

**Erschließung Baugebiet Neuses
(Burgoberbach)**

Gemeinde Burgoberbach

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

Auftraggeber	Gemeinde Burgoberbach Ansbacher Straße 24 91595 Burgoberbach
Auftragnehmer	KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH Richard-Stücklen-Str. 2 91710 Gunzenhausen  www.ibwabo.de
Bearbeiter	Maike Szamek  (09831) 8860-17  maike.szamek@ibwabo.de
Baustellen-Anschrift	Nähe Neuseser Weg 91595 Neuses/Burgoberbach

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
1 Vorgang	1
2 Untersuchungen	1
2.1 Standortbeschreibung.....	1
2.2 Bodenklassifikation und boden- und felsmechanische Kennwerte	2
3 Homogenbereiche	3
4 Gründungsempfehlung	4
4.1 Fahrbahnaufbau	4
4.2 Kanal- und Leitungsbauarbeiten	6
5 Allgemeine Bebaubarkeit für Gebäude.....	8
6 Versickerung von Oberflächenwasser.....	8
7 Betonaggressivität nach DIN 4030.....	9
8 Bodenfunktionen nach BBodSchG § 2 Absatz 2	9
9 Haftung, Abnahme der Gründungssohlen	10
10 Quellen	11

Anlagen:

- Anlage 1: Lageplan mit Aufschlusspunkten
- Anlage 2: Schichtprofile, Rammprogramme, Profilschnitt und Boden-/Felskennwerte
- Anlage 3: Bodenmechanische Laborergebnisse
- Anlage 4: Analysenergebnisse DIN 4030
- Anlage 5: Auswertung Sickertest

1 Vorgang

Die Gemeinde Burgoberbach plant die Erschließung eines neuen Baugebietes zwischen dem südöstlichen Ortsrand von Burgoberbach und dem Ortsteil Neuses. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die Fläche als landwirtschaftliche Nutzfläche genutzt.

Als Grundlage für die weiteren Planungen sowie der Vorbereitung der Ausschreibung sollen die vorhandenen Untergrundverhältnisse untersucht werden.

Die KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH wurde mit der Durchführung der Untersuchungen beauftragt. Die Baugrunderkundungen wurden am 25.07.2022 vorgenommen. Hierzu wurden vier Rammkernsondierungen (RKS) sowie drei schwere Rammsondierung (RS-DPH) abgeteuft. Zudem wurde ein Versickerungsversuch mittels Versickerungslanze getätigt.

2 Untersuchungen

2.1 Standortbeschreibung

Das geplante Baugebiet befindet sich auf einem Höhengniveau zwischen 460,59 m NHN und 464,46 m NHN.

Geologie

Die digitale Geologische Karte von Bayern 1:25.000 des UmweltAtlas Bayern [1] weist für den Untersuchungsbereich das Anstehen des Blasensandsteins (Mittlerer Keuper) aus. Dieser wird beschrieben als fein- bis grobkörniger Sandstein in weißgrauer bis rotgrauer Färbung. In Randbereichen können quartäre Talfüllungen anstehend sein.

Hydrologie und Hydrogeologie

Das geplante Bau Feld liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes sowie außerhalb eines festgesetzten HQ₁₀₀- sowie HQ_{Extrem}-Überschwemmungsgebietes [1].

Nördlichen Teilbereiche des geplanten Bau Feldes liegen jedoch innerhalb eines „wassersensiblen Bereichs“. Im Unterschied zu amtlich festgesetzten oder für die Festsetzung vorgese-

hohen Überschwemmungsgebieten kann bei diesen Flächen nicht angegeben werden, wie wahrscheinlich Überschwemmungen sind. An kleineren Gewässern, an denen keine Überschwemmungsgebiete oder Hochwassergefahrenflächen vorliegen kann die Ausweisung der wassersensiblen Bereiche Hinweise auf mögliche Überschwemmungen und hohe Grundwasserstände geben und somit zu Abschätzung der Hochwassergefahr herangezogen werden [1].

Die Hydrogeologische Karte 1:500.000 des UmweltAtlas Bayern [1] weist für das Baufeld einen **Grundwasserstand im Grundwasserleiter Sandsteinkeuper von 460,0 m NN** aus.

Ein an der nördlichen Grenze des geplanten Baugebiets verlaufender Graben liegt auf einem Höhengniveau von 461,0 – 463,0 m NN.

Erdbebenzone

Neuses in Bayern gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, **zu keiner Erdbebenzone** [2].

Frosteinwirkungszone

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Frosteinwirkungszone II mit einer maximalen Frosteindringtiefe von 1,05 m unter GOK [5].

2.2 Bodenklassifikation und boden- und felsmechanische Kennwerte

Die Bohrprofile und Rammdiagramme bzw. Schichtenverzeichnisse sind sowohl graphisch als Anlage 2.1 als auch textlich als Anlage 2.2 beigefügt.

Für die Baumaßnahmen kann für die weiteren Betrachtungen mit den in Anlage 2.2, Tabelle 1 aufgeführten boden- und felsmechanischen Kennwerten gerechnet werden. Die Festlegung dieser Werte erfolgt auf Grundlage der Bodenansprache, den ermittelten hydrogeologischen Verhältnissen sowie der Bodenklassifikation nach DIN 1054 bzw. Eurocode 7 [3].

3 Homogenbereiche

Nach DIN 18300 bzw. Eurocode 7 [3] liegen im Hinblick auf die erforderlichen Erdarbeiten folgende Homogenbereiche vor:

Tabelle 2: Einteilung in Homogenbereiche nach ATV DIN 18300

Bereich	Beschreibung	Boden- gruppe	Konsistenz/ Lagerung	Eigenschaften
O	Oberboden / Mutterboden	-	-	Bodenklasse 1 humos
B1	feinkörnige Böden Ton (Letten)	TL/TM	weich bis halbfest	Bodenklasse 4 Frostempfindlichkeitsklasse F3 grauviolett bis graubraun
B2	gemischtkörnige, nicht- bindige Böden Sand	SU/ST	mitteldicht	Bodenklasse 3 Frostempfindlichkeitsklasse F2 hellgrau Feinkornanteil ~ 12%
B3	gemischtkörnige, bindige Böden Sand	SU*/ST*	breiig bis weich	Bodenklasse 4 Frostempfindlichkeitsklasse F3 (orange-)braun bis grauviolett Feinkornanteil ~ 33%
X1	Sandstein	Festgestein	mürbe bis mittelhart	Bodenklasse 6 hellgrau
X2	Sandstein	Festgestein	hart	Bodenklasse 7 hellgrau

O = Oberboden, B = Boden, X = Fels

Im Untersuchungsbereich stehen Wechsellagerungen aus bindigen und nichtbindigen Sanden sowie Tonen an. Diese stehen zumeist in weicher bis steifer Konsistenz bzw. in mitteldichter Lagerung, lokal auch halbfest an.

Die Felsgrenze (Sandstein) konnte bei RKS1 1,30 m unter GOK, bei RKS2 3,10 m unter GOK, bei RKS3 3,30 m unter GOK und bei RKS4 2,60 m unter GOK erfasst werden.

Der Sandstein steht als mürber bis überwiegend mittelharter Sandstein der Bodenklasse 6 an. Die Rammsondierungen weisen bei RS1 ab ca. 2,20 m unter GOK, in RS2 ab ca. 3,6 m unter GOK und bei RS3 ab ca. 2,70 m unter GOK mind. mittelharten bis harten Sandstein der Bodenklasse 6 - 7 nach.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde bei RKS3 sowie bei RKS4 jeweils ein Grundwasserzutritt erfasst: bei RKS3 0,67 m unter GOK, bei RKS4 1,00 m unter GOK.

4 Gründungsempfehlung

4.1 Fahrbahnaufbau

Bestimmung des Fahrbahnaufbaus nach RStO 12 [5] in der derzeit gültigen Fassung:

Nach den beschriebenen örtlichen Verhältnissen sowie den folgenden planerischen Vorgaben und Annahmen:

- Bk 0,3 Wohnweg // Bk 1,0 – 3,2 Wohnstraße / Sammelstraße / Quartierstraße
- Frostempfindlichkeitsklasse überwiegend F3
- Frosteinwirkungszone II
- kleinräumige Klimaunterschiede: keine besonderen Einflüsse
- Wasserverhältnisse im Untergrund: Grund- oder Schichtwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum
- Lage der Gradienten: Geländehöhe
- Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche: Rinnen, Abläufe, Rohrleitungen

ergeben sich die nachfolgend aufgeführten Minstdicken nach RStO 12:

Tabelle 4: Minstdicke frostsicherer Oberbau nach RStO 12; BK 0,3/1,0-3,2

Örtliche Verhältnisse	Bk 0,3	Bk 1,0 – 3,2
Frostempfindlichkeit	F3	F3
Minstdicke Bauklasse [m]	0,50	0,60
A Frosteinwirkung	+ 0,05	+ 0,05
B kleinräumige Klimaunterschiede	± 0,00	± 0,00
C Wasserverhältnisse	+ 0,05	+ 0,05
D Lage der Gradienten	± 0,00	± 0,00
E Ausführung Randbereiche	- 0,05	- 0,05
Minstdicke des frostsicheren Oberbaus	0,55	0,65

Somit ergibt sich die Minstdicke des frostsicheren Oberbaus für Verkehrsflächen der Belastungskategorie Bk 0,3 von 0,55 m und für die Bk 1,0 – 3,2 für das Wohnbaugebiet von 0,65 m.

