

Erschließung des Baugebiets „Sonnenhang“ in Trausnitz

Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten / Geotechnischer Bericht

Aktenzeichen: 41122

Auftraggeber: Gemeinde Trausnitz Verw.gemeinschaft Pfreimd

Planung: Schönberger Architekten GmbH, Oberviechtach

Pyrbaum, den 07.10.2022

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH
Geschäftsführer:
Prof. Dr. Jörg Gründer
Dipl.-Geol.
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
Loferweg 9
82194 Gröbenzell
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 Projekt / Veranlassung / Vorgang	1
2 Örtliche Feststellungen / Untersuchungsergebnisse	2
2.1 Allgemeines, Untersuchungen	2
2.2 Bohrungen	3
2.3 Rammsondierungen	4
2.4 Baugrundschichten / Homogenbereiche	4
2.5 Grundwasser	8
2.6 Versickerungseigenschaften	9
3 Geologie	10
4 Kanalbau	11
4.1 Allgemeines / Baugrundsituation	11
4.2 Baugruben beim Kanal- und Leitungsbau	12
5 Straßenbau	14
5.1 Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	14
5.2 Beurteilung der Tragfähigkeit des Untergrunds bzw. Unterbaus	17
6 Bodenkennwerte	18
7 Schlussbemerkungen	19

Aktenzeichen: 41122

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH
Geschäftsführer:
Prof. Dr. Jörg Gründer
Dipl.-Geol.
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
Loferweg 9
82194 Gröbenzell
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





Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH · Lindelburger Straße 1 · 90602 Pyrbaum

über:
Gemeinde Trausnitz
Verw.gemeinschaft Pfreimd
Marienplatz 2
92536 Pfreimd
Schönberger Architekten GmbH
Rapotohöhe 5
92526 Oberviechtach

vorab per E-Mail:
korbinian@architekten-schoenberger.de

Ihre Nachricht

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Pyrbaum,

41122-SS

07.10.2022

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

Erschließung des Baugebiets „Sonnenhang“ in Trausnitz

Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten / Geotechnischer Bericht

1 Projekt / Veranlassung / Vorgang

Der Gemeinde Trausnitz beabsichtigt die Erschließung des Baugebiets „Sonnenhang“ in 92555 Trausnitz (Übersichtslageplan, **Anlage 1**).

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

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH
Geschäftsführer:
Prof. Dr. Jörg Gründer
Dipl.-Geol.
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
Lofeweg 9
82194 Gröbenzell
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



2 Örtliche Feststellungen / Untersuchungsergebnisse

2.1 Allgemeines, Untersuchungen

Am 26.07.2022 fand gemeinsam mit Herrn Schönberger (Schönberger Architekten GmbH, Oberviechtach) eine Ortsbesichtigung statt, bei der die Bohrpunkte festgelegt wurden. Die Bohrarbeiten wurden im Anschluss daran durchgeführt.

Das zu erschließende Baugebiet „Sonnenhang“ in Trausnitz umfasst eine Gesamtfläche von etwa 0,4 ha. Auf dem Gelände sollen sieben Parzellen für Wohnhäuser entstehen.

Bei dem vorgesehenen Gelände handelt es sich derzeit um eine bewirtschaftete Wiese in Hanglage (abfallend Richtung Süden).

Begrenzt wird die Baugebietsfläche im Norden von einer Wildgehölzhecke, an die oberhalb eine weitere Wiese in Hanglage sowie im Süden die Kirche "St. Josef" anschließt. Im Osten grenzt das Baugebiet an den örtlichen Friedhof und im Westen an die "Hauptstraße".

Zur Abklärung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden an den im Lageplan (**Anlage 2**) gekennzeichneten Stellen fünf Kleinbohrungen gemäß DIN EN 22475 (**B 1** bis **B 5**) sowie unmittelbar daneben jeweils eine Schwere Rammsondierung gemäß DIN EN 22476 (**DPH 1** bis **DPH 5**) durchgeführt.

Die Ansatzhöhen der Untersuchungspunkte wurden mittels hochauflösendem GPS auf mNN eingemessen.

2.2 Bohrungen

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

Tabelle 1: Bohrungen **B 1 - B 5**

(Schichten / Homogenbereiche von - bis in m unter GOK)

Bohrung		B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	Boden- klasse gemäß DIN 18300: 2012-09
Schichten / Homogenbereiche	Ansatzhöhe, mNN	459,33	458,17	456,91	454,79	455,20	-
	O Oberboden, Feinsand, sehr schwach schluffig	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	1
	B Sand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, Gneisgrus	0,3 - 2,0	0,3 - 2,1	0,3 - 1,9	0,3 - 3,2	0,3 - 2,2	3
	X Gneis	2,0 - 2,1 *KBF	2,1 - 2,2 *KBF	1,9 - 2,0 *KBF	3,2 - 3,3 *KBF	2,2 - 2,3 *KBF	(6) 7
	Wasser, m unter GOK	Kein Wasser	Kein Wasser	Kein Wasser	Kein Wasser	Kein Wasser	-
	Wasser, mNN	< 457,23	< 455,97	< 454,91	< 451,49	< 452,90	-

*KBF = Kein Bohrfortschritt.

Detaillierte Angaben zu den Bohrungen können den Bohrprofilen auf den **Anlagen 3.1** bis **3.5** entnommen werden.

2.3 Rammsondierungen

Bei den Rammsondierungen 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. Ab 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe und dem darauffolgenden Abbruch der Rammsondierungen kann dann von festgesteinsartigen Verhältnissen ausgegangen werden.

Die Rammdiagramme der Schweren Rammsondierungen **DPH 1** bis **DPH 5** sind auf den **Anlagen 4.1** bis **4.5** sowie auf der **Anlage 5** gemeinsam mit den zugehörigen Bohrprofilen dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die gewachsenen Lockergesteinsböden (Sande) unterhalb des Oberbodens mindestens mitteldicht, z. T. auch dicht gelagert sind.

Mit Erreichen der Felsoberkante steigen die Schlagzahlen auf > 100 an, hier konnte schließlich kein weiterer Rammfortschritt mehr erzielt werden.

2.4 Baugrundsichten / Homogenbereiche

Wie in **Tabelle 1** aufgelistet, lässt sich der Boden in verschiedene Boden- bzw. Baugrundsichten einteilen, die sich hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung und ihrer bodenmechanischen Eigenschaften voneinander abgrenzen lassen.

Gemäß DIN 18300:2015-08 kann der Baugrund hinsichtlich seiner Lösbarkeit bzw. maschinellen Bearbeitbarkeit in die Homogenbereiche **O** (Oberboden), **B** (Boden / Lockergestein) und **X** (Festgestein) eingeteilt werden.

Im Folgenden werden die Homogenbereiche näher beschrieben.

Homogenbereich O: Oberboden

Der Oberboden ist großflächig (**B 1 - B 5**) auf der vorgesehenen Baufläche in einer Dicke von ca. 0,3 m ausgebildet.

Es handelt sich dabei um einen sehr schwach kiesigen, sehr schwach schluffigen Feinsand.

Homogenbereich B: Lockergesteinsböden

Der Homogenbereich B beschreibt die im Untersuchungsgebiet vorliegenden natürlich gewachsenen Lockergesteinsböden.

