



Gemeinde Nufringen
Hauptstraße 28
71154 Nufringen

Baugrunduntersuchung

Erschließungsgebiet
Hinterer Steig / Gansäcker
in Nufringen

Untersuchungsbericht Nr. 210401
vom 05. August 2021

Auftraggeber: **Gemeinde Nufringen**

Umfang des

Untersuchungsberichts: 35 Textseiten, 6 Anlagen, 3 Beilagen

Ausfertigung Nr.:



Baugrunduntersuchung
Erschließungsgebiet
Hinterer Steig Süd / Gansäcker
in Nufringen

Untersuchungsbericht Nr. 210401
vom 05. August 2021

Auftraggeber: Gemeinde Nufringen
Auftragsdatum: 01. April 2021
Umfang des
Berichts: 35 Textseiten, 6 Anlagen, 3 Beilagen

Deckenpfronn, den 05. August 2021

i.A. Felix Matteis

i.A. Dr. Michael Wilhelm

Dr. Holger Hansel
Geschäftsführung



Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	5
2. Lage	6
3. Durchgeführte Untersuchungen.....	6
4. Geologische Verhältnisse	8
4.1 Ackerkrume / Oberboden	8
4.2 Lösslehm.....	8
4.3 Verwitterungshorizont Lettenkeuper.....	8
4.4 Festgesteinszone des Lettenkeupers.....	11
5. Hydrogeologische Verhältnisse	12
6. Beurteilung	12
6.1 Grundwasser und Grundwasserschutz	12
6.2 Beurteilung des Untergrundes	14
6.3 Pedologische Verhältnisse	16
6.4 Erdbebensicherheit	17
6.5 Abfalltechnische Charakterisierung.....	17
7. Empfehlungen	18
7.1 Angaben zum Baufeld.....	18
7.2 Gründung	21
7.3 Einrichten der Erschließungsstraßen	24
7.4 Angaben zur Bebauung	25
7.5 Behandlung des Tagwassers	28
7.6 Wiederverwendung der Aushubmassen	29
8. Zusammenfassung	31
9. Schlussbemerkung	34



Tabellenanhang: 4 Tabellen

Anlagen:

Anlage 1: Übersichtsplan

Anlage 2: Lageplan

Anlage 3: Ergebnisse der Bohrungen

Anlage 4: Bodenkennwerte, Homogenbereiche

Anlage 5: Schnitte Homogenbereiche

Beilagen:

Beilage 1: Laborbericht bodenmechanische Untersuchungen

Beilage 2: Laborbericht chemische Untersuchungen

Beilage 3: Berechnung des kf-Wertes über Versickerungsversuche in Schürfen



1. Vorbemerkungen

Die Gemeinde Nufringen plant in Nufringen die Erschließung der beiden zusammenhängenden Neubaugebiete „Hinterer Steig Süd / Gansäcker“. Das Gebiet „Hinterer Steig Süd“ befindet sich nördlich der Oberjesinger Straße, „Gansäcker“ liegt südlich davon.

Die Zugänglichkeit soll über die Kinzigstraße, sowie die Oberjesinger Straße erfolgen. Innerhalb der beiden Gebiete sind jeweils Ringstraßen für die Erschließung vorgesehen.

Das südlich gelegene Gebiet „Gansäcker“ besitzt eine Nord-Süd Ausdehnung von ca. 180 m, sowie eine West-Ost Ausdehnung von ca. 105 m.

Das im Norden befindliche Erschließungsgebiet „Hinterer Steig Süd“ hat eine Größe von ca. 120 m Nord-Süd und ca. 140 m West-Ost.

Das gesamte Erschließungsgebiet besitzt ein leichtes Gefälle nach Südosten.

Unser Büro wurde mit Schreiben vom 01.04.2021 beauftragt, eine Baugrunderkundung gemäß unserem Angebot vom 01.03.2021 durchzuführen.

Folgende Unterlagen standen uns zur Verfügung:

- Bebauungsplan und örtliche Bauvorschriften „Hinterer Steig Süd / Gansäcker“-
LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH – 19.02.2021
- Abgrenzungsplan – Hinterer Steig /Gansäcker – LBBW Immobilien Kommunal-
entwicklung GmbH – 30.09.2020



2. Lage

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Westen von Nufringen. Für das Erschließungsgebiet sind folgende Flurstücke betroffen: 1662, 1645, 1646, 1647, 1648, 1649, 1650, 1651, 1652, 1653, 1660, 1695, 1554, 1555/1, 1555/2, 1556, 1557, 1558, 1559, 1560, 1561, 1562, 1563, 1564.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung war das Gelände unbebaut und wurde als landwirtschaftliche Nutzfläche verwendet.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Am 15.06.2021 und 16.06.2021 wurden insgesamt 9 Kernbohrungen mit einem Durchmesser von 140 mm jeweils auf die Endtiefe von 6,00 m niedergebracht. Die Bohrarbeiten wurden von der Firma **Stumpf Bohrtechnik** übernommen. Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher mit Quellton versiegelt. Die Aufnahme der Bohrkerne erfolgte durch unser Büro. Die Lage der Bohrungen ist in Anlage 2 ersichtlich. Die Einmessung erfolgte durch das Vermessungsbüro **Hartenberger + Philipp GbR**.

Um die Versickerungsfähigkeit des Baugrundes zu bewerten, wurden am 15.06.2021 und 16.06.2021 für die Versickerungsversuche SG 1 – V 1 (nördlicher Bereich, Maße: 1,00 m tief, 1,70 m lang, 1,00 m breit, Flst. Nr. 1562) und SG 2 – V2 (südlicher Bereich, Maße: 1,00 m tief, 0,70 m lang, 1,00 m breit, Flst. Nr. 1554) zwei Schürfe angelegt. Diese wurden mit einem senkrecht eingestellten Drainagerohr ausgestattet, mit Splitt zur Stabilisierung aufgefüllt und daraufhin mit Wasser von Trinkwasserqualität befüllt. Schließlich wurden die Wasserstände in regelmäßigen Abständen abgelesen und hieraus der Durchlässigkeitsbeiwert berechnet (siehe Anlage 7). Die Standorte der Versickerungsversuche sind ebenfalls im Lageplan in Anlage 2 eingezeichnet.



Aus den Bohrkernen wurden für chemische Analysen folgende Bodenmischproben entnommen:

Probebezeichnung	Einzelproben
MP1/Lösslehm	P5/1 + P9/1
MP2/Verwitterungshorizont Lettenkeuper; BK1, BK2, BK3	P1/2 + P2/2 + P3/2 + P4/2
MP3/Verwitterungshorizont Lettenkeuper; BK5, BK6, BK7, BK8, BK9	P5/2 + P6/1 + P7/1 + P8/1 + P9/2
MP4/Festgesteinszone Lettenkeuper; BK1, BK2	P1/4 + P1/5 + P2/3 + P2/4

Die Proben wurden durch das Labor **SGS Germany GmbH** entsprechend des Parameterumfangs der VwV Boden Tabelle 6.1 (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2020) untersucht.

Zur Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte wurden folgende Analysen an den Proben P5/1, P1/4, P3/2 und P9/2 durchgeführt:

Probe	P5/1	P3/2	P9/2	P1/4
Bohrung	BK5: 0,65 m – 4,30 m	BK3: 1,85 m – 2,00 m	BK9: 4,60 m – 5,90 m	BK1: 2,00 m – 5,20 m
Bodenart	Lösslehm	Verwitterungshorizont Lettenkeuper	Verwitterungshorizont Lettenkeuper	Festgesteinszone Lettenkeuper
nat. Wassergehalt	X	X	X	
Konsistenzgrenzen	X	X	X	
Sieb- und Schlämmanalyse	X	X	X	
Einaxiale Druckfestigkeit				X

Die Proben wurden im Labor test2safe AG, Ziemetshausen, untersucht. Die Laborergebnisse werden in Beilage 1 vorgestellt.



4. Geologische Verhältnisse

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet setzt sich aus Ablagerungen des Lettenkeupers zusammen, welche in den Verwitterungshorizont, sowie die Festgesteinszone unterteilt werden können. Bedeckt war dieser Untergrund von einem Oberboden bzw. in den beiden nördlichsten Bohrungen von mehreren Metern mächtigen Lösslehmabdeckungen.

4.1 Ackerkrume / Oberboden

Die Ackerkrume, welche den Oberboden bildet, setzte sich in den Bohrungen aus einem dunkelbraunen bis braunen, schluffigen Ton zusammen. Es wurde eine halbfeste bis feste Konsistenz festgestellt. Die Mächtigkeit des Oberbodes betrug zwischen 0,20 m (BK 2) und 0,65 m (BK 5).

4.2 Lösslehm

In den beiden nördlichsten Bohrungen BK 5 und BK 9 wurde unterhalb der Ackerkrume eine 3,65 m (BK 5) bis 4,05 m (BK 9) mächtige Lösslehm-Ablagerung angetroffen. Diese bestand aus einem gelbbraunen, beigen, feinsandigen Schluff. Die Konsistenzen variierten zwischen steifen bis halbfesten Abschnitten.

4.3 Verwitterungshorizont Lettenkeuper

Der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers setzt sich größtenteils aus einem hellbraunen, grauen, kiesigen Schluff zusammen. Abschnittsweise wurden auch Dolomitsteinbänke, sowie zu Kies verwitterte Bereiche angetroffen. Der Verwitterungshorizont befand sich in folgenden Tiefen:

Bohrung	Tiefe unter Geländeoberkante (m)	Niveau (mNN)
BK 1	0,40 – 2,70	465,90 – 463,60
BK 2	0,20 – 2,30	466,50 – 464,40
BK 3	0,40 – 2,00	473,30 – 471,70
BK 4	0,25 – 4,75	472,15 – 467,65
BK 5	4,30 – 5,45	471,30 – 470,15
BK 6	0,40 – 4,75	473,50 – 469,15
BK 7	0,50 – 4,00	472,50 – 469,00
BK 8	0,40 – 5,40	475,70 – 470,70
BK 9	4,60 – 5,90	473,30 – 472,00
SG 1	ab 0,20	ab 471,20
SG 2	ab 0,15	ab 466,15

In der Bohrung BK 1 ist der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers insgesamt 2,30 m mächtig. Er besteht im oberen Bereich aus einem hellbraunen, steif-halbfesten bis festen, stark kiesigen Schluff. Im Tiefenbereich zwischen 0,55 m bis 0,80 m unter Geländeoberkante wurde eine harte Dolomitsteinbank angetroffen. Ab einem Niveau von 2,00 m u. GOK wurde ein zu Kies verwitterter Dolomit festgestellt. Den untersten Bereich dieser Schicht bildete eine feste, tonige, kiesige Schlufflage.

Bei BK 2 bestand der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers im oberen Bereich aus einem hellbraunen, festen, kiesigen Schluff. Darunter folgte ein hellbrauner, halbfester bzw. mitteldicht gelagerter Kies und Schluff. Diese Schicht war insgesamt 2,10 m mächtig.

Der 1,60 m mächtige Verwitterungshorizont war in BK 3 aus einem halbfesten bis festen, hellbraunen Schluff aufgebaut. Es wurde ein variierender Ton und Kiesanteil bestimmt.

In BK 4 besaß der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers eine Mächtigkeit von 4,50 m. In dieser Bohrung wurde eine Wechsellagerung von einem hellbraunen, steifen



bis halbfesten, tonigen Schluff sowie einem hellbraunen, locker bis mitteldicht gelagerten, zu Kies verwittertem Dolomitstein angetroffen.

In Bohrung BK 5 besaß der Verwitterungshorizont eine Mächtigkeit von 1,15 m und war aus einem braunen, steif-halbfesten bis halbfesten Schluff aufgebaut.

Die Mächtigkeit des Verwitterungshorizonts in BK 6 betrug 4,35 m. Ein grauer, steif-halbfester bis fester toniger, kiesiger Schluff bildete diese Schicht.

Bei BK 7 bestand der Verwitterungshorizont ebenso aus einem tonigen, kiesigen Schluff. Dieser wies eine braune, im unteren Bereich zwischen 2,10 m – 4,00 m eine schwarz-bräunliche Färbung, sowie feste Konsistenz auf. Diese Schicht war 3,50 m mächtig.

In BK 8 war der Verwitterungshorizont aus einem 5 m mächtigen, braunen, grauen, tonigen, kiesigen Schluff aufgebaut. Die Konsistenzen waren im oberen Bereich halbfest und wurden mit zunehmender Tiefe halbfest bis fest.

In BK 9 war der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers war mit 1,30 m mächtig. Dieser bestand aus einem grauen halbfest-festen bis festen, kiesigen, tonigen Schluff.

In den Schürfen SG 1 und SG 2, welche im Zuge der Versickerungsversuche hergestellt wurden, wurde der Verwitterungshorizont bis auf 1,00 m u. GOK erkundet. Dabei befand sich im nördlich gelegenen Schurf SG 1 in den obersten 0,60 m ein steifer, brauner, toniger Schluff. Ab 0,80 m u. GOK folgte ein grauer, plattiger, mürber, teils zu tonigem Kies verwitterter Tonstein.

In SG 2, welcher im südlichen Bereich des Erschließungsgebiets durchgeführt wurde, bestand der Verwitterungshorizont aus einem zuoberst braunen, halbfesten, tonigen

Schluff. Darunter folgte ein ebenfalls grauer, halbfester, kiesiger Schluff, welcher Tonsteinbruchstücke enthielt.

4.4 Festgesteinszone des Lettenkeupers

Die Festgesteinszone des Lettenkeupers bestand in den Bohrungen aus einer Wechsellagerung von Ton- und Dolomitsteinen. Der Dolomitstein besaß eine graue Färbung und eine harte Festigkeit. Der Tonstein war mürbe und dunkelgrau.

Die Niveaus, ab welchem diese Schicht angetroffen wurde, können aus folgender Tabelle entnommen werden:

Bohrung	Tiefe unter Geländeoberkante (m)	Niveau (mNN)
BK 1	2,70	463,60
BK 2	2,30	464,40
BK 3	5,80	467,90
BK 4	4,75	467,65
BK 5	5,45	470,15
BK 6	4,75	469,15
BK 7	4,00	469,00
BK 8	5,40	470,70
BK 9	5,90	472,00
SG 1	-	-
SG 2	-	-

- : nicht angetroffen

5. Hydrogeologische Verhältnisse

Der Lettenkeuper stellt einen zellig porösen, schichtig gegliederten Kluft- bzw. bereichsweise Karstgrundwasserleiter im Wechsel mit Grundwassergeringleitern dar (s. hydrologischen Karte 1:50.000). Dieser besitzt eine mäßige Durchlässigkeit mit mäßiger, regional bedeutsamer hoher bis mittlerer Ergiebigkeit.

Oberflächennahes Grundwasser wurde auf folgenden Niveaus angetroffen:

Bohrung	Grundwasserzutritte beim Bohren		Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung und Wartezeit	
	m u. GOK	m NN	m u. GOK	m NN
BK 1	--	-	-	-
BK 2	-	-	-	-
BK 3	-	-	-	-
BK 4	5,20	467,20	4,80	467,60
BK 5	-	-	-	-
BK 6	-	-	-	-
BK 7	-	-	-	-
BK 8	-	-	-	-
BK 9	-	-	-	-
SG 1	-	-	-	-
SG 2	-	-	-	-

- : nicht angetroffen

6. Beurteilung

6.1 Grundwasser und Grundwasserschutz

Das Baufeld liegt in der Zone IIIB des Wasserschutzgebietes Herrenberg-Ammertal-Schönbuch-Gruppe. Das regional bedeutsame Karstgrundwasserstockwerk des Oberen Muschelkalks ist ausreichend geschützt, da der Lettenkeuper im Baufeld eine Mächtigkeit von ca. 13 m aufweist.

Je nach Witterung und Jahreszeit ist zu beachten, dass die felsartigen Schichten Schichtwasser führen können.

Zur Festlegung der Bemessungswasserstände fordern die überwachenden Behörden im Regelfall einen Sicherheitszuschlag von 1 m zu den angetroffenen Wasserständen. Bei länger anhaltenden Niederschlägen und nach Schneeschmelze ist anhand der in den Bohrprofilen angetroffenen Strukturen davon auszugehen, dass sich temporär Schichtwässer zusätzlich auf deutlich höheren Niveaus einstellen können. Es wird daher aus geotechnischer Sicht empfohlen, die Bemessungswasserstände wie folgt festzulegen:

Bohrung	m u. GOK	m ü. NN
BK 1	4,00*	462,30*
BK 2	3,00	463,70*
BK 3	-	-
BK 4	3,80	468,60
BK 5	4,30	471,30
BK 6	4,40	469,50
BK 7	4,50	468,50
BK 8	-	-
BK 9	-	-
SG 1	-	-
SG 2	-	-

*: Werte aufgrund der Bohrprofile geschätzt

- : aller Wahrscheinlichkeit sind keine Schichtwässer
zu erwarten

Baukörper, die in die Bemessungswasserstände eingreifen, sind in wasserdichter und auftriebssicherer Bauweise zu bemessen. Sie bedürfen der wasserrechtlichen Erlaubnis der zuständigen unteren Wasserbehörde.



- Versickerung von Tagwasser

Das Erschließungsgebiet befindet sich in einem leicht nach Südosten einfallenden Gelände. Aus Lösslehm bestehende Deckschichten wurden lediglich in den im Norden gelegenen Bohrungen BK 5 und BK 9 angetroffen. Da der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers jedoch ebenfalls meist zu bindigem Material verwittert ist, weist diese Schicht eine ebenfalls geringe Wasserdurchlässigkeit und eine wasserstauende Funktion auf. Dies können auch die Ergebnisse der Versickerungsversuche bestätigen. Mit diesen wurden die k_f -Werte von $1,0 \times 10^{-5}$ m/s (SG 1 – V 1) und $3,5 \times 10^{-6}$ m/s (SG 2 – V 2) ermittelt.

Bessere Wasserwegsamkeiten (mäßige bis gute Langzeitsickerprognose) sind innerhalb der klüftigen Bereiche der Ton- und Dolomitschichten zu erwarten. Diese schwanken jedoch erfahrungsgemäß je nach Verwitterungszustand und Verlehmung der Klüfte deutlich. Künstliche Beaufschlagungen über Versickerungsanlagen werden zu einer Aufhöhung der Schichtwässer und einem verstärkten Andrang innerhalb klüftiger Ton- und Dolomitsteinbänke führen. In der Folge sind hierdurch bedingte Beeinträchtigungen der im Abstrom liegenden Grundstücke zu erwarten. Von der Anlage von Versickerungseinrichtungen wird daher aus geotechnischer Sicht abgeraten.

6.2 Beurteilung des Untergrundes

Der im Erschließungsgebiet zuoberst anstehende Verwitterungshorizont des Lettenkeupers (Homogenbereich C), wie auch der in Bohrung BK 5 und BK 9 anstehende Lösslehm (Homogenbereich B) weist aufgrund der steifen bis halbfesten Konsistenzen eine deutliche Setzungsempfindlichkeit bei mäßiger Tragfähigkeit auf. Bei den gegebenen steifplastischen Konsistenzverhältnissen kann eine zulässige Bodenpressung von 200 kN/m^2 angesetzt werden. Die zu erwartenden Setzungen werden sich hier um 2 cm bewegen.



Auf der kiesigen Verwitterungszone (Homogenbereich D) kann eine zulässige Bodenpressung von 400 kN/m^2 angesetzt werden.

Für den Dolomitstein aus der Festgesteinszone des Lettenkeupers (Homogenbereich E) kann eine Bodenpressung von 700 kN/m^2 angenommen werden.

Beim mürben bis harten Tonstein (Homogenbereich F) kann eine Bodenpressung von 500 kN/m^2 angegeben werden.

Bei der kiesigen Verwitterungszone, sowie dem Tonstein- und Dolomitsteinschichten werden sich die Setzungen nach überschlägigen Berechnungen im Millimeterbereich bewegen.

Sollten Bemessungswerte verwendet werden, ist der Wert der Bodenpressung mit einem Faktor von 1,4 zu multiplizieren.

Der mit 700 kN/m^2 belastbare Horizont wurde auf folgendem Niveaus angetroffen:

Schurf	m u. GOK	m ü. NN
BK 1	2,70	463,60
BK 2	2,30	464,40
BK 3	5,80	467,90
BK 4	4,75	467,65
BK 5	5,45	470,15
BK 6	4,75	469,15
BK 7	4,00	469,00
BK 8	5,40	470,70
BK 9	5,90	472,00
SG 1	-	-
SG 2	-	-

- : nicht angetroffen

Die angetroffenen Bodenklassen und die Einteilung der Homogenbereiche können aus folgender Tabelle entnommen werden:

Bodenart	Klasse (DIN 18300 2012-09)	Homogenbereich (DIN 18300 2019-09)
Ackerkrume, Oberboden: Ton, schluffig	1	A
Lösslehm	4	B
Verwitterungshorizont Lettenkeuper: Schluff	3	C
Verwitterungshorizont Lettenkeuper: Kies	5	D
Festgesteinszone Lettenkeuper: Dolomitstein	6 - 7	E
Festgesteinszone Lettenkeuper: Tonstein	6	F

Böden der ehemaligen Bodenklasse 2 nach DIN 18300 2019-09 wurden in den Bohrungen und Schürfen nicht angetroffen. Es ist jedoch zu beachten, dass derartige Böden bei Befahrungen mit schweren Baufahrzeugen und bei ungünstiger Witterung sowie im Zuge von Verdichtungsarbeiten aus den gegebenen Böden im Baufeld entstehen können.

