

Erschließung des Baugebiets „Schimmelwasen I“ in Ornbau

Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten / Geotechnischer Bericht

Aktenzeichen: 13517

Auftraggeber: Stadt Ornbau / Verwaltungsgemeinschaft Triesdorf

Pyrbaum, den 14.02.2018

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH

Geschäftsführer:

Prof. Dr. Jörg Gründer

Dipl.-Geol., öbuv SV

Stefan Gründer

Dipl.-Geol. (TU)

Büro Pyrbaum (bei Nürnberg)

Lindelburger Straße 1

90602 Pyrbaum

Telefon 09180 / 94 04 0

Telefax 09180 / 94 04 18

info@geogruender.de

Büro München

Schusterwolfstraße 25

81241 München

Telefon 089 / 55 13 57 00

Telefax 089 / 55 13 57 01

muenchen@geogruender.de

Sparkasse Neumarkt

IBAN: DE52 760 520 80 0000 911 800

BIC: BYLADEM1NMA

Commerzbank Neumarkt

IBAN: DE40 760 800 40 0805 514 200

BIC: DRESDEFF760

HypoVereinsbank Neumarkt

IBAN: DE32 760 200 70 0022 327 917

BIC: HYVEDEMM460

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Veranlassung / Vorgang	1
2 Örtliche Feststellungen	2
2.1 Allgemeines / Untersuchungen	2
2.2 Bohrungen / Baugrund	3
2.3 Grundwasser	7
2.4 Grundwasseranalyse	8
2.5 Versickerungseigenschaften	8
2.6 Bodenanalysen	10
3 Geologie	10
4 Folgerungen	11
4.1 Kanal- und Leitungsbau	11
4.2 Straßenbau	17
4.2.1 Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	17
4.2.2 Beurteilung der Tragfähigkeit des Untergrunds bzw. Unterbaus	19
4.3 Gründung von Gebäuden / Bauwerken	21
5 Bodenkennwerte / Bodengruppen / Bodenklassen	23
6 Schlussbemerkungen	24

Aktenzeichen: 13517

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH
Geschäftsführer:
Prof. Dr. Jörg Gründer
Dipl.-Geol., öbuv SV
Stefan Gründer
Dipl.-Geol. (TU)

Büro Pyrbaum (bei Nürnberg)
Lindlbürger Straße 1
90602 Pyrbaum
Telefon 09180 / 94 04 0
Telefax 09180 / 94 04 18
info@geogruender.de

Büro München
Schusterwolfstraße 25
81241 München
Telefon 089 / 55 13 57 00
Telefax 089 / 55 13 57 01
muenchen@geogruender.de

Sparkasse Neumarkt
IBAN: DE52 760 520 80 0000 911 800
BIC: BYLADEM1NMA

Commerzbank Neumarkt
IBAN: DE40 760 800 40 0805 514 200
BIC: DRESDEFF760

HypoVereinsbank Neumarkt
IBAN: DE32 760 200 70 0022 327 917
BIC: HYVEDEMM460



Stadt Ornbau / Verwaltungsgemeinschaft Triesdorf

Triesdorfer Straße 8

91746 Weidenbach

E-Mail vorab: geschaeftsleitung@weidenbach-triesdorf.de
cc: s.klebe@landschaftsplanung-klebe.de

Ihre Nachricht

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Pyrbaum,

13517-TL/tl

14.02.2018

Geotechnik
Ingenieurgeologie
Baugrundgutachten
Erd- und Grundbau
Bodenmechanik
Felsmechanik
Beweissicherungen
Felssicherungen
Hydrogeologie
Trinkwasser
Grundwasser
Lagerstätten
Altlasten
Deponietechnik
Geothermie
Fachbauleitung
Gerichtsgutachten
Schiedsgutachten

Erschließung des Baugebiets „Schimmelwasen I“ in Ornbau Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten / Geotechnischer Bericht

1 Veranlassung / Vorgang

Die Verwaltungsgemeinschaft Triesdorf plant die Erschließung des Baugebiets „Schimmelwasen I“ am westlichen Ortsrand von Ornbau (Übersichtslageplan, Anlage 1).

Zur Abklärung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden wir mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Erstellung eines Baugrundgutachtens (Geotechnischer Bericht) beauftragt.



2 Örtliche Feststellungen

2.1 Allgemeines / Untersuchungen

Das rund 2,7 ha große Baugebiet liegt am westlichen Ortsrand von Ornbau und schließt dort an die bestehende Bebauung an. Der Anschluss des Neubaugebiets erfolgt von Osten über die bestehende Straße „Am Kalkofen“. Die Länge der vorgesehenen Erschließungs-Ringstraße beträgt rund 350 m.

Das Baugebiet wird durch eine West-Ost verlaufende Böschung in zwei Teilbereiche mit unterschiedlichem Höhenniveau geteilt. Bei dem nördlichen - nordöstlichen Teil handelt es sich um eine relativ ebene, ± 150 m breite Geländesenke, in deren Mitte der Obere Wasengraben verläuft und als Flächenentwässerung dient. Südlich der Böschung liegt das Gelände rund 3 m höher und ist hier ebenfalls relativ eben ausgebildet.

Das Gelände war bisher unbebaut und wurde landwirtschaftlich genutzt.

Am 21.09.2017 fand gemeinsam mit Frau Schöller, VG Triesdorf, ein Ortstermin statt, bei der die Aufgabenstellung erläutert und die Bohrpunkte festgelegt wurden. Mit den Felduntersuchungen wurde im Anschluss daran begonnen.

An den im Lageplan (**Anlage 2**) gekennzeichneten Stellen wurden sechs Bohrungen (**B 1 - B 6**) durchgeführt. Zusätzlich wurden neben den Bohrungen **B 2**, **B 3** und **B 5** drei Schwere Rammsondierungen (**DPH 1 - DPH 3**) ausgeführt.

Die Bohrungen wurden als Rammkernbohrungen (Kleinbohrungen gemäß DIN 4021) durchgeführt.

Bei den Rammsondierungen (leicht - mittelschwer - schwer) gemäß DIN EN 22476 wird ein Sondiergestänge mit definierter Schlagenergie in den Baugrund eingetrieben. Die Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringung stellt ein Maß für die Lagerungsdichte, Festigkeit und Tragfähigkeit des Baugrunds dar.

Zusätzlich stellt die Schwere Rammsondierung ein Rammkriterium dar. Wenn die Rammspitze nicht mehr eingerammt werden kann, ist in der Regel auch das Eintreiben von Spundwänden, Rohrvortrieben etc. verhindert.

Details zu den Bohrungen können den Bohrprofilen entnommen werden, die auf den **Anlagen 3.1 - 3.6** zeichnerisch dargestellt sind.

Die Sondierdiagramme der Rammsondierungen sind auf den **Anlagen 4.1 - 4.3** abgebildet.

Weiterhin sind auf der **Anlage 5** die Baugrundaufschlüsse in höhenmäßiger Abhängigkeit im Sinne eines Baugrundprofils dargestellt.

Die Lage und die Ansatzhöhen der Untersuchungspunkte wurden mittels hochauflösendem GPS eingemessen.

2.2 Bohrungen / Baugrund

Die Ergebnisse der Bohrungen sind im Einzelnen in der nachfolgenden **Tabelle 1** zusammengestellt.

Tabelle 1: Bohrungen B 1 - B 6 (Schichten / Homogenbereiche von - bis in m unter GOK)

Bohrung	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	Boden- klasse gemäß DIN 18300: 2012-09	Homogen- bereich gemäß DIN 18300: 2015-08
Ansatzhöhe [mNN]	421,86	419,51	417,78	419,98	417,94	417,99	1	O
Baugrundsichten	Oberboden, ± humos, durchwurzelt	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	1	O
	Ton / Schluff, ± sandig überwiegend weich	-	0,4 - 1,4	-	0,2 - 0,7	0,2 - 0,6 1,4 - 1,9	4 (5)	B
	Ton / Schluff, ± sandig, steif bis halbfest	-	0,2 - 2,4	0,2 - 2,0	-	-	4 (5)	
	Ton / Schluff, ± sandig, halbfest, halbfest bis fest	0,2 - 0,8	-	1,4 - 2,2	-	-	4 (5)	
	Sand, ± schluffig-tonig	-	-	2,0 - 3,9	0,7 - 2,8	0,6 - 1,4 1,9 - 2,6	3 - 4	
Wasser, m unter GOK	Sandstein, fein- bis mittelkörnig, mürbe bis mittelhart	0,8 - 1,0 KBF	2,4 - 2,5 KBF	2,2 - 2,3 KBF	3,9 - 4,0 KBF	2,8 - 2,9 KBF	2,6 - 2,7 KBF	X
	Wasser, m unter GOK	Kein Wasser	Kein Wasser	Kein Wasser	Kein Wasser	0,66	0,79	-
	Wasser, mNN	-	-	415,62	417,28	417,20	-	-

KBF = Kein Bohrfortschritt.

