

BAUGRUNDERKUNDUNG

Geotechnische Stellungnahme

BAUVORHABEN: Erschließung des Baugebietes
Grundner Feld II Gemeinde Tacherting

AUFTRAGGEBER: Gemeinde Tacherting
Trostberger Straße 9
84543 Winhöring

PLANER: ing Traunreut GmbH
Georg-Simon-Ohm-Straße 10
83301 Traunreut

DATUM: 02.06.2022

PROJEKT-NR.: B 225136

TÄTIGKEITSFELDER

Geotechnik
Hydrogeologie
Grundbaustatik
Altlasten
Qualitätssicherung
Deponie- und Erdbauplanung

Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau
Sachverständige
§ 18 BBodSchG, SG 2
Private Sachverständige
in der Wasserwirtschaft

POSTANSCHRIFT

Crystal Geotechnik GmbH
Schustergasse 14
83512 Wasserburg

NIEDERLASSUNGSLEITUNG

Dipl.-Ing. Thomas Langer

TELEFON / FAX

08071-92278-0 / -22

INTERNET / E-MAIL

www.crystal-geotechnik.de
wbg@crystal-geotechnik.de


BANKVERBINDUNG

Kreis- und Stadtparkasse Wasserburg
IBAN: DE40 7115 2680 0000 0012 48
BIC: BYLADEM1WSB

AG AUGSBURG HRB 9698

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dr.-Ing. Gerhard Gold
Dipl.-Ing. Raphael Schneider


Dipl.-Ing. Thomas Langer
(Niederlassungsleiter)


Dipl.-Geol. Oliver Nitsche
(Bearbeiter)

HAUPTSITZ UTTING AM AMMERSEE
Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee
Telefon / Fax: 08806-95894-0 / -44
E-Mail: utting@crystal-geotechnik.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Bauvorhaben / Vorgang	4
1.2	Arbeitsunterlagen	5
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Feldarbeiten.....	6
2.1.1	Schürfe	6
2.1.2	Absinkversuche	7
2.2	Bodenmechanische Laborarbeiten	7
2.2.1	Körnung der erkundeten Bodenarten.....	8
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSSE	9
3.1	Geologisch-morphologischer Überblick.....	9
3.2	Beschreibung der Bodenschichten	9
3.2.1	Oberboden (Homogenbereich O1).....	9
3.2.2	Rotlage (Homogenbereich B1)	10
3.2.3	Terrassenschotter (Homogenbereich B2)	10
3.3	Schicht- und Grundwasserverhältnisse.....	11
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	12
4.1	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	12
4.2	Charakteristische Bodenparameter.....	13
5	HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG.....	14
5.1	Bewertung der Tragfähigkeit der erkundeten Böden hinsichtlich der Erstellung von Verkehrsflächen	14
5.2	Bewertung der Tragfähigkeit der erkundeten Böden hinsichtlich der Verlegung von Kanalleitungen	15
5.3	Erdbau / Baugrubenherstellung / Verbau / Wasserhaltung.....	16
5.4	Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser	17
6	ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNG	19

TABELLEN

Tab. (1.1)	Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben	5
Tab. (1.2)	Arbeitsunterlagen	5
Tab. (2.1)	Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse	6
Tab. (2.2)	Ergebnisse der Versickerungsversuche.....	7
Tab. (2.3)	Durchgeführte Laborversuche	7
Tab. (2.4)	Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien.....	8
Tab. (4.1)	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	12
Tab. (4.2)	Charakteristische Bodenparameter.....	13
Tab. (5.1)	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12	15
Tab. (5.2)	Anhand der Korngrößenverteilungen ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte.....	17

ANLAGENVERZEICHNIS

(1)	Lageplan mit Untergrundaufschlusspunkten	M 1 : 1.000
(2)	Profile der Baggerschürfe SCH1 bis SCH 4 mit eingetragener Untergrundschichtung	M 1 : 25
(3)	Protokolle und Auswertungen der durchgeführten Absinkversuche	
(4)	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Die Gemeinde Tacherting beabsichtigt die Ausweisung des Neubaugebietes Grundner Feld II südlich des Sportplatzes am westlichen Ortsrand von Tacherting.

Unser Baugrundinstitut, die Crystal Geotechnik GmbH, wurde von der Gemeinde Tacherting mit der Erkundung und Begutachtung des Baugrundes im Bereich der vorgesehenen Bauflächen beauftragt.

Zur Erkundung der Untergrundschichten wurden vier Schürfgruben angelegt und in zwei Schürfgruben jeweils ein Absinkversuch bzgl. des Versickerungspotentials ausgeführt.

Aus den Schürfen wurden Bodenproben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor näher untersucht.

Die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten werden in vorliegendem Bericht dokumentiert und beurteilt.

Nach einer Beschreibung der Untergrundverhältnisse erfolgt die Klassifizierung der ange-troffenen Untergrundschichten mit Angabe von charakteristischen Bodenparametern. Weiterhin erfolgen Hinweise zur Planung und Bauausführung insbesondere zu folgenden Gesichtspunkten:

- Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser mit Angabe von Bemessungs- k_f -Werten;
- Bewertung der Tragfähigkeit der erkundeten Böden hinsichtlich der Erstellung von Verkehrsflächen;
- Bewertung der Tragfähigkeit der erkundeten Böden hinsichtlich Kanalbau;
- Hinweise zur Baugrubenherstellung / Verbau / Wasserhaltung;
- Qualitative Bewertung der Bebaubarkeit;

Die kennzeichnenden Daten zum untersuchten Baugelände sind in nachfolgender Tabelle (1.1) zusammengestellt.

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zum geplanten Bauvorhaben

Baulicher Gesichtspunkt	Information
BAUGEBIET	
Lage	westlicher Ortsrand von Tacherting, zwischen Sportplatz im Norden und Wohngebiet Grundner Feld I im Süden
derzeitige Nutzung	landwirtschaftliche Nutzfläche (Ackerbau)
Größe der geplanten Baufläche	ca. 21.400 m ²
Geländemorphologie	nahezu eben
Geländehöhen	ca. 475,0 bis 475,3 m NN

In den Tabellen und Anlagen dieses Berichtes (z.B. Schürfprofile und Laborprotokolle) werden zur Benennung und Beschreibung der Böden nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen nach DIN 4023 verwendet.

Zur Klassifizierung der Böden nach DIN EN ISO 14688-2 werden die Bodengruppen nach DIN 18 196 verwendet.

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Berichtes standen uns die nachfolgend genannten Unterlagen und Informationen zur Verfügung.

Tab. (1.2) Arbeitsunterlagen

Typ / Maßstab	Ersteller / Datum
BAUWERK / PLANUNG	
Lageplan „Erschließung Grundner Feld II“ Vorplanung M 1 : 250	Ingenieurbüro ING, Traunreut, 04.04.2022
Lageplan „Konzeptentwurf Grundner Feld II“ M 1 : 1.000	Architekten und Stadtplaner Wüstinger + Rickert, Frasdorf, 11.01.2022
GEOLOGIE / UNTERGRUNDSCHICHTUNG	
Geologische Karte von Bayern, Blatt CC 7941 Trostberg / M 1:25000	Bayerischen Geologischen Landesamt / München 1982
Schurfaufnahmen und Absinkversuche	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg / 28.04.2022
Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg, April 2022

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

2.1.1 Schürfe

Zur Erkundung der Untergrundsituation wurden am 28.04.2022 im Bereich der geplanten Neubauerschließung insgesamt vier Schürfgruben an den durch das Planungsbüro ING vorgegeben Stellen durch einen bauseits gestellten Bagger bis zu einer Tiefe von 3,0 m bis 3,6 m unter GOK hergestellt. Die Schurfarbeiten wurden durch einen Mitarbeiter unseres Institutes begleitet und gesteuert, die Untergrundsichtung wurde aufgezeichnet, die Böden wurden unter bodenmechanischen Gesichtspunkten angesprochen, und es wurden Bodenproben entnommen.

Die ausgewerteten Profile der Schürfe mit der eingetragenen Untergrundsichtung sind in Anlage (2) enthalten. Die Lage der Aufschlüsse kann dem Lageplan der Anlage (1) entnommen werden.

