

BAUGRUNDERKUNDUNG GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME

BAUVORHABEN: Erweiterung Gewerbegebiet
Mayerhofen,
Tittmoning

AUFTRAGGEBER: Stadt Tittmoning
Stadtplatz 1
84529 Tittmoning

DATUM: 25.01.2022

PROJEKT-NR.: B215162

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. Christian Posch

TELEFON / FAX

08071-92278-0 / -22

INTERNET / E-MAIL

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

BANKVERBINDUNG

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

AG AUGSBURG HRB 9698

GESCHÄFTSFÜHRUNG

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

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


Dipl. Ing. Thomas Langer
(Niederlassungsleiter)


M.Sc. Benjamin Bichler
(Bearbeiter)

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Bauvorhaben / Vorgang	4
1.2	Arbeitsunterlagen	5
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Feldarbeiten.....	6
2.2	Bodenmechanische Laborversuche	7
2.2.1	Übersicht durchgeführter Laborversuche	7
2.2.2	Körnung der erkundeten Böden	8
2.2.3	Plastizitätseigenschaften der erkundeten Böden	8
2.2.4	Verdichtbarkeit der erkundeten Böden.....	9
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	11
3.1	Geologisch-morphologischer Überblick.....	11
3.2	Untergrundsichtung / Homogenbereichsbeschreibung	11
3.2.1	Oberboden (Homogenbereich O1).....	11
3.2.2	Jüngere Talfüllungen und Sandige Beckenablagerungen (Homogenbereich B1).....	12
3.2.3	Schluffig-tonige Beckenablagerungen (Homogenbereich B2)	13
3.3	Grundwasserverhältnisse	15
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	16
4.1	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	16
4.2	Charakteristische Bodenparameter.....	17
5	HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG.....	18
5.1	Erdbau – Allgemeines.....	18
5.2	Kanalbau	18
5.2.1	Kanalgraben / Verbau	19
5.2.2	Wasserhaltung.....	19
5.2.3	Gründung	20
5.2.4	Grabenrückverfüllung	21
5.3	Erstellung von Verkehrsflächen	22
5.3.1	Tragfähigkeit des Planums	22
5.3.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus.....	22

5.4	Qualitative Bewertung hinsichtlich der Bebaubarkeit mit Gewerbegebäuden	23
5.5	Hinweise zur Versickerung von Oberflächenwasser	24
6	ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	25

TABELLEN

Tab. (1.1)	Kennzeichnende Daten zur geplanten Erschließung	5
Tab. (1.2)	Arbeitsunterlagen.....	5
Tab. (2.1)	Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse	6
Tab. (2.2)	Durchgeführte bodenmechanische Laborversuche	8
Tab. (2.3)	Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Böden.....	8
Tab. (2.4)	Kennzeichnende Daten zur Plastizität der erkundeten Verwitterungslehme	9
Tab. (2.5)	Stichprobenartige Untersuchung der Verdichtbarkeit	10
Tab. (4.1)	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	16
Tab. (4.2)	Charakteristische Bodenparameter	17
Tab. (5.1)	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues	23

ANLAGENVERZEICHNIS

(1)	Lagepläne	
	(1.1) Übersichtslageplan	M 1 : 25.000
	(1.2) Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführung	M 1 : 1.000
(2)	Geologische Schnitte	
	(2.1) Geologischer Schnitt A-A'	M 1 : 1.000/50
	(2.2) Geologischer Schnitt B-B'	M 1 : 1.000/50
	(2.3) Geologischer Schnitt C-C'	M 1 : 500/50
(3)	Profile der Untergrundaufschlüsse	
	(3.1) Profile der Baggerschürfe	M 1 : 25
	(3.2) Profile der Bohrsondierung BS1	M 1 : 50
	(3.3) Profile der schweren Rammsondierungen	M 1 : 50
(4)	Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche	

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Die Stadt Tittmoning beabsichtigt die Erweiterung des Gewerbegebietes Mayerhofen auf den Flurstücken 612/2 und 612/3 der Gemarkung Kay. Die geplante Erschließung ist auf einer derzeit noch landwirtschaftlich als Acker genutzten Fläche am Südostrand von Mayerhofen vorgesehen. Die Lage des Untersuchungsgebietes kann dem Lageplan der Anlage (1.1) entnommen werden.

Unser Institut, die Crystal Geotechnik GmbH, wurde vom Auftraggeber mit der Erkundung des Untergrundes im Bereich der geplanten Erschließungsfläche beauftragt. Zur Erkundung der Untergrund- und Grundwassersituation wurden sieben Baggerschürfe angelegt und eine Bohrsondierung ausgeführt, mit denen die Untergrundsichtung aufgezeichnet wurde und aus denen Bodenproben entnommen wurden. Zusätzlich wurden drei schwere Rammsondierungen ausgeführt.

An ausgewählten Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor Grundlagenversuche durchgeführt, um eine genauere Klassifizierung der Böden und die Beschreibung von Homogenbereichen zu ermöglichen. Die bodenmechanischen Laborversuche lassen zudem auch Rückschlüsse auf die Untergrunddurchlässigkeit zu.

In vorliegendem Bericht wird die angetroffene Untergrundsituation beschrieben und es werden Homogenbereiche definiert. Darauf aufbauend erfolgt die Klassifizierung der erkundeten Bodenmaterialien unter Angabe charakteristischer Bodenparameter. Weiterhin erfolgen Hinweise zur Planung und Bauausführung, insbesondere zum Erdbau und zur Baugrubenerstellung / Baugrubensicherung, zur Gründung von Kanälen und Verkehrsflächen sowie zur Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser.

Die kennzeichnenden Daten zum geplanten Baugebiet sind in nachfolgender Tabelle (1.1) ersichtlich.

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zur geplanten Erschließung

Baulicher Gesichtspunkt	Information
ERWEITERUNG GEWERBEGEBIET MAYERHOFEN	
Lage	Am Südostrand von Mayerhofen
Gemarkung und Gemeinde	Kay
Flur-Nr.	612/2 und 612/3
Abmessungen	ca. 3,2 ha
derzeitige Nutzung	Landwirtschaftsfläche / Acker
Geländemorphologie	leicht nach Südwesten geneigtes Gelände
Geländehöhen	ca. 409-403 mNN

In den Tabellen und Anlagen dieses Berichtes (z.B. Schurfprofile und Laborprotokolle) werden zur Benennung und Beschreibung der Böden nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen nach DIN 4023 verwendet. Die Klassifizierung der Böden nach DIN EN ISO 14688-2 erfolgt unter Verwendung der Bodengruppen nach DIN 18 196.

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns die nachfolgend genannten Arbeitsunterlagen zur Verfügung.

Tab. (1.2) Arbeitsunterlagen

Typ / Maßstab	Ersteller / Datum
BAUWERK / PLANUNG	
Lageplan mit Abgrenzung geplantes Baugebiet	Stadt Tittmoning, Stand Oktober 2021
GEOLOGIE / UNTERGRUNDSCICHTUNG	
Digitale Geologische Karte von Bayern, Blatt 7942, Tittmoning / M 1:25.000	Landesamt für Umwelt, Umweltatlas Bayern des LfU
Schurfarbeiten	Crystal Geotechnik GmbH / 10.11.2021
Sondierarbeiten	Crystal Geotechnik GmbH / 09.-10.11.2021
bodenmechanische Laborversuche	Crystal Geotechnik GmbH / November 2021

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 10.11.2020 durch die Robert Dröbler GmbH, Tittmoning, sieben Baggerschürfe mit einer maximalen Aufschlusstiefe von 3,4 m angelegt. Die Schurfarbeiten wurden vom Verfasser begleitet und gesteuert. Die Untergrundsichtung wurde aufgezeichnet, die erkundeten Böden wurden unter bodenmechanischen Gesichtspunkten angesprochen und es wurden Bodenproben entnommen.

Zur Bewertung der tieferen Untergrundsichten und auch im Hinblick auf die Erkundung des Grundwasserspiegels, wurde zusätzlich zu den Baggerschürfen eine Kleinbohrung / Bohrsondierung bis in 7,0 m unter GOK abgeteuft. Weiter wurden für die Bewertung der Lagerungsdichte und damit der Tragfähigkeit der Untergrundsichten noch drei schwere Rammsondierungen ausgeführt.

Die Position der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage (1.2) entnommen werden. Die aufgezeichneten Schurfprofile sowie die Profile der Bohr- und Rammsondierungen wurden in die geologischen Schnitte der Anlage (2) eingearbeitet und sind diesem Bericht inklusive Details zur Probenahme und Bodenansprache auch als Anlage (3) beigelegt.

In nachfolgender Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der ausgeführten Untergrundaufschlüsse zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse

Auf- schluss	Ansatz- höhe	Aufschluss- tiefe	Stärke Oberboden	Oberkante bedingt tragfähiger Horizont ¹⁾		Wasserspiegel (Erkundungszeitpunkt)	
	m NN			m	m	m u. GOK	m NN
Baggerschürfe (SCH)							
SCH 1	409,19	3,20	0,40	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
SCH 2	409,36	2,20	0,35	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
SCH 3	409,00	2,50	0,30	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
SCH 4	408,01	3,40	0,30	2,70	405,31	n.e.	n.e.
SCH 5	405,25	3,30	0,25	1,50	403,75	2,20 ³⁾	403,05 ³⁾
SCH 6	408,66	3,00	0,35	2,50	406,16	n.e.	n.e.
SCH 7	409,32	2,40	0,30	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Fortsetzung Tab. (2.1)

Aufschluss	Ansatzhöhe	Aufschluss-tiefe	Stärke Oberboden	Oberkante bedingt tragfähiger Horizont ¹⁾		Wasserspiegel (Erkundungszeitpunkt)	
	m NN	m	m	m u. GOK	m NN	m u. GOK	m NN
Bohrsondierungen (BS)							
BS 1	408,79	7,00	n.e.	2,55	406,24	3,61 ³⁾	405,18 ³⁾
Schwere Rammsondierungen (DPH)							
DPH 1	409,34	9,00	-- ²⁾	3,50	405,84	n.e.	n.e.
DPH 2	409,14	8,00	-- ²⁾	5,50	403,64	n.e.	n.e.
DPH 3	406,75	8,00	-- ²⁾	4,30	402,45	n.e.	n.e.

¹⁾...tiefere sandige Beckenablagerungen / deutlicher Anstieg der Schlagzahlen der DPH's

²⁾...anhand der Schlagzahlen nicht ableitbar

³⁾...Schichtwasser; kein Grundwasserspiegel im eigentlichen Sinne

n.e. = nicht erkundet

Der bedingt tragfähige Horizont wurde vorliegend für die Baggerschürfe und die Bohrsondierung an der Oberkante der unteren Lage der sandigen Beckensedimente (Homogenbereich B1) festgelegt. Für die schweren Rammsondierungen wurde dieser etwas besser tragfähige Horizont anhand des Anstieges der Schlagzahlen auf dauerhaft mehr als 6 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe abgeleitet. Eine genauere Beschreibung und Bewertung der Böden erfolgt im Abschnitt 3.

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten wurden die Aufschlüsse bezüglich ihrer Lage und Höhe mittels GNSS-Rover eingemessen. Die Einmessung erfolgte im Koordinatensystem UTM32 unter Verwendung des NHN-Höhensystems (DHHN 2016). Die erreichte Genauigkeit liegt hinsichtlich der Lage vorliegend bei 0,8 – 1,0 cm und hinsichtlich der Höheneinmessung bei etwa 1,0 – 1,5 cm.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

2.2.1 Übersicht durchgeführter Laborversuche

An ausgewählten Bodenproben erfolgte die Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen. In der nachfolgenden Tabelle (2.2) sind die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche zusammengestellt. Die Laborprotokolle können der Anlage (4) entnommen werden.

Tab. (2.2) Durchgeführte bodenmechanische Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	11
Bodenansprache	DIN 18196	8
Korngrößenverteilung (Siebanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	4
Korngrößenverteilung (Sieb-Schlämmanalyse)	DIN EN ISO 17892-4	1
Zustandsgrenzen nach ATTERBERG	DIN 18122, Teil 1	4
Wassergehalt	DIN 18121	2
Verdichtbarkeit (Proctorversuch)	DIN 18127	2

2.2.2 Körnung der erkundeten Böden

An ausgewählten Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung bzw. kombinierter Sieb-Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die ausgewerteten Sieblinien können der Anlage (4) dieses Berichtes entnommen werden. Die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der untersuchten Bodenproben sind in nachfolgender Tabelle (2.3) zusammengestellt.

Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Böden

Aufschluss/ Probe (Entnahmetiefe)	Ton %	Körnungsfraction			Ungleich- förmigkeit ---	Bodenart DIN EN ISO 14688-1
		Schluff %	Sand %	Kies %		
SANDIGE BECKENABLAGERUNGEN und JÜNGERE TALFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)						
SCH3/EP1 (0,30 – 0,70 m)	6,4	55,4	38,0	0,2	23,0	U,s*,t'
SCH4/EP4 (2,80 – 3,20 m)	36,9 ¹⁾		56,3	6,8	--	S,u*,g'
SCH5/EP3 (1,50 – 1,80 m)	15,1 ¹⁾		84,9	0,0	--	S,u*
SCH6/EP4 (2,60 – 2,80 m)	21,0 ¹⁾		76,1	12,9	--	S,u*,g'
SCH7/EP1 (0,70 – 1,00 m)	11,7 ¹⁾		88,3	0,0	--	S,u

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

Beim Sandanteil handelt es sich nahezu ausschließlich um Feinsand.

2.2.3 Plastizitätseigenschaften der erkundeten Böden

Zur Ermittlung der Plastizitätseigenschaften erfolgte an einer Probe aus den jüngeren Talfüllungen und an drei Proben der schluffig-tonigen Beckenablagerungen die Bestimmung der

Zustandsgrenzen gem. DIN 18122 T1. Die zugehörigen Laborprotokolle ist diesem Bericht in Anlage (4) beigelegt.

Die kennzeichnenden Daten zu den Plastizitätseigenschaften können der nachfolgenden Tabelle (2.4) entnommen werden.

Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten zur Plastizität der erkundeten Verwitterungslehme

Aufschluss/ Probe (Entnahmetiefe)	Wasser- gehalt ¹⁾ %	Plastizitätskenngröße			Konsistenz I _c ---	Bodengruppe DIN 18196
		w _L %	w _p %	I _p %		
JÜNGERE TALFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)						
SCH5/EP1 (0,30 – 0,60 m)	24,7	28,8	24,1	4,7	0,87 (steif)	UL
SCHLUFFIG -TONIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B2)						
SCH1/EP4 (2,30 – 2,80 m)	38,1	42,0	31,9	10,1	0,39 (sehr weich)	UM/OU
SCH3/EP3 (1,80 – 2,20 m)	34,8	42,3	29,0	13,3	0,56 (weich)	UM/OU
SCH6/EP2 (1,00 – 1,50 m)	32,4	43,5	30,5	13,0	0,86 (steif)	UM/OU

¹⁾...am Anteil < 0,4 mm bestimmt

2.2.4 Verdichtbarkeit der erkundeten Böden

Zur genaueren Bewertung der Verdichtbarkeit der obersten Bereiche der sandigen bzw. der schluffig-tonigen Beckenablagerungen wurde an zwei Bodenproben jeweils ein Proctorversuch nach DIN 18 127 ausgeführt. Die zugehörigen Laborprotokolle sind diesem Bericht in Anlage (4) beigelegt. Der nachfolgenden Tabelle (2.5) können die kennzeichnenden Daten zur Verdichtbarkeit entnommen werden. Vorliegend wurden der optimale Wassergehalt und die Proctordichte ebenso bestimmt, wie die Grenzwassergehalte für eine Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97 \%$.

Tab. (2.5) Stichprobenartige Untersuchung der Verdichtbarkeit

Aufschluss/Probe (Entnahmetiefe)	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Wasser- gehalt	Verdichtungskenngrößen				
			w %	ρ_{opt} g/cm ³	W_{opt} %	ρ_{97} g/cm ³	$w_{97,u}$ %
SANDIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B1)							
SCH2/EP1 (0,40 – 0,80 m)	fS,u*,t'	21,2	1,62	20,3	1,57	18,0	22,6
SCHLUFFIG – TONIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B2)							
SCH4/EP2 (0,50 – 0,80 m)	U,t,fs	27,2	1,53	25,9	1,48	23,6	28,1

Das Versuchsergebnis zeigt, dass der Wassergehalt der beiden untersuchten Proben am oberen Ende des günstigen Bereiches (also auf der nassen Seite) für eine Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97 \%$ liegt (für schluffig-tonige Böden in steifer Konsistenz).

