



Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH

GGU mbH • Am Römerbad 23/1 • 74613 Öhringen

Schäfer & Peters GmbH  
Zeilbaumweg 32  
74613 Öhringen

**Öhringen**

Telefon +49 (0)7941 / 6492420  
Telefax +49 (0)7941 / 6499234  
www.ggu.de  
post-oe@ggu.de

Baugrund  
Grundwasser  
Umwelttechnik / Altlasten  
Damm- und Deichbau  
Straßen- und Erdbau  
Spezialtiefbau  
Deponiebau  
Kunststofftechnik  
Software-Entwicklung

**Neuenstein, Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer & Peters  
Geotechnischer Bericht (Erkundung)**

02.12.2022

Baugrunderkundung  
Feldmesstechnik  
Prüflabore für Boden  
Prüflabor für Kunststoff  
Inspektionsstelle

Braunschweig  
Magdeburg  
Öhringen  
Schwerin

**Bericht:** 2022/1355.3

**Verteiler:** Schäfer & Peters GmbH

2-fach

Schäfer & Peters, Herr Löffler:  
rloeffler@schaefer-peters.com

PDF

BIT Ingenieure, Herr Labus:  
gregor.labus@bit-ingenieure.de

PDF

**Bearbeiter:** Mario Löw

Beratende Ingenieure VBI,  
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK  
Sachverständige für  
Erd- und Grundbau  
Vereidigte Sachverständige  
Amtsgericht Braunschweig  
HRB 9354  
Geschäftsführer:  
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,  
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Peter Grubert, M.Sc.,  
Dr.-Ing. Carl Stoewahse  
Dipl.-Ing. Birk Kröber  
Dipl.-Ing. Axel Seilkopf

## Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Baumaßnahme.....	4
3	Untersuchungen.....	6
4	Baugrund .....	6
4.1	Schichtenbeschreibung .....	7
4.2	Bodenklassen .....	9
4.3	Homogenbereiche.....	10
4.3.1	Erdarbeiten (DIN 18300) .....	11
4.3.2	Bohrarbeiten (DIN 18301) .....	15
4.3.3	Rammarbeiten (DIN 18304) .....	18
4.4	Grundwasser und Vorfluter .....	20
4.5	Beurteilung der Tragfähigkeit .....	21
5	Bodenmechanische Laboruntersuchungen .....	22
6	Zusammenfassung.....	23

## Abbildungen

Abbildung 1:	Untersuchungsgebiet, Blick Richtung Süden (08.09.2022).....	5
Abbildung 2:	Untersuchungsgebiet, Blick Richtung Norden (30.08.2022) .....	5

## Tabellen

Tabelle 1:	Bodenklassifizierung .....	9
Tabelle 2:	Zusammenfassung der Homogenbereiche.....	11
Tabelle 3:	Ergebnisse Grundwassermessungen.....	21
Tabelle 4:	Laboruntersuchungen .....	22

## **Anlagen**

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Bodenprofile
Anlage 2.1	Bodenprofil Bürogebäude
Anlage 2.2	Bodenprofil Logistik Süd
Anlage 2.3	Bodenprofil Logistik Mitte
Anlage 2.4	Bodenprofil Logistik - Lager
Anlage 2.5	Bodenprofil Lager Mitte
Anlage 2.6	Bodenprofil Lager Nord
Anlage 2.7	Bodenprofil Logistik West
Anlage 2.8	Bodenprofil Logistik - Lager Mitte
Anlage 2.9	Bodenprofil Logistik - Lager Ost
Anlage 2.10	Bodenprofile Erweiterungsflächen
Anlage 3	Bodenmechanische Laborergebnisse
Anlage 3.1	Kornverteilungen
Anlage 3.2	Zustands-/Konsistenzgrenzen
Anlage 4	Grundwasseranalytik

## **1 Einleitung**

In Neuenstein ist die Erweiterung des Gewerbegebietes „Lange Klinge“ geplant. Hierzu ist unter anderem die Errichtung mehrerer Firmengebäude der Firma Schäfers & Peters vorgesehen. Es handelt sich um ein Hochregallager, eine Logistikhalle, ein Shuttle Lager, ein viergeschossiges Verwaltungsgebäude sowie die dazugehörigen Erschließungsflächen und Verkehrswege. Eine Tiefgarage soll unter Teilen des geplanten Bauwerks verlaufen. Für die Maßnahme soll ein Massenausgleich zur Profilierung und Umlagerung der Fläche erfolgen. Für die Erstellung des Berichtes lagen Pläne und Schnitte, Stand 30.09.2022 vor.

Die GGU wurde mit der Erkundung der Baugrundverhältnisse für dieses Bauvorhaben beauftragt. Für die Bearbeitung stand uns ebenfalls ein Lageplan zur Verfügung, die Erkundungspunkte wurden dabei durch die BIT Ingenieure grob festgelegt.

In dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Erkundungskampagne (Großbohrungen und schwere Rammsondierungen) sowie Laboruntersuchungen geliefert und darauf basierend die Homogenbereiche und Bodenkennwerte festgelegt. Die Empfehlungen für die Gründung der geplanten Bauwerke sowie Verkehrsflächen werden zusammen mit bautechnischen Folgerungen im Folgebericht ergänzt.

## **2 Baumaßnahme**

Im Rahmen des Bauvorhabens sollen auf den Flurstücken Nr. 1698 und 1699 das Hochregallager, ein Shuttlelager und die Logistikhalle errichtet werden. Auf dem Flurstück 1700 ist die Errichtung des vierstöckigen Verwaltungstraktes vorgesehen. Für potentielle Erweiterungsflächen stehen die Flurstücke Nr. 244 und 245 zur Verfügung. Die Verkehrs- und Parkflächen verteilen sich auf diese Flurstücke. Zum Zeitpunkt der Erkundungen waren alle Flächen im Untersuchungsgebiet noch in landwirtschaftlicher Nutzung.

Im Norden begrenzt die Bundesautobahn 6 (BAB 6) das Gebiet. Westlich schließt nach einem unbebauten Wiesenflurstück das zur Erweiterung vorgesehene Gewerbegebiet an. Im Süden und Osten verlaufen weitere landwirtschaftliche Nutzflächen sowie die Haller Straße und die L1036. Die Gesamtfläche war morphologisch gewellt und besteht aus Tief- und Hochbereichen. Insgesamt treten Höhenunterschiede von bis zu 12 m auf.

Das Bauvorhaben wird in die geotechnische Kategorie GK 3 nach der DIN 1054:2010-12 eingestuft.

Die folgenden Abbildungen zeigen das Untersuchungsgebiet zum Zeitpunkt der Großbohrungen vom 09.08.2022 bis 02.09.2022:



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet, Blick Richtung Süden (08.09.2022)



Abbildung 2: Untersuchungsgebiet, Blick Richtung Norden (30.08.2022)

### 3 Untersuchungen

Zur Charakterisierung der Homogenbereiche für die Gesamtbaumaßnahme nach DIN 18300:2019-09 sind bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen erforderlich. Aufgrund der GK 3 wurden viele der Kennwerte durch bodenmechanische Laboruntersuchungen bestimmt. Es wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

#### Felduntersuchungen

- 22 Stück Bohrungen 178 mm (Tiefen bis max. 17 Meter unter GOK),  
1x außerhalb der Fläche
- 15 Stück Schwere Rammsondierungen (Tiefen bis max. 9,6 Meter unter GOK),  
2x außerhalb der Fläche
- 3 Stück GW-Messtellen (bis max. 25,3 m unter GOK),  
1x außerhalb der Fläche

#### Laboruntersuchungen

- 12 Stück Kornverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4
- 4 Stück Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 4 Stück Glühverlust nach 18128

Die Untersuchungspunkte (Bohrungen und schwere Rammsondierungen) sind in der Anlage 1 (Lageplan) dokumentiert.

### 4 Baugrund

Nach der geologischen Karte „GeoLa GK50“ des LGRB (Maßstab 1 : 50 000) sowie der geologischen Karte 7632, Öhringen (Maßstab 1 : 25.000) stehen im Untergrund Lößlehme über den Verwitterungslehmen des Gipskeupers und des unteren Keupers an. Der in den Bohrungen erkundete Boden- und Felsaufbau in der Baufläche ist in den beiliegenden Schichtprofilen (Anlage 2) dargestellt und deckt sich in etwa mit den erwarteten Schichtenfolgen. Die DPH wurden jeweils bis zum Erreichen des Fels abgeteuft. Da für dieses Bauvorhaben gegebenenfalls eine Tiefgründung notwendig werden kann, wurden die Bohrungen in festen Fels abgeteuft. Tektonische Störungen sind nicht in der Nähe des Untersuchungsgebietes verzeichnet und wurden in den Erkundungen ebenfalls nicht angetroffen.

#### 4.1 Schichtenbeschreibung

Grundsätzlich bestätigen die Bohrungsergebnisse die Erkundungen aus den Schürfen und ergänzen diese durch Erkenntnisse in den tieferliegenden Schichten.

Im Untersuchungsgebiet stehen zuoberst durchgehend schwach humose bis humose schluffige **Oberböden** an. Die Mächtigkeit dieser braunen Schicht variiert im Untersuchungsgebiet, maximal wurde sie mit 0,4 m aufgenommen. Aufgrund der sehr trockenen Witterung waren diese Schichten überwiegend halbfest bis fest.

Unterhalb des Oberbodens wurden bindige **Löss- und Verwitterungslehme** erkundet. Die Konsistenzen waren überwiegend steif bis halbfest. Vereinzelt traten auch weiche Lagen auf, oft vergesellschaftet mit Poren- und Schichtwasser. Im Vergleich zu den im späten Frühjahr durchgeführten Schurferkundungen wurden die weichen Bereiche seltener erkundet. In den Böden waren neben grauen Reduktionsspuren der Bodenbildung auch dunkle fleckige Pflanzenreste in einzelnen Schichtlagen vorhanden. Die überwiegend hellbraunen bis braunen, vereinzelt auch rostfarbenen Lösslehme gingen zur Tiefe hin in eher graubraune und gräuliche Verwitterungslehme über. In der Bodenansprache wurde diese Lehme überwiegend als tonige Schluffe mit wechselndem, aber zumeist eher geringem Sandanteil beurteilt. Zur Tiefe hin gingen diese stellenweise in schluffige bis stark schluffige Tone über. Dieser Übergang geschieht fließend.

In drei der Aufschlüsse, namentlich B21, GWM 1 und B7 wurden unterhalb des Oberbodens Auffüllungen erkundet. Während die in GWM1 und B21 max. 1,4 m mächtigen **bindige Auffüllungen** aus tonigem, Schluff mit Ziegelbruch voraussichtlich um umgelagertes Material der näheren Umgebung handelt, wurden in B7 bis in 3,5 m Tiefe auch aufgefüllte sandig, schluffige Kiese mit Ziegel und Kalksteinbruch erkundet. Diese **gemischtkörnige Auffüllung** ist eventuell mit den Auffüllungen in Schurf 6 (Bericht 2022/1355.1 vom 22.06.22) vergleichbar. Laut Aussage einiger lokaler Ortskundiger könnte ein alter verfüllter Hohlweg durch das Untersuchungsgebiet führen. Die genaue Lage kann erst bei einem großflächigen Aushub festgelegt werden. Vorerst wird davon ausgegangen, dass sich dieser – falls vorhanden – zwischen B 7 und SCH 6 erstreckt.

Unterhalb der Verwitterungslehme wurden in einigen Bohrungen Lagen aus stark bindigen Sanden und Kiesen erkundet. Dieser residuale **Felsersatz** besteht überwiegend aus vollständig zersetzten und wechselfesten Mergel- und Tonsteinen, die bei Wasserzugabe (z. B. bei Nassiebung) weiter zerfallen. Vereinzelt bestanden diese Lagen auch aus Überresten von Dolomit- und Kalksteinen.

An der Basis der Schichtenfolge wurden Wechsellagerungen aus braunen und grauen bis schwarzen **Ton-, Mergel- und Kalksteinen** erkundet. Vereinzelt waren am Top dieser Festgesteine noch die verwitterten bis stark verwitterten Reste eines gelblichbraunen Dolomits vorhanden. Die Kalksteine waren teils kavernös ausgeprägt. Eine Lamination und lokale Flaserung wurde ebenfalls in den Kalksteinen aufgenommen. Größere Hohlräume wurden in den Kalksteinen jedoch nicht angetroffen. Die Ton- und Mergelsteine waren stellenweise in der oberen Schichtbereichen bereits stark verwittert.

### Schwere Rammsondierungen

Im Bereich des geplanten Bürogebäudes wurden die DPH 3 und 4 abgeteuft. Im Einklang mit den Ergebnissen der Bohrungen und der Schürfe wurden hier maximale Tiefen bereits bei 4,5 m bis 5,8 m erreicht. Die Schlagzahlen der DPH 4 steigen dabei erst ab ca. 3,5 m über 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe an. In der DPH 3 erhöhen sich die Schlagzahlen hingegen beständig und überschreiten bei ca. 3,7 m die 10 Schläge.

Im Bereich der Hallengebäude wurden die DPH 5, 6, 8, 9, 12 und 13 abgeteuft. Im Bereich der DPH 6 bis 13 zeigten sich maximale Eindringtiefen von 8,4 bis 9,6 m bis kein Rammfortschritt mehr möglich war. Die Schlagzahlen steigen dabei ca. zwischen 3,0 und 4,0 m Tiefe auf über 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe m über 10. An der Position der DPH 5 kommt der Fels etwas früher, bei 7,8 m Tiefe. Die Schlagzahlen liegen bis 5,3 m unter 10 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe.

Im Bereich der Erweiterungsflächen wurden die DPH 7, 10, 11 und 14 abgeteuft. DPH 7 und 11 wiesen maximale Eindringtiefen von 7,1 bis 8,4 m auf. In den DPH 10 und 14 waren bereits ab 5,3 bzw. 6,1 m kein weiterer Rammfortschritt mehr möglich. Im Bereich der Erweiterungsfläche III wurde die DPH 15 mit einer maximal Tiefe von 9,2 m abgeteuft. Der Habitus der Schlagzahlenanstiege gleicht dem der anderen schweren Rammsondierungen.

Insgesamt lässt sich durch die Rammsondierungen zusammen mit den Bohrungen ein gutes Bild der Übergänge zwischen Lockergesteinen (Lehmen) zu festerem Verwitterungshorizont und schließlich dem Fels selbst nachvollziehen. Grundsätzlich erscheint der Bodenaufbau überwiegend homogen, die Tiefe der Lockergesteinsüberdeckung schwankt jedoch und nimmt grob nach Norden und Westen hin zu. Dies korreliert in etwa mit den morphologischen Höhen.

## 4.2 Bodenklassen

In der nachstehenden Tabelle werden die im Baufeld anstehenden Schichten nach den folgenden Vorschriften eingestuft:

- DIN 18196:2011 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN 18300:2012 Erdarbeiten - Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB, Teil C)
- ZTV E-StB 17 Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Beurteilung der Frostepfindlichkeit

Tabelle 1: Bodenklassifizierung

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300	Frostepfindlichkeit nach ZTV E-StB
Oberboden	OU	1 (2)	F 3
Bindige Auffüllung	[TL], [UL]	4	F 3
Gemischtkörnige Auffüllungen	[GU], [SU]	3	F 2
Bindige Böden	UL, TL, TM, TA	4 - 5 (2)	F 3
Gemischtkörnige Böden (Felszersatz)	GU*, GT*, SU*, ST*	4 - 5 (2)	F 3
Fels, entfestigt bis unverwittert	-	6 - 7	-

Die anstehenden bindigen Böden sind wasser- und strukturempfindlich und gehen bei Wasserzutritt und unter dynamischer Beanspruchung in den breiigen Zustand über (Bodenklasse 2).

### **Erläuterung der Bodengruppen nach DIN 18196:**

OU	organogene Schluffe
UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone
SU	Sand-Schluff-Gemische mit 5 - 15 M.-% Feinkorn
SU*	Sand-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
ST*	Sand-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
GU	Kies-Schluff-Gemische mit 5 - 15 M.-% Feinkorn
GU*	Kies-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
GT*	Kies-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
[ ]	Auffüllungen aus natürlichen Böden

### **Erläuterungen zu den Bodenklassen nach DIN 18300:**

1	Oberboden
2	Fließende Bodenarten
3	Leicht lösbare Bodenarten
4	Mittelschwer lösbare Bodenarten
5	Schwer lösbare Bodenarten
6	Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
7	Schwer lösbarer Fels

### **Erläuterungen zur Frostempfindlichkeit des Bodens nach ZTV E-StB:**

F 3	leicht bis mittel frostempfindlich
F 3	sehr frostempfindlich

## **4.3 Homogenbereiche**

Mit der Einführung der VOB 2016 sind Homogenbereiche mit für das Bauvorhaben relevanten Bodeneigenschaften festzulegen. Für erdbautechnische, bohrtechnische und rammtechnische Maßnahmen wurden im Baufeld gemäß DIN 18300:2019-09 (VOB-C), DIN 18301:2019-09 (VOB-C) sowie DIN 18304:2019-09 (VOB-C) relevante Homogenbereiche definiert. Die Homogenbereiche sind als vorläufig zu betrachten und können je nach Planung gegebenenfalls zusammengefasst oder angepasst werden. Nachfolgende Tabelle fasst die einzelnen Gewerke mit ihren Homogenbereichen zusammen. Eine detailliertere Angabe von Bodenkennwerten folgt in den darauf anschließenden Unterpunkten.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Homogenbereiche

Erdbauarbeiten	Bohrarbeiten	Rammarbeiten
E1: Oberboden	B1a: Bindige Böden, steif bis halbfest B1b: Bindige Böden, fest	R1: Bindige Böden, steif
E2a: Bindige Böden, schluffig E2b: Bindige Böden, tonig E2c: Bindige Böden, fest	B2: Felszersatz	R2: Bindige Böden, halbfest
E3: Gemischtkörnige Auffüllungen	B3: Fels, stark verwittert	R3: Bindige Böden, fest
E4: Felszersatz	B4: Fels, gering verwittert	R4: Felszersatz
E5: Ton- & Mergelstein	B5: Fels, unverwittert	
E6: Kalkstein		

#### 4.3.1 Erdarbeiten (DIN 18300)

##### Homogenbereich E1: Oberboden

Bezeichnung: Oberboden

Bodengruppen nach DIN 18196:

OU Organogene Schluffe

##### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 16,0 - 17,0 / 6 - 7,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 20,0 - 25,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 2 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 2 - 10 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 30 \%$ (leicht bis mittel plastisch)
Zustandsform	$I_c > 0,75$ (mindestens steif bis fest)
Massenanteil Steine/Blöcke	$< 5 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	sehr schwach durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-8} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	1 - 2 % TOC (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich E2a: Bindige Böden, schluffig