Gemäß **Tabelle 1** können folgende Schichten / Homogenbereiche unterschieden werden:

Homogenbereich O: Oberboden

Im Untersuchungsgebiet ist großflächig ein durchschnittlich 0,2 m - 0,4 m dicker, humoser Oberboden vorhanden, der mit Gräsern bewachsen ist.

Homogenbereich B: Boden

Unter dem Oberboden liegen verschiedene lockergesteinsartige, teils tonig-schluffige, teils sandige Boden- bzw. Baugrundsichten vor, die gemäß DIN 18300:2015 als Homogenbereich B (Boden) zusammengefasst werden.

- **Ton / Schluff**

Im südlichen, höher liegenden Bereich des Baugebiets besteht der natürlich gewachsene Boden unterhalb des humosen Oberbodens überwiegend aus tonigem Material.

Bei den Bohrungen **B 1** und **B 2** wird der gesamte Boden bis zur Sandsteinoberkante aus steifen bis halbfesten Tönen aufgebaut. Bei **B 4** steht bis 0,9 m unter GOK ein steifer Ton an, der dann nach unten hin bis ca. 2 m unter GOK in ein leichtplastisches Ton-Sand-Gemisch übergeht.

Im Bereich der tiefer liegenden Geländesenke liegen im oberflächennahen Boden weiche, zum Teil auch weich bis breiige (bei **B 5**) Tone und/oder Schluffe bis 0,6 m - 0,7 m unter GOK (**B 5**, **B 6**) vor. Eine weitere weiche schluffige Zwischenschicht wurde bei **B 6** zwischen 1,4 m und 1,9 m unter GOK erbohrt.

Bei **B 3** wurde ein weicher Ton bis 1,4 m unter GOK festgestellt, der nach unten hin in einen halbfesten, feinsandigen Schluff übergeht.

Die feinkörnigen, tonig-schluffigen Böden sind in der Regel als leicht- bis mittelplastisch einzustufen (Bodenklasse 4 gemäß DIN 18300:2012). Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass die tonigen Böden bereichsweise auch ausgeprägt plastische Eigenschaften aufweisen (Bodenklasse 5 gemäß DIN 18300:2012).

Ab einer mindestens steifen Konsistenz sind die tonig-schluffigen Böden als tragfähig einzustufen.

- **Sand**

Sandiges Material wurde in den Bohrungen **B 4 - B 6**, jeweils unterhalb der tonig-schluffigen Überdeckung, erbohrt.

Die Sande sind meist schwach schluffig bis schluffig ausgebildet.

In den Bohrungen **B 5** und **B 6** sind die Sande grundwasserführend.

Gemäß den Schlagzahlen der Schweren Rammsondierung **DPH 2** (bei **B 5**) sind die Sande in diesem Bereich ab ca. 0,8 m unter GOK mitteldicht gelagert und somit als tragfähig einzustufen. Ab ca. 2,2 m unter GOK gehen die Sande in einen dichten, verbackenen Zustand über und sind als Sandsteinersatzbildung zu interpretieren.

Auch in Bohrung **B 4** stehen ab 2,0 m unter GOK verbackene Sande an, die bereits den Übergang zu den darunter folgenden Sandsteinen andeuten.

Homogenbereich X: Sandstein

Der Festgesteinsuntergrund wird von den meist fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen des Keupers gebildet. Die Sandsteine sind in der Regel an ihrer Oberfläche zunächst mürbe und gehen mit zunehmender Tiefe in einen mittelharten bis harten Zustand über.

Mit dem eingesetzten Rammkernbohrverfahren bzw. Rammsondierverfahren konnte innerhalb des Felshorizonts kein weiterer Baugrundaufschluss erzielt werden.

Bei **B 1** wurde die Sandsteinoberkante bereits in 0,8 m Tiefe angetroffen. Anscheinend liegt hier ein relativ harter Sandsteinhorizont vor, bei dem ggf. mit einem erhöhten Aufwand beim Lösen des Felses gerechnet werden muss.

Bei den Bohrungen **B 2**, **B 3**, **B 5** und **B 6** liegt die Sandsteinoberkante zwischen 2,2 m und 2,7 m unter GOK.

Bei **B 4** wurde der Sandstein ab 3,9 m unter GOK erreicht.

Zur Veranschaulichung wurde der Verlauf der Sandsteinoberkante in den schematischen Profilschnitt auf **Anlage 5** mit eingezeichnet.

2.3 Grundwasser

In den nahe des Oberen Wasengrabens gelegenen Bohrungen **B 5** und **B 6** wurden oberflächennahe Grundwasserstände von 0,66 m - 0,79 m unter GOK (= 417,28 mNN - 417,20 mNN) festgestellt. Der Grundwasserstand steht hier anscheinend mit dem Wasserstand des Wasengrabens in hydraulischer Verbindung. Im gesamten nördlichen Teil des Baugebiets, also im Bereich der Geländesenke, ist zumindest temporär, z. B. nach starken Niederschlägen, mit sehr hohen, oberflächennahen Grundwasserständen zu rechnen.

In Bohrung **B 3** wurde Grundwasser in 2,16 m unter GOK eingemessen. Hierbei handelt es sich um ein Stau- bzw. Schichtenwasservorkommen, das nicht großflächig verbreitet ist.

Im süd- bis südwestlichen, höher liegenden Gelände wurde kein Grundwasser angetroffen.

2.4 Grundwasseranalyse

Aus der Bohrung **B 6** wurde eine Grundwasserprobe entnommen und hinsichtlich betonangreifender Inhaltsstoffe (Betonangriffsgrad des Grundwassers) gemäß DIN 4030 untersucht.

Dabei wurden keine Überschreitungen der einstufigsrelevanten Parameter festgestellt. Demnach ist die Grundwasserprobe als nicht betonangreifend einzustufen (Prüfzeugnis siehe **Anlage 6**).

2.5 Versickerungseigenschaften

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens wurde am Ansatzpunkt der **B 2** ein Versickerungsversuch im offenen Bohrloch (Auffüllversuch) durchgeführt. Die Auswertung erfolgte nach der Formel von ÇEÇEN für einen grundwasserfreien Boden und ist auf der **Anlage 7** dargestellt.

Im oberflächennahen Boden bis ca. 1 m unter GOK liegen die Wasserdurchlässigkeiten noch im Bereich von rund $k = 1 - 5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Darunter nehmen die Wasserdurchlässigkeiten dann stark bis auf Werte von $k = 5 \cdot 10^{-7}$ m/s ab und zeigen somit geringe Wasserdurchlässigkeiten an.

Im Ergebnis wird für den anstehenden Ton ein charakteristischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k = 8 \cdot 10^{-7}$ m/s angegeben.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen stehen im süd- bis südwestlichen, leicht exponierten Bereich des Baugebiets großflächig bindige, tonig-schluffige Böden an, die im Allgemeinen schwach wasserdurchlässig sind und sich somit nicht zur Errichtung von Versickerungsanlagen eignen. Des Weiteren ist der Sickerraum nach unten hin durch die zwischen rund 1 m und 2,5 m unter GOK verlaufende Sandsteinoberkante stark begrenzt.

Der nördliche/nordöstliche Bereich des Baugebiets liegt dagegen innerhalb einer wasserführenden Geländesenke (Wasengraben). Hier ist zumindest temporär mit sehr hohen, ggf. geländegleichen Grundwasserständen zu rechnen. Somit kann die gemäß dem Arbeitsblatt ATV-A 138 geforderte freie Sickerstrecke von mindestens 1 m bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) nicht eingehalten werden. Weiterhin sind auch in diesem Bereich schluffige Böden verbreitet, die als gering wasserdurchlässig einzustufen sind.

Insgesamt liegen die Voraussetzungen für die Errichtung von Versickerungsanlagen (u. a. wasserdurchlässige Böden mit $k \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und 1 m Abstand zum MHGW) im gesamten Baugebiet nicht bzw. nur sehr eingeschränkt vor. Von der Errichtung von Versickerungsanlagen wird daher abgeraten.

Es wird empfohlen, den Niederschlagsabfluss kontrolliert über ein Regenrückhaltebecken in den Wasengraben abzuleiten.

2.6 Bodenanalysen

Bei den Felduntersuchungen wurden nur natürlich gewachsene Böden angetroffen. Es wurden keine Anzeichen einer möglichen Kontamination festgestellt.

Aufgrund der bislang vermeintlich rein landwirtschaftlichen Nutzung des Grundstücks sind im Allgemeinen keine analytischen Untersuchungen des Bodenmaterials erforderlich, sofern bei den Erdarbeiten keine Verunreinigungen des Bodens auftreten. Der anfallende Bodenaushub kann dann im Zuge der Baumaßnahme wieder eingebaut werden (weitere Angaben zum Wiedereinbau siehe Kapitel 4.1).

Zur Entsorgung des anfallenden Bodenmaterials wird es im Allgemeinen erforderlich, den anfallenden Aushub gemäß LAGA PN98 bzw. dem LfU-Merkblatt Deponie-Info Nr. 3 aufzuhalten und mittels einer repräsentativen Haldenbeprobung abfallrechtlich zu deklarieren.