Der natürlich gewachsene Baugrund besteht im gesamten Untersuchungsgebiet (**B 1 - B 5**) aus einem sehr schwach kiesigen, schwach schluffigen Sand. Die kiesigen Beimengungen bestehen aus Gneisgrus.

Die Sande liegen in allen Bohrungen bis zum Erreichen des Festgesteinsuntergrunds in 2,0 m (**B 1**), 2,1 m (**B 2**), 1,9 m (**B 3**), 3,2 m (**B 4**) bzw. 2,2 m (**B 5**) unter GOK vor.

Es handelt sich bei dem Lockergesteinsboden bereits um die Verwitterungszone des in Kapitel 3 beschriebenen geologischen Festgesteinsuntergrundes (Cordierit-, Sillimanit-, Flaser- und Zeilengneis).

Übersichtstabelle Homogenbereich B

In **Tabelle 2.1** sind die wesentlichen gemäß DIN 18300 erforderlichen Angaben zur Charakterisierung der Lockergesteinsböden enthalten.

Bei den in **Tabelle 2.1** angegebenen geotechnischen bzw. bodenmechanischen Kennzahlen handelt es sich um eigene Erfahrungswerte sowie um Literaturangaben. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bereichs- bzw. lagenweise auch davon abweichende Bodeneigenschaften auftreten.

Tabelle 2.1: Homogenbereich B - Eigenschaften und Kennwerte (Erfahrungswerte)

Parameter	Homogenbereich B: Lockergesteinsböden
Bodenart	Sand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, verwitterter Gneis
Anteil Steine / Gerölle [%]	0 - 1
Wassergehalt [%]	0 - 20
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht (bereichsweise können lockere Verhältnisse nicht ausgeschlossen werden)
Kohäsion c' [kN/m ²]	0
Abrasivität	normal bis hoch
Bodengruppen gemäß DIN 18196	SU
Wasserdurchlässigkeit [m/s]	10^{-5} - 10^{-7}
Veränderlichkeit bei Wasserkontakt	-
organischer Anteil [%]	< 1

Homogenbereich X: Festgestein / Fels

Der Festgesteinsuntergrund wird gemäß der Geologischen Karte von Cordierit-, Sillimanit-, Flaser- und Zeilengneis aus dem Neoproterozoikum bis Karbon aufgebaut.

Die Felsoberkante wurde bei 2,0 m (**B 1**), 2,1 m (**B 2**), 1,9 m (**B 3**), 3,2 m (**B 4**) bzw. 2,2 m (**B 5**) unter GOK festgestellt.

Aufgrund des abrupten Anstiegs der Schlagzahlen der Rammsondierungen auf > 100 Schläge und dem darauffolgenden Abbruch der Sondierungen kann davon ausgegangen werden, dass der Felshorizont hier bereits knapp unterhalb seiner Oberkante (sehr) hart beschaffen ist (schwer lösbarer Fels = Bodenklasse 7).

Für den Festgesteinsuntergrund selbst (Homogenbereich X) können an dieser Stelle keine konkreten Angaben gemacht werden, da dieser nicht aufgeschlossen wurde.

Zur näheren Charakterisierung müssten noch tieferreichende Bohrungen mit dem Großbohrgerät (Doppelkernrohrverfahren mit Spülung) ausgeführt werden. Auch hinsichtlich des Wasserstands verbleibt aufgrund der begrenzten Aufschlusstiefe ein Restrisiko welches durch tiefere Bohrungen minimiert werden könnte.

Alternativ bietet sich aufgrund der teilweise relativ hoch anstehenden Felsoberkante an, mit einem Bagger Probeschürfungen vorzunehmen, bei der die Lösbarkeit, die Festigkeit und das Trennflächengefüge der anstehenden Gesteinsschichten beurteilt werden kann.

Übersichtstabelle Homogenbereich X

In **Tabelle 2.2** sind die wesentlichen gemäß DIN 18300 erforderlichen Angaben zur Charakterisierung des Festgesteinsuntergrunds enthalten.

Bei den in **Tabelle 2.2** angegebenen geotechnischen bzw. bodenmechanischen Kennzahlen handelt es sich um eigene Erfahrungswerte sowie um Literaturangaben. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bereichs- bzw. lagenweise auch davon abweichende Bodeneigenschaften auftreten.

Tabelle 2.2: Homogenbereich X - Eigenschaften und Kennwerte (Erfahrungswerte)

Parameter	Homogenbereich X
Bezeichnung	Cordierit-, Sillimanit-, Flaser- und Zeilengneis
Felsart, Verwitterungsgrad	Metamorphit (metatektisch), grobkörnig gebändert, gefaltet, mäßig verwittert, Verwitterungsprodukte: Quarz, Feldspat, Glimmer
Wichte [kN/m ³]	22 - 26
Ausbildung	plattig, bankig, dickbankig
Druckfestigkeit [N/mm ²]	hoch bis sehr hoch (100 - 200, z. T. > 200) in Verwitterungszonen 25 - 50
Abrasivität / CAI	Hoch / 2 - 4 bis Extrem / 4 - 6
Trennflächen	engständig bis weitständig / massig
Wasserdurchlässigkeit / Gebirgsdurchlässigkeit	meist gering, vom Trennflächensystem abhängig
Veränderlichkeit bei Wasserkontakt	sehr gering

2.5 Grundwasser

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bis zur jeweilig erreichten Bohrendtiefe nicht festgestellt.

Grundsätzlich muss damit gerechnet werden, dass sich in der feuchten Jahreszeit und / oder nach starken Niederschlägen temporäre Stauwässer auf der relativ wasserundurchlässigen Felsoberkante bzw. Schichtenwässer innerhalb der sandigen Verwitterungsschicht und auch innerhalb des ± geklüfteten Felshorizonts bilden.

Diese können dann der Baugrube zulaufen bzw. führen dann zu einer Vernässung und Aufweichung des oberflächennahen Bodens (Staunässe).

Eine offene Bauwasserhaltung soll daher bei der Baumaßnahme vorgehalten werden.

2.6 Versickerungseigenschaften

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens wurden in den Bohrlöchern **B 1**, **B 4** und **B 5** Versickerungsversuche (Auffüllversuch) durchgeführt. Dabei wurden die Bohrlöcher zu einem temporären Messpegel ausgebaut, anschließend mit Wasser aufgefüllt und das Absinken des Wasserspiegels gegenüber der Zeit aufgezeichnet.

Die Versuchsauswertungen sind auf der **Anlagengruppe 6** enthalten.

Die Auswertung der Versickerungsversuche erfolgte nach dem Verfahren von ÇEÇEN.

Die Auswertung der Versuche erbrachte charakteristische Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $k = 6 \cdot 10^{-6}$ m/s (**B 1**), $k = 6 \cdot 10^{-6}$ m/s (**B 4**) und $k = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s (**B 5**).

Für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen soll ein auf der sicheren Seite liegender Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s eingesetzt werden. Dieser Wert ist für den mitteldicht gelagerten, schluffigen Sand plausibel.