Bei den vorliegenden Böden in z. T. nur weicher Konsistenz ist ein zusätzlicher Bodenaustausch und die Herstellung eines Ersatzplanums bzw. als Bodenstabilisierung von ca. 0,25 – 0,30 m erforderlich (vgl. Tab. 5). Die Bodenstabilisierung kann durch z.B. Schroppen 80/X erfolgen, welche statisch in die weichen Böden eingedrückt werden.

Im Falle einer Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche (E) über Mulden, Gräben bzw. Böschungen, muss zur resultierenden Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus 0,05 m addiert werden.

Die bindigen Böden sind zwingend vor Wasserzutritt und somit vor Aufweichen zu schützen. Ein Befahren ist zu vermeiden, die Erdbauarbeiten sind „vor Kopf“ auszuführen, um den Boden nicht weiter aufzuweichen. Sollte dies nicht möglich sein, ist auch dort ein zusätzlicher Bodenaustausch von mindestens 0,25 m erforderlich.

Anstelle eines Bodenaustauschs wäre auch eine Bodenverbesserung mit Mischbinder (Kalk-Zement) möglich. Bei einer qualifizierten Bodenverbesserung kann die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm verringert werden.

Im Falle einer Bodenverbesserung ist zwingend eine Eignungsprüfung durchzuführen. Eventuell lokal begrenzte organische oder sulfatische Beimengungen können eine Bodenverbesserung ausschließen.

Zudem wäre im Zuge einer Eignungsprüfung eine einaxiale Druckfestigkeit nach TP BF-StB Teil B 11.3 $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ (Proben 28 Tage gelagert) erforderlich. Nach 24-stündiger Wassergelagerung darf zudem der Festigkeitsabfall nicht größer als 50% sein.

Das Erdplanum sowie die Tragschicht sind mittels Plattendruckversuchen (Planum: $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$; Tragschicht $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$; Bodenverbesserung: $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$) abzunehmen.

Bei Bodenaustausch zur Herstellung eines tragfähigen Erdplanums / Gründungshorizontes bzw. einer Tragschicht mit Ersatzboden oder Recycling-Material sollten die in Tabelle 5 aufgeführten Kennwerte beachtet werden.

Eine Verwendung von RC-Material ist nur außerhalb des Grundwasserschwankungsbereichs zulässig. Dieses sollte hier daher nicht verwendet werden.

Tabelle 5: Richtwerte für Ersatzboden / Tragschichten bei Bodenaustausch

Bodengruppe DIN 18196:	GU, GT, GW, (GI)
Kieskorn:	≥ 30 Gew.-% (d ≥ 2 - ≤ 63 mm)
Steinanteil:	≤ 10 Gew.-%
Feinkornanteil:	≤ 15 Gew.-% (≤ 5 Gew.-% bei F1-Material)
Glühverlust:	≤ 3 Gew. %
Proctordichte D_{Pr} :	≥ 1,8 t/m ³
Schütthöhe:	0,20 – 0,40 m (je nach Gerät)
Einbau / Verdichtung:	lagenweise
Scherwinkel ϕ_k' :	≈ 32 – 35°

4.2 Kanal- und Leitungsbauarbeiten

Angaben über die Gründungstiefen von Kanälen und Leitungen liegen derzeit nicht vor. Es wird daher angenommen, dass die Kanäle und Leitungen im üblichen, frostsicheren Gründungsbereich von ca. 1,5 m bis 3,5 m unter GOK verlegt werden.

In dem geplanten Baugebiet stehen zwischen 1,5 und 3,5 m unter GOK nichtbindige Sande mitteldichter Lagerung, bindige Sande und leichtplastische Tone weicher bis steifer Konsistenz sowie in RKS1 ab 1,30 m unter GOK Sandstein an.

Für Sande und Tone in mind. steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung ist eine Rohraufgabe ausreichend. Die Sande sind vorzuverdichten. Weichplastische Sande und Tone sind als nicht tragfähig zu bewerten. Daher wäre hier ein Bodenaustausch von 0,25 m zusätzlich zur Rohraufgabe erforderlich.

Aufgrund der heterogenen Untergrundverhältnisse ist aus unserer Sicht für die Kanal- und Leitungsverlegung im gesamten Baufeld ein Bodenaustausch von mind. 0,25 m zusätzlich zur Rohraufgabe erforderlich.

Lokal anstehende breiige oder durch Grundwassereinfluss aufgeweichte Böden können durch eine Lage Schroppen, welche in den Boden statisch eingedrückt werden, stabilisiert werden.

Der bindige Boden ist vor Wasserzutritt und damit vor dem Aufweichen zu schützen. Die Erdarbeiten sind „vor Kopf“ auszuführen, um ein Befahren des Rohplanums zu vermeiden.

Wasserhaltung

Die Hydrogeologische Karte 1:500.000 des UmweltAtlas Bayern [1] weist für das Baufeld einen **Grundwasserstand im Grundwasserleiter Sandsteinkeuper von 460,0 m NN** aus.

Ein an der nördlichen Grenze des geplanten Baugebiets verlaufender Graben liegt auf einem Höhenniveau von 461,0 – 463,0 m NN.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde bei RKS3 sowie bei RKS4 jeweils ein Grundwasserzutritt erfasst: bei RKS3 0,67 m unter GOK (ca. 462,7 m NHN) bei RKS4 1,00 m unter GOK (ca. 463,2 m NHN).

Der Bemessungswasserstand ist aufgrund der beschriebenen hydro- und hydrogeologischen Verhältnisse rd. 0,5 m unter GOK anzusetzen.

Somit ist für die Leitungs- und Kanalarbeiten eine bauzeitliche offene, vorausseilende Wasserhaltung mittels Pumpensäulen und Sickerschlitzen auszuführen. Der Wasserstand ist dabei bis 0,5 m unter Gründungssohle abzusenken.

Ein Wasserandrang kann erst nach Vorliegen entsprechender Planungsunterlagen mit Angabe der Gründungstiefen angegeben werden.

Wiedereinbau von Aushubmaterial

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden der Homogenbereiche **B1** und **B3** sind stark frostempfindlich und daher nicht zum Wiedereinbau geeignet. Zur Geländemodellierung außerhalb statisch wirksamer Bereiche wäre das Material hingegen geeignet.

Die nichtbindigen Sande des Homogenbereichs **B2** sind gering bis mittel frostempfindlich und daher nur zum nicht frostsicheren Wiedereinbau (z. B. als Kanalgrabenverfüllung) geeignet.

Anfallender **Sandstein** wäre nach einem ggf. erforderlichen Brechvorgang zum Wiedereinbau geeignet. Zur Ermittlung der Frostempfindlichkeit des gebrochenen Materials ist zunächst mittels Siebanalyse der Feinkornanteil zu bestimmen.

Baugrubenböschung/Verbau DIN 4124 [3]

Baugruben > 1,25 m Tiefe sind bauzeitlich in den anstehenden bindigen Böden nur weicher Konsistenz sowie in nichtbindigen Böden mit maximal 45° zu böschen. In bindigen Böden mind. steifer Konsistenz können die Baugruben mit bis zu 60° geböscht werden.

Im Festgestein ist ein Böschungswinkel von bis zu 80° zulässig.

Die weiteren Bestimmungen der DIN 4124 [3] sind zu beachten.

Sollte eine Böschung nicht möglich sein, wäre ein Verbau der Baugrube auszuführen (z.B. Bohrträger, Parallel-Verbau, Boxverbausysteme etc.).

Aufgrund des anstehenden Grundwassers wird für die Kanal- und Leitungsarbeiten ein Verbau empfohlen!

Bei Einbringen eines Verbaus in den anstehenden Sandstein ist ein Vorbohren erforderlich.

5 Allgemeine Bebaubarkeit für Gebäude

Im Untersuchungsgebiet liegt ein eher heterogenes Bodenprofil aus nichtbindigen bis bindigen Sanden und Tonen vor.

Jedoch ist davon auszugehen, dass vor allem bei Gründung in bindigen Sanden und Tonen ein Bodenaustausch von mind. 0,30 m erforderlich sein wird.

Bei einer Gründung unterkellerten Gebäude steht vsl. überwiegend Sandstein im Gründungsbereich an. Hierbei wäre eine Sauberkeitsschicht ausreichend und ein Bodenaustausch vsl. nicht erforderlich.

Jedoch ist zwingend darauf hinzuweisen, dass die hier vorliegenden Untersuchungsergebnisse für eine potentielle Bebauung nicht ausreichend sind. Die jeweiligen Gründungsempfehlungen sind je nach Einzelfall zu entscheiden, weswegen für jedes individuelle Bauvorhaben ein separates Baugrundgutachten erforderlich ist.

6 Versickerung von Oberflächenwasser

Eine Versickerung von Oberflächenwasser in die anstehenden Tone oder in Sande mit einem mittels Sieblinie ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $9,1 \cdot 10^{-8}$ m/s ist gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 nicht möglich. Eine Versickerung in nichtbindige Sande oder in Sande mit einem mittels Sieblinie ermittelten k_f -Wert von $8,2 \cdot 10^{-5}$ m/s ist jedoch möglich.

Im Bereich der RKS2 wurde zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit ein Sickerversuch durchgeführt (vgl. Anlage 5). Es konnte hierbei eine Absenkung des Wasserstandes um rd. 1,0 m innerhalb von 60 Minuten ermittelt werden.

Dies entspricht einem Durchlässigkeitsbeiwert k_{fu} von $6,41 \cdot 10^{-6}$ m/ (Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Bodenzone). Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann der hierbei ermittelte Wert mit dem Korrekturfaktor 2 multipliziert werden, um den Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone (= Bemessungs- k_f -Wert) zu erhalten.

