

## BAUGRUNDERKUNDUNG / BAUGRUNDGUTACHTEN

### Gemeinde Vierkirchen, OT Pasenbach Erschließung Baugebiet "Pasenbach Süd Nr. 2"

BAUVORHABEN: Gemeinde Vierkirchen, OT Pasenbach  
Erschließung des Baugebietes  
"Pasenbach Süd Nr. 2"  
zwischen der Sonnenstraße und  
der Kreisstraße Kr DAH 9

BAUHERR: Anton Stichlmeyr GmbH  
Bahnweg 3  
85256 Vierkirchen

PLANUNG: Ingenieurbüro Mayr GbR  
Blütenweg 5  
86551 Aichach-Untergriesbach

BEARBEITER: Dr.-Ing. Gerhard Gold

DATUM: 07. August 2018

PROJEKT-NR.: B 181317

  
Dr.-Ing. Gerhard Gold

POSTANSCHRIFT  
Hofstattstraße 28  
86919 Utting

TELEFON  
08806 / 95894-0

FAX  
08806 / 95894-44

BANKVERBINDUNG  
Landsberg-Ammersee Bank eG  
Kto.-Nr. 209 848  
BLZ 700 916 00

INTERNET / E-MAIL  
[www.crystal-geotechnik.de](http://www.crystal-geotechnik.de)  
[utting@crystal-geotechnik.de](mailto:utting@crystal-geotechnik.de)

AG AUGSBURG HRB 9698  
GESCHÄFTSFÜHRER  
Thea Schneider

GESCHÄFTSLEITER  
Reinhard Schneider  
Dr. Gerhard Gold

POSTANSCHRIFT  
Schustergasse 14  
83512 Wasserburg

TELEFON  
08071 / 92276-0

FAX  
08071 / 92276-22

E-MAIL  
[wbg@crystal-geotechnik.de](mailto:wbg@crystal-geotechnik.de)

**INHALTSVERZEICHNIS**

1	ALLGEMEINES .....	4
1.1	Bauvorhaben / Vorgang .....	4
1.2	Arbeitsunterlagen .....	5
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Schürfe .....	6
2.2	Bodenmechanische Laborversuche.....	7
2.3	Chemische Untersuchungen.....	8
2.3.1	Allgemeines .....	8
2.3.2	Untersuchungen an Auffüllungen .....	8
2.3.3	Untersuchungen an anstehenden Böden .....	9
2.3.4	Untersuchungen an Mutterboden.....	9
2.3.5	Zusammenfassung und Wertung .....	10
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISS.....	11
3.1	Geologischer Überblick.....	11
3.2	Beschreibung der Bodenschichten .....	12
3.3	Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	13
3.4	Grundwasserverhältnisse .....	14
4	HOMOGENBEREICHE, BODENKLASSIFIZIERUNG UND BODENPARAMETER ....	15
4.1	Bodenklassifizierung.....	15
4.2	Bodenparameter.....	17
5	BAUAUSFÜHRUNG UND GRÜNDUNG.....	18
5.1	Allgemeines.....	18
5.2	Offene Kanalverlegung .....	18
5.2.1	Geböschte Baugruben / Baugrubenverbau .....	18
5.2.2	Wasserhaltung .....	20
5.2.3	Gründung.....	21
5.3	Sonstige Hinweise .....	22
5.4	Straßenbau.....	24
5.4.1	Allgemeines .....	24
5.4.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus .....	24
5.4.3	Tragfähigkeit des Planums.....	25
5.4.4	Verdichtungsanforderungen Frostschutzschicht.....	26
5.5	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes.....	27

5.5.1 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit .....	27
5.5.2 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten.....	29
6 SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	30

## TABELLEN

Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Schürfe .....	6
Tabelle (2) Bodenmechanische Laborversuche.....	7
Tabelle (3) Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen.....	8
Tabelle (4) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden.....	13
Tabelle (5) Homogenbereiche und Bodenklassifizierung .....	15
Tabelle (6) Charakteristische Bodenparameter.....	17
Tabelle (7) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues.....	25
Tabelle (8) Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Sande .....	28

## ANLAGEN

- (1) Lageplan mit Schurfansatzpunkten, M 1 : 1.000
- (2) Geologischer Schnitt mit Aufschlussprofilen, M 1 : 250/50
- (3) Schürfprofile, M 1 : 50
- (4) Schichtenverzeichnisse der Schürfe
- (5) Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse
- (6) Chemische Laborversuchsergebnisse und Auswertung
- (7) Protokolle der Absinkversuche im Schurf

## 1 ALLGEMEINES

### 1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Die Anton Stichlmeyr GmbH, Vierkirchen, plant die Erschließung des Baugebietes "Pasenbach Süd Nr. 2". Das Baugebiet ist südlich des Bestandes der Sonnenstraße bis zur Kreisstraße Kr DAH 9 (westlich des Kreisverkehrs, in den die Sonnenstraße und die Kr DAH 9 einmündet) vorgesehen. Im Detail kann die Lage und auch die Größe des Baugebietes der beiliegenden Anlage (1) entnommen werden.

Die Entwässerung des Baugebietes soll im Trennsystem erfolgen. Das Niederschlagswasser soll nach Möglichkeit über Rigolen vor Ort versickert werden. Die Planung dieses Bauvorhabens obliegt dem Ing.-Büro Mayr GbR, Aichach-Untergriesbach.

Crystal Geotechnik wurde mit Datum vom 06.06.2018 durch das Ing.-Büro Mayr GbR im Auftrag der Anton Stichlmeyr GmbH, Vierkirchen, auf Grundlage des Angebots vom 05.06.2018 beauftragt, im Baugebiet vier Schürfe aufzunehmen und an entnommenen Bodenproben der Schürfe Laborversuche durchzuführen. Um eventuelle anthropogene Belastungen feststellen zu können, sollten weiterhin chemische Analysen an eventuellen Auffüllungen, dem anstehenden Boden und dem Oberboden durchgeführt werden. Weiterhin wurden im Rahmen der Schürfarbeiten auch zwei Sickerversuche ausgeführt, um nähere Angaben zur Durchlässigkeit der anstehenden Böden in situ zu erhalten.

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben sowie Homogenbereiche abgegrenzt. Es erfolgen die erforderlichen Angaben zur Kanalverlegung bezüglich Baugruben, Wasserhaltung und Gründung, zum Straßenbau sowie zur Versickerung von Oberflächenwasser. Ebenso werden die chemischen Analysen ausgewertet.

## **1.2 Arbeitsunterlagen**

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens standen uns die nachfolgend genannten Unterlagen und Informationen zum hier behandelten Bauvorhaben zur Verfügung:

- [U1] Lageplangrundlage im dwg-Format; übermittelt durch das Ing.-Büro Mayr GbR, Aichach-Untergriesbach, am 11.06.2018
- [U2] Geologische Übersichtskarte, M 1 : 200.000; Blatt CC 7926 Augsburg, Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 2001
- [U3] UmweltAtlas Geologie (Bodeninformationssystem); Internetauftritt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)
- [U4] Niedrigwasser-Informationsdienst des Bayerischen Landesamtes für Umwelt
- [U5] Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete (IÜG), Informationsdienst des Bayerischen Landesamtes für Umwelt
- [U6] Die Ergebnisse der am 14.06.2018 durchgeführten und im Folgenden näher beschriebenen Feldarbeiten und die im Anschluss ausgeführten Laboruntersuchungen (bodenmechanische und chemische Analysen)

## 2 FELD- UND LABORARBEITEN

### 2.1 Schürfe

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im geplanten Erschließungsgebiet, insbesondere im Bereich der herzustellenden Erschließungsstraße, am 14.06.2018 vier Schürfe bis in eine Tiefe von maximal 5,0 m unter Geländeoberkante abgeteuft und bodenmechanisch von unserer Seite aufgenommen. Die Lage der Schürfe kann dem Lageplan in Anlage (1) entnommen werden.

Die kennzeichnenden Daten der Schürfe sind in nachfolgender Tabelle (1) zusammengestellt.

**Tabelle (1) Kennzeichnende Daten der Schürfe**

Schurf	Ansatzhöhe	Aufschlusstiefe		Grundwasser		Datum
	mNN	m u. GOK	mNN	m u. GOK	mNN	
SCH 1	486,20	4,5	481,70	kein GW angetroffen		14.06.2018
SCH 2	486,54	5,0	481,54	kein GW angetroffen		14.06.2018
SCH 3	486,72	4,5	482,22	kein GW angetroffen		14.06.2018
SCH 4	486,99	4,5	482,49	kein GW angetroffen		14.06.2018

Die Bodenansprache nach DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1 erfolgte während der Schürfarbeiten durch einen Baustoffprüfer unseres Büros. Die anhand der Ergebnisse der Laboruntersuchungen korrigierten Schürfprofile liegen in Anlage (3) diesem Bericht bei und sind auch im geologischen Schnitt in Anlage (2) aufgenommen.

Die Ansatzpunkte der Schürfe wurden nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen.

## **2.2 Bodenmechanische Laborversuche**

An sieben, den Schürfen entnommenen Bodenproben, wurden zur näheren Klassifizierung und Beurteilung der anstehenden Böden sowie zur Festlegung von Homogenbereichen Grundlagenversuche in unserem bodenmechanischen Labor durchgeführt. Im Zusammenhang mit den Felduntersuchungen stehen damit Informationen zur Verfügung, die eine Klassifizierung der Böden und hierauf basierend eine näherungsweise Zuordnung von Bodenparametern sowie eine Einteilung in Homogenbereiche ermöglichen.

Weiterhin kann über die vorliegend insbesondere ausgeführten Kornverteilungsanalysen auch eine nähere Eingrenzung zu den zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerten der anstehenden Böden vorgenommen werden.

Die im Einzelnen durchgeführten Laboruntersuchungen sind in nachfolgender Tabelle (2) mit Angabe der maßgebenden DIN-Normen aufgelistet.

**Tabelle (2) Bodenmechanische Laborversuche**

<b>Laborversuch</b>	<b>DIN-Norm</b>	<b>Anzahl</b>
Bodenansprache	DIN 4023 und DIN EN ISO 14688-1+2	7
Bodenansprache	DIN 18196	7
Kornverteilung	DIN 18123	
Siebanalyse		3
Siebschlamm-analyse		4

Die Ergebnisse der ausgeführten Laborversuche sind in nachfolgender Tabelle (3) mit Angabe der Schwankungsbreiten zusammengestellt.

**Tabelle (3) Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**

Kenngroße		Einheit	Decklagen	Tertiär
Homogenbereich			B1	B2
			schluffige Sande	meist schwach schluffige Sande
<b>Kornverteilung</b>				
Feinstes	$\varnothing \leq 0,002 \text{ mm}$	%	9,2 – 12,6	2,0 – 4,2
Schluff	0,002 - 0,063 mm	%	26,4 – 27,2	7,1 – 10,6 / (5,0 – 7,4) <sup>1)</sup>
Sandkorn	0,063 - 2,0 mm	%	59,8 – 62,8	86,7 – 94,5
Kieskorn	2,0 - 63,0 mm	%	0,3 – 1,6	0,1 – 0,8

<sup>1)</sup> beinhaltet Tonanteil / keine Schlämmanalyse durchgeführt

Eine Zusammenstellung aller bodenmechanischen Laborversuche kann Anlage (5) dieses Berichts im Detail entnommen werden; die wichtigsten Laborprotokolle sind dort ebenfalls beigelegt. Die Bewertung der Feld- und Laborarbeiten erfolgt im Zusammenhang mit der Beschreibung und Wertung der erkundeten Bodenschichten in den nachfolgenden Kapiteln.

## **2.3 Chemische Untersuchungen**

### **2.3.1 Allgemeines**

Zur Beurteilung der angetroffenen Auffüllungen, der natürlich anstehenden Böden und der Mutterböden wurden exemplarisch chemische Analysen an Material- bzw. Bodenproben aus den Schürfen ausgeführt.

Die chemischen Analysen erfolgten in unserem Auftrag durch die Agrolab Laborgruppe GmbH, Bruckberg. Die Ergebnisse der Analysen werden nachfolgend beschrieben und beurteilt. Die zugehörige Auswertung sowie die Prüfprotokolle der Laboruntersuchungen liegen als Anlage (6) diesem Bericht bei.

### **2.3.2 Untersuchungen an Auffüllungen**

Im Zuge der Ausführung der Schürfe SCH 2 und SCH 3 wurden oberflächennah in einer Stärke von 10 – 20 cm Auffüllungen angetroffen, die als teils humose, sandige, schluffige bis stark schluffige Kiese angesprochen wurden.

Exemplarisch wurde die Probe aus dem Schurf SCH 1 / 0,10 m der chemischen Analyse zugeführt und auf das Parameterspektrum des Eckpunktepapiers untersucht.

Nach der beiliegenden Auswertung in Anlage (6) wurden hier keine auffälligen Grenzwertüberschreitungen festgestellt, so dass die Probe als **Z 0-Material nach Eckpunktepapier** zu klassifizieren ist. Festzustellen ist jedoch, dass eine Kohlenwasserstoff-Konzentration im Feststoff von 95,0 mg/kg ermittelt wurde (Z 0-Grenzwert: 100 mg/kg), so dass hier die Deklaration als Z 0-Material nur vergleichsweise knapp vorgenommen werden konnte.

### **2.3.3 Untersuchungen an anstehenden Böden**

Um Hinweise auf eventuelle geogene Belastungen zu erhalten, wurde eine Probe aus den anstehenden Decklagen (Schurf SCH 2 / 1,20 m), die als stark schluffiger Sand anzusprechen war, der chemischen Analyse zugeführt und wiederum auf das Parameterspektrum nach Eckpunktepapier untersucht.