Die bodenmechanischen Kennwerte sowie die zur Einteilung der Homogenbereiche angenommenen Kennwerte sind in Anlage 4 zusammengestellt.

6.3 Pedologische Verhältnisse

Im Untersuchungsgebiet wurde der Bodentyp Parabraunerde angetroffen. Unter der intensiv genutzten Ackerflur besaß der Ap-Horizont eine Mächtigkeit von ca. 0,20 m bis ca. 0,65 m. Dieser bestand aus einem humosen schluffigen Ton. Darunter folgte

anschließend bereits der B_v-Horizont (Verwitterungshorizont des Lettenkeupers), welcher zu einem Schluff bzw. abschnittsweise Kies verwittert war.

6.4 Erdbebensicherheit

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg 1:350.000 Auflage 2005 liegt das Erschließungsgebiet in der Erdbebenzone 2.

Es besteht die Untergrundklasse R. Die Schichten des Lettenkeupers können der Baugrundklasse B zugeordnet werden.

6.5 Abfalltechnische Charakterisierung

Insgesamt wurden vier Mischproben aus dem zutage geförderten Bohrgut hergestellt. Da keine Auffälligkeiten hinsichtlich Verunreinigung festgestellt wurden, erfolgte die chemische Analyse gemäß des Parameterumfangs der VwV-Boden.

Die Probe MP1, welche aus den Einzelproben P5/1 und P9/1 besteht, und den Lösslehm charakterisiert, wurde aus den Bohrungen BK 5 und BK 9 im nördlichen Bereich des Erschließungsgebietes entnommen. Da keiner der Parameter erhöht war, erfolgte die Einstufung in die Qualitätsstufe Z0 gemäß VwV-Boden.

Die Probe MP2 aus dem Verwitterungshorizont des Lettenkeupers im südlichen Bereich des Erschließungsgebiets entstammt aus den Einzelproben P1/2, P2/2, P3/2 und P4/2. Die Probe ist in die Qualitätsstufe Z0 zuzuordnen.



Bei der Probe MP3 wurde der Verwitterungshorizont im nördlichen Bereich des Erschließungsgebiets untersucht. Für die Mischprobe wurden die Einzelproben P5/2, P6/1, P7/1, P8/1 und P9/2 herangezogen. Aufgrund erhöhter Arsen Werte erfolgte die Einstufung in Z1.1. Maßgebend war ein leicht erhöhter Wert für Arsen von 19 mg/kg im Feststoff.

Die Probe MP4 aus der Festgesteinszone des Lettenkeupers stammt aus den Einzelproben P1/4, P1/5, P2/3 und P2/4 aus den Bohrungen BK2 und B3 im südlichen Bereich. Die Einstufung erfolgte in Z0.

Je nach abnehmender Stelle können für anfallenden Boden ggf. weitere Beprobungen und Analysen gefordert werden.

7. Empfehlungen

7.1 Angaben zum Baufeld

Der südlich gelegene Teilabschnitt „Gansäcker“ kann im Südosten von der Kinzigstraße angefahren werden. Außerdem verläuft an der östlichen Grenze ein Feldweg. Die „Oberjesinger Straße“, welche von West nach Ost verläuft, dient als Grenze zwischen „Gansäcker“ und dem anderen Teilerschließungsgebiet „Hinterer Steig Süd“. Parallel zur „Oberjesinger Straße“ verläuft ein Feldweg im südlichen Bereich von „Hinterer Steig Süd“. Wege innerhalb der Erschließungsgebiete sind nicht vorhanden. Die am Rand des Erschließungsgebiets verlaufenden Feldwege sind nicht für den Verkehr von schweren Baufahrzeugen geeignet. Vor allem bei Niederschlägen sind diese Wege nicht befahrbar.

Um das Baufeld witterungsunabhängig anfahren zu können, werden geeignete Baustraßen zwingend erforderlich. Diese sind zweckmäßigerweise so zu platzieren, dass

sie später als verbessertes Erdplanum für die zukünftigen Erschließungsstraßen weiterverwendet werden können.

Die hier vorkommenden Böden können durch einen Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung befahrbar gemacht werden. Im Fall des Bodenaustausches ist der humose Mutterboden abzuschieben. Danach ist das Rohplanum abzuwalzen. Nach Auslegen eines Geotextils zur Trennung gegen den feinkörnigen Untergrund ist vor Kopf eine mindestens 40 cm starke Schüttung aus Schroppen der Körnung 0/100 mm aufzubauen. Die Schroppenschüttung ist zu entwässern.

Bauzufahrten, die nach der Erschließungsmaßnahme rückgebaut werden, können zur Schonung der gegebenen Böden direkt auf dem Oberboden eingerichtet werden. Vor Beginn der Erschließungsmaßnahmen ist darauf zu achten, dass kein Bewuchs bzw. keine Ackerfrucht vorhanden ist ggf. vorhandener Bewuchs ist zu mähen, das Mähgut ist zu beseitigen. Danach ist ein Geotextil höherer Güteklasse auszulegen. Über dieses ist vor Kopf eine mindestens 40 cm starke Schüttung aus Schroppen der Körnung 0/100 mm aufzubauen. Das Geotextil bewirkt eine einwandfreie Trennung der Schüttungen gegen den gewachsenen Boden und erleichtert nach Gebrauch den fachgerechten Rückbau.

Baustraßen, die im Bereich zukünftiger Grünflächen liegen, sind nach Gebrauch rückzubauen, da sie von der Vegetation nicht angenommen werden.

An Stelle des Bodenaustausches ist auch eine Bodenverbesserung mit einem Mischbindemittel möglich. Hierzu ist letzteres mindestens 40 cm in den Boden einzufräsen, danach ist sofort zu verdichten. Benötigt wird eine Bindemittelmenge um ca. 50 kg/m³. Da der Bindemittelbedarf letztendlich von der Witterung und Jahreszeit zur Bauausführung abhängig ist, wird empfohlen, den Bindemittelbedarf mit Aufnahme der Arbeiten durch Eignungsprüfungen zu ermitteln. Nimmt der Boden beim Bearbeiten ein staubendes Verhalten an, ist zusätzlich zu wässern.



Im Fall einer Bodenbehandlung ist zu beachten, dass verwehelter Bindemittelstaub zu Schäden in den Wohngebieten im Westen sowie zur Verstaubung der Feldfrucht auf den angrenzenden Ackerflächen führen kann. Bodenbehandlungen bei Wind- und Regenwetter sind daher zu unterlassen.

Falls Winterbau betrieben wird, ist zu beachten, dass Bodenbehandlungen bei Temperaturen unter 5° C nur bedingt zum Erfolg führen werden, da die Wirkung des Bindemittels gehemmt bzw. im ungünstigen Fall aufgehoben wird. Eine Winterfestigkeit kann nur dann erzielt werden, wenn die Bodenbehandlung rechtzeitig vor Einsetzen der nasskalten Witterung erfolgt ist.

Da das Gelände leicht einfällt, ist zu beachten, dass die Oberflächen bei mit Bindemitteln behandelten Böden bei feuchter Witterung ein glitschiges Verhalten annehmen können. Die Arbeitssicherheit kann in Steigungs- und Gefällestrecken ggf. durch Abstreuen mit Splitt erzielt werden.

Aufgrund der eingeschränkten Versickerungsfähigkeit ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere während des Bauzustandes bei fehlender Vegetation Oberflächenabflüsse und damit einhergehende Bodenabschwemmungen auftreten können.

Das oberflächennahe Schichtwasser ist über die Dauer der im Zuge der Baulanderschließung erfolgenden Grabenarbeiten sowie während der Gründung von zukünftigen Gebäuden gefährdet. Baumaschinen sind daher mit geeignetem Hydrauliköl auszustatten. Betankungen und Lagerungen von Kraftstoffen sind in unmittelbarer Nähe zu offenen Leitungsgräben, Bau- und Fundamentgruben zu unterlassen. Das beim Reinigen der Arbeitsmittel (Betonpumpe, Transportbetonwagen) anfallende zementhaltige Schmutzwasser ist wegen der basischen Wirkung zu sammeln und fachgerecht zu entsorgen.

7.2 Gründung

- Einrichtung der Gräben

Die in den Bohrungen und Schürfen angetroffenen Böden der Homogenbereiche A – D lassen sich konventionell lösen. Mit Anschneiden der Felszone – Homogenbereich E – F ist der Grabenaushub wesentlich erschwert. Es sind hier Spitzarbeiten vorzusehen. Die Dolomitsteinbänke weisen eine weitständige Klüftung im Bereich mehrerer Dezimeter auf und sondern aufgrund der Festigkeit blockig bis grobblockig ab. Ein Lösen durch Reißen mit dem Felslöffel scheidet im Graben wegen der dabei auftretenden unnötigen Seitenauflockerung aus.

Die Grabenwände können zur trockenwarmen Jahreszeit mit maximal 60° geböscht werden. Sofern Winterbau betrieben wird, ist wegen der Gefahr der Ablösung von Erdschollen durch Frost-Tauwechsel und Wasseraufnahme nicht steiler als 45° zu böschen. Steilere Böschungen machen einen Grabenverbau erforderlich. Im Fels kann mit 80° geböscht werden.

Je nach Tiefe der Leitungsgräben und der zum Zeitpunkt der Bauausführung herrschenden Witterung ist mit Schichtwasserzutritten zu rechnen. Es ist daher vorsorglich eine funktionsfähige Schichtwasserhaltung vorzusehen. Diese ist auch dann bereitzuhalten, falls zunächst kein Wasser angetroffen werden sollte, da mit Einsetzen länger anhaltender Niederschläge mit der Aktivierung der Schichtwässer oberhalb der zum Zeitpunkt der Untersuchungen angeschnittenen Niveaus gerechnet werden muss. Auszugehen ist vorläufig aufgrund des relativ kleinen Einzugsgebietes von Zulaufsraten um ca. 0,25 l/s bei abschnittsweiser Bauweise. Die Wasserhaltung bedarf der wasserrechtlichen Erlaubnis.

Mit der Baumaßnahme ist zur optimalen Beherrschung der zu erwartenden Schichtwässer zweckmäßigerweise am Tiefpunkt zu beginnen.

Das ggf. aus den Haltungen kommende Wasser ist wegen des Baubetriebs mit Schlufftrübe befrachtet. Es ist daher vor der Einleitung in die Kanäle der angrenzenden Straßen über Absetzbecken zu leiten. Natürliche Vorfluter sind in der Umgebung nicht vorhanden. Ein freies Ablassen in die Landschaft ist nicht zulässig, da es hierdurch zu einer intensiven Vernässung der Bauplätze und zu Verschlämmungen des Bodens kommt.

Um einer ungewollten Drainagewirkung über die neuen Kanalisationsgräben wirksam entgegenzutreten, sind Sperrriegel vorzusehen. Diese sind bis zum Niveau der Bemessungswasserstände hochzuziehen. Sofern keine Wasserzutritte vorliegen, können Tonsperren eingerichtet werden. Bei Wasserzutritt sind Betonsperren zu bevorzugen, da sich Ton unter zulaufendem Wasser nicht mehr ausreichend verdichten lässt. Bei Verzicht auf die Sperren wird sich das Grundwasser über die Grabenverfüllungen neue und schnellere Fließwege suchen, da die Verfüllungen erfahrungsgemäß stets eine bessere Wasserdurchlässigkeit als der gewachsene Boden aufweisen. Hierdurch kann es zu Vernässungen der Grabenverfüllungen mit daraus folgenden unzulässigen Setzungen sowie zu einem erhöhten Wasserandrang an den Anschlusspunkten an den Bestand kommen. Um eine ausreichende Sperrwirkung zu erzielen, sind die Sperrriegel mindestens 1 m in den gewachsenen Untergrund einzubinden.

Es ist zu beachten, dass bei Aushubarbeiten im Felshorizont und bei Verdichtungsarbeiten resultierende Vibrationen ggf. auf die angrenzenden Gebäude übertragen werden können. Bei entsprechenden Arbeiten ist daher stets ein Augenmerk auf mögliche Auswirkungen auf die Nachbarschaft zu richten. Bei etwaigem Auftritt unzulässiger Vibrationen ist auf kleineres Gerät umzustellen. Wir empfehlen vor Beginn der Maßnahmen eine Bestandsaufnahme durchzuführen.



- Gründung des Kanals

In den mindestens steifen Schichten des Lösslehms (Homogenbereich B) und Verwitterungshorizonts des Lettenkeupers (Homogenbereich C) ist eine konventionelle Kanalbettung möglich.

Im mürben, verwitterten Festgestein ist die Witterungsempfindlichkeit zu beachten. Frisch hergestellte Grabensohlen sind hier zügig mit den Leitungstrassen zu überbauen.

- Grabenverfüllung

Die Leitungszone ist mit kornabgestuftem Fremdmaterial mit einem Größtkorn bis maximal 20 mm unter lagenweiser Verdichtung auf DPr > 97 % zu verfüllen.

Die Verfüllung zwischen der Leitungszone und dem Niveau 50 cm unter Erdplanum kann mit dem vor Ort anfallenden Grabenaushub unter der Voraussetzung erfolgen, dass die bindigen Massen mit Bindemittel verbessert werden. Nach überschlägigen Berechnungen ist von einem Bindemittelbedarf von 20 – 30 kg/m³ auszugehen. Ggf. durch Sonneneinstrahlung ausgetrocknete Massen sind zu wässern. Bei einer Bodenbehandlung ist zu beachten, dass verwehter Bindemittelstaub zu Schäden in den Wohngebieten im Osten und Süden sowie zur Verstaubung der Feldfrucht auf den angrenzenden Ackerflächen führen kann. Bodenbehandlungen bei Wind und Regenwetter sind daher zu unterlassen.

Frisch behandelte Massen sind sofort unter lagenweiser Verdichtung auf DPr > 98 % einzubauen.

Steinig-blockiger Schutt aus den Dolomitstein- und Tonsteinbänken und der Festgesteinszone (Homogenbereich E, F) eignet sich im Rohzustand nicht zur Grabenverfüllung, da sich die Massen mit dem im Grabenbau üblichen Geräten nicht ausreichend verdichten lassen. Eine Wiederverwendung als Grabenverfüllung setzt

voraus, dass die Massen durch einen Brechvorgang zu einem vorsiebartigen Korngemisch aufbereitet werden. Da diese Massen bei trockenwarmer Witterung relativ schnell austrocknen, sind diese im Bedarfsfall vor der Verdichtungsarbeit zu wässern.

7.3 Einrichten der Erschließungsstraßen

Die im Baufeld anstehenden Böden erbringen den gemäß ZTVE-StB 17 geforderten Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht. Der E_{v2} -Wert wird sich je nach Witterung und Jahreszeit um ca. $5 - 15 \text{ MN/m}^2$ bewegen. Es ist daher generell eine Bodenverbesserung erforderlich. Diese kann durch Behandeln mit Bindemitteln oder durch einen Bodenaustausch erfolgen.

Nach überschlägigen Berechnungen ist von einem Bindemittelbedarf von 50 kg/m^3 Boden auszugehen. Hierbei ist das Bindemittel mindestens 40 cm tief in den Boden einzufräsen. Frisch behandelte Planien sind sofort zu verdichten. Auf die bereits erwähnte Problematik verwehten Bindemittelstaubes wird nochmals hingewiesen. Eine Befahrbarkeit für schwere Baufahrzeuge stellt sich nach einer Wartezeit von ca. drei Tagen ein. Auf dem mit Bindemittel verbesserten Erdplanum ist gemäß ZTV E-StB 17 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ dann nachzuweisen, wenn es sich um eine qualifizierte Verbesserung handelt. Bei einer einfachen Bodenverbesserung reichen 45 MN/m^2 und ein Verhältnis von $E_{v2}/E_{v1} < 2,2$ aus.

Für den Fall, dass ein Bodenaustausch zur Ausführung kommt, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Stärke von mindestens 40 cm vorzusehen. Nach Abwalzen des Rohplanums ist ein Geotextil höherer Güteklasse zur Trennung gegen den feinkörnigen Untergrund auszulegen. Über dem Geotextil ist dann der Bodenaustausch mit kornabgestuften Massen im Vor-Kopf-Verfahren aufzubauen. Geeignet sind beispielsweise Schroppen der Körnung 0/100 mm. Der Bodenaustausch ist zu



entwässern. Auf dem durch Bodenaustausch verbesserten qualifiziertem Erdplanum ist gemäß ZTV E-StB 17 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ nachzuweisen. Bei einer einfachen Verbesserung sind 45 MN/m^2 ausreichend.

Sofern Pflasterungen zur Ausführung kommen sollten, ist zu beachten, dass in den Fugen versickerndes Tagwasser zu einer zeitweise andauernden Herabsetzung der Tragfähigkeit des Unterbaus und ggf. auch des Erdplanums führen kann. Dadurch werden insbesondere in den Kurven langfristig Verformungen des Belages vorprogrammiert. Letztere sind dann im Nachhinein nur noch schwer in den Griff zu bekommen. Die Erschließungsstraßen sollten daher generell mit einer Schwarzdecke befestigt werden.

7.4 Angaben zur Bebauung

Nach den uns vorgelegten Plänen ist im gesamten Erschließungsgebiet ein Wohngebiet vorgesehen.

-Herstellen der Baugruben

Bei unterkellelter Bauweise werden Baugruben erforderlich. Diese können in der tonig-schluffigen Zone zur trockenwarmen Jahreszeit mit einem Winkel von maximal 60° geböscht werden. Bei Winterbau sowie mit Anschnitt des verwitterten Lettenkeupers ist nicht steiler als 45° zu böschten. Im Felshorizont kann bis maximal 80° geböscht werden. Felsbänke sind entlang der natürlichen Trennflächen abzutreten. Profilunterschneidungen sind vorzugsweise im Böschungs- und Sohlbereich nicht zu vermeiden, da sich die bankigen Felspartien (Homogenbereich E, F) nur entlang der natürlichen Trennflächen wie Klüften und Schichtfugen lösen lassen. Zur Vermeidung unnötiger Profilunterschneidungen sind harte Felsbänke in Böschungs- und Sohlhöhe



durch Spitzen zu lösen. In der Fläche können sie unter Einsatz leistungsfähigen Geräts entlang der Schichtfugen durch Reißen gelöst werden.

Um einen witterungsunabhängigen Baubetrieb zu gewährleisten, sind Baugruben- und Baufeldsohlen dort mit Arbeitsebenen von mindestens 25 cm Stärke auszustatten, wo mürb verwitterter Fels und der bindige Verwitterungshorizont (Homogenbereiche B) angeschnitten wird.

Grundwasser wurde lediglich in Bohrung BK 4 angetroffen. Jedoch ist je nach Witterung und Jahreszeit vor allem auf der Oberkante der Festgesteinszone mit Wasserzutritten zu rechnen. Hier ist darauf hinzuweisen, dass für spätere Bebauung standortspezifische Baugrunderkundungen notwendig sind.

Oberhalb der Bemessungswasserstände kann aufgrund von Jahreszeit und Witterung eine Wasserhaltung der Baugruben erforderlich werden. Drainagen, die über die Dauer der Bauzeit hinaus in Funktion bleiben, sind unterhalb der Bemessungswasserstände nicht zulässig. In die Bemessungswasserstände eingreifende Baukörper sind in wasserdichter und auftriebssicherer Bauweise zu erstellen. Sie bedürfen der wasserrechtlichen Erlaubnis.

Bei nicht unterkellelter Bauweise sind die Bemessungswasserstände dann relevant, wenn die Gründungskörper ggf. in diese eingreifen.

Dort, wo der gründungsfähige Baugrund erreicht wird, kann auf konventionellen Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden. Im Zuge des Aushubs von Felsbänken lassen sich Übertiefungen der Gründungssohlen nicht vermeiden. Letztere sind im Bereich von Gründungssohlen mit Magerbeton aufzufüttern.

Konventionelle Bauwerksabdichtungen sind nur unter der Voraussetzung funktionsfähiger Drainagen oberhalb der Bemessungswasserstände möglich. Bei einem

etwaigen Anschlussverbot der Drainagen an den Kanal oder Regenwasserkanal sind die Untergeschosse als wasserdichte und auftriebsichere Wannen zu bemessen. Da diese unter der gegebenen topografischen Lage als ungewollte Sperrriegel wirken können, ist für eine ausreichende Um- und Unterläufigkeit der Baukörper zu sorgen.