Daraus ergibt sich ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $1,28 \cdot 10^{-5}$ m/s. Eine Versickerung ist somit möglich.

Aufgrund der Heterogenität des Baufeldes empfehlen wir mind. einen weiteren Versickerungsversuch im Bereich der geplanten Versickerungsanlage.

7 Betonaggressivität nach DIN 4030

Vom angetroffenen Grundwasser wurde eine Probe entnommen und im Labor hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht (vgl. Anlage 4).

Die Analyse ergab, dass es sich um „**nicht angreifendes**“ Grundwasser handelt.

8 Bodenfunktionen nach BBodSchG § 2 Absatz 2

Auf Wunsch des Auftraggebers soll – soweit möglich – auf die Bodenfunktionen des Bundesbodenschutzgesetzes eingegangen werden.

Die Bodenfunktionen beschreiben die Eignung eines Bodens als Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen, als Medium für stoffliche Entwicklungen, als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie die Nutzung als Rohstofflagerstätte, als Fläche für Siedlung und Erholung, als Standort für Land- und Forstwirtschaft.

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten wurde das Untersuchungsgebiet als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Am nördlichen Rand des Baufeldes sowie im Nordwesten wurde Vegetation aus Sträuchern, höheren Gräsern und Laubbäumen angetroffen. Es ist daher davon auszugehen, dass sich der anstehende Boden sowohl für die Nutzung als landwirtschaftliche Fläche eignet als auch als Lebensraum für Pflanzen und Tiere.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten konnte augenscheinlich keine Hinweise auf Belastungen des Bodens festgestellt werden, eine Schadstoffanalyse wurde jedoch nicht ausgeführt, sodass hier keine fundierten Aussagen getroffen werden können.

Die Eignung des Untersuchungsbereichs als Fläche für Siedlung, Erholung sowie Verkehrsflächen ist seitens des Planers zu prüfen. Ebenso wäre im Hinblick auf die Bodenfunktionen zu prüfen, welchen Einfluss die Bebauung auf das anstehende Grundwasser auswirkt.

9 Haftung, Abnahme der Gründungssohlen

Voraussetzung für die Haftung für die Gründung der Verkehrsfläche sowie der Kanalleitungen bei Einhaltung der im vorangegangenen Text genannten Vorgaben ist die Vorlage der gründungsrelevanten Planunterlagen sowie die Abnahme der Gründungssohlen.

Gunzenhausen, den 08.08.2022



Maike Szamek, M. Sc. Geographie

- Bearbeitung -



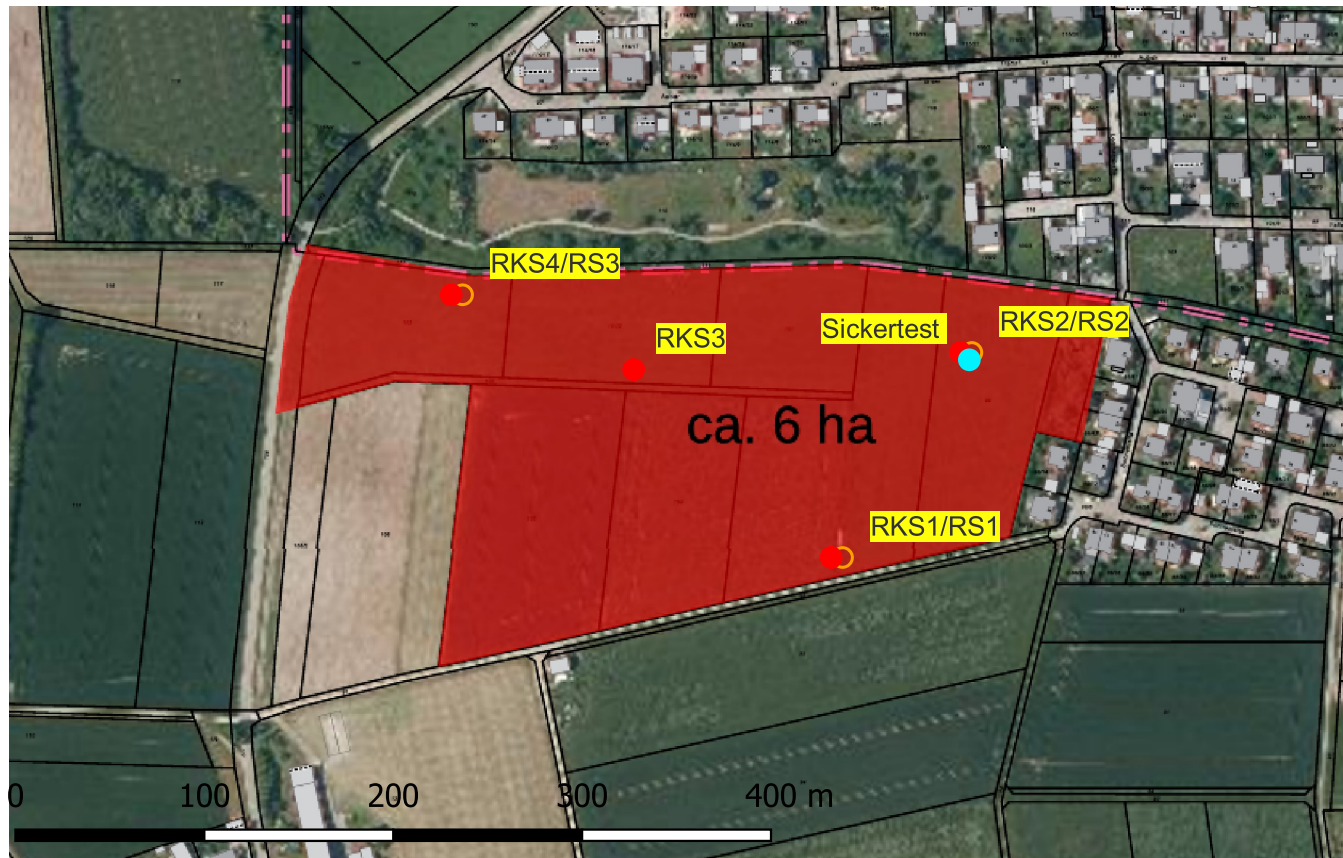
Dipl.-Geogr. Olaf Pattloch

- Geschäftsführer -

10 Quellen

- [1] BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT:
UmweltAtlas Bayern: <http://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/> ; Stand 05.08.2022.
- [2] HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM, DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ
(https://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage/); Stand 05.08.2022.
- [3] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG:
Handbuch Eurocode 7 Geotechnische Bemessung – Band 1, 2011
DIN 4030-1 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte; Juni 2008
DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, 2010
DIN 4124: 2012-01 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, 2012
DIN 18300: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten, 2015
DIN 18533-3:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen, 2017
- [4] DWA DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (2005):
Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hennef.
- [5] RSTO 12 (2012):
Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen,- FGSV Verlag, Köln
- [6] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT:
Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch (Ausbausphal und pechhaltiger Straßenaufbruch) Merkblatt Nr. 3.4/1

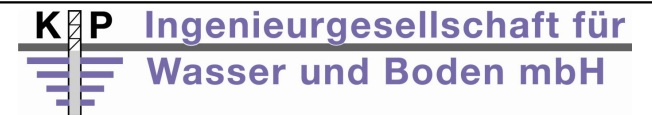
Anlagen



Plangrundlage: Lageplan durch AG übergeben

Legende

- Sickertest
- Rammsondierung
- Rammkernsondierung



Vorhabensträger: Gemeinde Burgoberbach
 Ansbacher Straße 24
 91595 Burgoberbach

Az:	22383	Projekt: Erschließung Baugebiet Neues
Datum:	26.07.22	
Bearb.:	Szamek	Planbenennung: Lageplan mit Aufschlusspunkten
Maßstab:	1:4.000	
Anlage:	1, Blatt 1	



Kürzelverzeichnis gemäß DIN 4022

Lockergesteine:

Hauptbodenarten:

zy	Aufschüttung
T	Ton (Bodengruppe TA)
T/U	Ton/Schluffgemische (Bodengruppe TM)
U/T	Schluff/Tongemische (Bodengruppe TL)
S	Sand
G	Kies

Festgesteine:

Sst	Sandstein
Tst	Tonstein
Kst	Kalkstein
Mst	Mergelstein
Ust	Schluffstein

Felshärte

nach DIN 1054, 2005-01:

smü	sehr mürb	$q_u < 1,25 \text{ MN/m}^2$
mü	mürb	$q_u = 1,25 \dots 5,0 \text{ MN/m}^2$
mmü	mäßig mürb	$q_u = 5,0 \dots 12,5 \text{ MN/m}^2$
mha	mäßig hart	$q_u = 12,5 \dots 50 \text{ MN/m}^2$
ha	hart	$q_u > 50 \text{ MN/m}^2$

Proben:

g	gestörte Bodenprobe
gPB	Becherproben
gPE	Eimerproben
u	ungestörte Bodenprobe
k	Felsprobe
WP	Wasserprobe

Lagerungsdichte nicht bindiger und schwach bindiger Böden

nach DIN 18126:

⋮	sehr locker	$I_D < 0,15$
⋮	locker	$I_D = 0,15 \dots 0,35$
⋮	mitteldicht	$I_D = 0,35 \dots 0,65$
⋮	dicht	$I_D = 0,65 \dots 0,85$
⊕	sehr dicht	$I_D > 0,85$

Nebenbodenarten:

h	humos
u/t'	schwach schluffig/tonig
u/t	schluffig/tonig
u/t*	stark schluffig/tonig
s'	schwach sandig
s	sandig
s*	stark sandig
g'	schwach kiesig
g	kiesig
g*	stark kiesig

