------|
| Eluaterstellung           |       |            |        | DIN 38414-4 : 1984-10        |
| pH-Wert                   |       | <b>9,2</b> | 0      | DIN 38404-5 : 2009-07        |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | <b>131</b> | 10     | DIN EN 27888 : 1993-11       |
| Chlorid (Cl)              | mg/l  | <b>18</b>  | 2      | DIN ISO 15923-1 : 2014-07    |
| Sulfat (SO4)              | mg/l  | <b>2,1</b> | 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 : 2017-01 |
| Blei (Pb)                 | mg/l  | <0,005     | 0,005  | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd)              | mg/l  | <0,0005    | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr)                | mg/l  | <0,005     | 0,005  | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu)               | mg/l  | <0,005     | 0,005  | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni)               | mg/l  | <0,005     | 0,005  | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| 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 : 2017-01 |

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

*Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.*

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

Beginn der Prüfungen: 23.11.2020

Ende der Prüfungen: 25.11.2020

*Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse 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, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500**  
**serviceteam2.bruckberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

**Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.**

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

|         |
|---------|
| AufNr   |
| AnalyNr |
| Probe   |

|         |            |
|---------|------------|
| AufNr   | 3084291    |
| AnalyNr | 539596     |
| Probe   | 200919 MP1 |

Grenzwerte nach Verfüll-Leitfaden / Eckpunktepapier Bayern

| Parameter   | Einheit | Z0 (SAND)                | Z0 (LEHM) | Z0 (TON) | Z 1.1  | Z 1.2 | Z 2   | Bodenart<br>Lehm |
|---|---------|--------------------------|-----------|----------|--------|-------|-------|------------------|
| <b>Feststoff</b>                                    |         |                          |           |          |        |       |       |                  |
| Cyanide ges.  | mg/kg   | 1                        | 1         | 1        | 10     | 30    | 100   | 0,7              |
| EOX   | mg/kg   | 1                        | 1         | 1        | 3      | 10    | 15    | <1,0             |
| EOX   | mg/kg   | 1                        | 1         | 1        | 3      | 10    | 15    |                  |
| Arsen (As)  | mg/kg   | 20                       | 20        | 20       | 30     | 50    | 150   | 7,6              |
| Blei (Pb)   | mg/kg   | 40                       | 70        | 100      | 140    | 300   | 1000  | 14               |
| Cadmium (Cd)  | mg/kg   | 0,4                      | 1         | 1,5      | 2      | 3     | 10    | 0,2              |
| Chrom (Cr)  | mg/kg   | 30                       | 60        | 100      | 120    | 200   | 600   | 30               |
| Kupfer (Cu)   | mg/kg   | 20                       | 40        | 60       | 80     | 200   | 600   | 15               |
| Nickel (Ni)   | mg/kg   | 15                       | 50        | 70       | 100    | 200   | 600   | 26*              |
| Quecksilber (Hg)                                    | mg/kg   | 0,1                      | 0,5       | 1        | 1      | 3     | 10    | 0,06             |
| Zink (Zn)   | mg/kg   | 60                       | 150       | 200      | 300    | 500   | 1500  | 59,8             |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40                          | mg/kg   | 100                      | 100       | 100      | 300    | 500   | 1000  |                  |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40                          | mg/kg   | 100                      | 100       | 100      | 300    | 500   | 1000  | <50              |
| Benzo(a)pyren                                       | mg/kg   | 0,3                      | 0,3       | 0,3      | 0,3    | 1     | 1     | <0,05            |
| Benzo(a)pyren                                       | mg/kg   | 0,3                      | 0,3       | 0,3      | 0,3    | 1     | 1     |                  |
| PAK-Summe (nach EPA)                                | mg/kg   | 3                        | 3         | 3        | 5      | 15    | 20    | n.b.             |
| PAK-Summe (nach EPA)                                | mg/kg   | 3                        | 3         | 3        | 5      | 15    | 20    |                  |
| PCB-Summe (6 Kongenere)                             | mg/kg   | 0,05                     | 0,05      | 0,05     | 0,1    | 0,5   | 1     | n.b.             |