Es ergab sich auch für diese Probe die Einstufung als **Z 0-Material nach Eckpunktepapier**.

### **2.3.4 Untersuchungen an Mutterboden**

Mutterböden wurden oberflächennah im Bereich der Schürfe SCH 1 und SCH 4 bis in Tiefen von 0,2 – 0,3 m unter GOK angetroffen.

Die Probe aus Schurf SCH 4 / 0,20 m, anzusprechen als Mutterboden in humoser, stark schluffiger und vor allem sandiger Ausbildung, wurde wiederum auf das Parameterspektrum nach Eckpunktepapier untersucht.

Wie dies der Auswertung in Anlage (6) entnommen werden kann, wurde eine erhöhte Cyanid-Konzentration von 2,1 mg/kg (Z 0-Grenzwert: 1,0 mg/kg) ermittelt. Hieraus ergibt sich bei einer Zuordnung nach "Eckpunktepapier" die formale Deklaration als Z 1.1-Material.

Diese vorliegend dokumentierte, leichte erhöhte Cyanid-Konzentration ist als biogen bedingt einzustufen. Wir empfehlen hier, eine Wiederverwertung des Mutterbodens im Nahbereich vor Ort vorzusehen, wo eine ähnliche Zusammensetzung des anstehenden Mutterbodens mit vermutlich ebenfalls erhöhten Cyanid-Konzentrationen (geogen bedingt) zu erwarten ist. Eine Entsorgung des Mutterbodens sollte möglichst vermieden werden.

### 2.3.5 Zusammenfassung und Wertung

Es ist festzuhalten, dass im untersuchten Bereich des geplanten Baugebietes zumeist keine bzw. nur geringe, einstufigsrelevante Belastungen festgestellt wurden.

Die Auffüllungen wurden als Z 0-Material nach Eckpunktepapier deklariert. Da jedoch die ermittelte MKW-Belastung vergleichsweise nahe zum Z 1.1-Grenzwert gelegen ist und es sich um Auffüllungen handelt, wird es unseres Erachtens erforderlich, auszuhebende Auffüllungen zu separieren, auf Haufwerken zwischenzulagern und entsprechend einer Deklarationsanalytik (z.B. gemäß dem Anforderungsprofil der maßgebenden Grube / Deponie) zu entsorgen bzw. wiederzuverwerten (soweit möglich, vorliegend idealerweise zur Baugrubenrückverfüllung bei dieser Baumaßnahme). Diese Arbeiten sollten ausgeschrieben werden und es wird in diesem Zusammenhang unseres Erachtens dann auch eine Aushubüberwachung vor Ort erforderlich.

Für die Mutterböden wurde rein formal eine Zuordnung nach Eckpunktepapier als Z 1.1-Material ermittelt. Zusätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass hier auch ein erhöhter TOC-Wert gegeben ist, so dass eine Entsorgung dieser Böden als schwierig einzustufen ist und in der Regel auch nicht vorgesehen werden sollte. Vielmehr ist anzustreben, die abschnittsweise auszuhebenden Mutterböden vor Ort wiederzuverwerten, wo mit ähnlich leicht erhöhten, biogen bedingten Cyanid-Konzentrationen zu rechnen ist.

Das Vorgehen ist grundsätzlich auch mit den zuständigen Genehmigungs- und Fachbehörden abzustimmen.

### **3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

#### **3.1 Geologischer Überblick**

Die Gemeinde Vierkirchen und der Ortsteil Pasenbach liegt im sog. Tertiären Hügelland. Hier stehen unter teilweise relativ mächtigen Decklagenböden (Lößlehm- / Verwitterungslehmschichten) die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse in Form von Tonen, Schluffen, Mergeln und Sanden an. Nach der Geologischen Übersichtskarte, M 1 : 200.000, sind vergleichsweise kleinräumig im Bereich des Baugebietes entsprechende Verwitterungsbildungen kartiert, die nach den Erläuterungen als Verwitterungslehm, Hanglehm, oft mit Lößlehm zu erwarten sind.

Im Rahmen der Aufschlussarbeiten wurden die Verwitterungsbildungen als teils tonige, stark schluffige Sande bis in Tiefen von 0,90 m – 1,60 m unter GOK – angetroffen. Diese werden nachfolgend dem Homogenbereich B1 zugeordnet und als Decklagen bezeichnet. Unter diesen Decklagen wurden feinkornärmere Sande festgestellt, die als teilweise tonige, meist schwach schluffige, teils schluffige Sande anzusprechen waren, den tertiären Sedimenten zuzurechnen sind und vorliegend als Homogenbereich B2 definiert werden. Diese tertiären Sande wurden bis zu den jeweiligen Endtiefen der Schürfe angetroffen.

Vorliegend ist noch anzumerken, dass eine Abgrenzung zwischen den Decklagensanden und den tertiären Sanden nicht immer scharf ausgeführt werden kann, da es sich bei den Decklagen teils auch um umgelagerte, tertiäre Formationen handelt. In der Regel weisen die Decklagen eine geringere Lagerungsdichte auf (vorliegend überwiegend locker) und enthalten (auch nach den ausgeführten Laboruntersuchungen) höhere Feinkornanteile (Ton- und Schluffanteil). Die tertiären Sedimente dürften überwiegend in etwa mittlerer, teils auch in dichter Lagerung anstehen. Entsprechende, diesbezügliche Untersuchungen (z.B. Rammsondierungen) wurden jedoch vereinbarungsgemäß nicht ausgeführt, weshalb die Zuordnung von Lagerungsdichten nur aus den Feststellungen während der Schurfarbeiten erfolgen kann.

Aufgrund der vorliegenden Aufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet bis in den erkundeten Tiefenbereich wie folgt beschreiben.

### **3.2 Beschreibung der Bodenschichten**

#### **Oberboden – Homogenbereich O1**

Im Bereich der Schürfe SCH 1 und SCH 4 wurden Mutterbodenformationen als stark sandige, kiesige, humose Schluffe und als humose, stark schluffige Sande angetroffen. Die Schichtmächtigkeiten lagen zwischen 0,2 m und 0,3 m.

#### **Auffüllungen – Homogenbereich A1**

Auffüllungen wurden in den Schürfen SCH 2 und SCH 3 oberflächennah bis 0,1 m bzw. 0,2 m unter GOK angetroffen und waren als schluffige, sandige Kiese bzw. als humose, sandige, stark schluffige Kiese zu bezeichnen. Diese Böden werden vorliegend dem Homogenbereich A1 zugeordnet. Die Lagerungsdichte ist als etwa mitteldicht einzustufen.

#### **Decklagen (stark schluffige Sande) – Homogenbereich B1**

Bei allen Schürfen wurden unterhalb der Mutterböden bzw. unterhalb der Auffüllungen sog. Decklagen angetroffen, die als teils schwach tonige bis tonige, stark schluffige Sande anzusprechen waren. Die Schichtunterkanten lagen zwischen 0,9 m (SCH 4) und reichten bis zu 1,6 m (SCH 1). Die Lagerungsdichte dürfte als etwa locker anzunehmen sein. Dieses Schichtpaket der Decklagen wird dem Homogenbereich B1 zugerechnet.

#### **Tertiäre Sedimente (schwach schluffige Sande) – Homogenbereich B2**

Tertiäre Sedimente wurden in allen vier Schürfen unterhalb der zuvor beschriebenen Decklagen bis zu den jeweiligen Schurfendtiefen angetroffen. Überwiegend waren die Böden als schwach schluffige, untergeordnet schluffige Sande in etwa mitteldichter Lagerung zu klassifizieren und werden vorliegend dem Homogenbereich B2 zugeordnet.

### **3.3 Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden**

In nachfolgender Tabelle (4) werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme beurteilt.

**Tabelle (4) Bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden**

<b>Bewertungskriterien</b>	<b>Auffüllungen schluffige bis stark schluffige, sandige Kiese A1</b>	<b>Decklagen stark schluffige Sande B1</b>	<b>Tertiäre Sedimente schwach schluffige Sande B2</b>
Tragfähigkeit	mittel – gut	gering – mittel	mittel – groß
Kompressibilität	gering – mittel	mittel	mittel – gering
Standfestigkeit	gering – mittel	mittel	gering
Wasserempfindlichkeit	mittel – groß	groß	gering – mittel
Frostempfindlichkeit (Kl. nach ZTVE-StB 17)	gering – groß (F2 – F3)	groß (F3)	gering – mittel (F2)
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	groß	sehr groß
Wasserdurchlässigkeit	gering – mittel	gering	mittel – gering
Rammpbarkeit	mittelschwer <sup>1)</sup>	leicht	mittelschwer – schwer <sup>1)</sup>
Lösbarkeit	leicht – mittelschwer <sup>2)</sup>	mittelschwer	leicht <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> bei Grobeinlagerungen in den Auffüllungen und Verfestigungen in den tertiären Sedimenten können Einbringhilfen erforderlich werden; mit negativen Erschütterungsauswirkungen ist zu rechnen

<sup>2)</sup> bei Grobeinlagerungen in den Auffüllungen und stärker verfestigten Abschnitten in den tertiären Sedimenten können die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300:2012-09 (schwer lösbare Bodenarten, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

### **3.4 Grundwasserverhältnisse**

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten im Juni 2018 konnten keine geschlossenen Grundwasserstände innerhalb der Schürfe bis maximal 5,0 m unter GOK angetroffen werden.

Weitere Angaben zu höchsten Grundwasserständen im Untersuchungsgebiet liegen uns nicht vor. Entsprechend dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete liegt das Baugebiet außerhalb von ausgewiesenen Hochwassergefahrenflächen bzw. Überschwemmungsgebieten sowie außerhalb des wassersensiblen Bereiches.

Oberhalb von geringer wasserdurchlässigen Schichten, wie in die vorliegend erkundeten Decklagen, können, besonders bei und nach Starkniederschlagsereignissen, Schichtwasserzutritte und Stauwasserhorizonte bis zur Geländeoberkante eintreten, was somit auch im Rahmen der Baumaßnahme und für Auftriebsnachweise für Bauwerke innerhalb der Decklagen zu beachten ist.

## 4 HOMOGENBEREICHE, BODENKLASSIFIZIERUNG UND BODENPARAMETER

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten auf Grundlage der durchgeführten Feldarbeiten dokumentiert, beschrieben, qualitativ beurteilt und in Homogenbereiche eingeteilt. Im Folgenden werden die hieraus resultierenden, für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben. Bei der Bodenklassifizierung werden neben den Homogenbereichen nach DIN 18300:2016-09 auch die Bodengruppen nach DIN 18196 und die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 genannt.

### 4.1 Bodenklassifizierung

In nachfolgender Tabelle (5) werden für die überwiegend erkundeten Bodenschichten charakteristische Bodenarten, Bodengruppen und Bodenklassen angegeben.

**Tabelle (5) Homogenbereiche und Bodenklassifizierung**

Homogenbereich *)	Bodenschicht	Bodenart DIN 4023	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300:2012-09
<b>Oberboden</b>				
<b>O1</b>	Mutterboden (Schluff, stark sandig, kiesig, humos)	Mu (U, s*, g, h)	OH	1
<b>O1</b>	Mutterboden (Sand, stark schluffig, humos)	Mu (S, u*, h)	OH	1
<b>Auffüllungen</b>				
<b>A1</b>	Auffüllung (Kies, stark schluffig, sandig, humos)	A (G, u*, s, h)	GU*	4 <sup>1)</sup>
<b>A1</b>	Auffüllung (Kies, sandig, schluffig)	A (G, s, u)	GU	3 <sup>1)</sup>
<b>Decklagen</b>				
<b>B1</b>	Sand, stark schluffig, teils schwach tonig bis tonig	S, u* (t' – t)	SU*	4
<b>Tertiäre Sedimente</b>				
<b>B2</b>	Sand, schwach schluffig bis teils schluffig	S, u' – u	SU	3 <sup>1)</sup>

\*) DIN 18300:2016-09

<sup>1)</sup> bei möglichen Grobeinlagerungen in den Auffüllungen oder bei verfestigten Abschnitten in den tertiären Sedimenten können hier auch die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend werden

Werden beim Aushub ausfließende Schichten mit einem Feinkornanteil von  $> 15 \%$  (vorliegend beispielsweise in den Decklagen) bzw. bindige und/oder organische Böden  $\leq$  breiiger oder sehr weicher Konsistenz angeschnitten, so sind diese Böden der Bodenklasse 2 nach DIN 18300:2012-09 zuzuordnen.

Bei Grobeinlagerungen im Bereich der Auffüllungen können, je nach Masse und Größe dieser Einlagerungen, auch die Bodenklassen 5 bis 7 nach DIN 18300:2012-09 maßgebend werden. Im Bereich der tertiären Sedimente können sandstein- und ggf. auch konglomeratarartige Verfestigungen vorkommen. Dort sind dann ebenfalls, je nach Masse und Größe dieser Verfestigungen, die Bodenklassen 5 – 7 nach DIN 18300:2012-09 anzusetzen.

Für die Ausschreibung empfehlen wir, die vorliegend abgegrenzten Homogenbereiche in vollem Umfang zum Ansatz zu bringen. Bei der Ausführung könnte es abschnittsweise schwierig sein, eine differenzierte Abgrenzung zwischen den Decklagen und den tertiären Sedimenten zu finden. Hier sollte insbesondere nach dem Feinkornanteil eine entsprechende Unterscheidung getroffen werden. Insbesondere von Bedeutung ist die Abgrenzung der beiden Homogenbereiche für die Decklagen und die tertiären Sedimente (B1 und B2) im Hinblick auf eventuell vorgesehene Versickerungsmaßnahmen, da die Decklagen diesbezüglich als ungeeignet einzustufen sind. Auch hinsichtlich der Tragfähigkeit (für die Erstellung von Bauwerken) sind die Decklagen als deutlich ungünstiger einzustufen. Darüber hinaus eignen sich die tertiären Sedimente (Homogenbereich B2) auch für die Wiederverfüllung von Baugruben und Arbeitsräumen deutlich günstiger als die darüber anstehenden und deshalb idealerweise abzugrenzenden Decklagen.