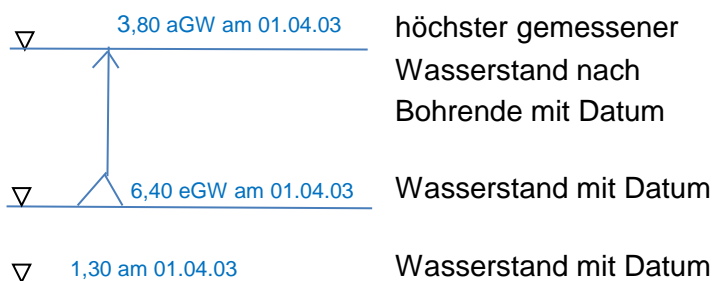
bei S u. G Unterscheidung f = fein, m = mittel und g = grob; z.B. fS = Feinsand

Konsistenz bindiger Böden

nach DIN 18122:

∩∩	breiig	$I_c < 0,5$
∩	weich	$I_c = 0,5 \dots 0,75$
∩	steif	$I_c = 0,75 \dots 1,0$
	halbfest	$I_c = 1,0 \dots 1,25$
	fest	$I_c > 1,25$

Bohr-/ Grundwasserstände:



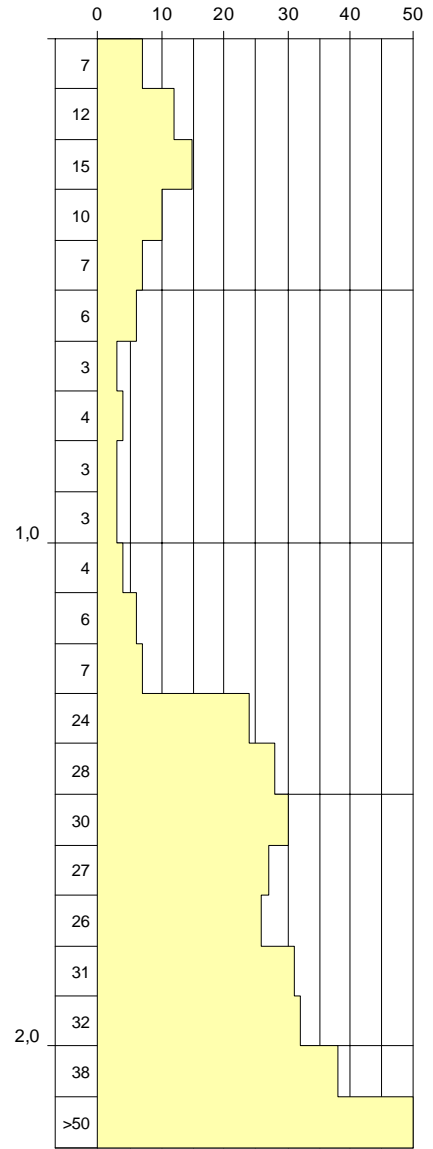
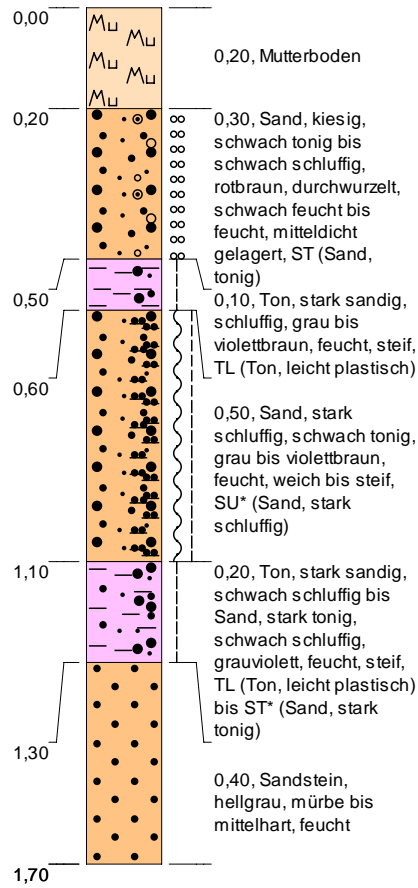
Bodenklassen (BK):

nach DIN 18300 bzw. 18301:

Klasse 1:	Oberboden, Mutterboden
Klasse 2:	Fließende Bodenarten
Klasse 3:	Leicht lösbare Bodenarten
Klasse 4:	Mittelschwer lösbare Bodenarten
Klasse 5:	Schwer lösbare Bodenarten
Klasse 6:	Leicht lösbarer Fels
Klasse 7:	Schwer lösbarer Fels

464,46 m NHN

RKS1/RS1-DPH



Höhenmaßstab: 1:15

Koordinatensystem: UTM

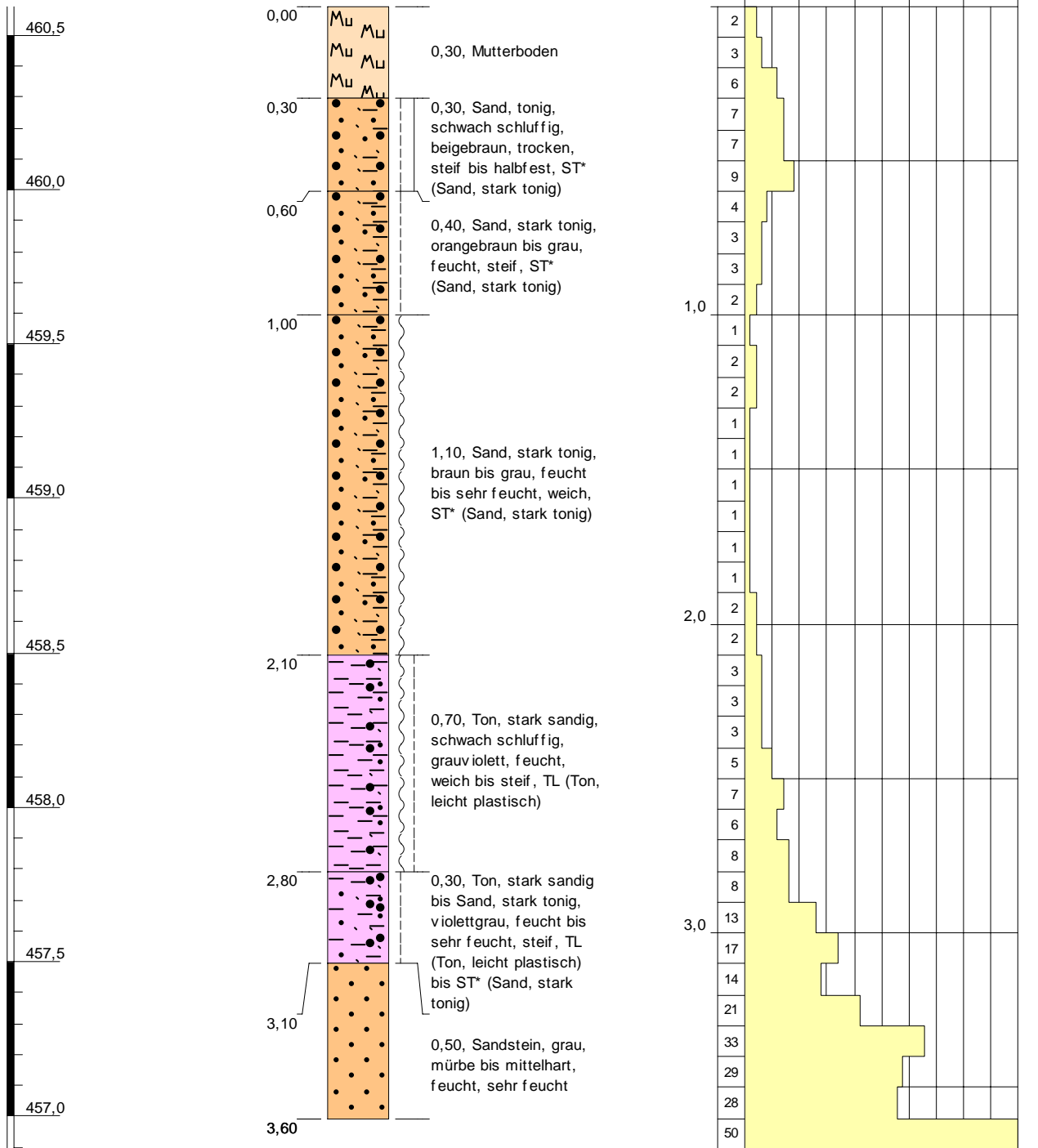
Anlage 2.1, Blatt 1

Projekt: 22383 Erschließung Baugebiet Neuses	
Bohrung: RKS1/RS1-DPH	
Auftraggeber: Gemeinde Burgoberbach	Rechtswert: 615490,285
Bohrfirma: KP Ing. Ges. für Wasser u. Boden mbH	Hochwert: 5454506,119
Bearbeiter: Szamek	Ansatzhöhe: 464,46 m
Datum: 25.07.2022	Endtiefe: 1,70 m / 2,20 m