In der nachfolgenden Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der abgeteuften Untergundaufschlüsse zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergundaufschlüsse

Aufschluss	Ansatzhöhe	Aufschlusstiefe	Oberkante Terrassenschotter		Grund-/Schichtwasserspiegel	
	m NN		m	m u. GOK	m NN	m u. GOK
BAGGERSCHURF (SCH)						
SCH 1	475,07	3,30	0,60	474,47	n.e.	n.e.
SCH 2	475,28	3,00	0,30	474,98	n.e.	n.e.
SCH 3	475,25	3,60	0,30	474,95	n.e.	n.e.
SCH 4	475,30	3,20	0,30	475,00	n.e.	n.e.

n.e. nicht erkundet

Die Untergundaufschlusspunkte wurden vom Büro Baumgartner im Zuge der Archäologischen Dokumentation nach Lage und Höhe eingemessen. Die Vermessungsdaten der Archäologischen Dokumentation wurden unserem Baugrundinstitutes übermittelt.

2.1.2 Absinkversuche

Zur Ermittlung der Sickerfähigkeit der erkundeten Schotter wurde im Schurf SCH 1 und im Schurf SCH 3 jeweils ein Absinkversuch durchgeführt. Die Versuchsprotokolle sind der Anlage (3) beigelegt.

Dazu wurde die Schurfgeometrie aufgenommen und Trinkwasser eingefüllt. Im Anschluss wurde der absinkende Wasserspiegel beobachtet und zu vorgegebenen Zeitpunkten dokumentiert. Die Versuchsergebnisse werden in Abschnitt 6.4 bewertet.

In der nachfolgenden Tabelle (2.2) sind die kennzeichnenden Daten der Versickerungsversuche mit Ergebnis dargestellt:

Tab. (2.2) Ergebnisse der Versickerungsversuche

Schicht/ Aufschluss / Versuch	Tiefe des Schurfes m u. GOK	Stauhöhen- bereich H m u. GOK	mittlere Sickerleistung q l/s	mittlerer Durch- lässigkeitbeiwert k_{fu} m/s
TERRASSENSCHOTTER (HOMOGENBEREICH B3)				
SCH 1	3,1	2,25 – 2,59	4,3	3,4 x 10 ⁻⁴
SCH 3	3,5	2,57 – 3,27	4,7	3,4 x 10 ⁻⁴

2.2 Bodenmechanische Laborarbeiten

Die Laborprotokolle der bodenmechanischen Laborversuche liegen diesem Bericht in Anlage (4) bei.

In der nachfolgenden Tabelle (2.3) sind die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche zusammengestellt.

Tab. (2.3) Durchgeführte Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	3
Bodenansprache	DIN 18196	3
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN 18123	3

2.2.1 Körnung der erkundeten Bodenarten

Die Materialzusammensetzung wurde für die Terrassenschotter anhand von drei Bodenproben untersucht. Die ausgewerteten Kornverteilungskurven sind in Anlage (4) dieses Berichtes beigelegt. Die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der untersuchten Unterschichten sind in nachfolgender Tabelle (2.4) zusammengestellt.

Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien

Material/ Aufschluss/ Tiefe	Ton und Schluff ¹⁾ %	Körnungsfraction			Ungleich- förmigkeit ---	Bodenart DIN EN ISO 14688-1
		Sand %	Kies %	Steine %		
TERRASSENSCHOTTER (HOMOGENBEREICH B2)						
SCH 1 / 1,5 – 2,0 m	1,3	16,5	71,5	10,7	45,9	G,s,x'
SCH 3 / 1,8 – 2,2 m	1,9	24,7	73,4	0,0	19,8	G,s
SCH 4 / 0,4 – 0,6 m	1,4	15,7	73,1	9,8	29,7	G,s,x'

¹⁾..... Anteil < 0,063 mm zusammengenommen

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologisch-morphologischer Überblick

Das geplante Neubaugebiet befindet sich am westlichen Ortsrand von Tacherting südlich des Sportplatzes. Im Süden grenzt das Wohnbaugebiet Grundner Feld I an.

Bei der Baufläche handelt es sich um landwirtschaftlich genutzte Ackerflächen. Das Gelände ist nahezu eben (ca. 475,0 bis 475,3 m NN). Ca. 700 m östlich des geplanten Baugeländes befindet sich der Flusslauf der Alz, die nach Norden fließt.

Morphologisch betrachtet befindet sich das Baugelände auf der Verebnungsfläche der Niederterrasse des Alztals.

Gemäß der geologischen Übersichtskarten ist das Untersuchungsgebiet durch Niederterrassenschotter der Tachinger Stufe geprägt. Dementsprechend stehen im Baugebiet unterhalb einer teilweise geringmächtigen Verwitterungsdecke die Kiesablagerungen der Niederterrasse an.

Die erkundete Untergrundsichtung ist in den Schurfprofilen der Anlage (2) eingetragen.

3.2 Beschreibung der Bodenschichten

Nachfolgend werden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten (von oben nach unten) hinsichtlich ihrer qualitativen Eigenschaften beschrieben.

3.2.1 Oberboden (Homogenbereich O1)

Bei allen vier Schürfen wurde an der Geländeoberfläche eine 0,30 m starke Mutterbodenschicht angetroffen.

Mutterboden ist für bautechnische Zwecke nicht geeignet und vor Beginn der Baumaßnahmen komplett abzutragen und z. B. für die spätere Wiederandeckung seitlich zu lagern oder abzufahren.

3.2.2 Rotlage (Homogenbereich B1)

Vereinzelt ist im geplanten Baugebiet unter dem Oberboden eine dünne Rotlage ausgebildet. Diese wurde aktuell nur im Schurf SCH 1 als 0,3 m dicke Schicht festgestellt. Die Rotlage setzt sich aus einem stark schluffigen, sandigen und schwach steinigem Kies zusammen. Wobei erfahrungsgemäß auch Übergänge zu stark kiesigem Schluff bestehen können. Der im Schurf festgestellte Steinanteil war sehr gering, wobei Steine von bis zu 30 cm Durchmesser angetroffen wurden.

Beurteilung:

Im erdbaulichen Betrieb sind die Rotlageböden im Allgemeinen leicht bis mittelschwer lösbar. Die Tragfähigkeit der Rotlage ist als gering bis mittel und ihre Kompressibilität auf Grund des hohen bindigen Anteils mit meist weicher Konsistenz als mittel bis hoch zu beurteilen. Die Standfestigkeit der Rotlage ist als gering bis mittel einzustufen. Die bindigen Rotlageböden sind stark wasser- und frostempfindlich, somit der Frostepfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 17 zuzuordnen. Sie sind auf Grund des hohen bindigen Anteils als nur gering durchlässig zu bezeichnen. Die Versickerung von Niederschlagswasser innerhalb der bindigen Rotlage ist auf Grund ihrer geringen Durchlässigkeit nicht möglich. Zur Verwendung im qualifizierten Erdbau sind sie bei den vorliegenden Wassergehalten nur bedingt geeignet.

3.2.3 Terrassenschotter (Homogenbereich B2)

Im gesamten Baugebiet folgen unter dem Oberboden bzw. unter der Rotlage die Terrassenkiese der Niederterrasse. Hierbei handelt es sich um sandige, schwach steinige Kiese. Der Steinanteil wurde in den Baggerschürfen mit 10 – 15 % abgeschätzt. An den entnommenen Proben wurde mit den Siebungen im Labor ein Steinanteil von ca. 10 % festgestellt, wobei die Probenmenge für das Größtkorn nicht ausreichend war. Es wurde Steine mit bis zu 40 cm Kantenlänge angetroffen. Auf Grund allgemeiner Kenntnisse können die Terrassenkiese aber auch noch größere Steine, Steinlagen oder Blöcke enthalten.

Beurteilung:

Im erdbaulichen Betrieb sind die Terrassenkiese als leicht bis mittelschwer lösbar zu bezeichnen. Bei Grobeinlagerungen, wie sie innerhalb der Kiese nicht gänzlich ausgeschlossen werden können, werden je nach Masse und Größe auch die Bodenklassen 5 und 6-7 nach DIN 18300:09-2012 maßgebend.

