

BAUGRUNDERKUNDUNG

GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME

BAUVORHABEN: Erschließung Baugebiet
„Schönblick Nord“, Grafing

AUFTRAGGEBER Stadt Grafing
Marktplatz 28
85567 Grafing

PLANUNG: Planungsverband
Äußerer Wirtschaftsraum München
Arnulfstraße 60
80335 München

DATUM: 21.12.2020

PROJEKT-NR.: B 205359

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
(stv. Niederlassungsleiter)

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | ALLGEMEINES | 4 |
| 1.1 | Bauvorhaben / Vorgang | 4 |
| 1.2 | Arbeitsunterlagen | 5 |
| 2 | FELDARBEITEN UND LABORVERSUCHE | 6 |
| 2.1 | Feldarbeiten - Aufschlüsse | 6 |
| 2.2 | Feldarbeiten - Absinkversuche | 7 |
| 2.3 | Bodenmechanische Laborversuche | 7 |
| 2.3.1 | Durchgeführte Laborversuche | 7 |
| 2.3.2 | Körnung der erkundeten Bodenmaterialien..... | 8 |
| 2.3.3 | Plastizitätseigenschaften der erkundeten Bodenarten | 8 |
| 2.3.4 | Verdichtbarkeit der erkundeten Bodenarten..... | 9 |
| 3 | BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE | 10 |
| 3.1 | Beschreibung der Untergrundsichtung | 10 |
| 3.1.1 | Oberboden (Homogenbereich O1)..... | 10 |
| 3.1.2 | Decklagen (Homogenbereich B1) | 11 |
| 3.1.3 | Rotlage (Homogenbereich B2) | 11 |
| 3.1.4 | Schmelzwasserschotter (Homogenbereich B3) | 12 |
| 3.1.5 | Beckenablagerungen (Homogenbereich B4) | 13 |
| 3.1.6 | Moräne (Homogenbereich B5)..... | 14 |
| 3.2 | Grundwasserverhältnisse | 15 |
| 4 | ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN | 17 |
| 4.1 | Bodenklassifizierung und Homogenbereiche | 17 |
| 4.2 | Charakteristische Bodenparameter..... | 18 |
| 5 | HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG..... | 19 |
| 5.1 | Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser | 19 |
| 5.2 | Tragfähigkeitsbewertung für Verkehrsflächen | 21 |
| 5.3 | Tragfähigkeitsbewertung zur Verlegung von Kanalleitungen..... | 22 |
| 5.4 | Erdbau/Baugrubenerstellung / Verbau / Wasserhaltung | 23 |
| 5.5 | Grabenrückverfüllung | 24 |
| 5.6 | Qualitative Bewertung der Bebaubarkeit..... | 25 |
| 6 | ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNG | 27 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | | |
|------------|--|----|
| Tab. (1.1) | Kennzeichnende Daten zum geplanten Neubaugebiet | 5 |
| Tab. (1.2) | Arbeitsunterlagen | 5 |
| Tab. (2.1) | Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse | 6 |
| Tab. (2.2) | Ergebnisse des Absinkversuches | 7 |
| Tab. (2.3) | Durchgeführte Laborversuche | 8 |
| Tab. (2.4) | Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien..... | 8 |
| Tab. (2.5) | Kennzeichnende Daten zur Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien | 9 |
| Tab. (2.6) | Verdichtbarkeit der erkundeten Bodenmaterialien | 9 |
| Tab. (4.1) | Bodenklassifizierung..... | 17 |
| Tab. (4.2) | Charakteristische Bodenparameter..... | 18 |
| Tab. (5.1) | Auswertung des Absinkversuches und Bemessungs- k_f -Werte..... | 20 |
| Tab. (5.2) | Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12 | 22 |

ANLAGENVERZEICHNIS

| | |
|--|------------|
| (1) Lagepläne | |
| (1.1) Übersichtslageplan | 1 : 25.000 |
| (1.2) Lageplan mit Aufschlusspunkten | 1 : 1.000 |
| (2) Geologische Schnitte mit Aufschlüssen | |
| (2.1) Geologischer Schnitt A-A' | 1 : 500/25 |
| (2.2) Geologischer Schnitt B-B' | 1 : 500/25 |
| (3) Schurfprofile | 1 : 25 |
| (4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche | |
| (5) Auswertung Absinkversuch | |

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Die Stadt Grafing beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes „Schönblick-Nord“ östlich von Grafing. Mit der Planung ist der Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München beauftragt. Die Lage des Baugebietes geht aus dem Übersichtslageplan der Anlage (1.1) hervor.

Unser Baugrundinstitut wurde mit der Erkundung und Begutachtung der Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Baugebietes beauftragt.

Zur Untergrunderkundung wurden sechs Baggerschürfe ausgeführt. In einem Schurf wurde ein Absinkversuch zur genaueren Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit vorgenommen. Östlich des geplanten Baugebietes befindet sich eine bestehende Grundwassermessstelle, die durch unser Baugrundinstitut im Auftrag der Stadt Grafing, im Zusammenhang mit einem anderen Projekt, errichtet wurde. Die Ergebnisse dieses Aufschlusses wurden vorliegend berücksichtigt und ebenfalls dokumentiert.

Aus den Schürfen wurden schichtbezogen Bodenproben entnommen. An ausgewählten Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor Indexversuche zur genaueren Klassifizierung der erkundeten Böden ausgeführt.

Die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten werden in vorliegendem Bericht dokumentiert und ausgewertet. Es erfolgt eine Beschreibung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse mit einer Zuordnung der erkundeten Böden zu Homogenbereichen und es werden die erforderlichen geotechnischen Planungsgrundlagen für erdstatische Bemessungen angegeben (Bodenklassen, charakteristische Bodenparameter). Es werden bautechnische Hinweise zur Planung und Bauausführung, insbesondere zur Gründung der Erschließungsstraße und Kanalleitung mit Empfehlungen zur Tragfähigkeitserhöhung, zu den Erdarbeiten bzw. zum Grabenaushub und Verbau sowie zur Wasserhaltung und zur Versickerung von Oberflächenwasser mit Angabe eines Bemessungs-kf-Wertes gegeben. Abschließend erfolgt die qualitative Bewertung der Bebaubarkeit.

Im Rahmen dieses Gutachtens werden bei den zeichnerischen Darstellungen und in den nachfolgenden Tabellen zur Benennung der Böden nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen

nach DIN 4023 verwendet. Zur Klassifizierung der erkundeten Bodenmaterialien im Sinne der DIN EN ISO 14688-2 werden die Bodengruppen nach DIN 18196 verwendet.

Die kennzeichnenden Daten zum geplanten Neubaugebiet sind in nachfolgender Tabelle (1.1) zusammengestellt.

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zum geplanten Neubaugebiet

| Baulicher Gesichtspunkt | Information |
|--------------------------------|--|
| Lage | Nördlich Siedlung „Am Berg“ |
| Flächenumfang | ca. 2.300 m ² |
| derzeitige Nutzung | landwirtschaftliche Grünland- und Ackerfläche |
| Länge der Erschließungsstraße | ca. 260 m |
| geplante Bebauung | 15 Parzellen mit Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern 2 bis 3- geschoßig |
| Geländehöhen/Geländeneigung | von ca. 543 m NN im Südwesten auf ca. 537 m NN im Norden leicht muldenförmig abfallend |

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 Bebauungsplan Nr. 84 (Vorentwurf) o.M. | Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München, 25.06.2020 |
| GEOLOGIE / UNTERGRUNDSCHICHTUNG | |
| digitale geologische Karte von Bayern, dGK 7937, Grafing b. München, M 1 : 25.000 | Landesamt für Umwelt, München, 2020 |
| Schurfarbeiten | Josef Grabmeier GmbH, Ebersberg, 24.09.2020 |
| Absinkversuch | Crystal Geotechnik GmbH, 24.09.2020 |
| Laboruntersuchungen | Crystal Geotechnik GmbH, Okt. 2020 |

2 FELDARBEITEN UND LABORVERSUCHE

2.1 Feldarbeiten - Aufschlüsse

Zur Erkundung der Untergrundsituation wurden am 24.09.2020 durch die Josef Grabmeier GmbH 6 Baggerschürfe mit Abschlusstiefen von bis zu 4,0 m unter GOK ausgeführt. Die Schurfarbeiten wurden durch einen Mitarbeiter unseres Institutes gesteuert und begleitet. Die Untergrundsichtung wurde aufgezeichnet, die Böden wurden unter bodenmechanischen Gesichtspunkten angesprochen und es wurden Bodenproben für bodenmechanische Laborversuche entnommen.

Die Lage der Aufschlüsse kann dem Lageplan der Anlage (1.2) entnommen werden. Anhand der Aufschlussprofile wurden zwei geologische Schnitte erarbeitet, die diesem Bericht in der Anlage (2) beigelegt ist. Die einzelnen Aufschlussprofile mit Details zur Bodenansprache und Probenahme sind in der Anlage (3) enthalten. In der nachfolgenden Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der Aufschlüsse zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse

| Aufschluss | Ansatzhöhe m NN | Aufschlusstiefe m | Oberkante besser tragfähiger Horizont | | Oberkante Beckenablagerungen | | Grundwasserspiegel am 26.04.2012 | |
|--------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------------|--------|------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| | | | m u. GOK | m NN | m u. GOK | m NN | m u. GOK | m NN |
| Baggerschürfe (SCH) | | | | | | | | |
| SCH 1 | 541,38 | 4,0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| SCH 2 | 541,24 | 4,0 | 2,7 | 538,54 | -- | -- | -- | -- |
| SCH 3 | 539,60 | 4,0 | 1,0 | 538,60 | -- | -- | 3,5 | 536,10 |
| SCH 4 | 538,69 | 3,8 | 0,9 | 537,79 | 3,70 | 534,99 | 2,6 | 536,09 |
| SCH 5 | 542,54 | 4,0 | 3,5 | 539,04 | -- | -- | -- | -- |
| SCH 6 | 539,28 | 3,5 | 0,5 | 538,78 | 3,00 | 536,28 | 2,3 | 536,98 |
| Rammkernbohrungen (alt) | | | | | | | | |
| GWM | 541,90 | 30,0 | 2,4 | 539,50 | 7,40 | 534,50 | 1,8 | 540,10 |

Der besser tragfähige Horizont stellt auch den Horizont mit günstigen Bedingungen für die Versickerung von Niederschlagswasser dar.

Die Aufschlussansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig auf örtliche Bezugspunkte eingemessen, wobei als Höhenbezugspunkt die Deckeloberkante des Kanalschachtes GRMK 3550 in der Straße „Schönblick“ herangezogen wurde, die im Kanalkatasterplan mit einer Höhe von

543,35 m NN angegeben ist. Dieser Höhenbezugspunkt ist im Lageplan der Anlage (1.2) gekennzeichnet.

2.2 Feldarbeiten - Absinkversuche

In den erkundeten Schmelzwasserschottern des Schurf SCH 3 wurde ein Absinkversuch ausgeführt.

Nach dem Erreichen der Versuchstiefe wurde der Baggerschurf zur angegebenen Tiefe mit Trinkwasser aufgefüllt. Das Absinken des Wasserspiegels wurde in vorgegebenen Zeitintervallen aufgezeichnet und dokumentiert. Die Daten zum Absinkversuch und dessen Auswertung können diesem Bericht in Anlage (5) entnommen werden.

Die kennzeichnenden Daten des ausgeführten Absinkversuches sind nachfolgend Tabelle (2.2) zusammengestellt.

Tab. (2.2) Ergebnisse des Absinkversuches

| Schurf/ Versuch | Tiefe der Versuchsstrecke von - bis m u. GOK | Stauhöhen- bereich H m u. GOK | mittlere Sickerleistung q l/s | Mittlerer Durch- lässigkeitbeiwert k_{fu} m/s |
|----------------------------|---|--|--|--|
| SCH 3 | 3,0-3,5 | 3,0-3,5 | 0,18 | 4,9 x 10 ⁻⁵ |

Die Festlegung des anwendbaren Bemessungswertes zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen erfolgt in Kapitel 5.

2.3 Bodenmechanische Laborversuche

2.3.1 Durchgeführte Laborversuche

In der nachfolgenden Tabelle (2.3) sind die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche zusammengestellt. Die detaillierten Laborprotokolle können der Anlage (4) entnommen werden.

Tab. (2.3) Durchgeführte Laborversuche

| Laborversuche | DIN-Norm | Anzahl |
|---|--------------------|--------|
| Bodenansprache | DIN EN ISO 14688-1 | 5 |
| Bodenansprache | DIN 18196 | 5 |
| Wassergehalt | DIN EN ISO 17892-1 | 5 |
| Korngrößenverteilung (Siebanalyse) | DIN EN ISO 17892-4 | 2 |
| Korngrößenverteilung (kombinierte Sieb-Schlämmanalyse) | DIN EN ISO 17892-4 | 1 |
| Zustandsgrenzen | DIN 18122, Teil 1 | 2 |
| Proctorversuche (Verdichtbarkeit) | DIN 18127 | 1 |

2.3.2 Körnung der erkundeten Bodenmaterialien

An insgesamt drei Materialproben wurde die Korngrößenverteilung mittels Nasssiebung bzw. kombinierter Siebschlämmanalyse 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 (2.4) zusammengestellt.

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

| Material/ Aufschluss/ Tiefe | Ton % | Körnungsfraction | | | Ungleich- förmigkeit --- | Bodenart DIN EN ISO 14688-1 |
|--|-------------------|------------------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | | Schluff % | Sand % | Kies % | | |
| ROTLAGE (Homogenbereich B2) | | | | | | |
| SCH 5 / 2,3 m | 7,7 | 19,6 | 31,5 | 40,9 | 619,0 | G,s*,u*,t' |
| SCHMELZWASSERSCHOTTER (Homogenbereich B3) | | | | | | |
| SCH 4 / 1,5 m | 3,5 ¹⁾ | | 26,0 | 70,5 | 25,5 | G,s |
| SCH 6 / 1,2 m | 4,4 ¹⁾ | | 19,0 | 76,6 | 24,6 | G,s |

¹⁾... Schluff- und Tonanteil < 0,063 mm zusammengenommen

2.3.3 Plastizitätseigenschaften der erkundeten Bodenarten

Zur Ermittlung der Plastizitätseigenschaften wurden an zwei Bodenproben die Zustandsgrenzen gem. DIN 18122 bestimmt. Die zugehörigen Laborprotokolle sind diesem Bericht in Anlage (4) beigelegt. Die kennzeichnenden Daten zu den Plastizitätseigenschaften und zum Wassergehalt der untersuchten Bodenproben können der nachfolgenden Tabelle (2.5) entnommen werden.

Tab. (2.5) Kennzeichnende Daten zur Plastizität der erkundeten Bodenmaterialien

| Material/ Aufschluss/ Tiefe | Wasser- gehalt % | Plastizitätskenngröße | | | Konsistenz I _c --- | Bodengruppe DIN 18196 |
|---|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | | w _L % | w _p % | I _p % | | |
| DECKLAGEN (Homogenbereich B1) | | | | | | |
| SCH 5 / 1,5 m | 18,3 | 32,3 | 14,0 | 18,3 | 0,77 (weich-steif) | TL |
| BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B4) | | | | | | |
| SCH 6 / 3,5 m | 24,8 | 56,2 | 18,0 | 38,2 | 0,82 (steif) | TA |

2.3.4 Verdichtbarkeit der erkundeten Bodenarten

Zur Bestimmung der Verdichtbarkeit der erkundeten Decklagen wurde an einer Bodenprobe ein Proctorversuch nach DIN 18127 ausgeführt. Das zugehörige Laborprotokoll ist diesem Bericht in Anlage (4) beigelegt. Die kennzeichnenden Daten zur Verdichtbarkeit der untersuchten Bodenprobe können der nachfolgenden Tabelle (2.6) entnommen werden.