460,59 m NHN

RKS2/RS2-DPH



Höhenmaßstab: 1:20

Koordinatensystem: UTM

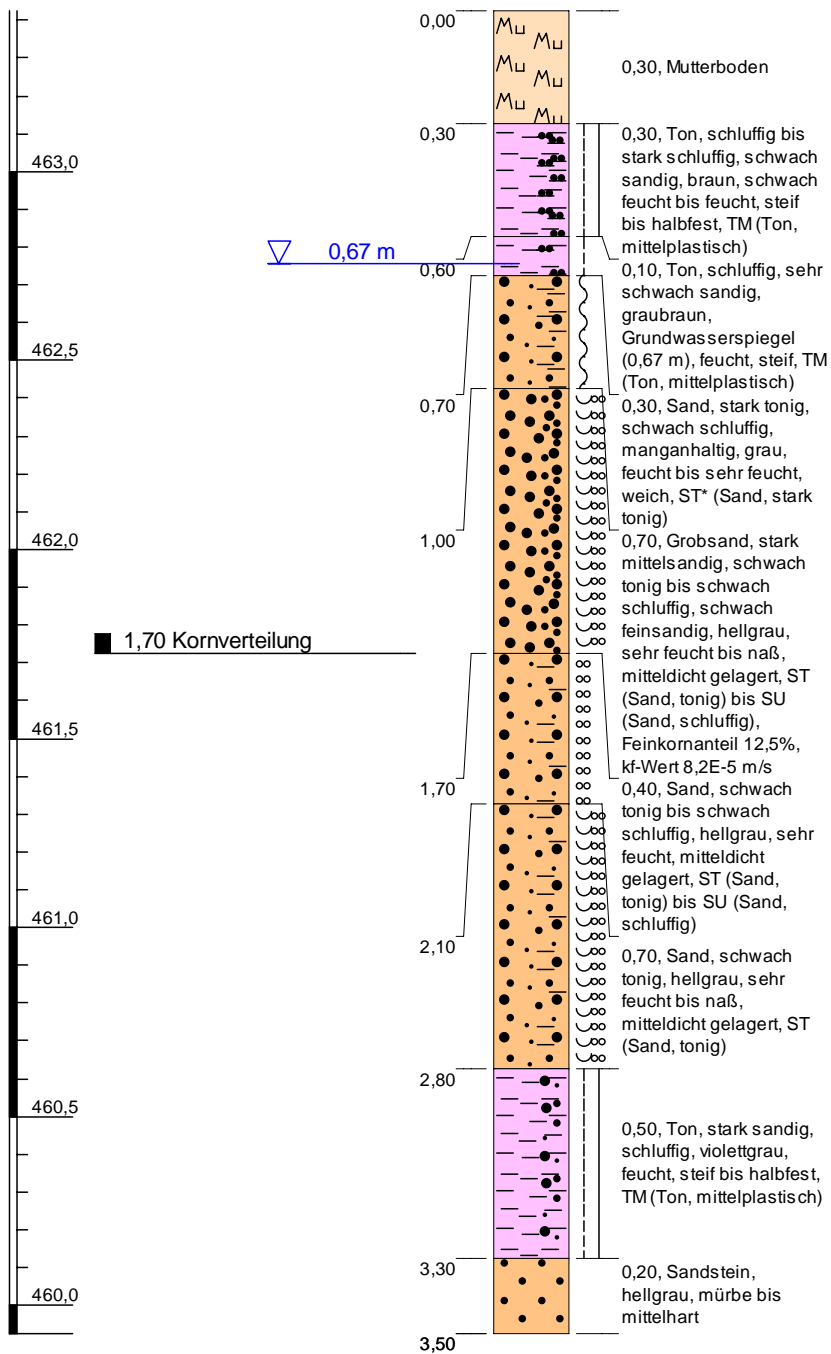
Anlage 2.1, Blatt 2

Projekt: 22383 Erschließung Baugebiet Neuses	
Bohrung: RKS2/RS2-DPH	
Auftraggeber: Gemeinde Burgoberbach	Rechtswert: 615558,747
Bohrfirma: KP Ing. Ges. für Wasser u. Boden mbH	Hochwert: 5454614,643
Bearbeiter: Szamek	Ansatzhöhe: 460,59 m
Datum: 25.07.2022	Endtiefe: 3,60 m / 3,70 m



463,43 m NHN

RKS3



Höhenmaßstab: 1:20

Koordinatensystem: UTM

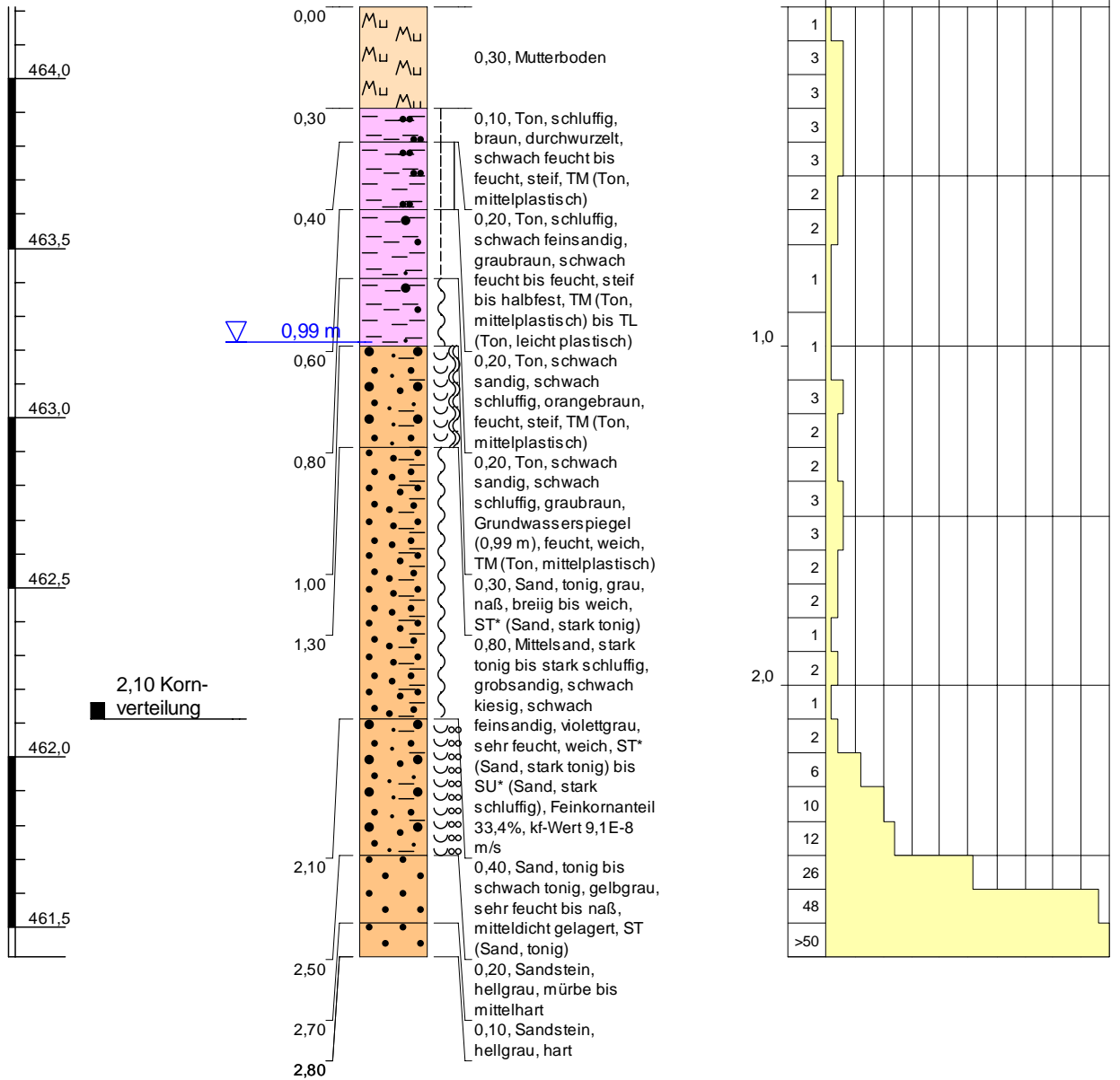
Anlage 2.1, Blatt 3

Projekt: 22383 Erschließung Baugebiet Neuses	
Bohrung: RKS3	
Auftraggeber: Gemeinde Burgoberbach	Rechtswert: 615379,701
Bohrfirma: KP Ing. Ges. für Wasser u. Boden mbH	Hochwert: 5454605,590
Bearbeiter: Szamek	Ansatzhöhe: 463,43 m
Datum: 25.07.2022	Endtiefe: 3,50 m