3 Geologie

Gemäß der Geologischen Karte von Bayern M = 1 : 25 000, Blatt 6829 Ornbau, liegt das Baugebiet im Übergangsbereich zwischen den Schichtenfolgen des Blasensandsteins und des Coburger Sandsteins (beide Mittlerer Keuper). Bei beiden Schichtfolgen handelt es sich überwiegend um Sandsteine mit Tonsteinzwischenlagen.

Die Sand- und Tonsteine werden im Allgemeinen von den eigenen, sandig-tonigen Verwitterungsprodukten überlagert.

Weiterhin sind im Bereich des Wasengrabens holozäne Talablagerungen verbreitet.

4 Folgerungen

4.1 Kanal- und Leitungsbau

Es wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Baugebieterschließung zunächst, d. h. vor den weiteren Bauarbeiten, die Kanalbauarbeiten vorgenommen werden. Demnach wird angenommen, dass beim Kanalbau nicht in die Bodenaushubgrenzen benachbarter Bauwerke (gemäß DIN 4123) eingeschnitten wird, was durch die Planung noch überprüft werden muss. Sollte dies wider Erwarten doch der Fall sein, so wird um Rücksprache gebeten, damit die dann zu treffenden Maßnahmen abgestimmt werden können.

Baugrundverhältnisse

Beim Kanal- und Leitungsbau muss in Abhängigkeit von der Tiefenlage der Kanalsohle mit wechselhaften, teils locker- und teils festgesteinsartigen Baugrundverhältnissen gerechnet werden.

Zur Veranschaulichung der Baugrundsituation ist der interpolierte Verlauf der Sandsteinoberkante in den schematischen Profilschnitt auf **Anlage 5** mit eingezeichnet. Demnach liegt die Sandsteinoberkante in der Regel zwischen 2,2 m und 2,7 m unter GOK. Im südlichen Bereich (bei **B 1**) wurde der Sandstein bereits ab 0,8 m unter GOK festgestellt.

Innerhalb des Sandsteins ist ggf. ein erhöhter Aufwand beim Felslösen zu berücksichtigen.

In Bereichen mit oberhalb der Sandsteinoberkante liegenden Kanalsohlen ist von teils tonig-schluffigen und teils sandigen Baugrundverhältnissen auszugehen.

In den Bohrungen **B 1 - B 4** wurde kein Grundwasser angetroffen. Hier können die Kanalbaumaßnahmen voraussichtlich ohne größere Wasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Mit Annäherung an den Wasengraben im nördlichen bis nordöstlichen Bereich des Baugebiets (Bohrungen **B 5** und **B 6**) sind jedoch oberflächennahe Grundwasserstände festgestellt worden, die Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich machen.

Aushub

Innerhalb der tonigen und sandigen Lockergesteinsschichten kann der Aushub auf herkömmliche Art und Weise mit dem Bagger erfolgen. Für den Aushub der tonigen Schichten ist im Regelfall die Bodenklasse 4 gemäß DIN 18300:2012 anzusetzen. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass ausgeprägt plastische Tonlagen der Bodenklasse 5 auftreten. Für den feinkornarmen Sand gilt die Bodenklasse 3.

In den felsigen Bereichen muss, wenn der Aushub mittels leistungsstarkem Hydraulikbagger verhindert ist, entsprechend gemeißelt werden. Der Einsatz einer Grabenfräse ist hier grundsätzlich ebenfalls möglich.

Auch eine Felslösung mittels Sprengung ist durchführbar, wenn ein ausreichender Abstand zur Bestandsbebauung gegeben ist, da beim Sprengen sonst mit nicht voraussehbaren Sekundärschäden gerechnet werden muss.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Sandsteinhorizont sowohl mürbe bis mittelhart bzw. stärker geklüftet (leicht lösbarer Fels, Bodenklasse 6) als auch hart bzw. dickbankig bis massig (schwer lösbarer Fels, Bodenklasse 7) sein kann.

Eignung zum Wiedereinbau

Die beim Aushub anfallenden Tone / Schluffe und ggf. Ton-Schluff-Sand-Gemische (mit Feinkornanteil > 15 %) können ohne vorherige Aufbereitung (z. B. Stabilisierung mittels Beifräsung von Kalk-Zement-Gemisch) nicht zum qualifizierten Wiedereinbau verwendet werden.

Sandiges Aushubmaterial darf zum qualifizierten Wiedereinbau verwendet werden, wenn der Feinkornanteil (Ton- / Schluffgehalt) 15 % nicht übersteigt. Der bei der Erschließung des Baugebiets anfallende sandige Bodenaushub weist einen wechselnden Feinkornanteil von 5 % bis zu 30 % auf und ist somit nur bedingt für den Wiedereinbau geeignet. Für den qualifizierten Wiedereinbau wird empfohlen, den ± tonig-schluffigen Sand mittels Beifräsung von Kalk-Zement-Mischbinder zu stabilisieren.

Der Felsaushub fällt voraussichtlich überwiegend stückig an und ist dann nicht für den qualifizierten Wiedereinbau geeignet. Lediglich Sandstein, der beim Lösen zu Sand zerfällt und einen Feinkornanteil von maximal 15 % aufweist, kann dem Wiedereinbau zugeführt werden.

Der Materialeinbau erfolgt prinzipiell in Lagen zu maximal 0,3 m Dicke unter jeweils 5-facher Nachverdichtung. Beizufahrendes Fremdmaterial soll nichtbindig (d. h. sandig-kiesig), gut kornabgestuft und gut verdichtbar sein.

Der Nachweis der erzielten Lagerungsdichte und Tragfähigkeit kann mittels Rammsondierungen und/oder Lastplattendruckversuchen erfolgen, wobei eine mitteldichte bis dichte Lagerung der eingebauten Bodenschichten nachzuweisen ist.

Baugrubenböschungen, Verbau

Beim Kanalbau im unbebauten Bereich kann bei den vorhandenen Baugrundverhältnissen davon ausgegangen werden, dass ein herkömmlicher Kanalgrabenverbau (= Plattenverbau) geeignet ist.

Falls es die Platzverhältnisse erlauben und kein Grund- bzw. Schichtenwasser angeschnitten wird bzw. das Wasser ausfallsicher abgezogen wird, kann der Kanalgraben unter den nachfolgenden Böschungswinkeln frei angelegt werden:

Sand, ± tonig-schluffig:	45°
Ton / Schluff, Ton-Schluff-Sand-Gemisch, weich, weich bis steif:	45°
Ton / Schluff, Ton-Schluff-Sand-Gemisch, mindestens steif:	60°
Sandstein , mürbe bis mittelhart:	70°

Kanalgrabensohle

Wie beschrieben ist in Abhängigkeit von der Verlegungstiefe des Kanals von wechselhaften, teils locker-, teils festgesteinsartigen Baugrundverhältnissen auszugehen.

Die Kanalgrabensohlen werden im zentralen bis südwestlichen Bereich überwiegend innerhalb tragfähiger Schichten (mindestens steifer Ton bzw. mitteldicht gelagerter Sand bzw. mürber Sandstein) liegen. Mit Annäherung an den Wasengraben können aber auch gering tragfähige, weiche Tone / Schluffe oder auch locker gelagerte, aufschwimmende Sande in der Grabensohle nicht ausgeschlossen werden.

In felsigen Abschnitten sind bezüglich der Gestaltung der Rohrbettung und der Auflagerung des Rohres die Empfehlungen der DIN EN 1610 zu beachten. Dies bedeutet, dass das Rohr nicht punktförmig auf einem unnachgiebigen Untergrund (Fels) aufgelagert werden darf, da sich andernfalls Spannungskonzentrationen unkontrolliert auf das Rohr auswirken.

Zum Ausgleich der Tragfähigkeitsunterschiede und zur Schaffung einer sauberen, einheitlichen Arbeitsebene ist es daher erforderlich, im Sohlbereich einen Bodenaustausch von ca. 0,2 m Dicke vorzusehen. Als Bodenaustauschmaterial soll nichtbindiges, verdichtungsfähiges Material vorgesehen werden (Sand-Kies-Bettung). Hierdurch wird eine Vergleichmäßigung der Rohraulagerverhältnisse erreicht.

Vor dem Einbau des Bodenaustauschmaterials soll die Bodenaustauschsohle durch mindestens 5 Übergänge nachverdichtet werden, um Auflockerungen im Baugrund zu beseitigen.

Optional (falls erforderlich):

In Bereichen mit weichen, bindigen Böden in der Grabensohle ist ein Mehraushub von mindestens 0,3 m Dicke vorzusehen. Das Material ist gegen geeignetes, gut verdichtbares Material (z. B. sandiger Bodenaushub oder Kies / Kies-Sand-Gemisch) auszutauschen.