Die Kiese des Homogenbereiches B2 sind als gut tragfähig und gering kompressibel einzustufen. Die Standfestigkeit wird als mittel bis gering bewertet. Die Wasserdurchlässigkeit der

Kiese ist als hoch zu bewerten. Das Versickern von Niederschlagswasser ist innerhalb der Terrassenkiese gut möglich. Unter Wassereinfluss sind die Kiese als mittel fließempfindlich zu beurteilen. Die Frostempfindlichkeit der Kiese ist auf Grund des allgemein geringen Schluffgehaltes als nicht frostempfindlich der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuzuordnen. Für eine Wiederverwendung im qualifizierten Erdbau sind die Kiese aufgrund ihres geringen Schluffgehaltes gut geeignet. Ggf. müssen vor dem Wiedereinbau jedoch Steine (in akzeptable Steingrößen abhängig von der Anwendung – Grabenverfüllung/Baugruben-verfüllung usw.) aussortiert werden.

3.3 Schicht- und Grundwasserverhältnisse

In den bis zu 3,6 m tiefen Baggerschürfen wurden keine Grund- bzw. Stauwasserzutritte festgestellt.

Nach den vorliegenden Informationen zu nahegelegenen Bohrungen in Tacherting ist in den Terrassenschottern der Niederterrasse ein freier Grundwasserspiegel ausgebildet, der bei ca. 15 m unter GOK liegt.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Die im Bereich des geplanten Baugebietes relevanten Bodenarten wurden in den vorangegangenen Abschnitten hinsichtlich des Vorkommens, der Zusammensetzung und der Eigenschaften beschrieben. Die Untergrundschichtung kann den beiliegenden Profilen (Anlage (2)) entnommen werden. Bezüglich der Bodenklassifizierung werden die Homogenbereiche nach DIN 18300: 2015-08 und die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 in nachfolgender Tabelle (4.1) angegeben.

Tab. (4.1) **Bodenklassifizierung und Homogenbereiche**

Schicht / Material	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09
MUTTERBODEN (HOMOGENBEREICH O1)			
- Mutterboden	Mu	OH	1
ROTLAGE (HOMOGENBEREICH B1)			
- stark bindiger Kies / stark kiesiger Schluff	G,u*,x' / U,g*,x'	GU*/UL,UM	4, (2) ¹⁾
TERRASSENSCHOTTER (HOMOGENBEREICH B2)			
- sandige Kiese	G,s,x'	GW / GI / GE /	3 / 5 ²⁾
- Grobeinlagerungen	X,Y	--	(5-7) ²⁾

¹⁾...Bodenklasse 2 für feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit einem Korndurchmesser $\leq 0,063$ mm von mehr als 15 Gew.-%, wenn sie eine \leq breiige Konsistenz besitzen und/oder stärker organische Böden

²⁾...Bodenklasse 5 bei mehr als 30% Steine, Durchmesser > 63 mm
Bodenklasse 5 bei bis 30% Steinanteil von > 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt
Bodenklasse 7 bei > 0,1 m³ Rauminhalt
Bodenklasse 6 bei mehr als 30% Steinanteil von > 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt

In den Rotlageböden können bei natürlichen Aufweichungen auch Böden von breiiger Konsistenz auftreten. Darüber hinaus sind stärker organische Böden nicht auszuschließen.

Bei \leq breiiger Konsistenz und organischen Böden wird die Bodenklasse 2 gemäß DIN 18300 maßgebend, weshalb auch die Bodenklasse 2 im Zuge der Ausschreibung zu berücksichtigen ist.

Innerhalb der Terrassenschotter können stärker steinige Lagen und einzelne Blöcke auftreten. Dementsprechend sind höhere Bodenklassen gemäß DIN 18300 möglich, wie auch in obiger Tabelle (4.1) angegeben ist (Bodenklasse 5 - 7 gemäß DIN 18300). Es wird daher

empfohlen, im Zuge der Ausschreibung von Erdbau-, Aushub-, Verbaumaßnahmen etc. höhere Bodenklassen zumindest in begrenztem Umfang zu berücksichtigen.

4.2 Charakteristische Bodenparameter

Auf Grundlage der Felderkundungen, der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und der darauf aufbauenden Bodenklassifizierung werden im Folgenden die charakteristischen Bodenparameter, auch unter Beachtung von uns vorliegenden Sonderversuchen an vergleichbaren Bodenmaterialien abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird auf die Schurfprofile der Anlagen (2) mit der eingetragenen Bodenschichtung verwiesen.

Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	φ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
ROTLAGE (HOMOGENBEREICH B1)							
- stark bindiger Kies / stark kiesiger Schluff	locker / weich - steif	20	10	22,5-27,5	0 - 2	5 - 8	$\leq 10^{-6}$
TERRASSENSCHOTTER (HOMOGENBEREICH B2)							
- sandige Kiese	mitteldicht	21	12	35	0	70 - 90	$10^{-2} - 10^{-4}$

Die genannten Parameter gelten für ungestörte Verhältnisse. Bei aushubbedingten Auflockerungen bzw. Aufweichungen gelten die in obiger Tabelle angegebenen Werte nicht; in diesem Fall können insbesondere in bindigen Schichten (Decklehme) deutlich geringere Bodenparameter maßgebend werden.

5 HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Bewertung der Tragfähigkeit der erkundeten Böden hinsichtlich der Erstellung von Verkehrsflächen

Die Tiefenlage des Erdplanums für die geplanten Verkehrsflächen ist noch nicht festgelegt. Gemäß den vorliegenden Untergundaufschlüssen ist nach dem Abtrag der Mutterbodenschicht meist mit frostsicheren Terrassenschottern des Homogenbereiches HB B2 zu rechnen. Nur in einzelnen Teilbereichen kann unter dem Oberboden noch eine geringmächtige nicht frostsichere Rotlageschicht anstehen (SCH 1). Auf der Rotlage wird der Gemäß ZTVE-StB 17 geforderte Nachweis der Tragfähigkeit auf nicht frostsicherem Untergrund von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Höhe des Erdplanums voraussichtlich nicht erreicht. Bei geringer Schichtstärke der Rotlage empfiehlt sich daher ein Vollbodenaustausch bis auf die Oberfläche der Terrassenschotter. Sollten die Rotlageböden an anderer Stelle, als mit den Baggerschürfen erkundet, in größerer Mächtigkeit auftreten, so kann es dann erforderlich werden, in diesen Teilbereichen einen zusätzlichen Bodenaustausch vorzusehen, um die Anforderungen gem. ZTVE-StB 17 zu erreichen. Als Bodenaustauschmaterial ist z.B. weitgestuftes Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil $< 10\%$ vorzusehen, wobei auch der an anderer Stelle ausgekofferte Terrassenschotter verwendet werden kann. Die notwendige Schichtmächtigkeit der zusätzlichen Tragschicht wird im Bereich der Rotlageböden mit 20 – 30 cm abgeschätzt, sofern sich durch Geländeauffüllungen nicht bereits höhere Schichtstärken ergeben.

In Wesentlichen werden im geplanten Baugebiet jedoch Terrassenschotter auf Höhe des Erdplanums anstehen. Hier wird kein Bodenaustausch erforderlich. Die Gründung der Verkehrsflächen kann nach einer intensiven Nachverdichtung der Aushubsohle auf den Terrassenschottern erfolgen. Zum Nachweis der Tragfähigkeit sind Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 zu führen.

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind die in nachfolgender Tabelle (5.1) zusammengestellten Werte, welche gemäß RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

Tab. (5.1) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12

Frostempfindlichkeits- klasse des anstehenden Bodens	Belastungs- klasse Bk100 - Bk10 cm	Belastungs- klasse Bk3,2 - Bk1,0 cm	Belastungs- klasse BK0,3 cm	Zuschlag auf Grund von Frosteinwirkung (Zone II) cm
F3 (Rotlage)	65	60	50	5

In obiger Tabelle (5.1) ist die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus für den Bereich der bindigen Böden (Rotlage / Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Bodens F3) angegeben.

Die Unterkante des geplanten Oberbaus wird, wie die Erkundungen gezeigt haben überwiegende in den Terrassenschottern (F1 Böden) zu liegen kommen. Hier wird keine zusätzliche Frostschutzschicht erforderlich, da die Terrassenschotter gemäß den im Labor ausgeführten Korngrößenanalysen (siehe Anlage 4) als frostsicher einzustufen sind.