Bei ggf. nicht unterkellerten Gebäuden bzw. Gebäudeteilen ist zu beachten, dass die gegebenen oberflächennahen tonigen Schichten nach Versiegelung durch die Überbauung zu Schrumpfungen durch Austrocknen neigen werden. Wegen der Schrumpff Gefahr des Untergrundes ist daher mindestens bis zum halbfesten Untergrund durchzugründen. Erdberührende Bodenplatten nicht unterkellerten Bauteile sind als tragende Decken zu bemessen. Die Bodenplatten von Kellergeschossen können dagegen konventionell ausgeführt werden, da die Kellersohlen bei üblicher Einbindung in den Untergrund tiefer als der Wirkungsbereich der Schrumpfungen liegen.

Bei nicht unterkellerten Bauweise sind entlang der Außenwände Frostschrüzen vorzusehen.

Nähere Aussagen zur Gründung können letztendlich erst durch objektbezogene Untersuchungen getroffen werden.

- Um- und Unterläufigkeit, Verfüllen der Arbeitsräume

Die Arbeitsräume sind wegen der Lage in einem Wasserschutzgebiet der Verfüllung zu unterziehen, sobald die statischen Verhältnisse dies zulassen. Von der Sohle bis zum Niveau von 1 m unter Gelände wird empfohlen, die Arbeitsräume mit kornabgestuften Massen von guter Wasserdurchlässigkeit aufzubauen. Geeignet ist hierzu vorzugsweise lehmarmes Vorsieb. Dieses ist lagenweise auf $D_{Pr} > 97\%$ zu verdichten. Der oberste Meter ist mit Böden von geringer Wasserdurchlässigkeit aufzubauen. Hierzu können die im Baufeld anfallenden sandig-schluffigen bis tonigen Massen verwendet werden, sofern der zum Zeitpunkt der Arbeiten herrschende natürliche Wassergehalt eine ausreichende

Verdichtung zulässt. Größere Steine sind auszulesen, da diese im Zuge der Verdichtungsarbeit zu Verletzungen der Außendämmung bzw. Außenwände führen können.

- Schutzmaßnahmen gegen Durchfeuchtung

Bei unterkellerten Bauteilen hat unterhalb der Bemessungswasserstände die wasserdichte Bauausführung den Schutz gegen Durchfeuchtung zu übernehmen. Oberhalb der Bemessungswasserstände ist eine konventionelle Bauwerksabdichtung gegen nicht drückendes Wasser unter der Voraussetzung möglich, dass auf dem Niveau der Bemessungswasserstände funktionsfähige Sicherheitsdrainagen eingerichtet werden. Diese können jedoch nur dann ausreichend funktionieren, wenn sie über einen Notüberlauf in den Kanal oder Regenwasserkanal verfügen. Sickerpackungen als Ersatzvorfluter werden unter den gegebenen Baugrundverhältnissen nicht ausreichend funktionieren, da sie zeitweise einstauen werden.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die Bodenplatte durch eine kapillarbrechende Filterschicht vor aufsteigender Erdfeuchte zu schützen.

7.5 Behandlung des Tagwassers

Eine Beseitigung des anfallenden Tagwassers durch Versickerungsanlagen ist nicht zu empfehlen, da die bindigen Deckschichten und wechselhaften Böden über eine nicht ausreichende Versickerungsfähigkeit verfügen und in den geklüfteten Dolomitsteinbänken eine Vermehrung von Wasserführungen zu erwarten ist.

Um einen Teil des Niederschlagwassers möglichst schon am Ort des Anfalls beseitigen zu können, sind besonders Fußwege und untergeordnete Verkehrsflächen möglichst mit wasserdurchlässigen Belägen auszustatten.



Von den Dächern ablaufendes Wasser kann ggf. über Zisternen gesammelt und gepuffert werden. Die Zisternen werden jedoch in das Niveau des Schichtwassers eingreifen, was bei der Bemessung der Zisternen zu beachten ist.

7.6 Wiederverwendung der Aushubmassen

Der Mutterboden und die Ackerkrume ist abzuschieben und für Wiederbegrünungsmaßnahmen bereitzustellen. Voraussetzung hierzu ist, dass diese eine mindestens steife bis halbfeste Konsistenz aufweisen, was am brockigen Zerfall zu erkennen ist. Diese Voraussetzung war zum Zeitpunkt der Untersuchungen gegeben. Es ist zu beachten, dass der Boden bei Regenwetter infolge der Wasseraufnahme steife bis weichplastische Konsistenzverhältnisse annehmen wird.

Der Boden ist dann knetbar bzw. bildet bei der Aufnahme mit dem Bagger Klumpen. In diesem Zustand darf der Boden nicht gewonnen werden, da im Zuge der Aufnahme, Umsetzung und Transporte die für den GaLa-Bau und die Melioration landwirtschaftlicher Nutzflächen wichtigen Grobporen zerstört werden. Der Boden neigt dann nach dem Eingriff zur Fäulnis- und Staunässebildung sowie zur Verschlämmung. In der Folge stellen sich Stockwuchs und eine hohe Anfälligkeit gegen Erosion ein.

Die Gewinnung der Ackerkrume bzw. des Oberbodens setzt zwingend eine geeignete Witterung und ausreichende Abtrocknung voraus. Die Massen sind vor Kopf zu gewinnen und dürfen nicht mit Baufahrzeugen befahren werden. Falls Zwischenlagerungen erforderlich werden, ist der Boden auf Mieten mit einer Höhe bis maximal 2 m zu setzen. Letztere dürfen nicht befahren werden. Die Mieten sind zu begrünen, um der Tiefenvernässung durch Niederschläge zu begegnen. Zur Begrünung eignet sich vorzugsweise die Ansaat von Getreide.

Die bindigen Böden aus dem Graben- und Baugrubenaushub eignen sich ohne zusätzliche technische Behandlung nur zu Auffüllungen, an die keine qualifizierten Anforderungen gestellt werden. Stückig-grusiger Ton- und Mergelsteinaushub kann zur Grabenverfüllung und Herstellung qualifizierter Auffüllungen verwendet werden, wenn die Witterungsempfindlichkeit beachtet wird. Grobsteiniger bis blockiger Dolomitsteinaushub bedarf vor der Wiederverwendung als Grabenverfüllung bzw. zur Herstellung qualifizierter Auffüllungen einer Aufbereitung durch einen Brechvorgang.

Eine Wiederverwendung blockig absondernder Dolomitsteinbänke im GaLa Bau scheidet aus, da der Dolomitstein trotz der hohen Festigkeit unter Einfluss der Witterung steinig bis steinig-lehmig zerfällt.

Nach der Auswertung der chemischen Analyse wurden lediglich in MP3 (Verwitterungshorizont des Lettenkeupers) erhöhte Arsen- und Nickelwerte messen. Somit erfolgt für diese Schicht eine Einstufung in Z1.1. Für den Lösslehm, der Verwitterungshorizont des Lettenkeupers im Norden, sowie die Festgesteinzone wurden keine Überschreitung der entsorgungsrelevanten Parameter festgestellt und somit erfolgte eine Einstufung in Z0. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass es lokal auch zu einer Abweichung der bisher vorab festgestellten Entsorgungsklassen kommen kann.

Für die an der schwarzen Farbe erkennbaren kohligen Partien des Lettenkeupers besteht aufgrund der erhöhten organischen Anteile eine Entsorgungsrelevanz. Derartige Massen sind daher auf Haufwerken zu sammeln und gemäß LAGA PN98 zu beproben und zu analysieren.

Im Zuge der Baumaßnahmen empfehlen wir die Durchführungen einer bodenkundlichen Baubegleitung. Dabei wird eine genaue Untersuchung, sowie Bewertung der Schutzbedürftigkeit des A- und B-Horizontes durchgeführt. Ziel davon ist es dafür zu



sorgen, dass die bodenschutzrechtlichen Bestimmungen eingehalten werden und die Funktion des Bodens nachhaltig gesichert bzw. wiederhergestellt wird.

8. Zusammenfassung

Das zusammenhängende Erschließungsgebiet „Hinterer Steig Süd / Gansäcker“ befindet sich im Westen von Nufringen. Die Zugänglichkeit soll über die Kinzigstraße, sowie die Oberjesinger Straße erfolgen. Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung war das Gelände unbebaut und wurde als landwirtschaftliche Nutzfläche verwendet.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurden 9 Kernbohrungen niedergebracht. Außerdem wurden für die Durchführung der Versickerungsversuche zwei Schürfgruben hergestellt.

Oberflächennahes Grundwasser wurde lediglich in Bohrung BK4 in einem Niveau von 4,80 m u. GOK angetroffen (Grundwasseranstieg nach Beendigung der Bohrung). Generell ist im Erschließungsgebiet bei entsprechenden Niederschlagssummen und bei Schneeschmelze mit zeitweise auftretenden Schichtwässern zu rechnen. Zu erwartende Schichtwässerstände wurden aufgrund der Bohrprofile abgeschätzt.

Eingriffe in das Schichtwasser bedürfen der wasserrechtlichen Erlaubnis durch die zuständige untere Wasserbehörde. In die Bemessungswasserstände eingreifende Baukörper sind in wasserdichter und auftriebssicherer Bauweise zu bemessen.

Im Baufeld besteht kein für die Baumaßnahme nutzbares Wegenetz. Die am Rand des Erschließungsgebiets verlaufenden Feldwege eignen sich nicht für den Verkehr von schweren Baufahrzeugen. Es ist daher die Herstellung geeigneter Baustraßen erforderlich. Zweckmäßigerweise sind diese so zu legen, dass sie später als Erdplanum für die zukünftigen Erschließungsstraßen weiterverwendet werden können.



Da das Gefälle leicht einfällt ist zu beachten, dass die Oberflächen bei mit Bindemitteln behandelten Böden bei feuchter Witterung ein glitschiges Verhalten annehmen können. Die Arbeitssicherheit kann in Steigungs- und Gefällestrecken ggf. durch Abstreuen mit Splitt erzielt werden.

Aufgrund der eingeschränkten Versickerungsfähigkeit ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere während des Bauzustandes bei fehlender Vegetation Oberflächenabflüsse und damit einhergehende Bodenabschwemmungen auftreten können.

In den Bohrungen und Schürfen wurde zuoberst ein 0,20 m (BK 2) bis 0,65 m (BK 5) mächtiger Oberboden bzw. Ackerkrume angetroffen. In den beiden am nördlichsten gelegenen Bohrungen BK 5 und BK 9 befand sich darunter eine Deckschicht aus einem Lösslehm. Der tiefere Untergrund bestand aus den Ablagerungen des Lettenkeupers. Dieser konnte in einem Verwitterungshorizont, sowie die Festgesteinszone unterteilt werden. Der Verwitterungshorizont setzte sich aus einem hellbraunen, grauen, kiesigen Schluff zusammen. Abschnittsweise wurden auch Dolomitsteinbänke, sowie zu Kies verwitterte Bereiche angetroffen. Die Festgesteinszone war in den Bohrungen aus einer Wechsellagerung eines Ton- und Dolomitsteins aufgebaut.

Je nach Tiefe der Leitungsgräben und Jahreszeit ist zum Zeitpunkt der Bauausführung mit Schichtwasserzutritten zu rechnen. Funktionsfähige Wasserhaltungen sind daher einzuplanen.

Es wird empfohlen, mit dem Leitungsbau am Tiefpunkt zu beginnen. Um Schichtwasserhaltungen auf ein absolut notwendiges Maß einzuschränken, ist abschnittsweise zu bauen.

Die Leitungen und Schachtbauwerke können im Felshorizont und auf mindestens steifplastischen Böden konventionell gebettet werden.



Sollten sich Kanalabschnitte unterhalb der Bemessungswasserstände befinden, so ist die Auftriebssicherheit zu beachten. Auf die Dichtigkeit der Rohrmuffen kommt eine erhöhte Bedeutung zu. Um ungewollten Drainagewirkungen über die Grabenverfüllungen wirksam entgegenzutreten, sind Grundwassersperrern erforderlich.

Sollten die gegebenen Böden die geforderte Tragfähigkeit auf dem Erdplanum nicht erfüllen, sind Maßnahmen zur Bodenverbesserung erforderlich. In Frage kommt eine Verbesserung mit Bindemitteln oder eine Verbesserung mittels Bodenaustausch. Bei örtlich zu erwartenden steinigten Böden werden die Anforderungen an das Erdplanum ggf. erfüllt.

Die Schrumpfung reicht bei den gegebenen tonigen Böden erfahrungsgemäß bis in eine Tiefe von 1,8 m. Es wird daher empfohlen, die Fundamente bis auf diese Tiefe hinabzuführen. Bei Nichtbeachtung können ggf. auch bei unempfindlicher Bauweise zu Schäden infolge von Setzungsdifferenzen führen.

Bei unterkellelter Bauweise werden Baugruben erforderlich. Diese können in der tonig-schluffigen Zone zur trockenwarmen Jahreszeit mit einem Winkel von maximal 60° geböscht werden. Bei Winterbau sowie mit Anschnitt des verwitterten Lettenkeupers ist nicht steiler als 45° zu böschen. Im Felshorizont kann bis maximal 80° geböscht werden. Felsbänke sind entlang der natürlichen Trennflächen abzutreten.

Profilunterschneidungen sind vorzugsweise im Böschungs- und Sohlbereich nicht zu vermeiden, da sich die bankigen Felspartien (Homogenbereich E, F) nur entlang der natürlichen Trennflächen wie Klüften und Schichtfugen lösen lassen. Zur Vermeidung unnötiger Profilunterschneidungen sind harte Felsbänke in Böschungs- und Sohlhöhe durch Spitzen zu lösen. In der Fläche können sie unter Einsatz leistungsfähigen Geräts entlang der Schichtfugen durch Reißen gelöst werden.



Nach Auswertung der chemischen Analyse wurde lediglich in der der Probe MP 3 aus dem Verwitterungshorizont des Lettenkeupers im nördlichen Bereich des Erschließungsgebiets aufgrund erhöhter Arsengehalte eine Einstufung in Z1.1 festgestellt. Ansonsten waren die weiteren chemischen Analysen unauffällig (siehe Probenahmeprotokolle). Die an ihrer schwarzbraunen Farbe erkennbaren kohligten Schicht des Lettenkeupers sind auf Haufwerken zu sammeln und gemäß LAGA PN 98 zu beproben und zu analysieren.

Die bindigen Böden aus dem Graben- und Baugrubenaushub eignen sich ohne zusätzliche technische Behandlung nur zu Auffüllungen, an die keine qualifizierten Anforderungen gestellt werden. Stückig-grusiger Mergelsteinaushub kann zur Grabenverfüllung und Herstellung qualifizierter Auffüllungen verwendet werden, wenn die Witterungsempfindlichkeit beachtet wird. Grobsteiniger bis blockiger Dolomitsteinaushub bedarf vor der Wiederverwendung als Grabenverfüllung bzw. zur Herstellung qualifizierter Auffüllungen einer Aufbereitung durch einen Brechvorgang.

9. Schlussbemerkung

Der vorliegende Untersuchungsbericht basiert auf 9 Kernbohrungen, zwei Baggerschürfen, der chemischen Analyse von vier Bodenproben und der bodenmechanischen Untersuchung von vier Bodenproben. Er bezieht sich ausschließlich auf das oben beschriebene Erschließungsvorhaben und kann daher nicht auf mögliche andere Standorte übertragen werden. Das vorliegende Gutachten befasst sich in erster Linie mit der geplanten Erschließungsmaßnahme und kann daher objektbezogene Baugrunduntersuchungen für die später zu errichtenden Gebäude nicht ersetzen. Da die Bohrungen und Analysen zwangsläufig nur punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich.



Sollten sich im Zuge der Baumaßnahme unerwartete oder hier nicht besprochene Probleme herausstellen, bitten wir umgehend um Nachricht. Auszugsweise Vervielfältigungen des vorliegenden Untersuchungsberichtes sind nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verfassers zulässig.

Tabelle 1: VwV Boden Lehm/Schluff

**Analysenwerte Probe „MP 1 / Lösslehm“
und Zuordnungswerte nach VwV Umweltministerium Baden-Württemberg v. 14.3.2007**

		MP 1	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
<i>Parameter</i>	<i>Dimension</i>						
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,3	-	-	≤3	≤3	≤10
EOX	mg/kg TS	<0,5	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	<50	≤100	≤200	≤300	≤300	≤1000
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀		<50	≤100	≤400	≤600	≤600	≤2000
BTX	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
LHKW	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
PAK ₁₆	mg/kg TS	n.n.	≤3	≤3	≤3	≤9	≤30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	≤0,3	≤0,6	≤0,9	≤0,9	≤3
PCB ₆	mg/kg TS	n.n.	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,15	≤0,5
Arsen	mg/kg TS	13	≤15	≤15	≤45	≤45	≤150
Blei	mg/kg TS	19	≤70	≤140	≤210	≤210	≤700
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Chrom gesamt	mg/kg TS	47	≤60	≤120	≤180	≤180	≤600
Kupfer	mg/kg TS	21	≤40	≤80	≤120	≤120	≤400
Nickel	mg/kg TS	40	≤50	≤100	≤150	≤150	≤500
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	≤0,5	≤1	≤1,5	≤1,5	≤5
Zink	mg/kg TS	54	≤150	≤300	≤450	≤450	≤1500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	≤0,7	≤0,7	≤2,1	≤2,1	≤7
Eluat							
pH-Wert		8,10	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektrische Leitfähigkeit	μS/cm	97	≤250	≤250	≤250	≤1500	≤2000
Chlorid	mg/l	<0,5	≤30	≤30	≤30	≤50	≤100
Sulfat	mg/l	<0,5	≤50	≤50	≤50	≤100	≤150
Cyanide gesamt	μg/l	<5	≤5	≤5	≤5	≤10	≤20
Phenolindex	μg/l	<10	≤20	≤20	≤20	≤40	≤100
Arsen	μg/l	<1,0	-	≤14	≤14	≤20	≤60
Blei	μg/l	<1,0	-	≤40	≤40	≤80	≤200
Cadmium	μg/l	<0,10	-	≤1,5	≤1,5	≤3	≤6
Chrom gesamt	μg/l	1,6	-	≤12,5	≤12,5	≤25	≤60
Kupfer	μg/l	<1,0	-	≤20	≤20	≤60	≤100
Nickel	μg/l	<1,0	-	≤15	≤15	≤20	≤70
Quecksilber	μg/l	<0,1	-	≤0,5	≤0,5	≤1	≤2
Zink	μg/l	7,9	-	≤150	≤150	≤200	≤600
Einstufung nach VwV UM		Z0					

n.n.=nicht nachweisbar bzw. unterhalb der erforderlichen Nachweisgrenze

Tabelle 2: VwV Boden Lehm/Schluff

**Analysenwerte Probe „MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper
(BK 1, BK 2, BK 3, BK4)“ und Zuordnungswerte nach
VwV Umweltministerium Baden-Württemberg v. 14.3.2007**

		MP 2	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Parameter	Dimension						
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,3	-	-	≤3	≤3	≤10
EOX	mg/kg TS	<0,5	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	<50	≤100	≤200	≤300	≤300	≤1000
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀		<50	≤100	≤400	≤600	≤600	≤2000
BTX	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
LHKW	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
PAK ₁₆	mg/kg TS	n.n.	≤3	≤3	≤3	≤9	≤30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	≤0,3	≤0,6	≤0,9	≤0,9	≤3
PCB ₆	mg/kg TS	n.n.	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,15	≤0,5
Arsen	mg/kg TS	5,4	≤15	≤15	≤45	≤45	≤150
Blei	mg/kg TS	7,3	≤70	≤140	≤210	≤210	≤700
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Chrom gesamt	mg/kg TS	28	≤60	≤120	≤180	≤180	≤600
Kupfer	mg/kg TS	25	≤40	≤80	≤120	≤120	≤400
Nickel	mg/kg TS	34	≤50	≤100	≤150	≤150	≤500
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	≤0,5	≤1	≤1,5	≤1,5	≤5
Zink	mg/kg TS	27	≤150	≤300	≤450	≤450	≤1500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	≤0,7	≤0,7	≤2,1	≤2,1	≤7
Eluat							
pH-Wert		8,28	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	90	≤250	≤250	≤250	≤1500	≤2000
Chlorid	mg/l	<0,5	≤30	≤30	≤30	≤50	≤100
Sulfat	mg/l	1,22	≤50	≤50	≤50	≤100	≤150
Cyanide gesamt	µg/l	<5	≤5	≤5	≤5	≤10	≤20
Phenolindex	µg/l	<10	≤20	≤20	≤20	≤40	≤100
Arsen	µg/l	<1,0	-	≤14	≤14	≤20	≤60
Blei	µg/l	<1,0	-	≤40	≤40	≤80	≤200
Cadmium	µg/l	<0,10	-	≤1,5	≤1,5	≤3	≤6
Chrom gesamt	µg/l	<1,0	-	≤12,5	≤12,5	≤25	≤60
Kupfer	µg/l	<1,0	-	≤20	≤20	≤60	≤100
Nickel	µg/l	<1,0	-	≤15	≤15	≤20	≤70
Quecksilber	µg/l	<0,1	-	≤0,5	≤0,5	≤1	≤2
Zink	µg/l	4,5	-	≤150	≤150	≤200	≤600
Einstufung nach VwV UM		Z0					

n.n.=nicht nachweisbar bzw. unterhalb der erforderlichen Nachweisgrenze

Tabelle 3: VwV Boden Lehm/Schluff

**Analysenwerte Probe „MP 3 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper
(BK 1, BK 2, BK 3, BK4)“ und Zuordnungswerte nach
VwV Umweltministerium Baden-Württemberg v. 14.3.2007**