Bezeichnung: Lösslehme, gewachsen oder umgelagert (Auffüllung)

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
[UL]	leicht plastische Schluffe, aufgefüllt
[TL]	leicht plastische Tone, aufgefüllt

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 19,0 / 8 - 9,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 25,0 - 30,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 5 - 15 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 5 - 20 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 30 \%$ (leicht bis mittel plastisch)
Zustandsform	$I_c = 0,75 - 1,25$ (steif bis halbfest)
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	sehr schwach durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-8} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 5 % im Glühverlust

## Homogenbereich E2b: Bindige Böden, tonig

Bezeichnung: Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 27,5^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 5 - 20 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 30 - 50 \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c = 0,75 - 1,25$ (steif bis halbfest)
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	5 - 6 % im Glühverlust

## Homogenbereich E2c: Bindige Böden, fest

Bezeichnung: Löss- und Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 30,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 10 - 25 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 15 - 30 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 50 \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c > 1,25$ (fest)
Massenanteil Steine/Blöcke	$< 5 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	$< 6 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich E3: Gemischtkörnige Auffüllungen

Bezeichnung: verlehmtter Kies & Sand

Bodengruppen nach DIN 18196:

[GU]	Kies-Schluff-Gemische mit 5 - 15 M.-% Feinkorn, aufgefüllt
[SU]	Sand-Schluff-Gemische mit 5 - 15 M.-% Feinkorn, aufgefüllt

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 17,0 - 19,0 / 7 - 9,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 32,5 - 37,5^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 0 - 5 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 15 - 30 \text{ MN/m}^2$
Lagerungsdichte	mitteldicht
Massenanteil Steine/Blöcke	$< 5 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-5} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	$< 5 \%$ im Glühverlust

## Homogenbereich E4: Felsverwitterungshorizont

Bezeichnung: Felszersatz

Bodengruppen nach DIN 18196:

GU*	Kies-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
SU*	Sand-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
GT*	Kies-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
ST*	Sand-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 30,0 - 35,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 2 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 25 - 35 \text{ MN/m}^2$
Zustandsform	$I_c > 1,0$ (halbfest bis fest)
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	durchlässig bis schwach durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 5 % im Glühverlust

## Homogenbereich E5: Fels, Ton- und Mergelstein

Bezeichnung: Ton- und Mergelsteine

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 20,0 - 22,0 / 10,0 - 12,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 30,0 - 35,0^\circ$ (Rechenwerte)
Kohäsion	$c'_k = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$ (Rechenwerte)
Steifemodul	$E_s = 60 - 80 \text{ MN/m}^2$
Genetische Einheit und geologische Struktur	Deckgebirge
Veränderlichkeit	veränderlich bis stark veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit	$q_u = < 10 \text{ MPa}$
Verwitterungsgrad	entfestigt bis angewittert
Trennflächenabstand	< 6 cm
Gesteinskörperform	dünn bis feinlaminiert
Klüftigkeit	gering, keine Hohlräume im Tonstein

## Homogenbereich E6: Fels, Kalkstein

Bezeichnung: Kalkstein

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 21,0 - 23,0 / 11,0 - 13,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 35,0 - 40,0^\circ$ (Rechenwerte)
Kohäsion	$c'_k = 15 - 25 \text{ kN/m}^2$ (Rechenwerte)
Steifemodul	$E_s = 80 - 100 \text{ MN/m}^2$
Genetische Einheit und geologische Struktur	Deckgebirge
Einaxiale Druckfestigkeit	$q_u = 10 - 25 \text{ MPa}$
Verwitterungsgrad	angewittert bis unverwittert
Trennflächenabstand	< 20 cm
Gesteinskörperform	plattig bis bankig, lokal massig oder feinlaminiert
Klüftigkeit	klüftig, kleinräumig kavernös

### 4.3.2 Bohrarbeiten (DIN 18301)

## Homogenbereich B1a: Bindige Böden, steif bis halbfest

Bezeichnung: Löss- und Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 30,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 5 - 20 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 5 - 20 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 50 \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c = 0,75$ bis $1,25$ (steif bis halbfest)
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 6 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich B1b: Bindige Böden, fest

Bezeichnung: Löss- und Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 30,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 10 - 25 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 15 - 30 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 50 \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c = > 1,25$ (fest)
Massenanteil Steine/Blöcke	$< 5 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	$< 6 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich B2: Felsverwitterungshorizont

Bezeichnung: Felszersatz

Bodengruppen nach DIN 18196:

GU*	Kies-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
SU*	Sand-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
GT*	Kies-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
ST*	Sand-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 30,0 - 35,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 2 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 25 - 35 \text{ MN/m}^2$
Zustandsform	$I_c = > 1,0$ (halbfest bis fest)
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht
Massenanteil Steine/Blöcke	$< 5 \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	durchlässig bis schwach durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ )

Organischer Anteil < 5 % im Glühverlust

### Homogenbereich B3: Fels, stark verwittert

Bezeichnung: Ton- und Mergelsteine

#### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 20,0 - 22,0 / 10,0 - 12,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 30,0 - 35,0^\circ$ (Rechenwerte)
Kohäsion	$c'_k = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$ (Rechenwerte)
Steifemodul	$E_s = 50 - 70 \text{ MN/m}^2$
Genetische Einheit und geologische Struktur	Deckgebirge
Veränderlichkeit	veränderlich bis stark veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit	$q_u = < 5 \text{ MPa}$
Verwitterungsgrad	entfestigt bis angewittert
Trennflächenabstand	< 6 cm
Gesteinskörperform	dünn bis feinlaminiert
Klüftigkeit	gering, keine Hohlräume im Tonstein

### Homogenbereich B4: Fels, gering verwittert

Bezeichnung: Kalk-, Ton- und Mergelstein

#### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 20,0 - 23,0 / 10,0 - 13,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 35,0 - 40,0^\circ$ (Rechenwerte)
Kohäsion	$c'_k = 15 - 25 \text{ kN/m}^2$ (Rechenwerte)
Steifemodul	$E_s = 70 - 100 \text{ MN/m}^2$
Genetische Einheit und geologische Struktur	Deckgebirge
Einaxiale Druckfestigkeit	$q_u = 5 - 25 \text{ MPa}$
Verwitterungsgrad	angewittert
Trennflächenabstand	< 20 cm
Gesteinskörperform	plattig bis bankig, lokal massig oder feinlaminiert
Klüftigkeit	klüftig, kleinräumig kavernös

## Homogenbereich B5: Fels, unverwittert

Bezeichnung: Kalkstein

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 21,0 - 23,0 / 11,0 - 13,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 35,0 - 40,0 \text{ }^\circ$ (Rechenwerte)
Kohäsion	$c'_k = 15 - 25 \text{ kN/m}^2$ (Rechenwerte)
Steifemodul	$E_s = 80 - 100 \text{ MN/m}^2$
Genetische Einheit und geologische Struktur	Deckgebirge
Einaxiale Druckfestigkeit	$q_u = > 25 \text{ MPa}$
Verwitterungsgrad	unverwittert
Trennflächenabstand	$< 20 \text{ cm}$
Gesteinskörperform	plattig bis bankig, lokal massig oder feinlaminiert
Klüftigkeit	klüftig, kleinräumig kavernös

### 4.3.3 Rammarbeiten (DIN 18304)

## Homogenbereich R1: Bindige Böden, steif

Bezeichnung: Löss- und Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 30,0 \text{ }^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 5 - 15 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 5 - 15 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 50 \text{ } \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c = 0,75 - 1,0$ (steif)
Massenanteil Steine/Blöcke	$< 5 \text{ } \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	$< 6 \text{ } \%$ (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich R2: Bindige Böden, halbfest

Bezeichnung: Löss- und Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 30,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 10 - 20 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 50 \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c = 1,0 - 1,25$ (halbfest)
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 6 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich R3: Bindige Böden, fest

Bezeichnung: Löss- und Verwitterungslehme

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 22,5 - 30,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 10 - 25 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 15 - 30 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 50 \%$ (mittel bis ausgeprägt plastisch)
Zustandsform	$I_c > 1,25$ (fest)
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	nahezu undurchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ )

Organischer Anteil < 6 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)

### Homogenbereich R4: Felsverwitterungshorizont

Bezeichnung: Felszersatz

Bodengruppen nach DIN 18196:

GU*	Kies-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
SU*	Sand-Schluff-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
GT*	Kies-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn
ST*	Sand-Ton-Gemische mit 15 - 40 M.-% Feinkorn

#### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,0 - 20,0 / 8 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 30,0 - 35,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 2 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 25 - 35 \text{ MN/m}^2$
Zustandsform	$I_c = > 1,0$ (halbfest bis fest)
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht
Massenanteil Steine/Blöcke	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	durchlässig bis schwach durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 5 % im Glühverlust

#### 4.4 Grundwasser und Vorfluter

Während der Erkundungen wurde in manchen Bohrungen Schichtwasser erkundet. Der Wasserandrang war gering, in einigen ursprünglich trockenen Bohrungen war erst nach einigen Tagen Wasser im Bohrloch anzutreffen. Allerdings stieg das Wasser überwiegend über die ursprüngliche Tiefe an. Voraussichtlich handelt es sich um austretendes Porenwasser und vereinzelt, nicht durchgehende schwebende Schichtwasserhorizonte.

Aufgrund der stauenden Wirkung der durchgehend darüber liegenden sehr schwach bis sehr nahezu undurchlässigen Schichten im Baubereich ist, insbesondere bei länger andauernden Niederschlägen und jahreszeitlichen Schwankungen, in allen Tiefenlagen mit auftretendem Sicker-, Hang-, Schicht- oder Stauwasser zu rechnen.

Durchgehendes Grundwasser wurde in den Grundwassermessstellen innerhalb des Kalksteins (Muschelkalk) angetroffen. Hier handelt es sich um den bekannten Grundwasserleiter. Die GW-Messstellen wurden gemäß Absprache mit dem LRA hergestellt und in regelmäßi-

gen Abständen abgelesen. Kurzzeitpumpversuche konnten aufgrund der starken Verschlammung und des geringen Pegels nicht durchgeführt werden. Es wurden Wasserproben entnommen und analysiert (Anlage 4). Eine Betonaggressivität liegt nicht vor. In nachfolgender Tabelle werden die bisherigen GW-Messtiefen aufgeschlüsselt.

Tabelle 3: Ergebnisse Grundwassermessungen

Datum	Absolute Höhe:		
	GWM 1	GWM 2	GWM 3
29.08.2022	297,75	305,08	307,11
05.09.2022	297,56	304,98	307,01
12.09.2022	297,69	304,95	307,31
20.09.2022	297,31	304,87	306,02
26.09.2022	297,78	304,87	306,06
04.10.2022	297,25	304,82	305,99
10.10.2022	297,62	304,80	305,87
17.10.2022	297,26	304,76	k.W.
02.11.2022	297,21	304,77	k.W.
14.11.2022	297,67	304,75	k.W.
28.11.2022	297,88	304,72	k.W.

Des Gefälle des Grundwassers verläuft nach Westen in Richtung der GWM 1. Über die Sommer- und Herbstmonate war eine Abnahme des Grundwasserstands zu beobachten. In der morphologisch höchsten Grundwassermessstelle waren ab Mitte Oktober nur noch feuchte Stellen an der Sohle anzutreffen. Ein erneuter Anstieg wird in den nächsten Monaten erwartet. Es wird davon ausgegangen, dass auch die oberflächennahe Entwässerung des Gebietes durch eine im Westen durch das Gewerbegebiet verlaufende und letztlich in den Epbach mündende Entwässerungsrinne erfolgt.

Gemäß der Hochwassergefahrenkarte der LUBW liegt das Bebauungsgebiet außerhalb der hochwassergefährdeten Bereiche.

#### 4.5 Beurteilung der Tragfähigkeit

Die Gebäude werden teilweise mit einer mehrgeschossigen Tiefgarage unterkellert werden. Auch die nicht unterkellerten Bauteile sollen auf unterschiedlichen Niveaus gegründet werden. Aufgrund des notwendigen Massenausgleichs für die Fläche liegen die Gründungsgebiete teilweise auf ggf. verbessertem Aushubmaterial und teilweise in gewachsenem Boden. Dies kann auf der großen Länge des Gebäudes, in dem gemäß Statik/Planung keine Ausgleichsfuge vorgesehen werden kann, zu kritischen Setzungsunterschieden führen. Grundsätzlich eignet sich bindiger Boden in mindestens steifer Konsistenz zur Lastabtra-

gung. Ob dies für die hier auftretenden Lasten ohne weitere Maßnahmen ausreichend ist, wird ebenfalls als eher kritisch beurteilt. Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass in unterschiedlichen Tiefen immer wieder Weichlagen erkundet wurden - aufgeweichte Böden eignen sich nicht zur Lastabtragung und wären mit geeignetem Material auszutauschen.

Aufgrund dessen empfehlen wir für dieses Bauvorhaben eine Gründung direkt auf den Festgesteinen, um Setzungen aufgrund unterschiedlicher Untergrundverhältnisse möglichst gering zu halten. Detailliertere Berechnungen und Empfehlungen werden für die einzelnen Gebäudeteile im Folgebericht 1355.4 erörtert.

## 5 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Für bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen wurden während der Erkundung meter- bzw. schichtweise Bodenproben entnommen und als Rückstellproben im Lager der GGU verwahrt. In der nachfolgenden Tabelle sind die für die Untersuchungen verwendeten Proben aufgeschlüsselt:

Tabelle 4: Laboruntersuchungen

Bohrung	Höhe [m NHN]	Tiefe [m u. GOK]	Laboruntersuchungen
B 1	325,10	3,6 - 3,8	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
B2	323,25	2,6 - 2,8	Glühverlust
		2,6 - 2,8	Zustandsgrenzen
B 3	325,75	5,6 - 5,8	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
		6,7 - 7,0	Nasssiebung
B 7	324,90	2,6 - 2,9	Nasssiebung
		4,3 - 4,5	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
B 8	326,51	6,1 - 6,4	Glühverlust
		6,1 - 6,4	Zustandsgrenzen
B 10	327,98	1,4 - 1,6	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
B 11	325,74	6,3 - 8,6	Nasssiebung
B 13	329,63	4,6 - 4,8	Zustandsgrenzen
B 14	323,00	2,4 - 2,7	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
		6,0 - 6,4	Nasssiebung
B 16	330,43	5,6 - 5,8	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
		5,6 - 5,8	Glühverlust
B 18	322,11	3,0 - 3,3	Zustandsgrenzen

Bohrung	Höhe [m NHN]	Tiefe [m u. GOK]	Laboruntersuchungen
B 20	325,66	3,5 - 3,8	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse
		3,5 - 3,8	Glühverlust
GWM 1	315,97	5,6 - 5,8	Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse

Es wurden die in der Tabelle 4 aufgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen durchgeführt (vgl. Anlage 3).

Zur Identifikation der anstehenden Böden wurden zwölf **Kornverteilungsanalysen** (kombinierte Sieb- und Schlämmanalysen sowie Nasssiebungen) durchgeführt und viermal **Zustands- bzw. Konsistenzgrenzen** ermittelt. Die Ergebnisse sind dem vorliegenden Bericht als Anlage 3.1 sowie 3.2 dokumentiert.

Weiterhin wurden vier **Bestimmungen des Glühverlust** durchgeführt, welche in den Schichtprofilen der Anlage 2 eingepflegt sind.

## 6 Zusammenfassung

In Neuenstein ist die Erweiterung des Gewerbegebietes auf der „Langen Klinge“ geplant. Hierzu ist unter anderem die Errichtung mehrerer Firmengebäude der Firma Schäfers & Peters inklusive Verkehrsflächen vorgesehen. Für die Maßnahme soll ein Massenausgleich zur Profilierung und Umlagerung der Fläche erfolgen. Die GGU wurde mit der Erkundung der Baugrundverhältnisse für dieses Bauvorhaben beauftragt. Ergänzend zu den bisherigen Erkundungen wurden 22 Bohrungen und 15 schweren Rammsondierungen durchgeführt.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen zusammen. Im Baugebiet stehen unterhalb des Oberbodens bindige Böden an. Auffüllungen wurden nur punktuell angetroffen, deren genaue Ausbreitung kann nur im Aushub ermittelt werden, wird jedoch auf einen vermutlich verfüllten Hohlweg zurückgeführt. Die Durchführung des Massenausgleichs ist mit den anstehenden bindigen Böden geplant.

Chemische Analysen des Grundwassers wurden veranlasst, eine Betonaggressivität liegt nicht vor.

Aufgrund der schwach durchlässigen Schichten muss bei feuchter Witterung mit Stau- und Schichtwasser in jeder Tiefenlage gerechnet werden. Während der Erkundung wurden in mehreren Bohrungen Schicht- und Porenwasser in unterschiedlichen Tiefen angetroffen. Ein durchgehender Grundwasserleiter war in den Festgesteinen des Muschelkalk zu finden.

Bei diesem Bericht handelt es sich um den Erkundungsbericht, auf dessen Basis der Bericht 1355.4 Aussagen und Berechnungen über die Gründung der einzelnen Bauteile, sowie bautechnische Folgerungen und Maßnahmen zum Verkehrsflächenbau treffen wird.

Weitere Abstimmungen und Beratungen diesbezüglich können erst nach Vorlage detaillierter Planungsunterlagen erfolgen.