In Abschnitten mit sehr weichen bis breiigen Materialien kann es erforderlich werden, die Tragschichtdicke weiter zu erhöhen bzw. in die Mehraushubsohle Schroppen so lange einzudrücken, bis sich eine offensichtliche Ertüchtigung eingestellt hat.

Wasserhaltung

Wie beschrieben wurde im zentralen bis südwestlichen Bereich (**B 1 - B 4**) kein Grundwasser angetroffen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass beim Kanal- und Leitungsbau nach starken Niederschlägen Schichtenwasser auftritt, das den Kanal- und Leitungsgräben zufließt. Die in diesem Bereich ggf. anfallenden Wassermengen sind aller Voraussicht nach relativ gering, so dass diese leicht mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe und angeschlossene Sohlwasserdrainage) abgezogen werden können.

Im nördlichen bis nordöstlichen Bereich werden jedoch aufgrund der oberflächennahen Grundwasserstände Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Prinzipiell ist es zum sicheren Gründen erforderlich, das Grundwasser bis mindestens 0,5 m unter Kanalgrabensohle bzw. bis zur Oberkante des Sandsteins abzusenken. Je nach Tiefenlage des Kanals wird somit eine Wasserabsenkung von bis zu ca. 2 m erforderlich.

Bei einer Verlegetiefe des Kanals, die eine Absenkung des Grundwassers von > 0,5 m erforderlich macht, wird im Sinne eines reibungslosen und sicheren Bauablaufs eine geschlossene Wasserhaltung (bestehend aus gebohrten Filterbrunnen, Vakuumlansen oder ggf. mittels Tiefendrainage) empfohlen. Der Erfahrung nach gelingt eine offene Wasserhaltung nur mit großem technischen Aufwand und ist dann mit einem gewissen Risiko (z. B. hinsichtlich der Böschungsstabilität) verbunden.

Da aber bei **B 5 / DPH 2** ab ca. 2 m unter GOK relativ dicht gelagerte, $\pm$ schluffige Sande (Sandsteinzersatz) erbohrt wurden, die im Allgemeinen eine relativ geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen, kann zunächst versucht werden, die andrängenden Wassermassen mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe und angeschlossene Sohlwasserdrainage) abzuziehen. Wenn das nicht gelingen sollte, müsste eine aufwendigere geschlossene Wasserhaltung betrieben werden.

Zur Dimensionierung einer Wasserhaltung soll ein durchschnittlicher Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt werden.

4.2 Straßenbau

Es wird davon ausgegangen, dass der Parkplatz gemäß RStO errichtet werden soll. Demnach sind für die Erschließungsstraße voraussichtlich die Belastungsklassen Bk0,3 - Bk1,8 (in Abhängigkeit des Schwerverkehranteils) anzusetzen.

Die Auswahl der erforderlichen Belastungsklasse muss seitens der Planung entschieden werden.

4.2.1 Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Gemäß der Frosteinwirkungszonenkarte der RStO 2012 verläuft die Trasse innerhalb der Frosteinwirkungszone II.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen besteht der für den Straßenbau relevante oberflächennahe Baugrund durchweg aus einem tonig-schluffigen Boden, der als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3) einzustufen ist.

Bei einem F 3-Boden ergibt sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus bei den einzelnen Belastungsklassen gemäß nachfolgender **Tabelle 2**.

Tabelle 2: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 3	65	60	50

Gemäß RStO 2012 ermitteln sich entsprechend der örtlichen Verhältnisse für die o. g. Schichten die in der nachfolgenden **Tabelle 3** fett hervorgehobenen Mehr- oder Minderdicken.

Tabelle 3: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Frosteinwirkung	Zone I	± 0 cm				
	Zone II	+ 5 cm				
	Zone III	+ 15 cm				
Kleinräumige Klimaunterschiede	Ungünstige Klimaeinflüsse, z. B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+ 5 cm			
	Keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0 cm			
	Günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		- 5 cm			
Wasser- verhältnisse im Untergrund	Kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			± 0 cm		
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			+ 5 cm		
Lage der Gradienten	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm	
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m				± 0 cm	
	Damm > 2,0 m				- 5 cm	
Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Rand- bereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					- 5 cm

Es ergibt sich somit eine Mehrdicke von $A + B + C + D + E = 5 + 0 + 5 + 0 + 0 = 10 \text{ cm}$.

Die Gesamtdicke ergibt sich somit bei einem F 3-Boden für die jeweiligen Belastungsklassen wie folgt:

Bk100 bis Bk10:	65 cm + 10 cm = 75 cm
Bk3,2 bis Bk1,0:	60 cm + 10 cm = 70 cm
Bk0,3:	50 cm + 10 cm = 60 cm.

Bei der Berechnung wurde der im nördlichen bis nordöstlichen Bereich vorhandene oberflächennahe Grundwasserstand berücksichtigt. Im süd- bis südwestlichen, leicht exponierten Bereich des Baugebiets kann die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus um 5 cm reduziert werden.

Weiterhin wurde angenommen, dass die Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Falls die Fahrbahn über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen entwässert wird, kann die Gesamtdicke um 5 cm reduziert werden.

Diese Annahmen müssen seitens der Planung noch einmal überprüft werden.

4.2.2 Beurteilung der Tragfähigkeit des Untergrunds bzw. Unterbaus

Gemäß RStO 2012 und ZTVE-StB 09 muss im Erdplanum durch Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 ein Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden.

Auf der OK Tragschicht ist ein Tragfähigkeitsbeiwert von mindestens $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Es wird davon ausgegangen, dass innerhalb der weichen bis steifen Tone, die größtenteils im Bereich des Erdplanums zu erwarten sind, die erforderliche Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) nicht erzielt werden kann.

Zur Erzeugung der erforderlichen Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) wird es daher erforderlich werden, Ertüchtigungsmaßnahmen im Erdplanum nach den folgenden Verfahren vorzunehmen.

Mehraushub und Bodenaustausch

Zur Erzeugung der erforderlichen Tragfähigkeit erfolgt ein Mehraushub und Bodenaustausch von mindestens 0,3 m Dicke gegen verdichtungsfähiges, nichtbindiges Material, wobei die Aushubsohle 5-mal nachverdichtet werden soll.

Alternativ und bei Bedarf ergänzend:

Eindrücken von Schroppen

Für den Fall, dass wider Erwarten sehr weiche Bereiche in der Aushubsohle auftreten, wird empfohlen, eine gewisse Menge an Steinen (sog. Schroppen, Durchmesser 5 cm bis 12 cm) im Leistungsverzeichnis vorzuhalten.

Diese können in die Aushubsohle so lange lagenweise eingedrückt werden, bis eine offensichtliche Standfestigkeit der Sohle erreicht ist.

Alternativ:

Einfräsen von Kalk-Zement-Mischbinder

Der Mischbinder kann vor Ort eingefräst werden. Es empfiehlt sich eine Zugabe von ca. 3 Gewichtsprozent. Bei einer zu bearbeitenden Tiefe von 0,3 m ergibt das eine Menge von 12 - 18 kg Bindemittel pro m^2 .

Anschließend wird mindestens 5-mal nachverdichtet.

Es kann davon ausgegangen werden, dass nach Durchführung einer der o. g. Maßnahmen der auf dem Planum erforderliche Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht bzw. eine dauerhaft sichere Standfestigkeit erzielt wird. Der genaue erforderliche Umfang von Bodenverbesserungsmaßnahmen kann erst baubegleitend festgestellt werden, was in der Ausschreibung zu berücksichtigen ist.

4.3 Gründung von Gebäuden / Bauwerken

Aufgrund der insgesamt uneinheitlichen Baugrundverhältnisse werden für die Wohnbebauung ergänzende Baugrunduntersuchungen empfohlen, um ein vernünftiges, an die jeweiligen Bodenverhältnisse angepasstes Gründungskonzept zu entwickeln.

Grundsätzlich muss auch bei der Errichtung von Gebäuden zwischen der nordöstlichen und der südwestlichen Baugrundsituation unterschieden werden.

Bei unterkellerten Gebäuden kann insgesamt von weitgehend guten Tragfähigkeiten in der Gründungssohle ausgegangen werden, wenngleich im südwestlichen Bereich mit Erschwernissen beim Lösen des Felshorizonts und im nordöstlichen Bereich mit oberflächennahen Grundwasserständen gerechnet werden muss.

Bei der Errichtung von Baugruben im Grundwasser müssen umfängliche Wasserhaltungsmaßnahmen betrieben werden. Die in das Grundwasser einschneidenden Bauteile müssen entsprechend abgedichtet werden („weiße Wanne“).

Bei einer nicht unterkellerten Bauweise müssen die oberflächennah vorhandenen Auflockerungen bzw. Aufweichungen beseitigt und gleichmäßig tragfähige Verhältnisse in der Gründungssohle hergestellt werden. Zur Flachgründung von Gebäuden kann entweder ein vollflächiger Bodenaustausch bis zum Erreichen des tragfähigen Horizonts (mindestens steifer Ton bzw. mitteldicht gelagerter Sand bzw. Sandstein) durchgeführt werden oder aber es erfolgt eine Gründung auf Magerbetonstreifen, die bis auf den jeweiligen tragfähigen Horizont geführt werden.