Vorliegend kann davon ausgegangen werden, dass die untersuchten Böden bei trockener Witterung noch günstige Verdichtungseigenschaften aufweisen können. Die Böden sind jedoch stark wasserempfindlich, sodass im Zusammenhang mit Niederschlägen und dementsprechend höheren Wassergehalten auch die Verdichtungseigenschaften dann deutlich ungünstiger sein können.

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologisch-morphologischer Überblick

Das geplante Gewerbegebiet liegt am Südostrand von Mayerhofen, rund 4,5 km südsüdöstlich von Tittmoning und auf rund 409 m ü.NN.

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte stehen im Untersuchungsgebiet großflächig pleistozäne, spätwürmzeitliche, Beckenablagerungen an. Im Nahbereich von Gräben bzw. Gewässerläufen ist auch mit jüngeren Talfüllungen zu rechnen. Die Tiefe der Unterkante der Beckenablagerungen ist für den untersuchten Standort nicht bekannt und wurde mit den ausgeführten Aufschlüssen bis 7 m unter GOK nicht erreicht.

Für das gegenständliche Bauvorhaben werden die nachfolgend beschriebenen Bodenschichten unterschieden. Die abgeleitete Bodenschichtung ist zur Veranschaulichung in den geologischen Schnitten der Anlage (2) dargestellt. Für die erkundete Bodenschichtung werden folgende Homogenbereiche ausgewiesen.

- Oberboden (Homogenbereich O1)
- Jüngere Talfüllungen (Homogenbereich B1)
- Sandige Beckenablagerungen (Homogenbereich B1)
- Schluffig-tonige Beckenablagerungen (Homogenbereich B2)

3.2 Untergrundschichtung / Homogenbereichsbeschreibung

3.2.1 Oberboden (Homogenbereich O1)

Mit den ausgeführten Baggerschürfen wurde als oberste Bodenschicht eine Mutterbodenauflage mit einer Stärke von 25 bis 40 cm erkundet.

Oberboden ist für bautechnische Zwecke ungeeignet und zu Beginn der Baumaßnahme abzuschleifen und für eine spätere Wiederandeckung zwischenzulagern oder entsprechend abzufahren.

3.2.2 Jüngere Talfüllungen und Sandige Beckenablagerungen (Homogenbereich B1)

Unterhalb des Mutterbodens wurden meist wechselnd schluffige Feinsande erkundet, die als sandige Beckenablagerungen einzustufen sind. Mit Schurf 5 wurden auch jüngere Talfüllungen mit ähnlicher Zusammensetzung angetroffen, die mit den sandigen Beckenablagerungen zu einem Homogenbereich zusammengefasst werden.

Die sandigen Beckenablagerungen sind hinsichtlich ihrer Körnung zumeist als schluffige bis stark schluffige Feinsande anzusprechen, die mitunter auch tonig und / oder schwach kiesig sind. Bereichsweise kommen auch schwach schluffige, feinsandige Mittelsande vor. Zudem sind Übergänge zu den eher schluffigeren Bereichen der Beckenablagerungen möglich, da die sandigen und schluffig-tonigen Beckenablagerungen in Wechsellagerung vorliegen und die Übergänge daher fließend sind.

Die sandige Ausprägung der Beckenablagerungen wurde vorliegend als oberste Bodenschicht, bis ca. 0,75 – 1,30 m unter GOK erkundet. Zudem wurden die sandigen Beckenablagerungen häufig auch nochmal unterhalb von etwa 2,5 – 2,7 m unter GOK angetroffen, wo sie die schluffig-tonigen Beckensedimente unterlagern.

Bei den jüngeren Talfüllungen, die hier nur mit SCH 5 erkundet wurden, handelt es sich zum Großteil um schwach bis stark schluffige Feinsande. Diese weisen bei SCH 5 eine Mächtigkeit von mindestens 3,3 m auf, ihre Unterkante wurde jedoch nicht erreicht.

Die Lagerungsdichte der sandigen Beckenablagerungen ist etwa mitteldicht, in den bindigeren Bereichen wurde die Konsistenz anhand von Handversuchen bei der Bohrkernaufnahme als weich bis steif eingestuft. Die jüngeren Talfüllungen sind weich bzw. weisen eine eher geringe Lagerungsdichte auf.

Nennenswerte Steinanteile sind für die beschriebenen Böden nicht zu erwarten. Auch nennenswerte organische Anteile wurden vorliegend nicht erkundet, sind aber innerhalb der Beckensedimente erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

Beurteilung:

Die Böden des Homogenbereiches B1 zeigen in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung (v.a. Feinkornanteil) und Konsistenz überwiegend geringe und nur abschnittsweise mittlere Tragfähigkeit bei mittlerer bis geringer Standfestigkeit und mittlerer bis hoher Kompressibili-

tät. Zudem sind sie durch eine mittlere bis hohe Wasserempfindlichkeit sowie hohe bis sehr hohe Fließempfindlichkeit und meist geringe bis maximal mittlere Wasserdurchlässigkeit gekennzeichnet. Sie sind mittel bis stark frostempfindlich und damit den Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 zuzuordnen.

Im erdbaulichen Betrieb sind die schluffigen Feinsande des Homogenbereiches B1 leicht bis mittelschwer lösbar. Sie sind bedingt bis eingeschränkt zur Gründung für leichte Bauteile geeignet, nicht jedoch zur Gründung von schweren Gebäuden. Im qualifizierten Erdbau sind sie in der vorliegenden Zusammensetzung und Konsistenz nicht wiederverwendbar. Als Straßenunterbau sind sie bedingt geeignet, zur Versickerung sind sie nicht geeignet. Ihre Rammbarkeit und Bohrbarkeit sind als leicht zu bewerten.

3.2.3 Schluffig-tonige Beckenablagerungen (Homogenbereich B2)

In Verzahnung bzw. Wechsellagerung mit den sandigen Beckenablagerungen wurden schluffig-tonige Beckenablagerungen erkundet. Auch hierbei handelt es sich um spätwürmzeitliche Stillwasser- bzw. Seeablagerungen. Am untersuchten Standort wurde die schluffig-tonige Ausprägung der Beckenablagerungen meist zwischen von etwa 0,5 – 1,5 m unter GOK bis etwa 2,5 – 3,2 m unter GOK erkundet. Zum Teil wurde die Schichtunterkante jedoch nicht erreicht.

Bodenmechanisch fallen die schluffige-tonigen Beckensedimente überwiegend in die Bodengruppe der mittelplastischen und / oder organischen Schluffe (Bodengruppe UM/OU). Hinsichtlich ihrer Körnung sind sie als tonige bis stark tonige, abschnittsweise feinsandige und zum Teil schwach bis sehr schwach organische Schluffe anzusprechen. Abschnittsweise sind die auch als schluffige und schwach feinsandige Tone zu klassifizieren.

Organische Anteile wurde vorliegend nur anhand der Farbe und zum Teil als fein verteilte Pflanzenhäcksel festgestellt, wobei der organische Anteil insgesamt als gering eingeschätzt wird. Größere organische Anteile oder Holzreste wurden vorliegend nicht erkundet, sind aber innerhalb der Beckensedimente erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

Die schluffig-tonigen Beckensedimente zeigen im oberen Abschnitt meist steife Konsistenz, nach unten hin wurde meist weich-steife oder weiche Konsistenz festgestellt.

Beurteilung:

Die Böden des Homogenbereiches B2 sind bei weicher bis steifer Konsistenz als mittelschwer lösbar zu beurteilen (Bodenklasse 4). Bei stärkerer, ausgeprägter Plastizität kann auch eine schwere Lösbarkeit gegeben sein (Bodenklasse 5). Bei breiiger Konsistenz in Folge von natürlichen Aufweichungen (vorliegend nicht erkundet) kann mitunter auch die Bodenklasse 2 maßgebend werden und die Böden sind dann den fließenden Bodenarten zuzurechnen, die ihr Wasser schlecht abgeben. Erschwernisse beim Lösen, Laden (schlechte Entleerbarkeit des Baggerlöffels) und beim Transport (reduziertes Gewicht, verringerte Tonnage durch größeren Auflockerungsfaktor) sind zu berücksichtigen.

Die erkundeten schluffig-tonigen Beckenablagerungen weisen eine geringe Tragfähigkeit bei etwa mittlerer Standfestigkeit und hoher Kompressibilität auf und sind zudem in gewissem Maße strukturempfindlich. In Folge von Erschütterungen und dynamischen Einflüssen sind in den schluffig-tonigen Beckenablagerungen Strukturveränderungen, z.B. Verflüssigung, und damit einhergehende Tragfähigkeitseinbußen sowie Setzungen möglich.

Die erkundeten schluffig-tonigen Beckenablagerungen sind durch hohe bis sehr hohe Wasserempfindlichkeit und in Abhängigkeit von Korngrößenzusammensetzung und Konsistenz etwa mittlere Fließempfindlichkeit gekennzeichnet. Die schluffig-tonigen Beckensedimente sind zum Großteil der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen und haben eine geringe bis sehr geringe Wasserdurchlässigkeit bzw. fungieren als Wasserstauer.

Zur Gründung von Bauwerken sind die schluffig-tonigen Beckensedimente ohne Zusatzmaßnahmen nicht geeignet. Im Erdbau lassen sie sich ohne Zusatzmaßnahmen (Konditionierung, z.B. Einfräsen von Kalk) verdichtet nicht wieder einbauen. Für eine Versickerung sind die schluffig-tonigen Beckensedimente aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit nicht geeignet. Ihre Rammbarkeit und Bohrbarkeit ist als überwiegend mittelschwer zu bewerten, kann bei höherer Plastizität aufgrund der Mantelreibungseffekte mitunter auch schwer sein.

3.3 Grundwasserverhältnisse

In keiner der Schürfgruben wurde der Grundwasserspiegel erkundet. Bei Schurf 5 wurde in 2,2 m unter GOK eine geringe Schichtwasserführung festgestellt. Ebenso wurde mit der BS1 in 3,61 m unter GOK Schichtwasser angetroffen.

Schichtwasserführung ist vorliegend in allen Tiefenlagen möglich und vor allem dort zu erwarten, wo besser durchlässige Bereiche von geringdurchlässigen Bereichen unterlagert werden. Erfahrungsgemäß sind stärkere Schichtwasserabflüsse vor allem nach starken oder länger andauernden Niederschlägen zu erwarten.

Die erkundeten Böden haben zum überwiegenden Anteil eine geringe Wasserdurchlässigkeit. Dementsprechend kann anfallendes Oberflächen- / Niederschlagswasser nicht oder nur sehr langsam versickern. Im Extremfall sind in Folge des Aufstaus somit Wasserstände bis GOK für unterirdisch einbindende Bauteile zu berücksichtigen.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Die im Bereich des geplanten Baugebietes relevanten Bodenmaterialien wurden in den vorangegangenen Abschnitten hinsichtlich ihres Vorkommens, ihrer Zusammensetzung und ihrer Eigenschaften beschrieben und in Homogenbereiche eingeteilt. Die Untergrundsichtung kann auch der Anlage (2) entnommen werden. Bezüglich der Bodenklassifizierung werden die Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08 benannt. Die Böden werden den Bodengruppen nach DIN 18196 unter grundbaulichen Gesichtspunkten zugeordnet und auch die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 (Erdarbeiten) sind in nachfolgender Tabelle (4.1) zusammengestellt.

Tab. (4.1) Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Schicht / Material	Bodenart DIN EN ISO 14688-1	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012-09
OBERBODEN (Homogenbereich O1)			
- Mutterboden	Mu (fS,u,h' – U,fs-fs*,h-h*)	OH	1
JÜNGERE TALFÜLLUNGEN und SANDIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B1)			
- Feinsand-Schluff-Gemische	fS,u-u*,(t),(g'-g'') / U,fs,t'	SU/SU* UL/TL	3 – 4 4
- ± schluffige Fein- bis Mittelsande	fS,(ms), u'-u, (u*)	SU/(SU*)	3 (4)
SCHLUFFIG-TONIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B2)			
- tonige Schluffe, teils feinsandig, ± organisch	U,t-t*,(fs', σ'-σ'') / T, (u,fs')	UM/OU/(TM) TM/TA	4 (2) ¹⁾ , (5) ²⁾

¹⁾... Bodenklasse 2 für feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit einem Korndurchmesser ≤ 0,063 mm

²⁾... Bodenklasse 5 bei ausgeprägt plastischen Tonen in weicher bis halbfester Konsistenz

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 Einbeziehung von uns vorliegenden Sonderversuchen an vergleichbaren Böden, abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird auf die geologischen Schnitte der Anlage (2) verwiesen.

Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ'_k °	c'_k kN/m ²	$E_{s,k}$ MN/m ²	k_f m/s
JÜNGERE TALFÜLLUNGEN UND SANDIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B1)							
- Feinsand-Schluff-Gemische	mitteldicht / weich-steif	19	9	25-27,5	1-3	10-15	$10^{-5} - 10^{-7}$
- ± schluffige Fein- bis Mittelsande	locker / weich	18-19	9-10	27,5-30	0-2	15-20	$10^{-4} - 10^{-6}$
SCHLUFFIG-TONIGE BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B2)							
- tonige Schluffe, teils feinsandig, ± organisch	weich-steif	19	9	22,5-25	3-6	4-8	$\leq 10^{-8}$

Die genannten Parameter gelten für ungestörte Verhältnisse. Bei Auflockerungen bzw. Aufweichungen gelten die in obiger Tabelle angegebenen Werte nicht; in diesem Fall können auch deutlich geringere Bodenparameter maßgebend werden.

5 HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Erdbau – Allgemeines

Hinsichtlich der erdbaulichen Eigenschaften der jeweiligen Bodenmaterialien wird auf die Bodenbeschreibung in Abschnitt 3 und die Bodenklassifizierung in Tabelle (4.1) verwiesen.

In den obersten Metern des Untergrundes werden im Zuge der Errichtung von Verkehrsflächen und Kanalleitungen Erdarbeiten in überwiegend mittelschwer lösbaaren, zumindest schwach bindigen Böden der Homogenbereiche B2 und B1 erforderlich. Die Böden des Homogenbereiches B1 sind teils auch leicht lösbar, sodass abschnittsweise auch die Bodenklasse 3 maßgebend wird.

Die schluffig-tonigen Beckenablagerungen des Homogenbereiches B2 sind bei ausgeprägter Plastizität der Bodenklasse 5 zuzuordnen.

Aufgrund ihrer mittel bis stark kohäsiven Eigenschaften führen die schluffig-tonigen Beckenablagerungen des Homogenbereiches B2 durch Leistungsminderung wegen schwerer Entleerbarkeit von Tieflöffeln und einem hohen Auflockerungsfaktor (geringe Tonnage beim Transport) zu Erschwernissen beim Erdbau. Bei natürlichen Aufweichungen in Zusammenhang mit Schichtwasser können auch Erschwernisse beim Lösen und Laden maßgebend werden, da die Böden dann ins Fließen geraten und ihr Wasser schlecht abgeben (Bodenklasse 2, vgl. Tab. (4.1)). Zum schonenden Lösen dieser Böden wird die Verwendung eines Tieflöffels mit Schneide empfohlen.

Die erkundeten Böden der Homogenbereiche B1 und B2 sind wasser- und fließempfindlich und können in Zusammenhang mit Niederschlagswasser und mechanischer Beanspruchung tiefgründig aufweichen. Aus diesem Grund empfehlen wir, Baugruben vor Kopf auszuheben und auf ein direktes Befahren der Böden zu verzichten. Zum Schutz vor Witterungseinfluss sind die Aushubsohlen umgehend zu überbauen.

5.2 Kanalbau

Detailplanungen zu den vorgesehenen Kanalleitungen liegen derzeit noch nicht vor, weshalb nachfolgend allgemeine Angaben erarbeitet werden. Dabei wird von üblichen Kanalverlege-

tiefen (ca. 2 – 3 m unter GOK) und üblichen Kanaldurchmessern (ca. DN 200 – DN 400) ausgegangen.

5.2.1 Kanalgraben / Verbau

Sofern die Gräben zur Kanalverlegung frei geböscht werden sollen, ist innerhalb der maßgebenden Böden ein Böschungswinkel von max. 45° einzuhalten. Auf die hohe Fließempfindlichkeit der Schluff-Feinsand-Gemische (Homogenbereich B1) im Zusammenhang mit Niederschlag und Schichtwasserzutritten ist hinzuweisen.

Aufgrund der hohen Wasser- und Fließempfindlichkeit der Böden (v.a. Homogenbereiche B1, aber auch B2) wird der Schutz von Baugrubenböschungen vor eindringendem Oberflächenwasser (beispielsweise durch Auflegen von Baufolien mit Windsicherung) erforderlich. Die weiteren Ausführungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Zur Verringerung der Aushubkubaturen empfehlen wir, den Leitungsgraben zu verbauen. Für Verbaumaßnahmen kann ein im Kanalbau üblicher Stahlplattenverbau zum Einsatz kommen. Bei Bedarf und je nach Kanaltiefe ist dieser ggf. im Absenkverfahren zu errichten. Die Platten sind kraftschlüssig abzuteufen. Eventuell entstandene Hohlräume hinter den Platten sind beim Abteufen des Verbaus sofort mit Kies zu verfüllen. Beim Rückbau 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.