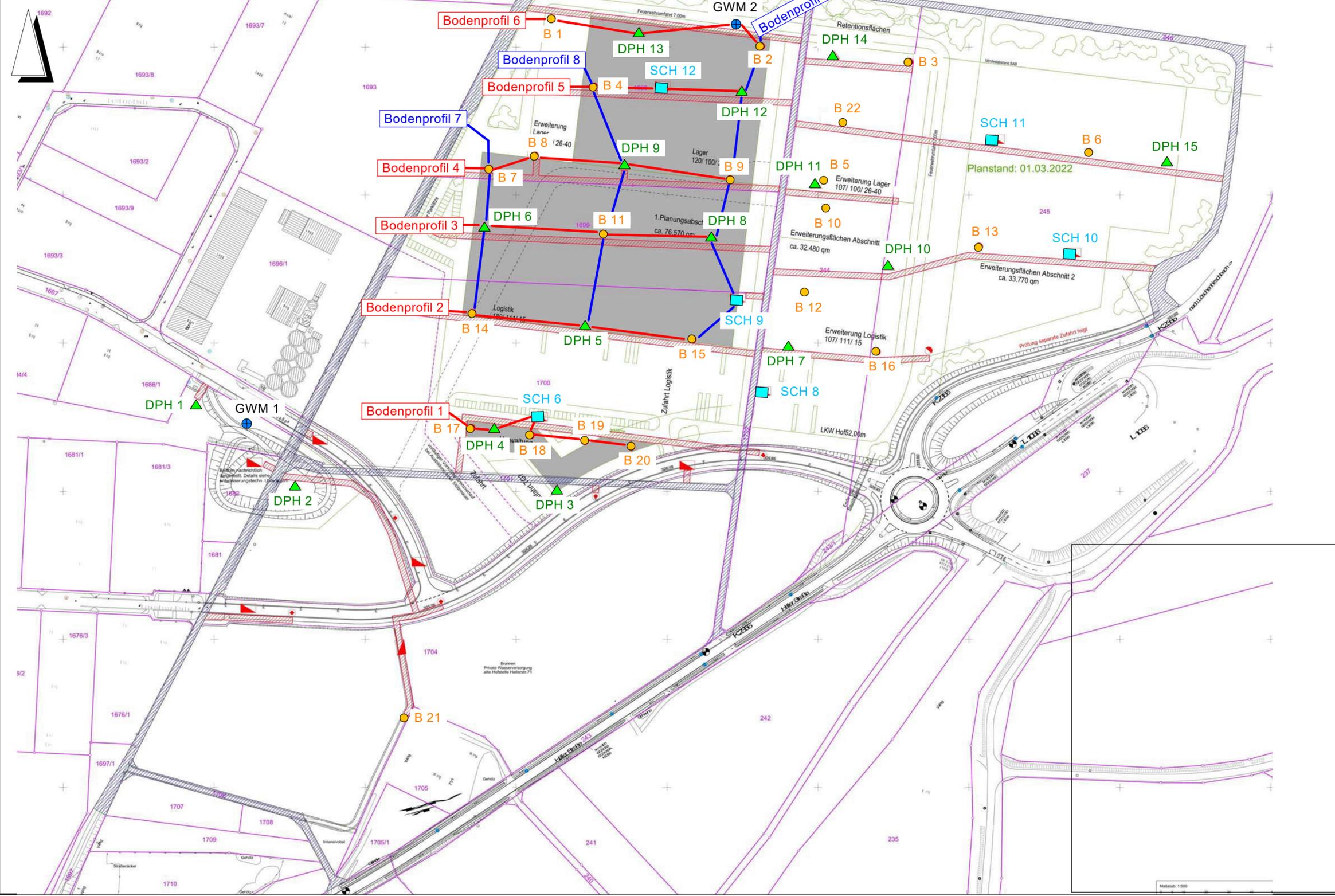
Für ergänzende Erläuterungen stehen wir gerne zur Verfügung.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Grubert', is positioned above the name.

Dr.-Ing. Peter Grubert

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Löw', is positioned above the name.

Dipl.-Geol. Mario Löw



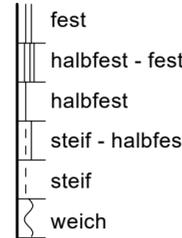
**Übersicht:**  
unmaßstäblich



- B = Bohrung
- ▲ DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)
- ⊕ GWM = Grundwassermessstelle
- SCH = Baggerschurf

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Römerbad 23/1 74613 Ohringen Tel.: 07941 / 6492420	<b>Neuenstein</b> Bebauung Lange Klinge Teilbereich Schäfer & Peters	
	<b>Lageplan</b>	
	Gezeichnet: Mü Bearbeiter: ML Maßstab: 1 : 1500	Bericht Nr.: 2022/1355.3

Konsistenzen:



Bodenprofil 1 / Bürogebäude

Maßstab d. H. 1 : 100

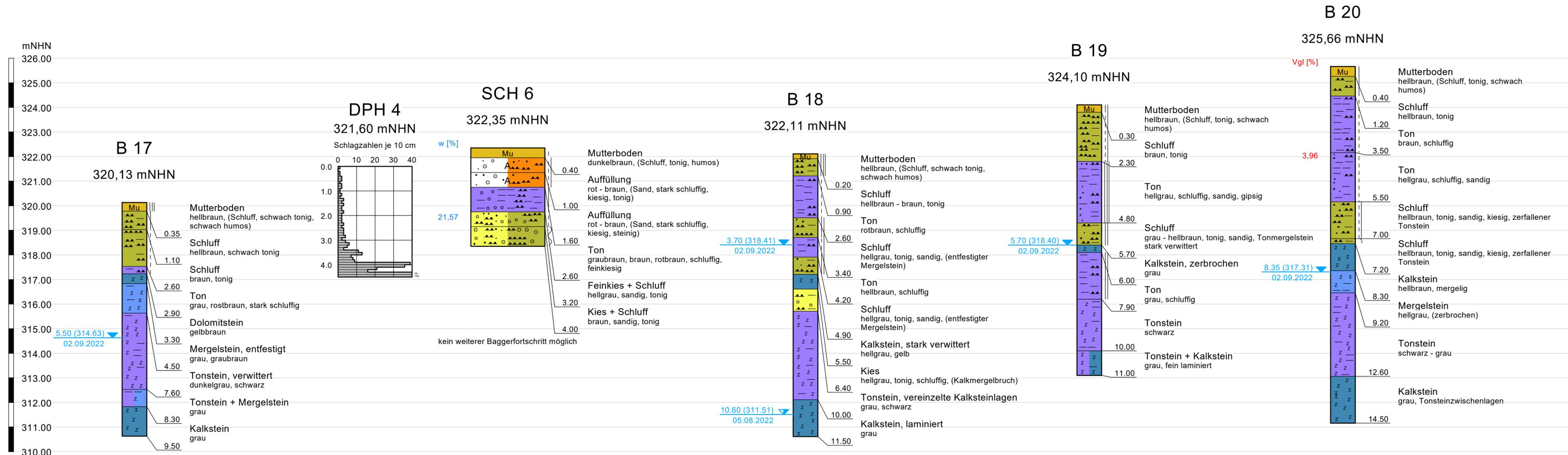
DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

SCH = Baggerschurf

B = Bohrung

w = Wassergehalt

Vgl = Glühverlust



**Konsistenzen:**

-  halbfest - fest
-  halbfest
-  steif - halbfest
-  steif

**Bodenprofil 2 / Logistik Süd**

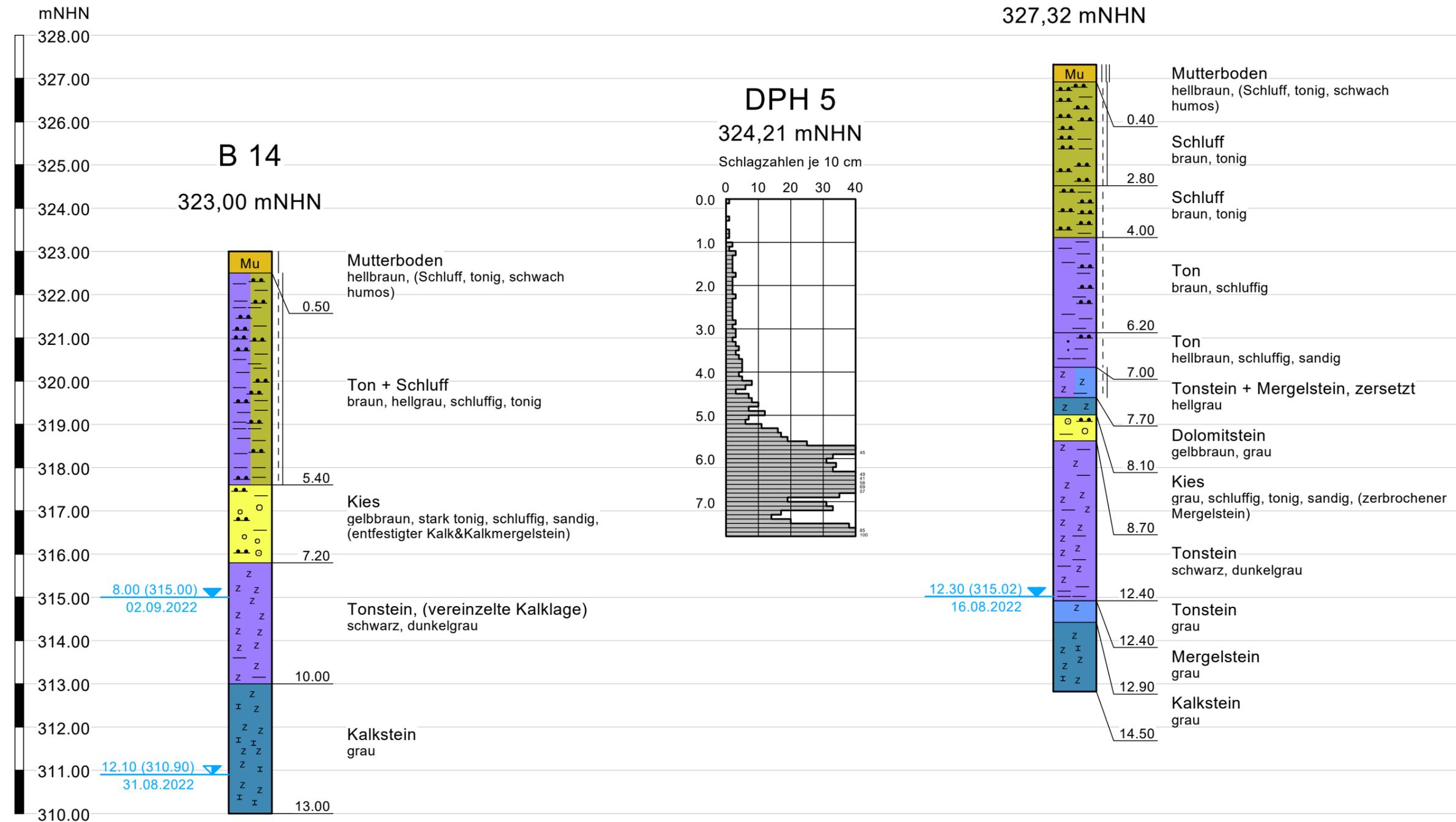
Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

B = Bohrung

**B 15**

327,32 mNHN



**Konsistenzen:**

- halbfest
- steif
- weich - steif

**Bodenprofil 3 / Logistik Mitte**

Maßstab d. H. 1 : 100

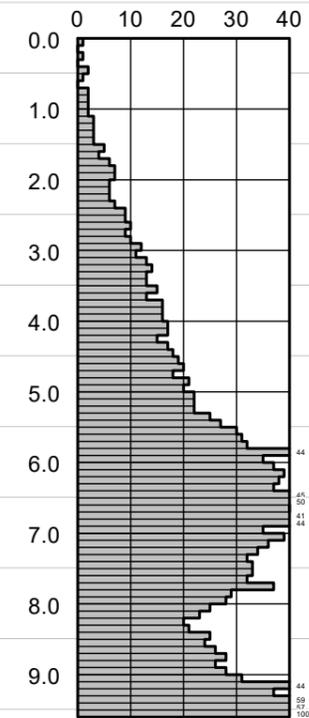
DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

B = Bohrung

**DPH 8**

327,49 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm



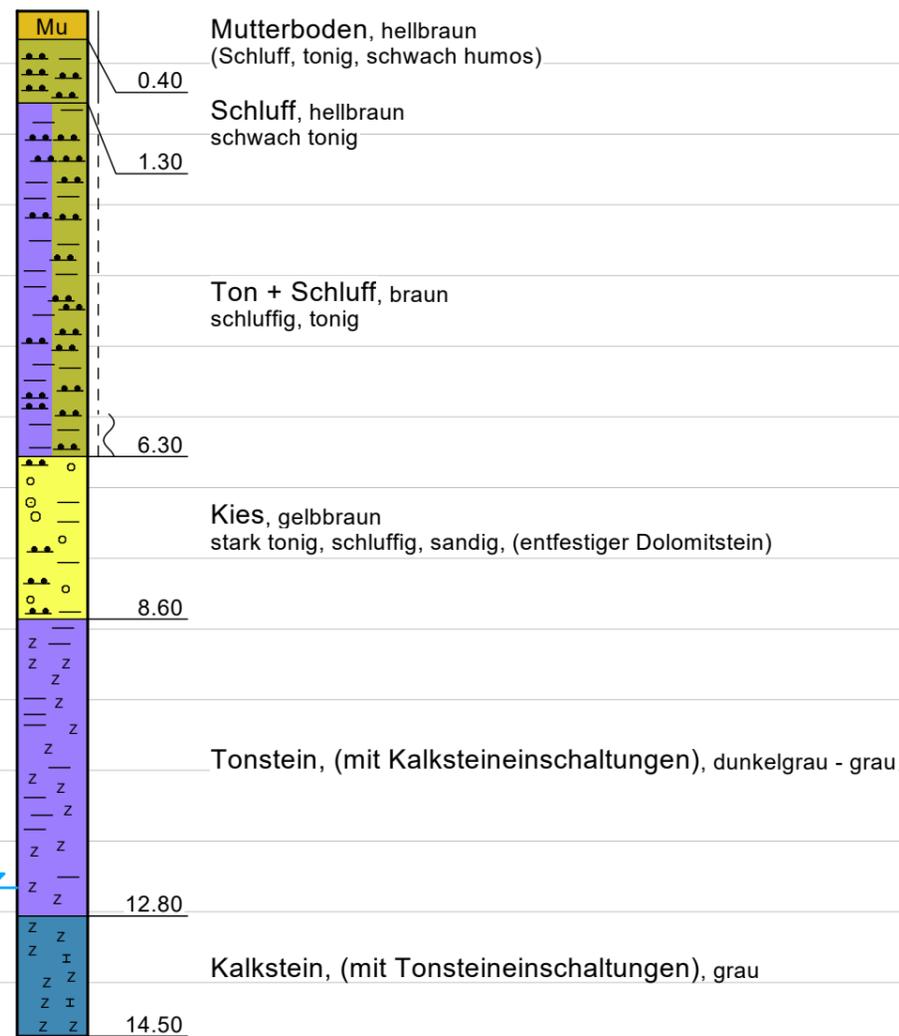
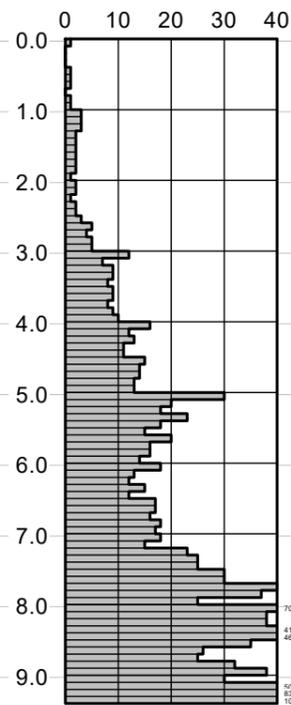
**B 11**

325,74 mNHN

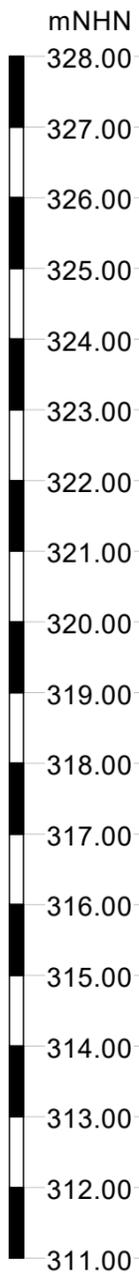
**DPH 6**

324,03 mNHN

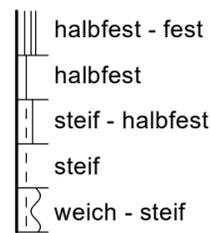
Schlagzahlen je 10 cm



12.40 (313.34) 30.08.2022



Konsistenzen:



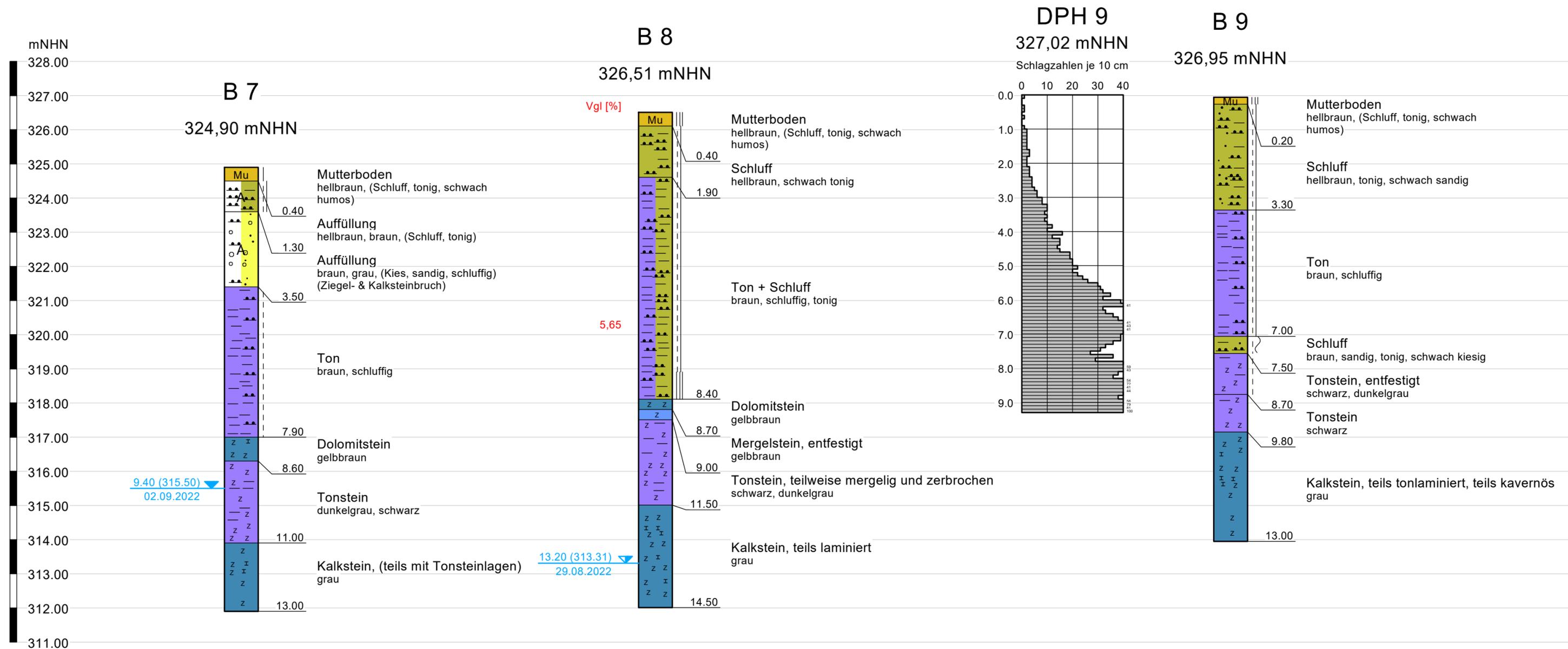
Bodenprofil 4 / Logistik - Lager

Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

B = Bohrung

Vgl = Glühverlust



**Konsistenzen:**

-  halbfest - fest
-  steif - halbfest
-  steif
-  weich - steif
-  weich

**Bodenprofil 5 / Lager Mitte**

Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

SCH = Baggerschurf

B = Bohrung

w = Wassergehalt

**B 4**

326,44 mNHN

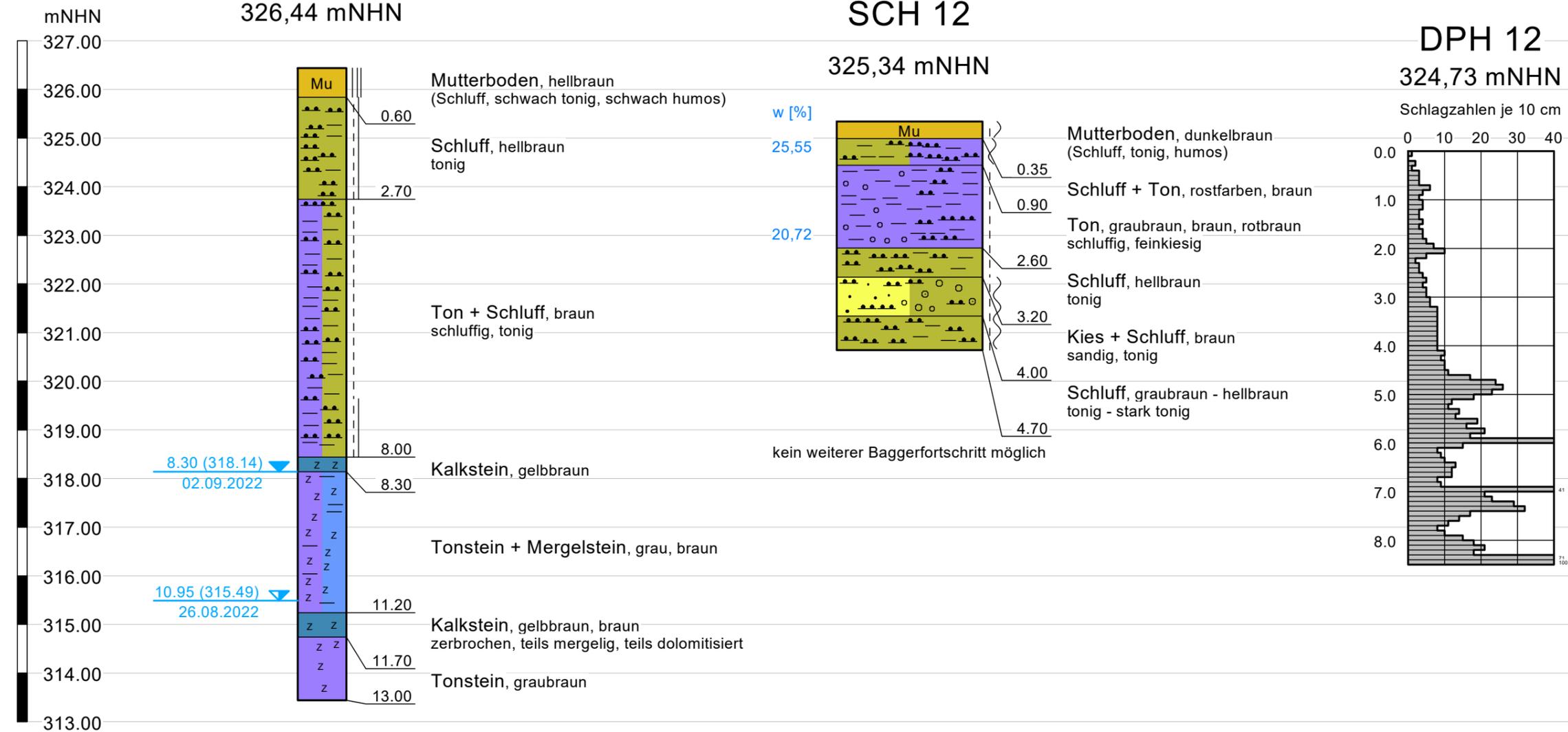
**SCH 12**

325,34 mNHN

**DPH 12**

324,73 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm



**Bodenprofil 6 / Lager Nord**

Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

GWM = Grundwassermessstelle

B = Bohrung

**B 1**

325,10 mNHN

**DPH 13**

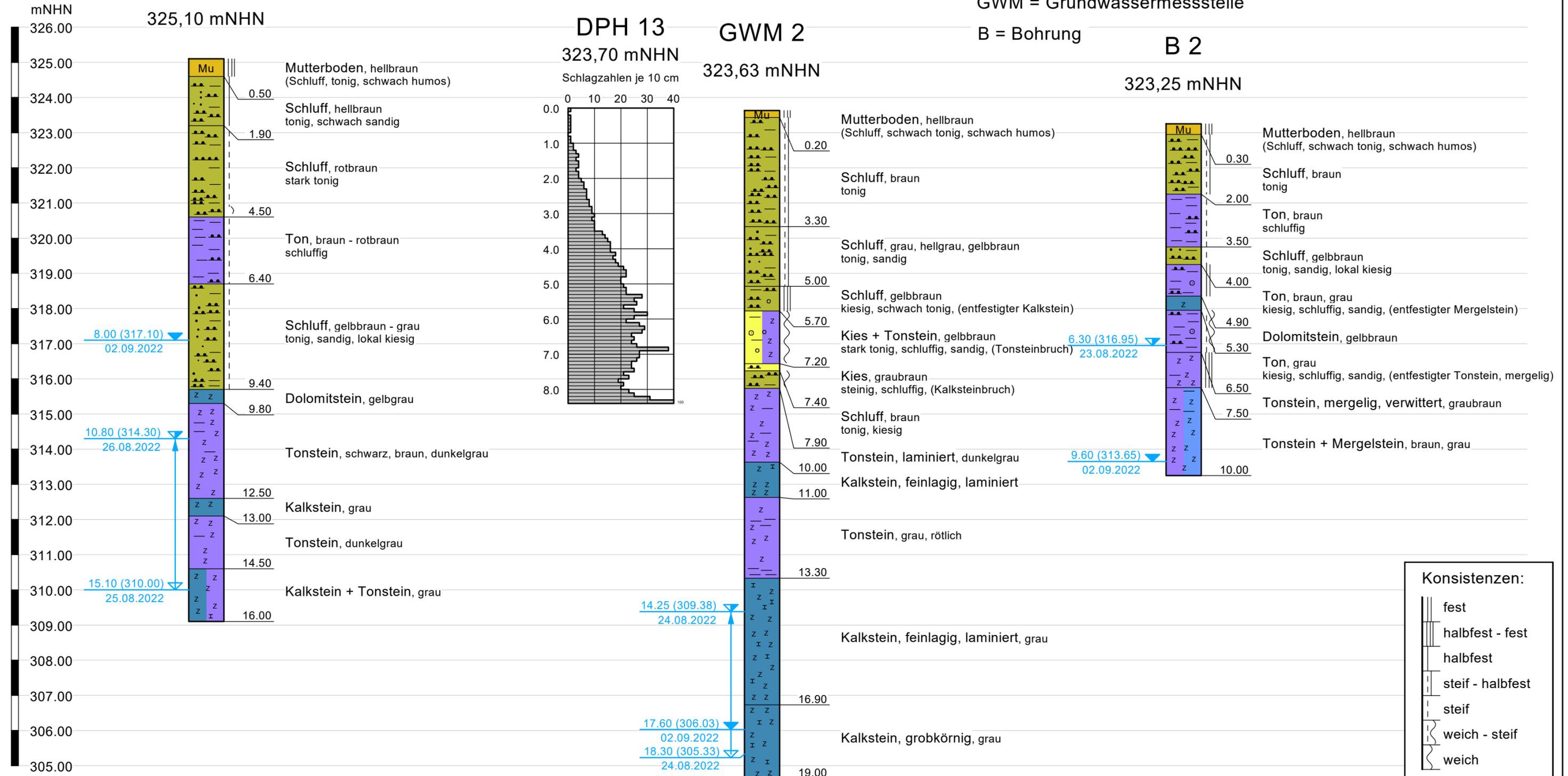
323,70 mNHN

**GWM 2**

323,63 mNHN

**B 2**

323,25 mNHN



**Konsistenzen:**

- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich

**Konsistenzen:**

- halbfest
- - - steif - halbfest
- steif

**Bodenprofil 7 / Logistik West**

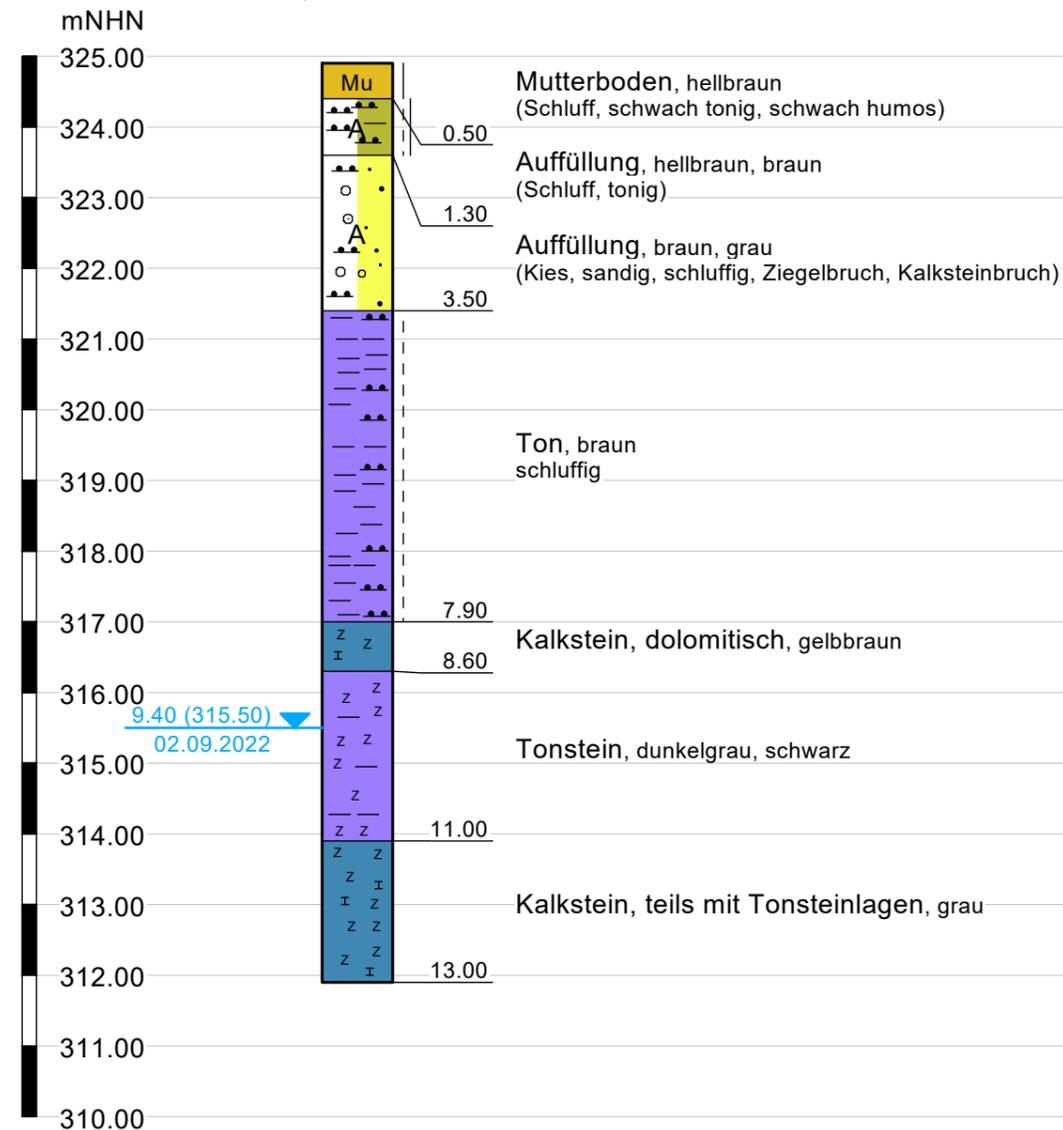
Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

B = Bohrung

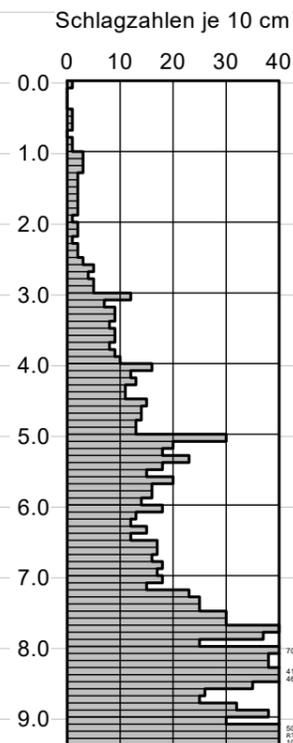
**B 7**

324,90 mNHN



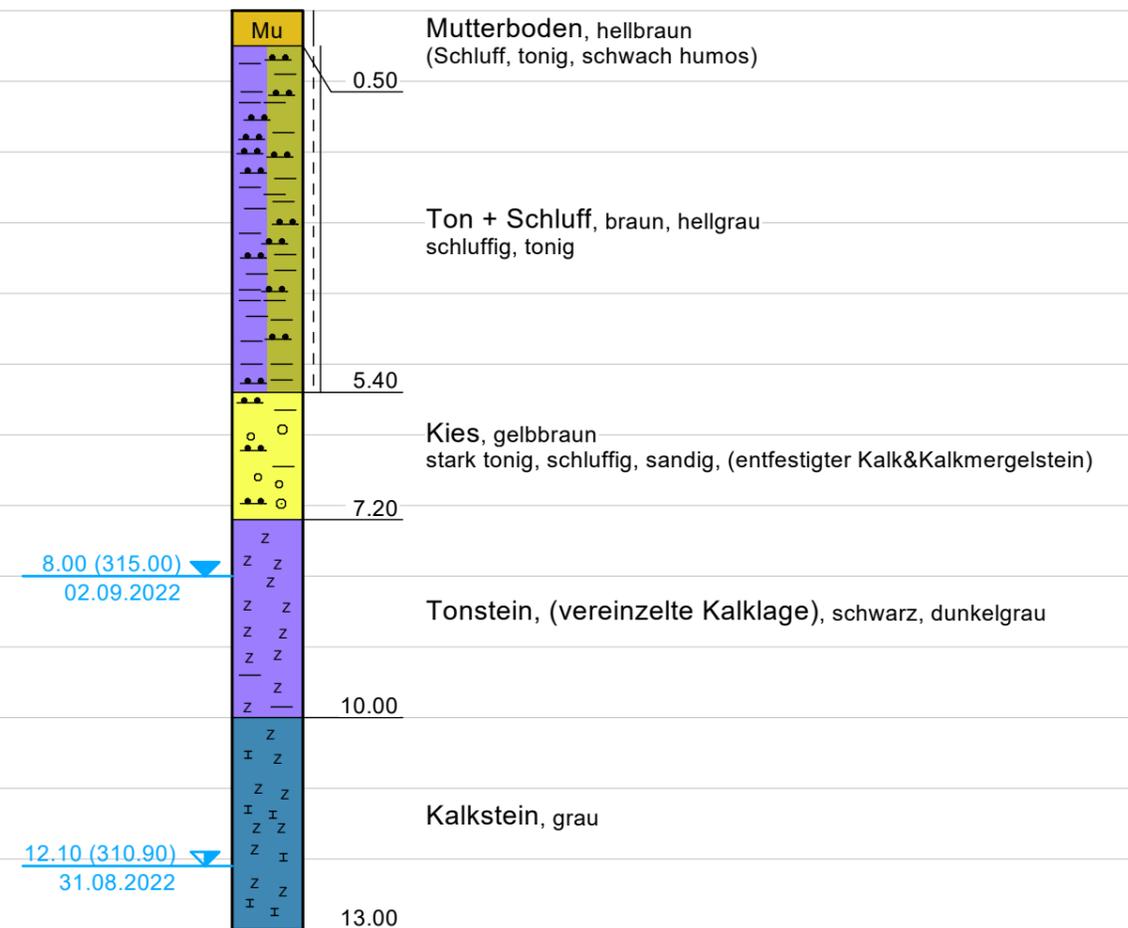
**DPH 6**

324,03 mNHN



**B 14**

323,00 mNHN



Konsistenzen:

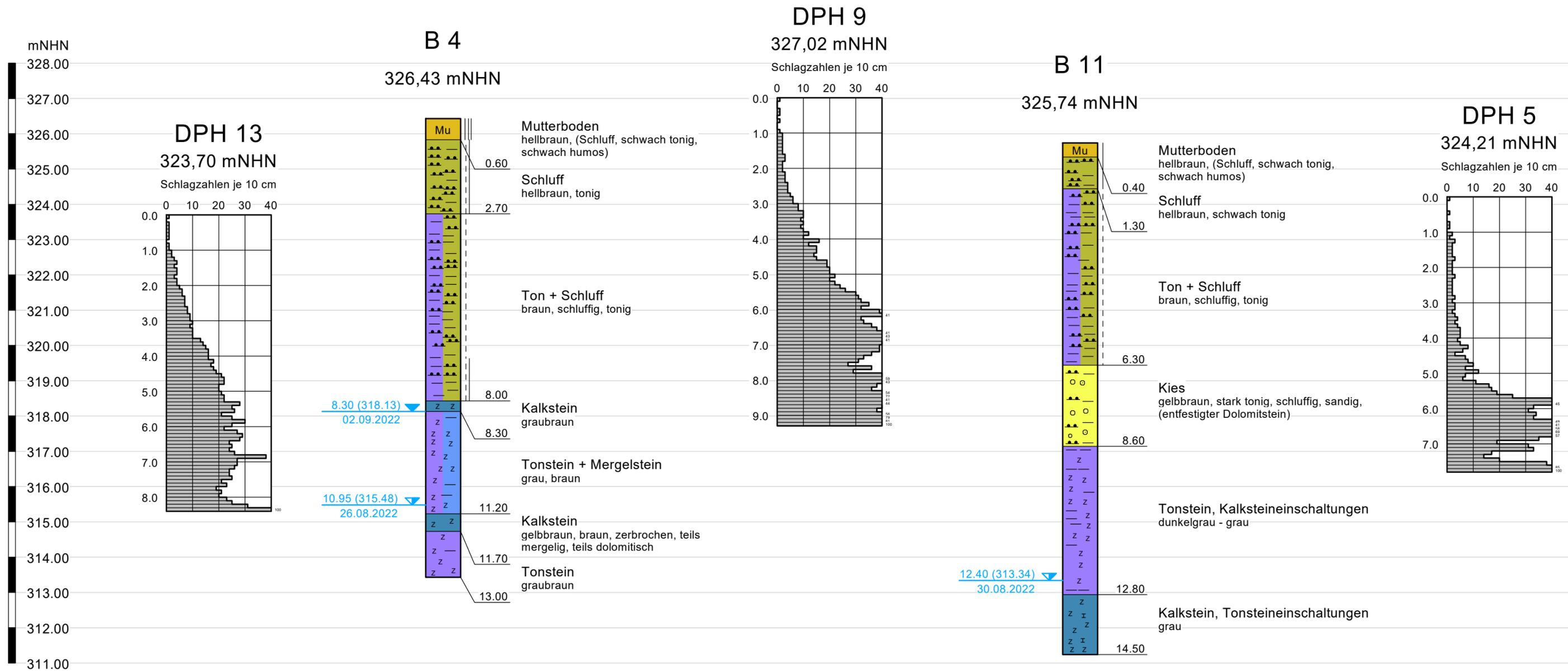
-  halbfest - fest
-  halbfest
-  steif - halbfest
-  steif