Tab. (2.6) Verdichtbarkeit der erkundeten Bodenmaterialien

| Probenbe- zeichnung Tiefe | Wasser- gehalt w % | Verdichtungskenngrößen | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| | | ρ_{opt} g/cm ³ | W _{opt} % | ρ_{opt} g/cm ³ | W _{97,u} % | W _{97,o} % |
| DECKLAGEN (Homogenbereich B1) | | | | | | |
| SCH 5 / 1,5m | 17,0 | 1,88 | 16,7 | 1,82 | 14,3 | 19,1 |

Dementsprechend liegt der natürliche Wassergehalt der Bodenprobe knapp oberhalb des optimalen Wassergehaltes, aber in einem Bereich, der eine Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97\%$ zulässt. Bei der Feststellung der Konsistenzgrenzen ergab sich für die untersuchte Bodenprobe steife Konsistenz. Überwiegend liegen die oberflächennahen Böden der Rotlage und der Decklagen in weich-steifer Konsistenz vor, sodass meist unzureichende Verdichtbarkeit abzuleiten ist.

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Beschreibung der Untergrundschichtung

Die, mit den Baggerschürfen erkundete Bodenschichtung ist in den geologischen Schnitten der Anlage (2) dargestellt. Wie daraus ersichtlich ist, wurden im Bereich des Baugebietes unter einer 0,25 - 0,5 m starken Oberbodenschicht Decklagen und Rotlageböden mit stark variierender Schichtstärke erkundet, die meist Stärken zwischen 0,9 und 3,2 m zeigten. Bereichsweise standen unter dem Oberboden auch die Schmelzwasserschotter direkt an. In Teilbereichen wurden unter einer geringmächtigen Überdeckung aus Decklagen auch Beckenablagerungen erkundet.

Mit Ausnahme des Schurfes SCH 1 wurden im Untersuchungsgebiet die genannten Schmelzwasserschotter bis zu einer Tiefe von 3 m und tiefer erkundet.

Darunter wurden Beckenablagerungen und Moräneablagerungen festgestellt. Die Beckenablagerungen und Moräneablagerungen wurden mit einigen Schürfen bis zur Endtiefe der Aufschlüsse nicht angetroffen.

Es ist davon auszugehen, dass die Schmelzwasserschotter eine stark bewegte Oberfläche aufweisen und Verzahnungen mit den Moräneablagerungen, Beckenablagerungen und Rotlageböden auch kleinräumig vorhanden sind.

Die Untergrundverhältnisse sind insgesamt als wechselhaft zu bewerten.

Die erkundeten Böden werden nachfolgend näher beschrieben und Homogenbereichen nach VOB/C zugeordnet.

3.1.1 Oberboden (Homogenbereich O1)

Als oberste Bodenschicht wurde Mutterboden angetroffen, wie er in landwirtschaftlich genutzten Flächen zu erwarten ist.

Oberboden ist für bautechnische Zwecke ungeeignet und dementsprechend zu Beginn von Baumaßnahmen abzuschleifen und für eine spätere Wiederandeckung seitlich zu lagern oder entsprechend abzufahren.

3.1.2 Decklagen (Homogenbereich B1)

Die erkundeten Decklagen bestehen überwiegend aus wechselnd sandigen Schluffen, die unter bodenmechanischen Gesichtspunkten als sandige bis stark sandige Schluffe anzusprechen waren. Sie zeigen teilweise schwach kiesige und schwach organische, vereinzelt auch schwach steinige und tonige Nebenbestandteile. Die Konsistenz der Decklagen wurde mit weich bis steif bewertet. Teilweise lagen diese auch in steifer Konsistenz vor.

Bewertung:

Die Tragfähigkeit und Standfestigkeit der Böden dieses Homogenbereiches wird als gering bis mittel bewertet. Sie zeigen teilweise mittlere, meist hohe Kompressibilität und hohe Wasserempfindlichkeit bzw. Fließempfindlichkeit. Sie sind stark wasserempfindlich und stark frostepfindlich (Forstempfindlichkeitsklasse F3).

Im erdbaulichen Betrieb sind sie mittelschwer lösbar. Für den qualifizierten Erdbau sind sie bedingt geeignet. Ihre Verdichtbarkeit ist stark vom Wassergehalt abhängig und kann aufgrund ihrer hohen Wasserempfindlichkeit bei geringen Wassergehaltsänderungen deutlich schwanken. Überwiegend und bei günstigen Witterungseinflüssen sind die Böden der Decklagen für übliche Verdichtungsanforderung im Erdbau hinreichend geeignet. Zur Gründung von Schächten und Kanalleitungen sind sie gut bis bedingt geeignet. Zur Gründung von Bauwerken sind sie bedingt geeignet. Als Straßenunterbau sind sie ebenfalls insgesamt bedingt geeignet. Für die Versickerung sind sie nicht geeignet. Ihre Bohrbarkeit und Rammpbarkeit wird als leicht bewertet.

3.1.3 Rotlage (Homogenbereich B2)

Die Böden dieses Homogenbereichs setzen sich überwiegend aus unterschiedlich stark verwitterten Schmelzwasserschottern und natürlich umgelagerten Böden zusammen. Es handelt sich um Kies-Schluff-Gemische mit wechselnden Anteilen aus Kies und Schluff. Unter bodenmechanischen Gesichtspunkten sind die Böden dieses Homogenbereiches als schwach sandige bis sandige, schwach kiesige bis stark kiesige Schluffe mit teilweise schwach organischen, teilweise schwach tonigen bis tonigen Nebenbestandteilen anzusprechen. Ferner wurden sandige bis stark sandige, schluffige bis stark schluffige Kiese erkundet. Die Böden dieses Homogenbereiches zeigen bei bindiger Charakteristik weiche bis steife Konsistenz. Bei geringen Feinkornanteilen zeigen sie lockere bis mitteldichte Lagerung.

Bewertung:

Je nach Kiesanteil und Konsistenz zeigen diese Böden geringe bis mittlere Tragfähigkeit und Standfestigkeit bzw. Kompressibilität. Ihre Wasserempfindlichkeit ist als hoch bis sehr hoch zu bewerten und sie sind stark fließempfindlich. Sie sind mittel bis stark frostempfindlich und den Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 zuzuordnen. Sie zeigen geringe bis mittlere Wasserdurchlässigkeit. Im erdbaulichen Betrieb sind sie mittelschwer lösbar. Bei stärkeren und umfangreicheren Grobeinlagern können gewisse Erschwernisse beim Erdbau nicht völlig ausgeschlossen werden, wobei vorliegend keine Hinweise auf maßgebliche Stein- oder Blockanteile festgestellt wurden.

Zur Gründung von Kanälen und Leitungen sind sie insgesamt bedingt geeignet. Auch für den Straßenbau und die Gründung von Bauwerken sind sie als bedingt geeignet zu bewerten. Für die Versickerung sind sie nicht geeignet.

Ihre Bohrbarkeit und Rammbarkeit wird als leicht bis mittelschwer bewertet.

3.1.4 Schmelzwasserschotter (Homogenbereich B3)

Die Schmelzwasserschotter zeigten sich als wechselnd sandige Kiese und waren unter bodenmechanischen Gesichtspunkten als sandige bis stark sandige Kiese mit teilweise schwach schluffigen Nebenbestandteilen anzusprechen. Bereichsweise waren Schlufflinsen in die Schmelzwasserschotter eingelagert. Mit den Baggerschürfen wurden innerhalb der Schmelzwasserschotter bereichsweise schwach steinige Nebenbestandteile mit Korngrößen von bis zu 200 mm angetroffen. In der Grundwassermessstelle GWM6 im Osten des Untersuchungsgebietes zeigten sich auch Hinweise auf größere Grobeinlagerungen. Insgesamt wird der Steinanteil auf 5% bis örtlich 10 % abgeschätzt.

Die Lagerungsdichte der Schmelzwasserschotter wird überwiegend als mitteldicht eingeschätzt. Bereichsweise zeigten sie sich eher locker bzw. dicht gelagert.

Bewertung:

Die Tragfähigkeit der Schmelzwasserschotter wird als hoch, bei geringer Kompressibilität und geringer bis mittlerer Standfestigkeit bewertet. Sie zeigen geringe Wasserempfindlichkeit, mittlere bis hohe Fließempfindlichkeit und mittlere bis hohe Wasserdurchlässigkeit. Je nach Feinkornanteil sind sie nicht bis gering frostempfindlich und damit den Frostempfindlichkeitsklassen F1 und F2 zuzuordnen.

Im erdbaulichen Betrieb sind sie leicht lösbar. Umfangreichere Grobeinlagerungen können, je nach Größe und Verteilung, auch zu Erschwernissen führen. Vorliegend wurden jedoch keine Hinweise auf derartige Größen und Verteilungen festgestellt.

Für den qualifizierten Erdbau sind die Böden der Schmelzwasserschotter gut geeignet. Eingelagerte Schlufflinsen können die Verdichtbarkeit jedoch nachteilig beeinflussen. Eine Separation von Schlufflinsen ist erfahrungsgemäß nicht vollständig möglich.

Für die Gründung von Kanälen und Leitungen sind die Schmelzwasserschotter gut geeignet. Ebenso sind sie für die Gründung von Bauwerken, als Straßenunterbau und für die Versickerung gut geeignet. Ihre Bohrbarkeit mit leistungsfähigen Drehbohranlagen wird als leicht, ihre Rammbarkeit, je nach Lagerungsdichte und Verteilung von Grobeinlagerungen, als mittel-schwer bis schwer bewertet.

3.1.5 Beckenablagerungen (Homogenbereich B4)

Im Untersuchungsgebiet wurden Beckenablagerungen in Form von ausgeprägt plastischen schluffigen Tonen und tonigen, schwach sandigen Schluffen mit teilweise schwach kiesigen bis kiesigen Nebenbestandteilen erkundet. Eingelagerte Sandlinsen und Sandbänder sind vorhanden, die dann als schluffige bis stark schluffige Sande anzusprechen waren. Die Beckenablagerungen zeigen sich teilweise feingeschichtet. Ihre Konsistenz ist im Oberen eher als weich bis steif, im Unteren überwiegend als steif festzustellen.

Bewertung:

Die Beckenablagerungen zeigen geringe Tragfähigkeit bei hoher Kompressibilität und mittlerer Standfestigkeit. Sie zeigen eine gewisse Strukturempfindlichkeit und sind entsprechend empfindlich bei Erschütterungen und mechanischen Beanspruchungen. Ihre Wasserempfindlichkeit wird als mittel bis gering bewertet und ihre Fließempfindlichkeit als mittel bis hoch, für sandige Einschaltungen, eingestuft. Überwiegend sind die Beckenablagerungen mittel, teilweise stark, frostepfindlich und deshalb den Frostepfindlichkeitsklassen F2 und F3 zuzuordnen. Ihre Wasserdurchlässigkeit ist als gering bis sehr gering zu bewerten.

Im erdbaulichen Betrieb sind sie mittelschwer bis schwer lösbar. Es kommt zu Erschwernissen beim Lösen, Laden und beim Transport wegen ihrer stark kohäsiven Eigenschaften und großer Stückigkeit. Für den qualifizierten Erdbau sind sie in weicher bis steifer Konsistenz nur einge-

schränkt nach Anpassung ihres Wassergehaltes und ggf. Zerkleinerung geeignet. Zur Gründung von Kanälen und Leitungen sind sie bedingt geeignet. Für die Gründung von Bauwerken sind sie ebenfalls bedingt bis eingeschränkt geeignet. Als Straßenunterbau sind sie bedingt geeignet, für die Versickerung sind sie nicht geeignet. Ihre Bohrbarkeit mit Drehbohranlagen und ihre Rammbarkeit wird als mittelschwer bewertet. Erschwernisse entstehen durch Mantelreibungseffekte, vor allem nach Stillstandszeiten durch Anwachsen des Rammgutes und von Verrohrungen. Bei Bohrarbeiten entstehen auch Erschwernisse beim Entleeren der Bohrwerkzeuge.

3.1.6 Moräne (Homogenbereich B5)

Im Bereich der Grundwassermessstelle GWM 6, östlich des Untersuchungsgebietes wurden unter den Schmelzwasserschottern Moräneablagerungen erkundet, die sich auch mit den Beckenablagerungen verzahnen können, die mit den Schürfen SCH 4 und Schurf Sch 6 erkundet wurden.

Es handelt sich hierbei um Schluff-Kies-Gemische mit wechselnden Schluff- und Kiesanteilen. Unter bodenmechanischen Gesichtspunkten waren die Moräneablagerungen als stark kiesige, sandige Schluffe anzusprechen. Derzeit wird von \geq steifer Konsistenz ausgegangen. Im Bereich von Schichtwasserbildungen können auch natürliche Aufweichungen vorhanden sein, die zur breiiger bis weicher Konsistenz führen.

Erfahrungsgemäß sind entstehungsgeschichtlich innerhalb von Moräneablagerungen auch umfangreichere Grobeinlagerungen in Stein- und Blockgröße möglich. Der Steinanteil bis 300 mm Kantenlänge wird bei bis zu 15 % abgeschätzt. Der Blockanteil bis zu einer Kantenlänge von 60 cm kann 10 % erreichen. Erratisch können auch Findlinge mit mehreren Kubikmetern Größe in der Moräne vorhanden sein.

Bewertung

Die Böden dieses Homogenbereiches sind mittel tragfähig und mittel kompressibel. Ihre Standfestigkeit ist als mittel, teils als gering (bei Aufweichungen) zu bewerten. Sie sind stark wasserempfindlich und stark frostempfindlich. Sie sind entsprechend der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen, mittel bis stark fließempfindlich und zeigen eine geringe bis mittlere Durchlässigkeit.

Im erdbaulichen Betrieb führen Grobeinlagerungen, je nach Größe und Verteilung, zu entsprechenden Erschwernissen. Für den qualifizierten Erdbau sind die Moräneablagerungen nur bei günstigem Wassergehalt wiederverwendbar, wobei, je nach Einsatzzweck, Grobeinlagerungen auszusortieren sind. Zur Auflagerung von Kanalschächten und Leitungen sind Grobeinlagerungen zu beachten, die gegebenenfalls zu Punktlagerungen führen, woraus sich eine bedingte Eignung ergibt. Zur Gründung von Baulichkeiten sind die Moräneablagerungen insgesamt bedingt bis gut geeignet.

Die Rammpbarkeit der Moräneablagerungen wird als mittelschwer bis schwer bewertet. Ihre Bohrbarkeit als mittelschwer für leistungsfähige Drehbohranlagen. Grobeinlagerungen führen, je nach Größe und Verteilung, zu Erschwernissen bei Rammarbeiten und Bohrarbeiten.

3.2 Grundwasserverhältnisse

Mit den Baggerschürfen SCH 3 und SCH 4 wurde ein zusammenhängender Grundwasserspiegel erkundet. Auch mit Schurf Sch 6 wurden Schichtwasserzutritte in einer Tiefe von 2,3 m unter GOK festgestellt, die auf Grundwassereinfluss hindeuten. Die erkundeten Wasserspiegel sind in Tabelle (2.1) eingetragen.