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstands bzw. die Bettungsmoduln können erst bei vorliegenden konkreten Angaben zum Bauvorhaben (und ggf. nach Durchführung ergänzender Untersuchungen) angegeben werden.

5 Bodenkennwerte / Bodengruppen / Bodenklassen

Für Berechnungs- und Dimensionierungszwecke können die in der folgenden **Tabelle 4** verzeichneten Bodenkennwerte, Bodengruppen (gemäß DIN 18196) und Bodenklassen (gemäß DIN 18300:2012-09) angesetzt werden.

Tabelle 4: Bodenkennwerte

Schicht von-bis unter GOK (Mittel- werte)		Material	Wichte feuchter Boden γ	Wichte Boden unter Auftrieb γ'	Winkel der inneren Reibung ϕ	Kohä- sion c'	Steife- modul E_s	Boden- gruppe gemäß DIN 18196	Boden- klasse gemäß DIN 18300: 2012-09
ca. m			kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	MN/m²		
Schichten / Homogenbereiche	O	Oberboden	16 - 18	6 - 8	15	0	-	OH	1
	B	Ton / Schluff, ± sandig weich	18	8	22,5	0 - 5	5	TL / TM (TA)	4 (5)
		Ton / Schluff, ± sandig, steif, steif bis halbfest	19	9	22,5	10	10	TL / TM (TA)	4 (5)
		Ton / Schluff, ± sandig, halbfest, halbfest bis fest	20	10	25	15	20	TL / TM (TA)	4 (5)
		Sand, ± schluffig- tonig	19	11	32,5	0	30	SU, ST, SU*, ST*	3 / 4
	X	Sandstein, fein- bis mittelkörnig, mürbe bis mittelhart	24	14	40	50	(200)	-	6 / 7

6 Schlussbemerkungen

Die Untersuchungen haben ergeben, dass der Baugrund im geplanten Baugebiet zunächst aus schluffig-tonigen und sandigen Schichten in unterschiedlicher Schichtmächtigkeit aufgebaut wird. Darunter folgt ein mürber bis mittelharter Sandstein.

Die Tiefenlage der Sandsteinoberkante schwankt von 0,8 m unter GOK (bei **B 1**) bis zu 3,9 m unter GOK (bei **B 4**).

Grundwasser wurde im zentralen bis südwestlichen Bereich (**B 1** - **B 4**) nicht angetroffen. Im nördlichen bis nordöstlichen Bereich nahe des Wasengrabens (**B 5** + **B 6**) wurden jedoch mit 0,66 m bzw. 0,79 m unter GOK oberflächennahe Grundwasserstände festgestellt.

Für die Verlegung des Kanals ist von wechselhaften, teils locker- und teils festgesteinsartigen Baugrundverhältnissen auszugehen. Innerhalb des Sandsteinhorizonts ist voraussichtlich ein erhöhter Aufwand beim Lösen des Felses zu berücksichtigen. Im nördlichen bis nordöstlichen Bereich müssen Wasserhaltungsmaßnahmen betrieben werden.

Für den Straßenbau gelten die Frostepfindlichkeitsklasse F 3 und die Frosteinwirkungszone II gemäß RStO. Innerhalb der oberflächennah vorliegenden tonigen Schichten von weicher bis steifer Konsistenz ist davon auszugehen, dass die erforderliche Tragfähigkeit im Erdplanum ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) nicht erreicht wird. Hier sind Stabilisierungsmaßnahmen (Bodenaustausch, Bodenverbesserung mit Kalk-Zement-Bindemittel) erforderlich.

Für die Wohnbebauung werden, insbesondere im nördlichen bis nordöstlichen Bereich (aufgrund der dortigen hohen Grundwasserstände), separate Baugrunduntersuchungen empfohlen.

Für eventuelle Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.


Tobias Leyendecker
Dipl.-Ing.

i. A. Maxim Mön
Stefan Gründer
Dipl.-Geol.



VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage	
Anlagengruppe	
1	Übersichtslageplan (M = 1 : 25 000)
2	Lageplan (M = 1 : 1 000) mit Kennzeichnung der Bohr- und Sondierpunkte
3.0	Legende
3.1 - 3.6	Bohrprofile B 1 - B 6
4.1 - 4.3	Rammdiagramme DPH 1 - DPH 3
5	Baugrundaufschlüsse nebeneinander in höhenmäßiger Abhängigkeit
6	Grundwasseranalyse gemäß DIN 4030
7	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert) in situ

Aktenzeichen: 13517

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH
Geschäftsführer:
Prof. Dr. Jörg Gründer
Dipl.-Geol., öbuv SV
Stefan Gründer
Dipl.-Geol. (TU)

Büro Pyrbaum (bei Nürnberg)
Lindelburger Straße 1
90602 Pyrbaum
Telefon 09180 / 94 04 0
Telefax 09180 / 94 04 18
info@geogruender.de

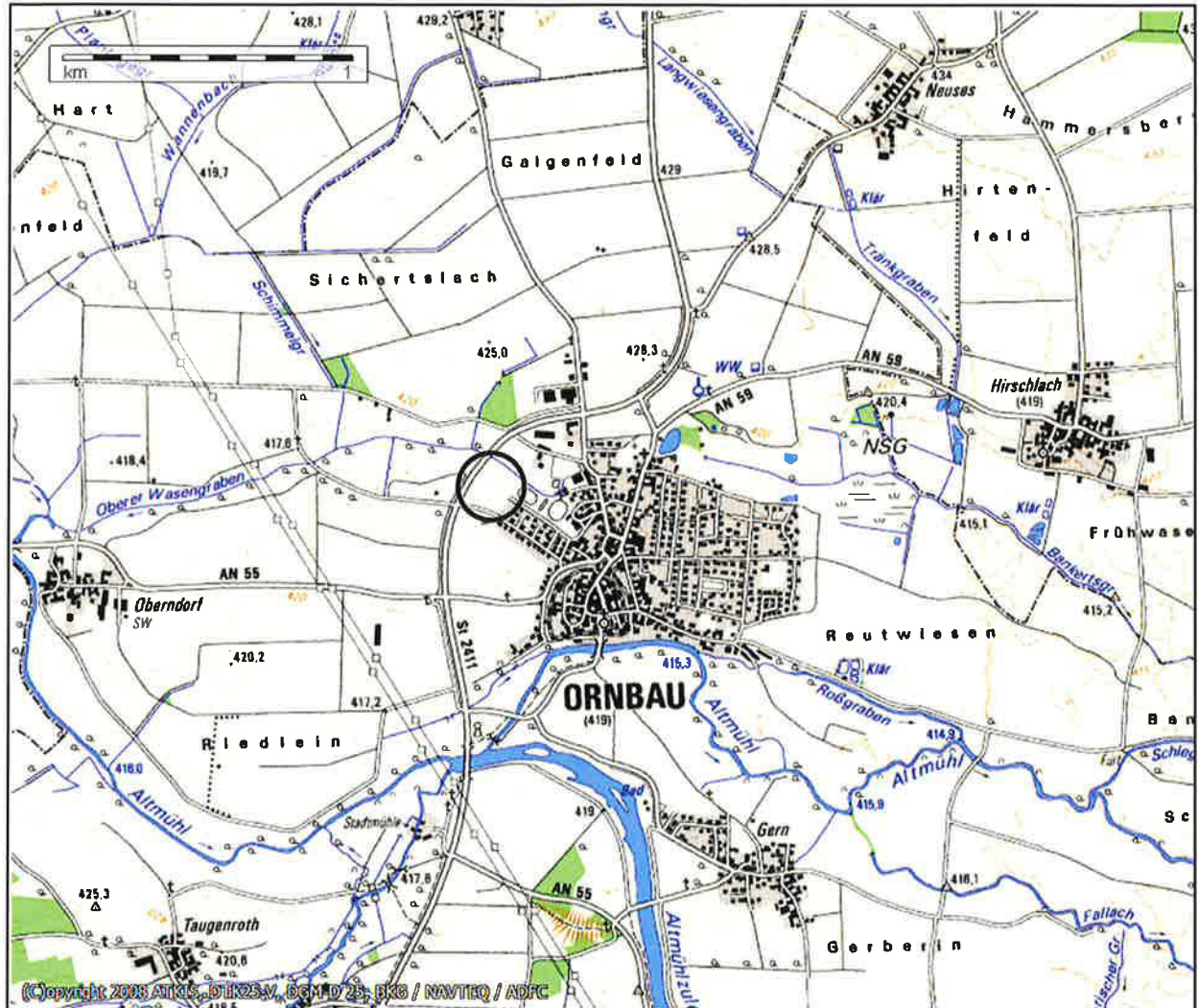
Büro München
Schusterwolfstraße 25
81241 München
Telefon 089 / 55 13 57 00
Telefax 089 / 55 13 57 01
muenchen@geogruender.de