Bodenprofil 8 / Logistik - Lager Mitte

Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)

B = Bohrung



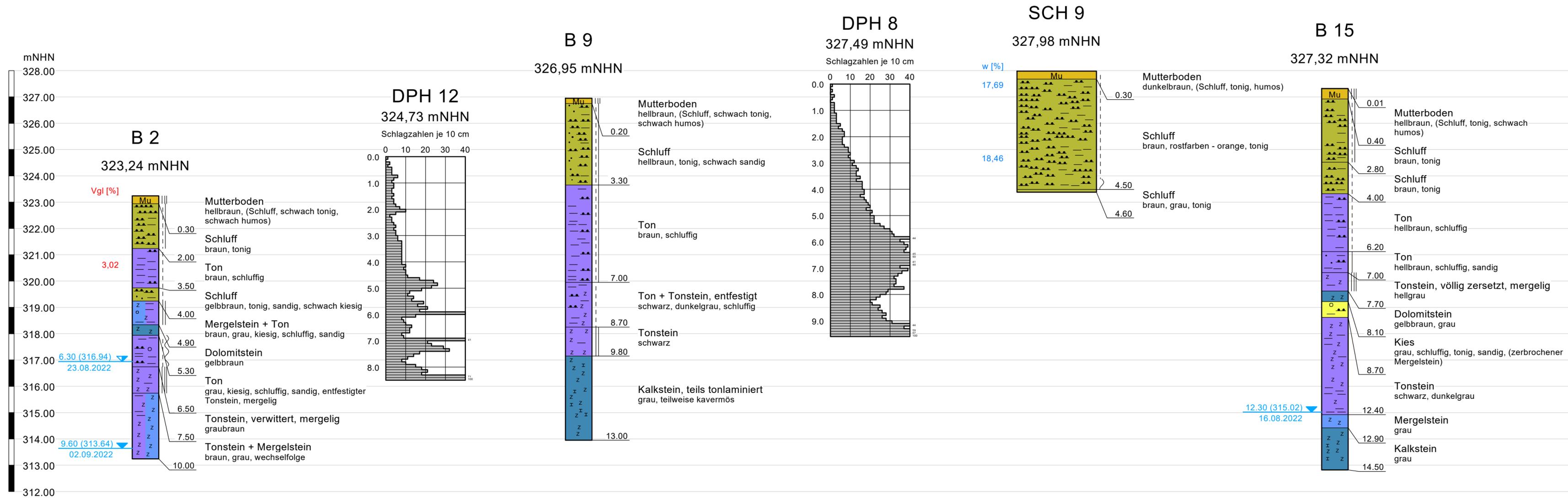
Konsistenzen:

- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich

**Bodenprofil 9 / Logistik- Lager Ost**

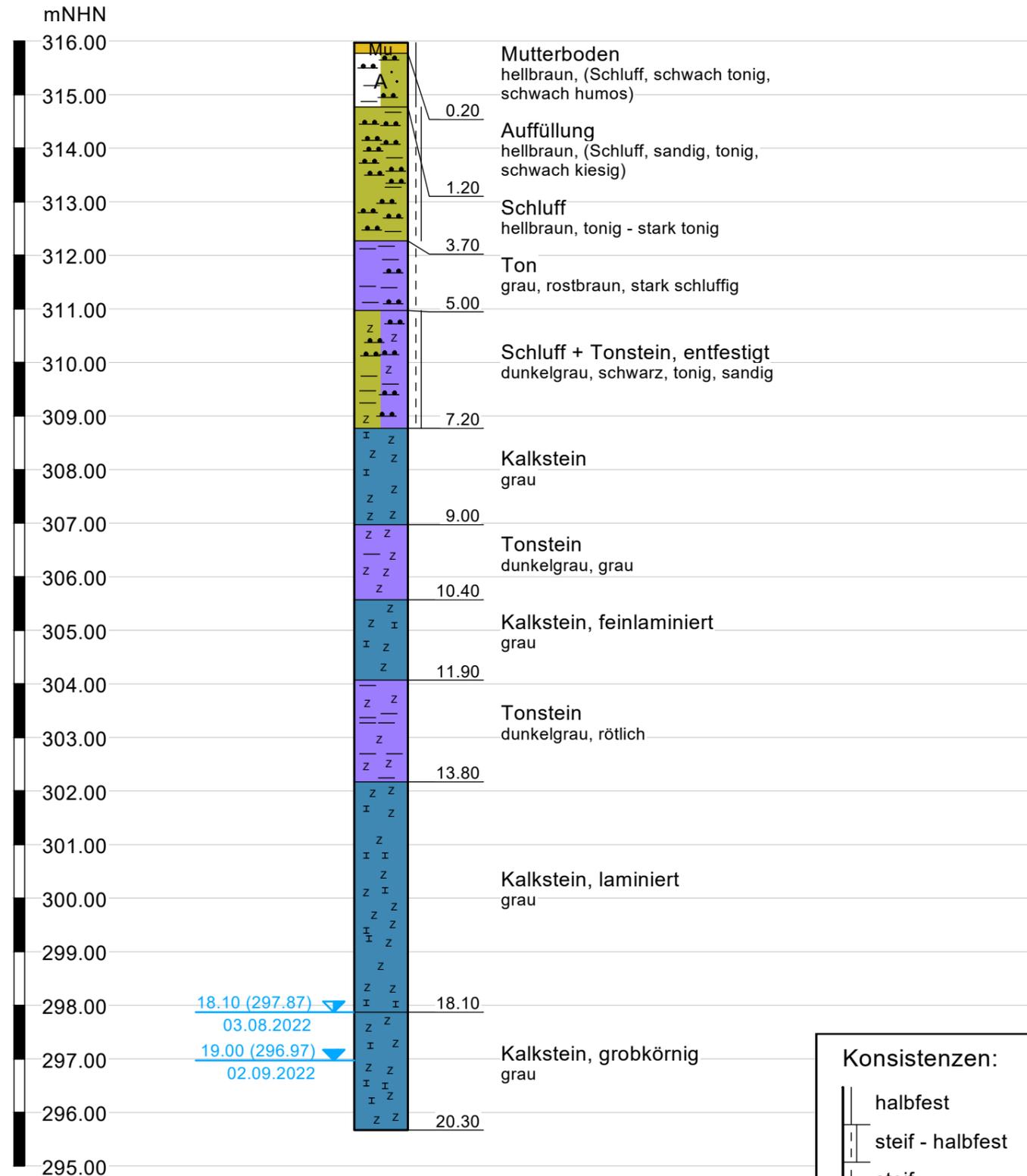
Maßstab d. H. 1 : 100

- DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)  
 SCH = Baggerschurf  
 B = Bohrung  
 w = Wassergehalt  
 Vgl = Glühverlust



**GWM1**  
315,97 mNHN

**Bodenprofil**  
Maßstab d. H. 1 : 100  
GWM = Grundwassermessstelle



**Konsistenzen:**

- halbfest
- steif - halbfest
- steif



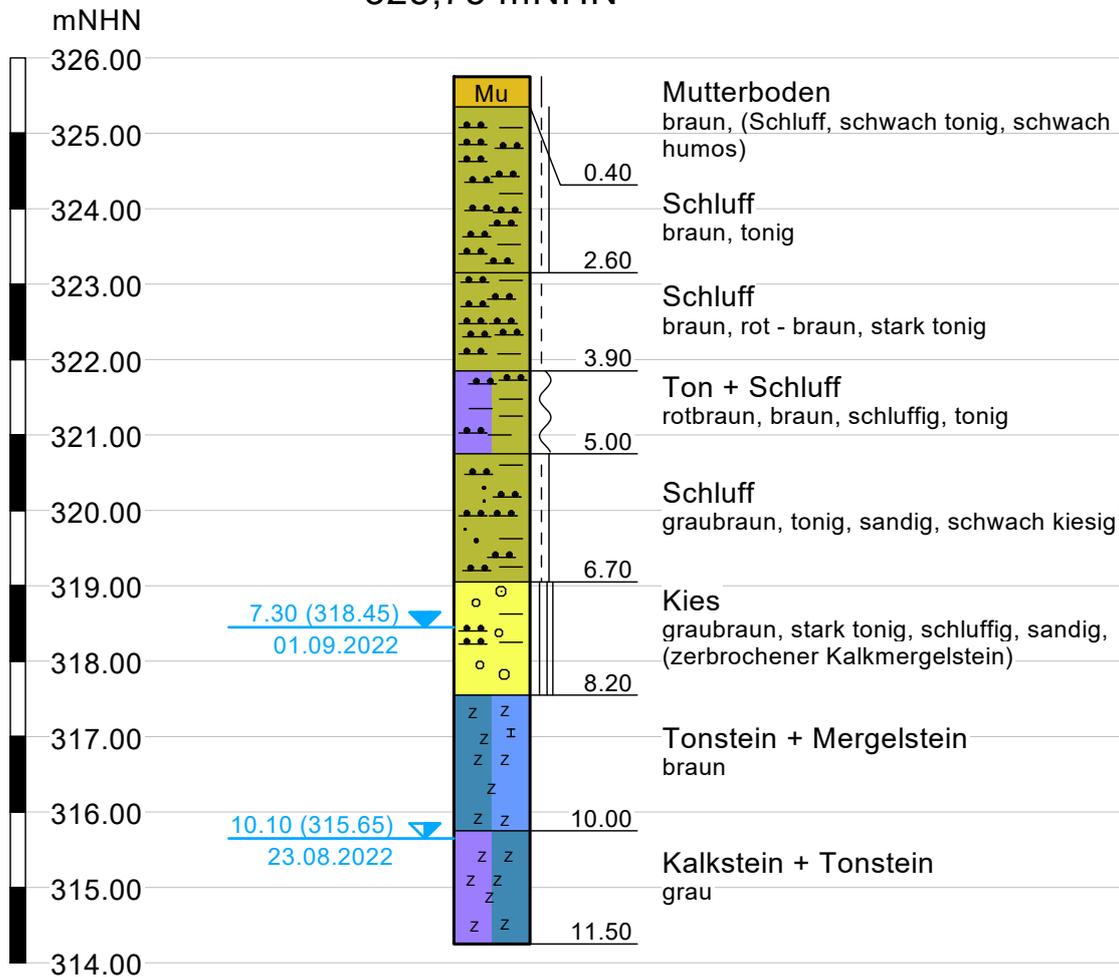
## Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