## 4.2 Bodenparameter

In nachfolgender Tabelle (6) werden für die überwiegend erkundeten Bodenschichten charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angegeben.

**Tabelle (6) Charakteristische Bodenparameter**

Homogenbereich	Bodenschicht	Lagerung/ Konsistenz	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_k$ °	$c'_k$ kN/m <sup>2</sup>	$E_{s,k}$ MN/m <sup>2</sup>	$k_f$ m/s
	<b>Auffüllungen</b>							
<b>A1</b>	Kies, sandig, schluffig bis stark schluffig	mitteldicht	21 – 22	11 – 12	30,0	0	30 – 50	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$
	<b>Decklagen</b>							
<b>B1</b>	Sand, stark schluffig, teils ± tonig	locker	19 – 20	9 – 10	27,5	0	25 – 40	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$
	<b>Tertiäre Sedimente</b>							
<b>B2</b>	Sand, schwach schluffig (bis teils schluffig)	mitteldicht	20 – 21	10 – 11	32,5	0	50 – 70	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$

Die in Tabelle (6) genannten Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Die Bodenparameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder Aufweichungen im Zuge der Baumaßnahme können sich diese Parameter aber deutlich reduzieren.

Die genannten Durchlässigkeitsbeiwerte entsprechen überwiegend den Bodenansprachen und sind für eine "Entnahme" von Wasser maßgebend, was vorliegend voraussichtlich nicht erforderlich sein dürfte, und sind als grobe Anhaltswerte zu verstehen. Genauere Angaben bezüglich der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Untergrundes erfolgen in Abschnitt 5.5 dieses Gutachtens.

## **5 BAUAUSFÜHRUNG UND GRÜNDUNG**

### **5.1 Allgemeines**

Die Anton Stichlmeyr GmbH plant im Ortsteil Pasenbach die Erschließung des Baugebietes "Pasenbach Süd Nr. 2". Das Baugebiet im Ortsteil Pasenbach der Gemeinde Vierkirchen liegt am Ortseingang, von Markt Indersdorf kommend, und kann hinsichtlich seiner Situierung Anlage (1) entnommen werden. Die Entwässerung des Baugebietes ist im Trennsystem vorgesehen. Nach Möglichkeit soll das Niederschlagswasser vor Ort über Rigolen versickert werden. Für die Verlegung der Schmutzwasserkanäle gehen wir von Kanalverlegetiefen in einer Größenordnung von bis zu  $\pm 3,0$  m unter GOK aus.

Die Erschließung des Baugebietes erfolgt durch eine entsprechende Stichstraße, an deren Ende ein Wendehammer vorgesehen ist (siehe ebenfalls Lageplan in Anlage (1)).

Nachfolgend werden entsprechende Hinweise für die Kanalverlegung und die erforderlichen Straßenbaumaßnahmen (Erschließung) zusammengestellt. Weiterhin erfolgen die entsprechenden Angaben hinsichtlich der Möglichkeiten zur Versickerung von Oberflächenwasser.

Nach der Erdbebenzonenkarte der DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01) liegt das hier behandelte Untersuchungsgebiet, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte von Vierkirchen, in keiner Erdbebenzone. Die geplanten Baumaßnahmen sind der Geotechnischen Kategorie 1 nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) zuzurechnen.

### **5.2 Offene Kanalverlegung**

#### **5.2.1 Geböschte Baugruben / Baugrubenverbau**

##### **Geböschte Baugruben**

Nach DIN 4124 sind Baugruben bzw. Gräben ab 1,25 m Tiefe geböscht auszubilden. In gering standfesten Böden kann eine geböschte Ausführung auch bereits bei geringerer Aushubtiefe erforderlich werden. Für die vorliegend angetroffenen Böden sind Böschungsneigungen von maximal  $45^\circ$  zur Horizontalen zulässig. Die oberen Böschungskanten müssen dabei frei von Lasten (auch Baustellenverkehr) gehalten werden; alternativ wären Standsicherheitsuntersuchungen und ggf. zusätzliche Sicherungen erforderlich. Standsicherheitsberechnungen sind grundsätzlich auch bei Böschungshöhen über 5 m durchzuführen. Ab 3 m

Böschungshöhe wird die Anordnung einer annähernd horizontalen Berme mit einer Breite  $\geq 1,5$  m empfohlen. Die weiteren Angaben der DIN 4124 für geböschte bzw. teilgeböschte Baugruben und Gräben sind zu beachten.

### **Baugrubenverbau**

Aufgrund der relativ großen Aushubmengen bei der Ausbildung geböschter Baugruben werden zur Baugrubensicherung für den Kanalbau in allen Abschnitten Verbaumaßnahmen empfohlen. Unter Berücksichtigung der günstigen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse kann hier ein im Kanalbau üblicher Stahlplattenverbau Verwendung finden.

Die Verbauplatten und Aussteifungen sind ausreichend statisch zu dimensionieren. Die Verbauelemente sind in allen Bereichen kraftschlüssig zum Untergrund abzuteufen und rückzubauen. Bei der Rückverfüllung der Gräben ist insbesondere auf einen kraftschlüssigen Einbau des Bodens zu achten, um Setzungen im Kanalbereich und in angrenzenden Abschnitten zu minimieren. Der Aushub im Graben darf der Grabensicherung nur in einem der Standfestigkeit des Untergrundes angemessenen Maß voraussehen. In den vorliegend anstehenden Decklagen und tertiären Sedimenten ist die ungesicherte Aushubtiefe auf max. ca. 0,2 – 0,4 m zu begrenzen. Sofern im Zuge des Aushubs in den Grundwasserbereich eingebunden wird, was nach den vorliegenden Aufschlüssen nicht zu erwarten ist, wäre die ungesicherte Aushubtiefe geringer zu halten, um ein Ausfließen von Bodenmaterial in den Graben zu unterbinden.

Voraussetzung für den Einsatz eines Stahlplattenverbaus ist weiterhin ein ausreichender Abstand zu bestehender Bebauung. Zwischen Grabensohle und Außenkante der Gründungssohle bestehender Bauwerke bzw. Bauteile darf dabei der Winkel zur Horizontalen maximal  $45^\circ$  (horizontaler Abstand  $\geq$  Aushubtiefe) betragen, um mögliche Verformungen und damit einhergehende Setzungen zu minimieren. Gleiches gilt für Gräben neben bestehenden Kanälen oder sonstigen Sparten, Gartenmauern oder Ähnlichem.

Für den Fall, dass keine ausreichenden Abstände zu bestehenden Gründungen vorliegen und auch ein Abrücken der Trasse von unweit angrenzenden Bauteilen nicht möglich ist, wären Zusatzmaßnahmen (z.B. Unterfangungen gemäß DIN 4123:2013) und/oder Auflagen hinsichtlich des Vorgehens bei der Kanalverlegung (z.B. Vorgehen in kurzen Abschnitten) notwendig. Die Ausführungen der DIN 4123:2013 sind diesbezüglich zu beachten. Generell wird empfohlen, in kritischen Abschnitten das genaue Vorgehen mit der Baufirma, dem Planer und dem Gutachter festzulegen. Aufgrund der Ausweisung eines neuen Baugebietes

dürften die vorliegend beschriebenen Kriterien, was die Ausführung von Unterfangungen etc. angeht, überwiegend nicht maßgebend werden.

### 5.2.2 Wasserhaltung

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden geschlossene Grundwasserstände im Bereich des Baugebietes nicht angetroffen. Unter Berücksichtigung der angegebenen, zu erwartenden Gründungstiefe der Kanäle ist somit eine Einbindung unter geschlossene Grundwasserstände nicht zu erwarten.

Bei stärkeren Niederschlagsereignissen können jedoch Schicht- und Oberflächenwasserstände, insbesondere im Bereich der geringer durchlässigen Decklagen, nicht ausgeschlossen werden.

Hier wäre zu empfehlen, im Bedarfsfall dann eine Versickerung über die tertiären Sedimente zu veranlassen (z.B. durch die Ausführung kleinerer Schürfe im Kanalgraben bis zum Erreichen der tertiären Sedimente). Falls bei einem starken Oberflächen- oder Schichtwasseranfall eine ausreichende Versickerung nicht gewährleistet werden kann, und zur Vermeidung einer Aufweichung im Sohlbereich und einer hiermit verbundenen Verschlechterung der Gründungssituation könnte abschnittsweise der Einbau einer Filterkiesschicht (Kies mit Feinkornanteil < 5 % oder Kies der Körnung 16/32 mm;  $d \geq 0,30$  m) erforderlich werden. Zwischen den anstehenden Böden und der Filterkiesschicht ist zur Sicherstellung der Filterstabilität eine Vliestrennlage (GRK 3) vorzusehen. Alternativ (um auf die Zwischenlegung eines Vlieses eventuell verzichten zu können) wäre die Filterstabilität zwischen der vorgesehenen Filterkiesschicht und den anstehenden Böden zu prüfen. Bei positivem Nachweis könnte dann auf die Vliestrennlage verzichtet werden. In dieser Filterkiesschicht könnten bei Bedarf offene Wasserhaltungsmaßnahmen (mit Pumpenschächten und Pumpen) installiert und betrieben werden. Die zu erwartenden Wassermengen sind im Wesentlichen abhängig vom Oberflächenwasserzutritt, da eine Grundwasserabsenkung nach den vorliegenden Erkundungsarbeiten nicht erforderlich wird.

Zu beachten ist, dass die anstehenden Böden (Decklagen und insbesondere auch die tertiären Sedimente) eine sehr hohe Fließempfindlichkeit aufweisen. Bei entsprechenden Aufweichungen durch Oberflächenwassereintrag sind diese Böden, nach Abtrocknung ausreichend nachzuverdichten. Falls dies bei der Bauausführung nicht gelingt, wäre ein entsprechend tieferer Aushub erforderlich. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen während der Bauaus-

führung ist deshalb auch zu empfehlen, nach Erreichen des Endaushubniveaus die zuvor beschriebene Filterkiesschicht auch zum Schutze der anstehenden Böden vor entsprechenden Aufweichungen und Fließvorgängen in den anstehenden Böden anzuordnen. Bei günstiger Witterungssituation zum Zeitpunkt der Bauausführung und kurzfristiger Kanalverlegung einschließlich Wiederverfüllung der Kanalabschnitte kann ggf. auf die Filterkiesschicht auch verzichtet werden.

### 5.2.3 Gründung

Nach den vorliegenden Erkundungsarbeiten dürften für die Gründung der Kanalrohre die tertiären Sedimente (überwiegend schwach schluffige Sande in etwa mitteldichter Lagerung) maßgebend werden. Die Gründung der Kanalrohre mit dem statisch erforderlichen Rohrauflager kann innerhalb dieser Schichten vorgesehen werden. Falls abschnittsweise bei der Kanalverlegung die etwas kompressibleren Decklagen maßgebend werden, erfolgt die Empfehlung, einen Kieskoffer ( $d \geq 0,30 \text{ m}$  – wie vorher bereits unter Abschnitt 5.2.2 empfohlen) anzuordnen.

Bei einer fachgerechten Gründung ist tendenziell nur mit geringen Setzungen in einer Größenordnung von 1,0 – 1,5 cm zu rechnen.

Nach Erreichen der Aushubsohle ist eine intensive Nachverdichtung vorzusehen. Alternativ kann insbesondere in den tertiären Sedimenten auch versucht werden, die Aushubsohle sauber glatt zu ziehen. Falls hier keine wesentlichen Auflockerungen oder Aufweichungen (z.B. durch Oberflächenwasserzutritt) gegeben sind, kann unmittelbar mit der Kanalverlegung begonnen werden.

Der Einbau eines eventuell erforderlichen Kieskoffers muss bei guter Verdichtung ( $D_{Pr} \geq 100 \%$ ) und erforderlichenfalls lagenweise (Lagenstärke  $\leq 0,3 \text{ m}$ ) erfolgen. Wenn ein Kieskoffer notwendig wird, sollte dieser in der kompletten Breite des Arbeitsraums eingebracht werden, zumindest ist jedoch eine seitliche Verbreiterung des Kieskoffers unterhalb des Rohraufagers von  $60^\circ$  zur Horizontalen vorzusehen.

### **5.3 Sonstige Hinweise**

#### **Rohrstatik / Bauwerksstatik / Auftriebssicherheit**

Zur Ermittlung der Erddrücke auf Verbauten und Bauwerke sowie für sonstige statische Berechnungen sind die in Abschnitt 4 angegebenen, charakteristischen Bodenparameter maßgebend. Alle weiteren Angaben in Abschnitt 4 sind zu beachten.

Bezüglich der Untergrundsichtung ist dabei auf das jeweils nächstliegende Schurfprofil Bezug zu nehmen oder vereinfachend das ungünstigste Profil zu berücksichtigen.

Bezüglich des Nachweises der Auftriebssicherheit (bei Gründung von Schächten oder Bauwerken innerhalb der geringer durchlässigen Decklagen) sei auf Kapitel 3.4 verwiesen.