Wir empfehlen, das Beräumen der Terrassenschotter von Grobeinlagerungen mit > 200 mm Kantenlänge bis 30 cm unter Schichtoberkante vorzusehen. Damit werden Punktlagerungen verhindert, die zu Verdichtungsunterschieden führen können, wenn die Terrassenschotter als frostsicherer Oberbau direkt verwendet werden. Alternativ kann auch eine 30 cm starke Schicht aus güteüberwachtem Frostschutzkies über den Terrassenschottern eingebaut werden.

5.2 Bewertung der Tragfähigkeit der erkundeten Böden hinsichtlich der Verlegung von Kanalleitungen

Die Planungsdetails für die vorgesehenen Kanalleitungen sind derzeit noch nicht bekannt, weshalb nachfolgend allgemeine Hinweise zur Planung und Bauausführung erfolgen. Dabei wird von üblichen Kanalverlegetiefen (ca. 2 - 3 m u. GOK) und Nennweiten (ca. DN 200 - DN 400) ausgegangen.

In den Profilen der Anlage (2) sind die erkundeten Untergrundschichten eingetragen. Das Gründungsniveau der Kanalleitungen wird demnach gänzlich in den gut tragfähigen Terrassenschottern des Homogenbereiches B2 liegen. Der Kanal kann auf der Rohrbettung direkt auf den Kiesen gründen. Dabei ist die untere Bettungszone nach einer Nachverdichtung des anstehenden Kiesuntergrundes ($D_{Pr} \geq 100\%$) einzubauen. Es ist darauf zu achten, dass eine Punktlagerung auf Steinen und Blöcken in der Grabensohle ausgeschlossen ist. Ggf. ist die untere Bettungszone stärker auszuführen (Steine und Blöcke entfernen).

Generell gilt, dass tiefer reichende gering tragfähige bindige Böden von ggf. breiiger Konsistenz bis zum Erreichen von besser tragfähigen Kiesuntergrundschichten komplett auszukoffern und durch geeignetes Bodenmaterial (z.B. Kies mit Feinkornanteil < 10 %) zu ersetzen sind, wobei ein lagenweiser Einbau (Schüttlagenstärke maximal 0,3 m) unter Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) vorzusehen ist.

5.3 Erdbau / Baugrubenherstellung / Verbau / Wasserhaltung

Erdbau

Für die Erdbau- bzw. Aushubmaßnahmen sind die Bodenklassen gemäß DIN 18300 in Tabelle (4.1) dieses Berichtes angegeben. Im Wesentlichen werden leicht lösbare Böden (Bodenklasse 3) des Homogenbereiches B2 (Terrassenschotter) maßgebend sein. Untergeordnet ist mit den mittelschwer lösbaren Rotlageböden des Homogenbereiches B1 (Bodenklasse 4) zu rechnen. Erschwernisse im Erdbau sind auf Grund von möglichen Grobeinlagerungen innerhalb der Terrassenschotter beim Baugrubenaushub, bzw. beim Abtransport des Aushubmaterials nicht gänzlich auszuschließen und führen zu höheren Bodenklassen (Bodenklasse 5 - 7 gem. DIN 18300 : 2012-09). Erschwernisse durch fließende Bodenarten, die ihr Wasser schlecht abgeben, sind nur innerhalb der bindigen Rotlageböden bei Vernässung zu erwarten (Bodenklasse 2).

Baugrube

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können die Baugruben bis zu einer maximalen Tiefe von 5 m frei geböscht werden. Bei den anstehenden Böden ist ein Böschungswinkel von max. 45° zur Horizontalen einzuhalten. Die weiteren Maßgaben der DIN 4124 sind zu beachten. Bei Zusatzlasten am Baugrubenrand (z. B. aus Baustellenkränen und Fahrzeugen) sowie in tieferen Baugrubenbereichen (> 5 m tief) sind die Baugrubenböschungen zu verbauen oder ist die Standsicherheit der Böschungen nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen. Die Baugrubenböschungen sind vor eindringendem Oberflächenwasser z.B. durch das Auflegen von Baufolien mit Windsicherung, zu schützen.

Verbau

Die Kanalgräben können mittels herkömmlichen Stahlplattenverbau im Einstellverfahren verbaut werden (empfohlene Vorgehen für Kanalbau). Bei größeren Grubentiefen (z.B. ab 2 m Tiefe) wird empfohlen, auf das Absenkverfahren umzustellen.

Bei Erstellung eines Stahlplattenverbaus sind die Platten kraftschlüssig abzuteufen. Entstehende Hohlräume hinter den Verbauplatten sind beim Abteufen des Verbaus kraftschlüssig

sofort mit Kies zu verfüllen. Beim Ziehen des Verbaus wird es erforderlich, z.B. gut verdichtbares Kies-Sand-Material unter lagenweiser Verdichtung ($D_{pr} \geq 100\%$), bei schrittweisem Ziehen der Verbauplatten einzubauen.

Wasserhaltung

Anfallendes Niederschlagswasser kann über die Aushubsohle in den Terrassenschottern gut versickern. Bei üblichen Aushubtiefen ist eine Grundwassereinfluss nicht zu erwarten. Wasserhaltungsmaßnahmen werden daher voraussichtlich nicht erforderlich.

5.4 Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser

Im Zuge der Untersuchungskampagne sollte auch überprüft werden, ob die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser im Bereich des Baugebietes technisch sinnvoll und möglich ist.

Zur Ermittlung der Durchlässigkeiten wurde in den Schürfen 1 und 3 innerhalb der Terrassenkiese des Homogenbereiches B2 Absinkversuche durchgeführt. Der mit den Absinkversuchen für die Kiese ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert lag bei $3,4 \times 10^{-4}$ m/s (s. Tab 2.2). Entsprechen den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA A138 sind diese Werte mit dem Faktor 2 zu korrigieren. Damit ergibt sich für die Schotter anhand der Absinkversuche ein Durchlässigkeitsbeiwert von $6,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Zusätzlich wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte der im Labor ermittelten Korngrößenverteilungen nach SEILER und nach BEYER für die Terrassenschotter abgeleitet. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle (5.2) zusammengestellt.

Tab. (5.2) Anhand der Korngrößenverteilungen ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte

Aufschluss/ Entnahmetiefe	Bodenansprache DIN 4022	Durchlässigkeit Seiler m/s	Durchlässigkeit Beyer m/s
TERRASSENSCHOTTER (HOMOGENBEREICH B2)			
SCH 1 / 1,5 – 2,0 m	G,s,x'	$2,8 \times 10^{-2}$	--
SCH 3 / 1,8 – 2,2 m	G,s	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^{-3}$
SCH 4 / 0,4 – 0,6 m	G,s,x'	$1,9 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$

Gemäß der DWA A138 ist auf die Laborwerte ein Korrekturfaktor von 0,2 anzuwenden. Unter Anwendung des Korrekturfaktors ergibt sich aus der Sieblinienauswertung für die Terrassenschotter ein Durchlässigkeitswert zwischen $5,6 \times 10^{-3}$ m/s und $5,8 \times 10^{-4}$ m/s.

Anhand der Rechenwerte aus den Sieblinien und den Ergebnissen aus den Absinkversuchen empfehlen wir zur Vorbemessung der Versickerungsanlagen in den Terrassenschottern einen **Bemessungswert von $k_{ru} = 6 \times 10^{-4}$ m/s** zu verwenden.

Am geplanten Ort der Versickerungsanlage sollte mit der Bauausführung die Durchlässigkeit noch überprüft werden, soweit Zweifel an der Durchlässigkeit der Böden bestehen, oder die Versickerungsanlagen sehr knapp dimensioniert sind.

Die Angaben der DWA-A138 bzgl. Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind zu berücksichtigen.

6 ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNG

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten zusammengestellt und dokumentiert. Neben einer Beschreibung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse erfolgte die Klassifizierung der angetroffenen Untergrundschichten mit Angabe von charakteristischen Bodenparametern. Weiterhin wurden Hinweise zur Planung und Bauausführung, insbesondere im Hinblick auf die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser, gegeben. Die Tragfähigkeit der erkundeten Untergrundschichten wurde hinsichtlich der Erstellung von Verkehrsflächen und der Verlegung von Kanalleitungen bewertet.

Schließlich wurden Hinweise zur Planung und Bauausführung im Hinblick auf die Baugrubenerstellung, den Baugrubenverbau, die Errichtung von Verkehrsflächen und die Kanalgründung erarbeitet.