5.2.2 Wasserhaltung

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist mit Grundwasser im eigentlichen Sinn nicht zu rechnen. Schichtwasserabflüsse sind jedoch möglich und anfallendes Niederschlags- und Oberflächenwasser kann nicht über die Kanalgrabensohle versickern.

Deshalb wird es hier erforderlich, offene Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen. Solange es – wie vorliegend erkundet – nur in geringem Umfang zu Schichtwasserzutritten kommt, wird für die offenen Wasserhaltungsmaßnahmen bei üblichen Witterungsverhältnissen und begrenzter Haltungslänge die untere Bettungsschicht für Wasserhaltungszwecke hinreichend sein. Unter diesem Aspekt wird empfohlen, ein ausreichend durchlässiges Material (z.B. Filterkiesschichtmaterial) für die untere Bettungsschicht zu verwenden.

Auf ausreichende Filterstabilität zu den anstehenden Böden und den übrigen Materialien des Leitungsgrabens ist zu achten.

Bei stärkeren Schichtwasserzutritten wird der Einbau einer zusätzlichen Dränageschicht erforderlich. Dazu ist eine Filterkiesschicht einzubauen, welche innerhalb der weichen Bereiche der bindigen Böden der Homogenbereiche B1 und B2 ohnehin für Gründungszwecke erforderlich ist. Zwischen anstehendem Untergrund und der Filterkiesschicht ist eine geotextile Trennlage ($\geq$ GRK 3) zu verlegen.

Die Filterkiesschicht ist lagenweise ($d \leq 0,3$ m) unter Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100$ %) einzubauen. Als Filterkies- bzw. Tragschichtmaterial kann z.B. weitgestuftes Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil < 5 % und einem Sandanteil < 15 % oder alternativ auch Dränagekies (Körnung 8/16 mm bzw. 16/32 mm) eingesetzt werden.

Zum Betrieb der offenen Wasserhaltung sind entsprechende Dränagen, Pumpensümpfe und Ableitungen etc. vorzusehen. Im Mittel dürften nur geringe Fördermengen (< 5 l/s bei 20 m Grabenlänge) maßgebend werden, welche jedoch je nach Oberflächenwassereintrag (Niederschlag) stark schwanken können.

Es wird empfohlen, die Wasserhaltungsmaßnahmen gestaffelt nach Fördermengen auszu-schreiben, um eine aufwandsgerechte Abrechnung zu ermöglichen.

5.2.3 Gründung

Die Gründungssohle von Kanalleitungen kommt vermutlich zum überwiegenden Anteil im Bereich der schluffig-tonigen Beckenablagerungen des Homogenbereiches B2 zu liegen. Untergeordnet ist auch eine Gründung in schluffigen Feinsanden und Feinsand-Schluff-Gemischen des Homogenbereiches B1 zu erwarten.

Bei zumindest steifer Konsistenz der bindigen Böden im Bereich der Aufstandsfläche oder bei zumindest etwa mitteldicht gelagerten feinkornarmen Sanden, ist für die Gründung von Kanalleitungen nur der Einbau einer unteren Bettungsschicht erforderlich. Im Hinblick auf etwaig erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen (siehe vorheriger Abschnitt) wird empfohlen, ausreichend durchlässiges Material (z.B. Filterkiesschichtmaterial) für die untere Bettungsschicht zu verwenden.

Bei weicher oder geringerer Konsistenz der bindigen Böden wird der Einbau einer zusätzlichen Tragschicht in der Grabensohle erforderlich. Die Mächtigkeit des erforderlichen Bodenaustausches richtet sich dabei nach dem Rohrmaterial. Erfahrungsgemäß ist ein Austausch von ca. 20-40 cm erforderlich.

Als Filterkies- bzw. Tragschichtmaterial kann z.B. weitgestuftes Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil $< 5 \%$ und einem Sandanteil $< 15 \%$ oder alternativ auch Drainagekies (Körnung 8/16 mm bzw. 16/32 mm) eingesetzt werden. Die Filterkiesschicht ist lagenweise ($d \leq 0,3 \text{ m}$) unter Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) einzubauen.

Da gebrochene Materialien stärker verzahnt sind und eine größere Steifigkeit aufweisen empfehlen wir die Verwendung von vollständig gebrochenem Schottermaterial.

5.2.4 Grabenrückverfüllung

Die Graben- bzw. Arbeitsraumverfüllung hat grundsätzlich lagenweise (Lagenstärke $\leq 0,3 \text{ m}$) unter Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) zu erfolgen. Das Verfüllmaterial ist kraftschlüssig mit dem anstehenden Untergrund bei schrittweisem Ziehen des eingesetzten Verbaus einzubauen. Unterhalb von Straßenoberbauten bzw. auf dem Planum sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTVE-StB 09, z.B. mittels Plattendruckversuchen, nachzuweisen.

Die erkundeten Böden sind in ihrer Gesamtheit in der vorliegend erkundeten Zusammensetzung und ohne entsprechende Aufbereitung / Konditionierung nicht für die Grabenrückverfüllung verwendbar.

Es wird empfohlen, entsprechend geeignetes Fremdmaterial zur Graben- bzw. Arbeitsraumverfüllung vorzusehen. Diesbezüglich können kiesige Sande und Sand-Kies-Materialien mit einem Feinkornanteil $< 15\%$ empfohlen werden (Bodengruppen: GW/GI/GU/SW/SI/SU nach DIN 18196). Zur Vermeidung von Dränwirkungen durch den Kanalgraben, die vor der Kanalverlegung nicht gegeben waren, sind diese alle 30 – 50 m mit geringer durchlässigem bindigem Material oder durch vergleichbare Maßnahmen (z.B. Magerbetonschotte) abzuschotten, sofern das Rückfüllmaterial deutlich durchlässiger als der anstehende Untergrund ist. Dies gilt auch für entsprechende Bodenaustauschmaßnahmen und Wasserhaltungsschichten.

5.3 Erstellung von Verkehrsflächen

5.3.1 Tragfähigkeit des Planums

Gemäß ZTVE-StB 09 ist zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit des natürlichen, nicht frostsicheren Untergrundes ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Höhe des Planums erforderlich. Die Nachweise hierfür sind durch Plattendruckversuche gemäß DIN 18134 zu führen. Wird der geforderte Wert von mindestens 45 MN/m^2 nicht erreicht, so wird ein zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich.

Die Anforderungen an die Tragfähigkeit werden von den erkundeten Böden erfahrungsgemäß nicht bzw. nicht überall erreicht werden. Deshalb wird ein Bodenaustausch zur Tragfähigkeitserhöhung erforderlich.

Die Stärke des Bodenaustausches wird derzeit mit ca. 30 - 40 cm abgeschätzt, um die Anforderungen gemäß ZTVE-StB 09 zu erreichen. Als Bodenaustauschmaterial wird Kiesmaterial mit einem Feinkornanteil $< 10 \%$ oder alternativ gebrochenes Recyclingmaterial oder Schottermaterial empfohlen. Da sich Letzteres besser verzahnt als Frostschutzkies, ist eine geringere Stärke erforderlich (ca. 30 cm) als bei Kiesmaterial (ca. 30-40 cm). Der Bodenaustausch ist (bei Bedarf auf Vliestrennlage $\geq \text{GRK } 3$, z. B. bei Aufweichungen oder ungünstiger Witterung) mit einem geeigneten Gerät verdichtet (Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100\%$), einzubauen.

Zur Festlegung der letztendlich erforderlichen Austauschstärken sollten zu Beginn der Bauausführung auf kurzen Versuchsfeldern (ca. 10 m Abschnitte) Lastplattendruckversuche nach Ausführung entsprechender Bodenaustauschmaßnahmen ausgeführt werden.

Aufgrund der überwiegend starken Wasserempfindlichkeit der Böden der Homogenbereiche B1 und B2 ist es erforderlich, bei der Erstellung von Verkehrsflächen abschnittsweise vorzugehen und freigelegte Flächen baldmöglichst zu überbauen, um ein Aufweichen der Aushubsohlen zu vermeiden. Bei ungünstiger Witterung und Aufweichungen des Planums dürfen die Böden des Planums nicht direkt befahren werden (Arbeiten vor Kopf).

5.3.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus empfehlen wir, die in nachfolgender Tabelle (5.1) zusammengestellten Werte, welche gemäß RStO 12 festgelegt

wurden, zu berücksichtigen. Es ist die Frostempfindlichkeitsklasse F3 bei der Dimensionierung anzusetzen. Das Untersuchungsgebiet liegt in der Frosteinwirkungszone II.

Tab. (5.1) Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues

Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Bodens	Belastungs- klasse Bk 3,2 – 1,0 cm	Belastungs- klasse Bk 0,3 cm	Zuschlag auf Grund von Frosteinwirkung cm
Homogenbereiche B1 und B2			
F3	60	50	5

Wie Tabelle (5.1) entnommen werden kann, ergibt sich je nach Bauklasse eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm (Belastungsklasse Bk 0,3) bzw. 65 cm (Belastungsklasse Bk 3,2 – Bk 1,0) Je nach örtlicher Situation können Abminderungen und Zuschläge nach Tabelle 7 der RStO 12 maßgebend werden.

Da die Erschließung vor der Bebauung erfolgt, ist der Ansatz einer geschlossenen Bebauung nicht sinnvoll.

5.4 Qualitative Bewertung hinsichtlich der Bebaubarkeit mit Gewerbegebäuden

Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen uns keine Angaben zu Art und Anzahl der geplanten Gebäuden sowie weiteren Planungsdetails wie Gründungstiefen und Geschossezahlen vor.

Bei einer frostfreien Gründung nicht unterkellerten Gebäude kommt die Gründungssohle im Bereich der schluffigen bis tonigen Beckenablagerungen (Homogenbereich B2) und bereichsweise innerhalb der Feinsand-Schluff-Gemische des Homogenbereiches B1 zu liegen. Somit sind überwiegend Böden mit geringer bis max. mittlerer Tragfähigkeit im Gründungsniveau zu erwarten. Es ist mit üblichen Bodenaustauscharbeiten, ggf. gestuft, zu rechnen. Diese sind jedoch auf die jeweiligen Gebäude und die örtliche Gelände- und Untergrundsituation anzupassen.

Bei einfach unterkellerten Gebäuden (angenommene Gründungstiefe ca. 3,0 m u. GOK) liegt die Gründungssohle meist innerhalb der sandigen Beckenablagerungen (Homogenbereich

B1), die gering bis mittel tragfähig sind. Auch hier sind Zusatzmaßnahmen für die Gründung erforderlich (Bodenaustausch, ggf. auch Untergrundverbesserungen).

Grundsätzlich ist das Gelände mit Gewerbebauten bebaubar. Hohe Einzellasten und große Stützweiten werden nur schwer realisierbar sein (große Zusatzaufwendungen für Untergrundverbesserungen / Tiefgründungen).

Detailerkundungen mit tieferführenden Aufschlüssen sowie Einzelfallbegutachtungen werden bauwerksbezogen dringend empfohlen.

5.5 Hinweise zur Versickerung von Oberflächenwasser

Bisher wurden bis max. 7 m unter GOK gering bis sehr gering durchlässige Schichten erkundet, die derzeit auch bis in größere Tiefe zu erwarten sind. Lediglich die sandigeren Bereiche der Beckenablagerungen haben abschnittsweise eine eher mittlere Durchlässigkeit. Insgesamt wurden jedoch keine Böden erkundet, die für eine Versickerung in Frage kommen.

Insgesamt muss derzeit davon ausgegangen werden, dass sich das untersuchte Gebiet nicht oder nur in kleinräumigen Bereichen unsystematisch (und damit für geringere Wassermengen) für eine Versickerung von Oberflächenwasser eignet.

Vorliegend empfehlen wir daher hinsichtlich des Umgangs mit nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser die Errichtung eines Rückhaltebeckens mit gedrosselter Ableitung des gesammelten Wassers in die Regenwasserkanalisation oder in einen geeigneten Vorfluter.

6 ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten hinsichtlich der Erweiterung des Gewerbegebietes Mayerhofen zusammengestellt und erläutert. Vorrangiges Ziel dieses Berichtes war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Erarbeitung von Homogenbereichen, Zuordnung von Bodenklassen und charakteristischen Bodenparametern für die Planer und Baufirmen aufzubereiten.

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden Hinweise zum Kanalbau, Straßenbau und zur Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser gegeben.

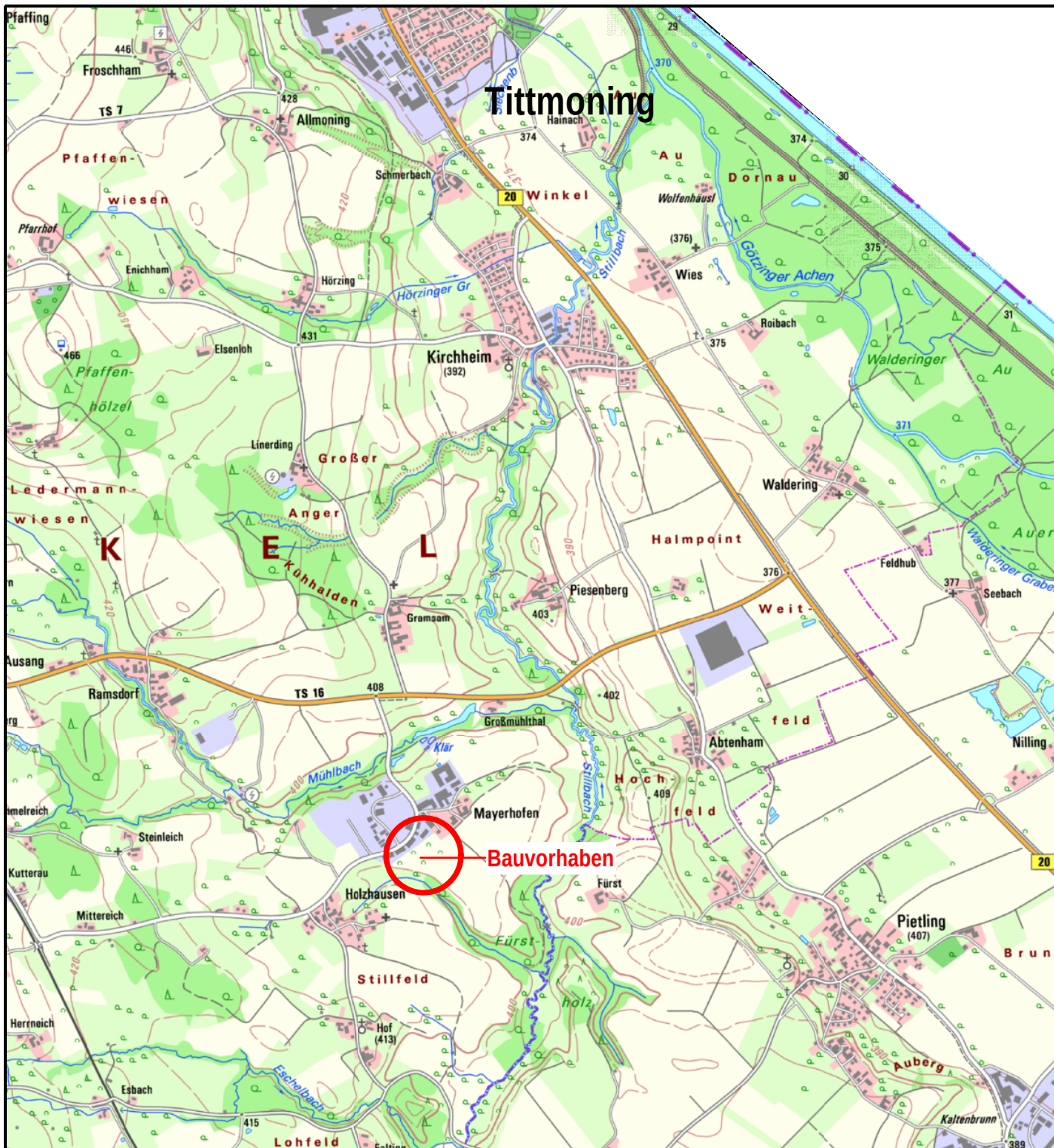
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure und Architekten unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke und Baugrubenverbauten etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen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

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, sind nach Vorliegen der Planung bodenmechanische Detailfragen mit dem Bearbeiter dieses Berichtes abzustimmen; zusätzliche geotechnische Untersuchungen und Beurteilungen werden dann erforderlich. Bei Abweichungen der Untergrundverhältnisse, was vorliegend möglich ist, und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