#### **Arbeitsraumrückverfüllung**

Die überwiegend im maßgeblichen Aushubbereich zu erwartenden Decklagenformationen des Homogenbereichs B1 und die tertiären Sedimente des Homogenbereichs B2 sind für eine setzungsarme Rückverfüllung als verwendbar einzustufen. Günstiger für die setzungsarme Rückverfüllung sind die tertiären Sedimente anzusehen, weshalb bevorzugt die Böden des Homogenbereichs B2 für eine Rückverfüllung herangezogen werden sollten.

Bei Bedarf können jedoch auch die Decklagen (vorzugsweise mit geringerem Feinanteil) für eine Rückverfüllung herangezogen werden.

Bei den tertiären Sedimenten und insbesondere bei den Sanden der Decklagen ist darauf zu achten, dass eine Vernässung der Sedimente im Zuge der Zwischenlagerung nicht erfolgt (allseits geneigte Halden bilden, Abdeckung mit Folien erforderlich – insbesondere für die Decklagensedimente – um verstärkten Oberflächenwassereintrag zu minimieren etc.).

Weiterhin ist im Zuge der Einbaumaßnahmen bereits unmittelbar durch direkte Untersuchungen zur Einbaudichte zu prüfen, inwiefern die notwendigen Einbaudichten erreicht werden. Eine nachträgliche Untersuchung der Einbaudichten, z.B. mittels Rammsondierungen, ist als relativ problematisch einzustufen, da die vorliegend anstehenden und für die Rückverfüllung eventuell wieder zu verwendenden Böden häufig vergleichsweise geringe Schlagzahlen bei Rammsondierungen trotz einer möglicherweise ausreichenden Verdichtung aufweisen. Es wäre deshalb bei einer diesbezüglichen Überprüfung der Einbaudichten unbedingt erforderlich, eine Korrelation zwischen den Sondierwiderständen und der tatsächlichen Lagerungs-

dichte durch im Nahbereich der Rammsondierungen auszuführende, direkte Dichteproofungen herzustellen.

Im Zuge der ersten Prüfung der Einbaudichten könnte sich bei den vorliegend auszuhebenden Böden auch die Erfordernis ergeben, dass beim Einbau eine gewisse Wasserzugabe notwendig wird, um eine bessere Verdichtbarkeit zu realisieren (Einstellung des Wassergehaltes dann im Nahbereich zum optimalen Proctor-Wassergehalt – der mittels entsprechender Untersuchungen dann zu bestimmen wäre).

Bei einer stärkeren Durchfeuchtung der anstehenden Böden (z.B. im Zuge der Zwischenlagerung) könnte es sich auch als erforderlich erweisen, dass eine Bindemittelzugabe beim Einbau notwendig wird. Dies gilt insbesondere bei einem Oberflächenwassereintrag im Zuge der Zwischenlagerung für die vorliegend abgegrenzten Decklagen des Homogenbereichs B1.

Wird zur Rückverfüllung Fremdmaterial herangezogen, erfolgt die Empfehlung, sandig dominiertes Material mit einem Feinkornanteil  $< 10 - 15 \%$  zu verwenden, um etwa vergleichbare Böden im Bereich der Kanalgrabenrückverfüllung einzubauen, wie sie aktuell im Baugebiet auch anstehen.

Für die Rückverfüllung im Kanalgrabenbereich, insbesondere im planumsnahen Abschnitt, können ggf. auch die vorstehend in geringem Umfang zu erwartenden, kiesigen Auffüllungen herangezogen werden. Hinsichtlich der Kontaminationsproblematik ist jedoch die Zulässigkeit mit den Fachbehörden abzustimmen, eine Zwischenlagerung dieser Auffüllungen auf Haufwerken vorzusehen und mittels entsprechender Deklarationsanalytik die Zuordnungswerte zu ermitteln, um auf dieser Basis die Wiederverwendung des Materials auch aus kontaminationspezifischer Sicht zu überprüfen.

Unterhalb der Straßenaufbauten bzw. auf dem Planum sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTVE-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen. Nach unserer Einschätzung dürften mit den anstehenden Böden bei einem Wiedereinbau im Kanalgraben die diesbezüglichen Anforderungen an den  $E_{v2}$ -Modul in der Regel nicht erreicht werden. Es wäre deshalb zu empfehlen, zumindest für die obersten, etwa 40 – 50 cm der Kanalgrabenrückverfüllung (unterhalb des Planums) kiesiges Material (vorliegend anstehende Auffüllungen oder Fremdmaterial) zu verwenden. Als Fremdmaterial für diesbezügliche Zwecke wäre Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil  $< 10 \%$  zu empfehlen. Im Weiteren sind neben der

ZTVE-StB 17 die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und die Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" der ZTVA-StB und das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

Wird in größerem Umfang Fremdmaterial im Bereich der Kanalgräben eingesetzt und weist dieses Fremdmaterial einen deutlich höheren Durchlässigkeitsbeiwert als die anstehenden Böden auf, sind etwa alle 40 m Abschottungen durch geringer durchlässiges, bindiges Material oder durch vergleichbare Maßnahmen vorzusehen, um mögliche Dränwirkungen durch die Kanalgräben ausschließen zu können. Insbesondere betrifft dies auch die eventuell erforderlichen Filterkiesschichten und möglicherweise angeordneten Dränageleitungen im Gründungsbereich der Kanäle.

### **Filterkiesschichten / Geotextile Trennlagen**

Für Filterkiesschichten, die eventuell für Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, wird die Verwendung von gut gestuftem, hohlraumreichem Frostschutzkies mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil < 5 %, Sandanteil < 10 %) oder Kies der Körnung 16/32 mm empfohlen. Kann die Filterstabilität zum anstehenden Boden nicht nachgewiesen werden, ist eine geotextile Umhüllung erforderlich. Geeignete geotextile Vliese (GRK 3) sind vom Hersteller auf Grundlage der vorliegenden Bodendaten und Kennwerte anzugeben.

## **5.4 Straßenbau**

### **5.4.1 Allgemeines**

Für das geplante Baugebiet ist der Neubau einer Erschließungsstraße mit Wendehammer vorgesehen, wie dies Anlage (1) entnommen werden kann. Nachfolgend wird auf die Erfordernisse eingegangen, was den frostsicheren Aufbau der Straße, die Tragfähigkeit des Planums und die Verdichtungsanforderungen an die Frostschutzschicht angeht.

### **5.4.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus**

Gemäß den ausgeführten Schürfen stehen auf Höhe des Planums der neu geplanten Verkehrswege die vorher beschriebenen Decklagen an. Diese Böden sind als stark frostempfindlich einzustufen und daher der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen. Für die weitere Bemessung des Straßenaufbaus wird daher von der Frostempfindlichkeitsklasse F3 ausgegangen.

Der frostsichere Straßenaufbau ist so auszuführen, dass auch während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen am Oberbau entstehen. Für die erforderliche Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind deshalb die in nachfolgender Tabelle (7) aufgeführten Werte, die gemäß RStO 12 zusammengestellt wurden, zu berücksichtigen.

**Tabelle (7) Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaus**

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Bauklasse Bk 0,3	Zuschlag aufgrund Frosteinwirkung Zone II	Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus
	[cm]	[cm]	[cm]
F3	50	+ 5	55

Wie Tabelle (7) zu entnehmen ist, wird empfohlen, den frostsicheren Straßenaufbau mit zumindest 55 cm für die vorliegend angenommene Belastungsklasse Bk 0,3 für Wohnwege vorzusehen. Die Einstufung der Belastungsklasse ist vom Planer noch zu überprüfen.

Für den frostsicheren Straßenaufbau wurde ein Zuschlag von 5 cm aufgrund möglicher Frosteinwirkungen (Zone II) berücksichtigt. Ein weiterer Zuschlag für im Bereich der Straßen dauernd oder zeitweise anstehenden Grund- oder Schichtwässer über 1,5 m unter Planum, war unseres Erachtens nicht erforderlich. Wird eine Entwässerung der Fahrbahn sowie der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen vorgesehen, kann der frostsichere Oberbau um 5 cm verringert werden.

Als frostsichere Tragschicht können Kiese bzw. Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW, GI und GE nach DIN 18196 (Feinkornanteil < 5 %) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 nach ZTVE-StB 17 verwendet werden. Des Weiteren gelten die Maßgaben der ZTVE-StB 17 bzw. der ZTV SoB-StB 04.

### 5.4.3 Tragfähigkeit des Planums

Zusätzlich zur Mächtigkeit des erforderlichen frostsicheren Aufbaus ist, im Hinblick auf Verformungen des Oberbaus, die Tragfähigkeit des Untergrundes zu betrachten. Gemäß ZTVE-StB 17 ist bei den anstehenden Böden auf dem Planum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Dieser Wert kann überwiegend auch im Zuge von Nachverdichtungsmaßnahmen in den stark schluffigen Sanden der Decklagen voraussichtlich nicht erreicht werden.

Es wird deshalb für den hier geplanten Straßenbau ein zusätzlicher Bodenaustausch von ca. 25 – 35 cm, z.B. mittels Kiesmaterial (Feinkornanteil < 10 %) der Frostempfindlichkeitsklasse F2 nach ZTVE-StB 17 auf Vliestrennlage (GRK 3), um die Filterstabilität sicherzustellen, notwendig. Alternativ könnte auch eine Bodenverbesserung mit Bindemittel (z.B.: Kalk-Zement im Verhältnis von etwa 25 % zu 75 %) in ähnlicher Stärke vorgesehen werden. Die erforderliche Bindemittelmenge wird überschlägig mit ca.  $\pm 2 - 3$  % abgeschätzt. Eignungsprüfungen vor der Bauausführung werden für notwendig erachtet. Inwiefern eine entsprechende Bodenverbesserung für den vergleichsweise kurzen Straßenabschnitt wirtschaftlich ist, sollte noch geprüft werden.

Die letztendlich erforderlichen Austauschstärken sollten zu Beginn der Bauausführung auf kurzen Versuchsfeldern (ca. > 5 m-Abschnitte) mittels Lastplattendruckversuchen überprüft und festgelegt werden.

Bei einem Bodenaustausch mit Kiesmaterial der Frostempfindlichkeitsklasse  $\leq F2$  (nach ZTVE-StB 17) von  $\geq 0,25$  m im oberen Bereich des frostempfindlichen Untergrundes oder bei einer qualifizierten Bodenverbesserung von  $\geq 0,25$  m nach den Vorgaben der ZTVE-StB 17 kann für die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues von der Frostempfindlichkeitsklasse F2 für den anstehenden Untergrund ausgegangen werden und somit der frostsichere Straßenaufbau gemäß Tabelle (7) um 10 cm verringert werden. Für die Variante der qualifizierten Bodenverbesserung sei noch ergänzend auf die diesbezüglichen, begleitenden Erfordernisse hingewiesen (Bindemittelzugabe  $\geq 3$  %; einaxiale Druckfestigkeit > 500 kN/m<sup>2</sup> und  $E_{v2}$ -Modul > 70 MN/m<sup>2</sup> - siehe entsprechend die diesbezüglichen Vorgaben der ZTV-E StB 17).

#### **5.4.4 Verdichtungsanforderungen Frostschutzschicht**

Nach Einbau und Verdichtung des Straßenoberbaus muss auf Oberkante Frostschutzschicht bei Asphaltbauweisen ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100$  MN/m<sup>2</sup> bei Straßen der Belastungsklasse Bk 0,3 sowie ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  nachgewiesen werden. Erreicht der  $E_{v1}$ -Wert bereits 60 % des  $E_{v2}$ -Wertes, sind auch höhere Verhältniswerte  $E_{v2}/E_{v1}$  zulässig.

## **5.5 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes**

### **5.5.1 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit**

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden im Baugebiet im Oberen stärker feinkörnige Sande (die Formationen der Decklagen des Homogenbereichs B1) und darunter die etwas feinkornärmeren Sande des Tertiärs angetroffen.

Zur differenzierteren Ermittlung der Versickerungsmöglichkeiten wurde an insgesamt sieben Bodenproben die Wasserdurchlässigkeit ( $k_f$ -Wert) aus Korrelationsbeziehungen zu den Sieblinien ermittelt. Dabei wurden Bodenproben der tertiären Sedimente des Homogenbereichs B2 für die Untersuchungen stärker favorisiert, da hier nach den Bodenansprachen eher versickerungsfähige Verhältnisse zu erwarten waren.

Weiterhin wurden in den Schürfen SCH 2 und SCH 4 jeweils Versickerungsversuche vor Ort durchgeführt, wobei auf Grundlage der geometrischen Abmessungen des Schurfs, des Absinkens des Wasserstandes im Schurf und des ermittelten, zugehörigen Zeitraums eine Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes erfolgen kann.

In nachfolgender Tabelle (8) sind die Durchlässigkeitsbeiwerte, wie sie aus den Sieblinien über Korrelationen ermittelt wurden, in Spalte 4 zusammengestellt. In Spalte 5 finden sich die  $k_f$ -Werte, wie sie sich aus den Versickerungsversuchen ergaben (siehe vorliegend Anlage (7)). Weiterhin sind die sog. Bemessungs- $k_f$ -Werte zusammengestellt, wie sie für das Arbeitsblatt DWA-A 138 im Weiteren benötigt werden (Spalte 7 der Tabelle). Dabei ist gemäß Anhang B des Arbeitsblattes DWA-A 138 bei der Ermittlung der Durchlässigkeiten aus Sieblinien ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen. Für die Ermittlung des Bemessungs- $k_f$ -Wertes aus den beiden Versickerungsversuchen ist nach Anhang B des zuvor genannten Merkblatts ein Korrekturfaktor von 2,0 zur Ermittlung des Bemessungs- $k_f$ -Wertes zu beaufschlagen.