### B 3

325,75 mNHN



#### Konsistenzen:

- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich

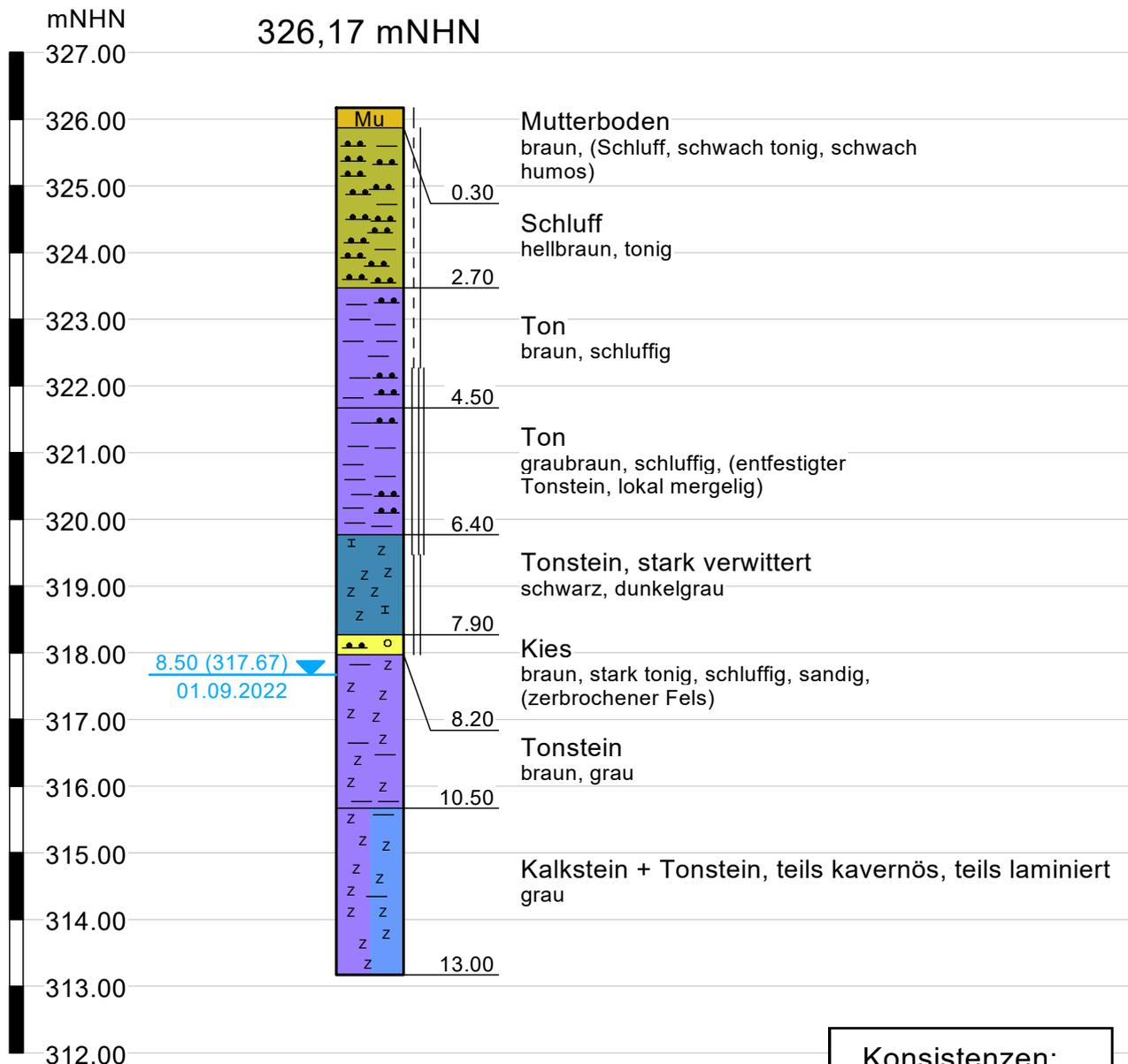


## Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

### B 5



#### Konsistenzen:

- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest

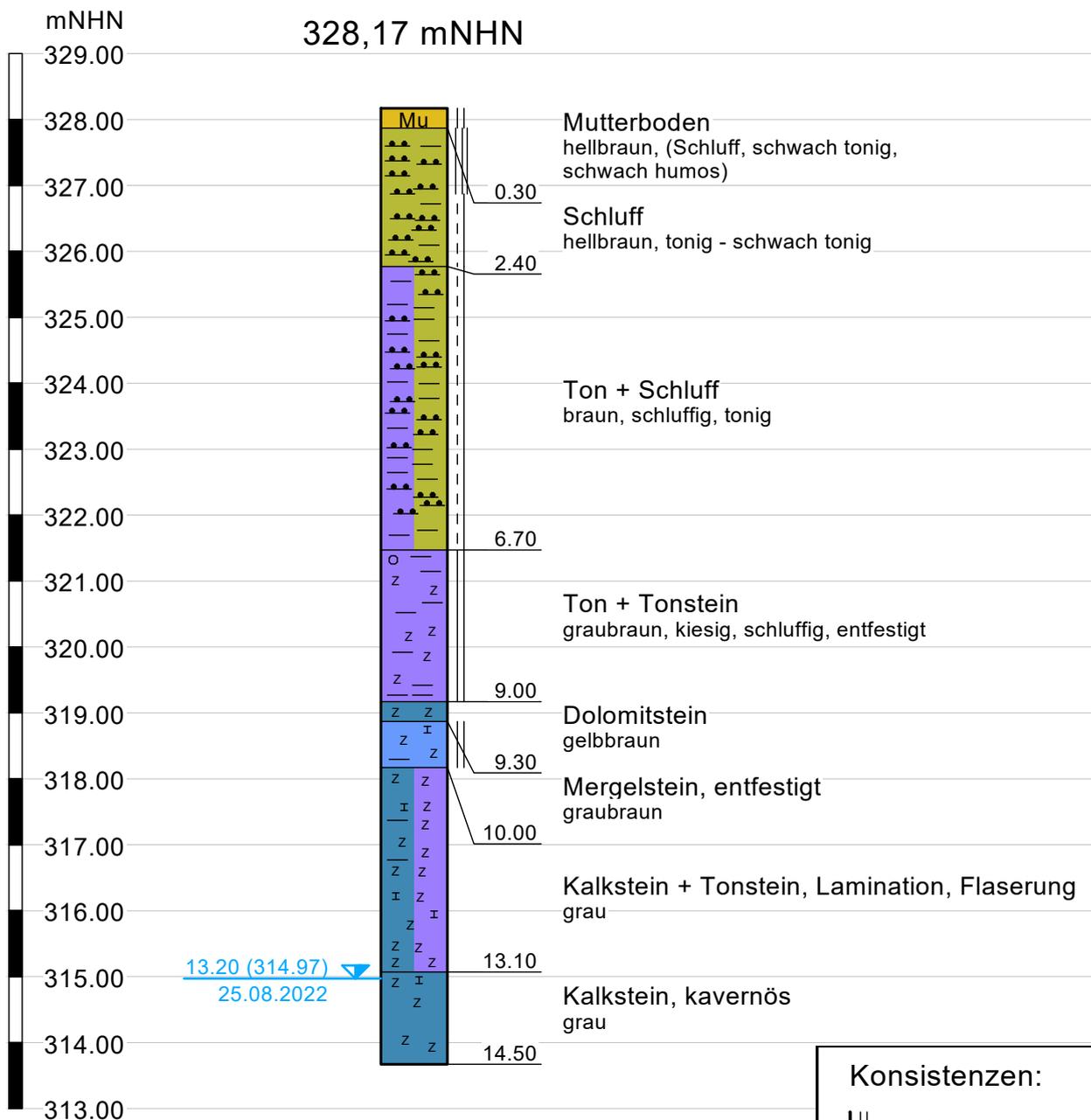


# Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

## B 6



### Konsistenzen:

- fest
- halbfest - fest
- steif - halbfest

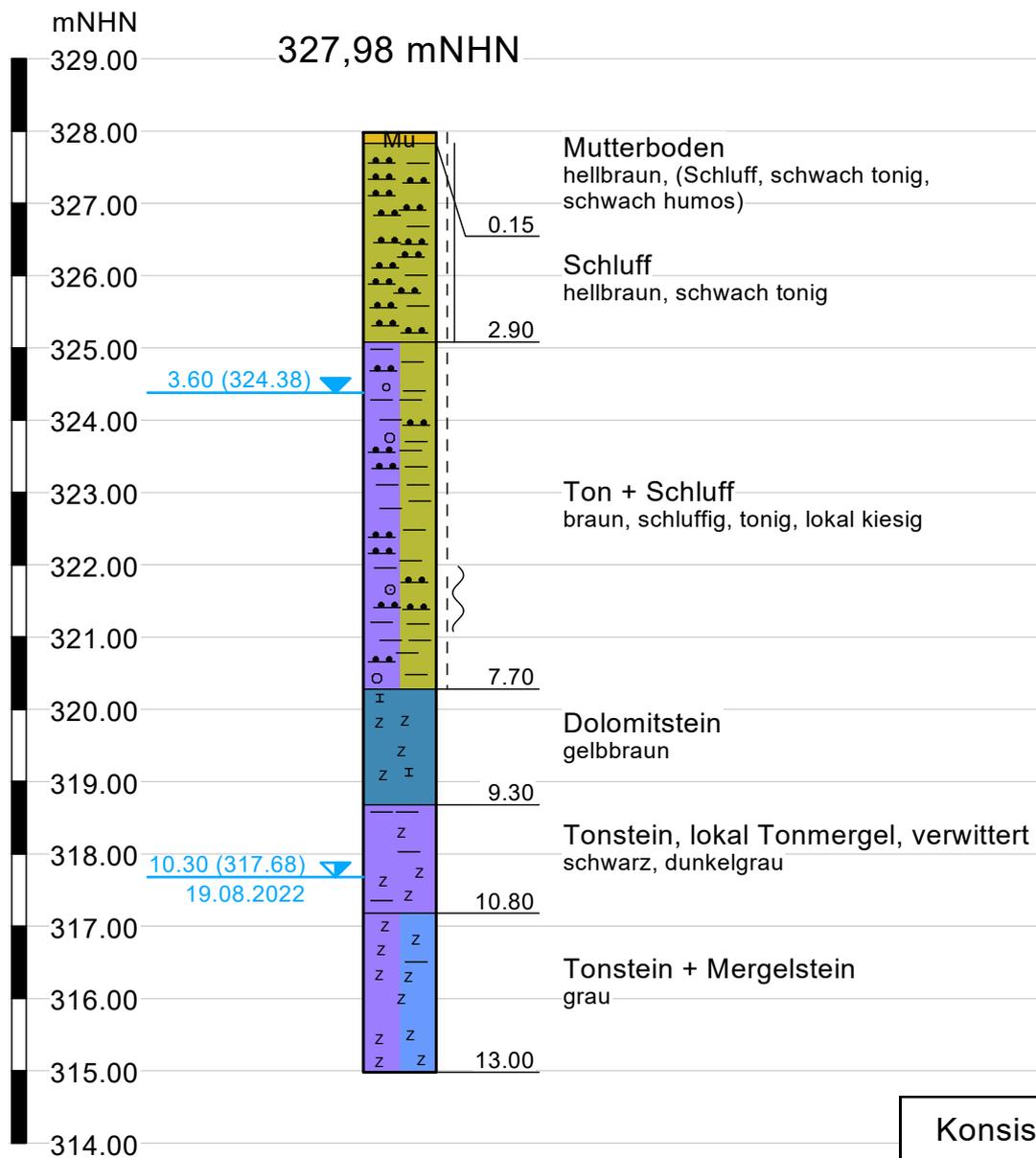


# Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

## B 10



### Konsistenzen:

- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif



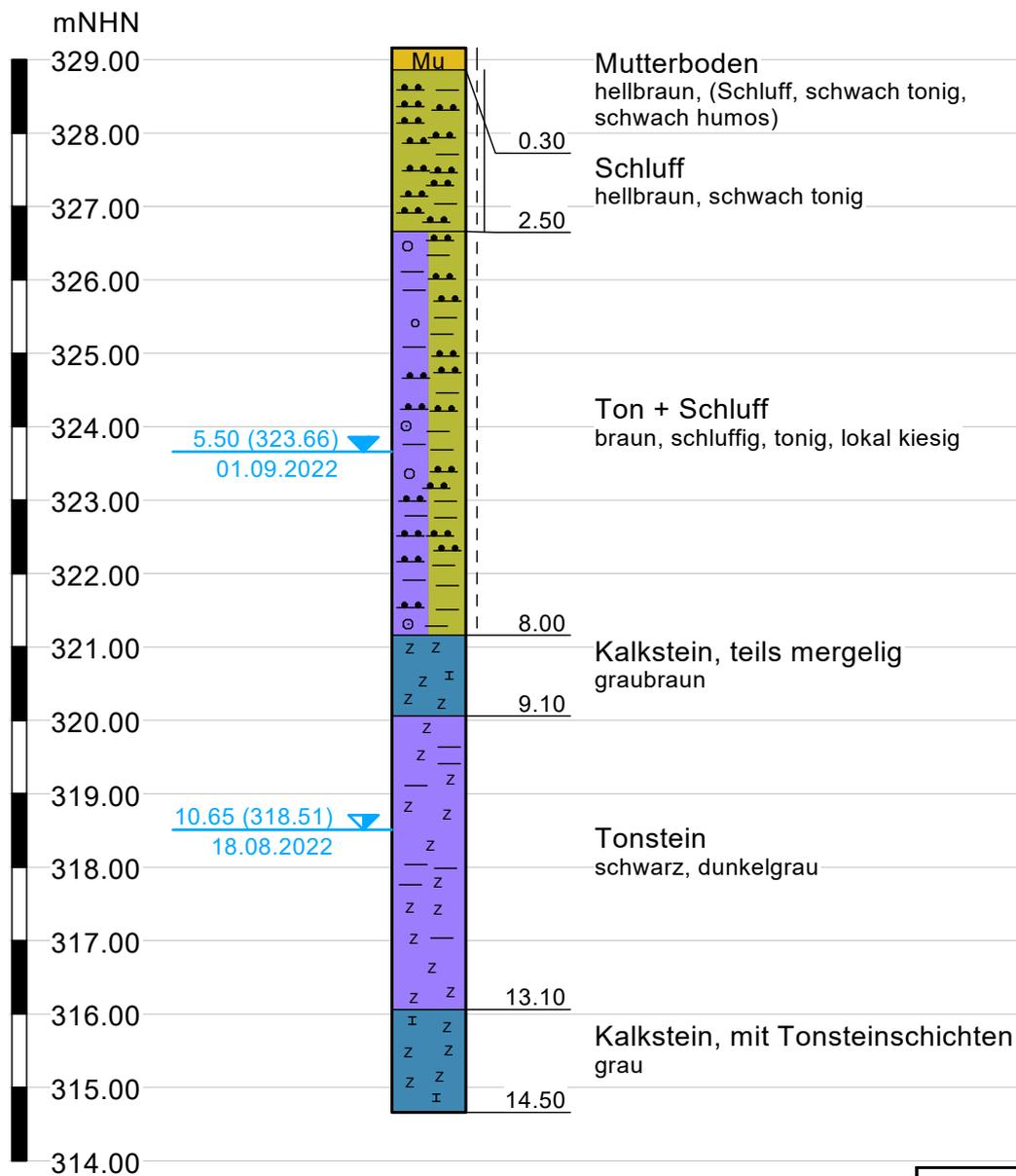
# Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

## B 12

329,16 mNHN



### Konsistenzen:

- halbfest
- steif - halbfest
- steif



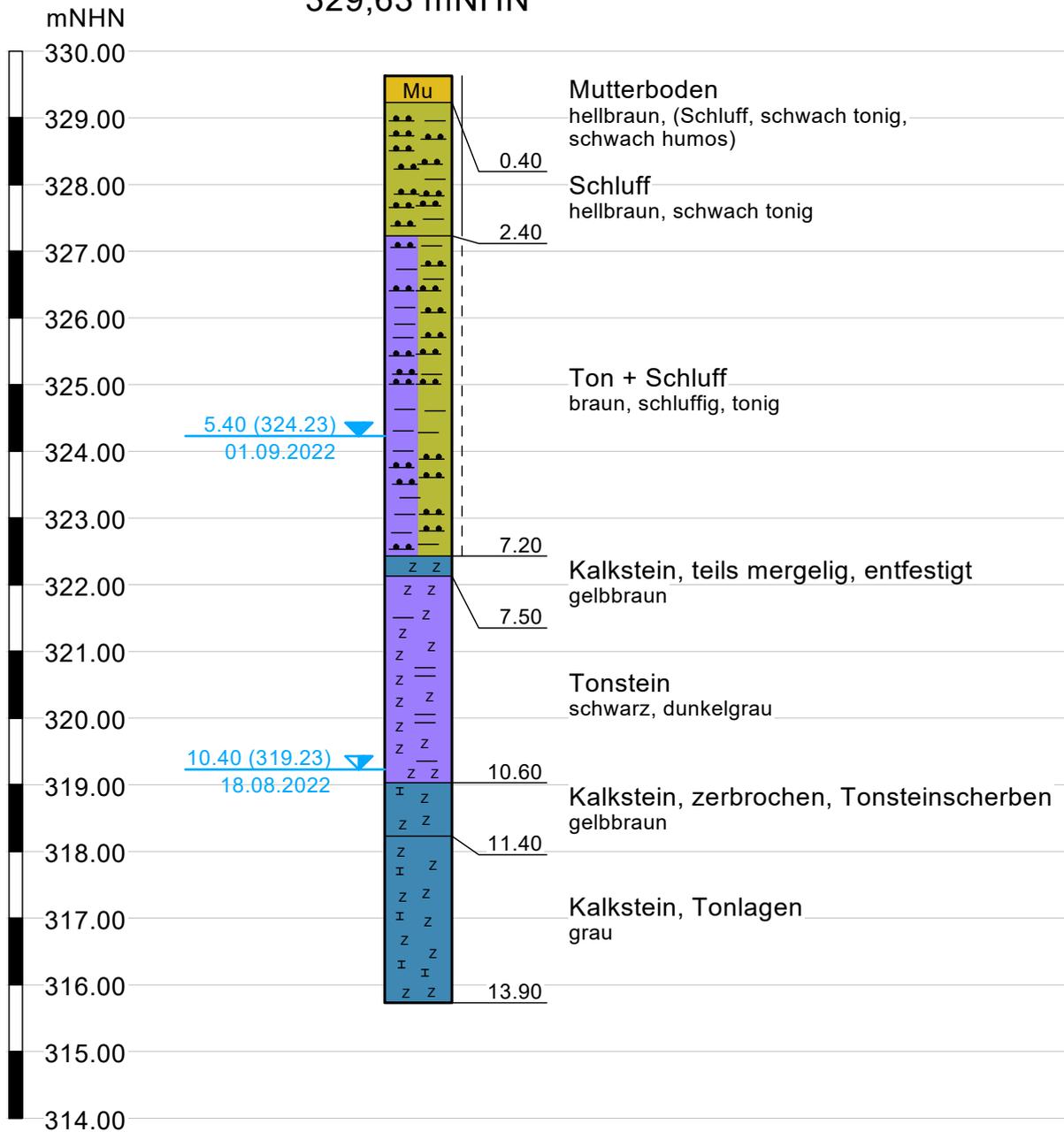
## Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

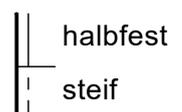
B = Bohrung

### B 13

329,63 mNHN



Konsistenzen:





## Bodenprofil

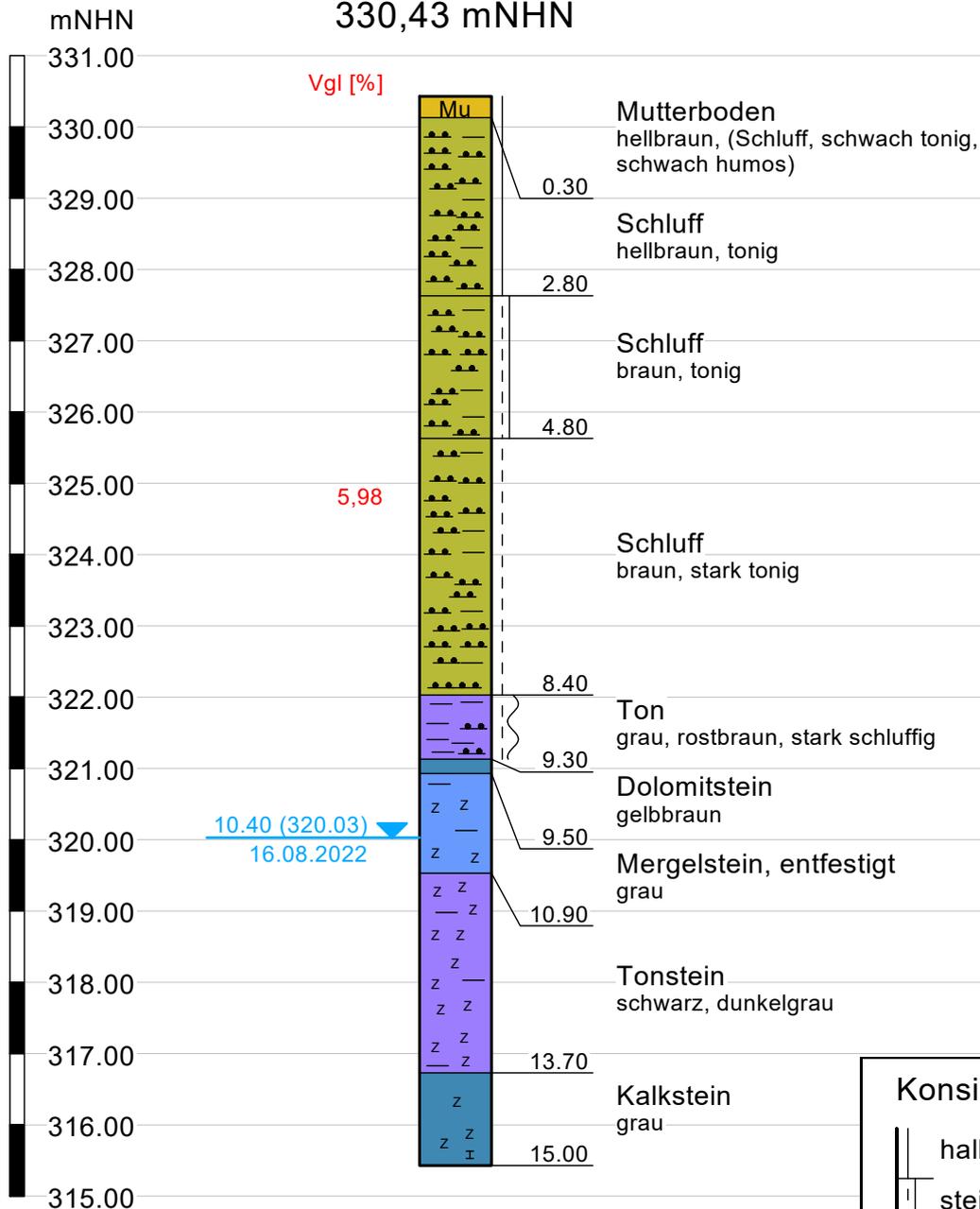
Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