464,21 m NHN

RKS4/RS3-DPH



Höhenmaßstab: 1:20

Koordinatensystem: UTM

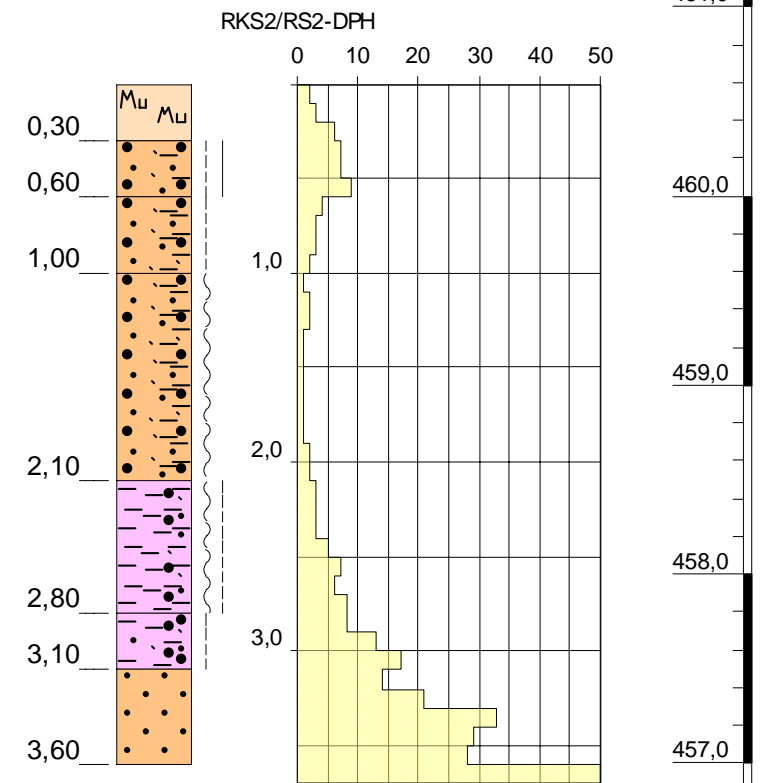
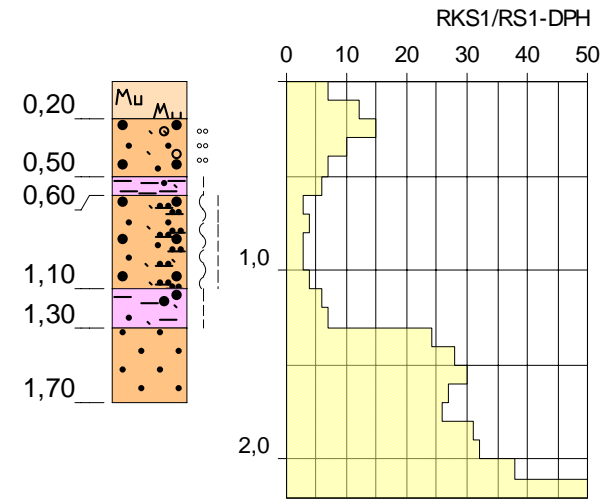
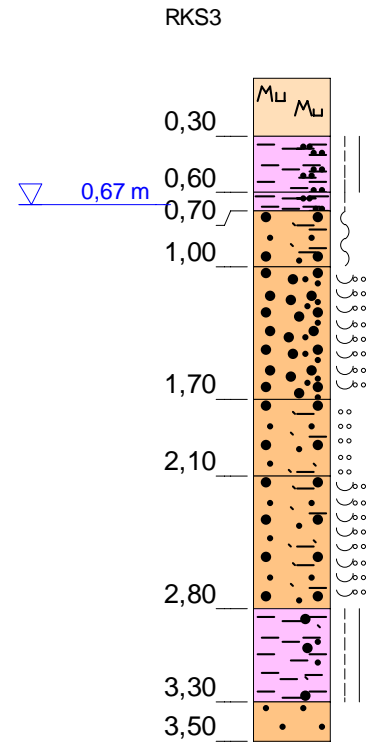
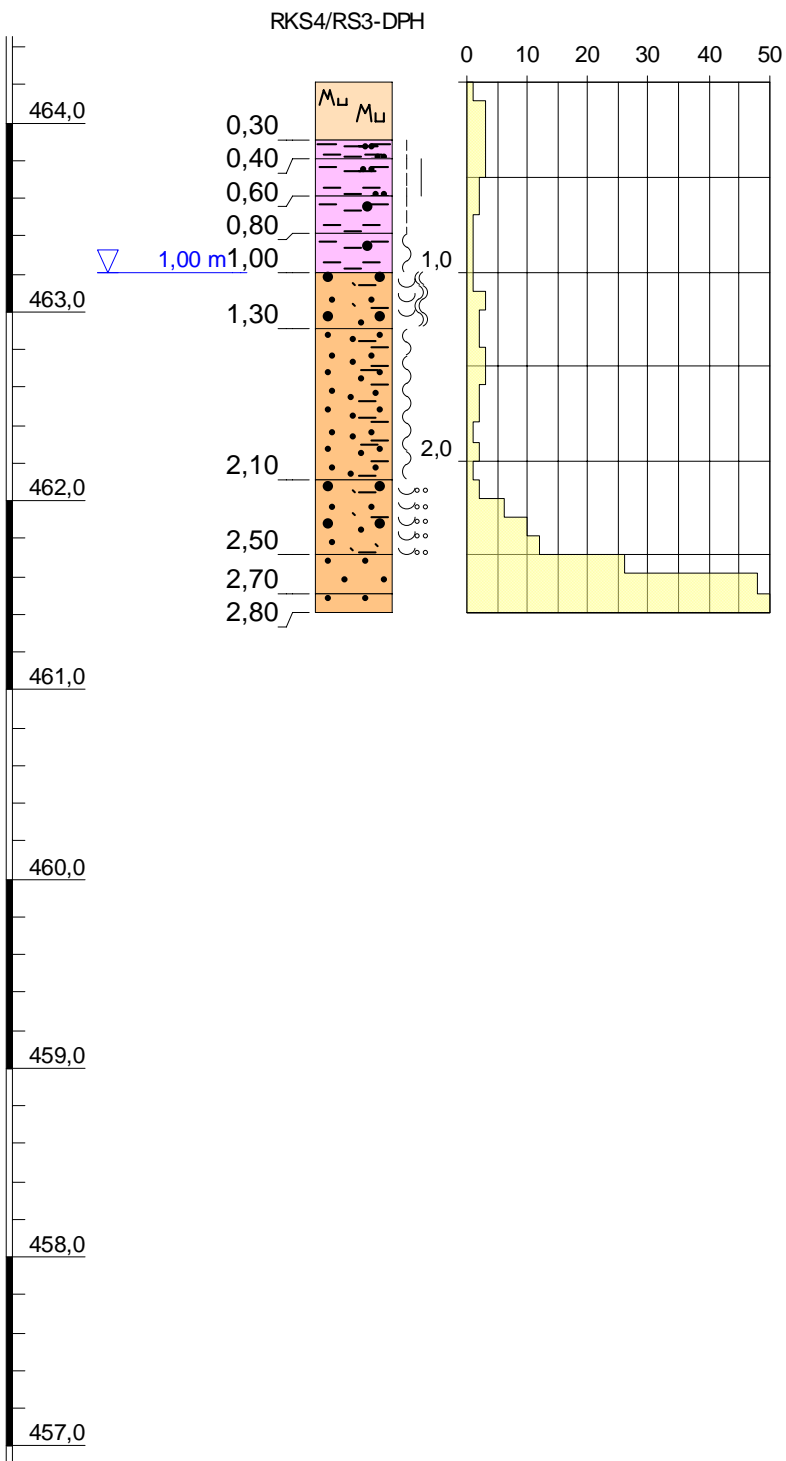
Anlage 2.1, Blatt 4

Projekt: 22383 Erschließung Baugebiet Neuses	
Bohrung: RKS4/RS3-DPH	
Auftraggeber: Gemeinde Burgoberbach	Rechtswert: 615289,135
Bohrfirma: KP Ing. Ges. für Wasser u. Boden mbH	Hochwert: 5454645,202
Bearbeiter: Szamek	Ansatzhöhe: 464,21 m
Datum: 25.07.2022	Endtiefe: 2,80 m / 2,80 m



m NHN

m NHN



Anlage 2.1, Blatt 9

Projekt:	AZ 22383: Erschließung Baugebiet Neuses (Burgoberbach)
Auftraggeber:	Gemeinde Burgoberbach
Bohrfirma:	KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH
Bearbeiter:	Szamek
Datum:	05.08.2022



RKS1_RS1-DPH

Ansatzhöhe: 464,46 m NHN

- Schicht 1 (0,00 - 0,20 m u. GOK): Mutterboden
- Schicht 2 (0,20 - 0,50 m u. GOK): Sand, kiesig, schwach tonig bis schwach schluffig, rotbraun, durchwurzelt, schwach feucht bis feucht, mitteldicht gelagert, ST (Sand, tonig)
- Schicht 3 (0,50 - 0,60 m u. GOK): Ton, stark sandig, schluffig, grau bis violettbraun, feucht, steif, TL (Ton, leicht plastisch)
- Schicht 4 (0,60 - 1,10 m u. GOK): Sand, stark schluffig, schwach tonig, grau bis violettbraun, feucht, weich bis steif, SU* (Sand, stark schluffig)
- Schicht 5 (1,10 - 1,30 m u. GOK): Ton, stark sandig, schwach schluffig bis Sand, stark tonig, schwach schluffig, grauviolett, feucht, steif, TL (Ton, leicht plastisch) bis ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 6 (1,30 - 1,70 m u. GOK): Sandstein, hellgrau, mürbe bis mittelhart, feucht

RKS2_RS2-DPH

Ansatzhöhe: 460,59 m NHN

- Schicht 1 (0,00 - 0,30 m u. GOK): Mutterboden
- Schicht 2 (0,30 - 0,60 m u. GOK): Sand, tonig, schwach schluffig, beigebraun, trocken, steif bis halbfest, ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 3 (0,60 - 1,00 m u. GOK): Sand, stark tonig, orangebraun bis grau, feucht, steif, ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 4 (1,00 - 2,10 m u. GOK): Sand, stark tonig, braun bis grau, feucht bis sehr feucht, weich, ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 5 (2,10 - 2,80 m u. GOK): Ton, stark sandig, schwach schluffig, grauviolett, feucht, weich bis steif, TL (Ton, leicht plastisch)
- Schicht 6 (2,80 - 3,10 m u. GOK): Ton, stark sandig bis Sand, stark tonig, violettgrau, feucht bis sehr feucht, steif, TL (Ton, leicht plastisch) bis ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 7 (3,10 - 3,60 m u. GOK): Sandstein, grau, mürbe bis mittelhart, feucht, sehr feucht