		MP 3	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Parameter	Dimension						
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,3	-	-	≤3	≤3	≤10
EOX	mg/kg TS	<0,5	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	<50	≤100	≤200	≤300	≤300	≤1000
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀		<50	≤100	≤400	≤600	≤600	≤2000
BTX	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
LHKW	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
PAK ₁₆	mg/kg TS	n.n.	≤3	≤3	≤3	≤9	≤30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	≤0,3	≤0,6	≤0,9	≤0,9	≤3
PCB ₆	mg/kg TS	n.n.	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,15	≤0,5
Arsen	mg/kg TS	19	≤15	≤15	≤45	≤45	≤150
Blei	mg/kg TS	33	≤70	≤140	≤210	≤210	≤700
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Chrom gesamt	mg/kg TS	51	≤60	≤120	≤180	≤180	≤600
Kupfer	mg/kg TS	36	≤40	≤80	≤120	≤120	≤400
Nickel	mg/kg TS	59	≤50	≤100	≤150	≤150	≤500
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	≤0,5	≤1	≤1,5	≤1,5	≤5
Zink	mg/kg TS	65	≤150	≤300	≤450	≤450	≤1500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	≤0,7	≤0,7	≤2,1	≤2,1	≤7
Eluat							
pH-Wert		8,10	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektrische Leitfähigkeit	μS/cm	90	≤250	≤250	≤250	≤1500	≤2000
Chlorid	mg/l	<0,5	≤30	≤30	≤30	≤50	≤100
Sulfat	mg/l	1,05	≤50	≤50	≤50	≤100	≤150
Cyanide gesamt	μg/l	<5	≤5	≤5	≤5	≤10	≤20
Phenolindex	μg/l	<10	≤20	≤20	≤20	≤40	≤100
Arsen	μg/l	<1,0	-	≤14	≤14	≤20	≤60
Blei	μg/l	<1,0	-	≤40	≤40	≤80	≤200
Cadmium	μg/l	<0,10	-	≤1,5	≤1,5	≤3	≤6
Chrom gesamt	μg/l	2,8	-	≤12,5	≤12,5	≤25	≤60
Kupfer	μg/l	<1,0	-	≤20	≤20	≤60	≤100
Nickel	μg/l	<1,0	-	≤15	≤15	≤20	≤70
Quecksilber	μg/l	<0,1	-	≤0,5	≤0,5	≤1	≤2
Zink	μg/l	5,8	-	≤150	≤150	≤200	≤600
Einstufung nach VwV UM		Z1.1					

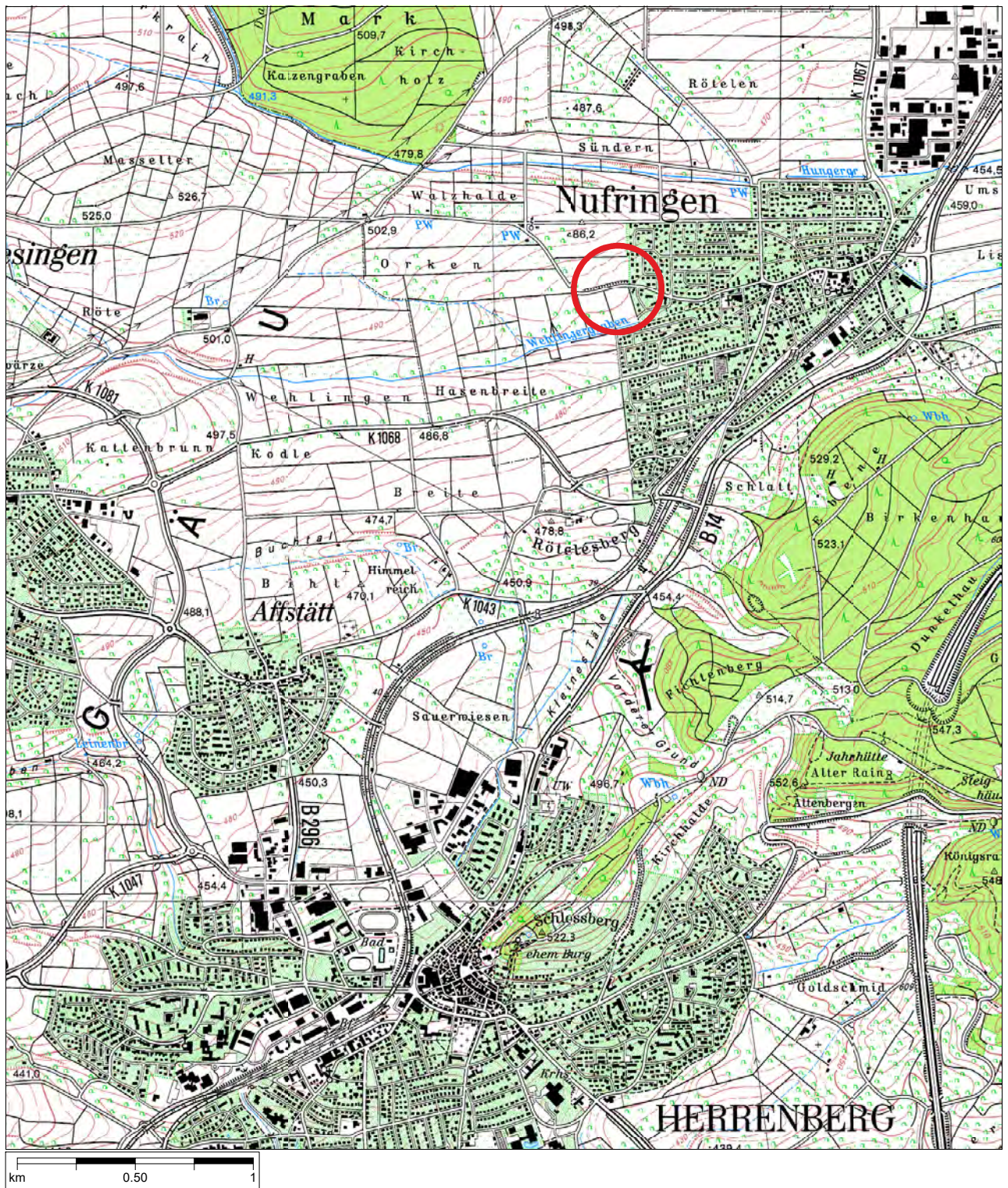
n.n.=nicht nachweisbar bzw. unterhalb der erforderlichen Nachweisgrenze

Tabelle 4: VwV Boden Lehm/Schluff

**Analysenwerte Probe „MP 4 / Festgesteinszone Lettenkeuper
(BK 1, BK 2)“ und Zuordnungswerte nach
VwV Umweltministerium Baden-Württemberg v. 14.3.2007**

		MP 4	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Parameter	Dimension						
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,3	-	-	≤3	≤3	≤10
EOX	mg/kg TS	<0,5	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg TS	<50	≤100	≤200	≤300	≤300	≤1000
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀		<50	≤100	≤400	≤600	≤600	≤2000
BTX	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
LHKW	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
PAK ₁₆	mg/kg TS	0,690	≤3	≤3	≤3	≤9	≤30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	≤0,3	≤0,6	≤0,9	≤0,9	≤3
PCB ₆	mg/kg TS	n.n.	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,15	≤0,5
Arsen	mg/kg TS	6,2	≤15	≤15	≤45	≤45	≤150
Blei	mg/kg TS	4,7	≤70	≤140	≤210	≤210	≤700
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Chrom gesamt	mg/kg TS	30	≤60	≤120	≤180	≤180	≤600
Kupfer	mg/kg TS	19	≤40	≤80	≤120	≤120	≤400
Nickel	mg/kg TS	24	≤50	≤100	≤150	≤150	≤500
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	≤0,5	≤1	≤1,5	≤1,5	≤5
Zink	mg/kg TS	18	≤150	≤300	≤450	≤450	≤1500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	≤0,7	≤0,7	≤2,1	≤2,1	≤7
Eluat							
pH-Wert		8,60	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	102	≤250	≤250	≤250	≤1500	≤2000
Chlorid	mg/l	0,9	≤30	≤30	≤30	≤50	≤100
Sulfat	mg/l	4,47	≤50	≤50	≤50	≤100	≤150
Cyanide gesamt	µg/l	<5	≤5	≤5	≤5	≤10	≤20
Phenolindex	µg/l	<10	≤20	≤20	≤20	≤40	≤100
Arsen	µg/l	1,1	-	≤14	≤14	≤20	≤60
Blei	µg/l	<1,0	-	≤40	≤40	≤80	≤200
Cadmium	µg/l	<0,10	-	≤1,5	≤1,5	≤3	≤6
Chrom gesamt	µg/l	<1,0	-	≤12,5	≤12,5	≤25	≤60
Kupfer	µg/l	<1,0	-	≤20	≤20	≤60	≤100
Nickel	µg/l	<1,0	-	≤15	≤15	≤20	≤70
Quecksilber	µg/l	<0,1	-	≤0,5	≤0,5	≤1	≤2
Zink	µg/l	3,3	-	≤150	≤150	≤200	≤600
Einstufung nach VwV UM		Z0					

n.n.=nicht nachweisbar bzw. unterhalb der erforderlichen Nachweisgrenze



Projekt: 210401

Anlage: 1

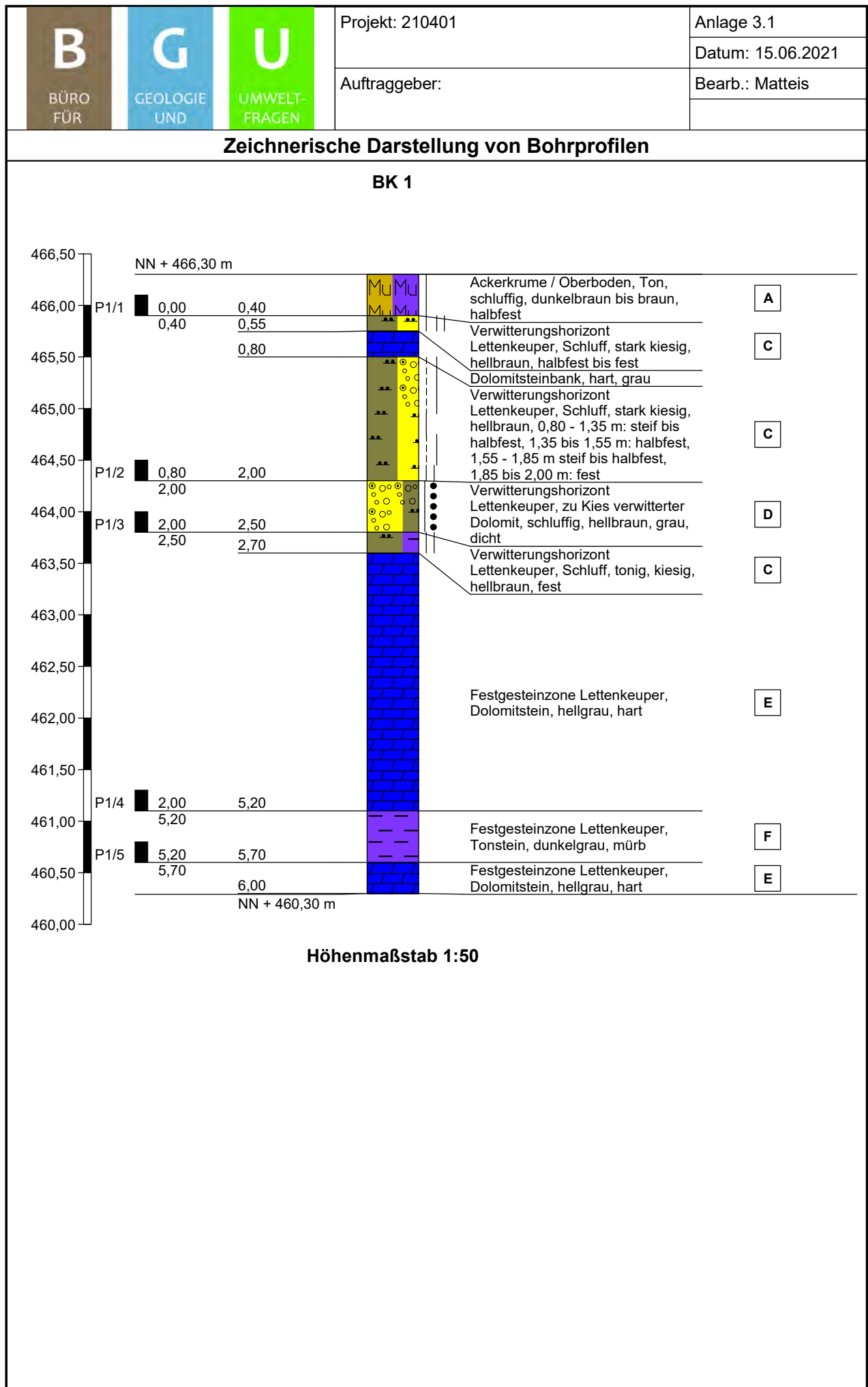
Bearbeiter: Matteis

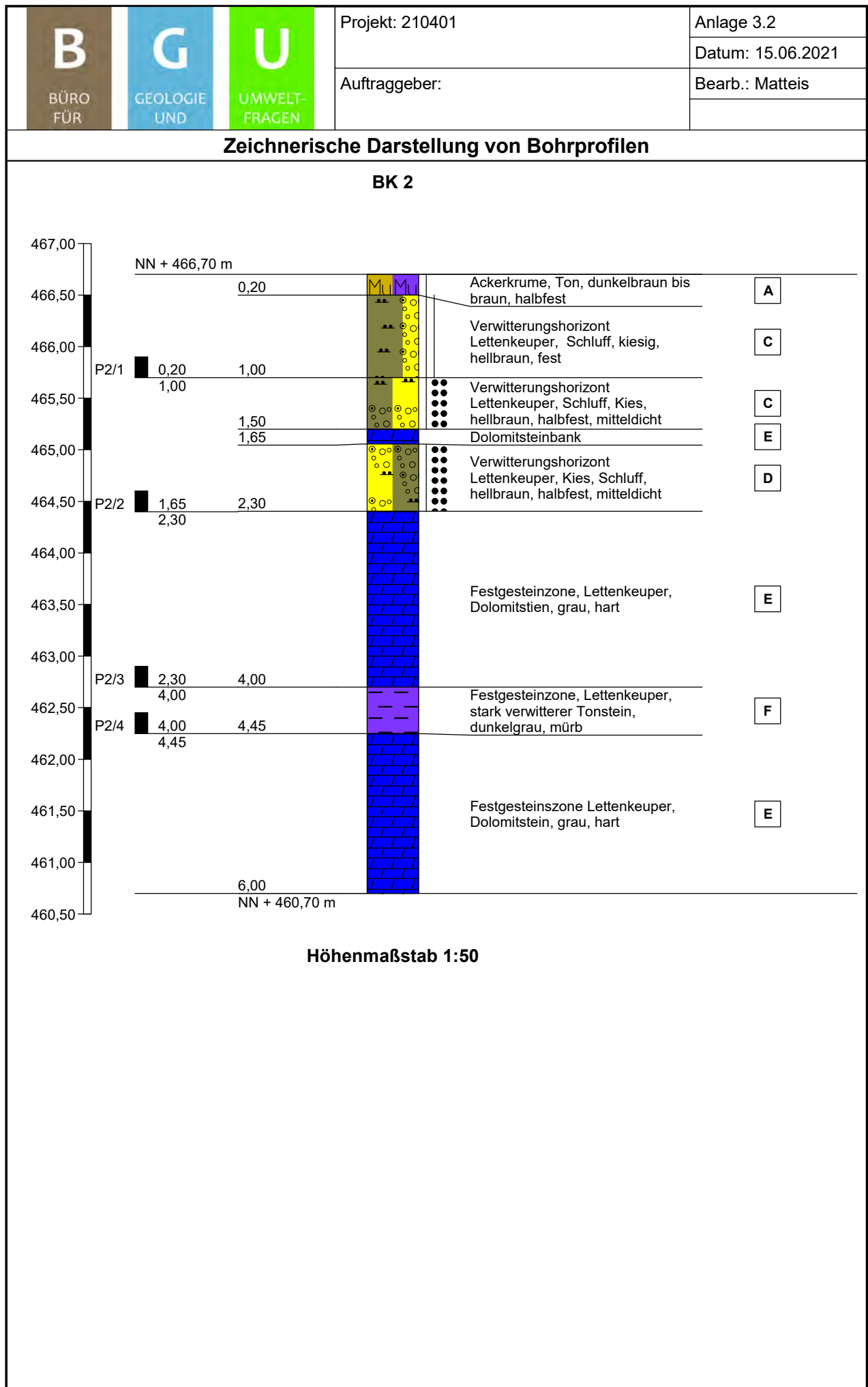
Darstellung: Ausschnitt aus der Topographischen Karte Baden-Württemberg