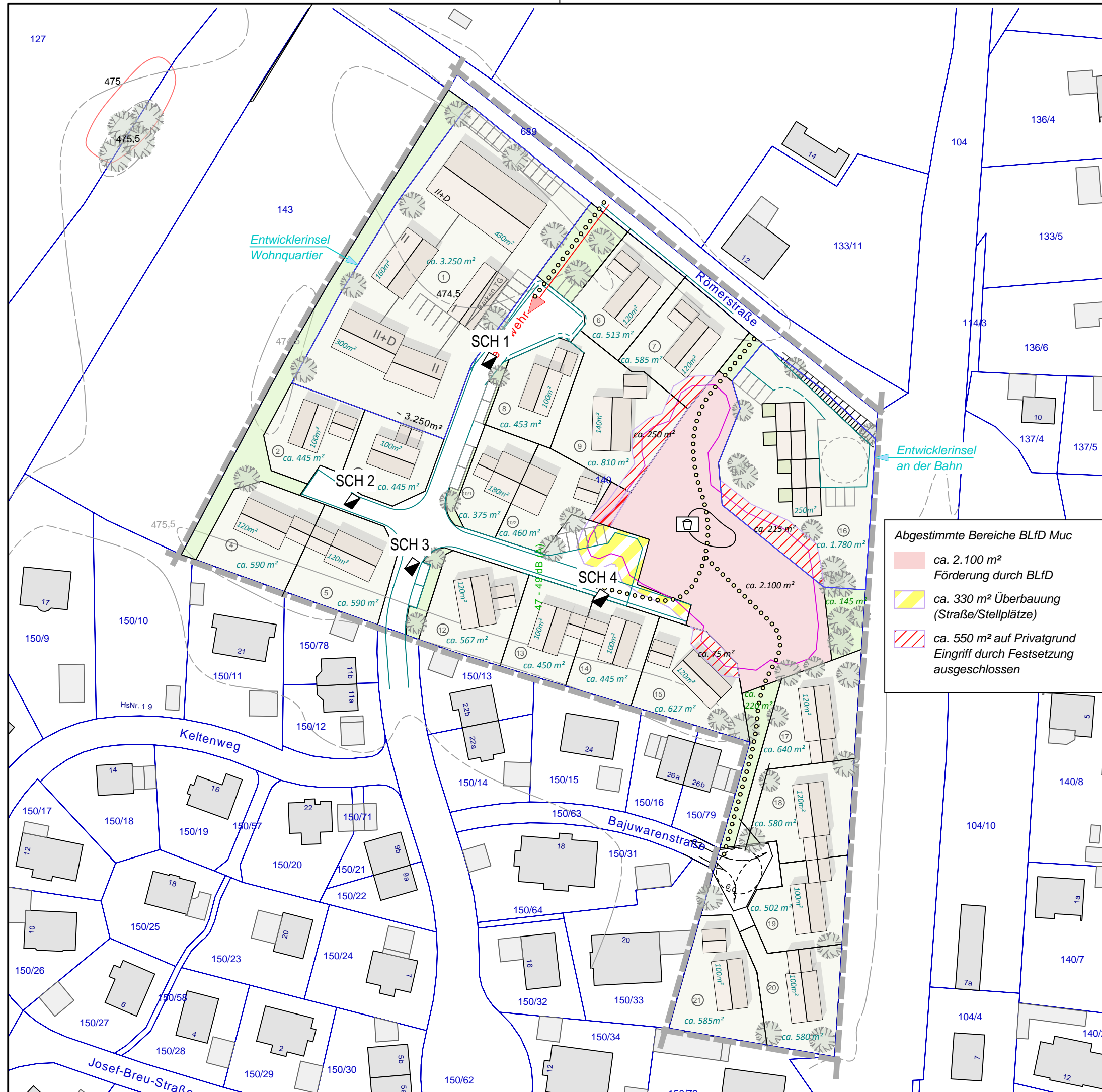
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure und Architekten unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke und die Baugrubenböschungen etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich Baugrund, und Gründung etc. an den Baugrundsachverständigen herantreten.

Die Kontaktaufnahme mit dem Baugrundsachverständigen wird auch dann erforderlich, wenn bei der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse festgestellt werden.

Für weitere Beratungsleistungen im Zuge der Detailplanungen, Baugrubensohlabnahmen, Durchführung von Verdichtungskontrollen und Lastplattendruckversuchen auf Tragschichtmaterialien, usw. stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage (1)




LAGEPLAN MIT UNTERGRUNDAUFSCHLUSSPUNKTEN

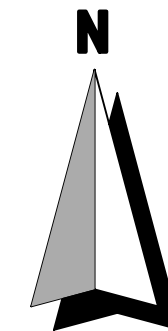


Legende:

 SCH Baggerschurf

Abgestimmte Bereiche BLfD Muc

-  ca. 2.100 m²
Förderung durch BLfD
-  ca. 330 m² Überbauung
(Straße/Stellplätze)
-  ca. 550 m² auf Privatgrund
Eingriff durch Festsetzung
ausgeschlossen



Plangrundlage: Wüstinger Rickert; Konzeptentwurf vom 11.01.2022

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK					
BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Gemeinde Tacherting					
PROJEKT					
Erschließung Baugebiet Grundner Feld II, Tacherting					
PLANINHALT					
Lageplan mit Aufschlusspunkten					
MAßSTAB:		GEZEICHNET		DATUM	
M 1 : 1000		NP		12.05.2022	
PROJEKT NR.		PLAN NR.		ANLAGE	
B 225136			1	

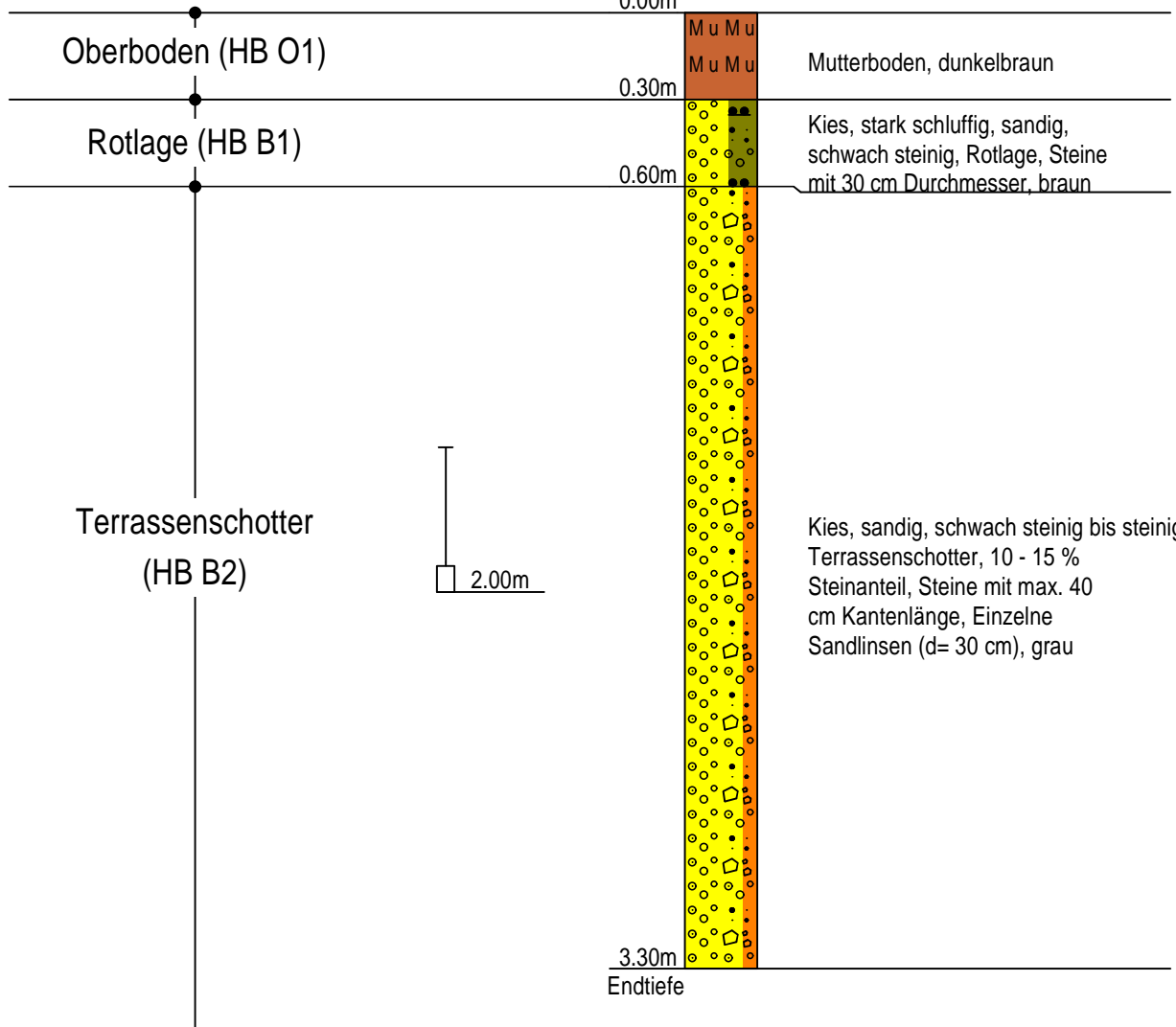
Anlage (2)