**Tabelle (8) Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Sande**

Schurf	Boden- ansprache	Horizont	Entnahmetiefe / Versuchs- strecke [m]	$k_f$ -Wert aus Sieblinie [m/s]	$k_f$ -Wert aus Versickerungs- versuch [m/s]	Bemessungs- $k_f$ -Wert [m/s]
SCH 1	Sand, stark schluffig, schwach tonig	Decklagen	1,60	$5,9 \cdot 10^{-8}$	--	$1,2 \cdot 10^{-8}$
SCH 1	Sand, schluffig	Tertiär	2,50	$6,0 \cdot 10^{-6}$	--	$1,2 \cdot 10^{-6}$
SCH 2	Sand, schwach schluffig	Tertiär	3,00	$3,5 \cdot 10^{-4}$	--	$7,0 \cdot 10^{-5}$
SCH 2	Sand, schwach schluffig	Tertiär	2,95 – 3,90	--	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$
SCH 3	Sand, schwach schluffig, schwach tonig	Tertiär	2,00	$5,0 \cdot 10^{-6}$	--	$1,0 \cdot 10^{-6}$
SCH 3	Sand, schwach schluffig	Tertiär	3,00	$5,3 \cdot 10^{-4}$	--	$1,1 \cdot 10^{-4}$
SCH 3	Sand, schwach schluffig	Tertiär	3,40 – 4,40	--	$4,9 \cdot 10^{-5}$	$9,8 \cdot 10^{-5}$
SCH 4	Sand, stark schluffig, tonig	Decklagen	0,90	$2,7 \cdot 10^{-8}$	--	$5,4 \cdot 10^{-9}$
SCH 4	Sand, schwach schluffig	Tertiär	2,00	$3,0 \cdot 10^{-4}$	--	$6,0 \cdot 10^{-5}$

Wie dies in Tabelle (8) dargestellt ist, ergeben sich für die stark schluffigen Sande der Decklagen  $k_f$ -Werte aus den Sieblinien zwischen etwa  $3 \cdot 10^{-8}$  m/s bis  $6 \cdot 10^{-8}$  m/s, so dass sich Bemessungs- $k_f$ -Werte von  $1 \cdot 10^{-8}$  m/s bis  $5 \cdot 10^{-9}$  m/s ableiten lassen.

Für die meist schwach schluffigen bis schluffigen Sande der tertiären Formationen (Homogenbereich B2) wurden aus den Sieblinien  $k_f$ -Werte zwischen etwa  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s bis  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s ermittelt. Die abzuleitenden Bemessungs- $k_f$ -Werte liegen dann zwischen  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Nach den Versickerungsversuchen ist von  $k_f$ -Werten zwischen etwa  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s und  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s auszugehen, woraus sich wiederum Bemessungs- $k_f$ -Werte von  $2,6 \cdot 10^{-5}$  m/s bis  $9,8 \cdot 10^{-5}$  m/s ableiten lassen.

In der Summe wird empfohlen, in den anstehenden, tertiären Sanden (Homogenbereich B2) **Bemessungs- $k_f$ -Wert von  $4,0 \cdot 10^{-5}$  m/s** in Ansatz zu bringen.

### 5.5.2 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) ist eine Versickerung von Oberflächenwasser in Lockergesteinen mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  möglich.

Somit liegt der **Bemessungs- $k_f$ -Wert** für die sandigen Böden der tertiären Sedimente im mittleren bis unteren Bereich, der im Rahmen des Arbeitsblattes DWA-A 138 noch für sinnvoll erachtet wird.

Eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser kann entsprechend in den sandigen Schichten des Tertiärs vorgesehen werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Elemente der Versickerungsanlagen hydraulisch sicher in diese tertiären Schichten einbinden. Wir empfehlen, eine **Einbindung von  $\geq 0,3 \text{ m}$**  vorzusehen. Es ergeben sich dann nach den ausgeführten Schürfen folgende Einbindetiefen:

- Schurf SCH 1: > 1,90 m
- Schurf SCH 2: > 1,50 m
- Schurf SCH 3: > 1,40 m
- Schurf SCH 4: > 1,20 m

Als günstig ist vorliegend anzusehen, dass bei allen vier Schürfen kein geschlossener Grundwasserspiegel angetroffen wurde und die tertiären Sedimente jeweils bis zur Sohlentiefe der Schürfe angetroffen worden sind. Dennoch ist zu beachten, dass bei einer Überschreitung des zugrunde gelegten Bemessungsfalls rechnerisch davon auszugehen ist, dass keine ausreichende Versickerung mehr erfolgen kann und entsprechend von Austritten des Oberflächenwassers über Gelände auszugehen ist. Je nach Anordnung und Lage der Sickeremente kann es hier erforderlich werden, eine Entlastungsmöglichkeit durch einen Überlauf zu einer jederzeit rückstaufreien Vorflut zu schaffen.

Wenn Versickerungsmaßnahmen durchgeführt werden, dürfen weiterhin Bauwerke (Keller-geschosse) hierdurch nicht ungünstig beeinflusst werden; die Anlagen sind diesbezüglich entsprechend anzuordnen und auszubilden. Versickerungsanlagen müssen entsprechend den Angaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 geplant und dimensioniert sein. Die Planung hierzu ist mit den Genehmigungs- und Fachbehörden abzustimmen.

## 6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der geplanten Erschließung des Baugebietes im Ortsteil Pasenbach der Gemeinde Vierkirchen (Baugebiet "Pasenbach Süd Nr. 2") zusammengestellt und erläutert. Es erfolgten Angaben zur geplanten Kanalverlegung hinsichtlich Baugrubenverbau, Wasserhaltung und Gründung. Weiterhin erfolgten Angaben zum Straßenbau und zur Versickerung von Regenwasser in den anstehenden Böden.

Insgesamt wurden vorliegend vergleichsweise günstige Untergrundverhältnisse angetroffen, da die im Tieferen anstehenden, tertiären Sedimente des Homogenbereichs B2 eine mittlere bis gute Tragfähigkeit aufweisen, geschlossene Grundwasserstände nicht angetroffen wurden und auch eine Versickerung von Oberflächenwasser in den Sanden des Tertiärs erfolgen kann. Allerdings ist teilweise eine relativ tiefe Einbindung der Sickererlemente unter GOK erforderlich, um die versickerungsfähigen Schichten zu erschließen.

Für den geplanten Neubau von Verkehrswegen sind unterhalb des Planums zusätzliche Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich, um die Einhaltung des notwendigen  $E_{v2}$ -Moduls im Planum zu gewährleisten, da hier die erkundeten, stark schluffigen Sande der Decklagen nur eine geringe Tragfähigkeit aufweisen.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirmen aufzubereiten.

In Abschnitt 5 wurden die sich aufgrund der vorhandenen Untergrundverhältnisse ergebenden bodenmechanischen, erdbaulichen und hydraulischen Grundlagen angegeben. Da diese Aussagen nur auf punktuellen Baugrundaufschlüssen beruhen, sind beim Baugrubenaushub die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen dieser Erkundung sorgfältig zu vergleichen. Bei Abweichungen des Untergrundes bzw. in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, erhebt dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit in allen geotechnischen Detailpunkten.

Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen statischen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere geotechnische Beratungen und/oder Berechnungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung.

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (1)**

**Lageplan mit Schurfansatzpunkten**



### Legende

-  Baggerschurf
-  Schnittführung

### CRYSTAL GEOTECHNIK

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH  
 INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDLAGEN-GEOTECHNISCHE BERATUNG  
 HOFSTÄTTENSTRASSE 28 • 71636 LITTLING • TEL: 07141 2004-7  
 FAX: 07141 2004-10 • E-MAIL: WASSER@CRYSTAL-GEOTECHNIK.DE

Jahr: 2018			
Gemeinde: Vierkochen			
Projekt: BG Posenbach Süd Nr. 2			
Titel: Lageplan mit Schürfansatzpunkten und Schnittführung			
Maßstab: M 1 : 1000	gezeichnet: CH	Datum: 07.08.2018	geprüft: GG
Projekt-Nr.: B 181317	Plan-Nr.: 1	Anlage: 1	
Anmerkungen:		Datum:	gezeichnet: geprüft:

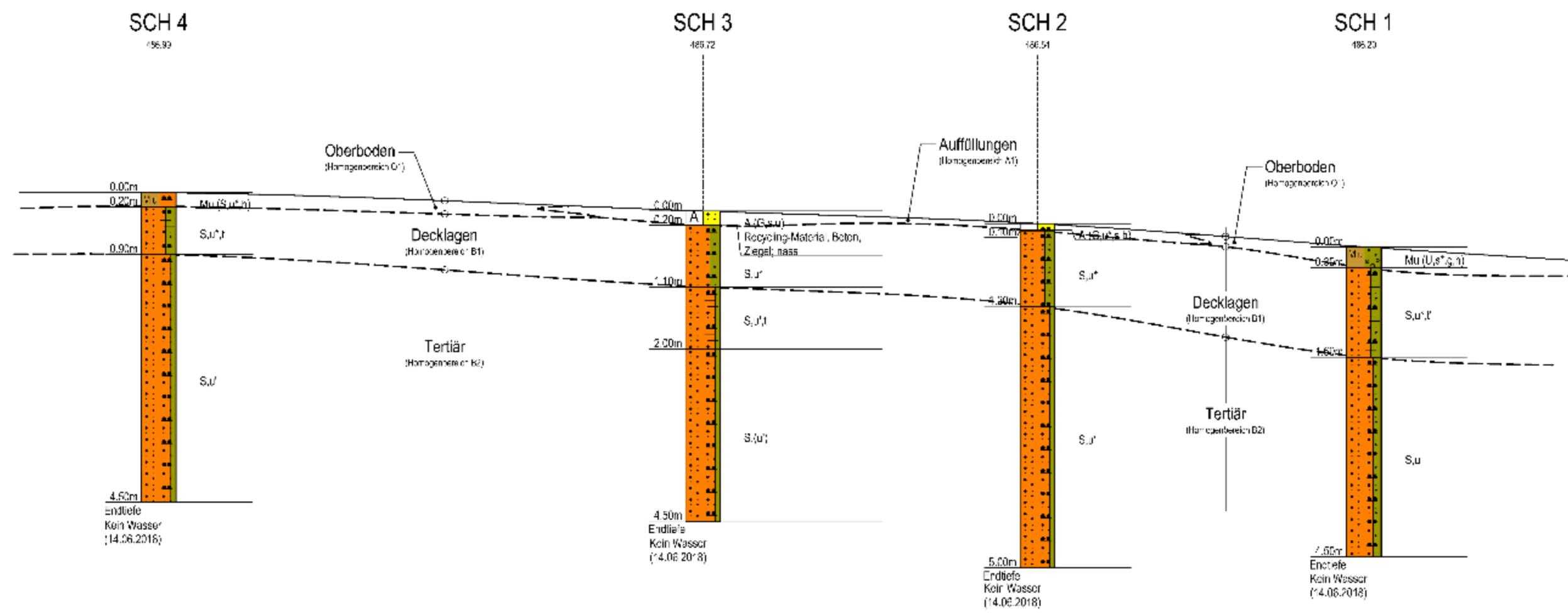
**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (2)**

**Geologischer Schnitt mit Aufschlussprofilen**



<b>CRYSTAL</b>		<b>GEOTECHNIK</b>		BERATUNGS INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH	
Kornstr.		Gemeinde Vierkirchen		Kornstr. 10, D-85630 Pasing, München, Tel. 089 30901-0, Fax 089 30901-10	
Projekt		BG Pasenbach Süd Nr. 2		Hauptstr. 1, D-85630 Pasing, München, Tel. 089 30901-0, Fax 089 30901-10	
Schnitt		Schnitt mit geologischer Untergrundsituation			
Verfasser	gezeichnet	Erstellt	geprüft		
M 1 : 250/50	CH	07.08.2018	GG		
Projekt-Nr.	Plan-Nr.	Anlage			
B 181317	2	2			
Änderungen		Datum	gezeichnet	geprüft	

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (3)**

**Schürfprofile**

# SCH 1

Ansatzpunkt: 486.20 mNN

0.00m

EP 1  0.30m

0.30m

Mu

Mu (U,s\*,g,h)

EP 2  1.60m

1.60m

S,u\*,t'

EP 3  2.50m

S,u

EP 4  4.50m

4.50m

Kein Wasser  
(14.06.2018)