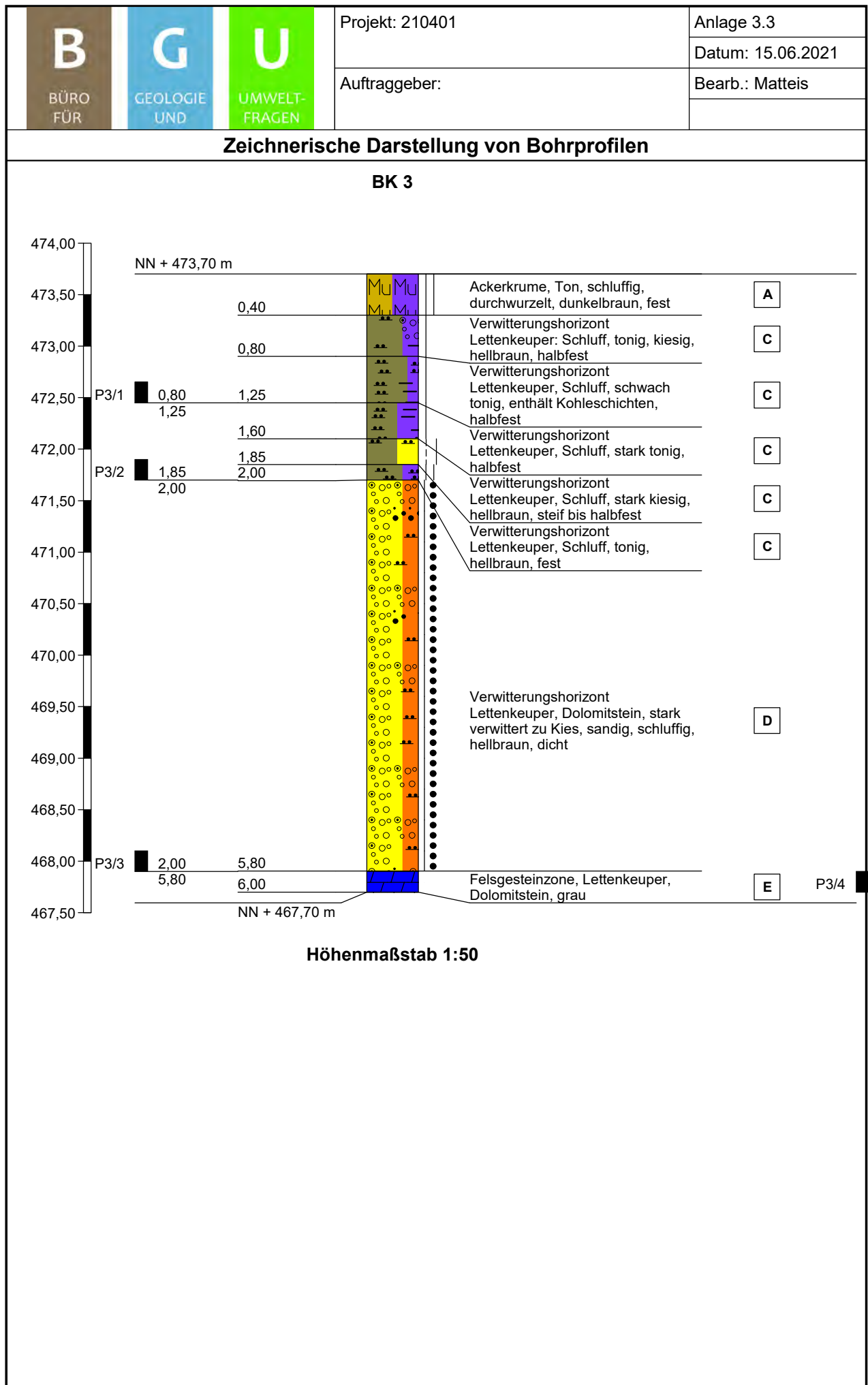
Datum: 29.06.2021

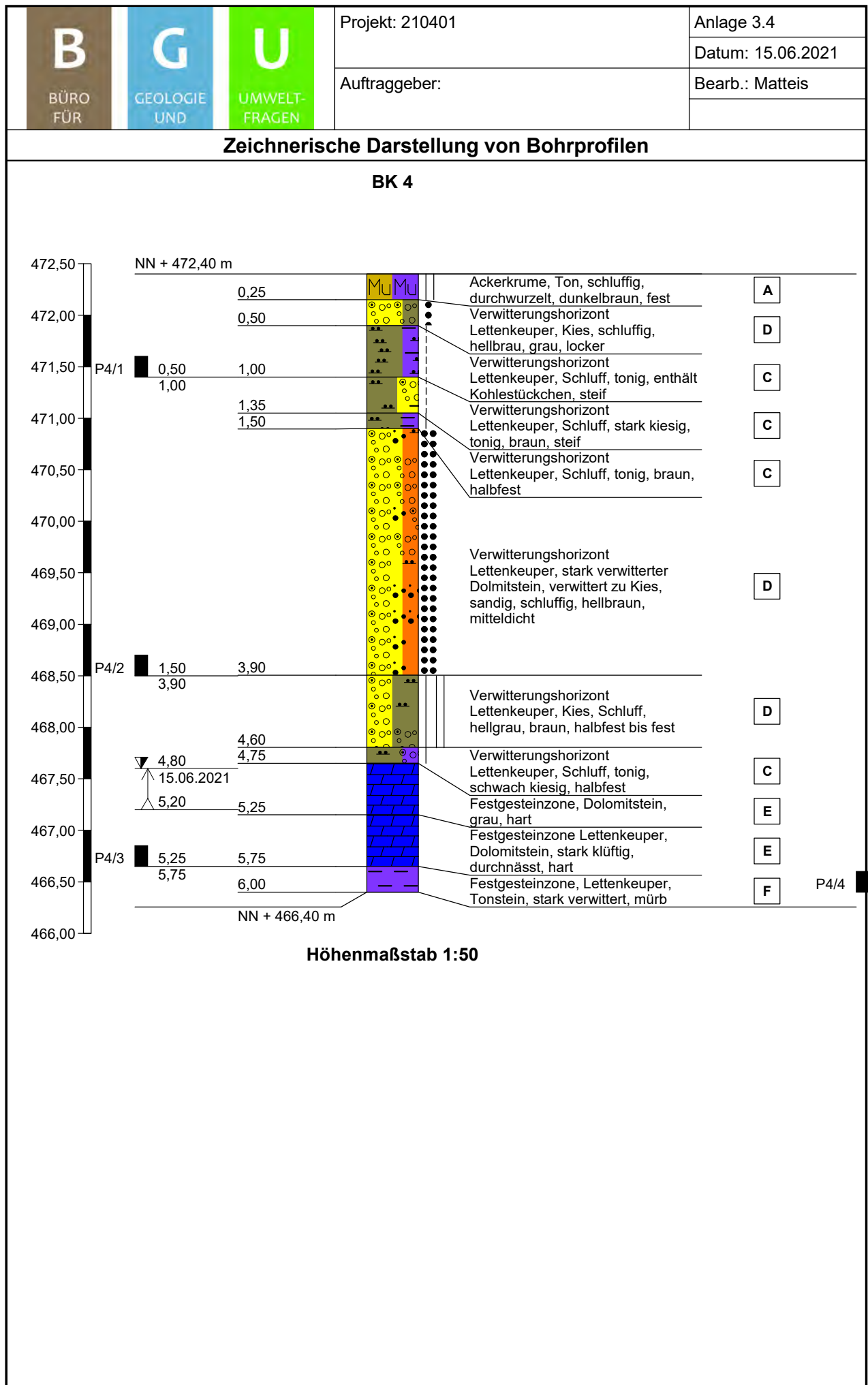
Maßstab: 1:25.000

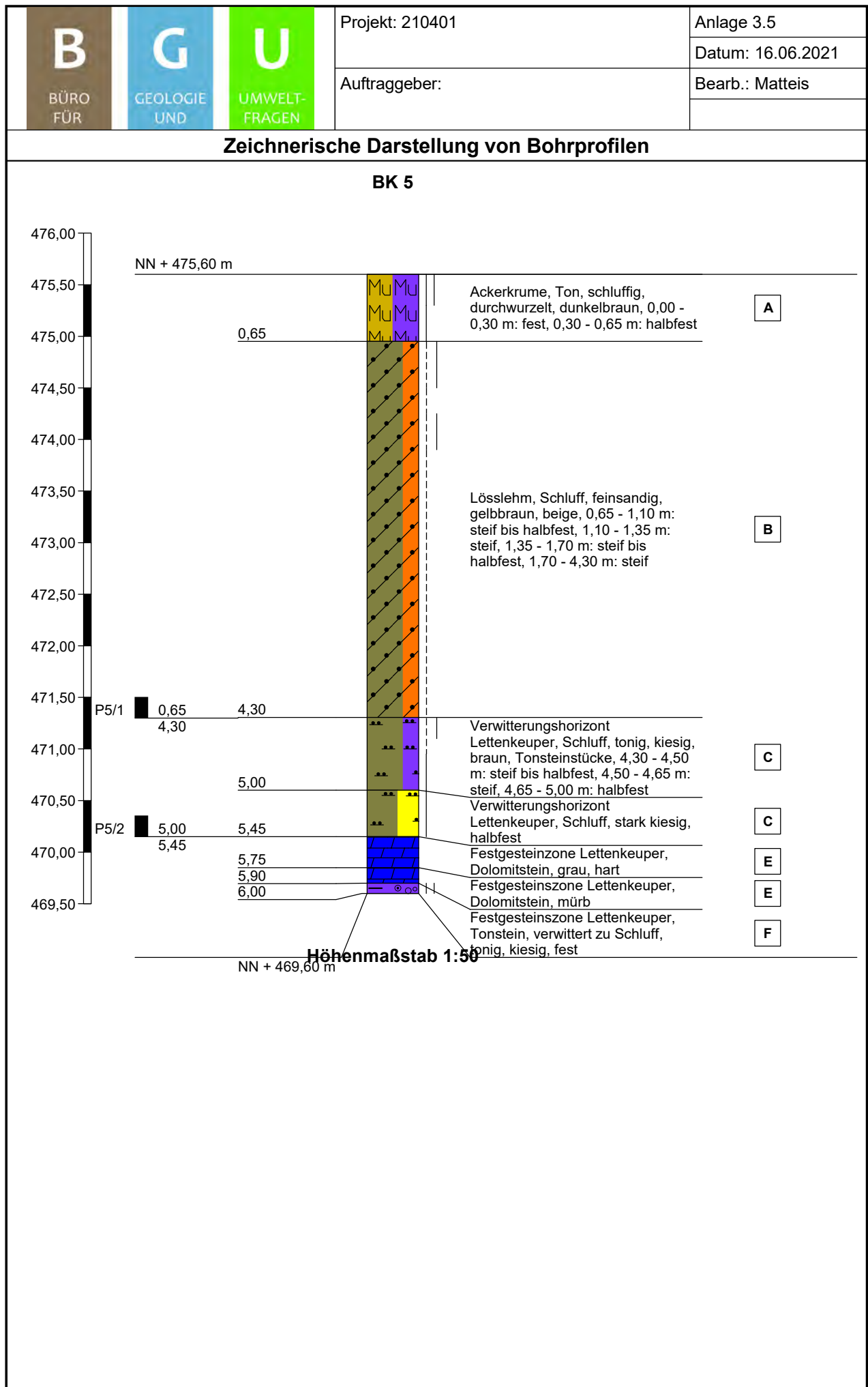


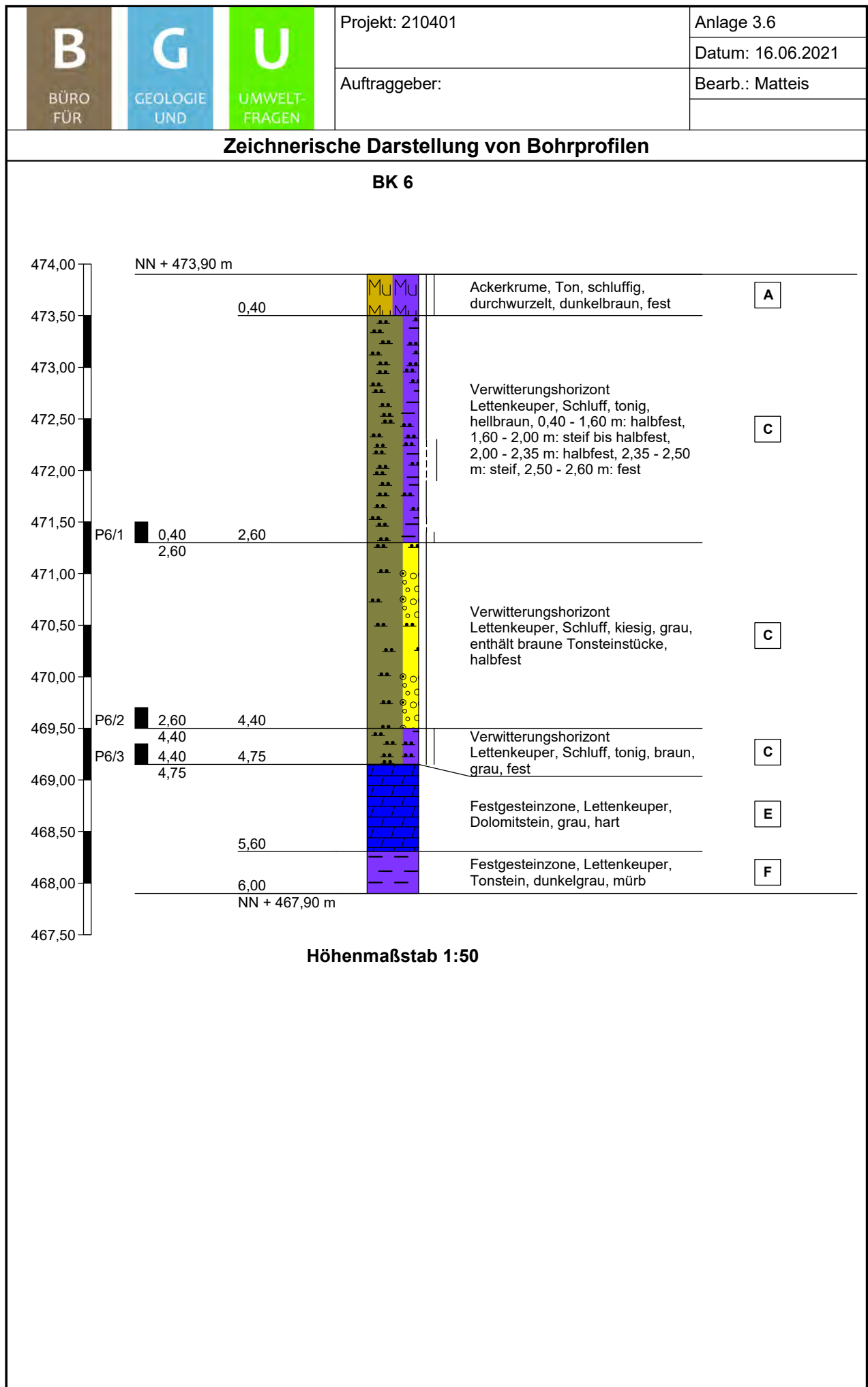


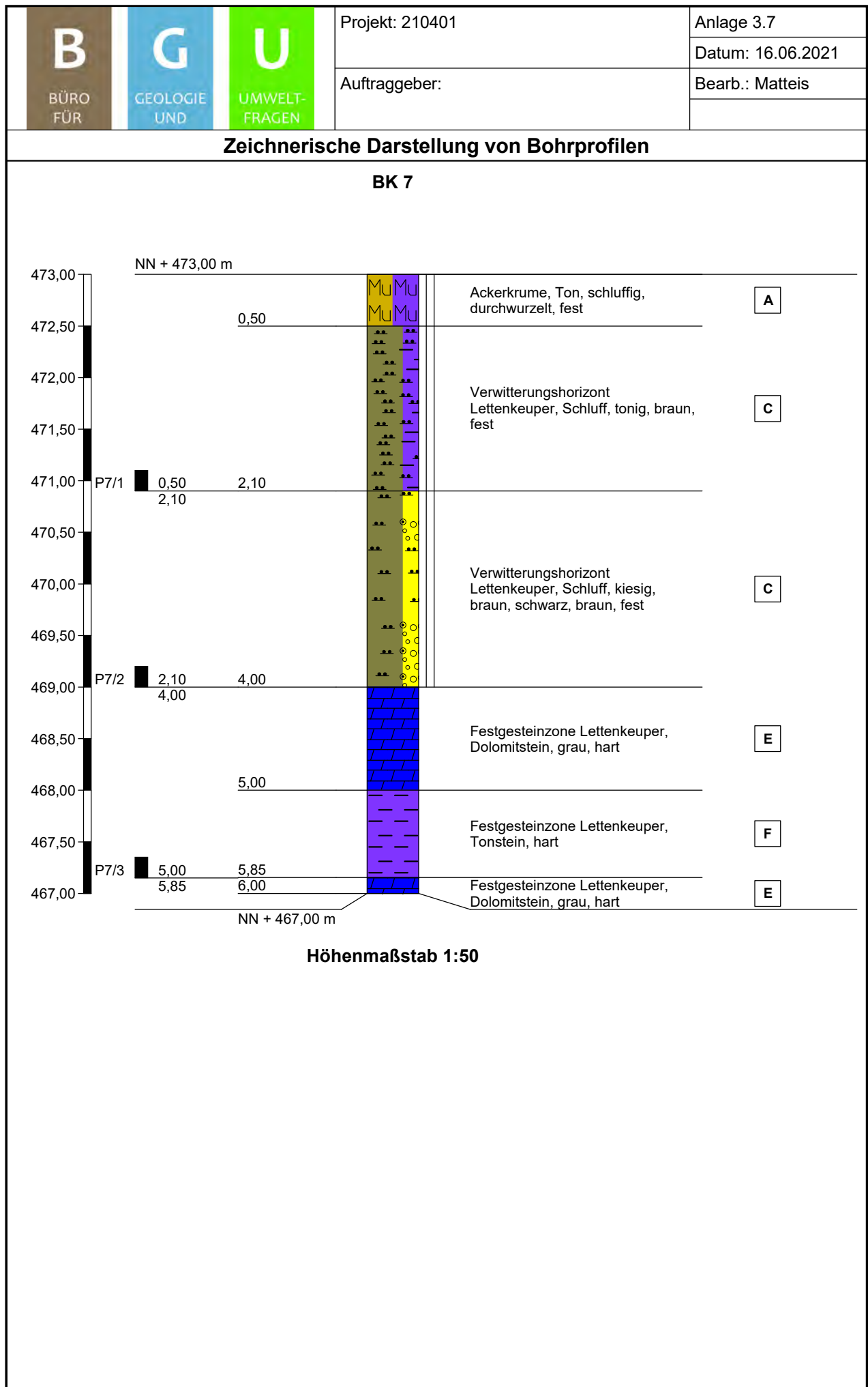


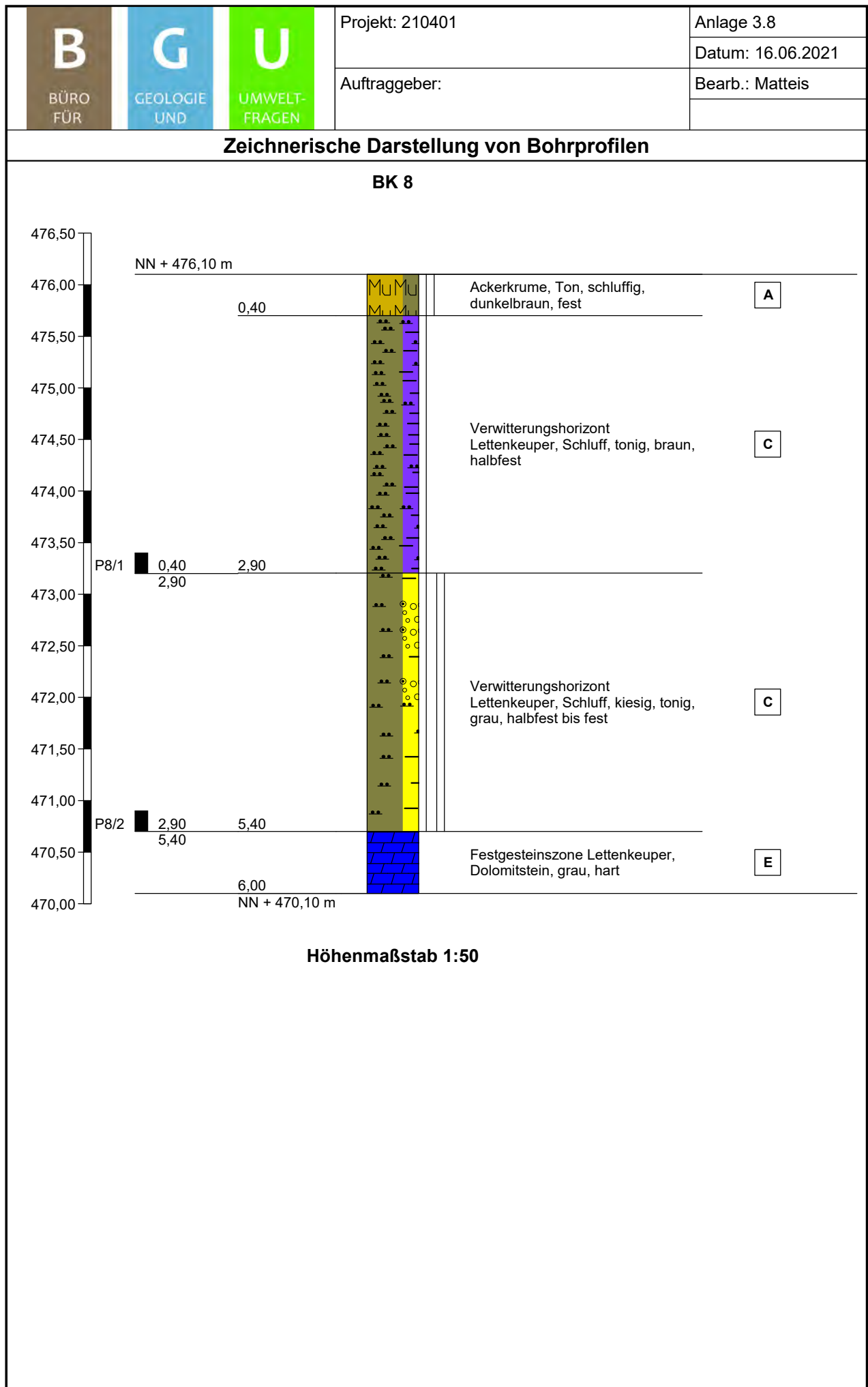


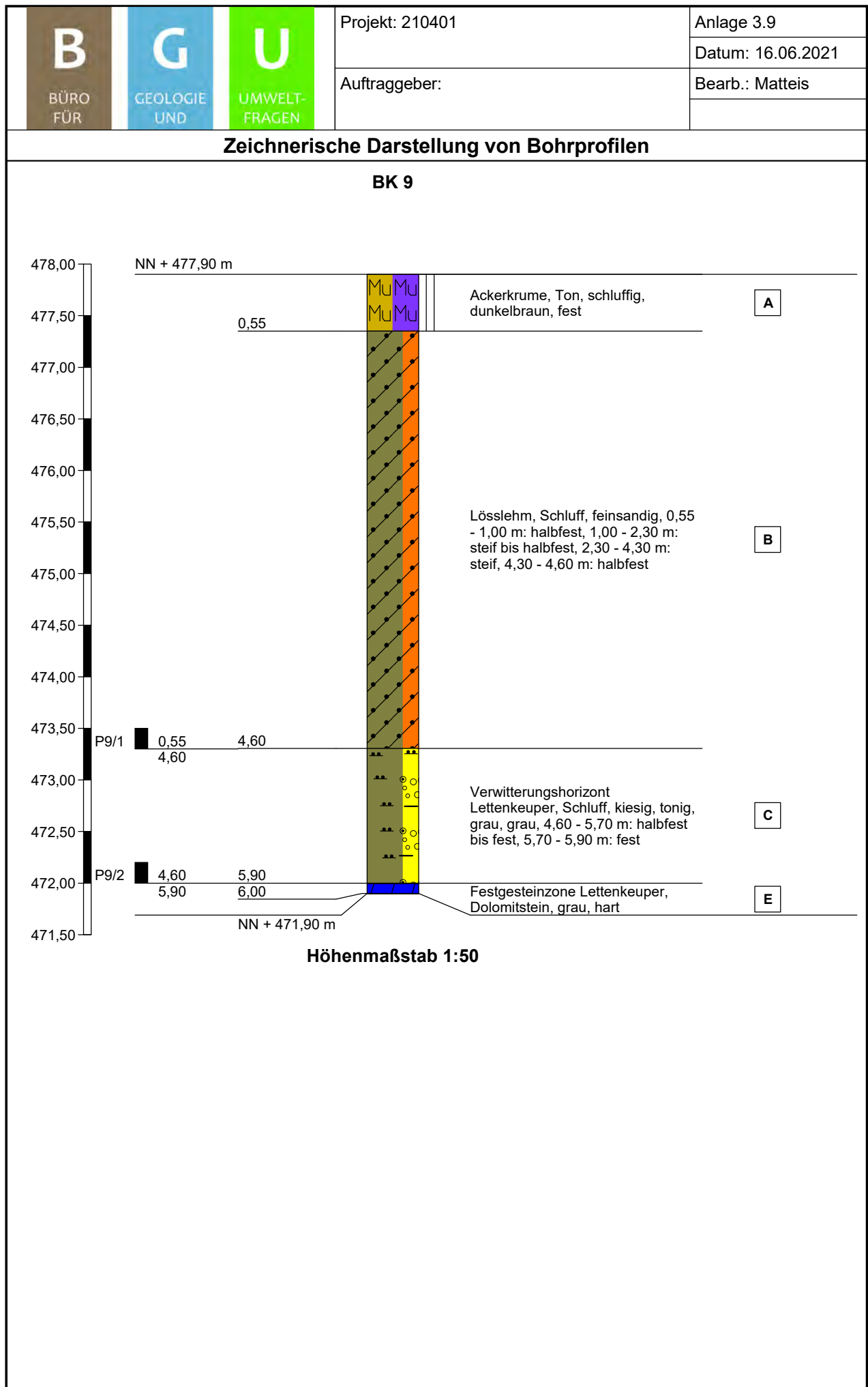


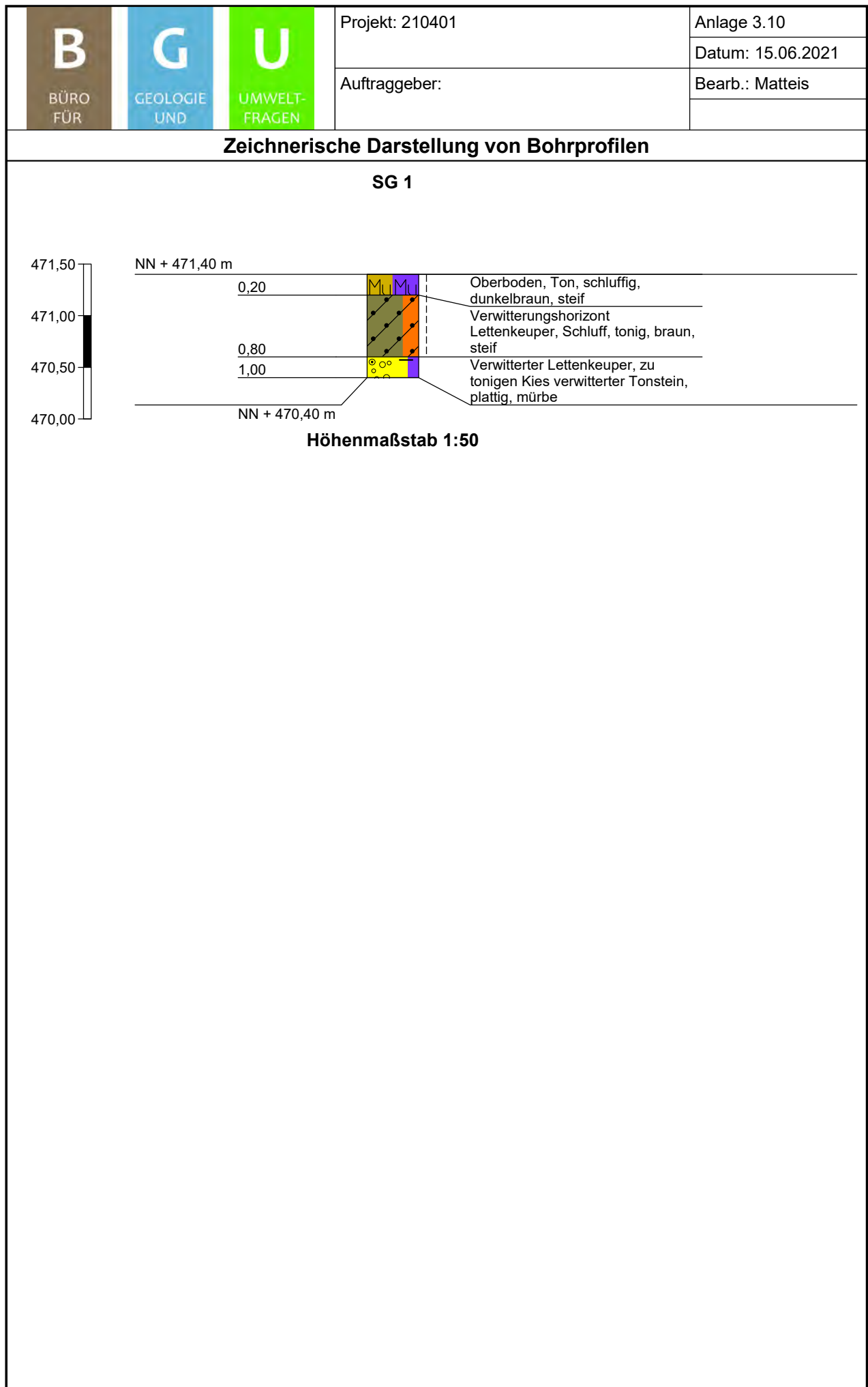














Bodenmechanische Kennwerte

Ackergrube / Mutterboden

Wichte	γ	= 18	kN/m ³
Reibungswinkel	φ	= 25	°
Kohäsion	c	= 3	kN/m ²
Steifeziffer	Es	= 5	MN/m ²
Bodengruppe	OU/OH		
Homogenbereich	A		

Lösslehm, steif bis fest:

Wichte	γ	= 19,5 – 21,5	kN/m ³
Reibungswinkel	φ	= 27	°
Kohäsion	c	= 2	kN/m ²
Steifeziffer	Es	= 6 – 10	MN/m ²
Bodengruppe	TM		
Homogenbereich	B		

Verwitterungshorizont Lettenkeuper, Schluff, steif bis fest:

Wichte	γ	= 19,5 – 21,5	kN/m ³
Reibungswinkel	φ	= 27	°
Kohäsion	c	= 3	kN/m ²
Steifeziffer	Es	= 6 – 10	MN/m ²
Bodengruppe	TM		
Homogenbereich	C		

Verwitterungshorizont Lettenkeuper, Kies:

Wichte	γ	= 21,0	kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	φ	= 35	°
Kohäsion	c	= 0	kN/m ²
Steifeziffer	Es	= 20	MN/m ²
Bodengruppe	Bodenklasse 5		
Homogenbereich	D		

Festgesteinszone Lettenkeuper: Dolomitstein

Wichte	γ	= 24,0 – 25,0	kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	φ	= 45	°
Kohäsion	c	= 0	kN/m ²
Steifeziffer	Es	= 300	MN/m ²
Bodengruppe	Bodenklasse 6-7		
Homogenbereich	E		

Festgesteinszone Lettenkeuper: Tonstein

Wichte	γ	= 25,0	kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	φ	= 40	°
Kohäsion	c	= 0	kN/m ²
Steifeziffer	Es	= 150	MN/m ²
Bodengruppe	Bodenklasse 6		
Homogenbereich	F		

Grundlagen für die Einteilung in Homogenbereiche

Angaben aus Erfahrungswerten abgeschätzt

Nr.	Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich A	Homogenbereich B
1	Korngrößenverteilung	T, u, o	U, fs
2a	Anteil an Steinen	keine	keine
2b	Anteil an Blöcken	keine	keine
2c	Anteil an großen Blöcken	keine	keine
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	entfällt	entfällt
4	Dichte	1,8 t/m ³	1,9 - 2,1 t/m ³
5	Kohäsion	3 kN/m ²	2 kN/m ²
6	einaxiale Druckfestigkeit	entfällt	15 kN/m ²
7	Sensitivität	n.b.	n.b.
8	Wassergehalt	ca. 20 %	22,82%
9	Konsistenz	halbfest bis fest	steif bis fest
10	Konsistenzzahl	0,75 - 1,0	0,58
11	Plastizitätszahl	n.b.	n.b.
12	Durchlässigkeit	1x10 ⁻⁶ m/s	1x10 ⁻⁶ m/s
13	Lagerungsdichte	DPr > 97 %	DPr > 97 %
14	Kalkgehalt	n.b.	n.b.
15	Sulfatgehalt	n.b.	n.b.
16	organischer Anteil	> 5,0 %	< 5 %
17	organischer Böden	n.b.	n.b.
18	Abrasivität	kaum abrasiv	kaum abrasiv
19	Bodengruppe	OU / OH	TM
20	ortsübliche Bezeichnung	Ackergrume / Mutterboden	Lösslehm

* zum Zeitpunkt der

Untersuchungen

n.b. = nicht bestimmt

Homogenbereich A 1: Mutterboden aufgefüllt