PROFILE DER BAGGERSCHÜRFE SCH1 BIS SCH 4 MIT EINGETRAGENER UNTERGRUNDSCHICHTUNG

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225136	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 29.04.2022	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 2.1

SCH 1

Ansatzpunkt: 475.07 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225136	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 29.04.2022	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 2.2

SCH 2

Ansatzpunkt: 475.28 m NHN
0.00m

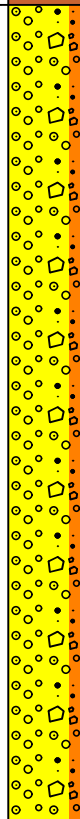
Oberboden (HB O1)

M u M u
M u M u

Mutterboden, dunkelbraun

0.30m

Terrassenschotter
(HB B2)



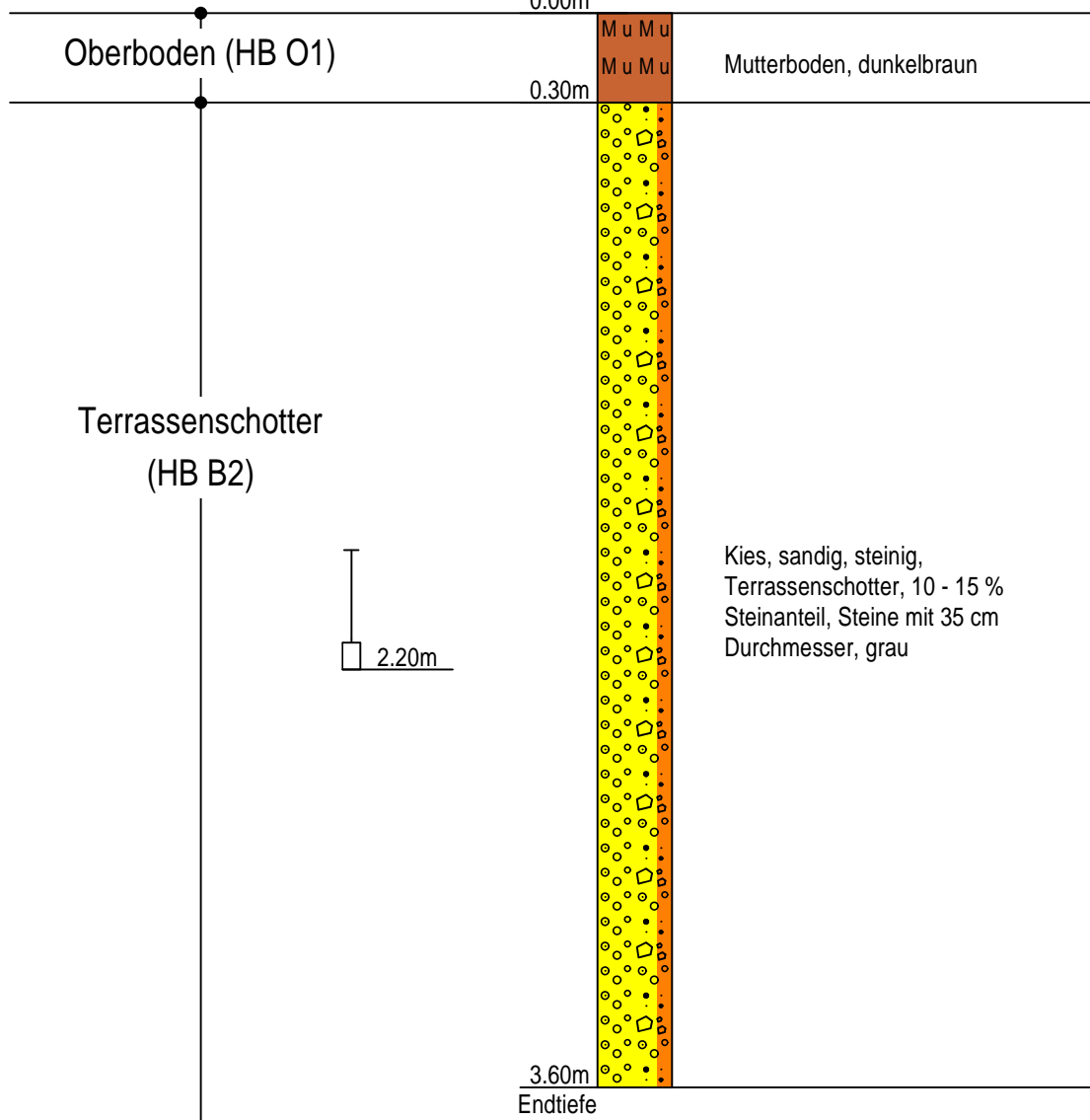
Kies, sandig, steinig,
Terrassenschotter, ca. 10 - 15 %
Steinanteil, Steine mit bis zu 40
cm Kantenlänge, grau

3.00m
Endtiefe

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225136	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 29.04.2022	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 2.3

SCH 3

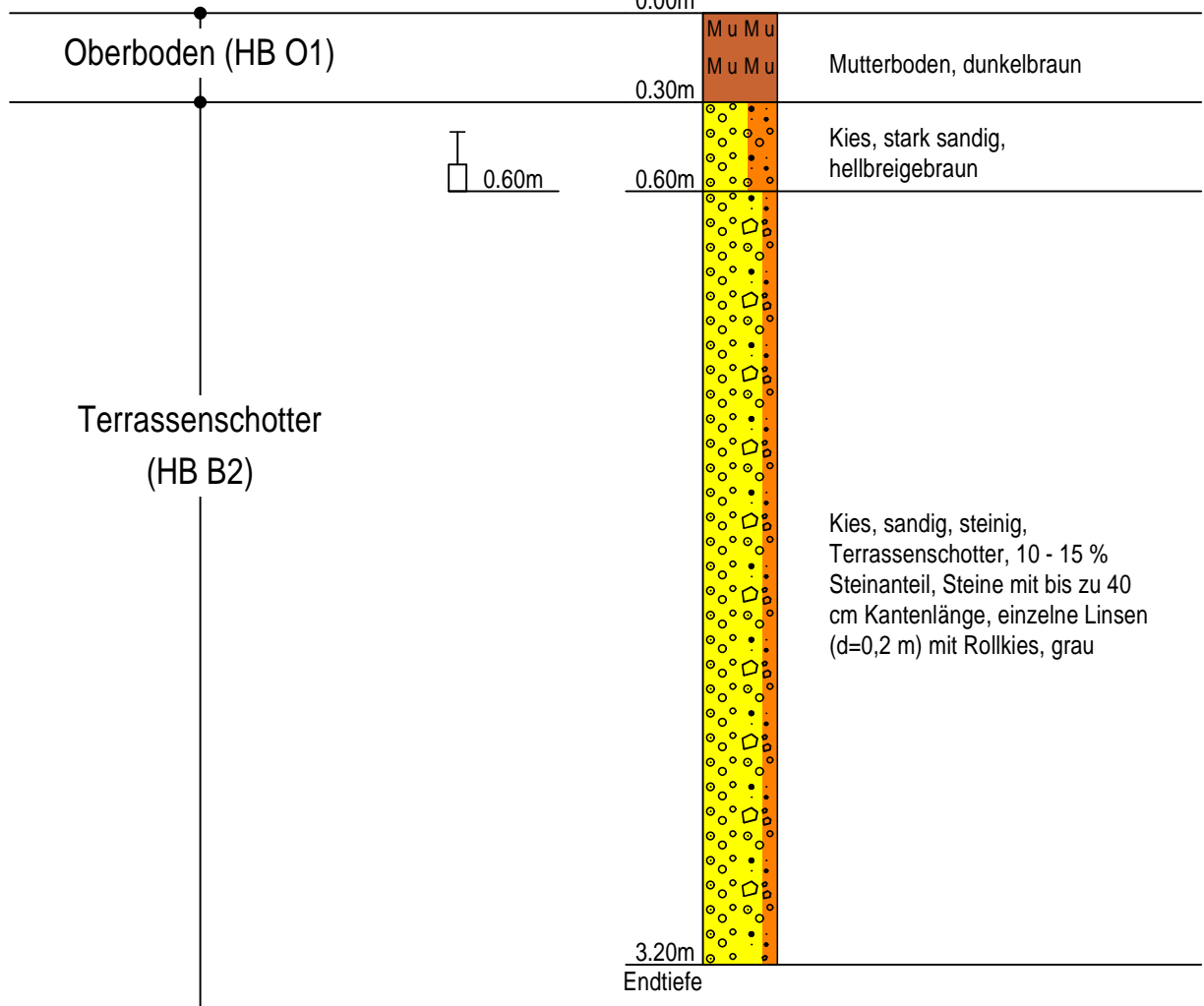
Ansatzpunkt: 475.25 m NHN
0.00m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B225136	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 29.04.2022	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 2.4