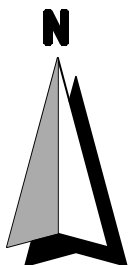
Für weitere Beratungsleistungen stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage (1)

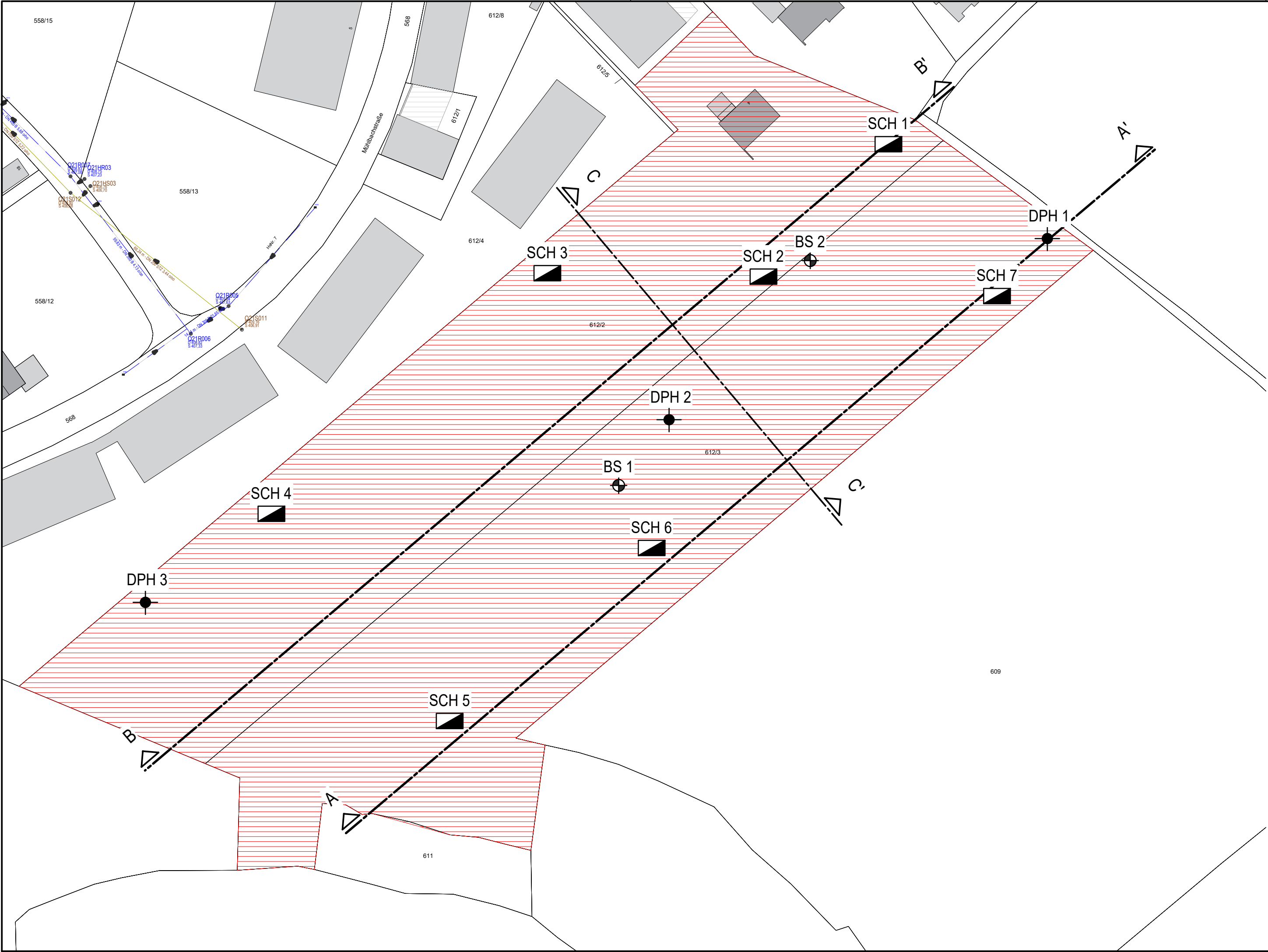
LAGEPLÄNE (1.1 – 1.2)



Plangrundlage: BayernAtlas plus



...	...	...	...	...
Index	Bemerkung		geänd. am	Name
CRYSTAL				
GEOTECHNIK			BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de	
AUFTRAGGEBER: Stadt Tittmoning				
PROJEKT Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning				
PLANINHALT Übersichtslageplan				
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 25000	NP	12.11.2021	BI	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE		
B 215162		1.1		



Legende:

- 

BS

Bohrsondierung
- 

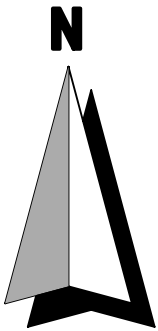
DPH

schwere Rammsondierung
- 

SCH

Schurf
- 

Schnittführung



Plangrundlage:

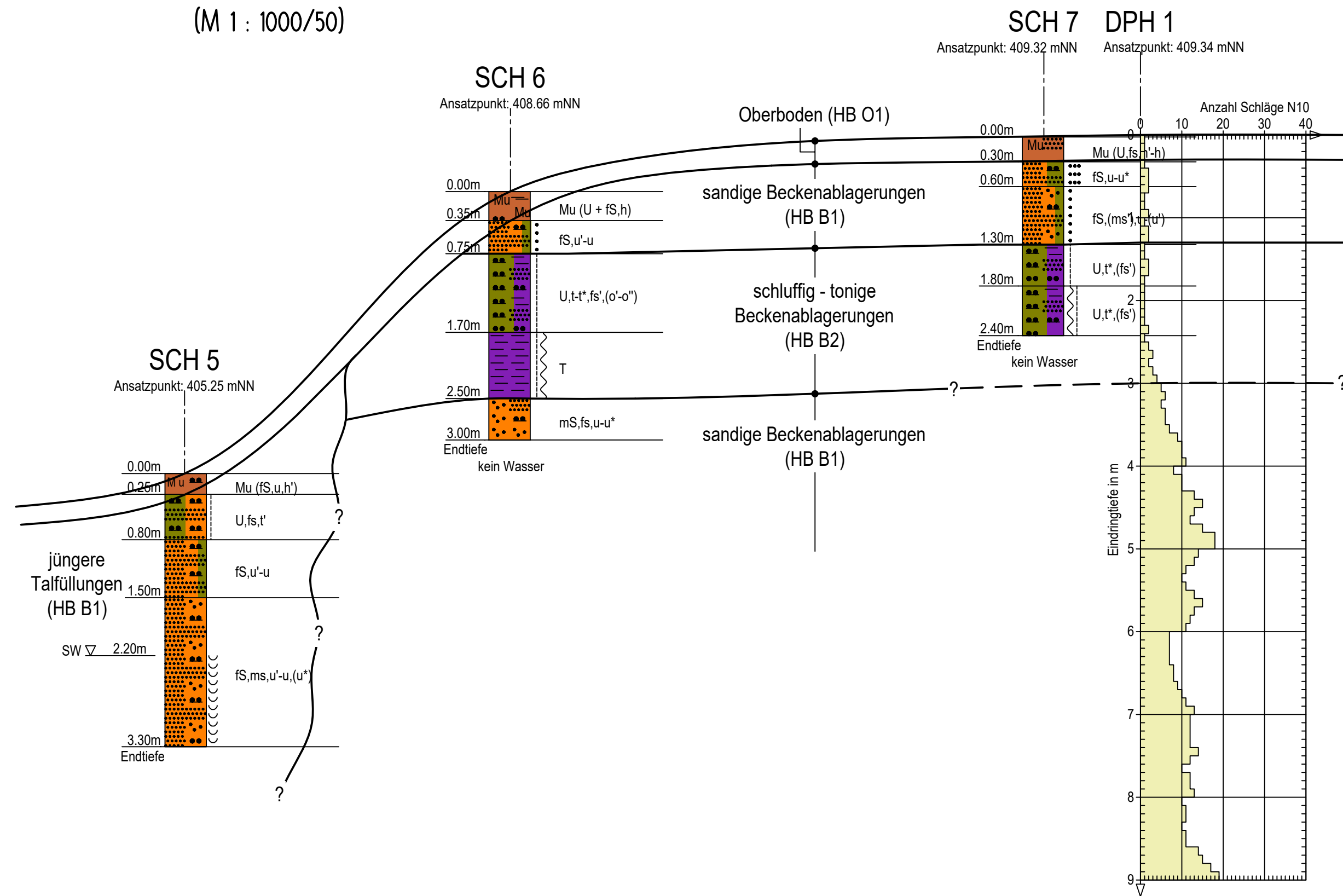
...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung		geänd. am	Name	gepr. am Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK			BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER					
Stadt Tittmoning					
PROJEKT					
Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning					
PLANINHALT					
Lageplan mit Aufschlusspunkten					
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 1000		NP	16.11.2021	BI	
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE		
B 215162			1.2		

Anlage (2)

GEOLOGISCHE SCHNITTE (2.1 – 2.3)

Geologischer Schnitt A-A'

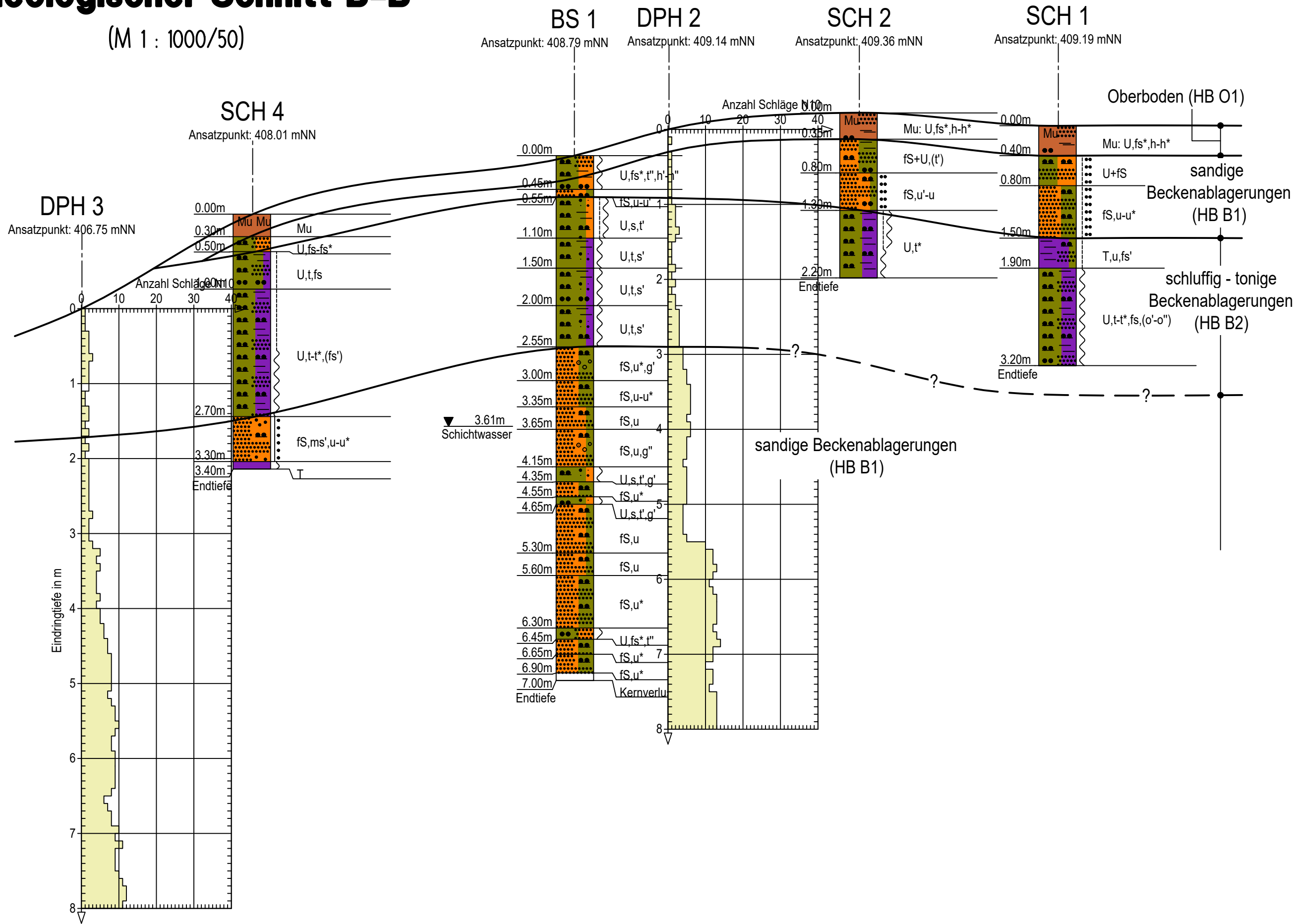
(M 1 : 1000/50)



...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL GEOTECHNIK BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08906/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de				
AUFTRAGGEBER Stadt Tittmoning				
PROJEKT Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning				
PLANINHALT Geologischer Schnitt A-A'				
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT
M 1 : 1000 / 50		NP	16.11.2021	BI
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE	
B 215162			2.1	

Geologischer Schnitt B-B'

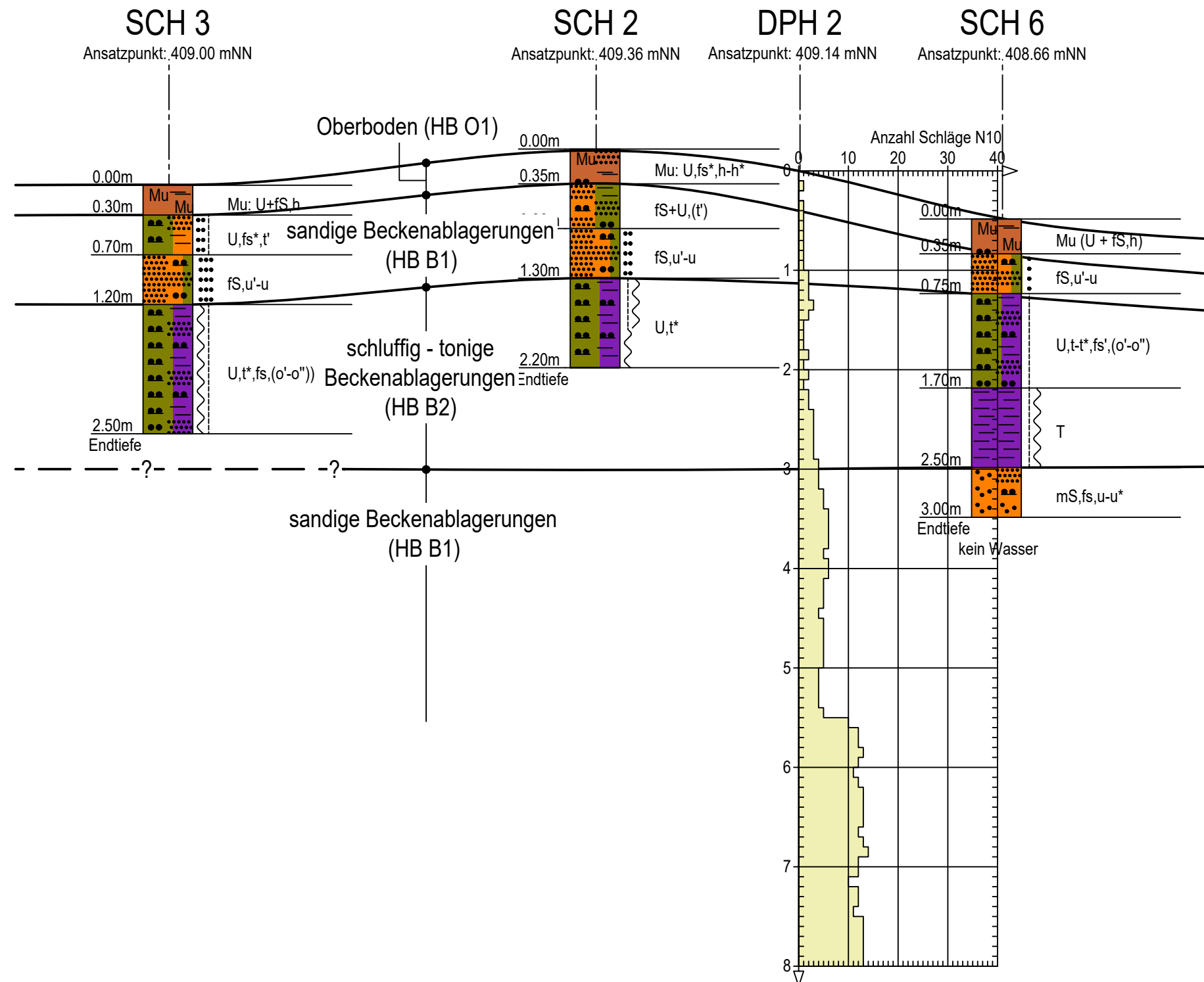
(M 1 : 1000/50)