Mit der Grundwassermessstelle GWM 6 wurde ein hochliegender Grundwasserspiegel erkundet, der mit hoher Wahrscheinlichkeit in Verbindung zum Wasserspiegel im Untersuchungsgebiet liegt. Insgesamt sind die Wasserspiegel stark abhängig von der Höhenlage und Morphologie der unterlagerten, gering durchlässigen Böden unterhalb der Schmelzwasserschotter.

Derzeit ist davon auszugehen, dass eine generelle Grundwasserfließrichtung von Ost nach West vorliegt, die im Weiteren nach Süden hin, je nach weiterem Verlauf und Morphologie der Sohle der Schmelzwasserschotter, abgeleitet wird.

Die Schmelzwasserschotter stellen den örtlichen Grundwasserleiter dar, für den Grundwasserschwankungsbereiche von ca. 1,5 m abgeschätzt werden. Zum Zeitpunkt der Erkundungen dürften in etwa mittlere Grundwasserstände vorgelegen haben. Dementsprechend ist mit Wasserständen zu rechnen, die inklusive eines Sicherheitszuschlages rund 1,3 m oberhalb des erkundeten Wasserspiegels liegen. Damit ergeben sich, je nach Geländeoberkante, höchste Grundwasserstände zwischen 1 m und 2 m unter GOK.

Insbesondere innerhalb der Rotlage können auch Schichtwasserbildungen oberhalb des eigentlichen Grundwasserspiegels auftreten, wenn stärker durchlässige Böden stauenden Schichten aufliegen. Schichtwasser ist häufig abhängig von der hydrologischen Situation.

Nach länger anhaltenden oder stärkeren Niederschlägen kann sich Schichtwasser bilden oder bestehende Schichtwasseraustritte können sich verstärken. Nach längerer Trockenheit können Schichtwasserbildungen auch versiegen. Dementsprechend können auch höhere maßgebende Wasserspiegel, vor allem in höheren Geländebereichen, maßgebend werden.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Die im Bereich des Baugebietes relevanten Bodenarten wurden in den vorangegangenen Abschnitten hinsichtlich des Vorkommens, der Zusammensetzung und der Eigenschaften beschrieben. Die Untergrundsichtung ist in den geologischen Schnitten der Anlage (2) dargestellt. Bezugnehmend auf die obigen Informationen werden Homogenbereiche nach VOB/C beschrieben und die Klassifizierungen der Materialien entsprechend der DIN 18196 nach grundbaulichen Gesichtspunkten, entsprechend der DIN 18300 nach erdbautechnischen Gesichtspunkten und entsprechend der DIN 18301 nach bohrtechnischen Gesichtspunkten in nachfolgender Tabelle (4.1) zusammengestellt.

Tab. (4.1) **Bodenklassifizierung**

| Schicht / Material | Bodenart DIN EN ISO 14688-1 | Bodengruppe DIN 18196 | Bodenklasse DIN 18300: 2012-09 | Bodenklasse DIN 18301: 2012-11 |
|--|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| OBERBODEN (Homogenbereich O1) | | | | |
| - Mutterboden | Mu | OH | 1 | BO1 |
| DECKLAGEN (Homogenbereich B1) | | | | |
| - ± sandige Schluffe | U,s-s*,(g'),(u'),(x'),(t) | UL/TL UM/TM | 4 | BB2 |
| ROTLAGE (Homogenbereich B2) | | | | |
| - Kies-Schluff- Gemische | U,s'-s,g'-g*,(o'), (t'-t) | UL/TL UM/TM | 4 | BB2 |
| | G,s-s*,u-u* | GU* | 4 | BB2 |
| SCHMELZWASSERSCHOTTER (Homogenbereich B3) | | | | |
| - ± sandige Kiese | G,s-s*,(u'),x'-x | GW/GI/GU | 3 | BN1 BS1 |
| - Grobeinlagerungen | X,Y | -- | (5-6) ¹⁾²⁾ | BS3 (2-4) |
| BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B4) | | | | |
| - Tone und Schluffe | T,u(g'),(s'-s) | TM/TA | 4-5 ³⁾ | BB2-3 |
| | U,t,s'(g) | UM/UA | 4 | BB2-3 |
| | S,u | SU/SU* | 3-4 | BN1-2 |
| MORÄNEABLAGERUNGEN (Homogenbereich B5) | | | | |
| - Schluff-Kies-Gemisch | U,g*,s | UL/TL | 4 | BB2-3 |
| - Grobeinlagerungen | X,Y | UM/TM | (5-7) ¹⁾²⁾ | BS1-4 |

¹⁾... wurden vorliegend nicht angetroffen, können jedoch insbesondere innerhalb der Auffüllungen nicht ausgeschlossen werden

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 6 bei mehr als 30% Steinanteil von > 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt

³⁾... Bodenklasse 5 für ausgeprägt plastische Tone mit weicher bis halbfester Konsistenz

Grobeinlagerungen in Form von Blöcken wurden nicht angetroffen, sind aber in den Moräneablagerungen nicht auszuschließen. Grobeinlagerungen wirken je nach Größe und Verteilung als Ramm- bzw. Bohrhindernis.

Darüber hinaus können in den Homogenbereichen B2, B3 und B4 bei natürlichen Aufweichungen auch Böden von breiiger bis weicher Konsistenz auftreten. Bei \leq breiiger Konsistenz wird die Bodenklasse 2 gemäß DIN 18300 (BB1 nach DIN 18301) maßgebend.

Derzeit wird dies als untergeordnet und vernachlässigbar angesehen.

4.2 Charakteristische Bodenparameter

Auf Grundlage der Felderkundungen, der ausgeführten Laborversuche und der darauf aufbauenden Bodenklassifizierung werden in nachfolgender Tabelle (4.2) die charakteristischen Bodenparameter, auch unter Bezugnahme auf uns vorliegende Laborversuche an vergleichbaren Materialien, abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird wiederum 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 |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|
| DECKLAGEN (Homogenbereich B1) | | | | | | | |
| - ± sandige Schluffe | weich - steif | 18-19 | 8-9 | 25-27,5 | 2-8 | 4-8 | $< 10^{-7}$ |
| ROTLAGE (Homogenbereich B2) | | | | | | | |
| - Kies-Schluff- Gemische | weich - steif locker - mitteldicht | 19-20 | 9-10 | 27,5 | 2-5 | 15-25 | 10^{-7} - 10^{-8} |
| SCHMELZWASSERSCHOTTER (Homogenbereich B3) | | | | | | | |
| - ± sandige Kiese | (locker) mitteldicht - dicht | 20-21 | 12-13 | 35-37,5 | 0 | 60- >100 | 10^{-3} - 10^{-5} |
| BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B4) | | | | | | | |
| - Tone und Schluffe | weich - steif | 18-19 | 8-9 | 20-25 | 7-15 | 3-6 | 10^{-8} - 10^{-10} |
| MORÄNEABLAGERUNGEN (Homogenbereich B5) | | | | | | | |
| - Schluff-Kies- Gemisch | \geq steif | 19-20 | 9-10 | 25-27,5 | 5-15 | 25-45 | $\leq 10^{-7}$ |

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

5 HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

Derzeit liegen noch keine Planungsgrundlagen hinsichtlich der geplanten Kanalleitungen und Höheneinordnung der geplanten Erschließungsstraßen vor. Nachfolgend werden allgemeine Angaben für weitere Planungsschritte und zur Bauausführung erarbeitet. Nach Vorliegen der Planungsdetails können weitere Abstimmungen mit dem Baugrundsachverständigen oder gegebenenfalls zusätzliche Untersuchungen notwendig werden.

5.1 Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser

Insgesamt wurden hinsichtlich der Versickerungsmöglichkeiten uneinheitliche, aber im überwiegenden Bereich dennoch relativ günstige Verhältnisse angetroffen. Vorliegend sind die Schmelzwasserschotter für Versickerungszwecke gut geeignet. Die Schmelzwasserschotter wurden hauptsächlich mit Schichtoberkanten zwischen von 0,5 und 3,5 m unter GOK erkundet. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurden mit Beckenablagerungen und Rotlageböden bis zur Endtiefe des Aufschlusses keine sickerfähigen Böden angetroffen.

Für den Übergangsbereich zwischen den Schürfen SCH 1 und SCH 2 wird erwartet, dass die Schmelzwasserschotter tiefer liegen, aber noch vorhanden sind.

Insgesamt wird für das westliche Sechstel des Baugebietes die Möglichkeit gesehen, dass hier keine sickerfähigen Böden in einer Tiefe vorhanden sind, die im klassischen Erdbau mit Sickerschächten erschlossen werden kann.

Hinsichtlich der Versickerung wird empfohlen, die gut durchlässigen Schmelzwasserschotter in Form der wechselnd sandigen Kiesen mit den Sickeranlagen zu erschließen.

Die Decklagen und Rotlageböden sind zur Versickerung vollständig zu durchstoßen und es ist ein hydraulischer Anschluss an die besser geeigneten Schmelzwasserschotter herzustellen. Hinsichtlich der Zuordnung der verschiedenen Bodenschichten wird auf die Untergrundschnitte verwiesen.

In Schurf Sch 3 wurde ein Versickerungsversuch innerhalb der Schmelzwasserschotter ausgeführt. Das Versuchsprotokoll ist diesem Bericht in Anlage (5) beigelegt.

In nachfolgender Tabelle (5.1) sind die kennzeichnenden Daten des ausgeführten Versickerungsversuches nochmals dargestellt und diese werden hinsichtlich des Bemessungswertes zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen ausgewertet.

Tab. (5.1) Auswertung des Absinkversuches und Bemessungs- k_f -Werte

| Schicht / Schurf Versuch | Tiefenlage der Versuchsstrecke | Durchlässigkeitsbeiwert gem. USBR-Formel | Bemessung k_f -Wert ¹⁾ zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen gemäß DWA-A 138 |
|--|--------------------------------|--|--|
| | m u. GOK | $k_{f,u}$ m/s | k_f m/s |
| SCHMELZWASSERSCHOTTER (Homogenbereich B3) | | | |
| SCH 3 | 3,0-3,5 | $4,9 \times 10^{-5}$ | $1,0 \times 10^{-4}$ |

¹⁾... Korrekturfaktor 2,0 laut DWA A 138 ist berücksichtigt

Aus Korrelationen zwischen kennzeichnenden Daten der Körnungsanalysen und dem Durchlässigkeitsbeiwert nach Seiler für quartäre Kiese ergeben sich vergleichbare Werte ($k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis 9×10^{-4} m/s) .

Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors nach DWA-A 138 von 2,0 für die Bestimmung der Durchlässigkeit mittels Feldversuchen, wird die Verwendung eines einheitlichen Bemessungs- k_f -Wertes empfohlen:

$$k_f = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Für Planung, Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen sind u.a. die Angaben des Arbeitsblattes DWA-A-138 zu beachten.

Bei den erkundeten Untergrundverhältnissen sind Rigolenversickerungen und Schachtversickerungen (bei größerer Tiefenlage der sickerfähigen Horizonte) als sinnvoll zu bewerten. Zu beachten ist, dass im Bereich des Westastes der Erschließungsstraße mit dem Kreisverkehr ein Bereich erkundet wurde, in dem ungünstigere Verhältnisse für eine Versickerung festgestellt wurden, da in diesem Bereich bis zu einer größeren Tiefe nicht sickerfähige Beckenablagerungen vorliegen. Anfallendes Oberflächenwasser, das zur Versickerung vorgesehen ist, sollte aus diesem Bereich in besser geeignete Bereiche, nach Osten, abgeleitet werden.

Für die Planung der Versickerungsanlage empfehlen wir ggf. zusätzliche Feldversuche zur Eingrenzung des ungeeigneten Bereiches auszuführen.

5.2 Tragfähigkeitsbewertung für Verkehrsflächen

Gemäß den vorliegenden Untergrundaufschlüssen sind - nach einem Mutterbodenabtrag - hinsichtlich ihrer Eignung als Untergrund für den Straßenbau, stark unterschiedliche Untergrundverhältnisse zu erwarten. So wurden lokal unter dem Oberboden gut geeignete Schmelzwasserschotter des Homogenbereiches B3 erkundet, für die die Frostempfindlichkeitsklasse F1 abzuleiten ist. Demgegenüber wurden jedoch mit den übrigen Schürfen Decklagen (Homogenbereich B1) und meist Rotlageböden des Homogenbereiches B 2 erkundet, die allenfalls bedingt bis eingeschränkt als Untergrund für Verkehrsflächen geeignet sind und den Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 zuzuordnen sind.

Gemäß ZTVE StB 09 ist zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit auf dem natürlichen, nicht frostsicheren Untergrund ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Höhe des Erdplanums erforderlich. Die Nachweise hierfür sind durch Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 zu führen. Auf den gut tragfähigen Schmelzwasserschottern ist der geforderte Verformungsmodul nach Nachverdichtung gut erreichbar.

Innerhalb der erkundeten Decklagen und Rotlageböden wird der geforderte Wert von mindestens 45 MN/m^2 nur bei günstiger Witterung zu erreichen sein.

Hier wird der Einbau einer zusätzlichen Tragschicht (z.B. weit gestuftes Kiesmaterial mit Feinkornanteil $\leq 5\%$) auf geotextiler Trennlage ($\geq \text{GRK3}$) erforderlich. Die notwendige Schichtmächtigkeit der zusätzlichen Tragschicht wird mit ca. 30 - 40 cm abgeschätzt.

Auf Grundlage von Lastplattendruckversuchen kann die endgültige Schichtdicke der zusätzlichen Tragschicht festgelegt werden.

Auf der zusätzlichen Tragschicht ist der frostsichere Aufbau aufzubringen. Gemäß RStO 12 ergibt sich die erforderlich Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus aus der Belastungsklasse der Verkehrsfläche, der Frostempfindlichkeitsklasse des Untergrundes und der Frosteinwirkungszone. Grafing befindet sich im Randbereich zwischen den Frosteinwirkungszone III und II. Auf der sicheren Seite liegend, wird für das Untersuchungsgebiet der Ansatz der Frosteinwirkungszone III empfohlen. Der Zuschlag auf Grund von Frosteinwirkung ergibt sich damit zu 15 cm.

In der nachfolgenden Tabelle (5.2) ist die Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12 in Abhängigkeit von den maßgebenden Homogenbereichen dargestellt.

Tab. (5.2) **Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 12**

| Frostempfindlichkeits- klasse des anstehenden Bodens | Belastungs- klasse Bk3,2 – Bk1,0 cm | Belastungs- klasse Bk0,3 cm | Zuschlag auf Grund von Frosteinwirkung cm |
|---|--|--|--|
| SCHMELZWASSERSCHOTTER (Homogenbereich B3) | | | |
| F1 (± steinige Kiese) | (60) ¹⁾ | (50) ¹⁾ | 15 |
| DECKLAGEN (Homogenbereich B1) | | | |
| F3 (± sandige Schluffe) | 60 | 50 | 15 |
| ROTLAGE (Homogenbereich B2) und BECKENABLAGERUNGEN (Homogenbereich B4) | | | |
| F2 - F3 (Kies-Schluff-Gemische) | 60 | 50 | 15 |

1)... Bis zur angegebenen Tiefe unter fertiger Fahrbahnoberkante ist die Frostsicherheit der Schmelzwasserschotter nachzuweisen.