Der Boden ist somit gemäß DIN 18130 als „durchlässig“ an der Grenze zu „schwach durchlässig“ einzustufen. Die gemäß dem Merkblatt ATV-A 138 für die Errichtung von Sickeranlagen empfohlene Mindest-Wasserdurchlässigkeit von $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s wird an allen drei Versuchspunkten erreicht, wenngleich sich der ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert an der unteren Grenze des zulässigen Spektrums (Vorgabe DWA-A 138; k muss $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $> 1 \cdot 10^{-6}$ m/s sein) befindet, weshalb die Versickerungsanlagen relativ groß ausfallen werden.

Weiterhin sind bei der Planung von Versickerungsanlagen der Grundwasserstand bzw. die Tiefenlage von wasserstauenden Schichten zu berücksichtigen. Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 soll eine freie Sickerstrecke von mindestens 1,0 m zwischen Unterkante der Versickerungsanlage und dem mittleren Grundwasserhöchststand bzw. zu wasserstauenden Schichten eingehalten werden.

Dies bedeutet im vorliegenden Fall, dass die Unterkante einer möglichen Versickerungsanlage nicht tiefer als 1,0 m unter GOK zu liegen kommen soll.

Somit wäre die oberflächennahe Errichtung von Versickerungsanlagen auf den geplanten Geländeniveaus grundsätzlich möglich.

Zur Tiefe hin - d. h. in den immer dichter werdenden gewachsenen Sanden und im Felshorizont - werden allerdings noch deutlich geringere Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte erwartet.

Unter den o. g. Rahmenbedingungen muss damit gerechnet werden, dass die Versickerungsanlage während Frostperioden z. T. nicht bzw. nur eingeschränkt funktionsfähig ist. Es muss daher zwingend ein frostsicherer Notüberlauf mit Anschluss an eine geeignete Vorflut vorgesehen werden.

3 Geologie

Gemäß der Geologischen Karte von Bayern M = 1 : 25 000, Blatt 6439 Tännesberg, wird der geologische Untergrund von Cordierit-, Sillimanit-, Flaser- und Zeilengneis (Moldanubikum) aufgebaut.

Über dem Festgesteinshorizont ist ein sandiger Verwitterungshorizont entwickelt.

4 Kanalbau

4.1 Allgemeines / Baugrundsituation

Zur Erschließung des Wohngebiets werden Kanalbaumaßnahmen notwendig.

Zur Veranschaulichung der Baugrundsituation sind die Bohrprofile und Rammdiagramme nebeneinander in höhenmäßiger Abhängigkeit auf der **Anlage 5** dargestellt.

Bei einer üblichen Verlegetiefe des Kanals von ca. 3 m - 4 m Tiefe liegt die Kanalgrabensohle voraussichtlich bereits weitgehend innerhalb des Felshorizonts (Gneis), der einen erhöhten Aufwand beim Lösen erforderlich macht. Bei der nachfolgenden Betrachtung wird von festgesteinsartigen Baugrundverhältnissen ausgegangen.

Oberhalb des Felshorizonts stehen mitteldicht z. T. auch dicht gelagerte, feinkornarme Sande an. Sowohl die Lockergesteine (Sand) als auch das Festgestein sind tragfähig.

Es wird davon ausgegangen, dass der Kanalbau zeitlich so erfolgt, dass zum Zeitpunkt der Kanalgrabenherstellung keine Nachbarbauwerke in der Nähe sind, die durch den Kanalgraben gefährdet werden könnten.

Diese Situation ist durch die Planung nochmal im Detail zu überprüfen.

Falls wider Erwarten in die Bodenaushubgrenzen bestehender Bauwerke gemäß DIN 4123 eingeschnitten werden sollte, wird um Rücksprache gebeten, damit die dann erforderlichen Maßnahmen abgestimmt werden können.

Im unbebauten Bereich kann bei den vorhandenen Baugrundverhältnissen davon ausgegangen werden, dass ein herkömmlicher Kanalgrabenverbau (= Plattenverbau) genügt.

Alternativ ist es möglich, die Kanalgräben frei zu böschen.

4.2 Baugruben beim Kanal- und Leitungsbau

Aushub

Der Aushub kann innerhalb der Lockergesteinsdecke mit dem Bagger erfolgen.

In den felsigen Bereichen muss, falls der Aushub mittels leistungsstarkem Hydraulikbagger verhindert ist, entsprechend gemeißelt oder gefräst werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die im Felsuntergrund anstehenden Greise hohe Festigkeiten und z. T. nur wenige Trennflächen aufweisen können, so dass entsprechende Mehraufwendungen bei der Lösbarkeit und beim Werkzeugverschleiß (hohe Abrasivität) erforderlich werden.

Zur besseren Beurteilung der Lösbarkeit des Felses wird empfohlen, im Vorfeld der Baumaßnahme Baggerschürfe bis zur geplanten Verlegetiefe anzulegen.

Eignung zum Wiedereinbau

Die beim Aushub größtenteils anfallenden schwach schluffigen Sande mit einem Feinkornanteil (Ton- / Schluff-Gehalt) < 15 % können in der Regel zum qualifizierten Wiedereinbau verwendet werden.

Felsaushub fällt voraussichtlich überwiegend stückig an und ist dann nicht für den qualifizierten Wiedereinbau geeignet.

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

Wenn es die Platzverhältnisse erlauben und kein Grund- bzw. Schichtenwasser angeschnitten bzw. das Wasser ausfallsicher abgezogen wird, kann der Leitungsgaben innerhalb der Lockergesteinsdecke unter 45° frei angelegt werden.

Innerhalb der Festgesteinsabfolge kann der Graben voraussichtlich unter 70° - 80° geböschet werden.

Falls ein Verbau erforderlich wird, kann davon ausgegangen werden, dass bei den örtlichen Verhältnissen (größtenteils „grüne Wiese“) ein herkömmlicher Plattenverbau geeignet ist.

Wasserhaltung

Vor allem nach starken Niederschlägen sind zulaufende Stau- bzw. Schichtenwässer sowie Hangwässer zu erwarten, so dass ggf. Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die anfallenden Wassermengen mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe und angeschlossene Sohlwasserdrainage) bewältigt werden können.

Kanalgrabensohle

Bezüglich der Gestaltung der Rohrbettung und der Auflagerung des Rohres sind die Empfehlungen der DIN EN 1610 zu beachten.

Wie beschrieben, ist innerhalb der Grabensohle mit festgesteinsartigen Baugrundverhältnissen zu rechnen.

In felsigen Bereichen der Aushubsohle soll ein Bodenaustausch von 0,3 m Dicke vorgenommen werden, damit sich das Kanalrohr nicht punktuell "aufhängt".

Falls vorhanden, sind gering tragfähige, aufgeweichte Bereiche aus der Grabensohle zu entfernen und gegen verdichtbares Material auszutauschen.

5 Straßenbau

5.1 Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Das Gebiet liegt in der Frosteinwirkungszone III gemäß RStO 2012.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen besteht der für den Straßenbau relevante oberflächennahe Baugrund aus feinkornarmen Sanden.

Der anstehende oberflächennahe Baugrund wird daher Gemäß ZTVE-StB 17 als gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 2) eingestuft werden.

Bei einem F 2-Boden gelten die in **Tabelle 3** dargestellten Dicken des frostsicheren Oberbaus in Abhängigkeit von der gewählten Straßen-Belastungsklasse (gemäß RStO 2012).