...	...	...	...	...
Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL				
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de		
AUFTRAGGEBER				
Stadt Tittmoning				
PROJEKT				
Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning				
PLANINHALT				
Geologischer Schnitt B-B'				
MAßSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 1000 / 50	NP	16.11.2021	BI	
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE		
B 215162		2.2		

Geologischer Schnitt C-C'

(M 1 : 500/50)



...	...	...	...	...	...
Index	Bemerkung		geänd. am	Name	gepr. am
CRYSTAL GEOTECHNIK BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de					
AUFTRAGGEBER					
Stadt Tittmoning					
PROJEKT					
Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning					
PLANINHALT					
Geologischer Schnitt C-C'					
MAßSTAB:		GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT	
M 1 : 500 / 50		NP	16.11.2021	BI	
PROJEKT NR.		PLAN NR.	ANLAGE		
B 215162			2.3		

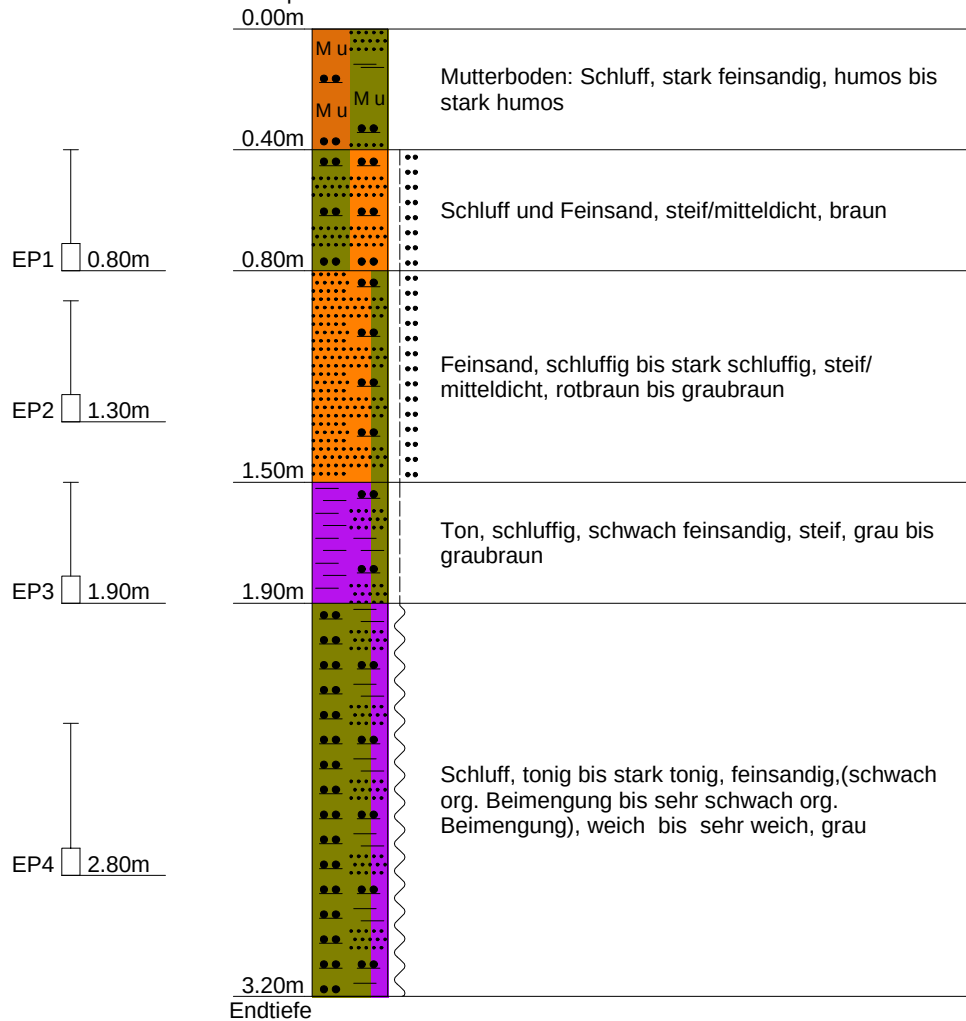
Anlage (3)

PROFILE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE (3.1 – 3.3)

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.1	

SCH 1

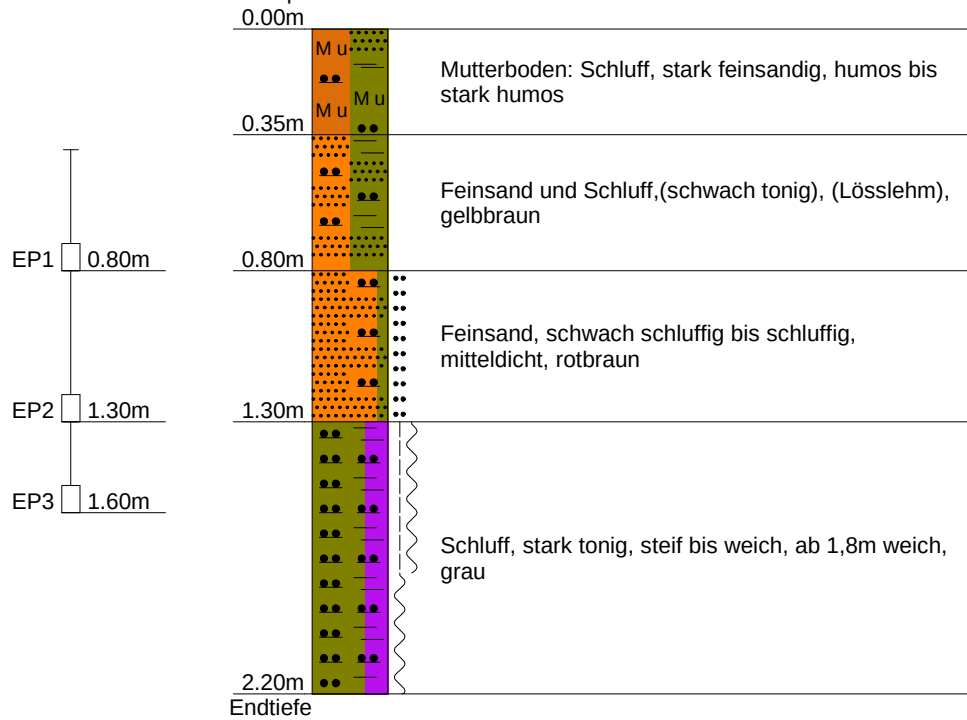
Ansatzpunkt: 409.19 mNN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.2	

SCH 2

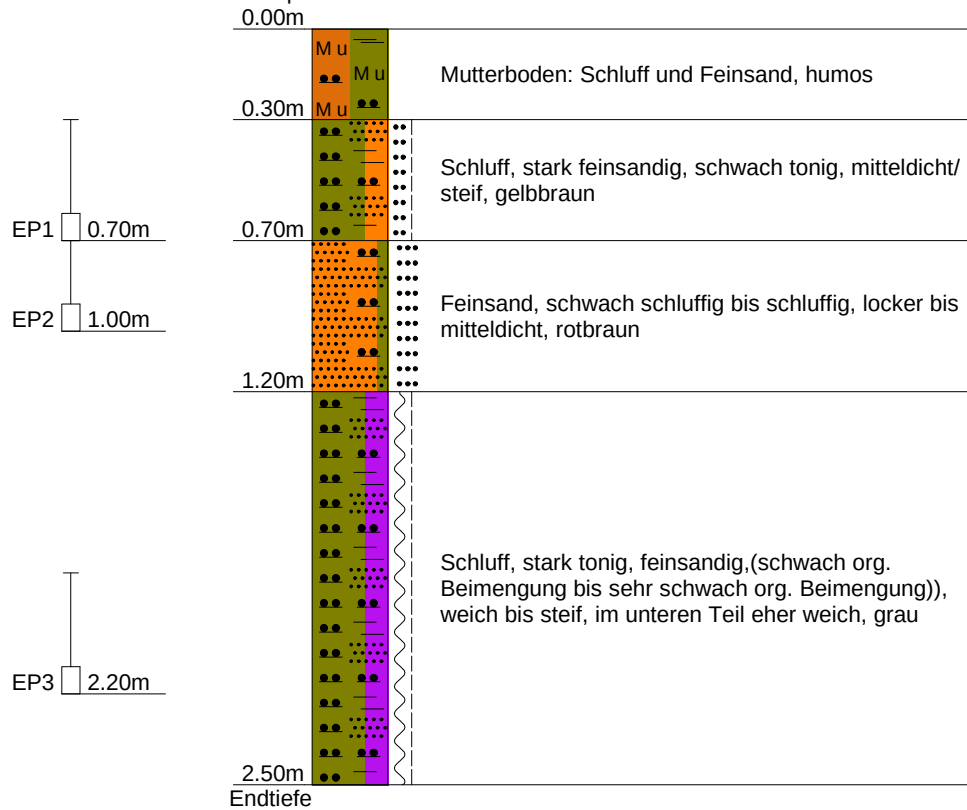
Ansatzpunkt: 409.36 mNN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.3	

SCH 3

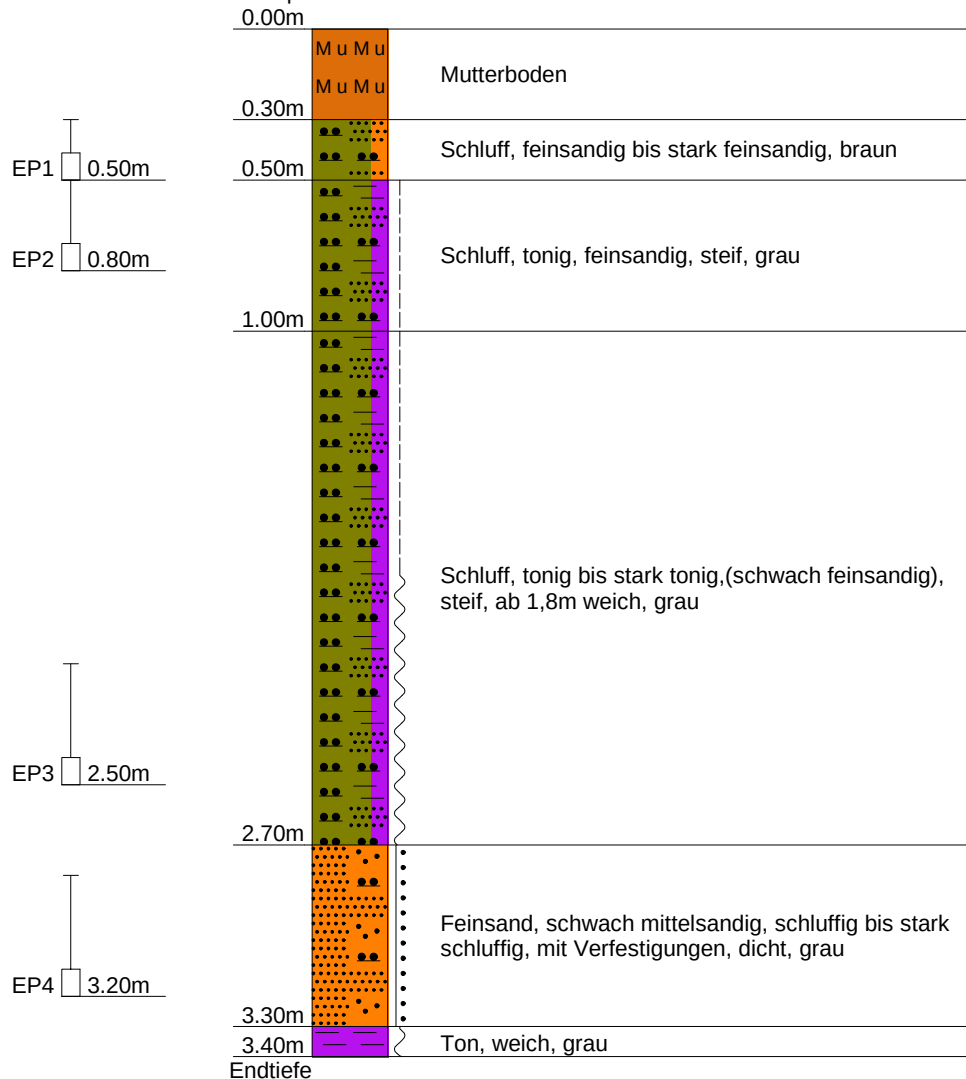
Ansatzpunkt: 409.00 mNN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.4	

SCH 4

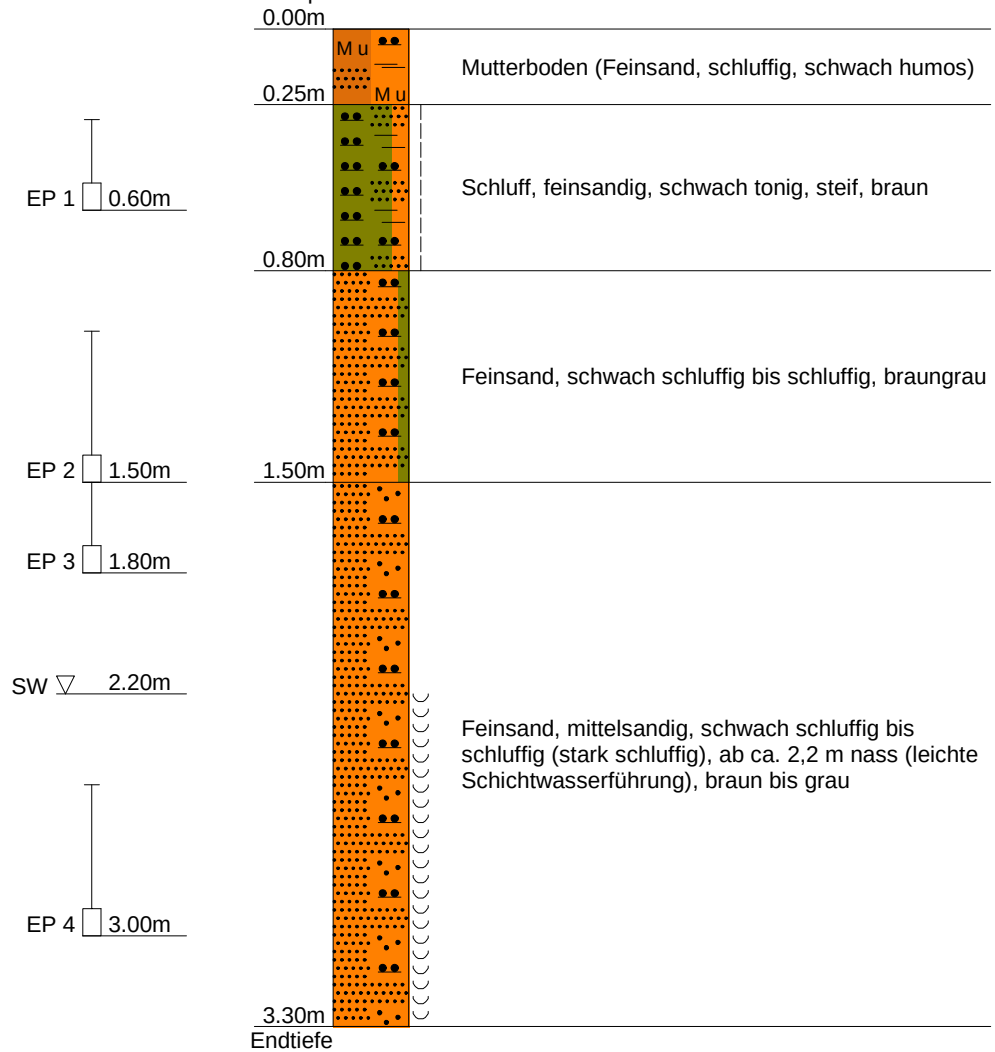
Ansatzpunkt: 408.01 mNN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.5	