Sparkasse Neumarkt
IBAN: DE52 760 520 80 0000 911 800
BIC: BYLADEM1NMA

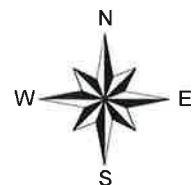
Commerzbank Neumarkt
IBAN: DE40 760 800 40 0805 514 200
BIC: DRESDEFF760

HypoVereinsbank Neumarkt
IBAN: DE32 760 200 70 0022 327 917
BIC: HYVEDEMM460

Projekt: **Erschließung eines Baugebiets am westlichen Ortsrand von Ornbau**



Lage des Projekts



Projekt: Erschließung eines Baugebiets am westlichen Ortsrand von Ornbau

Datum: 19.10.2017

Bearbeiter: TL

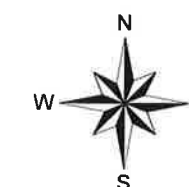
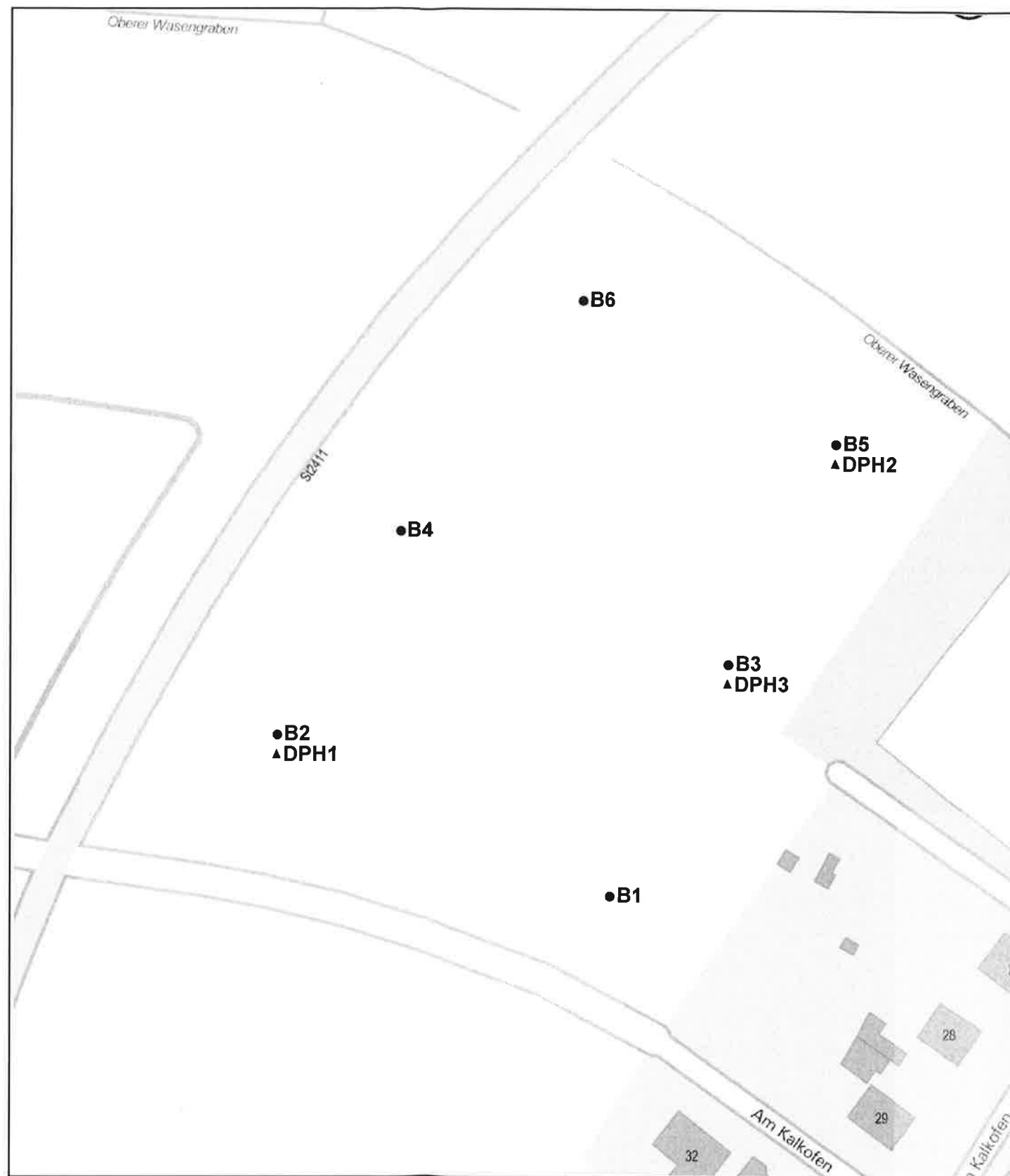
Gezeichnet: TL

Lageplan
 mit Kennzeichnung
 der Bohr- und Sondierpunkte

M = 1 : 1 000

Az.: 13517

Anlage: 2



● B

Bohrung

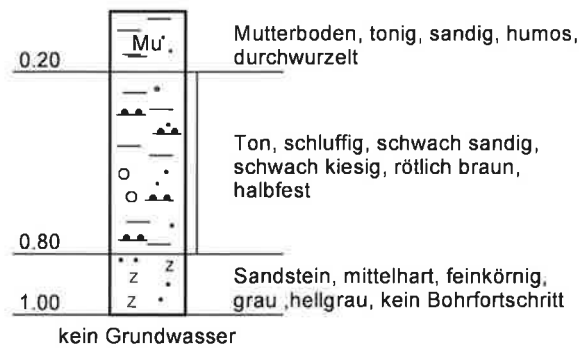
▲ DPH

Schwere Rammsondierung

klüftig		Ton (T)
fest		Schluff (U)
halbfest - fest		Feinsand (fS)
halbfest		Mittelsand (mS)
steif - halbfest		Grobsand (gS)
steif		Feinkies (fG)
weich - steif		Mittelkies (mG)
weich		Grobkies (gG)
breiig - weich		Steine (fX)
breiig		Auffüllung (A)
naß		Sandstein (^s)
		Tonstein (Tst)
		Kalkstein (Kst)
		Dolomitstein (Dst)

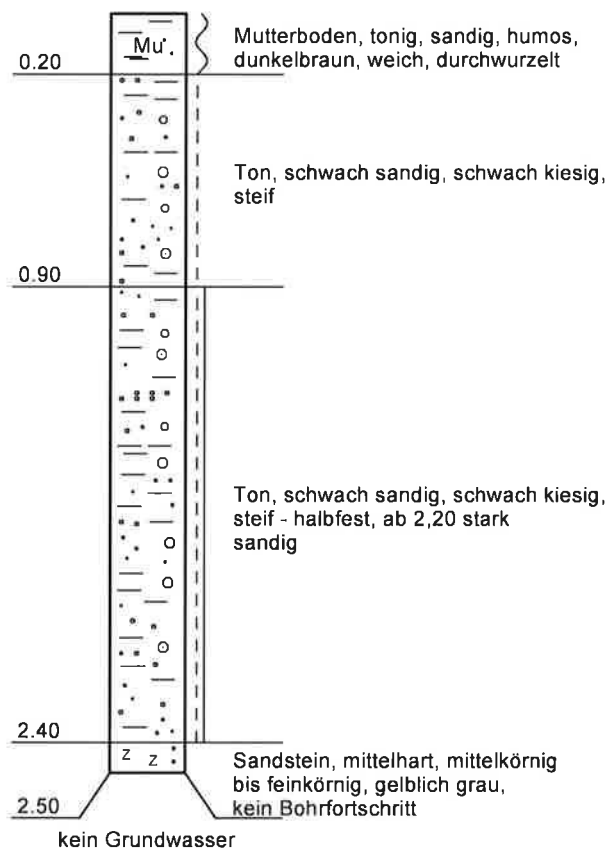
B 1

Ansatzhöhe +421,86 m



B 2

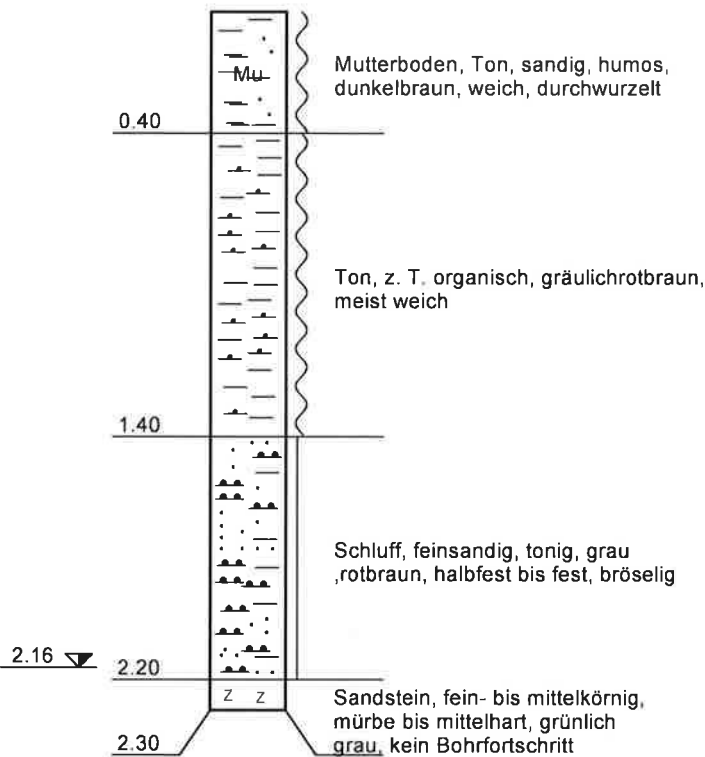
Ansatzhöhe +419,51 m



Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung eines Baugebiets am westlichen Ortsrand von Ornau		Anlage Nr.: 3.3
	Bohrung B 3	M: 1 : 25	Az.: 13517