Tabelle 3: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 2	55	50	40

Gemäß RStO 2012 ermitteln sich entsprechend der örtlichen Verhältnisse die in der nachfolgenden **Tabelle 4** fett hervorgehobenen Mehr- oder Minderdicken.

Tabelle 4: 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 Gradiente	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm	
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m				± 0 cm	
	Damm > 2,0 m				- 5 cm	
Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	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 $A + B + C + D + E = 15 \pm 0 \pm 0 \pm 0 \pm 0 = 15$ cm.

Die Gesamtdicke ergibt sich somit bei einem F 2-Boden für die jeweiligen Belastungsklassen wie folgt:

Bk100 bis Bk10:	55 cm + 15 cm = 70 cm
Bk3,2 bis Bk1,0:	50 cm + 15 cm = 65 cm
Bk0,3:	40 cm + 15 cm = 55 cm.

Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahn über Sickergräben erfolgen soll. Weiterhin wurde angenommen, dass sich keine Grundwasserstände höher als 1,5 m unter Planum einstellen. Diese Annahmen müssen seitens der Planung nochmals überprüft werden.

5.2 Beurteilung der Tragfähigkeit des Untergrunds bzw. Unterbaus

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

Gemäß RStO 2012 und ZTVE-StB 17 muss im Erdplanum durch Lastplattendruckversuche ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden.

Für die großflächig im erkundeten Bereich anstehenden feinkornarmen Sande ist anzunehmen, dass nach sorgfältigem 5-fachem Nachverdichten die erforderliche Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) im Erdplanum grundsätzlich erzielt werden kann.

Falls der geforderte Verformungsmodul im Erdplanum jedoch nicht erreicht werden kann wird empfohlen, erdbauliche Ertüchtigungsmaßnahmen vorzunehmen, um die erforderliche Tragfähigkeit ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) nachzuweisen und dauerhaft sicherzustellen.

Als Ertüchtigungsmaßnahmen kommt vorzugsweise ein Bodenaustausch in Frage.

Mehraushub und Bodenaustausch

Zur Herstellung der geforderten Tragfähigkeit im Erdplanum soll ein mindestens 30 cm dicker Bodenaustausch gegen geeignetes, gut verdichtbares Mineralgemisch (z. B. 0/56) durchgeführt werden.

Bei der Bodenaustausch-Variante ist grundsätzlich zu beachten, dass das Bodenaustauschmaterial unter einem Lastabtragungswinkel von 45° einzubauen ist.

6 Bodenkennwerte

Für Berechnungs- und Dimensionierungszwecke können die Bodenkennwerte der folgenden **Tabelle 5** angesetzt werden.

Tabelle 5: Bodenkennwerte

Material		Wichte feuchter Boden	Wichte Boden unter Auftrieb	Winkel der inneren Reibung	Kohäsion	Steife- modul	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse gemäß DIN 18300: 2012-09	
		γ	γ'	ϕ	c'	E_s	-	-	
		kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²	-	-	
Baugrundsichten / Homogenbereiche	O	Oberboden, Feinsand, sehr schwach schluffig	16 - 18	6 - 8	15	0	-	OH	1
	B	Sand, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, Gneisgrus	19	11	32,5	0	40	SU	3
	X	Gneis	22 - 26	12 - 16	40	20 - 50	100 - 150	-	(6) 7

Bodenklassen / Homogenbereiche

Die gemäß DIN 18300:2012-09 zu erwartenden Bodenklassen können den **Tabellen 1** und **5** entnommen werden.

Nach der neuen DIN 18300:2015-08 anzugebende Homogenbereiche sind im vorliegenden Gutachten ebenfalls in den **Tabellen 1** und **5** mit angegeben.

Verdichtbarkeitsklassen

In der nachfolgenden **Tabelle 6** sind die Verdichtbarkeitsklassen aufgelistet.

Tabelle 6: Verdichtbarkeitsklassen

Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodengruppe (DIN 18196)
V 1	nichtbindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST
V 2	bindige, gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V 3	bindige, feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM

7 Schlussbemerkungen

Die Untersuchungen haben ergeben, dass der oberflächennahe Baugrund bis ca. 0,3 m unter GOK aus einem sandigen Oberboden besteht.

Darunter folgt ein feinkornarmer, grusiger Sand, welcher bereits den Verwitterungshorizont des ab etwa 1,9 m - 3,2 m unter GOK anstehenden Festgesteinsuntergrunds (Cordierit-, Sillimanit-, Flaser- und Zeilengneis) darstellt.

Der Festgesteinsuntergrund wurde im Zuge der vorliegenden Untersuchungen nicht aufgeschlossen. Seine Tiefenlage wurde auch anhand des Anstiegs der Schlagzahlen der Rammsondierungen auf > 100 Schläge ermittelt.

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bis zur jeweils erreichten Bohrendtiefe nicht festgestellt.

Beim Kanalbau muss in Abhängigkeit von der Verlegetiefe des Kanals von hauptsächlich festgesteinsartigen Baugrundverhältnissen ausgegangen werden.

Zur gleichmäßigen Bettung des Kanals müssen Bodenaustauschmaßnahmen durchgeführt werden. Innerhalb des Festgesteins ist ggf. mit (erheblichen) Erschwernissen beim Lösen des Felses zu rechnen.

Für den Straßenbau wird davon ausgegangen, dass die erforderliche Tragfähigkeit im Erdplanum nach 5-fachem Nachverdichten voraussichtlich vorliegt. Falls die erforderlichen Tragfähigkeiten nicht erreicht werden, müssen zur Erzeugung eines tragfähigen Erdplanums erdbauliche Ertüchtigungsmaßnahmen vorgenommen werden.

Die durchgeführten Versickerungsversuche ergaben charakteristische Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $k = 6 \cdot 10^{-6}$ m/s (**B 1**), $k = 6 \cdot 10^{-6}$ m/s (**B 4**) und $k = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s (**B 5**). Eine Versickerung ist auf dem Gelände im oberflächennahen Baugrund somit grundsätzlich möglich.

Für Rückfragen im Verlauf der weiteren Planungen sowie bei Ausführung der Gründungsarbeiten, für Baugrubensohlabnahmen, Bodenklassifizierungen oder für die Durchführung bodenmechanischer Kontrollversuche (Rammsondierungen, Lastplattendruckversuche etc.) stehen wir gerne zur Verfügung.

i. A. Alina Rahn
Samuel Schär

M.Sc. Ang. Geowissenschaften

i. A. d. b. f. l. b. e. d.
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 - 3.5	Bohrprofile B 1 - B 5
4.1 - 4.5	Rammdiagramme DPH 1 - DPH 5
5	Baugrundaufschlüsse nebeneinander in höhenmäßiger Abhängigkeit
6.1 - 6.3	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert) in situ

Aktenzeichen: 41122

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

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

Büro München
Lofeweg 9
82194 Gröbenzell
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

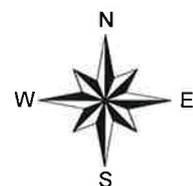
HypoVereinsbank Neumarkt
IBAN: DE32 760 200 70 0022 327 917
BIC: HYVEDEMM460