Endtiefe

**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Fax: 08806 / 95894-44

Projekt: Vierkirchen, OT Pasenbach - BG Pasenbach Süd Nr. 2

Projekt-Nr.: B 181317

Anlage: 3.2

Maßstab: 1: 50

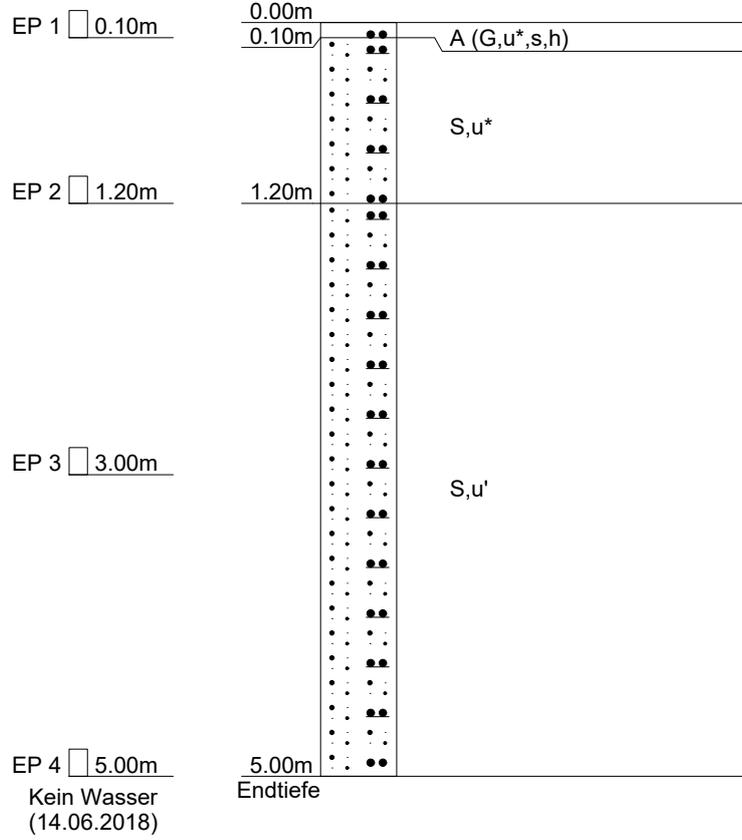
Datum: 14.06.2018

Rechtswert: 4458518.29

Hochwert: 5357886.01

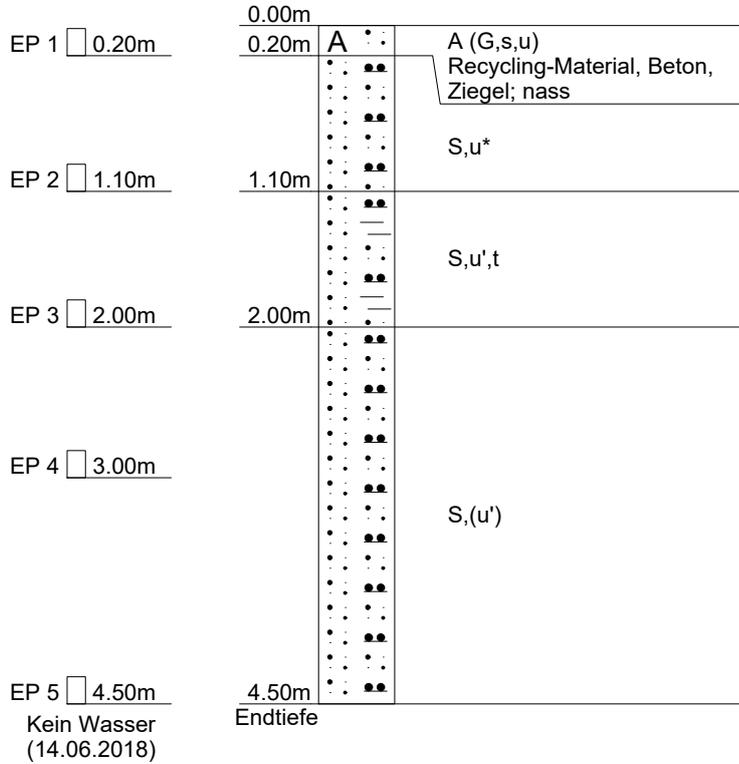
## SCH 2

Ansatzpunkt: 486.54 mNN



# SCH 3

Ansatzpunkt: 486.72 mNN



**Crystal Geotechnik GmbH**

Berat. Ingenieure und Geologen

Hofstattstr. 28, 86919 Utting

Tel.: 08806 / 95894-0

Fax: 08806 / 95894-44

Projekt: Vierkirchen, OT Pasenbach - BG Pasenbach Süd Nr. 2

Projekt-Nr.: B 181317

Anlage: 3.4

Maßstab: 1: 50

Datum: 14.06.2018

Rechtswert: 4458454.15

Hochwert: 5357879.16

# SCH 4

Ansatzpunkt: 486.99 mNN

0.00m

EP 1  0.20m

0.20m

M u

Mu (S,u\*,h)

EP 2  0.90m

0.90m

S,u\*,t

EP 3  2.00m

S,u'

EP 4  4.50m

4.50m

Kein Wasser  
(14.06.2018)

Endtiefe

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (4)**

**Schichtenverzeichnisse der Schürfe**

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0	Anlage  Bericht:  Az.:
---	------------------------------------

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Vierkirchen, OT Pasenbach - BG Pasenbach Süd Nr. 2**

<b>Bohrung Nr. SCH 1</b>	Blatt 3	Datum: <b>14.06.2018- 14.06.2018</b>
--------------------------	---------	---

1	2				3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
<b>0.30</b>	a) <b>Mutterboden (Schluff, stark sandig, kiesig, humos)</b>					<b>EP</b>	<b>1</b>	<b>0.30</b>
	b)							
	c)	d)	e) <b>dunkles braun</b>					
	f)	g)	h)	i)				
<b>1.60</b>	a) <b>Sand, stark schluffig</b>				<b>erdfeucht</b>	<b>EP</b>	<b>2</b>	<b>1.60</b>
	b)							
	c)	d)	e) <b>braun</b>					
	f)	g)	h)	i)				
<b>4.50</b>  <b>Endtiefe</b>	a) <b>Sand, schwach schluffig</b>				<b>kein Wasser 14.06.2018 erdfeucht</b>	<b>EP EP</b>	<b>3</b>	<b>2.50</b>
	b)						<b>4</b>	<b>4.50</b>
	c)	d)	e) <b>helles braun</b>					
	f)	g)	h)	i)				

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0	Anlage  Bericht:  Az.:
---	------------------------------------

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Vierkirchen, OT Pasenbach - BG Pasenbach Süd Nr. 2**

**Bohrung Nr. SCH 2**

Blatt 3

Datum:  
**14.06.2018-  
14.06.2018**

1	2				3	4	5	6		
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt						
<b>0.10</b>	a) <b>Auffüllung (Kies, stark schluffig, sandig, humos)</b>					<b>EP</b>	<b>1</b>	<b>0.10</b>		
	b)									
	c)		d)						e) <b>dunkles braun</b>	
	f)	g)	h)	i)						
<b>1.20</b>	a) <b>Sand, stark schluffig</b>				<b>erdfeucht</b>	<b>EP</b>	<b>2</b>	<b>1.20</b>		
	b)									
	c)		d)						e) <b>dunkles braun</b>	
	f)	g)	h)	i)						
<b>5.00</b>  Endtiefe	a) <b>Sand, schwach schluffig</b>				<b>kein Wasser 14.06.2018 erdfeucht</b>	<b>EP EP</b>	<b>3 4</b>	<b>3.00 5.00</b>		
	b)									
	c)		d)				e) <b>braun</b>			
	f)	g)	h)	i)						

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0	Anlage  Bericht:  Az.:
---	------------------------------------

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Vierkirchen, OT Pasenbach - BG Pasenbach Süd Nr. 2**

**Bohrung Nr. SCH 3**

Blatt 3

Datum:  
**14.06.2018-  
14.06.2018**

1	2				3	4	5	6
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
<b>0.20</b>	a) <b>Auffüllung (Kies, sandig, schluffig)</b>				<b>nass</b>	<b>EP</b>	<b>1</b>	<b>0.20</b>
	b) <b>Recycling-Material, Beton, Ziegel; nass</b>							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
<b>1.10</b>	a) <b>Sand, stark schluffig</b>				<b>erdfeucht</b>	<b>EP</b>	<b>2</b>	<b>1.10</b>
	b)							
	c)	d)	e) <b>dunkles braun</b>					
	f)	g)	h)	i)				
<b>2.00</b>	a) <b>Sand, schluffig</b>				<b>erdfeucht</b>	<b>EP</b>	<b>3</b>	<b>2.00</b>
	b)							
	c)	d)	e) <b>braun</b>					
	f)	g)	h)	i)				
<b>4.50</b>  Endtiefe	a) <b>Sand, schwach schluffig</b>				<b>kein Wasser 14.06.2018 erdfeucht</b>	<b>EP EP</b>	<b>4 5</b>	<b>3.00 4.50</b>
	b)							
	c)	d)	e) <b>grau / helles braun</b>					
	f)	g)	h)	i)				

Crystal Geotechnik GmbH Berat. Ingenieure und Geologen Hofstattstr. 28, 86919 Utting Tel.: 08806 / 95894-0	Anlage  Bericht:  Az.:
---	------------------------------------

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Vierkirchen, OT Pasenbach - BG Pasenbach Süd Nr. 2**

**Bohrung Nr. SCH 4**

Blatt 3

Datum:  
**14.06.2018-  
14.06.2018**

1	2				3	4	5	6		
Bis  ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt						
<b>0.20</b>	a) <b>Mutterboden (Sand, stark schluffig, humos)</b>					<b>EP</b>	<b>1</b>	<b>0.20</b>		
	b)									
	c)		d)						e) <b>dunkles braun</b>	
	f)	g)	h)	i)						
<b>0.90</b>	a) <b>Sand, stark schluffig</b>				<b>erdfeucht</b>	<b>EP</b>	<b>2</b>	<b>0.90</b>		
	b)									
	c)		d)						e) <b>braun</b>	
	f)	g)	h)	i)						
<b>4.50</b>  Endtiefe	a) <b>Sand, (schwach schluffig)</b>				<b>kein Wasser 14.06.2018 erdfeucht</b>	<b>EP EP</b>	<b>3 4</b>	<b>2.00 4.50</b>		
	b)									
	c)		d)						e) <b>helles braun / grau</b>	
	f)	g)	h)	i)						

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (5)**

**Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse**



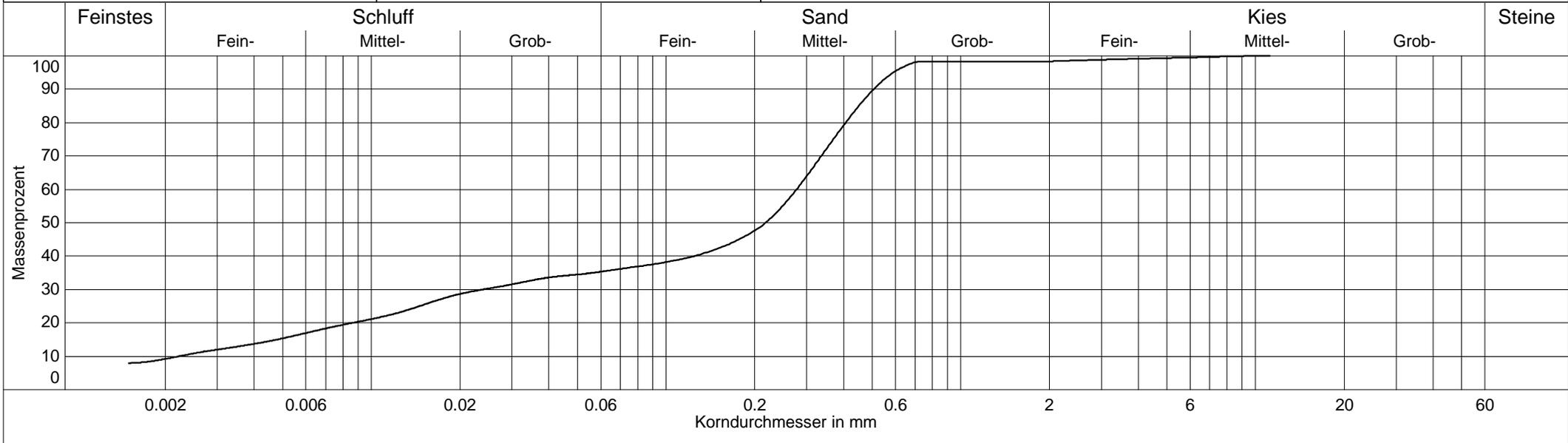


Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.3  
 Auftraggeber IB Mayr



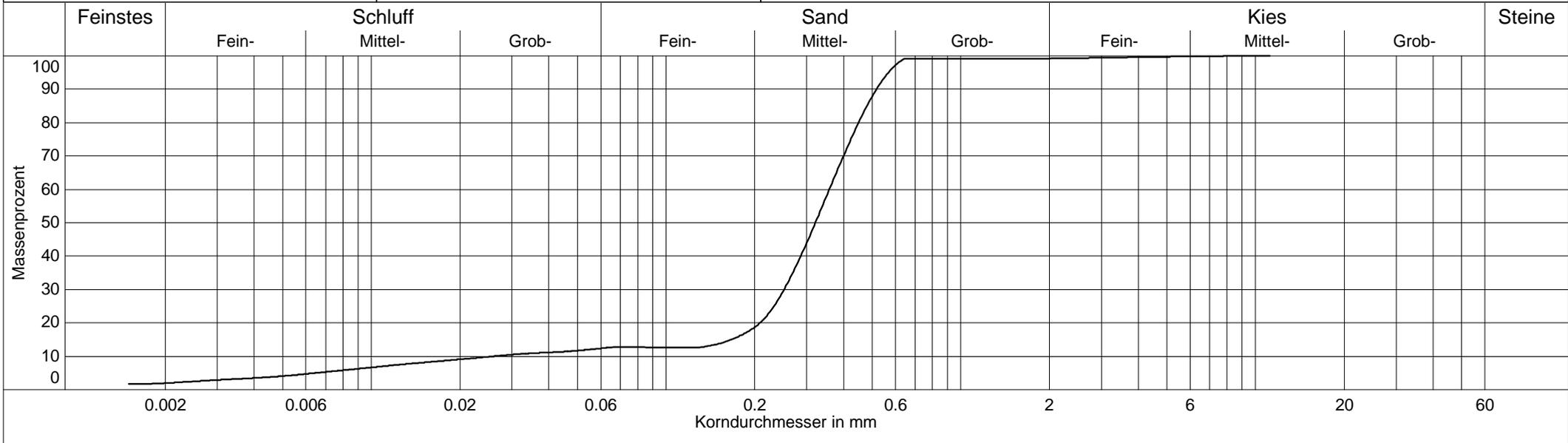
Versuchsname	Sch 1 - 1,60 m
Entnahmestelle	Sch 1
Entnahmetiefe	1,60 m
Bodenart	S, $\bar{u}$ , t'
Bodengruppe	S $\bar{U}$
Kornfraktionen T/U/S/G	9.2/26.4/62.8/1.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	124.4
Krümmungszahl	0.9
Anteil < 0.063 mm	35.6 %
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.002/0.277 mm
k <sub>f</sub> nach Hazen	- (Cu > 5)
k <sub>f</sub> nach Beyer	- (Cu > 30)
k <sub>f</sub> nach Kaubisch	5.9E-08 m/s
k <sub>f</sub> nach Seiler	-
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d <sub>20</sub>	0.009 mm