SCH 4

Ansatzpunkt: 475.30 m NHN
0.00m



Anlage (3)

PROTOKOLLE UND AUSWERTUNGEN DER DURCHGEFÜHRTEN ABSINKVERSUCHE

ABSINKVERSUCH IM SCHURF (USBR-FORMEL)

Projekt: Grundner Feld II Tacherting
 Schurf: Sch 1 VERSUCH : NR.1 DATUM : 29.04.2022

VORWERTE

Länge des Schurfes: 2,70 m
 Breite des Schurfes: 1,90 m
 Durchmesser eines entsprechenden Schachtes: 2,56 m
 Wasserspiegel u. Schurf OK: kein W. m
 Anfangswasserspiegel unter Schurfoberkannte: 2,70 m
 Schurftiefe=Unterkante der Versuchsstrecke: 3,10 m

WS u. OK Schurf	Zeit t	delta h	delta t	W-Menge Q	H	kf 5AD>L>AD/2
(m)	(sec)	(m)	(sec)	(m ³ /s)	(m)	(m/s)
2,25	0	---	---	---	---	---
2,30	60	0,050	60	4,28E-03	0,83	3,17E-04
2,31	90	0,060	90	3,42E-03	0,82	2,55E-04
2,35	120	0,100	120	4,28E-03	0,80	3,28E-04
2,40	180	0,150	180	4,28E-03	0,78	3,38E-04
2,56	300	0,310	300	5,30E-03	0,70	4,69E-04
2,59	345	0,340	345	5,06E-03	0,68	4,58E-04
Mittelwert:				4,31E-03		3,42E-04

ABSINKVERSUCH IM SCHURF (USBR-FORMEL)

Projekt: Grundner Feld II Tacherting
 Schurf: Sch 3 VERSUCH : NR.1 DATUM : 29.04.2022

VORWERTE

Länge des Schurfes: 2,60 m
 Breite des Schurfes: 2,00 m
 Durchmesser eines entsprechenden Schachtes: 2,57 m
 Wasserspiegel u. Schurf OK: kein W. m
 Anfangswasserspiegel unter Schurfoberkannte: 2,57 m
 Schurftiefe=Unterkante der Versuchsstrecke: 3,50 m

WS u. OK Schurf	Zeit t	delta h	delta t	W-Menge Q	H	kf 5AD>L>AD/2
(m)	(sec)	(m)	(sec)	(m ³ /s)	(m)	(m/s)
2,57	0	---	---	---	---	---
2,60	30	0,030	30	5,20E-03	0,92	3,45E-04
2,63	60	0,060	60	5,20E-03	0,90	3,50E-04
2,68	120	0,110	120	4,77E-03	0,88	3,31E-04
2,82	300	0,250	300	4,33E-03	0,81	3,28E-04
3,03	600	0,460	600	3,99E-03	0,70	3,48E-04
3,27	900	0,700	900	4,04E-03	0,58	4,28E-04
Mittelwert:				4,70E-03	3,40E-04	

Anlage (4)

ERGEBNISSE DER BODENMECHANISCHEN LABORVERSUCHE

Projektzusammenstellung

←-KP-Projektzusammenstellung

Revision A - Stand 2019-12

Seite Anlage 4.1

Projekt: Erschließung Grundner Feld II Tacherting

Auftraggeber: Gemeinde Tacherting

Projekt-Nr.: B 225136

Probenehmer: ON

Probenahme: 29.04.2022

Probeneingang: 29.04.2022

Bearbeite NAON/LP/LP

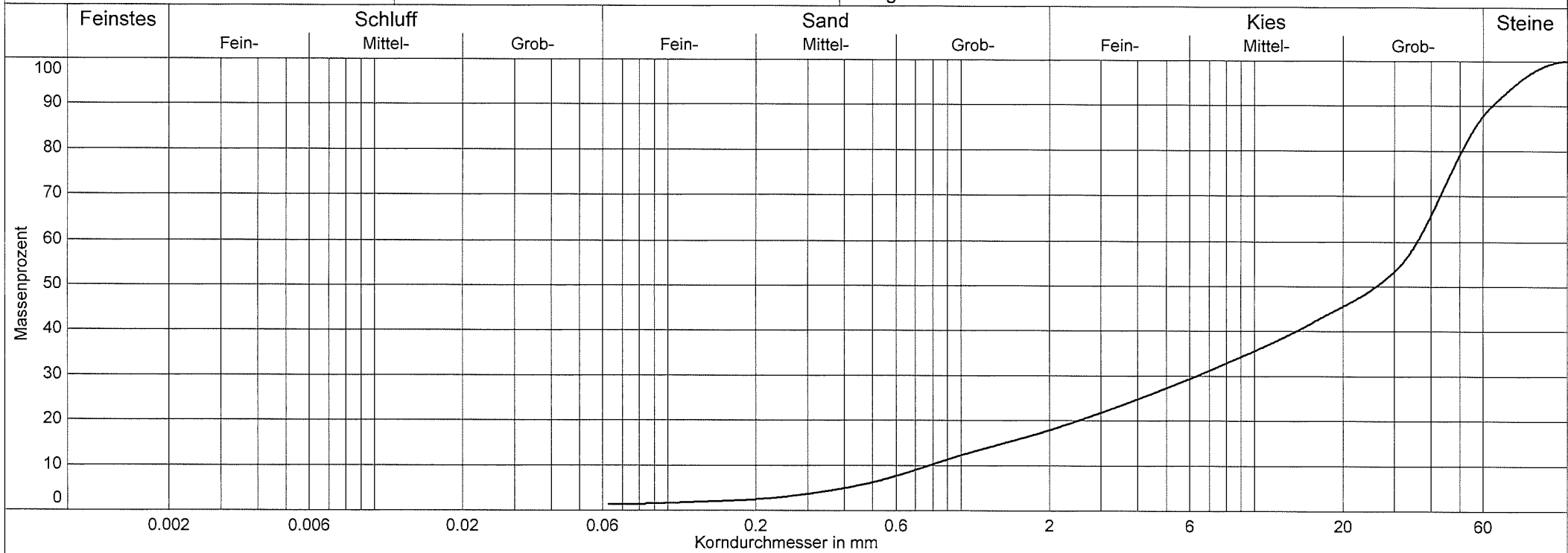
Entnahmestelle Probnart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Dichte		Proctor- versuch Proctordichte p_{Pr} / opt. Wasserg. w_{Pr}	Verdichtungsgrad	Steinanteil	kf-Wert	Taschenpenetrometer	Flügelversuch	Kalkgehalt CaCO ₃ / CaMg(CO ₃)	
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizität I_p	Konsistenz	Feuchtdichte p								Trockendichte p_d
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	%	[%]	[m/s]	[kPa]	[kPa]	[%]	
Sch1 1,50 m 2,00 m		Kies,sandig schwach steinig beigegrau	G,s,x' GW			1,3	16,5	71,5	10,7														
Sch3 1,80 m 2,20 m		Kies,sandig beigegrau	G,s GW			1,9	24,7	73,4															
Sch4 0,40 m 0,60 m		Kies,sandig schwach steinig beigegrau	G,s,x' GW			1,4	15,7	73,1	9,8														