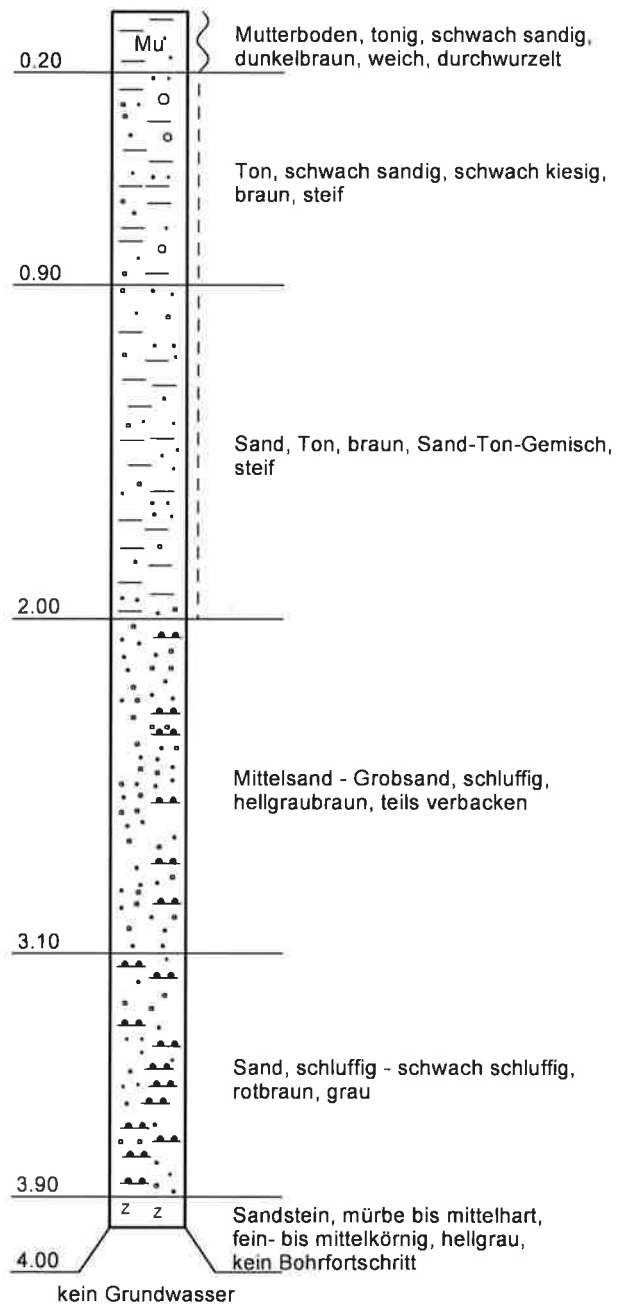
B 3

Ansatzhöhe +417,78 m



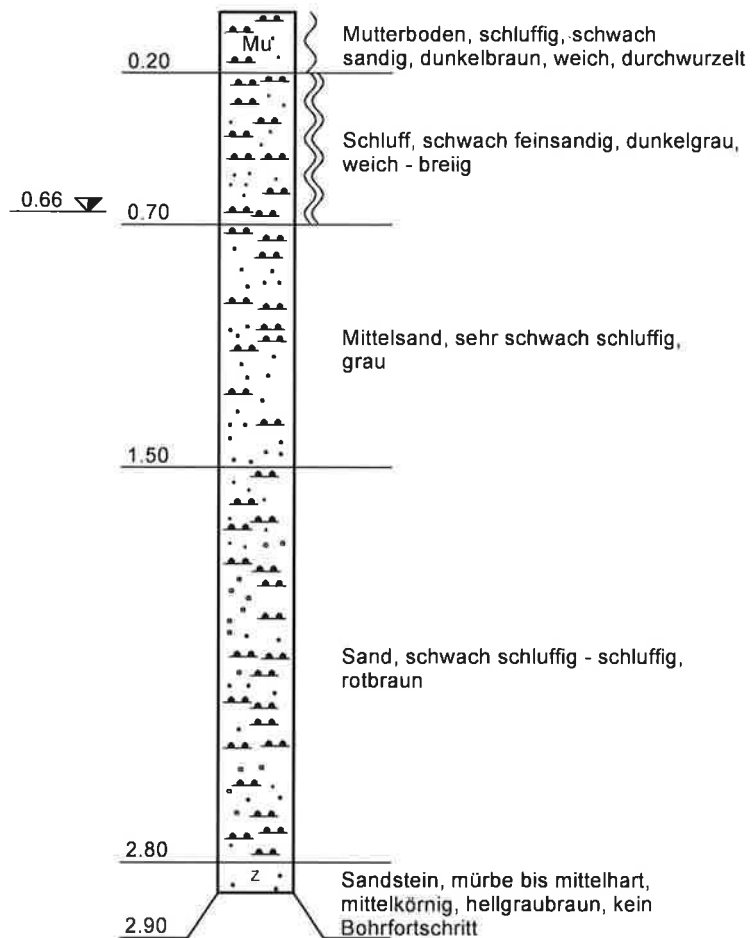
B 4

Ansatzhöhe +419,98 m



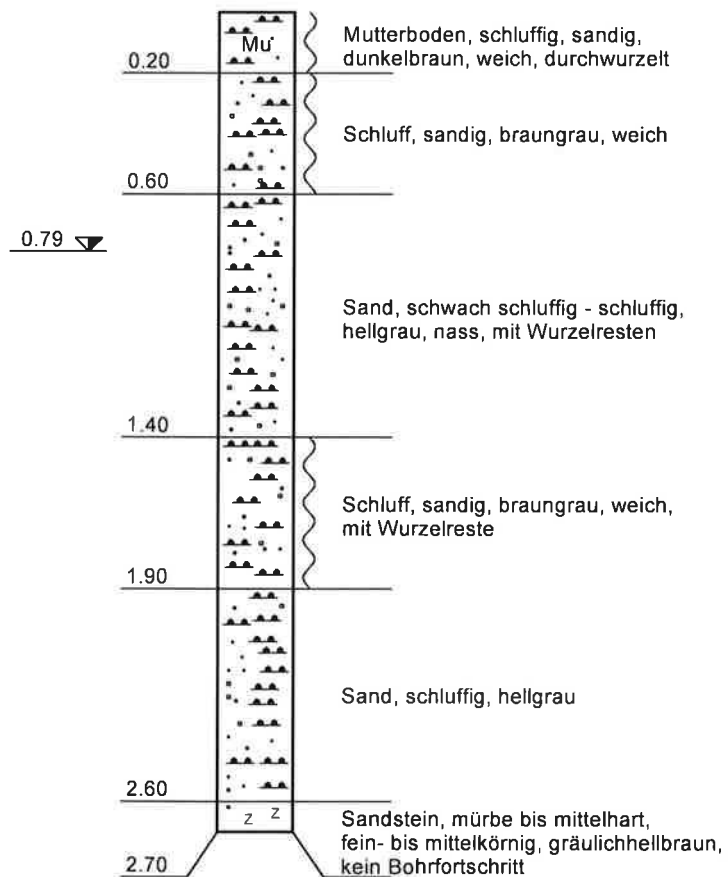
B 5

Ansatzhöhe +417,94 m



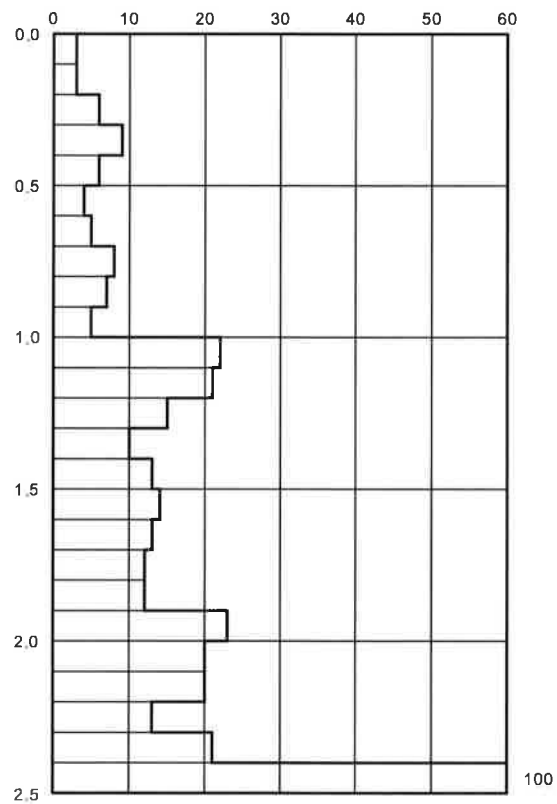
B 6

Ansatzhöhe +417,99 m



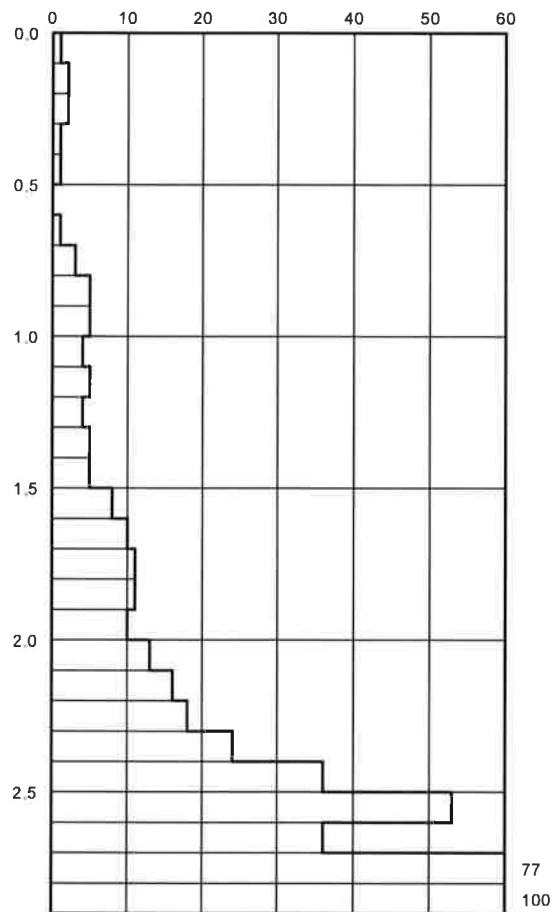
DPH 1

Ansatzhöhe +419,51 m
Schlagzahlen je 10 cm

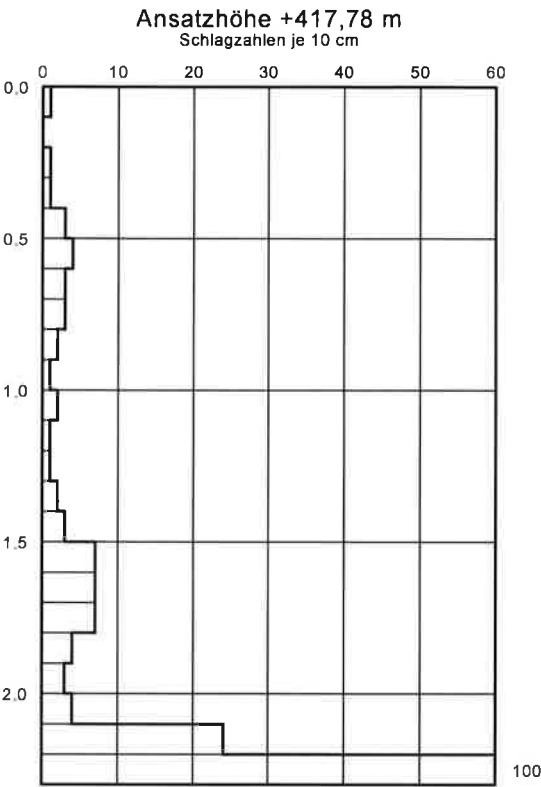


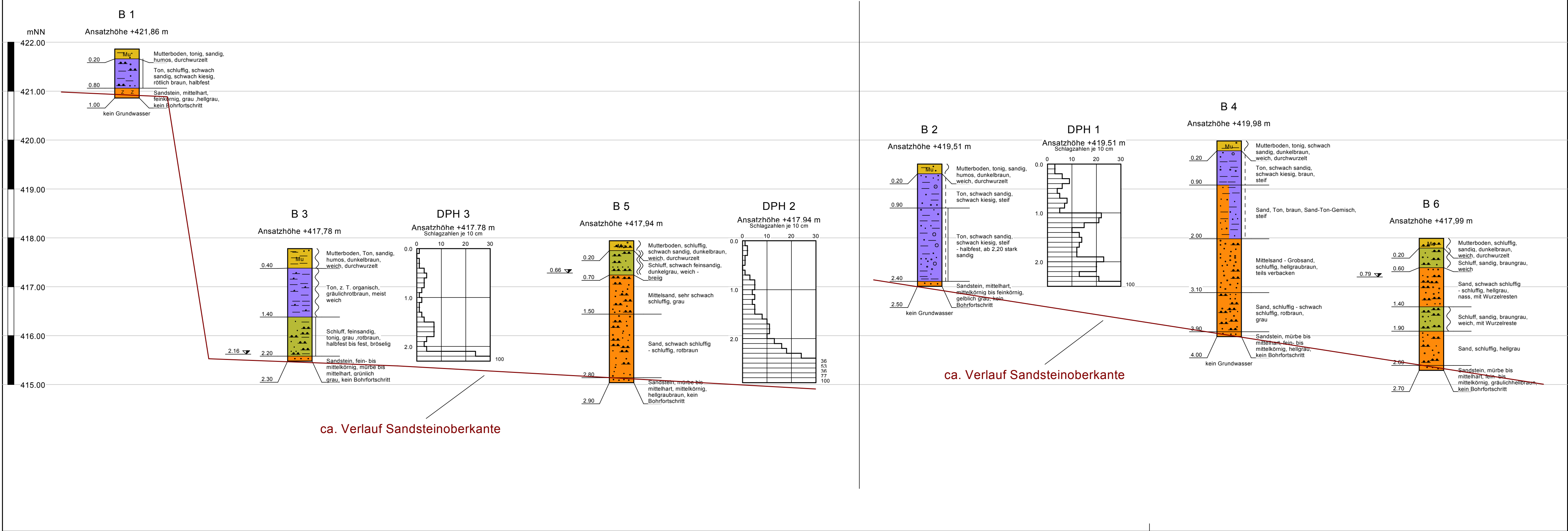
DPH 2

Ansatzhöhe +417,94 m
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 3





Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH	Probenahme und Beurteilung betonangreifender Wässer Kombiniertes Referenz-/ Schnellverfahren gemäß DIN 4030			Anlage: 6 Az.: 13517
Projekt: Erschließung eines Baugebiets am westlichen Ortsrand von Ornau				
Entnahmestelle: B 6		Art des Wassers: Grundwasser		
Entnahmetag: 21.09.2017		Probenahme: Herr Beck		
Parameter	Probe	Expositionsklassen nach DIN 4030		
		XA1 (schwach angreifend)	XA2 (mäßig angreifend)	XA3 (stark angreifend)
Aussehen	klar	-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	neutral	-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	neutral	-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	5,5 mg/l	15 - 40	> 40 - 100	> 100
pH-Wert	7,27	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5