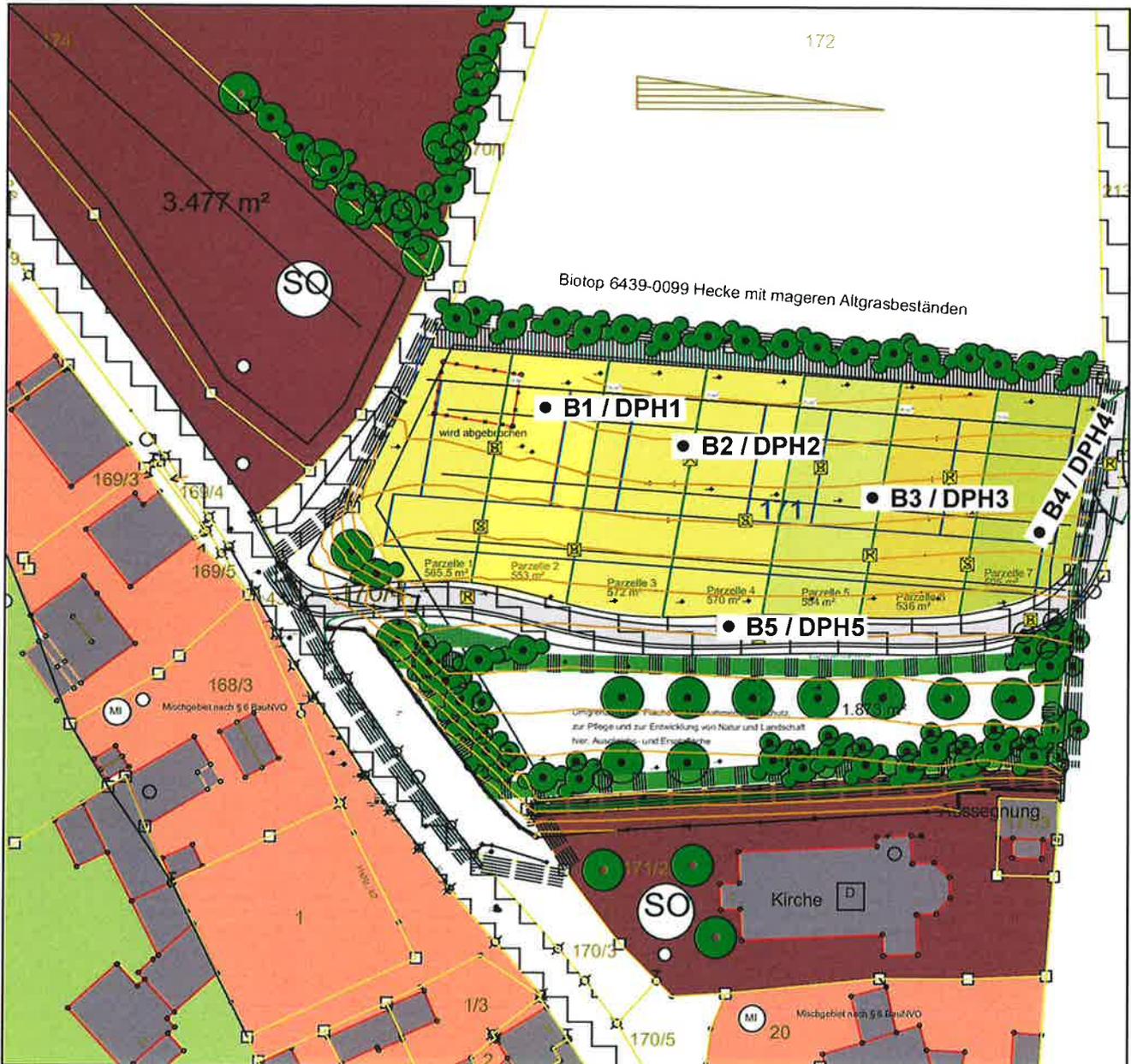
Projekt: **Erschließung des Baugebiets „Sonnenhang“ in Trausnitz**



Lage des Projekts

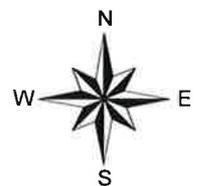


Projekt: **Erschließung des Baugebiets „Sonnenhang“ in Trausnitz**



● B / DPH

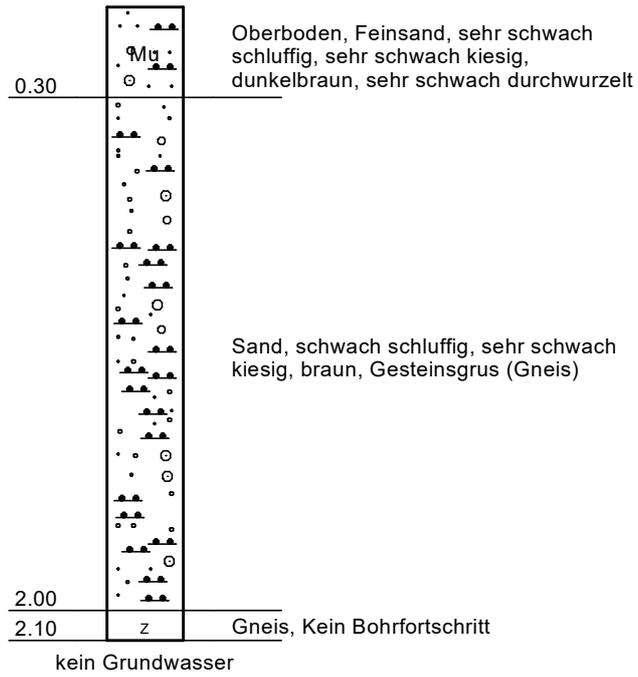
Bohrung / Schwere Rammsondierung



Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz		Anlage Nr.: 3.1
	Bohrung B 1	M: 1 : 25	Az.: 41122

B 1

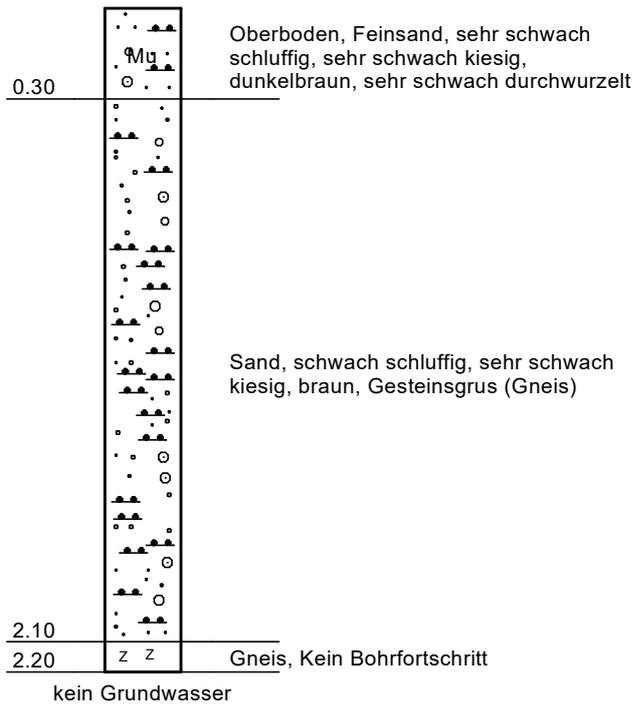
Ansatzhöhe +459,33 mNN



Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz		Anlage Nr.: 3.2
	Bohrung B 2	M: 1 : 25	Az.: 41122