SCH 5

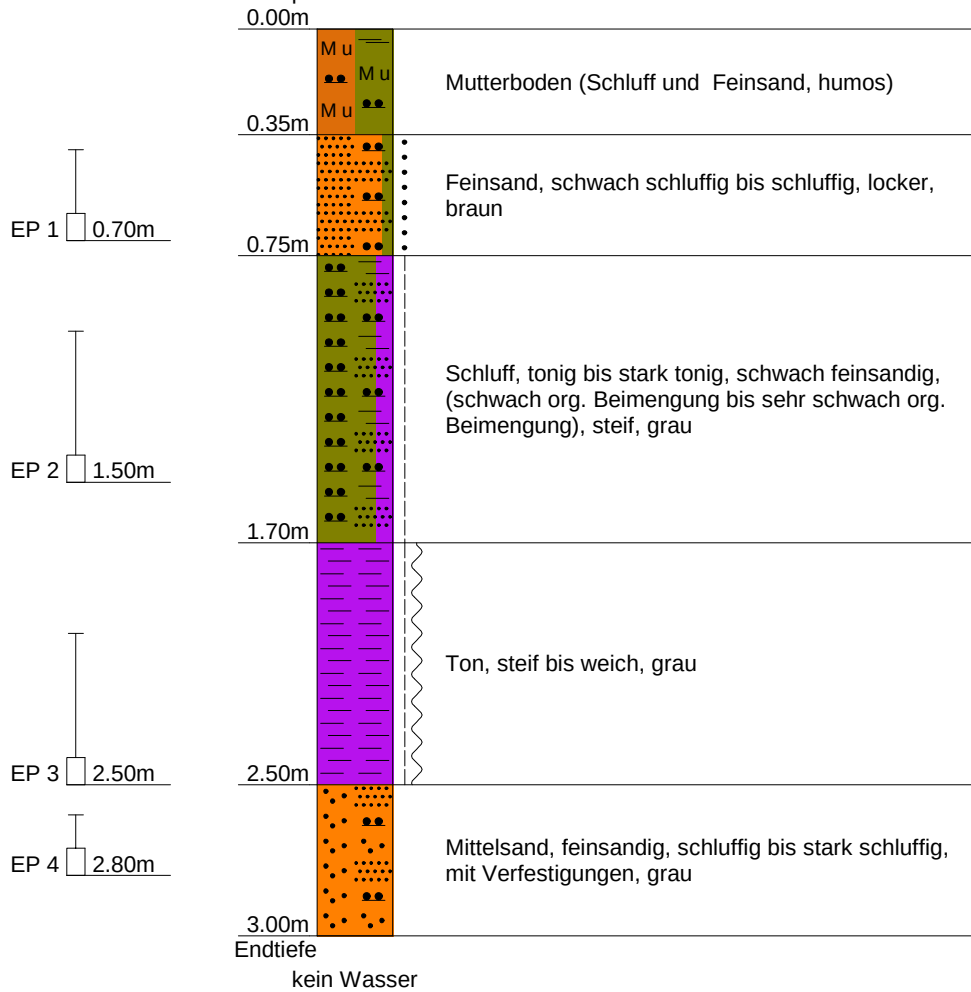
Ansatzpunkt: 405.25 mNN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.6	

SCH 6

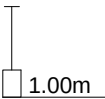
Ansatzpunkt: 408.66 mNN

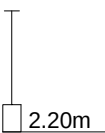


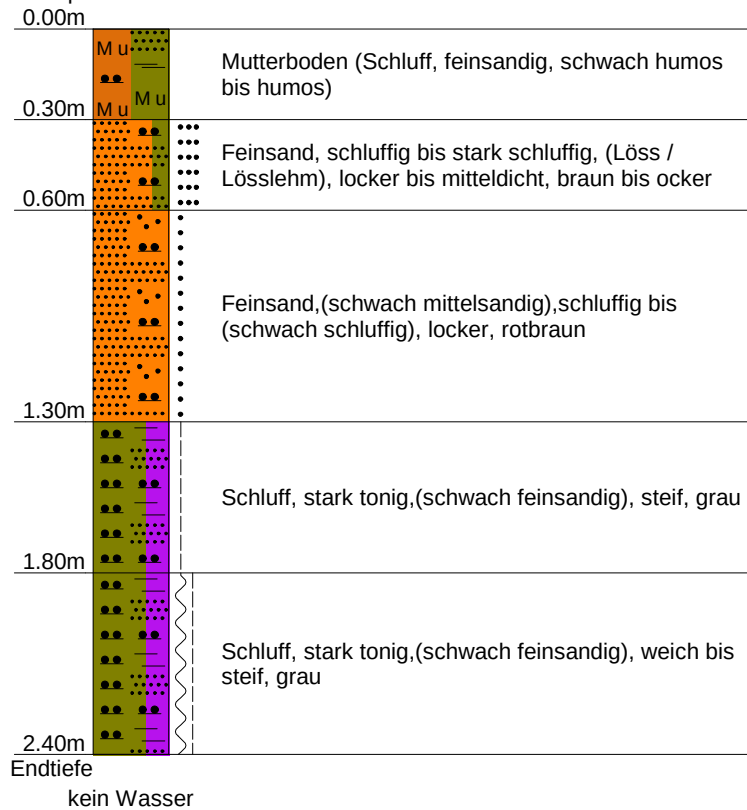
CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 25	Anlage : 3.1.7	

SCH 7

Ansatzpunkt: 409.32 mNN

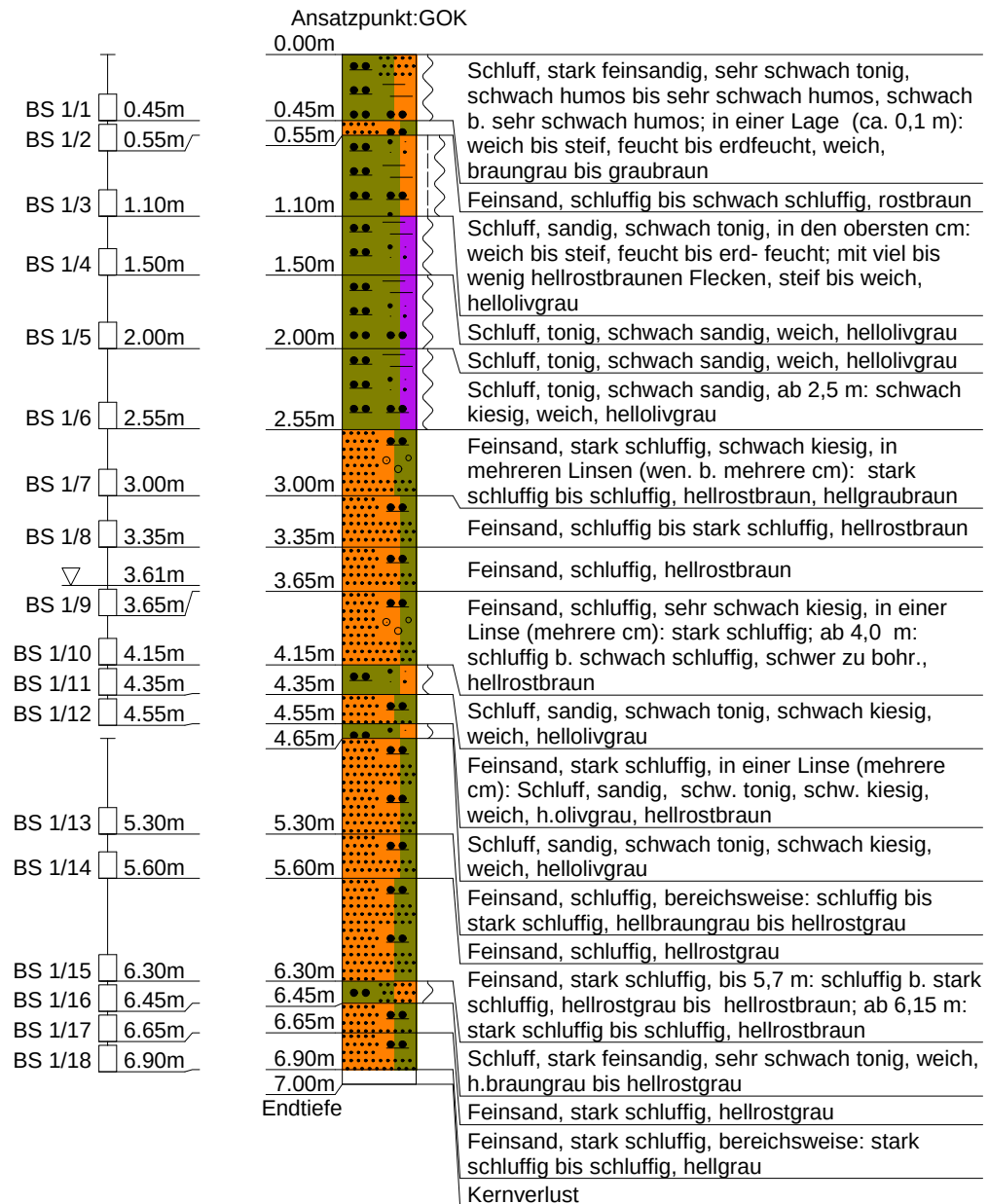
EP 1  1.00m

EP 2  2.20m



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.2	

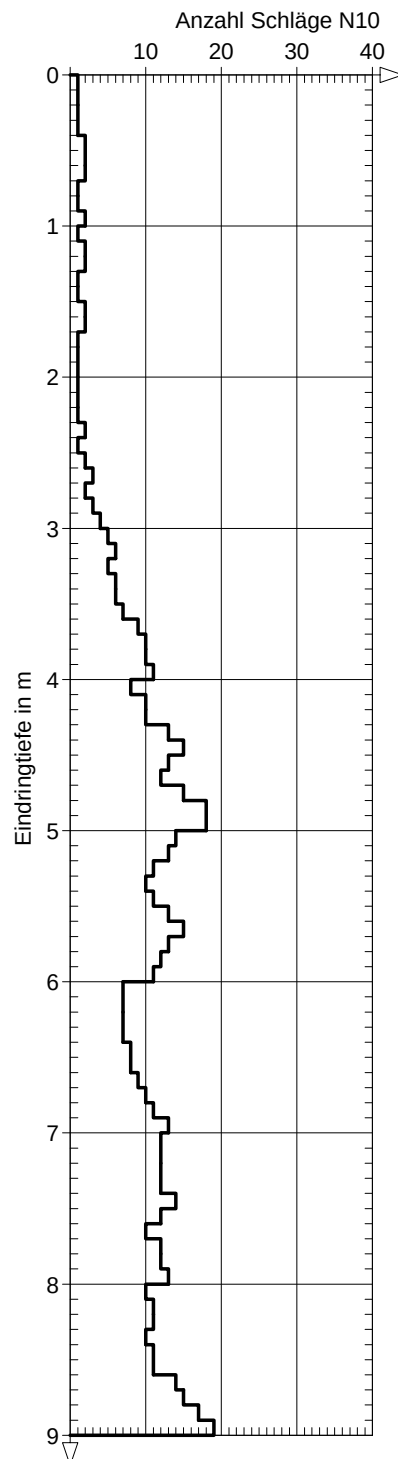
BS 1



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erw. Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage	: 3.3.1

DPH 1

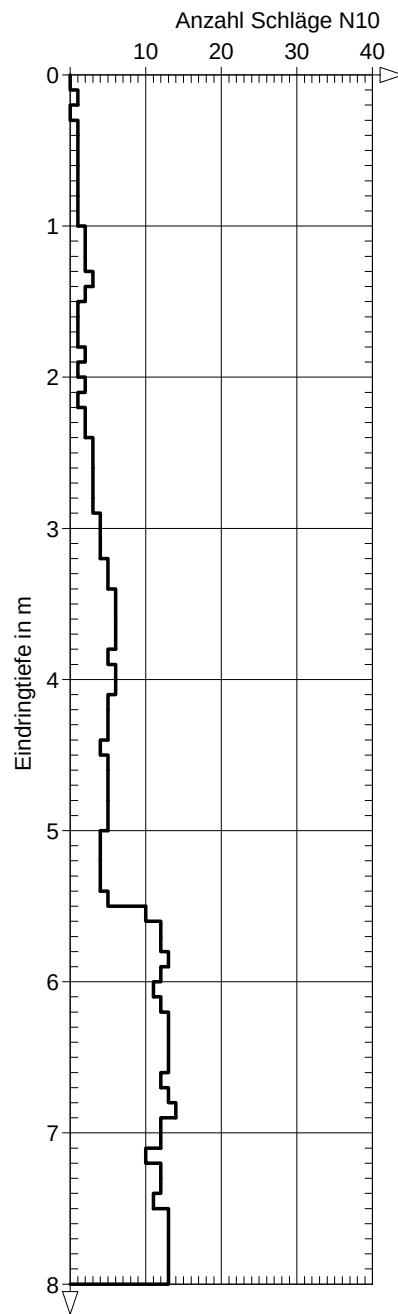
Ansatzpunkt: 409.34 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erw. Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.3.2	

DPH 2

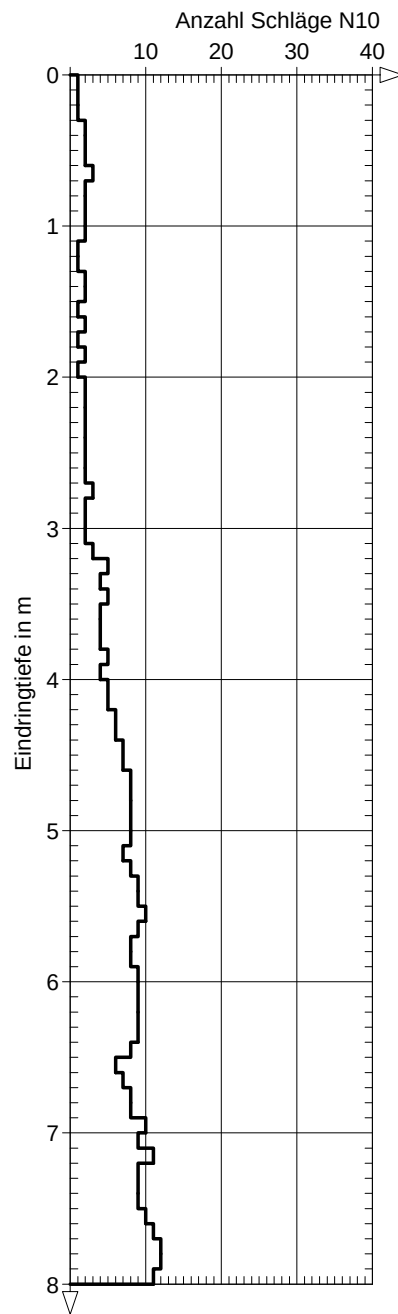
Ansatzpunkt: 409.14 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Erw. Gewerbegebiet Mayerhofen, Tittmoning		
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 215162		
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09.11.2021		
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage	: 3.3.3