Gesamthärte (CaO)	170 mg/l	-	-	-
Carbonathärte	250 mg/l	-	-	-
Chlorid	2,5 mg/l	-	-	-
Magnesium	<300 mg/l	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Ammonium	<15 mg/l	15 - 30	> 30 - 60	> 60
Sulfat	<200 mg/l	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000
Beurteilung: Das untersuchte Wasser ist nicht betonangreifend.				
Pyrbaum, den 22.09.2017 Ort, Datum		J. Hutterer Prüfer		

**Bestimmung des
Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert)
in situ**

Anlage: 7

Az.: 13517

Verfahren: Sickerversuch in situ, Auswertung nach ÇECEN

Projekt: Erschließung eines Baugebiets am westlichen Ortsrand
von Ornbau

Bearbeiter: Hutterer **POK über GOK:** 0,85

Bohrung: B 2 **Bohrtiefe:** 2,45 m

Versuch: 1 von 1 **Bohrlochdurchmesser:** 0,06 m

Versuchsdaten:

Δt	h_1	h_2	k
51	2,40	2,10	1,96E-05
34	2,10	2,00	1,08E-05
77	2,00	1,90	5,00E-06
146	1,90	1,80	2,78E-06
281	1,80	1,70	1,53E-06
390	1,70	1,60	1,17E-06
351	1,60	1,50	1,38E-06
392	1,50	1,40	1,32E-06
630	1,40	1,30	8,82E-07
770	1,30	1,20	7,79E-07
1190	1,20	1,10	5,48E-07

Δt = Meßzeitspanne [s]

h_1 = Wasserstand über Sohle Versuchsbeginn [m]

h_2 = Wasserstand über Sohle Versuchsende [m]

k = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

Charakteristischer k-Wert:

k = **8E-07** m/s