B 2

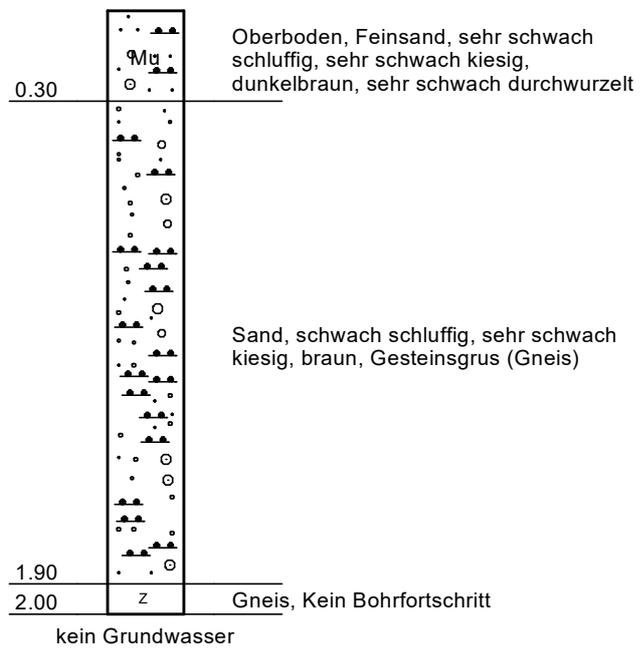
Ansatzhöhe +458,17 mNN



Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz		Anlage Nr.: 3.3
	Bohrung B 3	M: 1 : 25	Az.: 41122

B 3

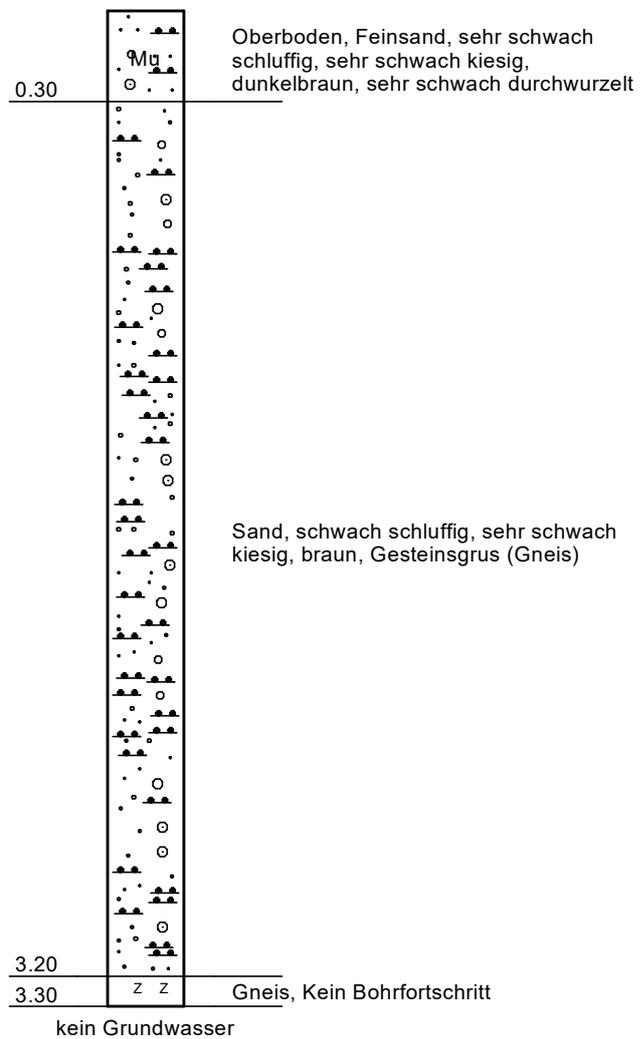
Ansatzhöhe +456,91 mNN



Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz		Anlage Nr.: 3.4
	Bohrung B 4	M: 1 : 25	Az.: 41122

B 4

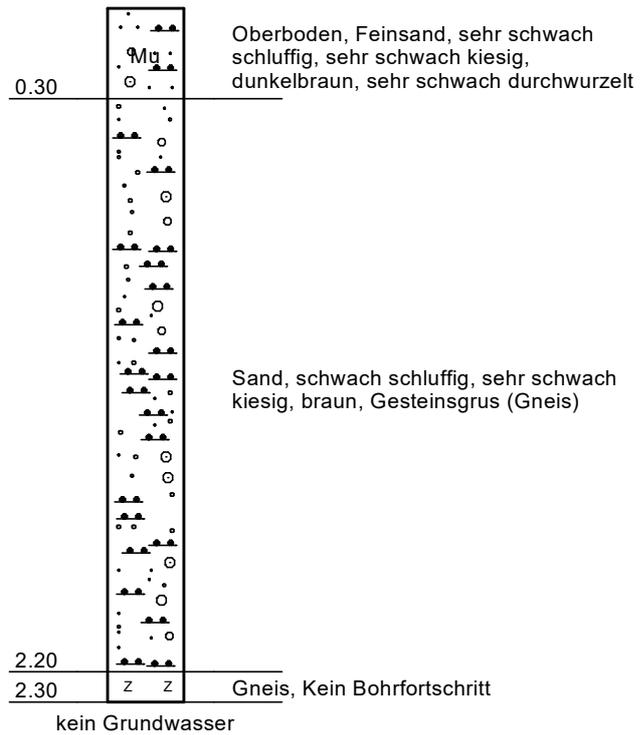
Ansatzhöhe +454,79 mNN



Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz		Anlage Nr.: 3.5
	Bohrung B 5	M: 1 : 25	Az.: 41122