Vgl = Glühverlust

### B 16

330,43 mNHN



#### Konsistenzen:

- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif

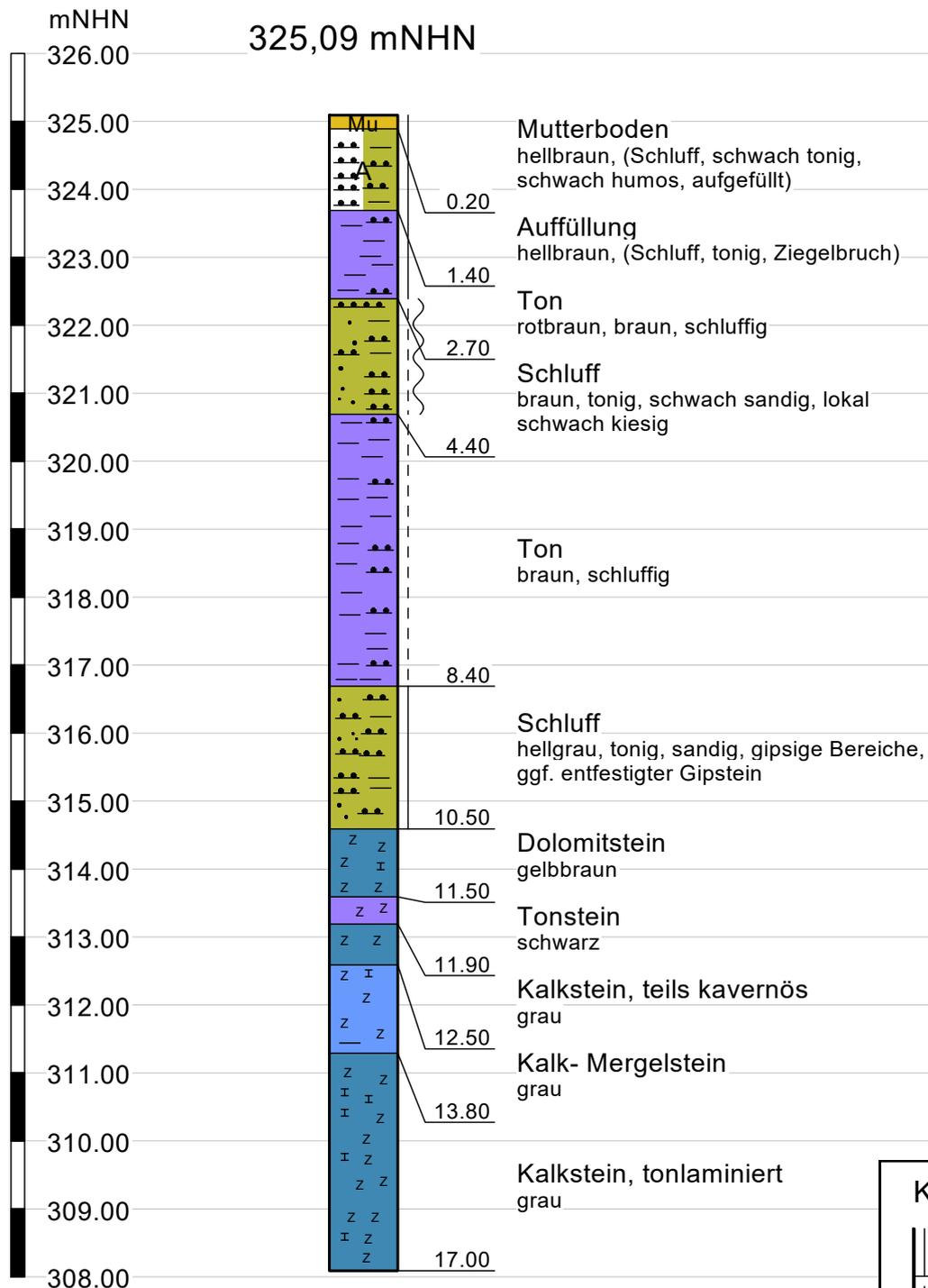


## Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

### B 21



#### Konsistenzen:





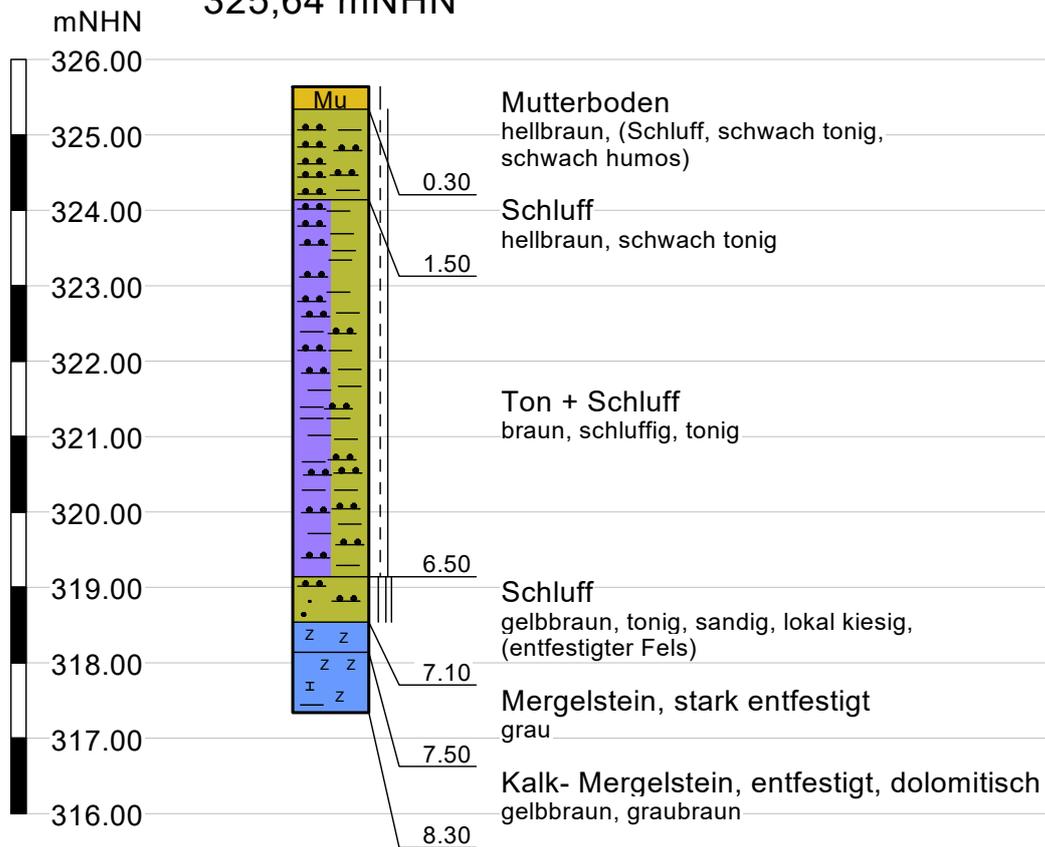
## Bodenprofil

Maßstab d. H. 1 : 100

B = Bohrung

### B 22

325,64 mNHN



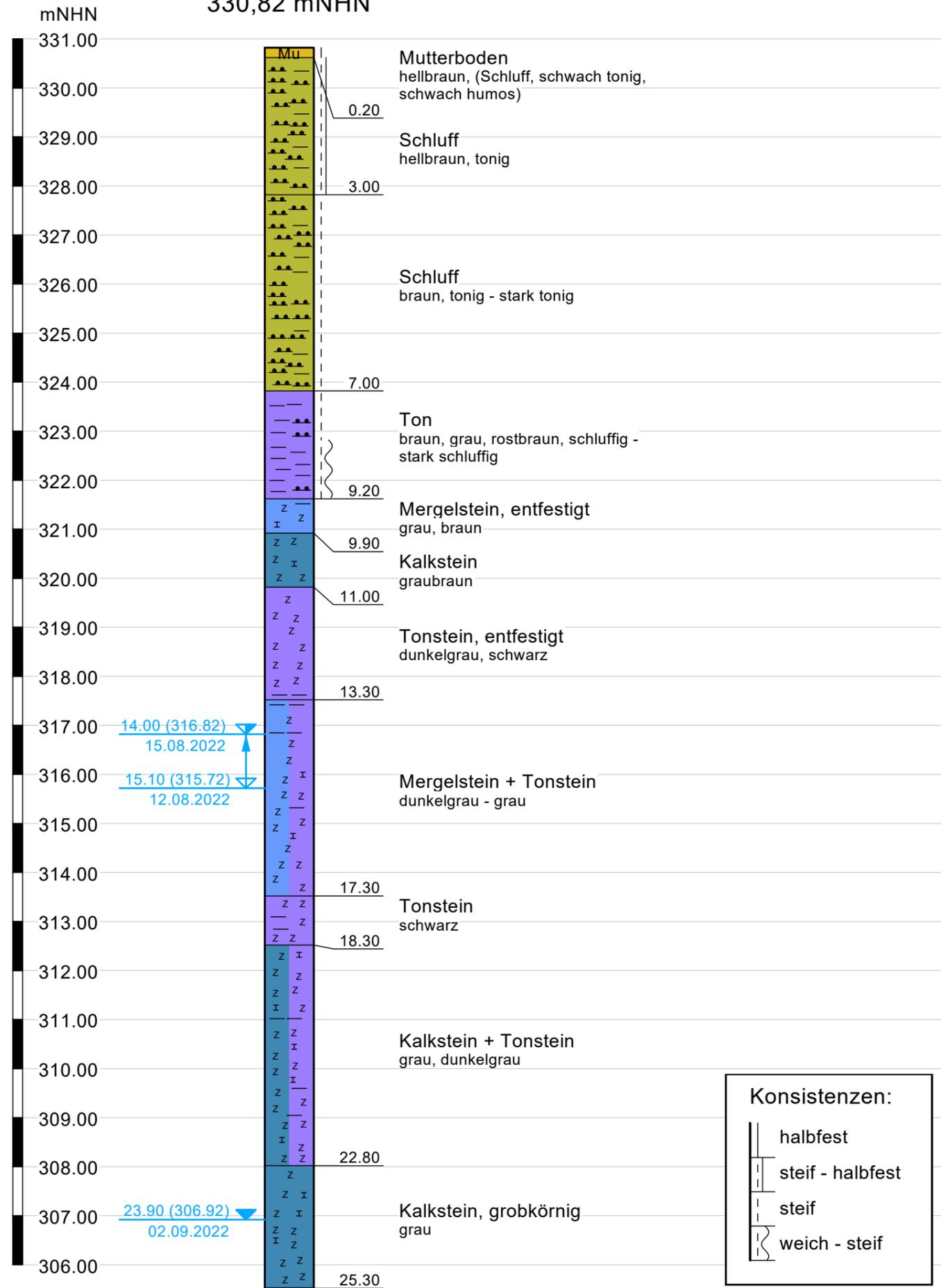
Konsistenzen:

- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest

# GWM3

330,82 mNHN

## Bodenprofil Maßstab d. H. 1 : 100 B = Bohrung



**Konsistenzen:**

- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif



Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH  
Am Römerbad 23/1  
74613 Öhringen  
Tel.: 07941 / 6492420

Bearbeiter: SW

Datum: 08.11.2022

# Körnungslinie

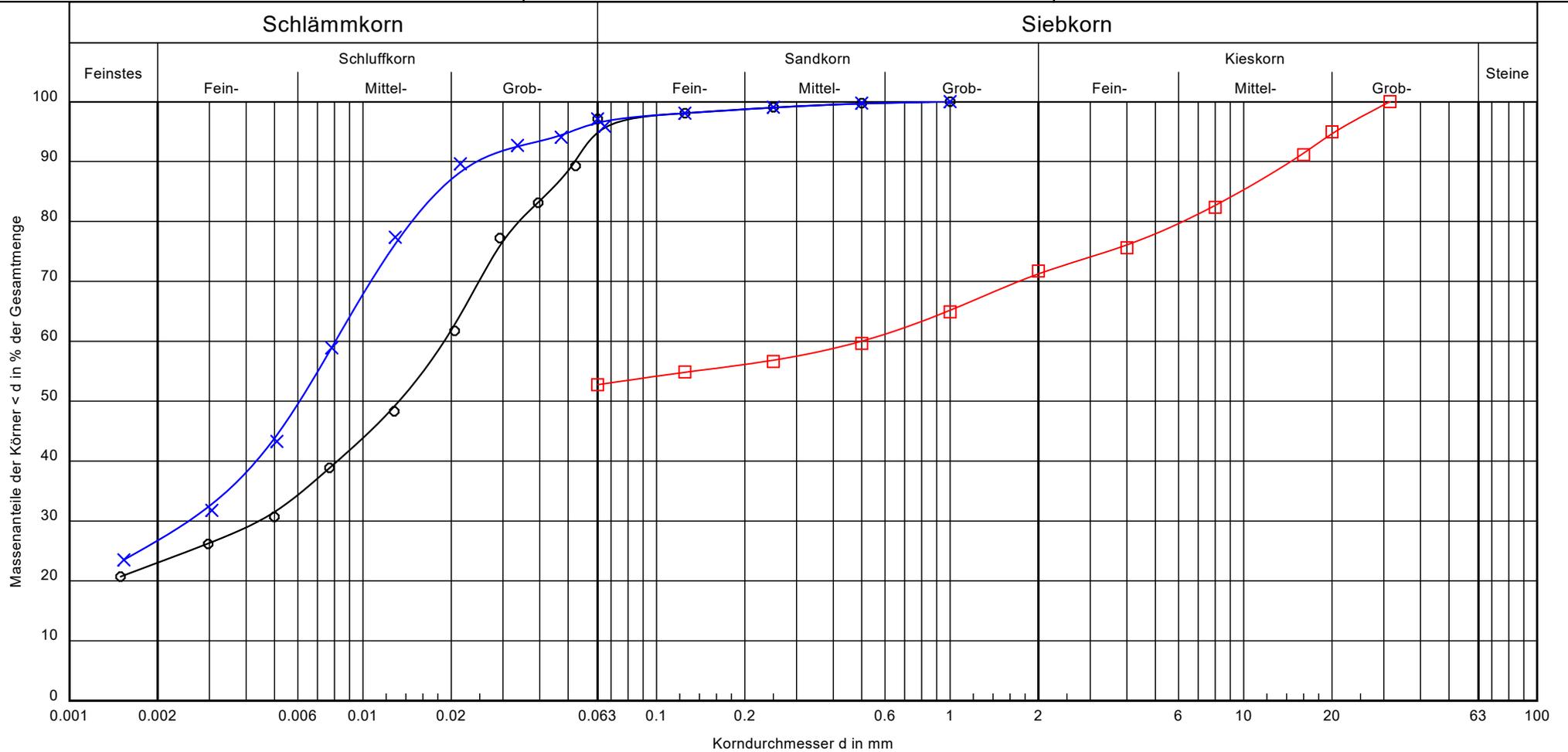
Neuenstein

Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer & Peters

Probe entnommen am: 09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung



Kurve:			
Entnahmestelle:	B 1	B 3	B 3
Tiefe:	3,6 - 3,8 m	5,6 - 5,8 m	6,7 - 7,0 m
Bodenart:	U, t, s'	U, t	U, g, s
T/U/S/G [%]:	23.0/71.8/5.2/ -	26.7/69.7/3.6/ -	- /52.7/18.5/28.8

Bemerkungen:

Bericht: 2022/1355.3  
Anlage: 3.1.1



Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH  
Am Römerbad 23/1  
74613 Öhringen  
Tel.: 07941 / 6492420

Bearbeiter: SW

Datum: 08.11.2022

# Körnungslinie

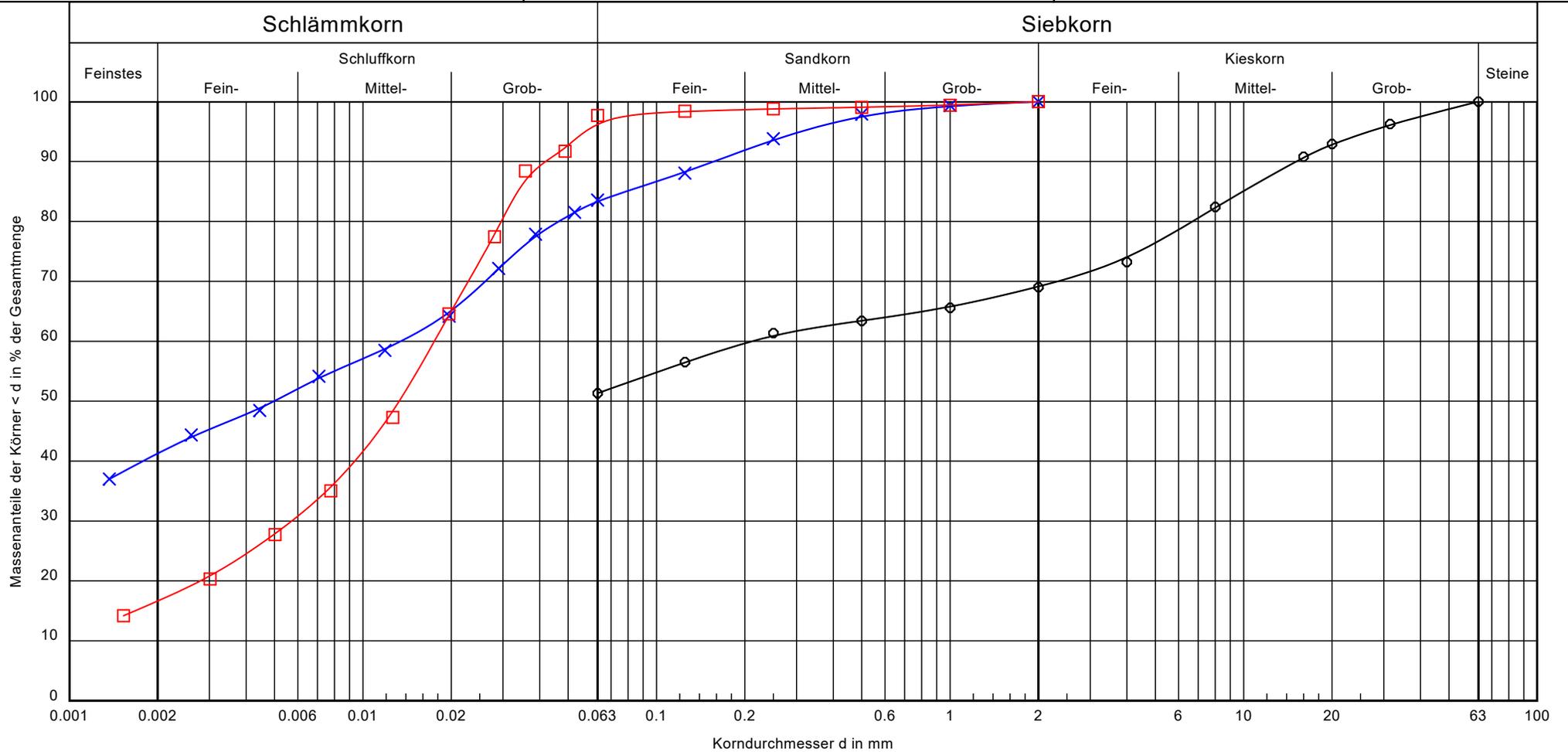
Neuenstein

Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer & Peters

Probe entnommen am: 09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung



Kurve:			
Entnahmestelle:	B 7	B 7	B 10
Tiefe:	2,6 - 2,9 m	4,3 - 4,5 m	1,4 - 1,6 m
Bodenart:	U, g, s	U, T, s	U, t
T/U/S/G [%]:	- /51.3/17.8/30.9	41.3/42.0/16.7/ -	16.6/79.5/3.8/ -

Bemerkungen:

Bericht: 2022/1355.3  
Anlage: 3.1.2



Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH  
Am Römerbad 23/1  
74613 Öhringen  
Tel.: 07941 / 6492420