Homogenbereich B: Mutterboden gewachsen

Abweichungen von den anhand von Erfahrungswerten abgeschätzten Kennzahlen sind möglich und aufgrund von Inhomogenitäten in Böden auch zu erwarten

Grundlagen für die Einteilung in Homogenbereiche

Angaben aus Erfahrungswerten abgeschätzt

Nr.	Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich C	Homogenbereich D
1	Korngrößenverteilung	U, t, s'	G, s, x, u
2a	Anteil an Steinen	keine	40%
2b	Anteil an Blöcken	keine	keine
2c	Anteil an großen Blöcken	keine	keine
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	entfällt	Dolomitstein
4	Dichte	1,9 - 2,1 t/m ³	2,1 t/m ³
5	Kohäsion	3 kN/m ²	keine
6	einaxiale Druckfestigkeit	25 kN/m ²	150 MN/m ²
7	Sensitivität	n.b.	n.b.
8	Wassergehalt	16,81 - 20,53 %	ca. 18 - 20 %
9	Konsistenz	steif bis halbfest	n.b.
10	Konsistenzzahl	1,00 - 1,14	entfällt
11	Plastizitätszahl	20,28 - 22,65 %	entfällt
12	Durchlässigkeit	1x10 ⁻⁷ m/s	1x10 ⁻⁵ m/s
13	Lagerungsdichte	DPr > 97 %	DPr > 97 %
14	Kalkgehalt	n.b.	n.b.
15	Sulfatgehalt	n.b.	n.b.
16	organischer Anteil	< 5 %	< 1 %
17	organischer Böden	n. b.	n. b.
18	Abrasivität	abrasiv	stark abrasiv
19	Bodengruppe	TM	Bodenklasse 6 - 7
20	ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungshorizont Lettenkeuper, Schluff	Verwitterungshorizont Lettenkeuper, Kies

* zum Zeitpunkt der Untersuchungen
n.b. = nicht bestimmt

Abweichungen von den anhand von Erfahrungswerten abgeschätzten Kennzahlen sind möglich und aufgrund von Inhomogenitäten in Böden auch zu erwarten

Grundlagen für die Einteilung in Homogenbereiche

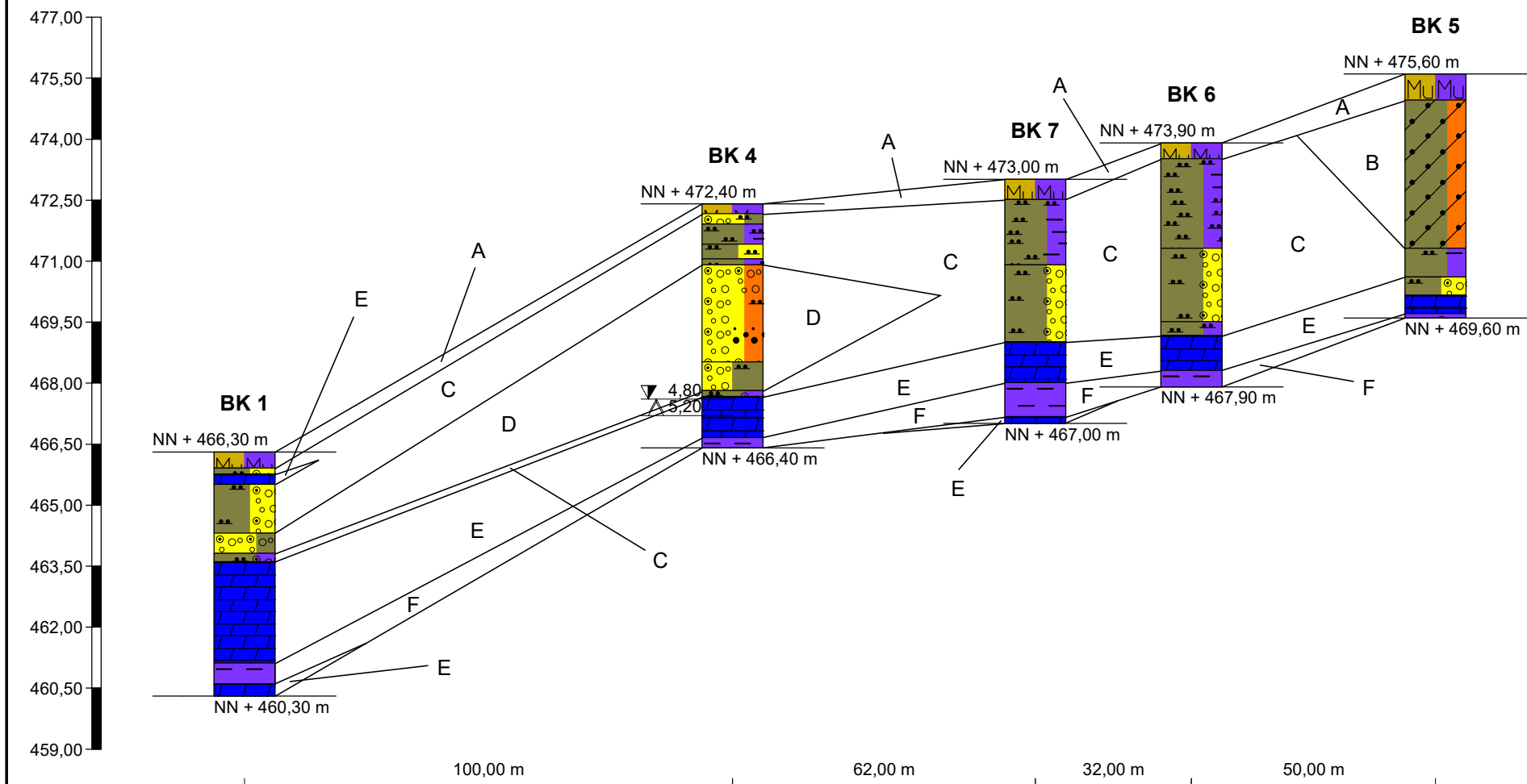
Angaben aus Erfahrungswerten abgeschätzt

Nr.	Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich E	Homogenbereich F
1	Korngrößenverteilung	Dolomitstein	Tonstein
2a	Anteil an Steinen	keine	keine
2b	Anteil an Blöcken	keine	keine
2c	Anteil an großen Blöcken	keine	keine
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	Dolomitstein	Tonstein
4	Dichte	2,4 - 2,5 t/m ³	2,5 t/m ³
5	Kohäsion	keine	keine
6	einaxiale Druckfestigkeit	65 MN/m ²	3 - 10 MN/m ²
7	Sensitivität	n.b.	n.b.
8	Wassergehalt	ca. 10 %	ca. 12 %
9	Konsistenz	felsartig	felsartig
10	Konsistenzzahl	entfällt	entfällt
11	Plastizitätszahl	entfällt	entfällt
12	Durchlässigkeit	1x10 ⁻⁷ m/s	1x10 ⁻⁸ m/s
13	Lagerungsdichte	DPr > 97 %	DPr > 97 %
14	Kalkgehalt	n.b.	n.b.
15	Sulfatgehalt	n.b.	n.b.
16	organischer Anteil	< 1 %	< 1 %
17	organischer Böden	n. b.	n. b.
18	Abrasivität	stark abrasiv	stark abrasiv
19	Bodengruppe	Bodenklasse 6 - 7	Bodenklasse 6
20	ortsübliche Bezeichnung	Festgesteinszone Lettenkeuper, Dolomitstein	Festgesteinszone Lettenkeuper, Tonstein

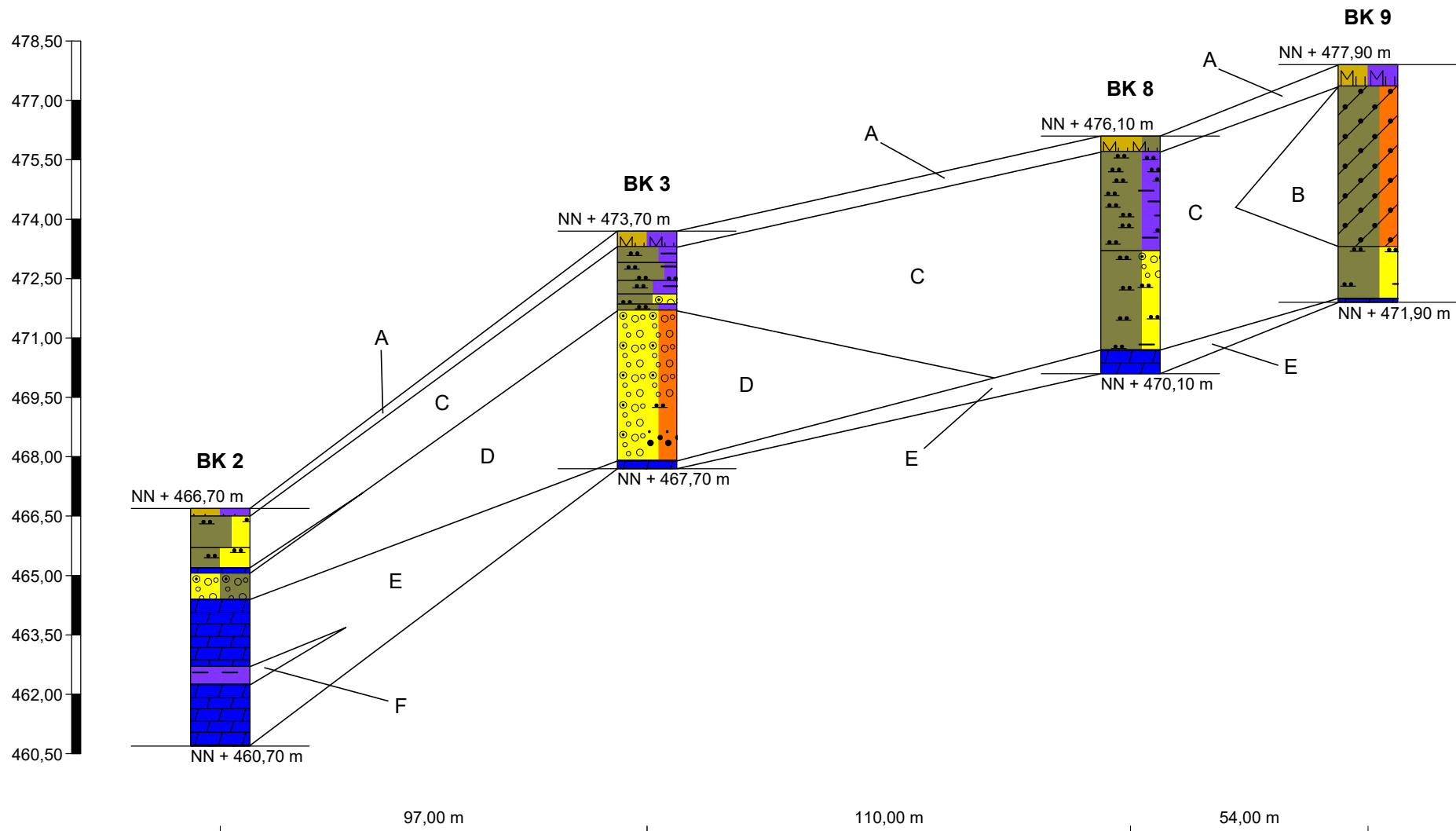
* zum Zeitpunkt der Untersuchungen
n.b. = nicht bestimmt