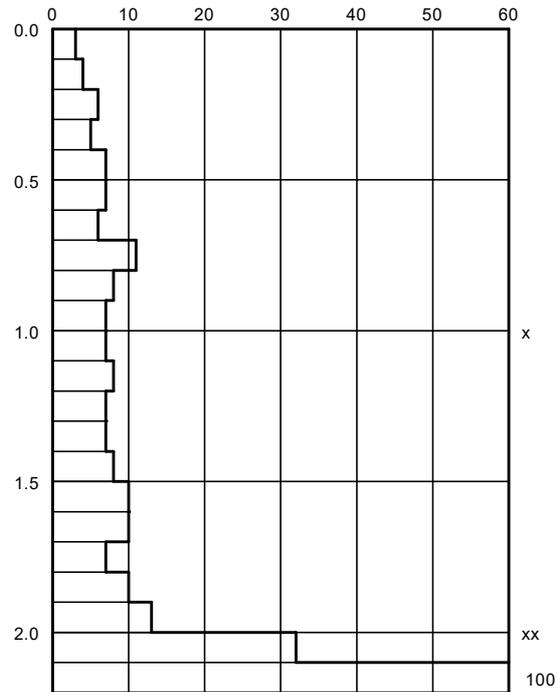
B 5

Ansatzhöhe +455,20 mNN



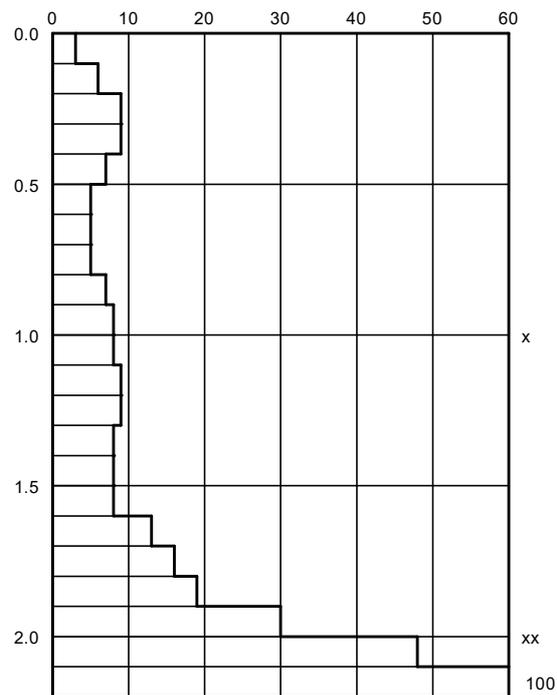
DPH 1

Ansatzhöhe +459,33 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 2

Ansatzhöhe +458,17 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



Geotechnik
Prof. Dr. Gründer GmbH
90602 Pyrbaum
Tel. (09180) 9404-0

Erschließung des Baugebiets
"Sonnenhang" in Trausnitz

Anlage Nr.:
4.3

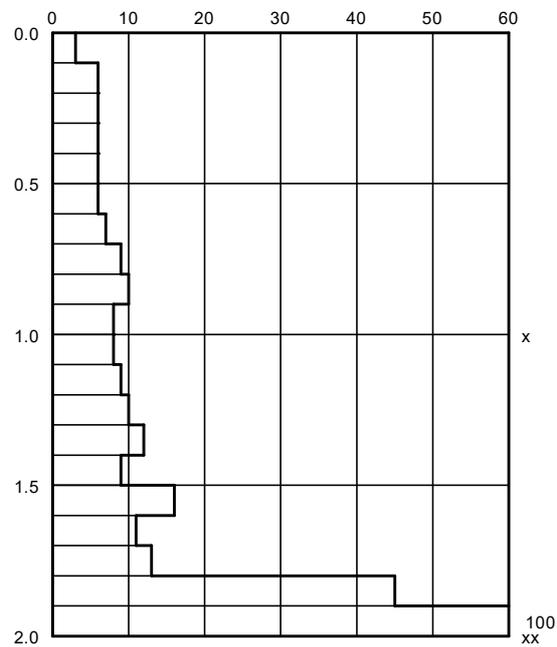
Schwere Rammsondierung DPH 3

M: 1 : 25

Az.:
41122

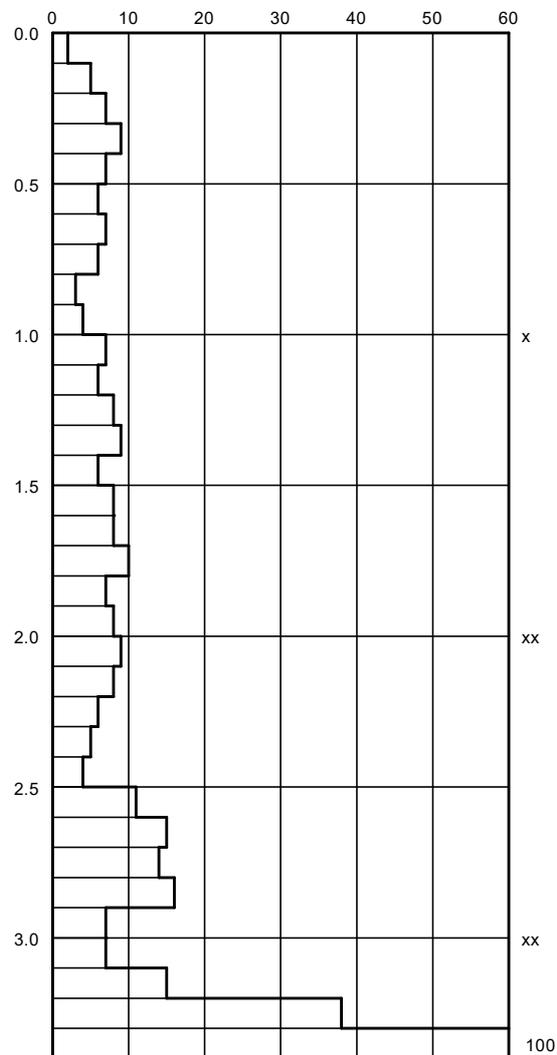
DPH 3

Ansatzhöhe +456,91 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 4

Ansatzhöhe +454,79 mNN
Schlagzahlen je 10 cm



Geotechnik
Prof. Dr. Gründer GmbH
90602 Pyrbaum
Tel. (09180) 9404-0

Erschließung des Baugebiets
"Sonnenhang" in Trausnitz

Anlage Nr.:
4.5

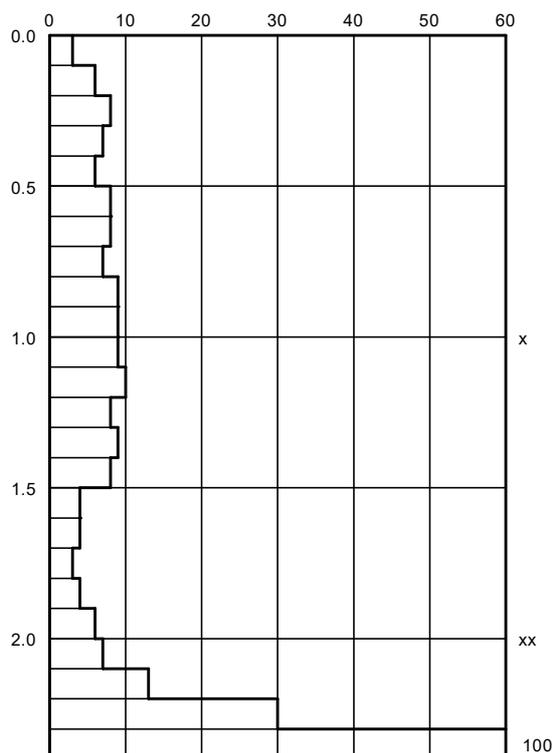
Schwere Rammsondierung DPH 5

M: 1 : 25

Az.:
41122

DPH 5

Ansatzhöhe +455,20 mNN
Schlagzahlen je 10 cm

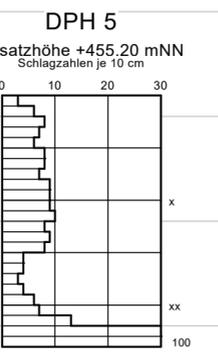
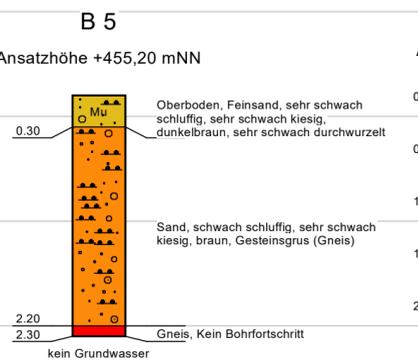
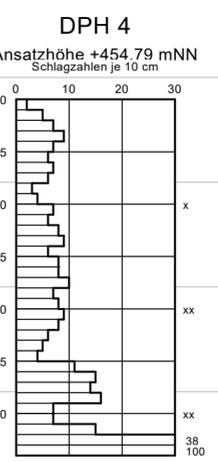
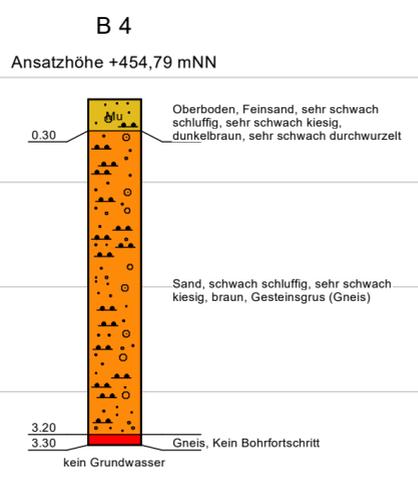
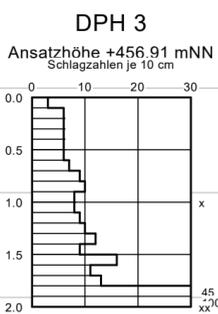
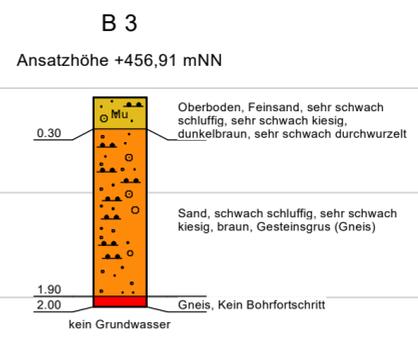
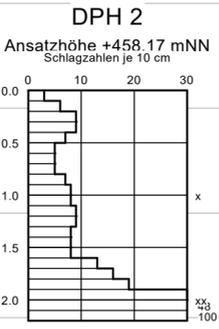
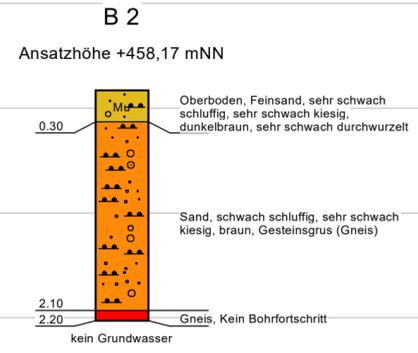
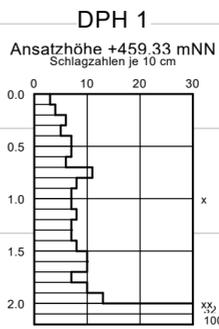
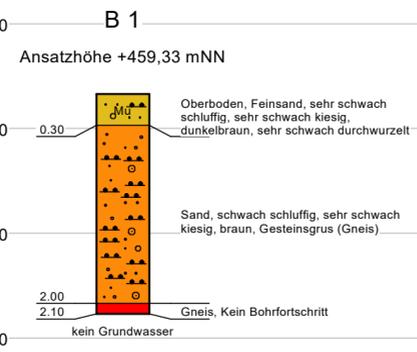


Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Tel. (09180) 9404-0	Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz	Datum: 28.07.2022	Anlage Nr.: 5
	Baugrundaufschlüsse in höhenmäßiger Abhängigkeit	Maßstab: 1 : 50	Az.: 41122



NW

SE



Legende

	Schluff		Feinsand		Basalt
	Sand		Mutterboden		

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Telefon (09180) 9404-0	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert) in situ	Anlage: 6.1 Az.: 41122
---	---	-------------------------------

Verfahren: Sickerversuch in situ, Auswertung nach ÇECEN

Projekt: Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz

Bearbeiter: S. Schär **POK über GOK:** 0,23 m

Bohrung: B 1 **Bohrtiefe:** 2,00 m

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

Versuchsdaten:

Δt	h_1	h_2	k