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.4  
 Auftraggeber IB Mayr



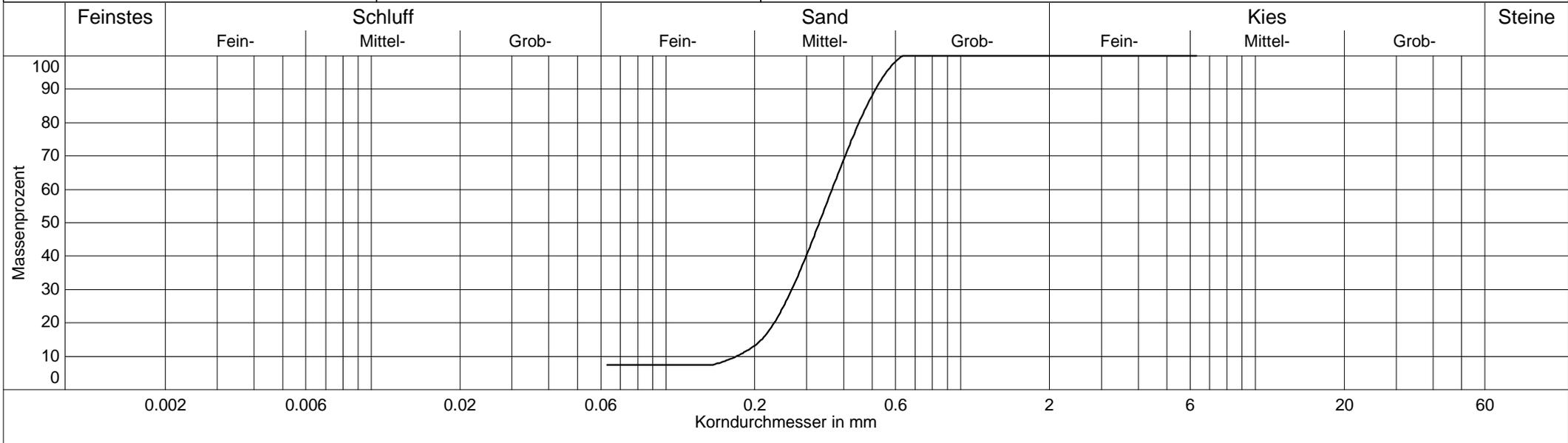
Versuchsname	Sch 1 - 2,50 m			
Entnahmestelle	Sch 1			
Entnahmetiefe	2,50 m			
Bodenart	S,u			
Bodengruppe	SU			
KornfraktionenT/U/S/G	2.0/10.6/86.7/0.8 %			
Ungleichförmigkeitsgrad	13.7			
Krümmungszahl	6.8			
Anteil < 0.063 mm	12.6 %			
d10 / d60	0.026/0.358 mm			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Beyer	6.8E-06 m/s			
kf nach Kaubisch	9.6E-06 m/s			
kf nach Seiler	5.2E-06 m/s			
Frostempfindlichkeitsklasse	F2			
d20	0.208 mm			

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.5  
 Auftraggeber IB Mayr



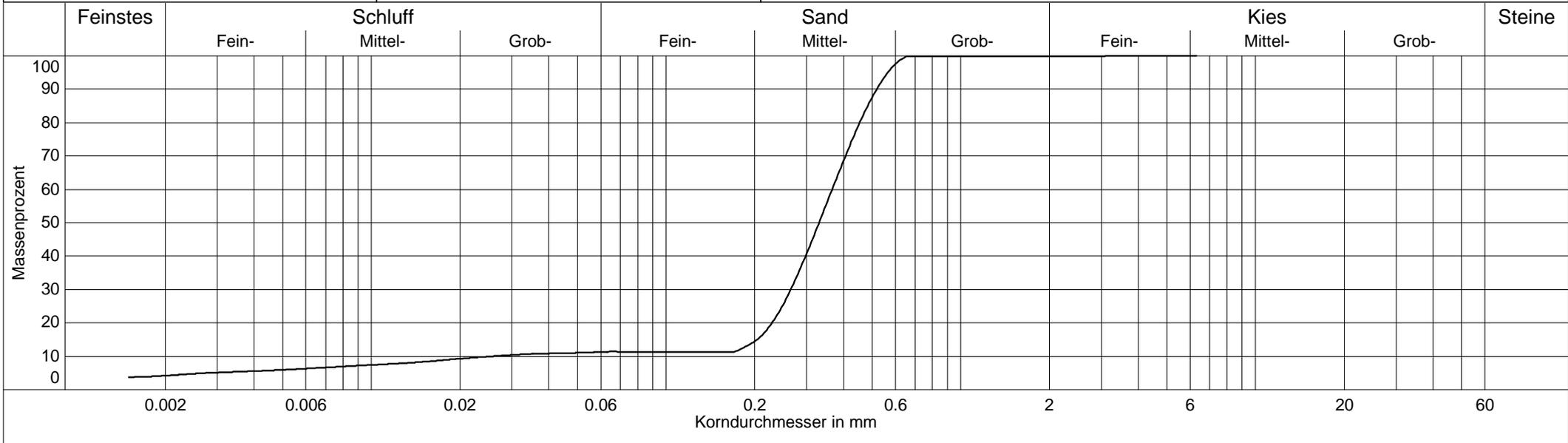
Versuchsname	Sch 2 - 3,00 m
Entnahmestelle	Sch 2
Entnahmetiefe	3,00 m
Bodenart	S,u'
Bodengruppe	SU
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/7.4/92.6/0.0 %
Ungleichförmigkeitsgrad	2.1
Krümmungszahl	1.1
Anteil < 0.063 mm	7.4 %
d10 / d60	0.174/0.366 mm
kf nach Hazen	3.5E-04 m/s
kf nach Beyer	3.9E-04 m/s
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Seiler	-
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d20	0.233 mm

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.6  
 Auftraggeber IB Mayr



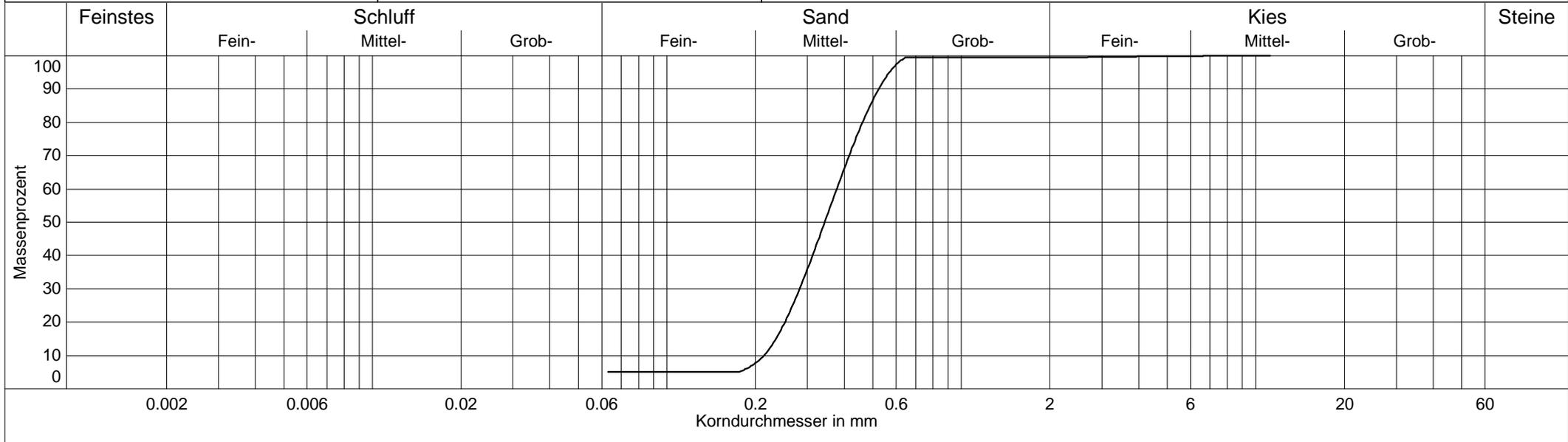
Versuchsname	Sch 3 - 2,00 m
Entnahmestelle	Sch 3
Entnahmetiefe	2,00 m
Bodenart	S,u,t'
Bodengruppe	SU
KornfraktionenT/U/S/G	4.2/7.1/88.4/0.2 %
Ungleichförmigkeitsgrad	14.2
Krümmungszahl	7.4
Anteil < 0.063 mm	11.3 %
d10 / d60	0.026/0.366 mm
kf nach Hazen	- (Cu > 5)
kf nach Beyer	6.6E-06 m/s
kf nach Kaubisch	1.3E-05 m/s
kf nach Seiler	4.9E-06 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F2
d20	0.229 mm

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.7  
 Auftraggeber IB Mayr



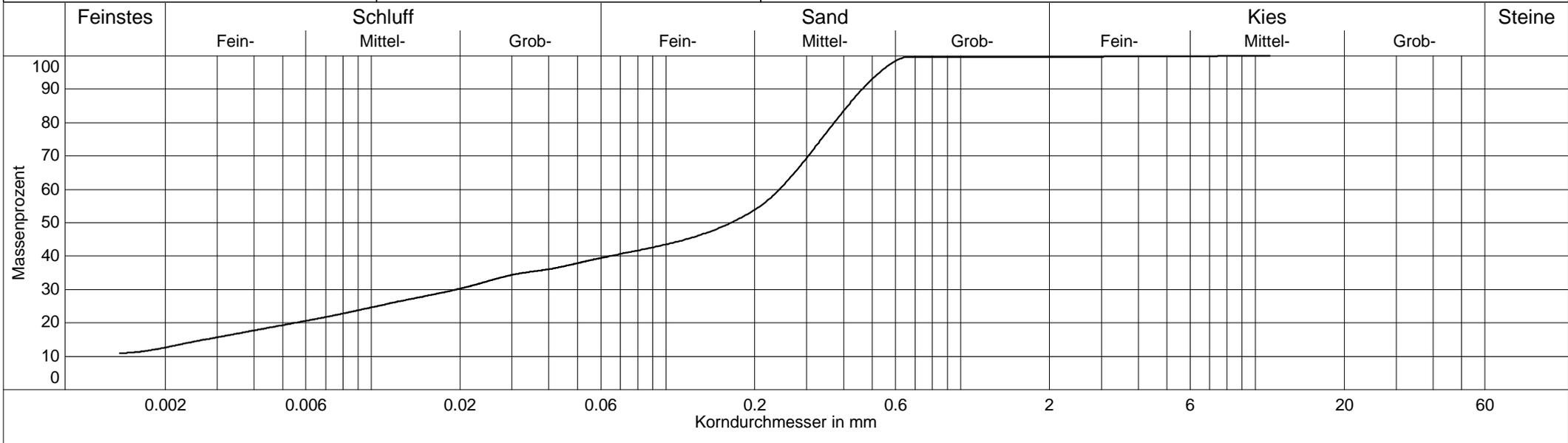
Versuchsname	Sch 3 - 3,00 m
Entnahmestelle	Sch 3
Entnahmetiefe	3,00 m
Bodenart	S
Bodengruppe	SE
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/5.0/94.5/0.6 %
Ungleichförmigkeitsgrad	1.8
Krümmungszahl	1.0
Anteil < 0.063 mm	5.0 %
d10 / d60	0.214/0.377 mm
kf nach Hazen	5.3E-04 m/s
kf nach Beyer	6.1E-04 m/s
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
kf nach Seiler	-
Frostempfindlichkeitsklasse	F1
d20	0.251 mm