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing.u.Geologen GmbH
 Schusterg.14, 83512 Wasserburg
 Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting
 Projektnr.: B 225136
 Datum : 02.05.2022
 Anlage : 4.2.1



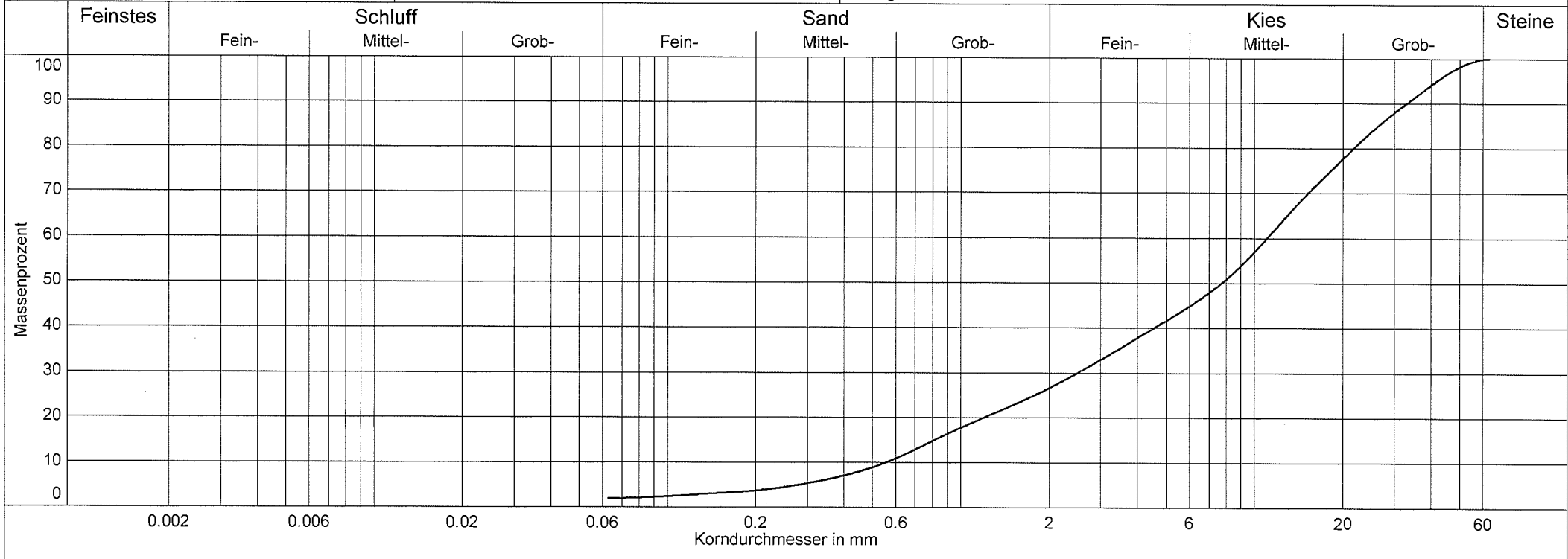
Labornummer	—— Sch1			
Ungleichförm. Cu	45.9			
Bodenart	G,s,x'			
Krümmungszahl Cc	1.4			
Bodengruppe	GW			
Anteil < 0.063 mm	1.3 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/1.3/16.5/71.5/10.7 %			
Entnahmestelle				
Frostempfindl.klasse	F1			
kf nach Seiler	2.8E-02 m/s			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing.u.Geologen GmbH
 Schusterg.14, 83512 Wasserburg
 Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting
 Projektnr.: B 225136
 Datum : 02.05.2022
 Anlage : 4.2.2



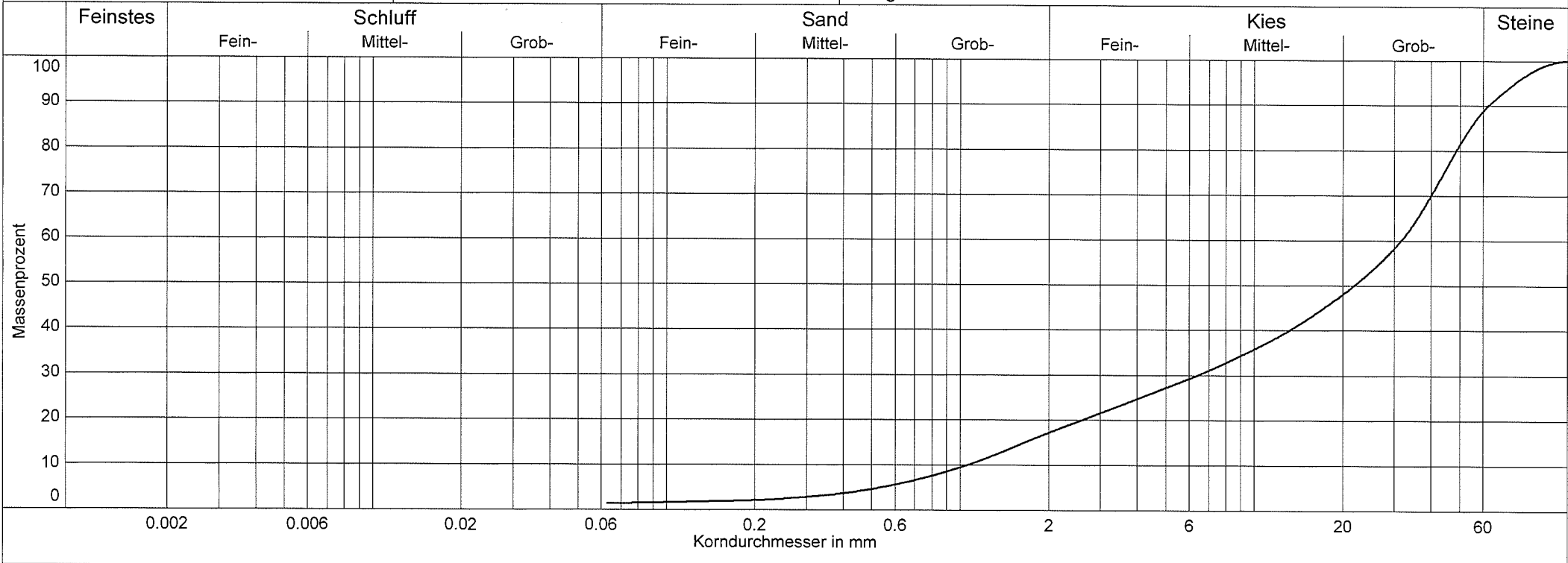
Labornummer	— Sch3			
Ungleichförm. Cu	19.8			
Bodenart	G,s			
Krümmungszahl Cc	1.0			
Bodengruppe	GW			
Anteil < 0.063 mm	1.9 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/1.9/24.7/73.4 %			
Entnahmestelle				
Frostempfindl.klasse	F1			
kf nach Seiler	2.9E-03 m/s			
kf nach Beyer	2.9E-03 m/s			

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing.u.Geologen GmbH
 Schusterg.14, 83512 Wasserburg
 Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Erschließung Grundner Feld II Tacherting
 Projektnr.: B 225136
 Datum : 02.05.2022
 Anlage : 4.2.3



Labornummer	— Sch4			
Ungleichförm. Cu	29.7			
Bodenart	G,s,x'			
Krümmungszahl Cc	1.2			
Bodengruppe	GW			
Anteil < 0.063 mm	1.4 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/1.4/15.7/73.1/9.8 %			
Entnahmestelle				
Frostempfindl.klasse	F1			
kf nach Seiler	1.9E-02 m/s			
kf nach Beyer	1.0E-02 m/s			