RKS3

Ansatzhöhe: 463,43 m NHN

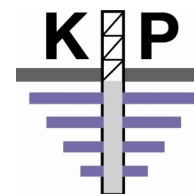
- Schicht 1 (0,00 - 0,30 m u. GOK): Mutterboden
- Schicht 2 (0,30 - 0,60 m u. GOK): Ton, schluffig bis stark schluffig, schwach sandig, braun, schwach feucht bis feucht, steif bis halbfest, TM (Ton, mittelplastisch)
- Schicht 3 (0,60 - 0,70 m u. GOK): Ton, schluffig, sehr schwach sandig, graubraun, Grundwasserspiegel (0,67 m), feucht, steif, TM (Ton, mittelplastisch)
- Schicht 4 (0,70 - 1,00 m u. GOK): Sand, stark tonig, schwach schluffig, manganhaltig, grau, feucht bis sehr feucht, weich, ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 5 (1,00 - 1,70 m u. GOK): Grobsand, stark mittelsandig, schwach tonig bis schwach schluffig, schwach feinsandig, hellgrau, sehr feucht bis naß, mitteldicht gelagert, ST (Sand, tonig) bis SU (Sand, schluffig), Feinkornanteil 12,5%, kf-Wert $8,2E-5$ m/s
- Schicht 6 (1,70 - 2,10 m u. GOK): Sand, schwach tonig bis schwach schluffig, hellgrau, sehr feucht, mitteldicht gelagert, ST (Sand, tonig) bis SU (Sand, schluffig)
- Schicht 7 (2,10 - 2,80 m u. GOK): Sand, schwach tonig, hellgrau, sehr feucht bis naß, mitteldicht gelagert, ST (Sand, tonig)
- Schicht 8 (2,80 - 3,30 m u. GOK): Ton, stark sandig, schluffig, violettgrau, feucht, steif bis halbfest, TM (Ton, mittelplastisch)
- Schicht 9 (3,30 - 3,50 m u. GOK): Sandstein, hellgrau, mürbe bis mittelhart

<p>RKS4_RS3-DPH</p> <p>Ansatzhöhe: 464,21 m NHN</p>

- Schicht 1 (0,00 - 0,30 m u. GOK): Mutterboden
- Schicht 2 (0,30 - 0,40 m u. GOK): Ton, schluffig, braun, durchwurzelt, schwach feucht bis feucht, steif, TM (Ton, mittelplastisch)
- Schicht 3 (0,40 - 0,60 m u. GOK): Ton, schluffig, schwach feinsandig, graubraun, schwach feucht bis feucht, steif bis halbfest, TM (Ton, mittelplastisch) bis TL (Ton, leicht plastisch)
- Schicht 4 (0,60 - 0,80 m u. GOK): Ton, schwach sandig, schwach schluffig, orangebraun, feucht, steif, TM (Ton, mittelplastisch)
- Schicht 5 (0,80 - 1,00 m u. GOK): Ton, schwach sandig, schwach schluffig, graubraun, Grundwasserspiegel (1,00 m), feucht, weich, TM (Ton, mittelplastisch)
- Schicht 6 (1,00 - 1,30 m u. GOK): Sand, tonig, grau, naß, breiig bis weich, ST* (Sand, stark tonig)
- Schicht 7 (1,30 - 2,10 m u. GOK): Mittelsand, stark tonig bis stark schluffig, grobsandig, schwach kiesig, schwach feinsandig, violettgrau, sehr feucht, weich, ST* (Sand, stark tonig) bis SU* (Sand, stark schluffig), Feinkornanteil 33,4%, kf-Wert 9,1E-8 m/s
- Schicht 8 (2,10 - 2,50 m u. GOK): Sand, tonig bis schwach tonig, gelbgrau, sehr feucht bis naß, mitteldicht gelagert, ST (Sand, tonig)
- Schicht 9 (2,50 - 2,70 m u. GOK): Sandstein, hellgrau, mürbe bis mittelhart
- Schicht 10 (2,70 - 2,80 m u. GOK): Sandstein, hellgrau, hart

Tabelle 1: Bodenkennwerte (Richtwerte)

Boden- gruppe	Lagerung / Konsistenz	Wichte	Wichte unter Auftrieb	wirksamer Reibungs- winkel	wirksame Kohäsion	zu erwartender Steifemodul	Boden- klasse (BK)
		γ $\frac{kN}{m^3}$	γ' $\frac{kN}{m^3}$	ϕ	c' $\frac{kN}{m^2}$	E_s $\frac{MN}{m^2}$	
SU	mitteldicht	20,0	11	32,5	0	40	3
SU	dicht	21,0	12	35,0	5	100	3
ST	mitteldicht	20,0	11	32,5	0	40	3
ST	dicht	21,0	12	35,0	5	100	3
SU*	weich	20,0	10	22,5	10	6	4
SU*	steif	20,0	10	30,0	0	20	4
ST*	weich	19,0	9	27,5	5	3	4



Boden- gruppe	Lagerung / Konsistenz	Wichte γ $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	Wichte unter Auftrieb γ' $\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	wirksamer Reibungs- winkel ϕ	wirksame Kohäsion c' $\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	zu erwartender Steifemodul E_s $\frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$	Boden- klasse (BK)
ST*	steif	19,0	9	27,5	10	10	4
ST*	halbfest	20,0	10	27,5	15	20	4
ST*	fest	21,0	11	27,5	30	50	4
TL	weich	20,0	10	27,5	0	2	4
TL	steif	20,0	10	27,5	15	5	4
TL	halbfest	21,0	11	27,5	25	10	4
TM	weich	19,0	9	22,5	0	1	4
TM	steif	19,0	9	25,0	20	4	4
TM	halbfest	21,0	11	27,5	25	10	4
Sst	mürbe	22,0	12	37,5	25	150	6
Sst	mittelhart	23,0	13	40,0	50	200	6
Sst	hart	23,0	13	40,0	50	300	7



Kornverteilung

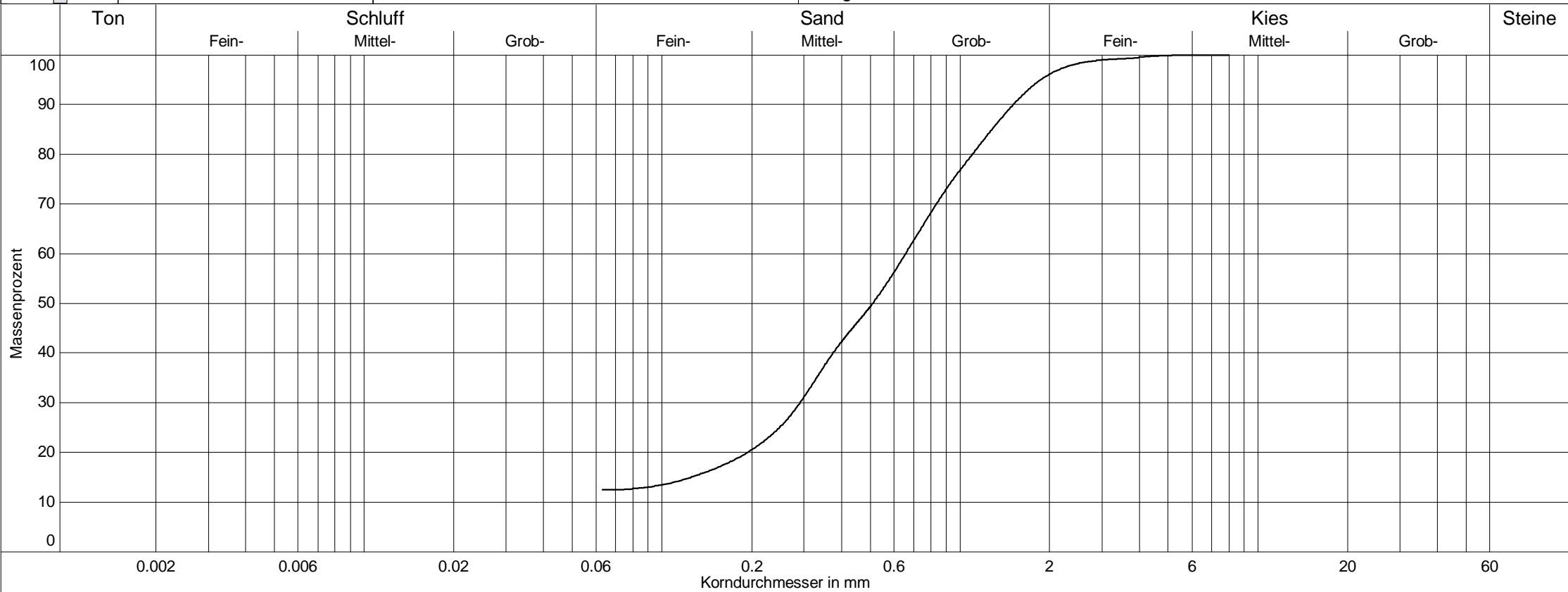
DIN 18 123-5

Projekt : Erschließung Baugiebt Neuses, Burgoberbach

Projektnr.: 22383

Datum : 29.07.2022

Anlage : 3, Blatt 1



Labornummer	— L-3065			
Entnahmestelle	RKS 3			
Entnahmetiefe	1,00-1,70			
Entnommen am	25.07.2022			
Bodenklasse	3			
Anteil < 0.063 mm	12.5 %			
d ₁₀ / d ₆₀	- /0.657 mm			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/12.5/83.7/3.8 %			
Filterkörnung (W 113)	2 - 3.15 mm			
Filterkörnung (Bieske)	3.15 - 5.6 mm			
Filterkörnung (F.k.linie)	3.15 - 5.6 mm			
Bodenart	gS,ms,u',fs'			
Bodengruppe	SU			
k _f nach Kaubisch	9.8E-06 m/s			
k _f nach USBR	8.2E-05 m/s			