Wegen der deutlichen Inhomogenitäten des oberflächennahen Untergrundes empfehlen wir derzeit, in allen Bereichen zumindest den vollständigen Einbau einer Frostschutzschicht bis zur Mindeststärke des frostsicheren Oberbaus entsprechend der vorstehenden Tabelle für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zu berücksichtigen, zumal die Stärke des Oberbodens ohnehin mit 50 cm über den Schmelzwasserschottern erkundet wurde.

5.3 Tragfähigkeitsbewertung zur Verlegung von Kanalleitungen

Bei üblichen Kanalverlegetiefen zwischen ca. 2 m und 4 m u. GOK dürfte das planmäßige Gründungsniveau für tiefere Kanäle meist innerhalb der Schmelzwasserschotter des Homogenbereiches B1 und teilweise in den Decklagen und Rotlageböden der Homogenbereiche B1 und B2 liegen. Im Westteil des Untersuchungsgebietes dürften auch Beckenablagerungen in der Grabensohle maßgebend werden.

Die Grabensohle weist in den wechselnd sandigen Kiesen der Schmelzwasserschotter gute Tragfähigkeit auf. Im Hinblick auf die erkundeten Steinanteile empfehlen wir jedoch insgesamt davon auszugehen, dass in der Grabensohle zur Vermeidung von ungleichmäßigen Auflagerungsbedingungen ein Bodenaustausch in einer Stärke von 20 cm vorzunehmen ist. Die Schluff-Kies-Gemische der Rotlage und die Decklagen zeigen etwas bzw. deutlich geringere Tragfähigkeit. Für diese Böden wird ein Bodenaustausch in einer Stärke von 30 cm ausreichend sein.

In den Beckenablagerungen wird die Strukturempfindlichkeit Einfluss auf die Stärke des erforderlichen Bodenaustausches haben. Wir empfehlen hier, von einer Austauschstärke von 50-60 cm auszugehen, wobei die unteren 30 cm aus einer Schroppenlage der Körnung 56/X gegebenfalls herzustellen sind und daher in ein separates geotextiles Trennvliese der Geotextilrobustheitsklasse GRK 5 ($g \geq 350 \text{ g/m}^2$) einzuschlagen sind.

Den oberen Bodenaustausch aus Kiesmaterial empfehlen wir in ein Trennvliese der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 ($g \geq 150 \text{ g/m}^2$) einzuschlagen.

5.4 Erdbau/Baugrubenerstellung / Verbau / Wasserhaltung

Erdbau

Hinsichtlich der Klassifizierung der anfallenden Bodenmaterialien wird auf die Beschreibung der Homogenbereiche in Abschnitt 3, die Tabelle (4.1) und die Untergrundschnitte der Anlage (2) verwiesen. Neben Oberboden des Homogenbereiches O1 werden im Straßenbau überwiegend die Böden des Homogenbereiches B1, des Homogenbereiches B2 und teilweise auch des Homogenbereiches B3 anfallen.

Im Kanalbau werden voraussichtlich ebenfalls diese Homogenbereiche maßgebend werden. Auf die genannten Erschwernisse beim Erdbau und Transport in den Beckenablagerungen des Homogenbereiches B4 und aus Grobeinlagerungen, je nach deren Größe und Verteilung, vor allem in den Homogenbereichen B2 und B3, wird nochmals hingewiesen.

Bezüglich der erforderlichen Erdarbeiten ist darauf hinzuweisen, dass die erkundeten Decklagen und Beckenablagerungen eine geringe Tragfähigkeit und teilweise auch eine hohe Strukturempfindlichkeit aufweisen. Beim direkten Befahren mit Baufahrzeugen könne diese Böden tiefreichend aufweichen und weiter an Tragfähigkeit verlieren. Aus diesem Grunde wird empfohlen, die Erdarbeiten in diesen Bereichen vor Kopf auszuführen.

Als Bodenaustauschmaterial wird ein gut verdichtbares Liefermaterial mit einem Feinkornanteil $< 0,063 \text{ mm}$ von maximal 5 % (Frostschutzkies) empfohlen. Bodenaustauschmaterial ist lagenweise einzubauen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät auf einen Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten.

Baugrube

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können die Baugruben frei geböscht werden. Der gemäß DIN 4124 maximal zulässige Böschungswinkel innerhalb der erkundeten Bodenmaterialien beträgt 45° . Bei Lasten an der Böschungskrone (z.B. Kran) oder sonstigen Belastungen

werden Standsicherheitsuntersuchungen nach DIN 4084 erforderlich. Die übrigen Vorgaben der DIN 4124 sind zu beachten.

Verbau

Für Verbaumaßnahmen kann ein im Kanalbau üblicher Stahlplattenverbau eingesetzt werden. In den Schmelzwasserschottern des Homogenbereiches B3 wird der Einbau des Verbaus im Absenkverfahren wegen der geringen Standfestigkeit der Böden empfohlen. 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.

Wasserhaltung

Sofern die Baugrubensohle innerhalb der Vorstoßschotter zu liegen kommt, können zudringende Schicht- bzw. Oberflächenwässer über die Baugrubensohle versickert werden.

Beim Anstehen von geringer durchlässigen Bodenschichten (z.B. Beckenablagerungen oder Rotlage der Homogenbereiche B1 und B2) kann Oberflächenwasser nicht über die Baugrubensohle versickert werden.

In diesem Fall wird die Installation und der Betrieb einer offenen Wasserhaltung notwendig. Im Mittel dürften nur geringe Wassermengen (ca. 1 l/s auf 10 m Bauwerkslänge) zu fördern sein, welche jedoch je nach Oberflächenwassereintrag stark schwanken können (bei Starkregeneignissen deutlich größer als oben genannt), weshalb die gestaffelte Ausschreibung nach Fördermengen empfohlen wird, um eine aufwandsgerechte Abrechnung zu ermöglichen.

Zur Fassung des Niederschlags- und Oberflächenwasser kann der Bodenaustausch in diesen Homogenbereichen herangezogen werden.

5.5 Grabenrückverfüllung

Die Graben- bzw. Arbeitsraumverfüllung hat grundsätzlich lagenweise (Lagenstärke $\leq 0,3$ 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 Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Im Weiteren sind die “Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTVA-StB 12“ im Bereich bestehender Verkehrsflächen zu beachten.

In den erkundeten Beckenablagerungen des Homogenbereiches B4 ist aufgrund der Strukturempfindlichkeit dieser Böden mit gewissen Mehrmengen an Grabenverfüllmaterial zu rechnen. Das Grabenverfüllmaterial drückt sich bei der Verdichtung in die Grabenwand ein.

Hinsichtlich einer Wiederverwendung zur Grabenverfüllung sind die wechselnd sandigen Kiese des Homogenbereiches B3 geeignet, wobei Grobeinlagerungen aussortiert bzw. abgeseibt werden müssen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind die zwischengelagerten Böden mit Folien abzudecken.

Aushubmaterial der Homogenbereiche B1, B2 und B4 kann nur nach Konditionierung oder Verbesserung, z.B. durch Einfräsen von Bindemitteln, für die Grabenverfüllung im Straßenbereich verwendet werden.

Zusammenfassend ist das erkundete Bodenmaterial hinsichtlich der Wiederverwendung für die Grabenverfüllung nur teilweise als geeignet einzustufen. Sofern die genannten Zusatzmaßnahmen und Aufwendungen nicht in Kauf genommen werden können, wird empfohlen, entsprechend auch geeignetes Fremdmaterial zur Graben- bzw. Arbeitsraumverfüllung vorzusehen.

5.6 Qualitative Bewertung der Bebaubarkeit

Im Untersuchungsgebiet liegen unterschiedlich günstige Verhältnisse zur Gründung von Wohngebäuden, mit den geplanten Abmessungen und Höhen, vor. Die Schmelzwasserschotter des Homogenbereiches B3 sind sehr gut für eine Gründung der Gebäude geeignet. Die Böden der Homogenbereiche B1 und B2 sind hinreichend geeignet. Begrenzte Zusatzmaßnahmen, z.B. in Form eines geringen Bodenaustausches sind hier sinnvoll.

In den ausgeprägt plastischen Tönen der Beckenablagerungen sind deren Schrumpfanfälligkeit und hohe Kompressibilität mit langanhaltenden Setzungen als ungünstig zu bewerten. Zusatzmaßnahmen werden empfohlen. Gebäude sollten hier in jedem Fall unterkellert werden. Eine Lastabtragung in die unterlagernden Schichten, des Homogenbereiches B2 kann hier sinnvoll sein.

Verbesserungsmaßnahmen sind im Einzelfall festzulegen und auf die jeweiligen Gebäudlichkeiten und die örtlichen Untergrundverhältnisse abzustimmen. Zu objektorientierten Einzelbegutachtungen und Baugrunderkundungen wird dementsprechend geraten.

6 ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNG

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten zusammengestellt und dokumentiert. Nach einer Beschreibung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse erfolgte die Klassifizierung der angetroffenen Untergrundschichten durch Festlegung von Homogenbereichen und die 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 und die Wasserhaltung erarbeitet.

Vorliegend wurden stark unterschiedliche Untergrundverhältnisse mit gut tragfähigen Schmelzwasserschottern bis knapp unterhalb der Geländeoberkante, aber auch gering tragfähige, teilweise strukturempfindliche Beckenablagerungen bis zu einer Tiefe von 3,5 m erkundet. Für den Westteil der geplanten Erschließungsstraße wird eine Ableitung des gesammelten Oberflächenwassers nach Osten hin, in den Bereich der besser sickerefähigen Schmelzwasserschotter erforderlich.

Zur Eingrenzung der tiefreichenden Talfüllungen wurden zusätzliche Untergrunderkundungen empfohlen. Zur Überprüfung der Sickerfähigkeit der anstehenden Untergrundschichten und für gegebenenfalls erforderliche Anpassungen wurde die Durchführung von baubegleitenden Sickerversuchen empfohlen.

Ebenso liegen hinsichtlich der Bebaubarkeit stark unterschiedlich günstige Verhältnisse vor. Teilweise sind die Verhältnisse sehr günstig, teilweise weniger günstig, aber insgesamt ist das Baugebiet gut für eine Bebauung geeignet. Projektbezogene Begutachtungen werden empfohlen.

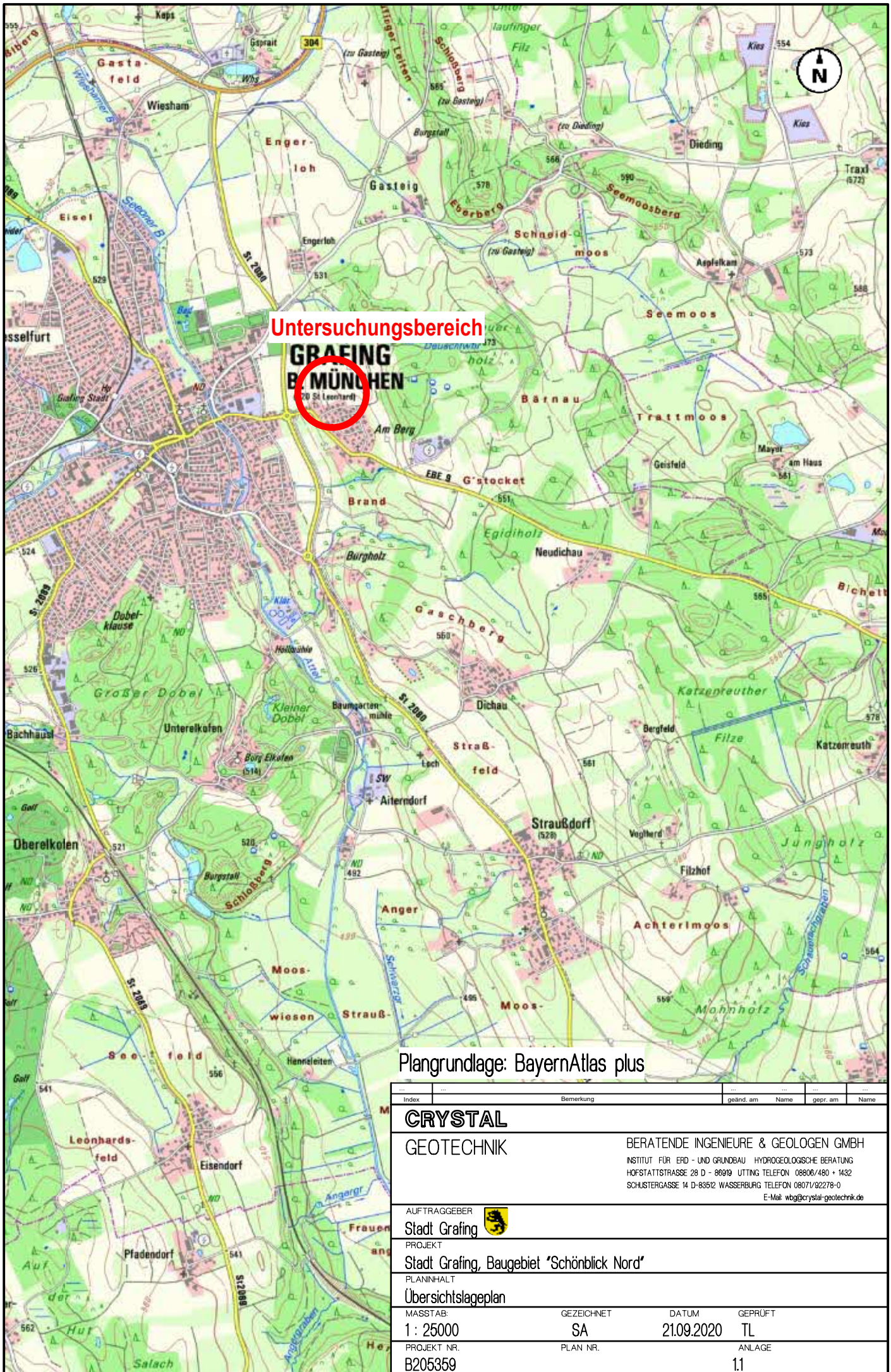
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure und Architekten unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke und die Baugrubenböschungen etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen 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, Detailgutachten, Verdichtungskontrollen und Lastplatten-druckversuchen auf Tragschichtmaterialien etc. stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage (1)

**LAGEPLÄNE
(1.1 + 1.2)**



Untersuchungsbereich

**GRAFRING
B. MÜNCHEN**

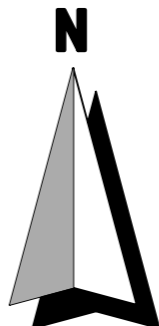
Plangrundlage: BayernAtlas plus

| 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 0806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de | | | | | |
| AUFTRAGGEBER  | | | | | |
| PROJEKT Stadt Grafring, Baugebiet "Schönblick Nord" | | | | | |
| PLANNINHALT Übersichtslageplan | | | | | |
| MASSTAB: 1 : 25000 | | GEZEICHNET SA | | DATUM 21.09.2020 | |
| PROJEKT NR. B205359 | | PLAN NR. | | GEPRÜFT TL | |
| | | | | ANLAGE 1.1 | |



Legende:

- SCH Schurf
- Grundwassermessstelle
- Schnittführung



Plangrundlage:

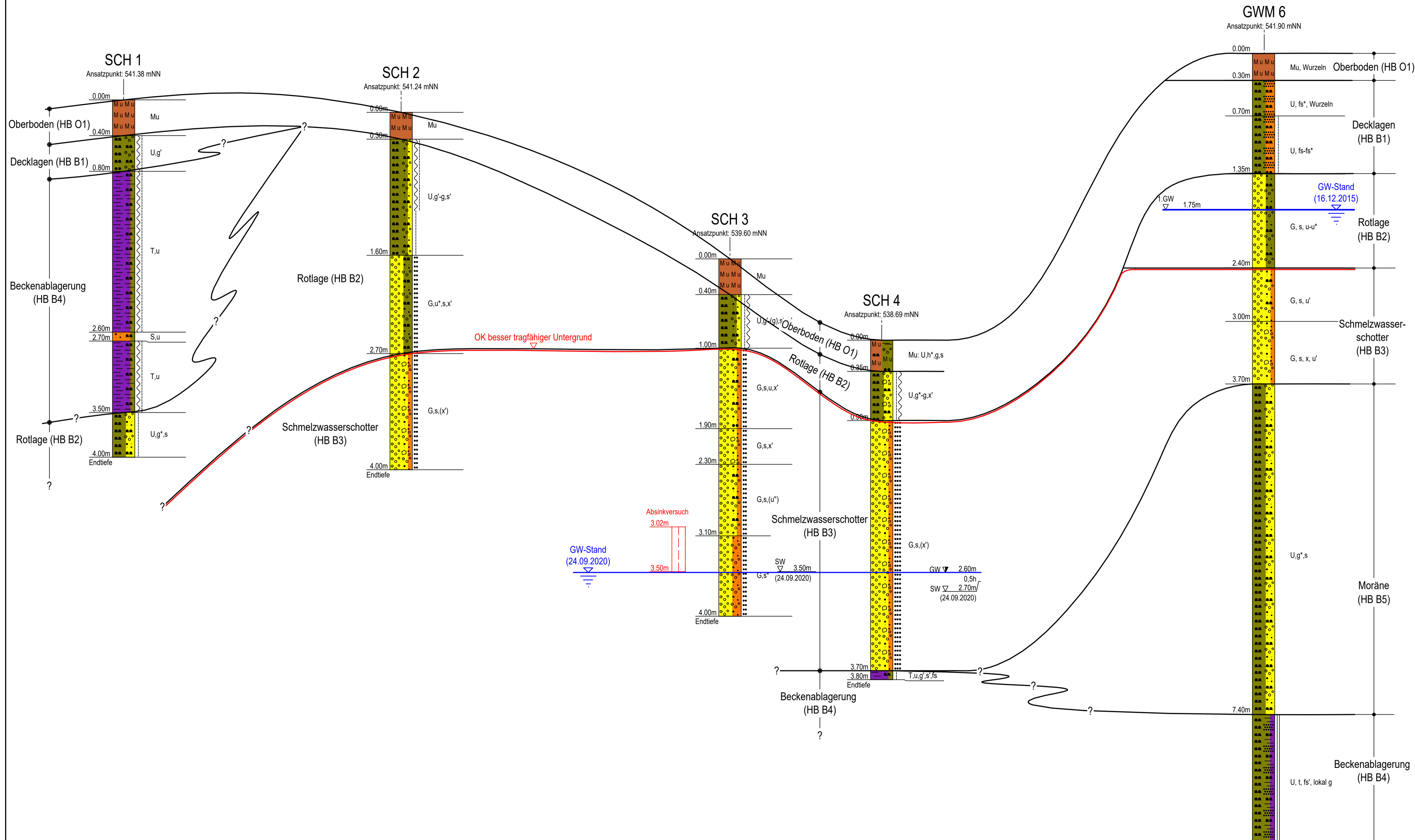
| Index | Bemerkung | geänd. am | Name | gepr. am | Name |
|---|-----------|------------|------------|----------|------|
| CRYSTAL | | | | | |
| GEOTECHNIK | | | | | |
| BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08906/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de | | | | | |
| AUFTRAGGEBER | | | | | |
| Stadt Grafting | | | | | |
| PROJEKT | | | | | |
| Stadt Grafting, Baugebiet "Schönblick Nord" | | | | | |
| PLANINHALT | | | | | |
| Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführung | | | | | |
| MASTAB: | | GEZEICHNET | DATUM | GEPRÜFT | |
| M 1 : 1000 | | SA/NP | 09.10.2020 | TL | |
| PROJEKT NR. | | PLAN NR. | | ANLAGE | |
| B205359 | | | | 1.2 | |

50m

Anlage (2)

GEOLOGISCHE SCHNITTE MIT AUFSCHLÜSSEN (2.1 + 2.2)

Geologischer Schnitt A-A' (M 1 : 500/25)

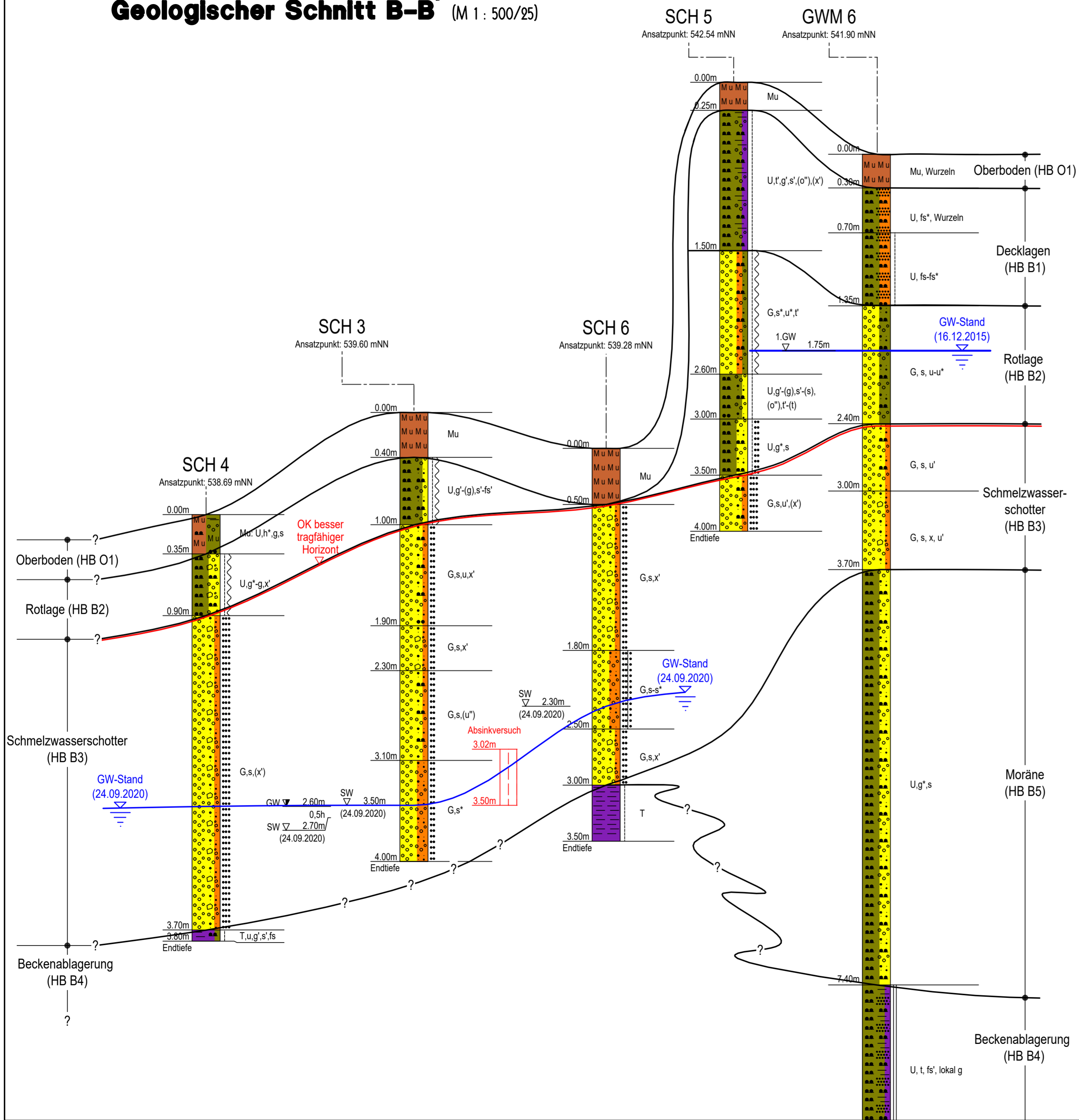


Legende Homogenbereiche (HB)

- HB O1 - Oberboden
- HB B1 - Decklagen
- HB B2 - Rotlage
- HB B3 - Schmelzwasserschotter
- HB B4 - Beckenablagerungen
- HB B5 - Moräne

| 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 08906/480 + 1432 SCHLUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de | | | | | |
| AUFTRAGGEBER | | | | | |
| PROJEKT Stadt Grafing, Baugebiet 'Schönblick Nord' | | | | | |
| PLANINHALT Geologischer Schnitt A-A' | | | | | |
| MASSSTAB: | GEZEICHNET | DATUM | GEPRÜFT | | |
| M 1 : 500/25 | SA/NP | 09.10.2020 | TL | | |
| PROJEKT NR. | PLAN NR. | ANLAGE | | | |
| B205359 | | 2.1 | | | |

Geologischer Schnitt B-B' (M 1 : 500/25)



Legende Homogenbereiche (HB)

- HB O1 - Oberboden
- HB B1 - Decklagen
- HB B2 - Rotlage
- HB B3 - Schmelzwasserschotter
- HB B4 - Beckenablagerungen
- HB B5 - Moräne

| Index | Bemerkung | geänd. am | Name | gepr. am | Name |
|--|------------|------------|---------|----------|------|
| CRYSTAL | | | | | |
| GEOTECHNIK | | | | | |
| BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86619 UTTING TELEFON 08806/480 + 1432 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071/92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de | | | | | |
| AUFTRAGGEBER | | | | | |
| PROJEKT Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | | | | | |
| PLANINHALT Geologischer Schnitt B-B' | | | | | |
| MASSTAB: | GEZEICHNET | DATUM | GEPRÜFT | | |
| M 1 : 500/25 | SA/NP | 09.10.2020 | TL | | |
| PROJEKT NR. | PLAN NR. | ANLAGE | | | |
| B205359 | | 2.2 | | | |

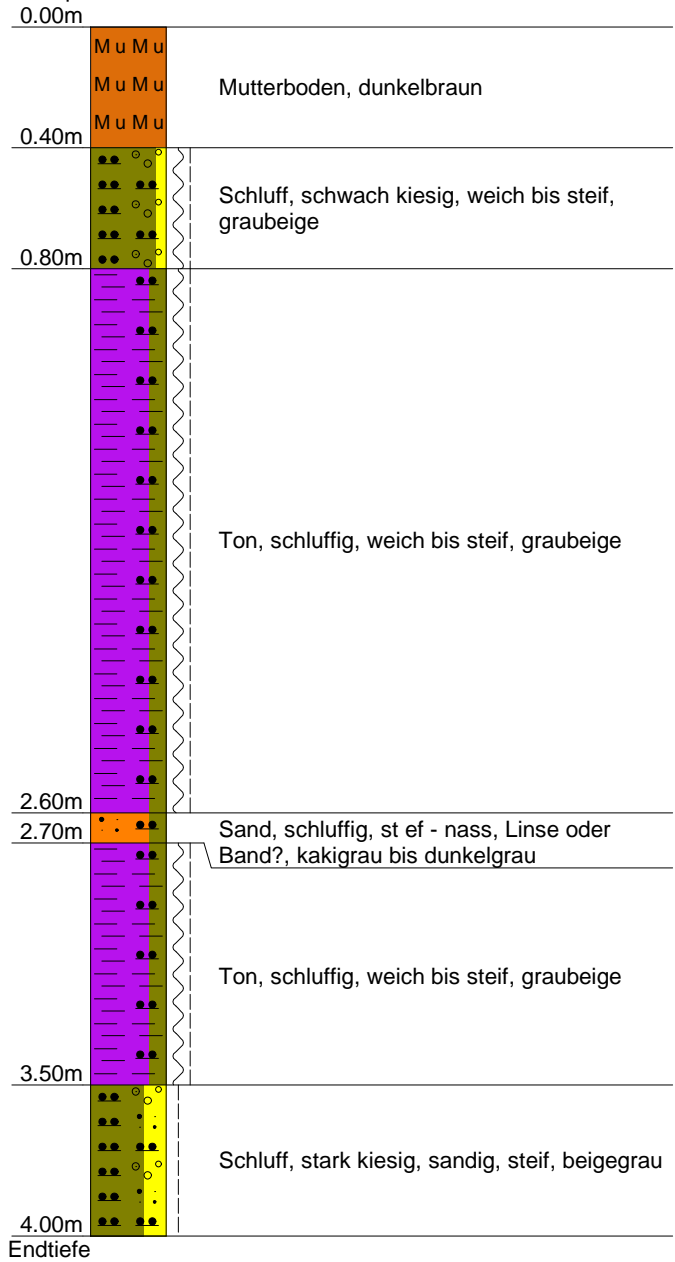
Anlage (3)

SCHURFPROFILE

| | | |
|----------------------------------|--|--------------|
| CRYSTAL GEOTECHNIK | Projekt : Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | |
| Beratende Ing.u.Geologen GmbH | ProjektNr.: B205359 | |
| Schusterg.14, 83512 Wasserburg | Datum : 24.09.2020 | |
| Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22 | Maßstab : 1: 25 | Anlage : 3.1 |