27	1,93	1,83	1,48E-05
32	1,83	1,73	1,32E-05
42	1,73	1,63	1,06E-05
51	1,63	1,53	9,31E-06
52	1,53	1,43	9,75E-06
73	1,43	1,33	7,44E-06
79	1,33	1,23	7,42E-06
101	1,23	1,13	6,29E-06
126	1,13	1,03	5,51E-06
140	1,03	0,93	5,47E-06
176	0,93	0,83	4,84E-06
305	0,83	0,73	3,15E-06
620	0,73	0,63	1,78E-06

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 = **6E-06** m/s

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Telefon (09180) 9404-0	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert) in situ	Anlage: 6.2 Az.: 41122
---	---	-------------------------------

Verfahren: Sickerversuch in situ, Auswertung nach ÇECEN

Projekt: Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz

Bearbeiter: S. Schär **POK über GOK:** 0,24 m

Bohrung: B 4 **Bohrtiefe:** 3,00 m

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

Versuchsdaten:

Δt	h_1	h_2	k
29	2,94	2,84	8,95E-06
28	2,84	2,74	9,60E-06
36	2,74	2,64	7,74E-06
45	2,64	2,54	6,44E-06
42	2,54	2,44	7,17E-06
47	2,44	2,34	6,68E-06
56	2,34	2,24	5,85E-06
53	2,24	2,14	6,46E-06
54	2,14	2,04	6,65E-06
38	2,04	1,94	9,92E-06
63	1,94	1,84	6,30E-06
62	1,84	1,74	6,76E-06
96	1,74	1,64	4,62E-06
116	1,64	1,54	4,07E-06
136	1,54	1,44	3,70E-06
217	1,44	1,34	2,49E-06
244	1,34	1,24	2,38E-06

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 = **6E-06** m/s

Geotechnik Prof. Dr. Gründer GmbH 90602 Pyrbaum Telefon (09180) 9404-0	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k-Wert) in situ	Anlage: 6.3 Az.: 41122
---	---	-------------------------------

Verfahren: Sickerversuch in situ, Auswertung nach ÇECEN

Projekt: Erschließung des Baugebiets "Sonnenhang" in Trausnitz

Bearbeiter: S. Schär **POK über GOK:** 0,21 m

Bohrung: B 5 **Bohrtiefe:** 2,00 m

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

Versuchsdaten:

Δt	h_1	h_2	k
40	1,91	1,81	1,01E-05
53	1,81	1,71	8,04E-06
60	1,71	1,61	7,53E-06
63	1,61	1,51	7,63E-06
72	1,51	1,41	7,13E-06
73	1,41	1,31	7,55E-06
67	1,31	1,21	8,88E-06
133	1,21	1,11	4,86E-06
180	1,11	1,01	3,93E-06
233	1,01	0,91	3,35E-06
213	0,91	0,81	4,09E-06
274	0,81	0,71	3,60E-06
424	0,71	0,61	2,68E-06
710	0,61	0,51	1,89E-06

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 = **5E-06** m/s