Kornverteilung

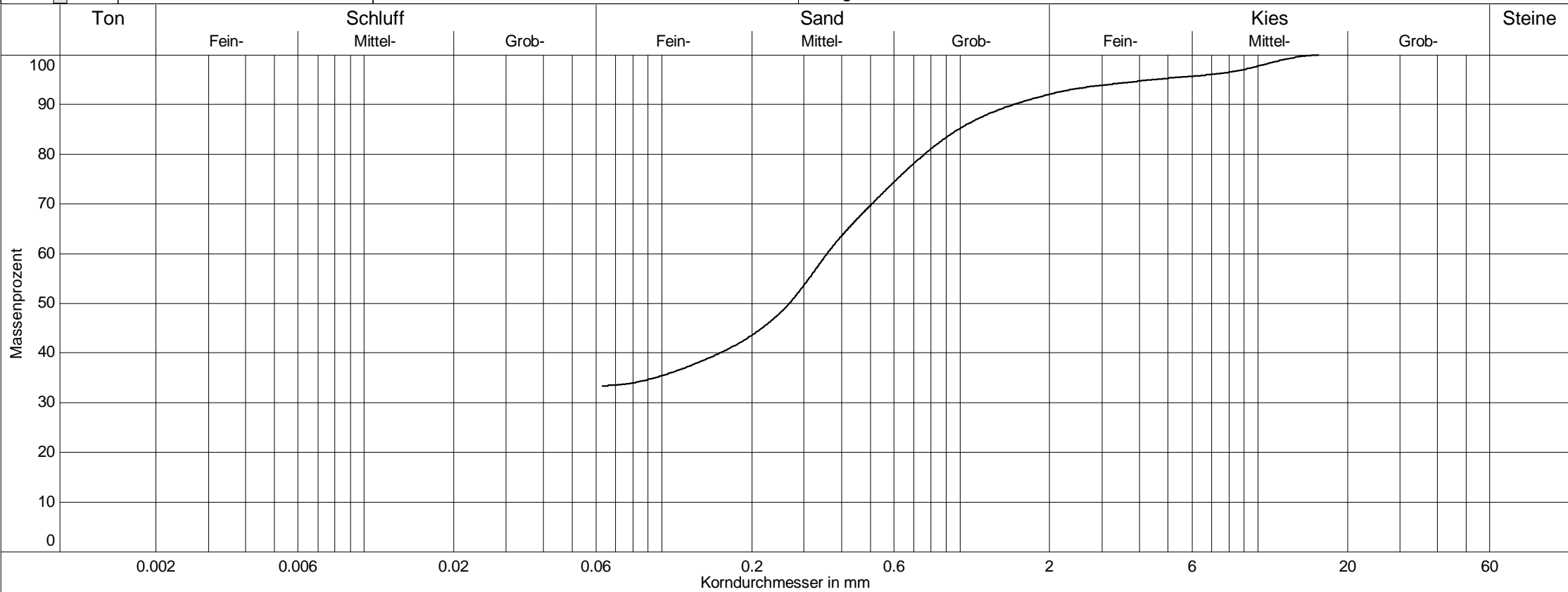
DIN 18 123-5

Projekt : Erschließung Baugebiet Neuses, Burgoberbach

Projektnr.: 22383

Datum : 29.07.2022

Anlage : 3, Blatt 2



Labornummer	— L-3057
Entnahmestelle	RKS 4
Entnahmetiefe	1,30-2,50
Entnommen am	25.07.2022
Bodenklasse	4
Anteil < 0.063 mm	33.4 %
d ₁₀ / d ₆₀	- / 0.358 mm
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/33.4/58.7/7.9 %
Filterkörnung (W 113)	-
Filterkörnung (Bieske)	3.15 - 5.6 mm
Filterkörnung (F.k.linie)	2 - 3.15 mm
Bodenart	mS,ū,gs,fs',g'
Bodengruppe	SÜ
k _f nach Kaubisch	9.1E-08 m/s
Frostempfindl.klasse	F3

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

KP INGENIEURGESELLSCHAFT für WASSER UND
 BODEN GMBH
 RICHARD-STÜCKLEN-STR. 2
 91710 GUNZENHAUSEN

Datum 03.08.2022
 Kundennr. 27015924

PRÜFBERICHT

Auftrag **3308279 22383 (Sz)**
 Analysenr. **468173 Wasser**
 Probeneingang **29.07.2022**
 Probenahme **25.07.2022 08:44**
 Probenehmer **Auftraggeber**
 Kunden-Probenbezeichnung **RKS4, WP**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Sensorische Prüfungen

Färbung (Labor)		gelb			DIN EN ISO 7887 : 1994-12
Trübung (Labor)	*)	klar mit Bodensatz			visuell
Geruch (Labor)		erdig			DEV B 1/2 : 1971

Physikalische Parameter

pH-Wert (Labor)		7,4	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	552	10		Berechnung aus dem Messwert
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	616	10		DIN EN 27888 : 1993-11

Kationen

Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,67	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	79	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l	33	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	42	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Nitrat (NO ₃)	mg/l	34	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	35	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,050	0,05		DIN 38405-27 : 1992-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	4,18	0,1		DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse- V.	mmol/l	4,41	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03

Berechnete Werte

Carbonathärte	°dH	11,7			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Carbonathärte	mg/l CaO	117			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	°dH	6,9	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	69,4	0		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	°dH	18,6	1		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Gesamthärte	mg/l CaO	186			Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	5	1		DIN 4030-2 : 2008-06
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	3,33	0,18		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030) *)		nicht angreifend			DIN 4030-1 : 2008-06

Summarische Parameter

Oxidierbarkeit (KMnO ₄ -Verbrauch)	mg/l	12	0,5		DIN EN ISO 8467 : 1995-05
---	------	-----------	-----	--	---------------------------

Seite 1 von 2

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28
 www.agrolab.de

Datum 03.08.2022
 Kundennr. 27015924

PRÜFBERICHT

Auftrag **3308279 22383 (Sz)**
 Analysennr. **468173 Wasser**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Grenzwert	Methode
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	3,0	0,13		DIN EN ISO 8467 : 1995-05

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

*Beginn der Prüfungen: 29.07.2022
 Ende der Prüfungen: 03.08.2022*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Julian Stahn, Tel. 08765/93996-400

serviceteam1.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

K P Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH

Richard-Stücklen-Str. 2
91710 Gunzenhausen

(09831) 8860-0
mail@ibwabo.de

(09831) 8860-29
www.ibwabo.de

Versickerungsversuch im Bohrloch

Anlage: 5

Blatt: 1

Projekt: *Erschließung Baugebiet Neuses, Burgoberbach* Az: 22383
 Auftraggeber: *Gemeinde Burgoberbach*
 Anschrift: *Ansbacher Straße 24*
 Gemeinde: *91595 Burgoberbach* Landkreis: *Ansbach*

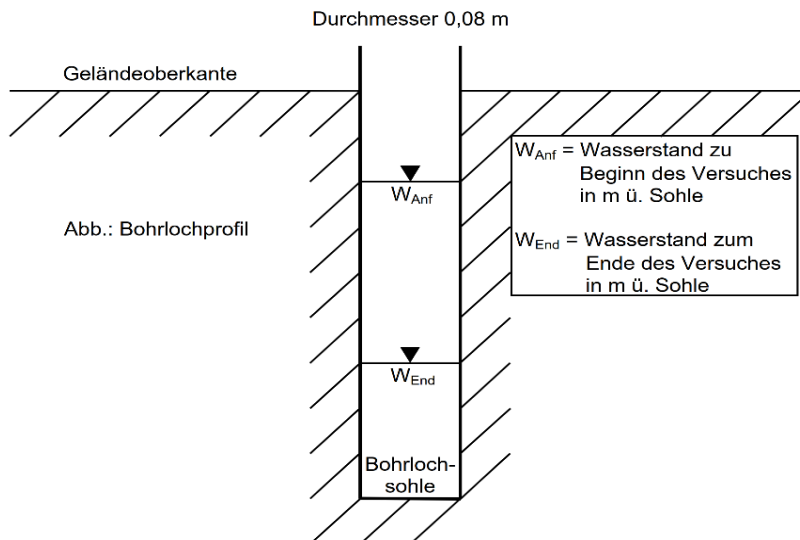
Bauort/Versuchsort: *Freifläche zwischen Neuses und Burgoberbach*
 (wenn nicht gleiche Anschrift)

Versuchsbezeichnung: *SV1*
 Bodenart: *Sand, stark tonig bis Ton, stark sandig*

Versuch durchgeführt
 von: *Szamek*
 am: *25.07.2022*

Versuch ausgewertet
 von: *Szamek*
 am: *25.07.2022*

Versuchsaufbau:



Daten Versuchsaufbau:

Durchmesser: D = 0,080 m
 Fläche: A = 0,005 m²
 Umfang: U = 0,251 m²

Messergebnisse:

Wetter: *sonnig*

Wasserstand -
 Anfang: $W_{anf} = 1,360$ m
 nach 15 min: $W_{15} = 1,220$ m
 nach 30 min: $W_{30} = 0,850$ m
 nach 45 min: $W_{45} = 0,550$ m
 Ende: $W_{end} = 0,350$ m
 Unterschied: $\Delta h = 1,010$ m

Versuchsergebnis:

Messdauer: t = 3600 s

Durchlässigkeitsbeiwert: $K_{fu} = 6,41E-06$ m/s