SCH 1

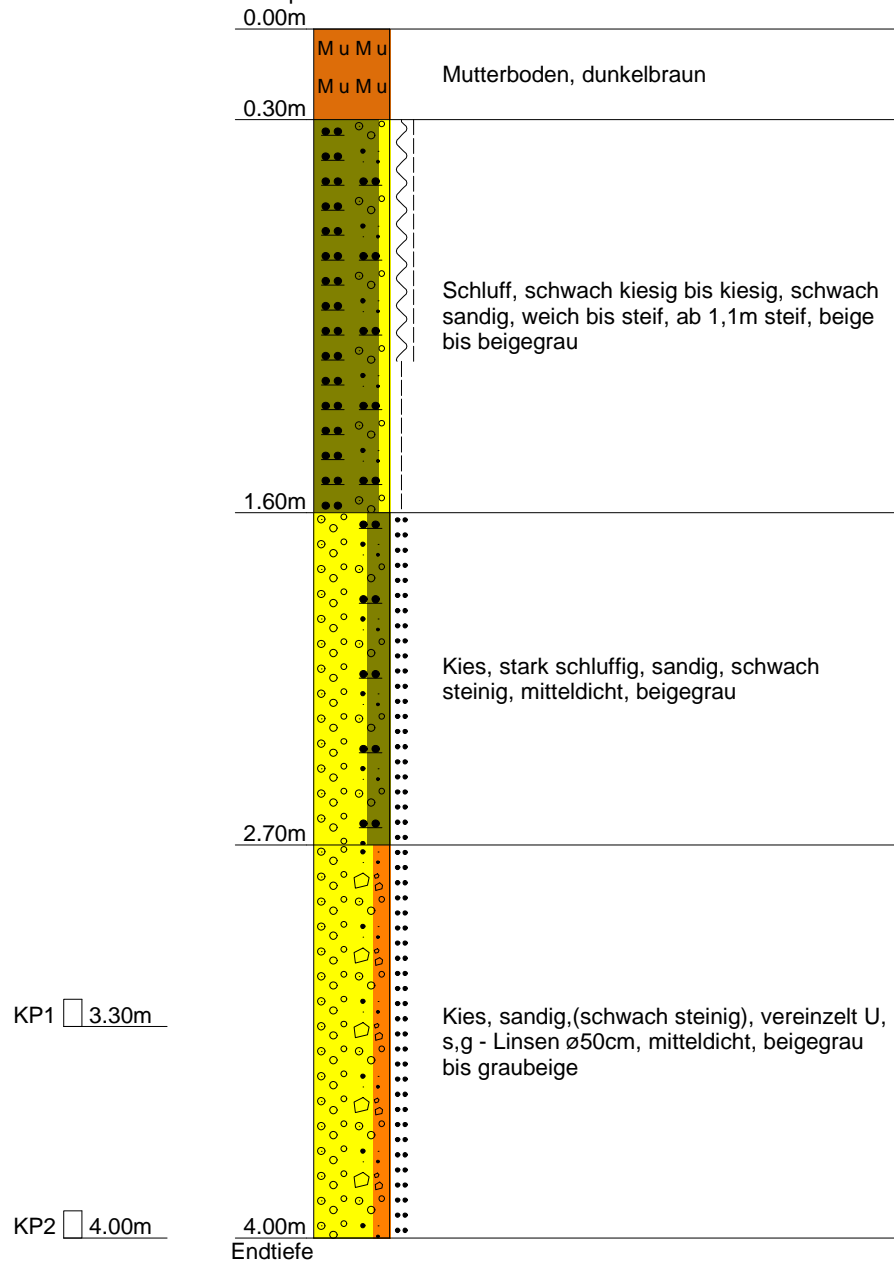
Ansatzpunkt: 541.38 mNN



| | | |
|----------------------------------|--|--------------|
| CRYSTAL GEOTECHNIK | Projekt : Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | |
| Beratende Ing.u.Geologen GmbH | ProjektNr.: B205359 | |
| Schusterg.14, 83512 Wasserburg | Datum : 24.09.2020 | |
| Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22 | Maßstab : 1: 25 | Anlage : 3.2 |

SCH 2

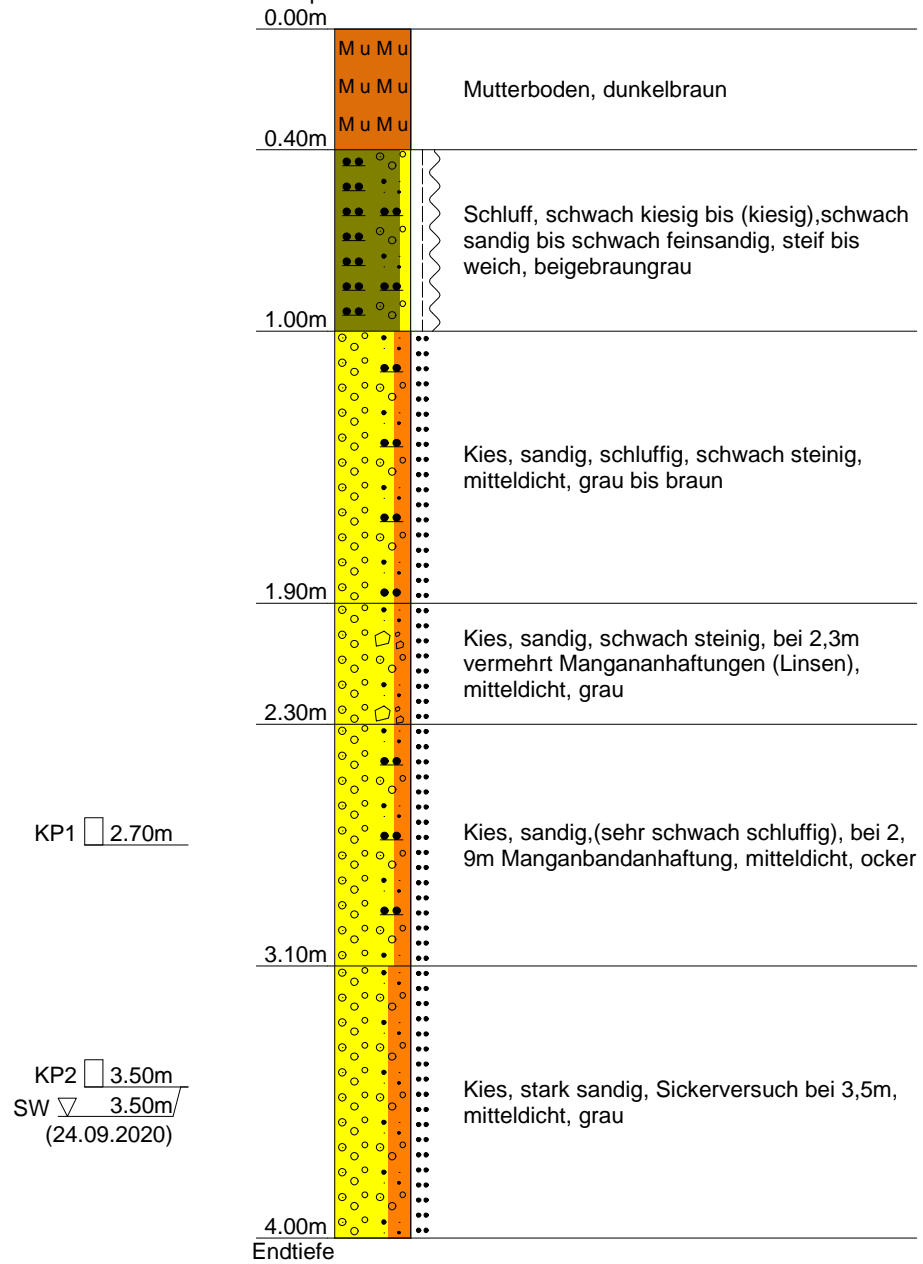
Ansatzpunkt: 541.24 mNN



| | | |
|----------------------------------|--|--------------|
| CRYSTAL GEOTECHNIK | Projekt : Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | |
| Beratende Ing.u.Geologen GmbH | ProjektNr.: B205359 | |
| Schusterg.14, 83512 Wasserburg | Datum : 24.09.2020 | |
| Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22 | Maßstab : 1: 25 | Anlage : 3.3 |

SCH 3

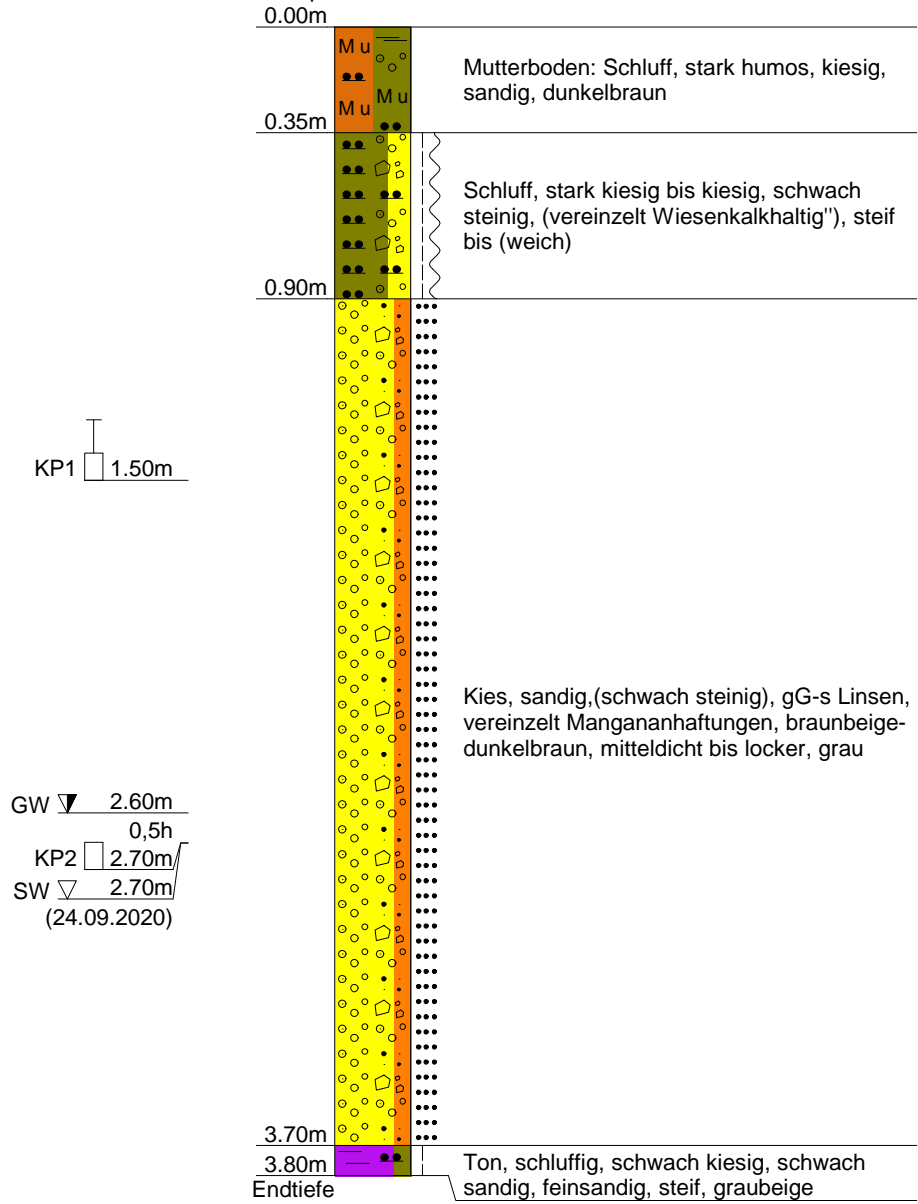
Ansatzpunkt: 539.60 mNN



| | | |
|----------------------------------|--|--------------|
| CRYSTAL GEOTECHNIK | Projekt : Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | |
| Beratende Ing.u.Geologen GmbH | ProjektNr.: B205359 | |
| Schusterg.14, 83512 Wasserburg | Datum : 24.09.2020 | |
| Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22 | Maßstab : 1: 25 | Anlage : 3.4 |

SCH 4

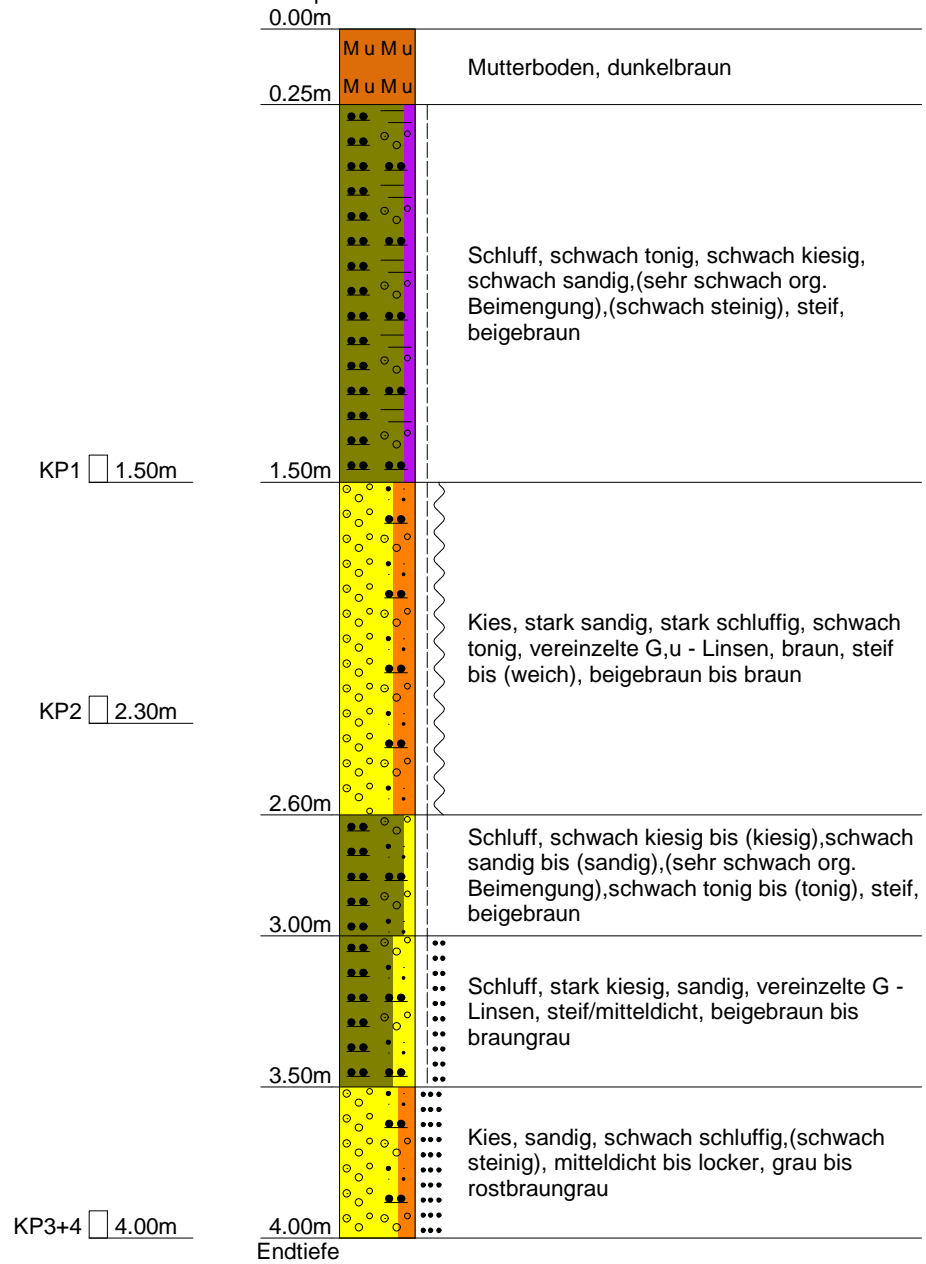
Ansatzpunkt: 538.69 mNN



| | | |
|----------------------------------|--|--------------|
| CRYSTAL GEOTECHNIK | Projekt : Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | |
| Beratende Ing.u.Geologen GmbH | Projektnr.: B205359 | |
| Schusterg.14, 83512 Wasserburg | Datum : 24.09.2020 | |
| Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22 | Maßstab : 1: 25 | Anlage : 3.5 |