DPH 3

Ansatzpunkt: 406.75 m NHN

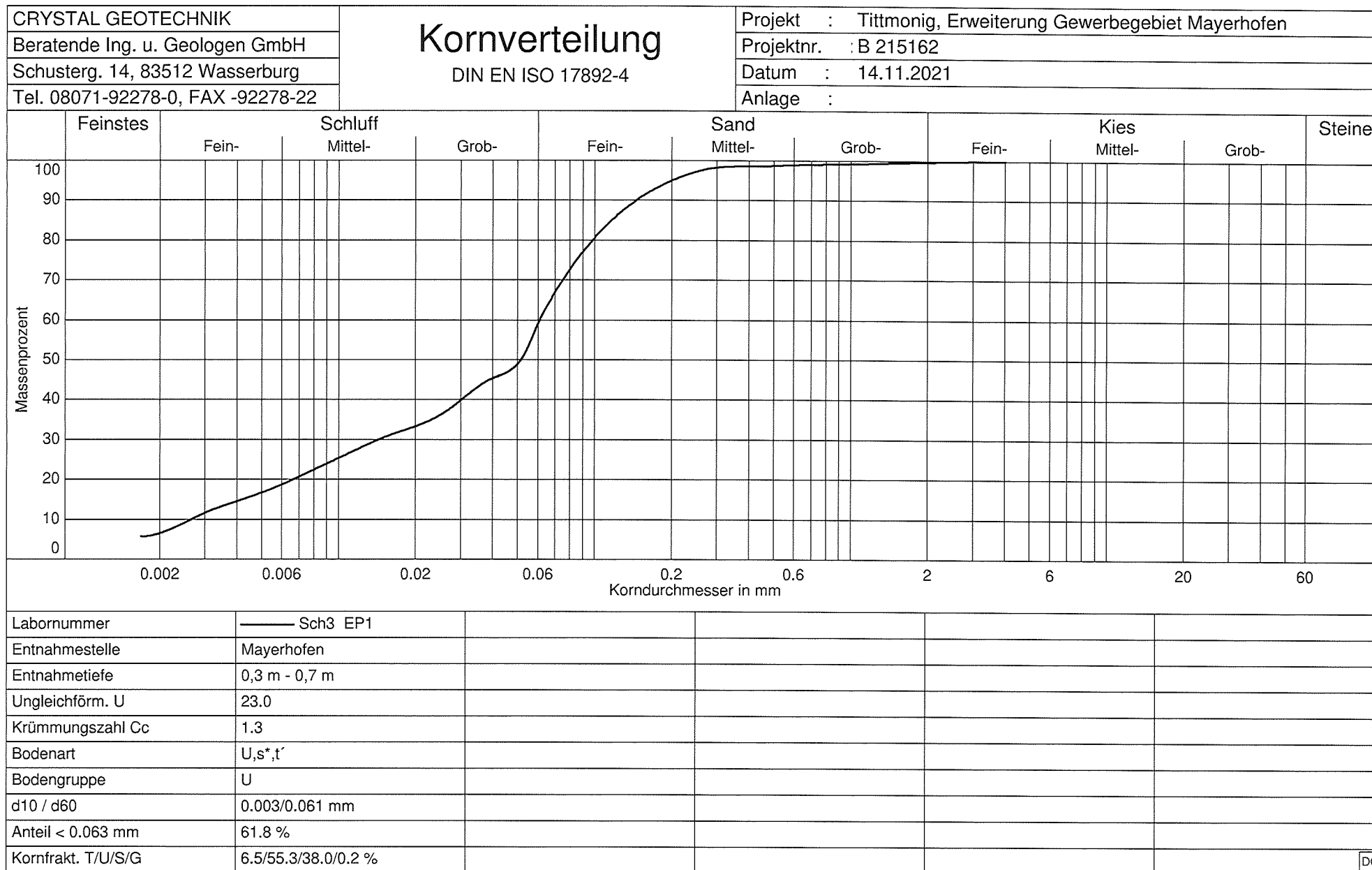


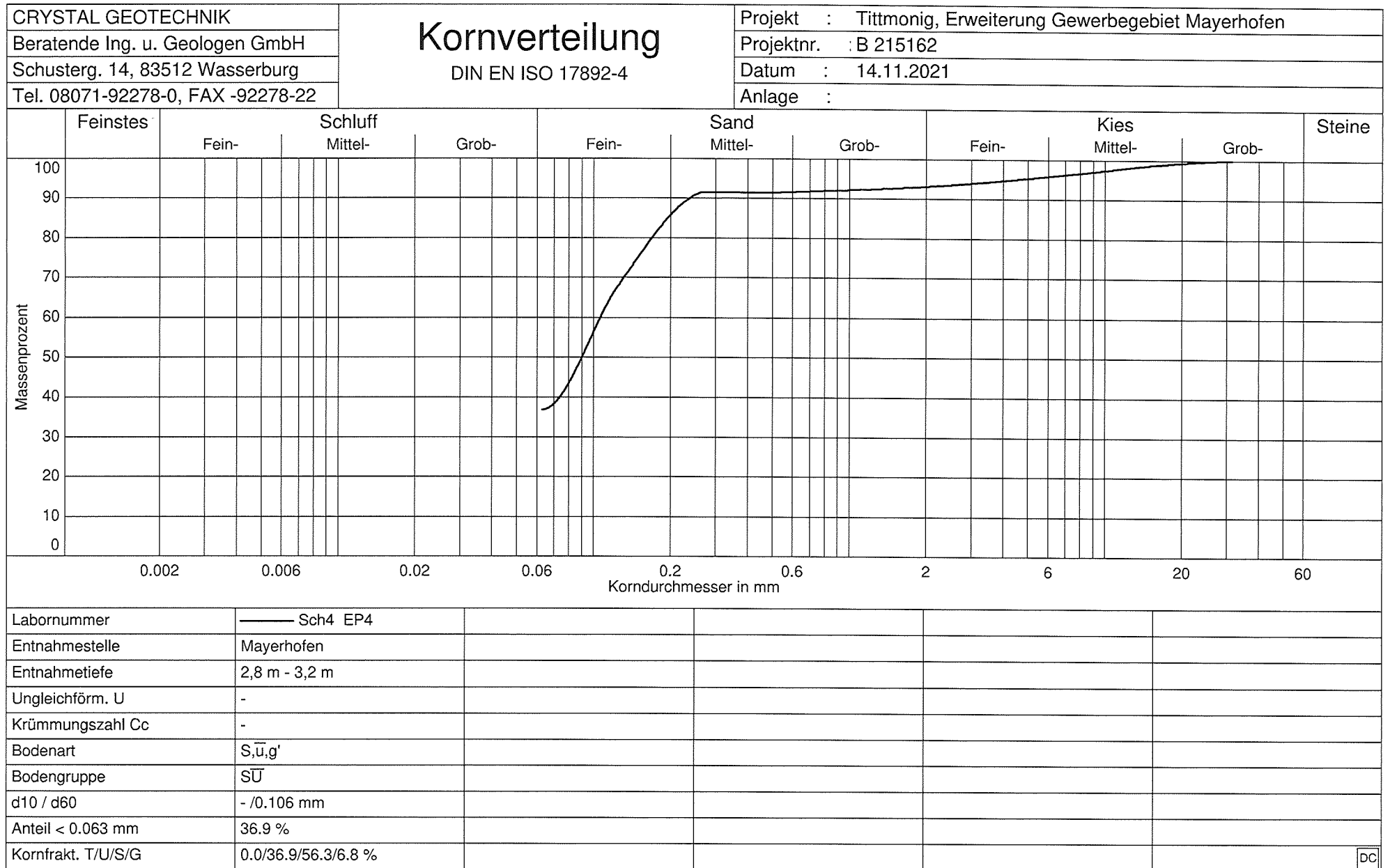
Anlage (4)

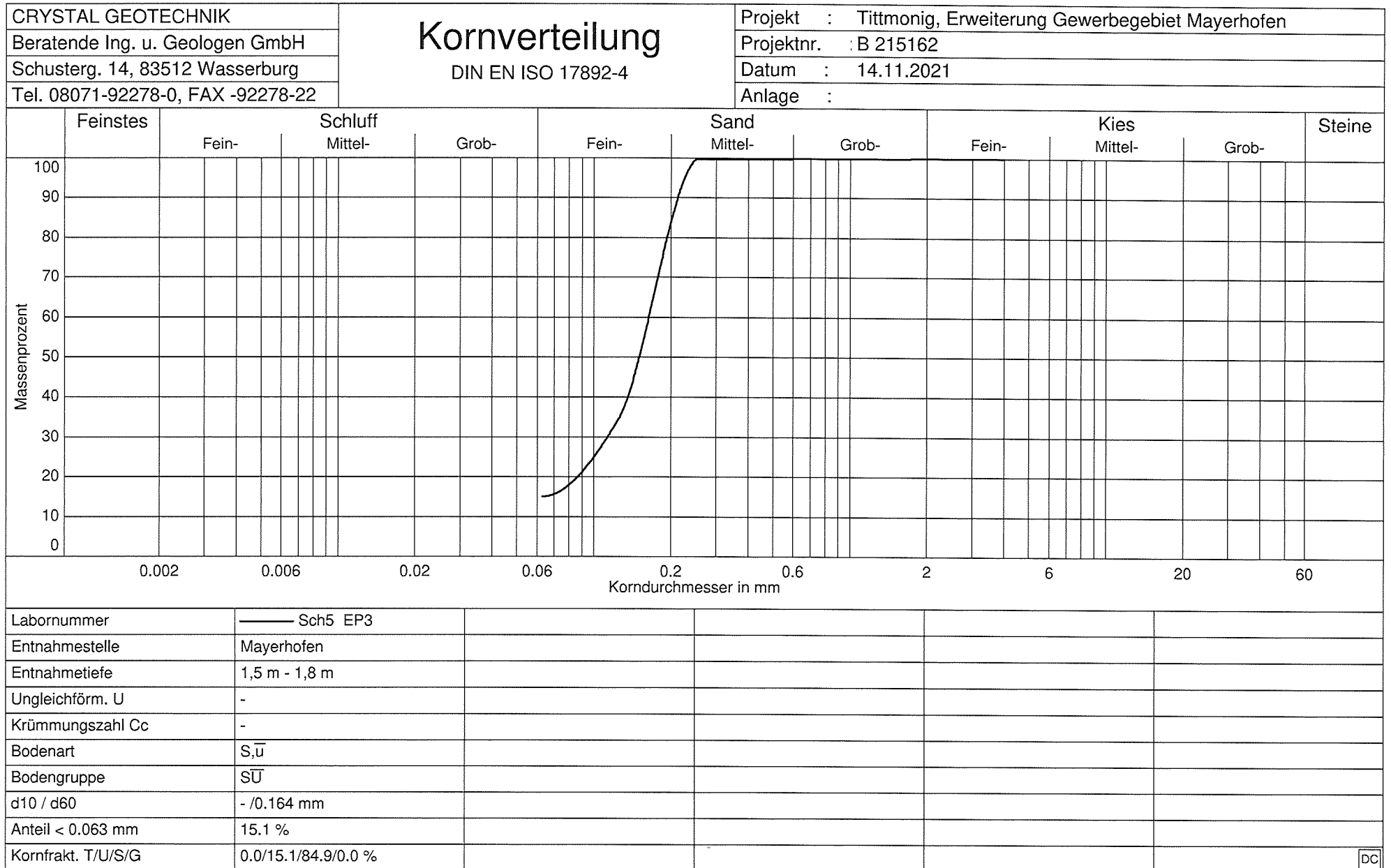
PROTOKOLLE DER BODENMECHANISCHEN LABORVERSUCHE

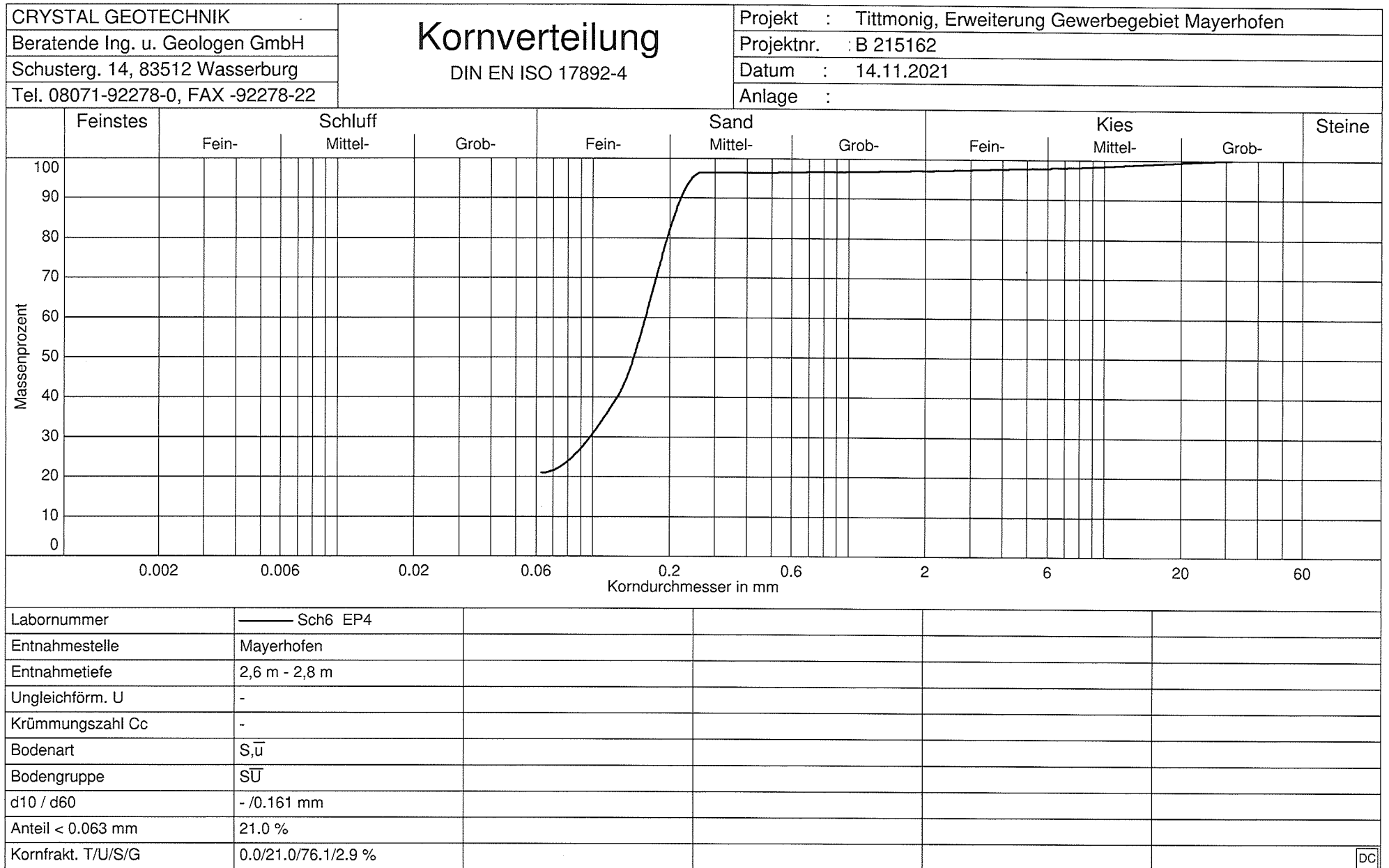
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung																-KP-Projektzusammenstellung					
																		Revision A - Stand 2019-12					
		Seite		Anlage																			
Projekt: Tittmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen												Auftraggeber: Stadt Tittmoning											
Projekt-Nr.: B 215162			Probenehmer: BI			Probenahme: 10.11.2021					Probeneingang: 10.11.2021					Bearbeite BI/LP							
Entnahmestelle Probenart 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 ρ_{Pr} / opt. Wasserg. w_{Pr}	Verdichtungsgrad	Glühverlust	kf-Wert	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch	Kalkgehalt CaCO ₃ / CaMg(CO ₃)
					$\varnothing < 0.002$ mm	$\varnothing 0.002 - 0.063$ mm	$\varnothing 0.063 - 2$ mm	$\varnothing 2 - 63$ mm	$\varnothing > 63$ mm	Wasserg. $\varnothing < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_P	Konsistenz	Feuchtdichte ρ	Trockendichte ρ_d							
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	%	[%]	[m/s]	[kPa]	[kPa]	[%]	
Sch1 2,30 m 2,80 m	EP4	Schluff,feinsandig tonig,schwach organisch quarzgrau	U,fs,t,o' UM/OU							38,1	42,0	31,9	10,1	0,39 sehr weich									
Sch2 0,40 m 0,80 m	EP1	Feinsandig,stark schluffig schwach tonig khakigrau	fS,u*,t'	21,2												1,62 20,3							
Sch3 0,30 m 0,70 m	EP1	Schluff,stark sandig schwach tonig beigegrau	U,s*,t'		6,4	55,4	38,0	0,2															
Sch3 1,80 m 2,20 m	EP3	Schluff,feinsandig tonig,schwach organsich quarzgrau	U,fs,t,o' UM/OU							34,8	42,3	29,0	13,3	0,56 weich									
Sch4 0,50 m 0,80 m	EP2	Schluff,feinsandig tonig beigegrau	U,fs,t	27,2												1,53 25,9							
Sch4 2,80 m 3,20 m	EP4	Sand,stark schluffig schwach kiesig quarzgrau	S,u*,g' SU*			36,9	56,3	6,8															