| <b>Eluat</b>  |         |                          |           |          |        |       |       |                  |
| pH-Wert   |         | 9                        | 9         | 9        | 9      | 12    | 12    |                  |
| pH-Wert   |         | 9                        | 9         | 9        | 9      | 12    | 12    | 9,2**            |
| elektrische Leitfähigkeit                           | µS/cm   | 500                      | 500       | 500      | 500    | 1000  | 1500  | 131              |
| elektrische Leitfähigkeit                           | µS/cm   | 500                      | 500       | 500      | 500    | 1000  | 1500  |                  |
| Chlorid (Cl)  | mg/l    | 250                      | 250       | 250      | 250    | 250   | 250   | 18               |
| Chlorid (Cl)  | mg/l    | 250                      | 250       | 250      | 250    | 250   | 250   |                  |
| Sulfat (SO4)  | mg/l    | 250                      | 250       | 250      | 250    | 250   | 250   | 2,1              |
| Sulfat (SO4)  | mg/l    | 250                      | 250       | 250      | 250    | 250   | 250   |                  |
| Phenolindex   | mg/l    | 0,01                     | 0,01      | 0,01     | 0,01   | 0,05  | 0,1   | <0,01            |
| Phenolindex   | mg/l    | 0,01                     | 0,01      | 0,01     | 0,01   | 0,05  | 0,1   |                  |
| Phenolindex   | µg/l    | 10                       | 10        | 10       | 10     | 50    | 100   |                  |
| Cyanide ges.  | mg/l    | 0,01                     | 0,01      | 0,01     | 0,01   | 0,05  | 0,1   | <0,005           |
| Cyanide ges.  | µg/l    | 10                       | 10        | 10       | 10     | 50    | 100   |                  |
| Arsen (As)  | mg/l    | 0,01                     | 0,01      | 0,01     | 0,01   | 0,04  | 0,06  | <0,005           |
| Arsen (As)  | µg/l    | 10                       | 10        | 10       | 10     | 40    | 60    |                  |
| Blei (Pb)   | mg/l    | 0,02                     | 0,02      | 0,02     | 0,025  | 0,1   | 0,2   | <0,005           |
| Blei (Pb)   | µg/l    | 20                       | 20        | 20       | 25     | 100   | 200   |                  |
| Cadmium (Cd)  | mg/l    | 0,002                    | 0,002     | 0,002    | 0,002  | 0,005 | 0,01  | <0,0005          |
| Cadmium (Cd)  | µg/l    | 2                        | 2         | 2        | 2      | 5     | 10    |                  |
| Chrom (Cr)  | mg/l    | 0,015                    | 0,015     | 0,015    | 0,03   | 0,075 | 0,15  | <0,005           |
| Chrom (Cr)  | µg/l    | 15                       | 15        | 15       | 30     | 75    | 150   |                  |
| Kupfer (Cu)   | mg/l    | 0,05                     | 0,05      | 0,05     | 0,05   | 0,15  | 0,3   | <0,005           |
| Kupfer (Cu)   | µg/l    | 50                       | 50        | 50       | 50     | 150   | 300   |                  |
| Nickel (Ni)   | mg/l    | 0,04                     | 0,04      | 0,04     | 0,05   | 0,15  | 0,2   | <0,005           |
| Nickel (Ni)   | µg/l    | 40                       | 40        | 40       | 50     | 150   | 200   |                  |
| Quecksilber (Hg)                                    | mg/l    | 0,0002                   | 0,0002    | 0,0002   | 0,0002 | 0,001 | 0,002 | <0,0002          |
| Quecksilber (Hg)                                    | µg/l    | 0,2                      | 0,2       | 0,2      | 0,2    | 1     | 2     |                  |
| Zink (Zn)   | mg/l    | 0,1                      | 0,1       | 0,1      | 0,1    | 0,3   | 0,6   | <0,05            |
| Zink (Zn)   | µg/l    | 100                      | 100       | 100      | 100    | 300   | 600   |                  |
| *Z0-Grenzwert für Bodenart Lehm nicht überschritten |         |                          |           |          |        |       |       |                  |
| ** erhöhter pH alleine führt nicht zur Höherstufung |         |                          |           |          |        |       |       |                  |
| Einstufung  |         |                          |           |          |        |       |       | Z 0              |
|   |         | Überschreiter Z 0 (Sand) |           |          |        |       |       |                  |
|   |         | Überschreiter Z 0 (Lehm) |           |          |        |       |       |                  |
|   |         | Überschreiter Z 0 (Ton)  |           |          |        |       |       |                  |
|   |         | Überschreiter Z 1.1      |           |          |        |       |       |                  |
|   |         | Überschreiter Z 1.2      |           |          |        |       |       |                  |
|   |         | Überschreiter Z 2        |           |          |        |       |       |                  |