SCH 5

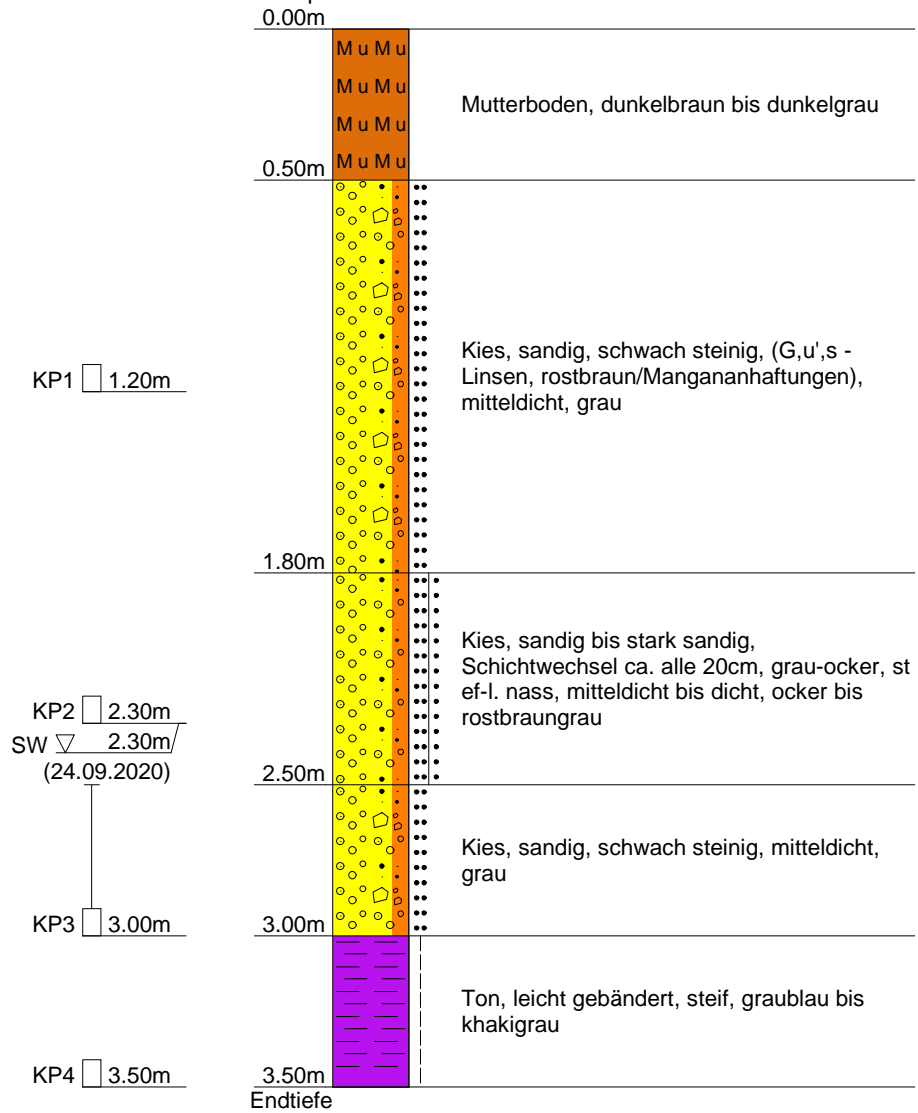
Ansatzpunkt: 542.54 mNN



| | | |
|----------------------------------|--|--------------|
| CRYSTAL GEOTECHNIK | Projekt : Stadt Grafing, Baugebiet "Schönblick Nord" | |
| Beratende Ing.u.Geologen GmbH | ProjektNr.: B205359 | |
| Schusterg.14, 83512 Wasserburg | Datum : 24.09.2020 | |
| Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22 | Maßstab : 1: 25 | Anlage : 3.6 |

SCH 6

Ansatzpunkt: 539.28 mNN



Anlage (4)

ERGEBNISSE DER BODENMECHANISCHEN LABORVERSUCHE

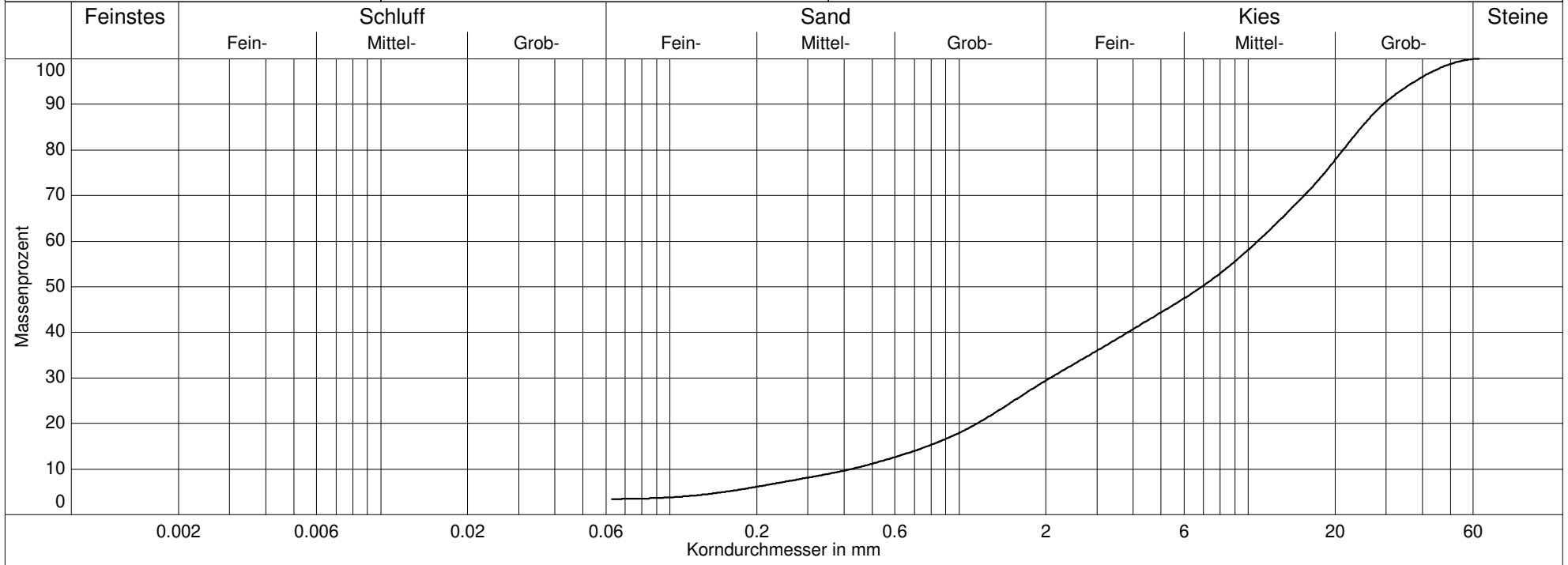
| EXCEL-Auswertung | | Projektzusammenstellung | | | | | | | | | | | | | | | | KP-Projektzusammenstellung | | | | | |
|--|-------------------|--|--|-----------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---|------------------|----------------------------|---------|---------------------|---------------|--|------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Revision A - Stand 2019-12 | | | | | |
| | | Seite | | Anlage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projekt: BG Schönblick Nord | | | | | | | | | | Auftraggeber: Stadt Grafing | | | | | | | | | | | | | |
| Projekt-Nr.: B 205359 | | | | Probenehmer: SA | | | | Probenahme: 24.09.2020 | | | | Probeneingang: 24.09.2020 | | | | Bearbeite TL | | | | | | | |
| 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 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 ρ | | | | | | | | Trockendichte ρ_d |
| | | | | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [t/m ³] | [t/m ³]/[%] | % | [%] | [m/s] | [kPa] | [kPa] | [%] | |
| Sch4 1,50 m m | KP1 | Kies,sandig beigegrau | G,s GI | 4,9 | 3,5 | 26,0 | 70,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sch5 1,50 m m | KP1 | Schluff,sandig schwach tonig schwach kiesig grünbraun | U,s,t',g' TL | 17,0 | | | | | | 18,3 | 32,3 | 14,0 | 18,3 | 0,77 steif | | 1,88 16,7 | | | | | | | |
| Sch5 2,30 m m | KP2 | Kies,stark sandig stark schluffig schwach tonig grünbraun | G,s*,u*,t' GU* | 11,0 | 7,7 | 19,6 | 31,5 | 40,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sch6 1,20 m m | KP1 | Kies,sandig beigegrau | G,s GI | 7,5 | 4,4 | 19,0 | 76,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sch6 3,50 m m | KP4 | Ton olivgrau | T TA | 22,5 | | | | | | 24,8 | 56,2 | 18,0 | 38,2 | 0,82 steif | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : BG Schönblick Nord
 Projektnr. : B 205359
 Datum : 07.10.2020
 Anlage :



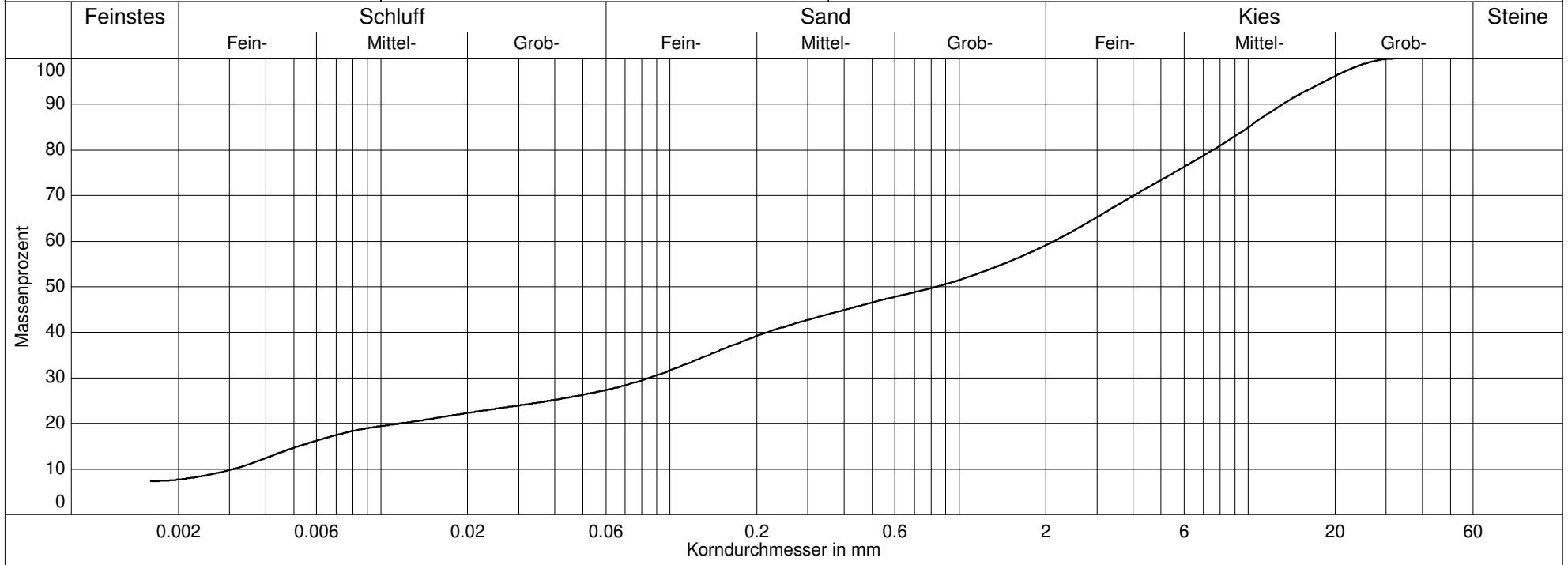
| | | | | |
|--------------------|---------------------|--|--|--|
| Labornummer | ——— Sch4 KP1 | | | |
| Entnahmestelle | Grafing | | | |
| Entnahmetiefe | 1,5 m | | | |
| Ungleichförm. U | 25.5 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 0.9 | | | |
| Bodenart | G,s | | | |
| Bodengruppe | Gl | | | |
| d10 / d60 | 0.422/10.787 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 3.5 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 0.0/3.5/26.0/70.5 % | | | |

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

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : BG Schönblick Nord
 Projektnr. : B 205359
 Datum : 07.10.2020
 Anlage :



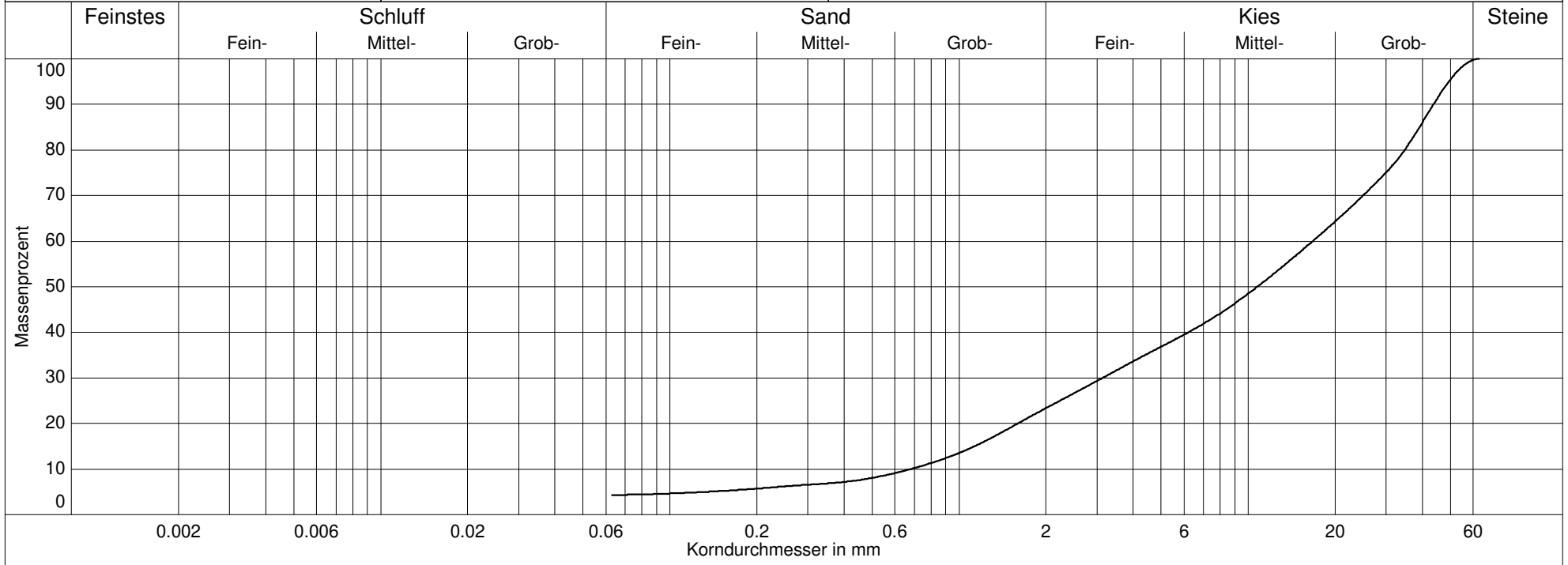
| | | | | |
|--------------------|----------------------|--|--|--|
| Labornummer | —— Sch5 KP2 | | | |
| Entnahmestelle | Grafig | | | |
| Entnahmetiefe | 2,3 m | | | |
| Ungleichförm. U | 691.0 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 1.1 | | | |
| Bodenart | G,s,ü,t' | | | |
| Bodengruppe | GÜ | | | |
| d10 / d60 | 0.003/2.130 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 27.6 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 7.7/19.9/31.5/40.9 % | | | |

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

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : BG Schönblick Nord
 Projektnr. : B 205359
 Datum : 07.10.2020
 Anlage :



| | | | | |
|--------------------|---------------------|--|--|--|
| Labornummer | —— Sch6 KP1 | | | |
| Entnahmestelle | Grafing | | | |
| Entnahmetiefe | 1,2 m | | | |
| Ungleichförm. U | 24.6 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 0.9 | | | |
| Bodenart | G,s | | | |
| Bodengruppe | Gl | | | |
| d10 / d60 | 0.680/16.712 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 4.4 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 0.0/4.4/19.0/76.6 % | | | |