Abweichungen von den anhand von Erfahrungswerten abgeschätzten Kennzahlen sind möglich und aufgrund von Inhomogenitäten in Böden auch zu erwarten

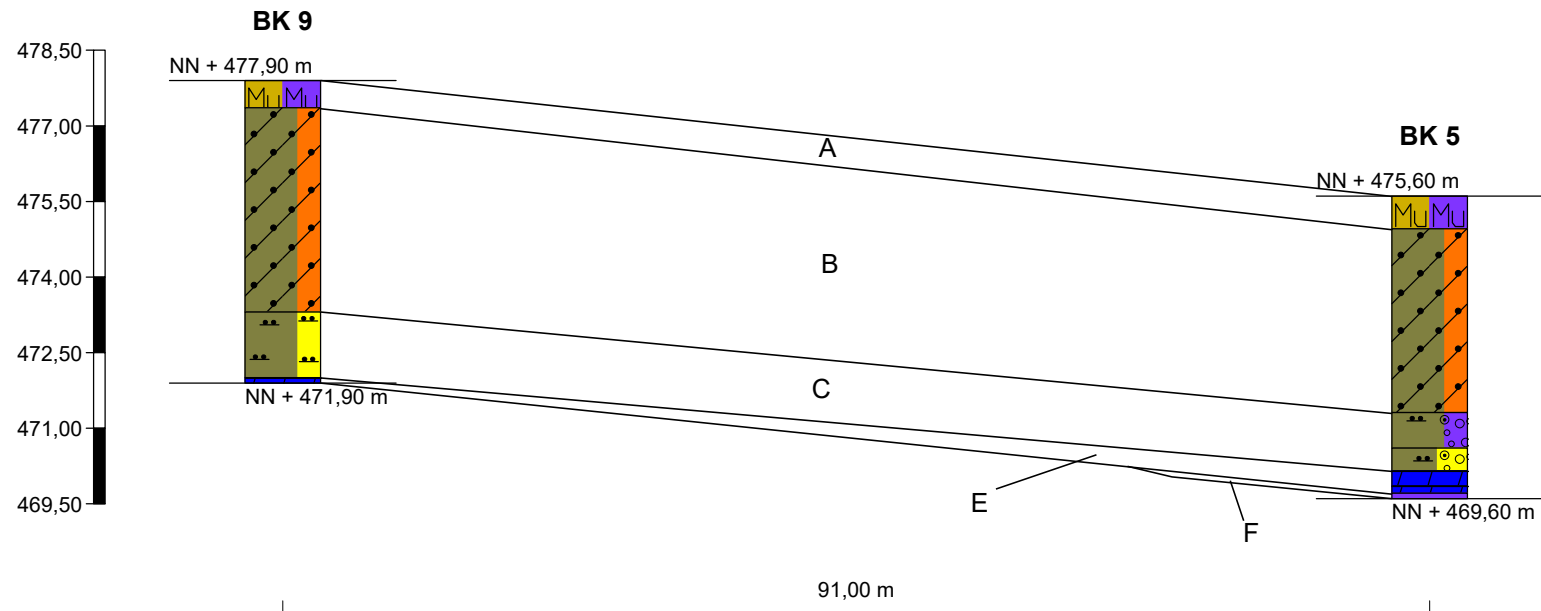
Einteilung Homogenbereiche BK1-BK4-BK7-BK6-BK5 Horizontaler Maßstab 1:1250 Vertikaler Maßstab 1:150



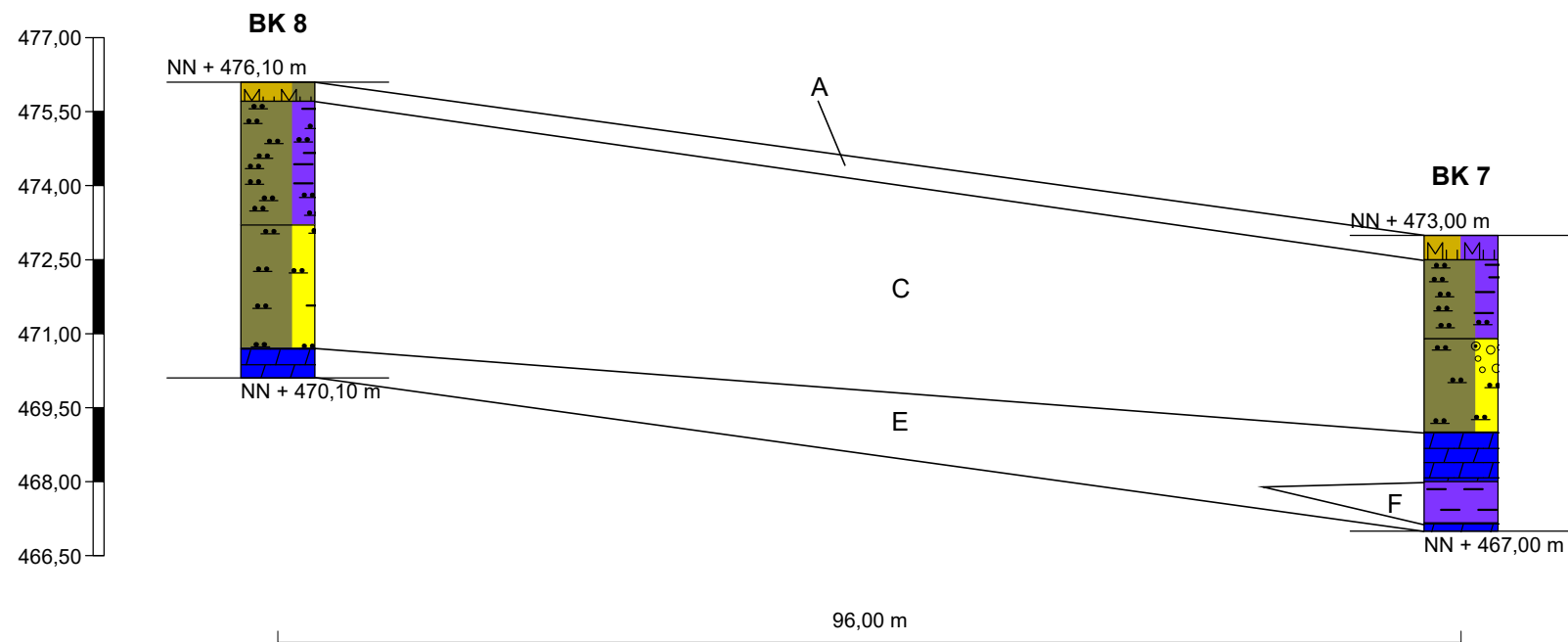
Einteilung Homogenbereiche BK2-BK3-BK8-BK9 Horizontaler Maßstab 1:1350 Vertikaler Maßstab 1:150



Einteilung Homogenbereiche BK9-BK5 Horizontaler Maßstab 1:600 Vertikaler Maßstab 1:150



Einteilung Homogenbereiche BK8-BK7 Horizontaler Maßstab 1:1250 Vertikaler Maßstab 1:150



BBÜRO
FÜR**G**GEOLOGIE
UND**U**UMWELT-
FRAGEN

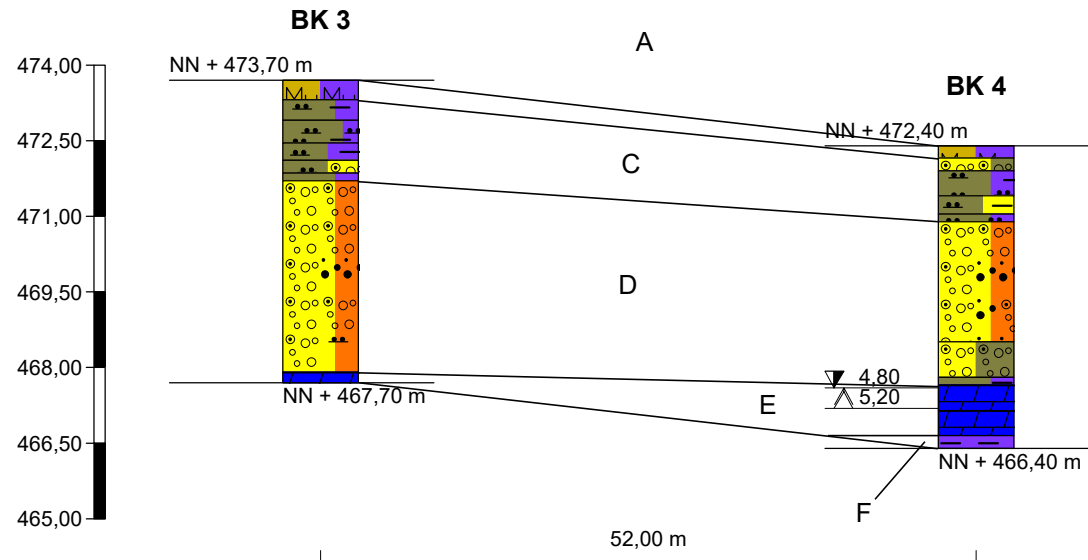
Projekt: 210401

Auftraggeber:

Anlage 5.5

Datum: 15.06.2021

Bearb.: Matteis

Einteilung Homogenbereiche BK3-BK4 Horizontaler Maßstab 1:600 Vertikaler Maßstab 1:150

BBÜRO
FÜR**G**GEOLOGIE
UND**U**UMWELT-
FRAGEN

Projekt: 210401

Auftraggeber:

Anlage 5.6

Datum: 15.06.2021

Bearb.: Matteis

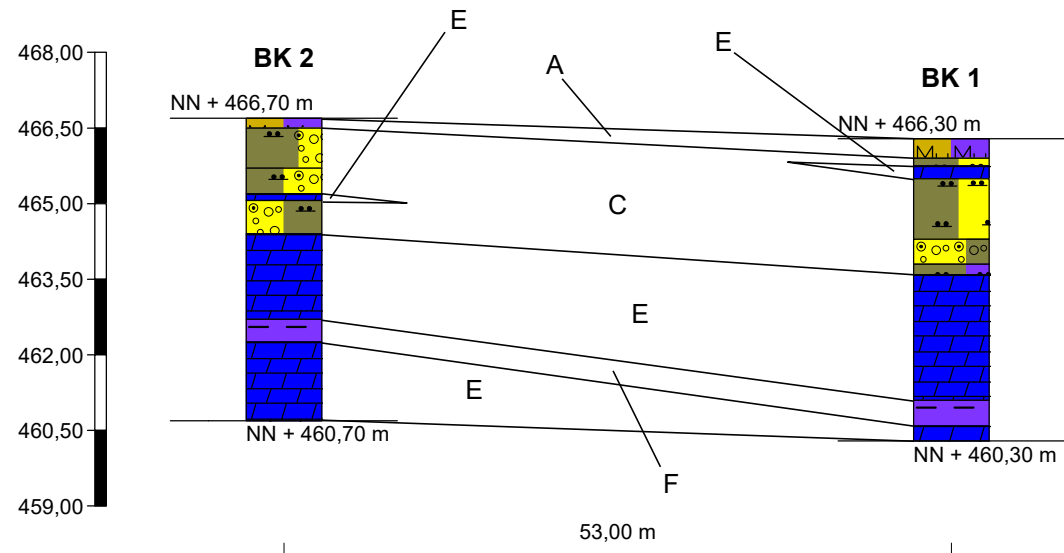
Einteilung Homogenbereiche BK1-BK4-BK7-BK6-BK5 Horizontaler Maßstab 1:1250 Vertikaler Maßstab 1:150



Bild 1: Bohrung BK 1.



Bild 2: Bohrung BK 2.



Bild 3: Bohrung BK 3.



Bild 4: Bohrung BK 4.



Bild 5: Bohrung BK 5.



Bild 6: Bohrung BK 6.



Bild 7: Bohrung BK 7.



Bild 8: Bohrung BK 8.



Bild 9: Bohrung BK 9.



Bild 10: Schurf S1 – V1.



Bild 11: Baggeraushub aus Schurf S1 – V1.



Bild 10: Schurf S2 – V2.



Bild 11: Baggeraushub aus Schurf S2 – V2.

Projekt: Nufringen, Hinterer Steig / Gansäcker: Versickerungsversuche in mit Splitt verfüllten Baggerschürfen

Berechnung des kf-Werts oder des Sickervolumens über Versickerungsversuche in Schürfen

angelehnt an MAROTZ (1968) gemäß den Formeln $kf = \frac{2 \times Q}{L \times (B + h / 2)}$ [m/s]

Aufschluss	L [m]	B [m]	Q [m ³ /s]	h; h/2 [m]	kf-Wert [m/s]	cal. kf-Wert [m/s]	Versuch-Nr. (Bemerkung)
SG 1-V1 (Nord)	1,70	1,00	0,00001420	0,69	9,91E-06	1,0 x 10⁻⁵ m/s	V1 (h _{Sicker} = 0 → 63 cm u.GOK)
SG 2-V2 (Süd)	1,70	1,00	0,00000484	0,63	3,50E-06	3,5 x 10⁻⁶ m/s	V2 (h _{Sicker} = 0 → 75 cm u.GOK)

Bemerkungen: Schurf mit Grus-Splitt bis GOK verfüllt (ca. 30% Porenvolumen). Schurfverfüllung bei verfügbarem Sickervolumen berücksichtigt.

Plausibilitätsprüfung durchgeführt: **ja (Darcy)**

kf-Wert = k-Wert = Durchlässigkeitsbeiwert

L = Länge des Schurfs in m

B = Breite des Schurfs in m

Q = Schüttung bzw. Sickervolumen in m³/s

S = Abstand zum Grundwasserspiegel in m

h = Wassersäule im Schurf in m (h/2=mittleres Potential bei fallendem Wasserspiegel)

Quellen: MAROTZ, G. (1968): Technische Grundlagen einer Wasserspeicherung im natürlichen Untergrund.

Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft, Grundbau u. Wasserbau der Uni Stuttgart + ATV Arbeitsblatt A 148



SGS Analytics Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736 Fellbach

BGU Büro f.ür Geologie u. Umweltfragen
Dr. Hansel & Partner
Herr Felix Matteis
Hirschgasse 1
75392 Deckenpfronn

Standort Fellbach

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 6

Datum: 01.07.2021

Prüfbericht Nr.: UST-21-0074645/01-1
Auftrag-Nr.: UST-21-0074645
Ihr Auftrag: vom 25.06.2021
Projekt: 210401 // Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker,
Nufringen
Probenahme: 16.02.2021
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 25.06.2021
Prüfzeitraum: 25.06.2021 - 01.07.2021
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UST-21-0074645-01	UST-21-0074645-02	UST-21-0074645-03	UST-21-0074645-04
Bezeichnung:		MP 1 / Lösslehm	MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper (BK 1, BK 2, BK 3, BK 4)	MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper (BK 5, BK 6, BK 7, BK 8, BK 9)	MP 4 / Festgesteinszone Lettenkeuper (BK 1, BK 2)

Original

Trockenmasse	%	80,9	88,6	86,1	97,5
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--	--	--
Vinylchlorid	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Probe Nr.:		UST-21-0074645-01	UST-21-0074645-02	UST-21-0074645-03	UST-21-0074645-04
Bezeichnung:		MP 1 / Lösslehm	MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper (BK 1, BK 2, BK 3, BK 4)	MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper (BK 5, BK 6, BK 7, BK 8, BK 9)	MP 4 / Festgesteinszone Lettenkeuper (BK 1, BK 2)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,27
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,12
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--	--	0,690

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		-	-	-	-
Arsen	mg/kg TS	13	5,4	19	6,2
Blei	mg/kg TS	19	7,3	33	4,7
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	47	28	51	30
Kupfer	mg/kg TS	21	25	36	19
Nickel	mg/kg TS	40	34	59	24
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zink	mg/kg TS	54	27	65	18
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

Probe Nr.:		UST-21-0074645-01	UST-21-0074645-02	UST-21-0074645-03	UST-21-0074645-04
Bezeichnung:		MP 1 / Lösslehm	MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper (BK 1, BK 2, BK 3, BK 4)	MP 2 / Verwitterungshorizont Lettenkeuper (BK 5, BK 6, BK 7, BK 8, BK 9)	MP 4 / Festgesteinszone Lettenkeuper (BK 1, BK 2)

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat
pH-Wert		8,10	8,28	8,10	8,60
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	97	90	90	102
Chlorid	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
Sulfat	mg/l	<0,5	1,22	1,05	4,47
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	<5	<5	<5
Phenol-Index	µg/l	<10	<10	<10	<10

Schwermetalle

Arsen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	1,1
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrom (Gesamt)	µg/l	1,6	<1,0	2,8	<1,0
Kupfer	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nickel	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	7,9	4,5	5,8	3,3

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung der SGS Analytics Germany GmbH. Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 01.07.2021 um 08:12 Uhr durch Marion Korff (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden

Parameter	Norm
Trockenmasse	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	DIN ISO 17380:2013-10 (UAU)
EOX	DIN 38414-S 17:2017-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2019-09 (UAU)
Benzol	DIN EN ISO 22155:2016-07
Toluol	DIN EN ISO 22155:2016-07
Ethylbenzol	DIN EN ISO 22155:2016-07
m,p-Xylol	DIN EN ISO 22155:2016-07
Styrol	DIN EN ISO 22155:2016-07
o-Xylol	DIN EN ISO 22155:2016-07
Isopropylbenzol (Cumol)	DIN EN ISO 22155:2016-07

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Summe AKW	DIN EN ISO 22155:2016-07
Dichlormethan	DIN EN ISO 22155:2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlormethan	DIN EN ISO 22155:2016-07
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 22155:2016-07
Trichlorethen	DIN EN ISO 22155:2016-07
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 22155:2016-07
Summe LHKW	DIN EN ISO 22155:2016-07
Vinylchlorid	DIN EN ISO 22155:2016-07
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(ghi)perylene	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 138	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308:2016-12 (UAU)
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Eluat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403-2:2012-10 (UAU)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01

(UAU) - Verfahren durchgeführt am Standort Augsburg

Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen
210401

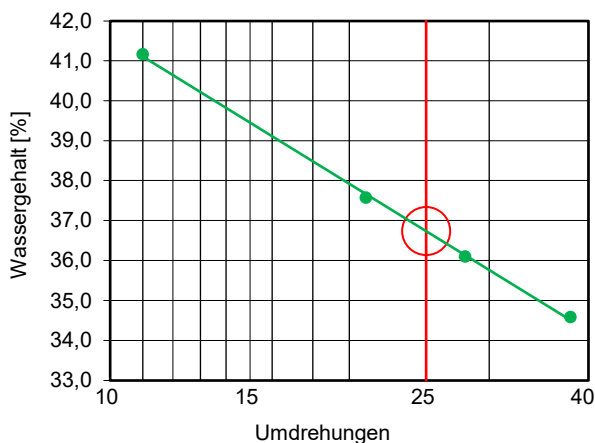
Projektzeichen: V6119-MLU
Entnahmestelle: P 5/1
Entnahmetiefe: n. a.
Entnahmeart: gestört
Bodenansprache: Lösslehm
Witterung: n. a.
Probenehmer: n. a.
Prüfer: Anja Miller

Kennzeichen: AT001

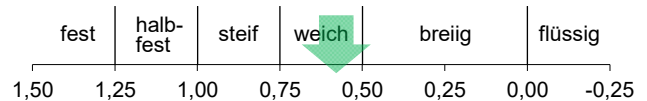
Entnahmedatum: 16.06.2021
Prüfdatum: 28.06.2021

Prüfverfahren: DIN EN ISO 17892-12, 4-Punktversuch, Casagrandegerät, zunehmender Wassergehalt

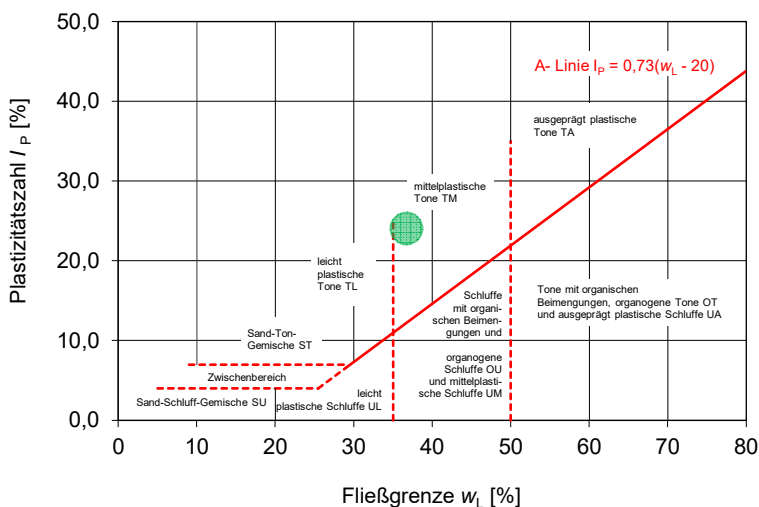
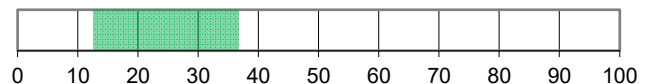
Fließgrenze [w_L]