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.8  
 Auftraggeber IB Mayr



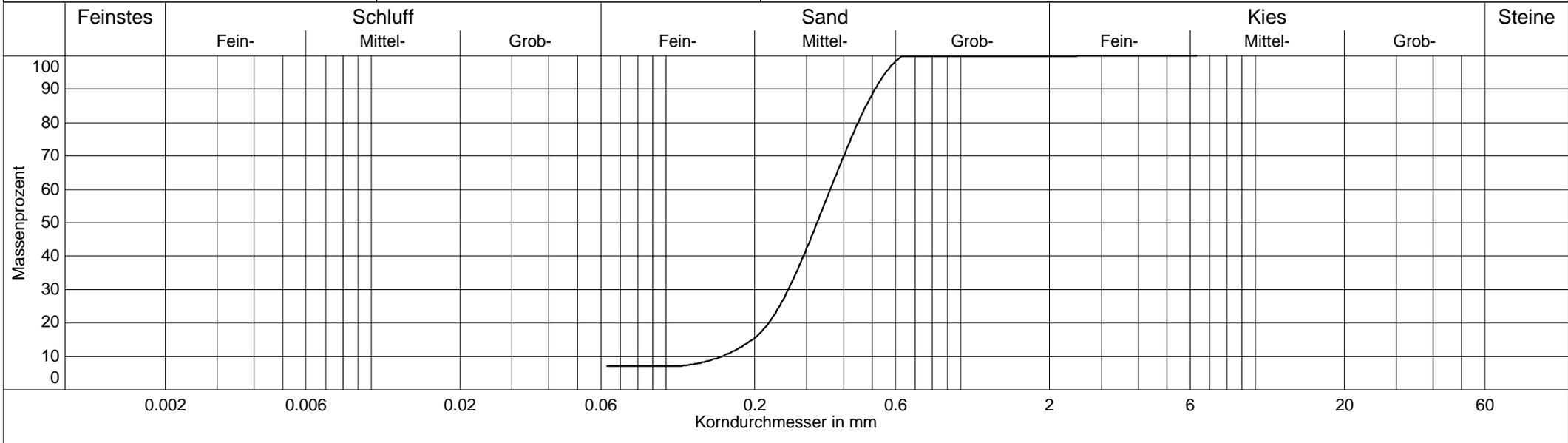
Versuchsname	Sch 4 - 0,90 m
Entnahmestelle	Sch 4
Entnahmetiefe	0,90 m
Bodenart	S, $\bar{u}$ , t
Bodengruppe	S $\bar{U}$
Kornfraktionen T/U/S/G	12.6/27.2/59.8/0.3 %
Ungleichförmigkeitsgrad	-
Krümmungszahl	-
Anteil < 0.063 mm	39.8 %
d10 / d60	- / 0.242 mm
kf nach Hazen	-
kf nach Beyer	-
kf nach Kaubisch	2.7E-08 m/s
kf nach Seiler	-
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
d20	0.006 mm

Crystal Geotechnik GmbH  
 Beratende Ingenieure und Geologen  
 Hofstattstraße 28  
 Tel. 08806/95894-0 Fax: -44  
 Mail: utting@crystal-geotechnik.de

# Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : Vierkirchen, BG Pasenbach  
 Projektnr. : B 181317  
 Datum: 14.06.2018  
 Anlage : 5.9  
 Auftraggeber IB Mayr



Versuchsname	Sch 4 - 2,00 m			
Entnahmestelle	Sch 4			
Entnahmetiefe	2,00 m			
Bodenart	S,u'			
Bodengruppe	SU			
KornfraktionenT/U/S/G	0.0/7.0/92.9/0.1 %			
Ungleichförmigkeitsgrad	2.3			
Krümmungszahl	1.2			
Anteil < 0.063 mm	7.0 %			
d10 / d60	0.155/0.361 mm			
kf nach Hazen	2.8E-04 m/s			
kf nach Beyer	3.1E-04 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	-			
Frostempfindlichkeitsklasse	F1			
d20	0.223 mm			

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (6)**

**Chemische Laborversuchsergebnisse und Auswertung**

Eckpunktepapier Tabelle 1 und 2: Zuordnungswerte Feststoff und Eluat für Boden

B181317 - Vierkirchen - Pasenbach, Baugebiet Pasenbach Süd Nr.2										
Feststoff / Parameter	Einh.	Analyseergebnisse			Zuordnungswerte nach "Eckpunktepapier"					
		Schurf 2 / 0,1 m A(G,u*,s,h) Auffüllungen	Schurf 2 / 1,2 m S,u* anstehende Decklagen	Schurf 4 / 0,2 m Mu (S,u*,h) Mutterboden	Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
					Sand	Lehm / Schluff	Ton			
Fraktion < 2 mm	%	36,7	95,8	80,5						
Trockensubstanz	%	92,6	88,8	84,5						
Kohlenstoff (TOC)	%	--	--	--						
Cyanide ges.	mg/kg	0,5	0,6	2,1	1	1	1	10	30	100
EOX	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	1	1	1	3	10	15
Arsen	mg/kg	4,4	3,7	4,8	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg	8,8	9,3	17,0	40	70	100	140	300	1000
Cadmium	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	1	1,5	2	3	10
Chrom	mg/kg	14,0	24,0	28,0	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg	9,0	11,0	13,0	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg	12,0	20,0	20,0	15	50	70	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg	36,9	51,5	58,2	60	150	200	300	500	1500
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	95,0	<50	<50	100	100	100	300	500	1000
PAK-Summe	mg/kg	n.b.	n.b.	n.b.	3	3	3	5	15	20
Naphthalin	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05						
Benzo-(a)-Pyren	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1
PCB-Summe	mg/kg	n.b.	n.b.	n.b.	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Eluat / Parameter	Einheit				Zuordnungswerte nach "Eckpunktepapier"					
pH-Wert <sup>1)</sup>	--	8,50	7,40	7,20	6,5-9			6,5-9	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit <sup>1)</sup>	µS/cm	82	31	37	500			500/2000 **	1000/2500**	1500/3000**
Chlorid	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	250			250	250	250
Sulfat	mg/l	<2,0	2,1	<2,0	250			250	250/300 **	250/600 **
Cyanide ges.	µg/l	<5	<5	<5	10			10	50	100
Phenolindex	µg/l	<10	<10	<10	10			10	50	100
Arsen	µg/l	<5	<5	<5	10			10	40	60
Blei	µg/l	<5	<5	<5	20			25	100	200
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	2			2	5	10
Chrom	µg/l	<5	<5	<5	15			30/50 **	75	150
Kupfer	µg/l	7	<5	<5	50			50	150	300
Nickel	µg/l	<5	<5	<5	40			50	150	200
Quecksilber	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	0,2			0,2/0,5 **	1	2
Zink	µg/l	<50	<50	<50	100			100	300	600
DOC	mg/l									
<b>Einstufung nach Eckpunktepapier</b>		<b>Z0</b>	<b>Z0</b>	<b>Z1.1</b>						

n.b. = nicht bestimmbar bei der im Analyseprotokoll genannten Bestimmungsgrenze

\* Leitfaden zur Verfüllung Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen

\*\* Im Rahmen der erlaubten Verfüllung ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte bis zu den jew. höheren Werten zulässig.

<sup>1)</sup> Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen

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

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH  
 HOFSTATTSTR. 28  
 86919 UTTING

Datum 20.06.2018

Kundennr. 4100010502

**PRÜFBERICHT 2775180 - 877802**

Auftrag **2775180 B181317 Vierkirchen, BG Pasenbach**  
 Analysenr. **877802**  
 Probeneingang **15.06.2018**  
 Probenahme **14.06.2018**  
 Probenehmer **Auftraggeber**  
 Kunden-Probenbezeichnung **SCH 2 / 0,1 m**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

**Feststoff**

Trockensubstanz	%	°	<b>92,6</b>	0,1	DIN EN 14346
Analyse in der Fraktion < 2mm					Siebung
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%		<b>36,7</b>	0,1	DIN 19747
Cyanide ges.	mg/kg		<b>0,5</b>	0,3	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg		<b>&lt;1,0</b>	1	DIN 38414-17 (S 17)
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657
Arsen (As)	mg/kg		<b>4,4</b>	2	DIN EN ISO 11885
Blei (Pb)	mg/kg		<b>8,8</b>	4	DIN EN ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg		<b>&lt;0,2</b>	0,2	DIN EN ISO 11885
Chrom (Cr)	mg/kg		<b>14</b>	1	DIN EN ISO 11885
Kupfer (Cu)	mg/kg		<b>9,0</b>	1	DIN EN ISO 11885
Nickel (Ni)	mg/kg		<b>12</b>	1	DIN EN ISO 11885
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	DIN EN ISO 12846
Zink (Zn)	mg/kg		<b>36,9</b>	2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg		<b>95</b>	50	DIN EN 14039
<i>Naphthalin</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Acenaphthylen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Acenaphthen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Fluoren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Phenanthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(a)anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Chrysen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(b)fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(k)fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Dibenz(ah)anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg		<b>n.b.</b>		Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>PCB (28)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (52)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (101)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (118)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	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 20.06.2018  
 Kundennr. 4100010502

**PRÜFBERICHT 2775180 - 877802**

Kunden-Probenbezeichnung **SCH 2 / 0,1 m**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
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>8,5</b>	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<b>82</b>	10	DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 (D 49)
Sulfat (SO4)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 (D 49)
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.*

*Beginn der Prüfungen: 15.06.2018*

*Ende der Prüfungen: 20.06.2018*

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

*B. Strüning*

**AGROLAB Labor GmbH, Birte Strüning, Tel. 08765/93996-82**  
**Birte.Struening@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

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

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

CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH  
 HOFSTATTSTR. 28  
 86919 UTTING

Datum 20.06.2018  
 Kundennr. 4100010502

## PRÜFBERICHT 2775180 - 877803

Auftrag **2775180 B181317 Vierkirchen, BG Pasenbach**  
 Analysennr. **877803**  
 Probeneingang **15.06.2018**  
 Probenahme **14.06.2018**  
 Probenehmer **Auftraggeber**  
 Kunden-Probenbezeichnung **SCH 2 / 1,2 m**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Trockensubstanz	%	°	<b>88,8</b>	0,1	DIN EN 14346
Analyse in der Fraktion < 2mm					Siebung
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%		<b>95,8</b>	0,1	DIN 19747
Cyanide ges.	mg/kg		<b>0,6</b>	0,3	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg		<b>&lt;1,0</b>	1	DIN 38414-17 (S 17)
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657
Arsen (As)	mg/kg		<b>3,7</b>	2	DIN EN ISO 11885
Blei (Pb)	mg/kg		<b>9,3</b>	4	DIN EN ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg		<b>&lt;0,2</b>	0,2	DIN EN ISO 11885
Chrom (Cr)	mg/kg		<b>24</b>	1	DIN EN ISO 11885
Kupfer (Cu)	mg/kg		<b>11</b>	1	DIN EN ISO 11885
Nickel (Ni)	mg/kg		<b>20</b>	1	DIN EN ISO 11885
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	DIN EN ISO 12846
Zink (Zn)	mg/kg		<b>51,5</b>	2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg		<b>&lt;50</b>	50	DIN EN 14039
<i>Naphthalin</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Acenaphthylen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Acenaphthen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Fluoren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Phenanthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(a)anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Chrysen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(b)fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(k)fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Dibenz(ah)anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg		<b>n.b.</b>		Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>PCB (28)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (52)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (101)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (118)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	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 20.06.2018  
 Kundennr. 4100010502

**PRÜFBERICHT 2775180 - 877803**

Kunden-Probenbezeichnung **SCH 2 / 1,2 m**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
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>7,4</b>	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<b>31</b>	10	DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 (D 49)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	<b>2,1</b>	2	DIN ISO 15923-1 (D 49)
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.*

*Beginn der Prüfungen: 15.06.2018*

*Ende der Prüfungen: 20.06.2018*

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

*B. Strüning*

**AGROLAB Labor GmbH, Birte Strüning, Tel. 08765/93996-82**  
**Birte.Struening@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

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

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

**CRYSTAL GEOTECHNIK GMBH**  
 HOFSTATTSTR. 28  
 86919 UTTING

Datum 20.06.2018

Kundennr. 4100010502

**PRÜFBERICHT 2775180 - 877804**

Auftrag **2775180 B181317 Vierkirchen, BG Pasenbach**  
 Analysennr. **877804**  
 Probeneingang **15.06.2018**  
 Probenahme **14.06.2018**  
 Probenehmer **Auftraggeber**  
 Kunden-Probenbezeichnung **SCH 4 / 0,2 m**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

**Feststoff**

Trockensubstanz	%	°	<b>84,5</b>	0,1	DIN EN 14346
Analyse in der Fraktion < 2mm					Siebung
Fraktion < 2 mm (Wägung)	%		<b>80,5</b>	0,1	DIN 19747
Cyanide ges.	mg/kg		<b>2,1</b>	0,3	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg		<b>&lt;1,0</b>	1	DIN 38414-17 (S 17)
Königswasseraufschluß					DIN EN 13657
Arsen (As)	mg/kg		<b>4,8</b>	2	DIN EN ISO 11885
Blei (Pb)	mg/kg		<b>17</b>	4	DIN EN ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg		<b>&lt;0,2</b>	0,2	DIN EN ISO 11885
Chrom (Cr)	mg/kg		<b>28</b>	1	DIN EN ISO 11885
Kupfer (Cu)	mg/kg		<b>13</b>	1	DIN EN ISO 11885
Nickel (Ni)	mg/kg		<b>20</b>	1	DIN EN ISO 11885
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	DIN EN ISO 12846
Zink (Zn)	mg/kg		<b>58,2</b>	2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg		<b>&lt;50</b>	50	DIN EN 14039
<i>Naphthalin</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Acenaphthylen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Acenaphthen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Fluoren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Phenanthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(a)anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Chrysen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(b)fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(k)fluoranthren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Dibenz(ah)anthracen</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg		<b>&lt;0,05</b>	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg		<b>n.b.</b>		Merkblatt LUA NRW Nr. 1
<i>PCB (28)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (52)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (101)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	0,01	DIN EN 15308
<i>PCB (118)</i>	mg/kg		<b>&lt;0,01</b>	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 20.06.2018  
 Kundennr. 4100010502

**PRÜFBERICHT 2775180 - 877804**

Kunden-Probenbezeichnung **SCH 4 / 0,2 m**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PCB (138)	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308
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>7,2</b>	0	DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	<b>37</b>	10	DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 (D 49)
Sulfat (SO4)	mg/l	<2,0	2	DIN ISO 15923-1 (D 49)
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.*

*Beginn der Prüfungen: 15.06.2018*

*Ende der Prüfungen: 20.06.2018*

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

*B. Strüning*

**AGROLAB Labor GmbH, Birte Strüning, Tel. 08765/93996-82**  
**Birte.Struening@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**

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

**CRYSTAL GEOTECHNIK**

---

BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH

**ANLAGE (7)**

**Protokolle der Absinkversuche im Schurf**