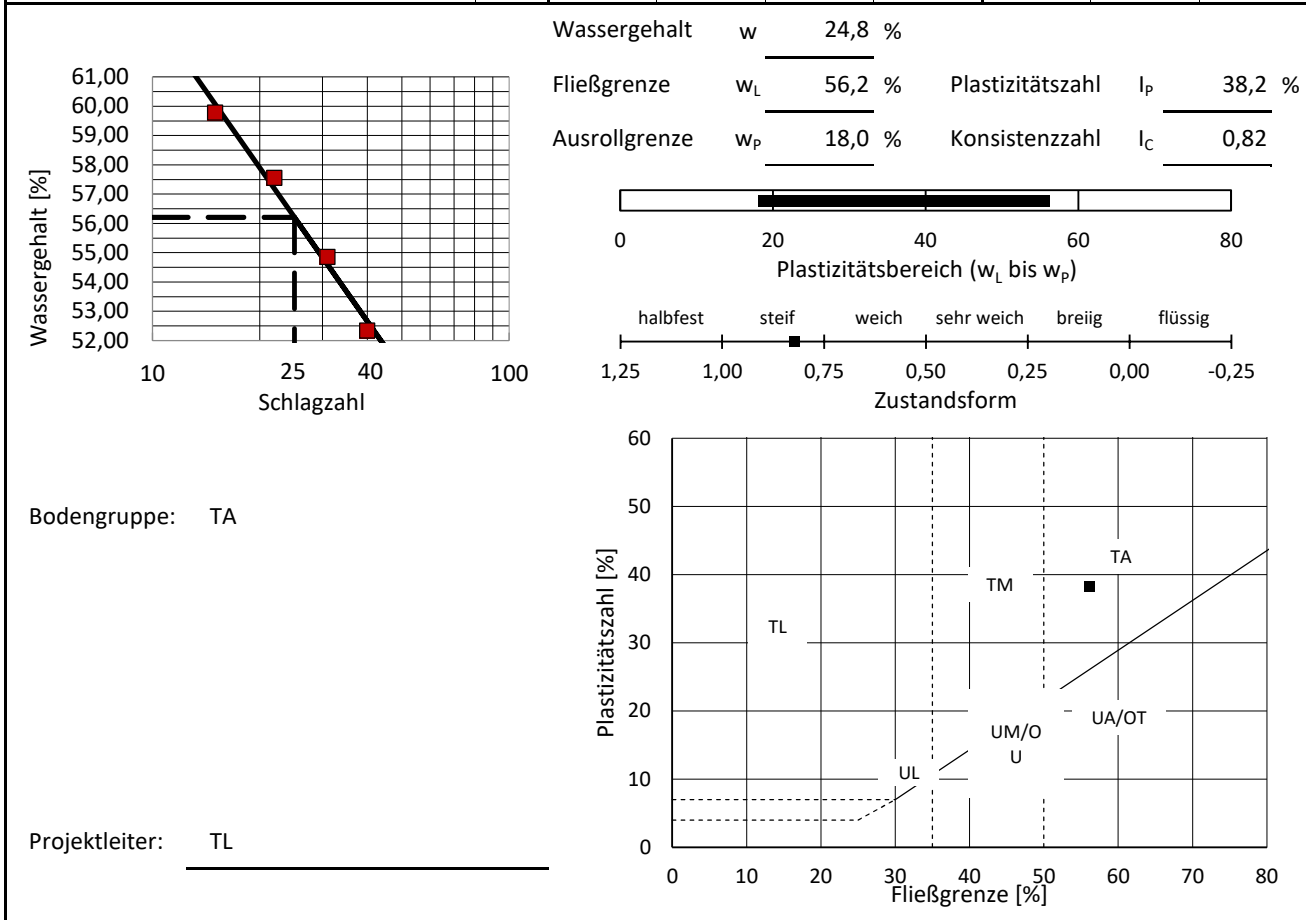
| EXCEL-Auswertung | Wassergehalt (Ofen) gemäß DIN EN ISO 17892-1:2015-03 | | | EX-KP-DIN EN ISO 17892-1-WG | |
|---|---|-------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| | | | | Revision A - Stand 2019-12 | |
| | | | | Anlage: | |
| Projekt: BG Schönblick Nord | | | | | |
| Projekt-Nr.: B 205359 | | | Auftraggeber: Stadt Grafing | | |
| ausgeführt am: 06.10.2020 | | durch: LP | | Waagen-Nr.: 1 | |
| Probenbezeichnung | | Sch5 KP1 | Sch5 KP2 | Sch6 KP4 | Sch4 KP1 |
| Bodenart | | U,s,t',g' | G,s*,u*,t' | T | G,s |
| Behälter-Nr. | | 14 | 9 | 5 | 18 |
| feuchte Probe + Behälter $m_1 + m_B$ | | [g] 1341,60 | 2334,50 | 917,50 | 2891,60 |
| trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ | | [g] 1190,10 | 2119,70 | 778,60 | 2776,90 |
| Behälter m_B | | [g] 300,10 | 160,20 | 161,90 | 415,50 |
| Wasser $m_w = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ | | [g] 151,50 | 214,80 | 138,90 | 114,70 |
| trockene Probe $m_d = (m_d + m_B) - m_B$ | | [g] 890,00 | 1959,50 | 616,70 | 2361,40 |
| Wassergehalt $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$ | | [%] 17,0 | 11,0 | 22,5 | 4,9 |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|--|--|
| Probenbezeichnung | | Sch6 KP1 | | | |
| Bodenart | | G,s | | | |
| Behälter-Nr. | | 16 | | | |
| feuchte Probe + Behälter $m_1 + m_B$ | | [g] 2984,70 | | | |
| trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ | | [g] 2801,80 | | | |
| Behälter m_B | | [g] 358,10 | | | |
| Wasser $m_w = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ | | [g] 182,90 | | | |
| trockene Probe m_d | | [g] 2443,70 | | | |
| Wassergehalt $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$ | | [%] 7,5 | | | |

Projektleiter: _____

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| Projekt: BG Schönblick Nord | | |
| Projekt-Nr.: B 205359 | Auftraggeber: Stadt Grafing | |
| Probenbezeichnung: Sch6 KP4 | | |
| Entnahmestelle: Grafing | entnommen am: 24.09.2020 | durch: SA |
| Entnahmetiefe: 3,5 m | ausgeführt am: 06.10.2020 | durch: LP |
| Bodenart: T | Bemerkungen: Wassergehalt zunehmend natürlich | Waage: 1 |

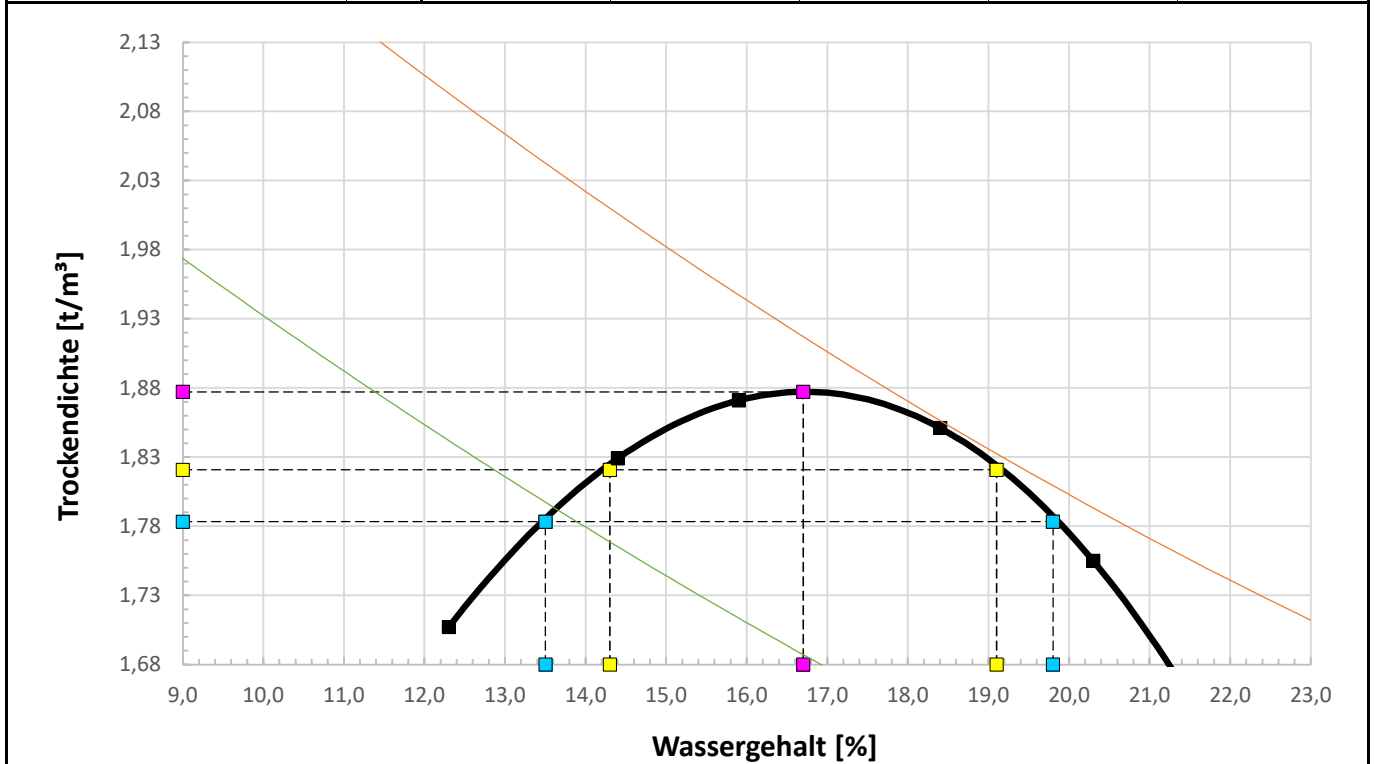
| Zustandsgrenzengerät: | | | | | | | Ausrollgrenze | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| Behälter-Nr. | | | 23 | 8 | 11 | 17 | 39 | 5 | 1 |
| Zahl der Schläge | | | 40 | 31 | 22 | 15 | | | |
| feuchte Probe + Behälter | $m_1 + m_B$ | [g] | 22,75 | 22,80 | 22,91 | 23,02 | 15,71 | 15,17 | 15,25 |
| trockene Probe + Behälter | $m_d + m_B$ | [g] | 16,45 | 16,29 | 16,12 | 16,05 | 13,98 | 13,53 | 13,61 |
| Behälter | m_B | [g] | 4,41 | 4,42 | 4,32 | 4,39 | 4,35 | 4,49 | 4,42 |
| Wasser | $m_w = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$ | [g] | 6,30 | 6,51 | 6,79 | 6,97 | 1,73 | 1,64 | 1,64 |
| trockene Probe | $m_d = (m_d + m_B) - m_B$ | [g] | 12,04 | 11,87 | 11,80 | 11,66 | 9,63 | 9,04 | 9,19 |
| Wassergehalt | $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$ | [%] | 52,3 | 54,8 | 57,5 | 59,8 | 18,0 | 18,1 | 17,8 |



| | | |
|-------------------------|---|----------------------------|
| EXCEL-Auswertung | Proctorversuch (P100Y) gemäß DIN 18127:2012-09 | EX-KP-DIN 18127-PR |
| | | Revision A - Stand 2019-12 |
| | | Anlage: |

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| Projekt: BG Schönblick Nord | | |
| Projekt-Nr.: B 205359 | Auftraggeber: Stadt Grafing | |
| Probenbezeichnung: Sch5 KP1 | | |
| Entnahmestelle: Grafing | entnommen am: 24.09.2020 | durch: SA |
| Entnahmetiefe: 1,5 m | ausgeführt am: 07.10.2020 | durch: LP |
| Bodenart: U,s,t',g' | Bemerkungen: | |
| WG _{nat} : 19,1 | Bodengruppe: TL | Größtkorn: |

| | | | | | | |
|------------------|---|------|------|------|------|------|
| ermittelte Werte | Wassergehalt w _i [%] | 12,3 | 14,4 | 15,9 | 18,4 | 20,3 |
| | Trockendichte ρ _{di} [t/m ³] | 1,71 | 1,83 | 1,87 | 1,85 | 1,76 |



| | | | |
|---|--|--|--------------------------|
| ■ | ermittelte Versuchspunkte | 100 % der Proctordichte: 1,88 t/m ³ | opt. Wassergehalt 16,7 % |
| ■ | 100 % Proctordichte ρ _{opt} , w _{opt} | | |
| ■ | 97 % Proctordichte ρ ₉₆ , w ₉₆ | 97 % der Proctordichte: 1,82 t/m ³ | min. Wassergehalt 14,3 % |
| ■ | 95 % Proctordichte ρ ₉₅ , w ₉₅ | | max. Wassergehalt 19,1 % |
| — | ρ _d für n _s = 0,12 | | |
| — | S _r = 1.0 für ρ _s = 2,82 g/cm ³ | 95 % der Proctordichte: 1,78 t/m ³ | min. Wassergehalt 13,5 % |
| | | | max. Wassergehalt 19,8 % |

Projektleiter: TL _____

Anlage (5)

AUSWERTUNG ABSINKVERSUCH

ABSINKVERSUCH IM SCHURF (USBR-FORMEL)

Projekt: B205359_Stadt Grafing, Baugebite "Schönblick Nord"
 Schurf: SCH 3 VERSUCH : NR.1 DATUM : 24.09.2020

VORWERTE

Länge des Schurfes: 1,40 m
 Breite des Schurfes: 0,85 m
 Durchmesser eines entsprechenden Schachtes: 1,23 m

Wasserspiegel u. Schurf OK: kein W. m

Anfangswasserspiegel unter Schurfoberkannte: 3,02 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 | kf L>5AD |
|--------------------|-----------|---------|---------|-----------------|------|------------------|-----------------|
| (m) | (sec) | (m) | (sec) | (m3/s) | (m) | (m/s) | (m/s) |
| 3,02 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3,03 | 60 | 0,010 | 60 | 1,98E-04 | 0,48 | 5,27E-05 | -3,62E-05 |
| 3,035 | 90 | 0,015 | 90 | 1,98E-04 | 0,47 | 5,30E-05 | -3,74E-05 |
| 3,04 | 120 | 0,020 | 120 | 1,98E-04 | 0,47 | 5,33E-05 | 3,25E-05 |
| 3,045 | 180 | 0,025 | 180 | 1,65E-04 | 0,47 | 4,47E-05 | 2,72E-05 |
| 3,05 | 240 | 0,030 | 240 | 1,49E-04 | 0,47 | 4,04E-05 | 2,46E-05 |
| 3,055 | 300 | 0,035 | 300 | 1,39E-04 | 0,46 | 3,80E-05 | 2,31E-05 |
| 3,26 | 240 | 0,240 | 240 | 1,19E-03 | 0,36 | 4,22E-04 | 2,55E-04 |
| 3,055 | 300 | 0,035 | 300 | 1,39E-04 | 0,46 | 3,80E-05 | 2,31E-05 |
| 3,09 | 600 | 0,070 | 600 | 1,39E-04 | 0,45 | 3,95E-05 | 2,40E-05 |
| 3,12 | 900 | 0,100 | 900 | 1,32E-04 | 0,43 | 3,90E-05 | 2,37E-05 |
| 3,15 | 1200 | 0,130 | 1200 | 1,29E-04 | 0,42 | 3,94E-05 | 2,39E-05 |
| 3,20 | 1800 | 0,180 | 1800 | 1,19E-04 | 0,39 | 3,88E-05 | 2,35E-05 |
| Mittelwert: | | | | 1,82E-04 | | 4,88E-05 | 2,16E-06 |