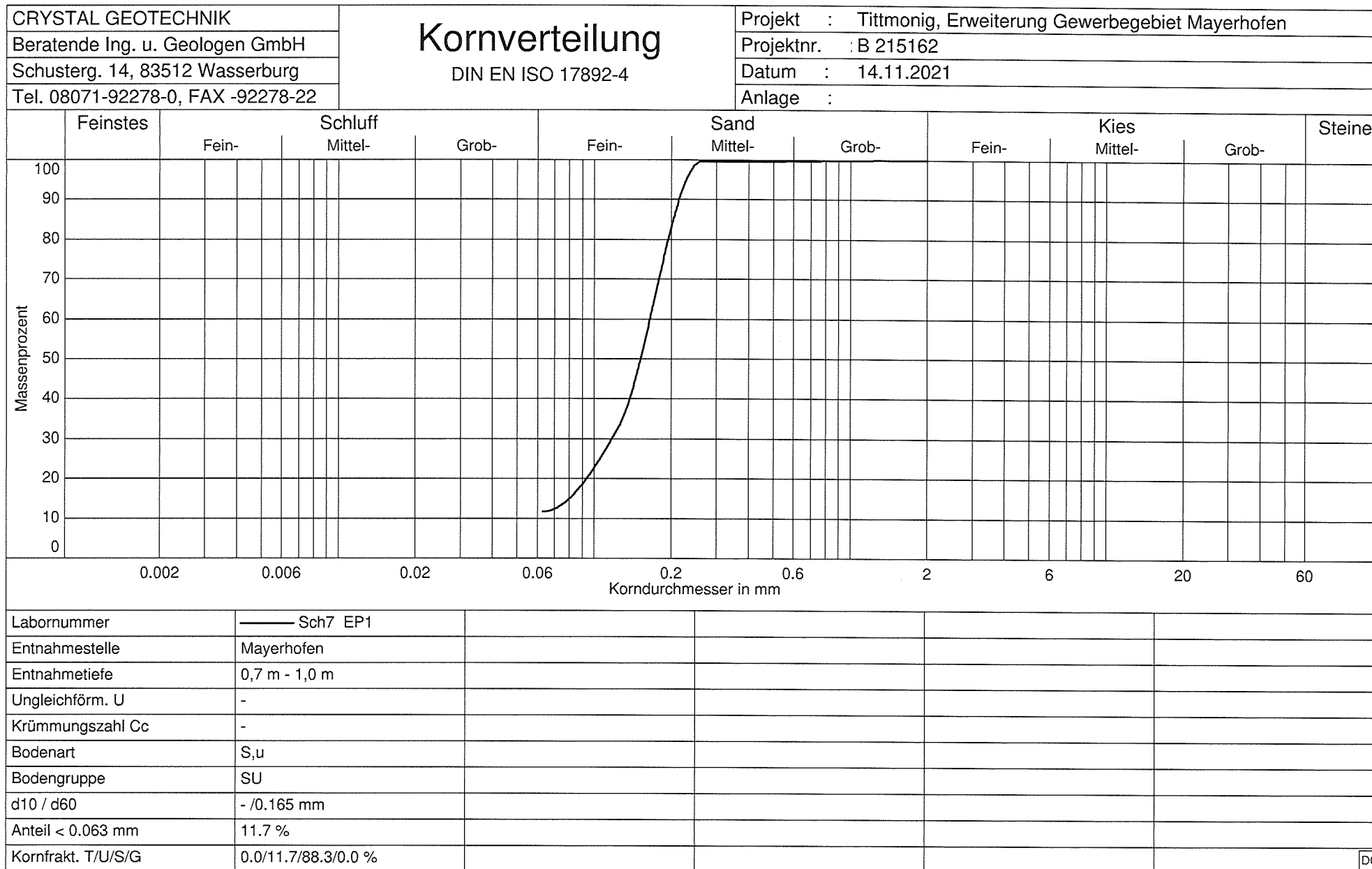
EXCEL-Auswertung		Projektzusammenstellung																	-KP-Projektzusammenstellung				
																			Revision A - Stand 2019-12				
		Seite		Anlage																			
Projekt: Tittmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen												Auftraggeber: Stadt Tittmoning											
Projekt-Nr.: B 215162			Probenehmer: BI			Probenahme: 10.11.2021					Probeneingang: 10.11.2021					Bearbeite BI/LP							
Entnahmestelle Probenart 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 ρ_{pr} / opt. Wasserg. w_{pr}	Verdichtungsgrad	Glühverlust	kf-Wert	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch	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 ρ	Trockendichte ρ_d							
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	%	[%]	[m/s]	[kPa]	[kPa]	[%]	
Sch5 0,30 m 0,60 m	EP1	Schluff,feinsandig schwach tonig beigegrau	U,fs,t' UL							24,7	28,8	24,1	4,7	0,87 steif									
Sch5 1,50 m 1,80 m	EP3	Sand,stark schluffig quarzgrau,lehmbraun	S,u* SU*			15,1	84,9	0,0															
Sch6 1,00 m 1,50 m	EP2	Schluff,tonig feinsandig schwach organisch quarzgrau,lehmbraun	U,t,fs,o' UM/OU							32,4	43,5	30,5	13,0	0,86 steif									
Sch6 2,60 m 2,80 m	EP4	Sand,stark schluffig schwach kiesig beigegrau	S,u*,g' SU*			21,0	76,1	12,9															
Sch7 0,70 m 1,00 m	EP1	Sand,schluffig blassbraun	S,u SU*			11,7	88,3	0,0															











EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN 18122-1:1997-07				EX-KP-DIN 18122-1-ZG		
					Revision A - Stand 2019-12		
					Anlage:		
Projekt: Timmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen							
Projekt-Nr.: B 215162				Auftraggeber:			
Probenbezeichnung: Sch1 EP4							
Entnahmestelle: Mayerhofen				entnommen am: 10.11.2021		durch: BI	
Entnahmetiefe: 2,3 m - 2,8 m				ausgeführt am: 12.11.2021		durch: LP	
Bodenart: U,fs,t,o'			Bemerkungen: Wassergehalt zunehmend natürlich				Waage: 1
Zustandsgrenzengerät:			Fließgrenze				Ausrollgrenze
Behälter-Nr.			22	16	7	10	30 41 33
Zahl der Schläge			40	32	23	16	
feuchte Probe + Behälter $m_1 + m_B$ [g]			23,02	23,24	23,52	23,55	16,08 15,88 15,81
trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]			18,03	17,89	17,72	17,48	13,24 13,10 13,02
Behälter m_B [g]			4,38	4,41	4,34	4,40	4,36 4,35 4,29
Wasser $m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ [g]			4,99	5,35	5,80	6,07	2,84 2,78 2,79
trockene Probe $m_d = (m_d + m_B) - m_B$ [g]			13,65	13,48	13,38	13,08	8,88 8,75 8,73
Wassergehalt $w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$ [%]			36,6	39,7	43,3	46,4	32,0 31,8 32,0

Schlagzahl

Wassergehalt w 38,1 %

Fließgrenze w_L 42,0 % Plastizitätszahl I_p 10,1 %

Ausrollgrenze w_p 31,9 % Konsistenzzahl I_c 0,39

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

Plastizitätszahl I_p

Zustandsform

halbsteif steif weich sehr weich breig flüssig

Bodengruppe: UM/OU

Projektleiter: BI

Fließgrenze [%]

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN 18122-1:1997-07				EX-KP-DIN 18122-1-ZG		
					Revision A - Stand 2019-12		
					Anlage:		
Projekt: Timmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen							
Projekt-Nr.: B 215162				Auftraggeber:			
Probenbezeichnung: Sch3 EP3							
Entnahmestelle: Mayerhofen				entnommen am: 10.11.2021		durch: BI	
Entnahmetiefe: 1,8 m - 2,2 m				ausgeführt am: 12.11.2021		durch: LP	
Bodenart: U,fs,t,o'			Bemerkungen: Wassergehalt zunehmend natürlich				Waage: 1
Zustandsgrenzengerät:			Fließgrenze				Ausrollgrenze
Behälter-Nr.			5	13	42	9	31 7 10
Zahl der Schläge			38	30	21	14	
feuchte Probe + Behälter $m_1 + m_B$ [g]			23,15	23,28	23,35	23,33	15,41 15,45 14,93
trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]			17,99	17,79	17,50	17,26	12,92 12,95 12,54
Behälter m_B [g]			4,42	4,35	4,38	4,38	4,30 4,39 4,28
Wasser $m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ [g]			5,16	5,49	5,85	6,07	2,49 2,50 2,39
trockene Probe $m_d = (m_d + m_B) - m_B$ [g]			13,57	13,44	13,12	12,88	8,62 8,56 8,26
Wassergehalt $w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$ [%]			38,0	40,8	44,6	47,1	28,9 29,2 28,9

Schlagzahl

Wassergehalt w 34,8 %

Fließgrenze w_L 42,3 % Plastizitätszahl I_p 13,3 %

Ausrollgrenze w_p 29,0 % Konsistenzzahl I_c 0,56

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

halbsteif steif weich sehr weich breig flüssig

1,25 1,00 0,75 0,50 0,25 0,00 -0,25

Zustandsform

Plastizitätszahl [%]

Fließgrenze [%]

Bodengruppe: UM/OU

Projektleiter: BI

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN 18122-1:1997-07				EX-KP-DIN 18122-1-ZG		
					Revision A - Stand 2019-12		
					Anlage:		
Projekt: Timmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen							
Projekt-Nr.: B 215162				Auftraggeber:			
Probenbezeichnung: Sch5 EP1							
Entnahmestelle: Mayerhofen				entnommen am: 10.11.2021		durch: BI	
Entnahmetiefe: 0,3 m - 0,6 m				ausgeführt am: 13.11.2021		durch: LP	
Bodenart: U _{fs,t'}			Bemerkungen: Wassergehalt zunehmend natürlich				Waage: 1
Zustandsgrenzengerät:			Fließgrenze				Ausrollgrenze
Behälter-Nr.			18	40	33	7	26 19 8
Zahl der Schläge			39	31	22	15	
feuchte Probe + Behälter $m_1 + m_B$ [g]			23,61	23,82	23,51	23,49	16,11 16,00 16,13
trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]			19,81	19,62	19,08	18,78	13,85 13,72 13,87
Behälter m_B [g]			4,40	4,33	4,30	4,48	4,39 4,36 4,44
Wasser $m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ [g]			3,80	4,20	4,43	4,71	2,26 2,28 2,26
trockene Probe $m_d = (m_d + m_B) - m_B$ [g]			15,41	15,29	14,78	14,30	9,46 9,36 9,43
Wassergehalt $w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$ [%]			24,7	27,5	30,0	32,9	23,9 24,4 24,0

Schlagzahl

Wassergehalt w 24,7 %

Fließgrenze w_L 28,8 % Plastizitätszahl I_p 4,7 %

Ausrollgrenze w_p 24,1 % Konsistenzzahl I_c 0,87

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)

Plastizitätsform

Bodengruppe: **UL**

Projektleiter: BI

Fließgrenze [%]

EXCEL-Auswertung	Fließ- und Ausrollgrenze nach Casagrande gemäß DIN 18122-1:1997-07				EX-KP-DIN 18122-1-ZG				
					Revision A - Stand 2019-12				
					Anlage:				
Projekt: Timmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen									
Projekt-Nr.: B 215162				Auftraggeber:					
Probenbezeichnung: Sch6 EP2									
Entnahmestelle: Mayerhofen				entnommen am: 10.11.2021		durch: BI			
Entnahmetiefe: 1,0 m - 1,5 m				ausgeführt am: 13.11.2021		durch: LP			
Bodenart: U,t,fs,o'			Bemerkungen: Wassergehalt zunehmend natürlich				Waage: 1		
Zustandsgrenzengerät:			Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.			18	40	33	7	9	41	13
Zahl der Schläge			40	30	21	13			
feuchte Probe + Behälter $m_1 + m_B$ [g]			23,14	23,25	23,33	23,75	18,25	18,53	17,96
trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]			17,90	17,64	17,40	17,38	15,01	15,23	14,80
Behälter m_B [g]			4,39	4,36	4,39	4,40	4,43	4,42	4,41
Wasser $m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ [g]			5,24	5,61	5,93	6,37	3,24	3,30	3,16
trockene Probe $m_d = (m_d + m_B) - m_B$ [g]			13,51	13,28	13,01	12,98	10,58	10,81	10,39
Wassergehalt $w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$ [%]			38,8	42,2	45,6	49,1	30,6	30,5	30,4

Schlagzahl

Wassergehalt w 32,4 %

Fließgrenze w_L 43,5 % Plastizitätszahl I_p 13,0 %

Ausrollgrenze w_P 30,5 % Konsistenzzahl I_c 0,86

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P)

Plastizitätszahl I_p

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P)

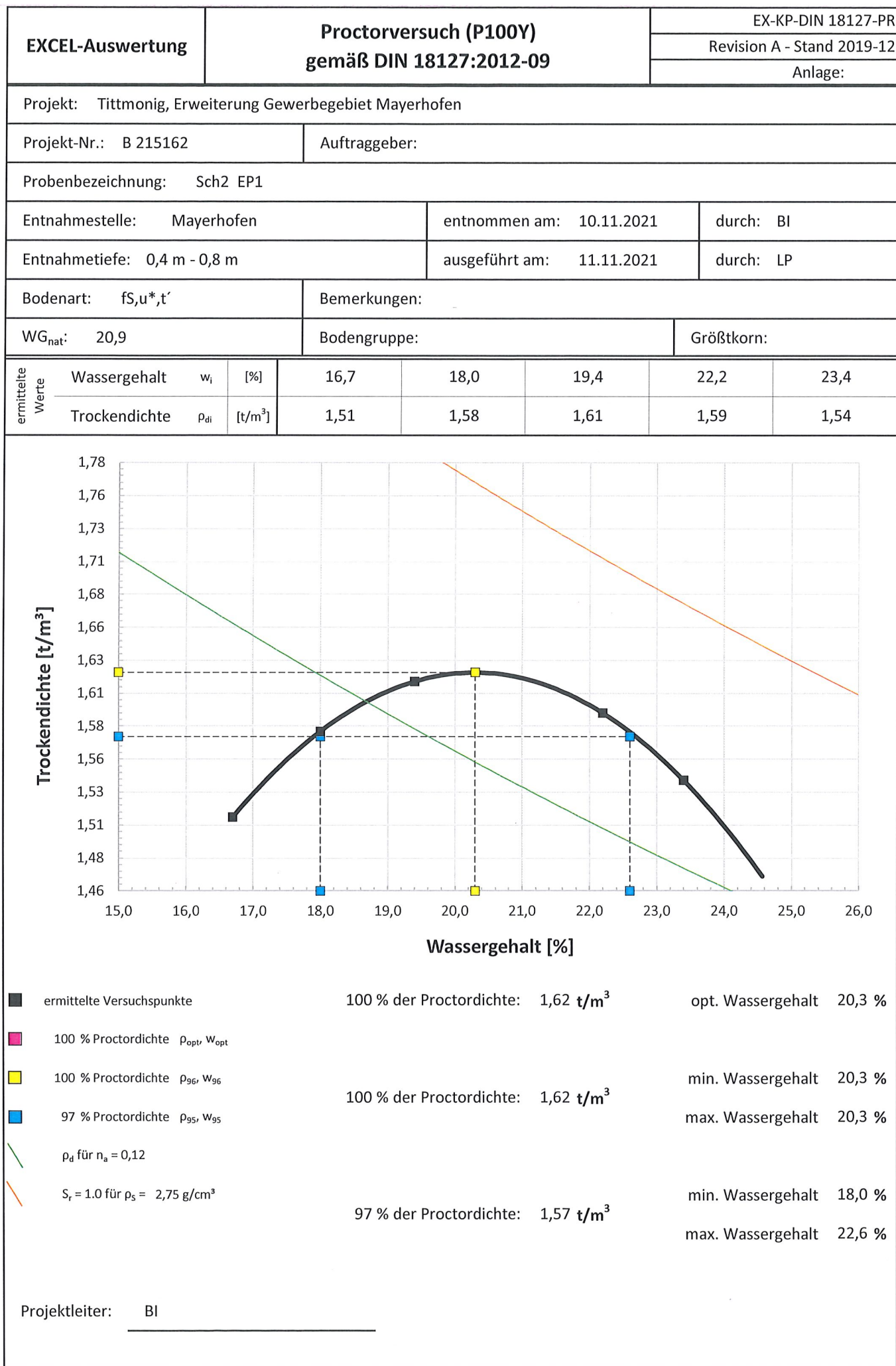
Plastizitätszahl I_p

Zustandsform

Bodengruppe: UM/OU

Projektleiter: BI

Fließgrenze [%]



EXCEL-Auswertung	Proctorversuch (P100Y) gemäß DIN 18127:2012-09		EX-KP-DIN 18127-PR	
			Revision A - Stand 2019-12	
			Anlage:	
Projekt: Tittmonig, Erweiterung Gewerbegebiet Mayerhofen				
Projekt-Nr.: B 215162		Auftraggeber:		
Probenbezeichnung: Sch4 EP2				
Entnahmestelle: Mayerhofen		entnommen am: 10.11.2021		durch: BI
Entnahmetiefe: 0,5 m - 0,8 m		ausgeführt am: 11.11.2021		durch: LP
Bodenart: U,fs ,t		Bemerkungen:		
WG _{nat} : 29,1		Bodengruppe:		Größtkorn:

ermittelte Werte	Wassergehalt	w _i	[%]	21,9	23,3	24,9	27,7	29,4
	Trockendichte	ρ _{di}	[t/m ³]	1,41	1,47	1,52	1,50	1,43

Trockendichte [t/m³]

Wassergehalt [%]

■ ermittelte Versuchspunkte	100 % der Proctordichte: 1,53 t/m ³	opt. Wassergehalt 25,9 %
■ 100 % Proctordichte ρ _{opt} , w _{opt}		
■ 100 % Proctordichte ρ ₉₆ , w ₉₆	100 % der Proctordichte: 1,53 t/m ³	min. Wassergehalt 25,9 %
■ 97 % Proctordichte ρ ₉₅ , w ₉₅		max. Wassergehalt 25,9 %
— ρ _d für n _a = 0,12		
— S _r = 1.0 für ρ _s = 2,65 g/cm ³	97 % der Proctordichte: 1,48 t/m ³	min. Wassergehalt 23,6 %
		max. Wassergehalt 28,1 %

Projektleiter: BI