Konsistenzzahl [I_c]



Konsistenzbereich [w_P bis w_L]



Wassergehalt [$w_{<0,4}$]: **22,82%**

Fließgrenze [w_L]: **36,73%**

Ausrollgrenze [w_P]: **12,69%**

Plastizitätszahl [I_P]: **24,05%**

Konsistenzzahl [I_c]: **0,58**

Überkornanteil [$\ddot{u}_{>0,4}$]: **-/-**

Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen
210401

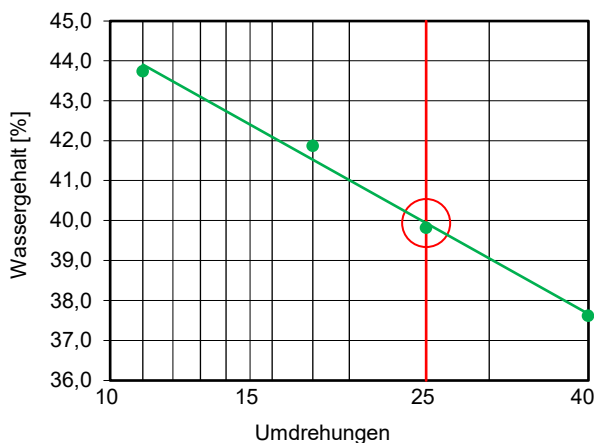
Projektzeichen: V6119-MLU
Entnahmestelle: P3/2
Entnahmetiefe: n. a.
Entnahmeart: gestört
Bodenansprache: Verwitterungshorizont, Lettenkeuper
Witterung: n. a.
Probenehmer: n. a.
Prüfer: Anja Miller

Kennzeichen: AT002

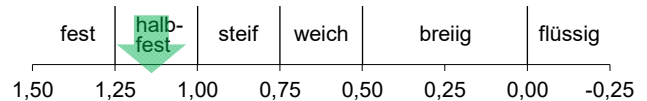
Entnahmedatum: 16.06.2021
Prüfdatum: 28.06.2021

Prüfverfahren: DIN EN ISO 17892-12, 4-Punktversuch, Casagrandegerät, zunehmender Wassergehalt

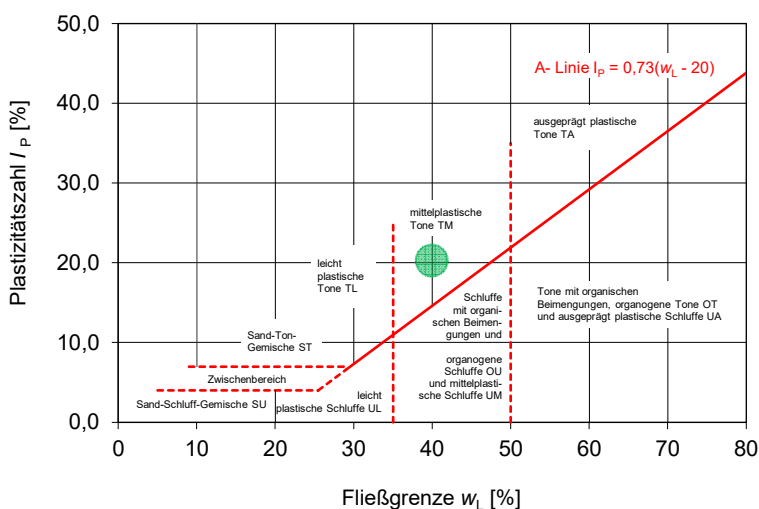
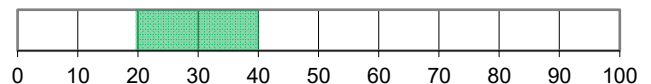
Fließgrenze [w_L]



Konsistenzzahl [I_C]



Konsistenzbereich [w_P bis w_L]



Wassergehalt [$w_{<0,4}$]: **16,81%**

Fließgrenze [w_L]: **39,94%**

Ausrollgrenze [w_P]: **19,66%**

Plastizitätszahl [I_P]: **20,28%**

Konsistenzzahl [I_C]: **1,14**

Überkornanteil [$\ddot{u}_{>0,4}$]: **-/-**

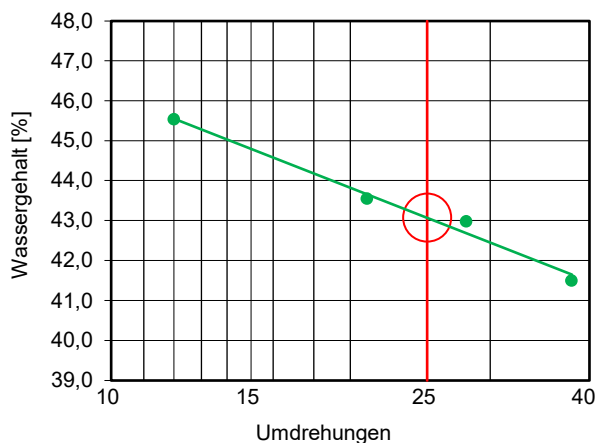
Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen 210401

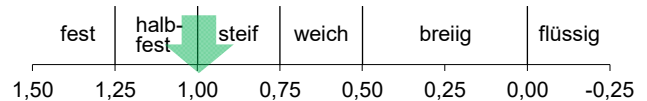
Projektzeichen: V6119-MLU Kennzeichen: AT003
Entnahmestelle: P9/2
Entnahmetiefe: n. a.
Entnahmeart: gestört
Bodenansprache: Verwitterungshorizont, Lettenkeuper
Witterung: n. a.
Probenehmer: n. a. Entnahmedatum: 16.06.2021
Prüfer: Anja Miller Prüfdatum: 28.06.2021

Prüfverfahren: DIN EN ISO 17892-12, 4-Punktversuch, Casagrandegerät, zunehmender Wassergehalt

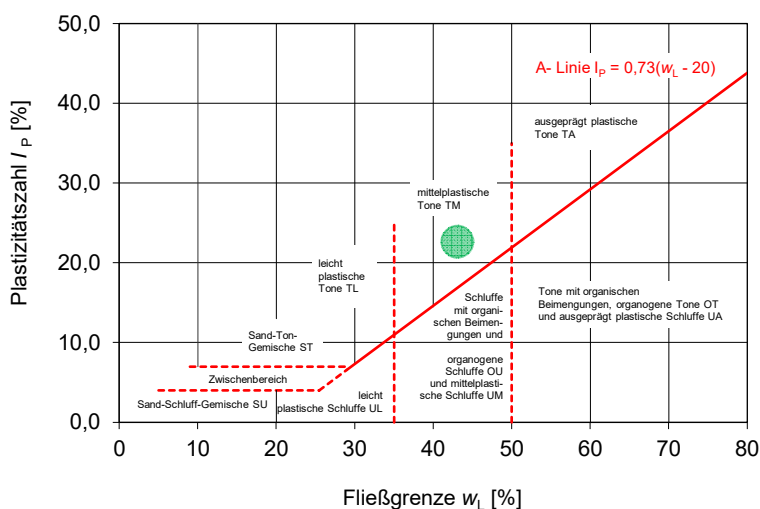
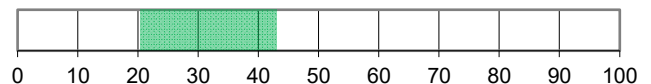
Fließgrenze [w_L]



Konsistenzzahl [I_C]



Konsistenzbereich [w_P bis w_L]



Wassergehalt [$w_{<0,4}$]: **20,53%**

Fließgrenze [w_L]: **43,07%**

Ausrollgrenze [w_P]: **20,42%**

Plastizitätszahl [I_P]: **22,65%**

Konsistenzzahl [I_C]: **1,00**

Überkornanteil [$\ddot{u}_{>0,4}$]: **-/-**

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen
210401

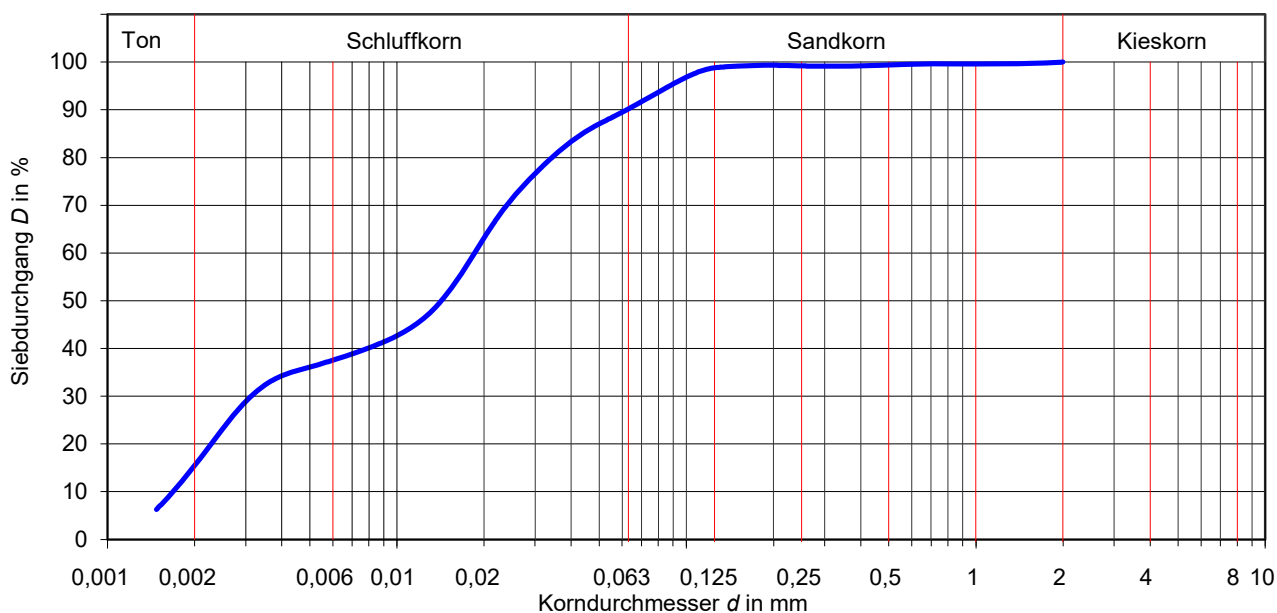
Projektzeichen: V6119-MLU Kennzeichen: KV001-SA
Probenahme am: 16.06.2021 Probenahme durch: n. a.
Entnahmestelle: P5/1
Entnahmetiefe: n. a.
Entnahmeart: gestört
Prüfdatum: 28.06.2021 Prüfung durch: Anja Miller
Prüfverfahren: DIN ISO/TS 17892-4

Korngröße [mm]	Anteil [M-%]	Korngröße [mm]	Anteil [M-%]
4		0,0557	88,5
2	100,0	0,0405	83,6
1	99,6	0,0298	76,5
0,5	99,4	0,0201	63,5
0,25	99,2	0,0125	46,6
0,125	98,8	0,0074	39,4
		0,0046	35,5
		0,0028	26,4
		0,0015	6,3

Sandkorn: 10,0 %
Schluffkorn: 74,6 %
Ton: 15,4 %

Ungleichförmigkeit C_U : 11,0
Krümmung C_C : 0,3

DIN 18196: feinkörniger Boden
DIN EN ISO 14688-1: Schluff, tonig, schwach sandig (sa'clSi)
DIN 4022: Schluff, tonig, schwach sandig (U, t, s')



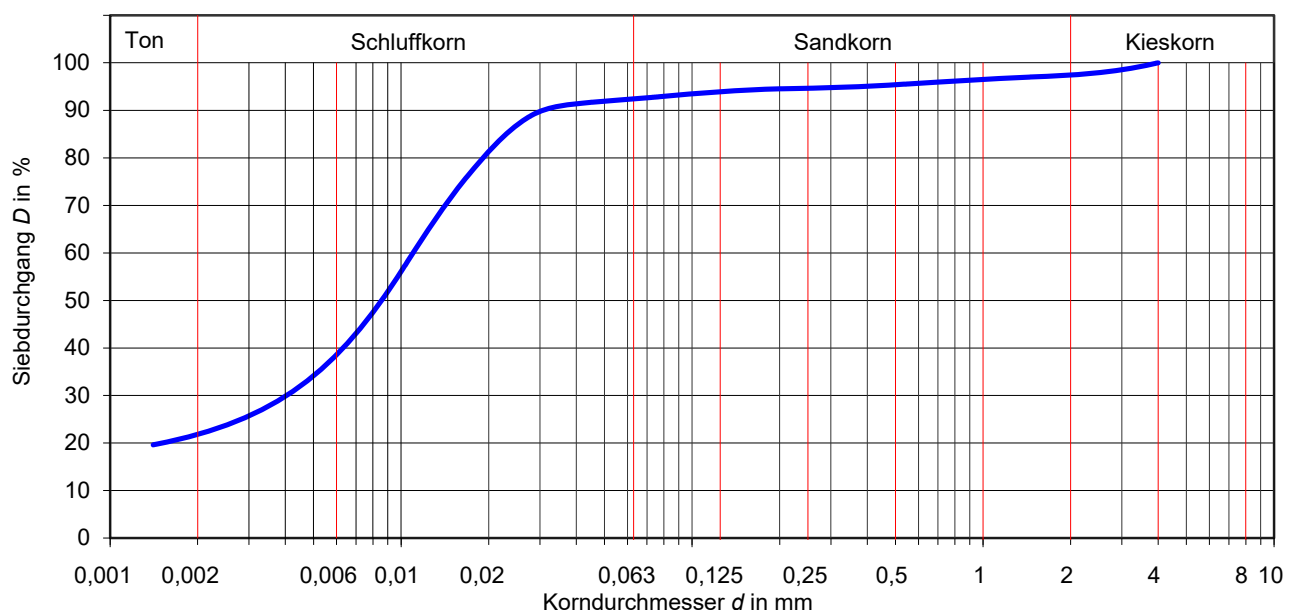
Bestimmung der Korngrößenverteilung

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
 Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen
 210401

Projektzeichen: V6119-MLU Kennzeichen: KV002-SA
 Probenahme am: 16.06.2021 Probenahme durch: n. a.
 Entnahmestelle: P3/2
 Entnahmetiefe: n. a.
 Entnahmemart: gestört
 Prüfdatum: 28.06.2021 Prüfung durch: Anja Miller
 Prüfverfahren: DIN ISO/TS 17892-4

Korngröße [mm]	Anteil [M-%]	Korngröße [mm]	Anteil [M-%]		
4	100,0	0,0517	92,0	Kieskorn:	2,6 %
2	97,4	0,0368	91,1	Sandkorn:	5,0 %
1	96,5	0,0266	88,1	Schluffkorn:	70,6 %
0,5	95,4	0,0180	78,2	Ton:	21,8 %
0,25	94,6	0,0114	61,7		
0,125	93,9	0,0072	43,9	Ungleichförmigkeit C_U :	n.v.
		0,0046	32,5	Krümmung C_C :	n.v.
		0,0028	24,7		
		0,0014	19,6		

DIN 18196: feinkörniger Boden
 DIN EN ISO 14688-1: Schluff, tonig, schwach sandig (sa'clSi)
 DIN 4022: Schluff, tonig, schwach sandig (U, t, s')



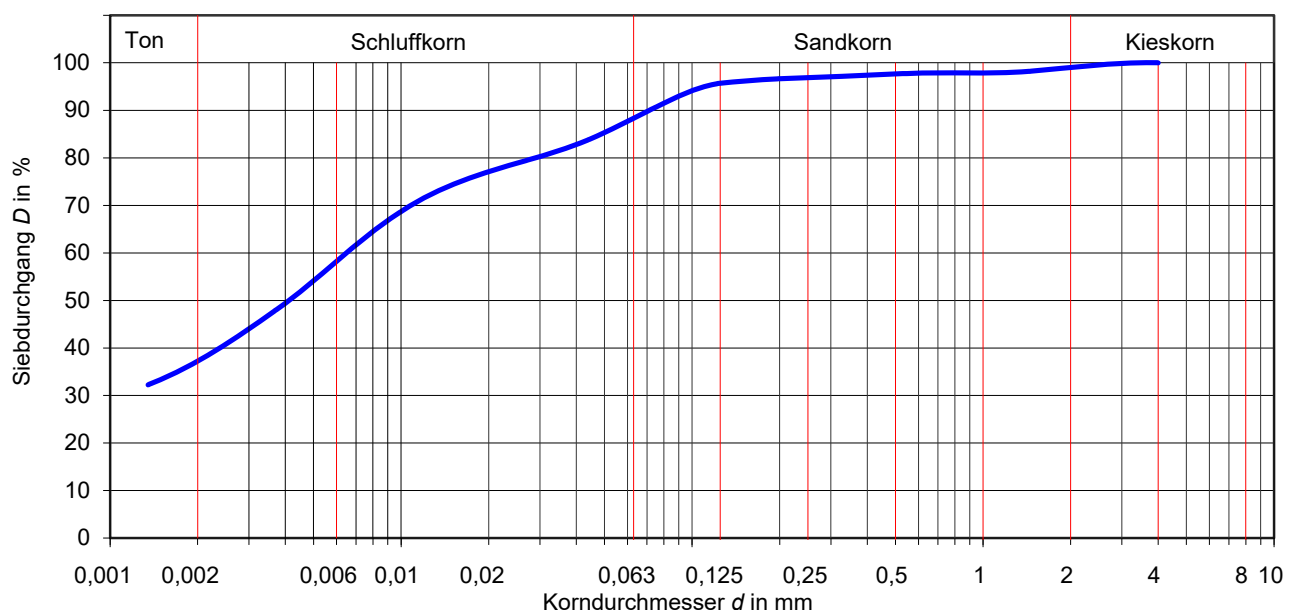
Bestimmung der Korngrößenverteilung

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen
210401

Projektzeichen: V6119-MLU Kennzeichen: KV003-SA
Probenahme am: 16.06.2021 Probenahme durch: n. a.
Entnahmestelle: P9/2
Entnahmetiefe: n. a.
Entnahmeart: gestört
Prüfdatum: 28.06.2021 Prüfung durch: Anja Miller
Prüfverfahren: DIN ISO/TS 17892-4

Korngröße [mm]	Anteil [M-%]	Korngröße [mm]	Anteil [M-%]		
4	100,0	0,0557	86,7	Kieskorn:	1,0 %
2	99,0	0,0403	82,9	Sandkorn:	10,8 %
1	97,8	0,0290	80,0	Schluffkorn:	51,0 %
0,5	97,6	0,0187	76,5	Ton:	37,2 %
0,25	96,9	0,0112	70,5		
0,125	95,7	0,0068	60,9	Ungleichförmigkeit C_U :	n.v.
		0,0043	51,0	Krümmung C_C :	n.v.
		0,0026	41,5		
		0,0014	32,3		

DIN 18196: feinkörniger Boden
DIN EN ISO 14688-1: Schluff, stark tonig, schwach sandig (sa'cl*Si)
DIN 4022: Schluff, stark tonig, schwach sandig (U, t*, s')



Einaxialer Druckversuch

Auftraggeber: BGU, Büro für Geologie und Umweltfragen, Dr. Hansel und Partner, Deckenpfronn
Projekt: Neubaugebiet Hinterer Steig, Gansäcker, Nufringen
210401

Projektzeichen:	V6119-MLU	Kennzeichen:	ET001
Probenahme am:	16.06.2021	Probenahme durch:	n. a.
Entnahmestelle:	P1/4		
Entnahmetiefe:	n. a.		
Entnahmeart:	Ausbaustück		
Prüfdatum:	02.07.2021	Prüfung durch:	Andreas Becker
Prüfverfahren:	TP BF - StB, Teil C 1, Option 1		

Bodenart: Festgesteinzszone Lettenkeuper

Güteklasse nach DIN 4021: 2

Probekörper:

Länge l : 49,9 mm

Querschnittsfläche A: 1911,5 mm²

Volumen V: 95446,8 mm³

Wassergehalt ω : 1,0 %

Dichte ρ : 2,732 Mg/m³

Druckfestigkeit:

Prüfgeschwindigkeit: 5,0 MN/(m² · min)

Bruchkraft F: 124,26 kN

Einaxiale Druckfestigkeit σ_u : **65,0 MN/m²**