Bearbeiter: SW

Datum: 08.11.2022

# Körnungslinie

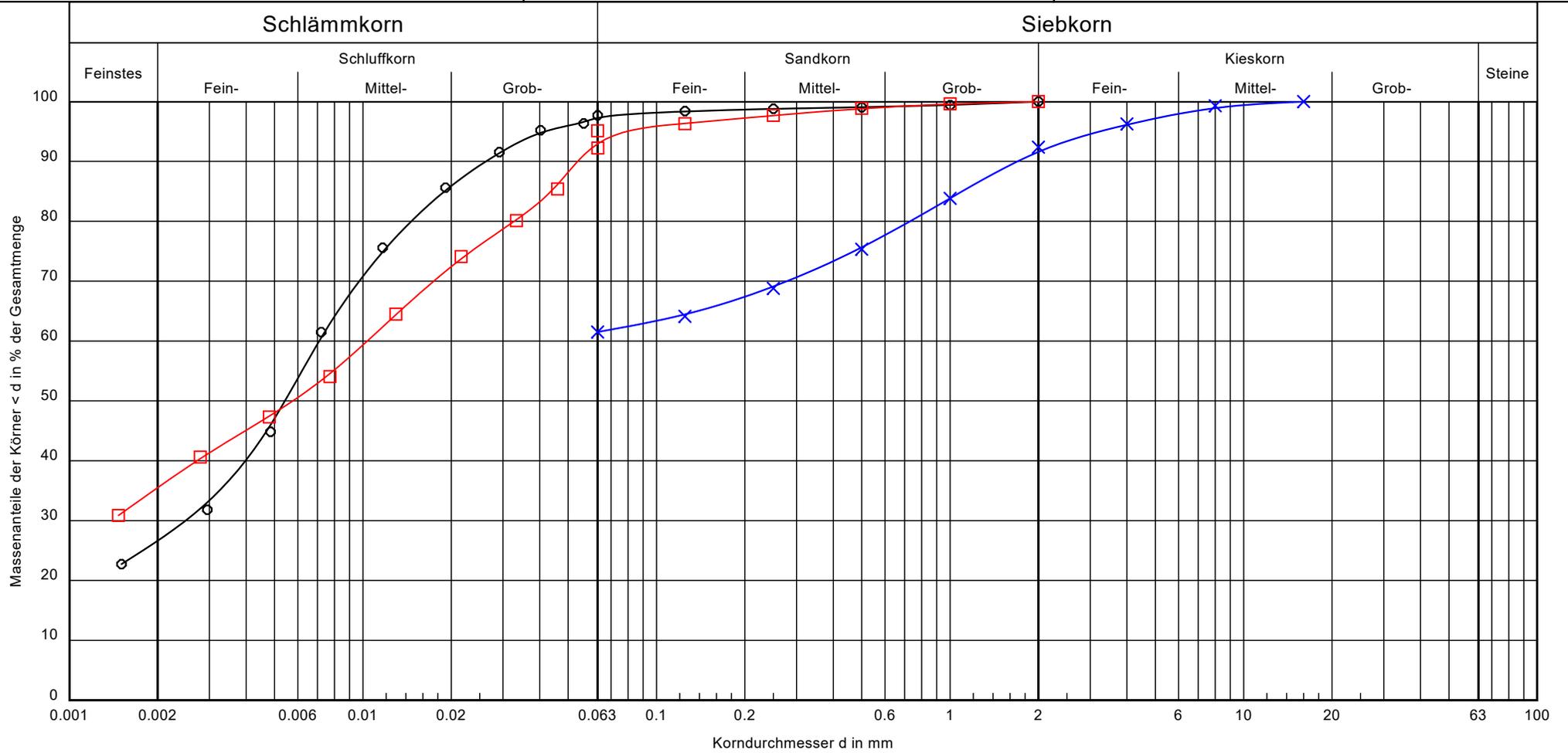
Neuenstein

Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer & Peters

Probe entnommen am: 09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung



Kurve:				Bemerkungen:	Bericht: 2022/1355.3 Anlage: 3.1.3
Entnahmestelle:	B 14	B 14	B 16		
Tiefe:	2,4 - 2,7 m	6,0 - 6,4 m	5,6 - 5,8 m		
Bodenart:	U, t	U, $\bar{s}$ , g'	U, $\bar{t}$ , s'		
T/U/S/G [%]:	26.6/70.6/2.8/ -	- /61.5/30.1/8.4	35.5/57.4/7.1/ -		



Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH  
Am Römerbad 23/1  
74613 Öhringen  
Tel.: 07941 / 6492420

Bearbeiter: SW

Datum: 08.11.2022

# Körnungslinie

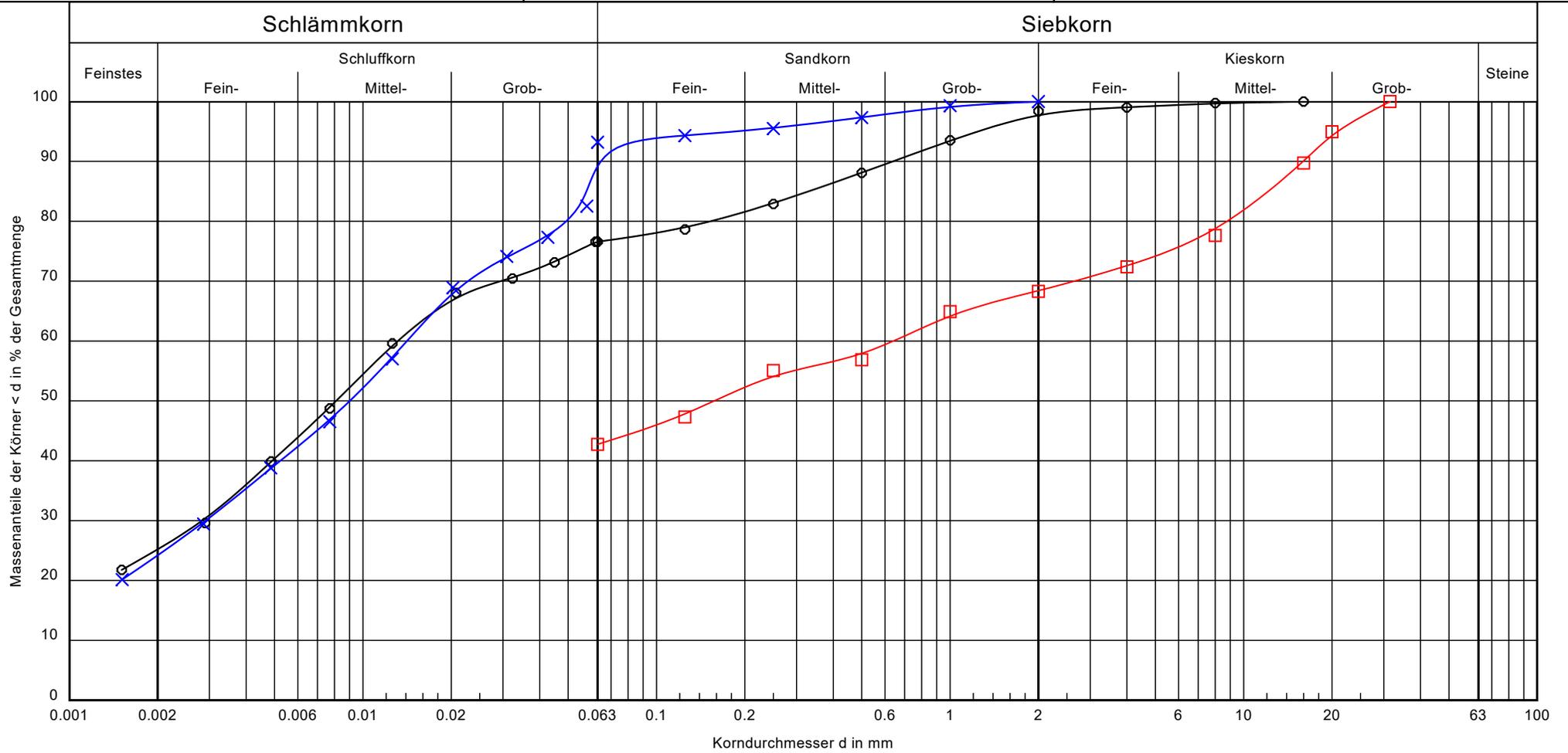
Neuenstein

Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer & Peters

Probe entnommen am: 09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung



Kurve:	○—○	×—×	□—□
Entnahmestelle:	B 20	GWM 1	B 11
Tiefe:	3,5 - 3,8 m	5,6 - 5,8 m	6,3 - 8,4 m
Bodenart:	U, t, s	U, t, s'	U, g, s
T/U/S/G [%]:	25.2/51.3/21.1/2.3	24.2/65.0/10.8/ -	- /42.7/25.7/31.6

Bemerkungen:

Bericht: 2022/1355.3  
 Anlage: 3.1.4

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

**Neuenstein**  
**Bebauung Lange Klinge**  
**Teilbereich Schäfer & Peters**

Bearbeiter: SW

Datum: 05.12.2022

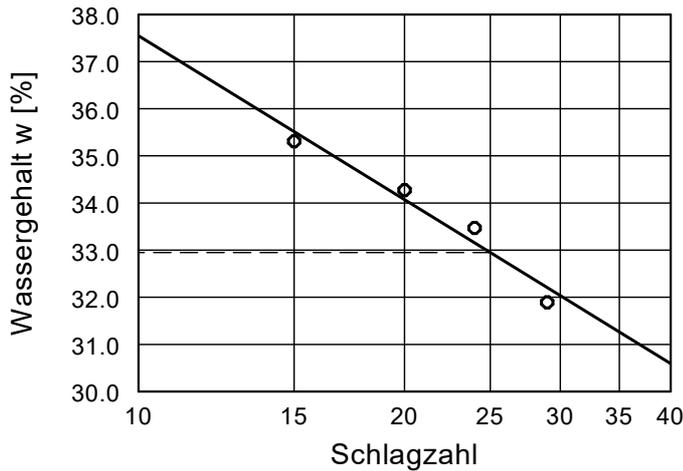
Entnahmestelle: B 2

Tiefe: 2,6 - 2,8 m

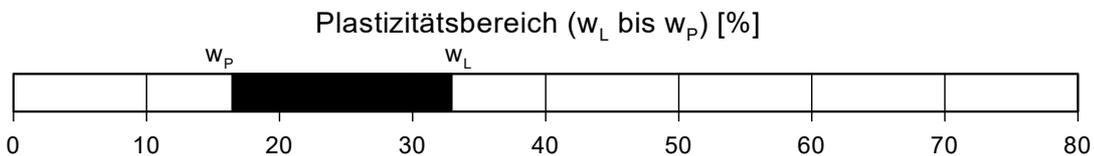
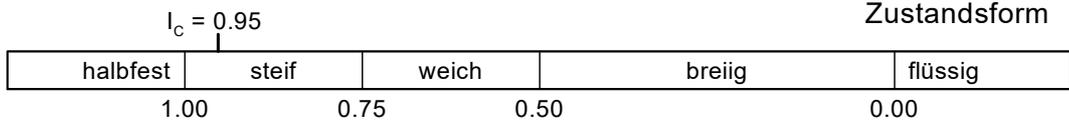
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, s

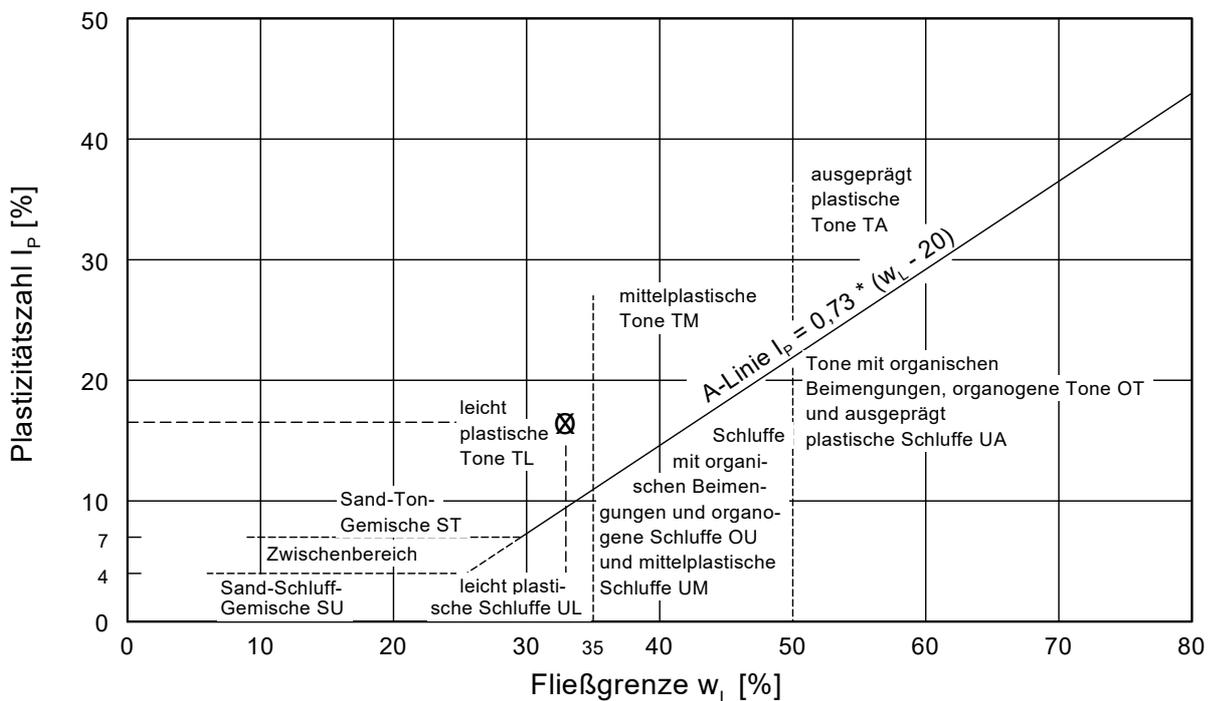
Probe entnommen am: 09.2022



Wassergehalt  $w = 17.2 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 33.0 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 16.4 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 16.6 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.95$



Plastizitätsdiagramm





## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Neuenstein  
Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer & Peters

Bearbeiter: SW

Datum: 05.12.2022

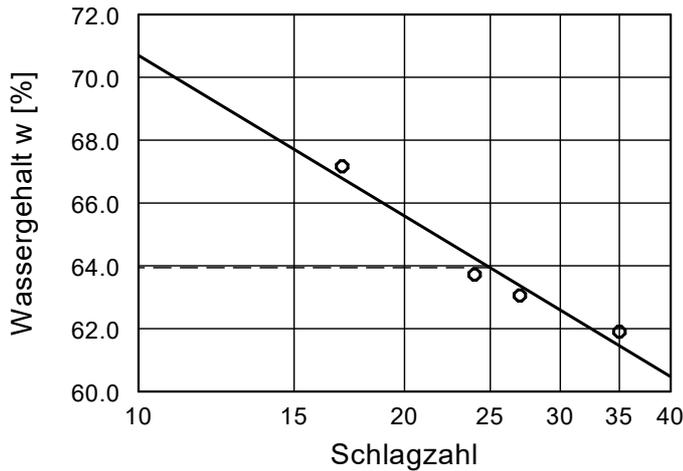
Entnahmestelle: B 8

Tiefe: 6,1 - 6,4 m

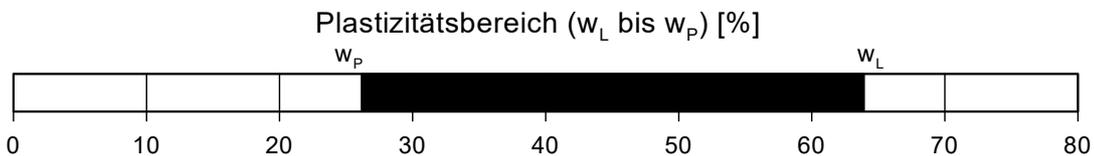
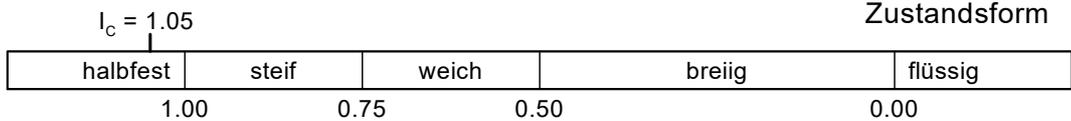
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, s

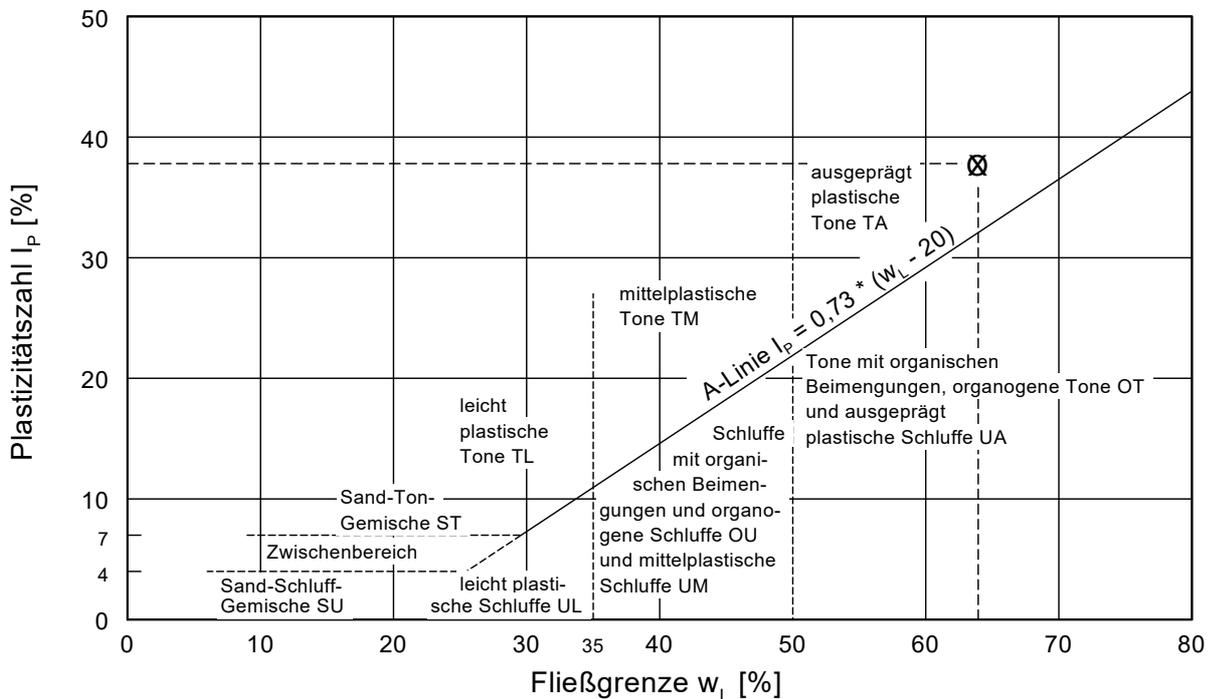
Probe entnommen am: 09.2022



Wassergehalt  $w = 24.3 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 63.9 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 26.1 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 37.8 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.05$



### Plastizitätsdiagramm



## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

**Neuenstein**  
**Bebauung Lange Klinge**  
**Teilbereich Schäfer & Peters**

Bearbeiter: SW

Datum: 05.12.2022

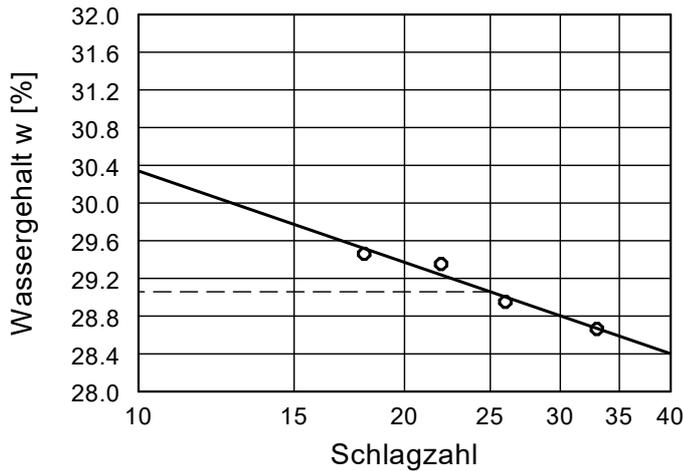
Entnahmestelle: B 13

Tiefe: 4,6-4,8 m

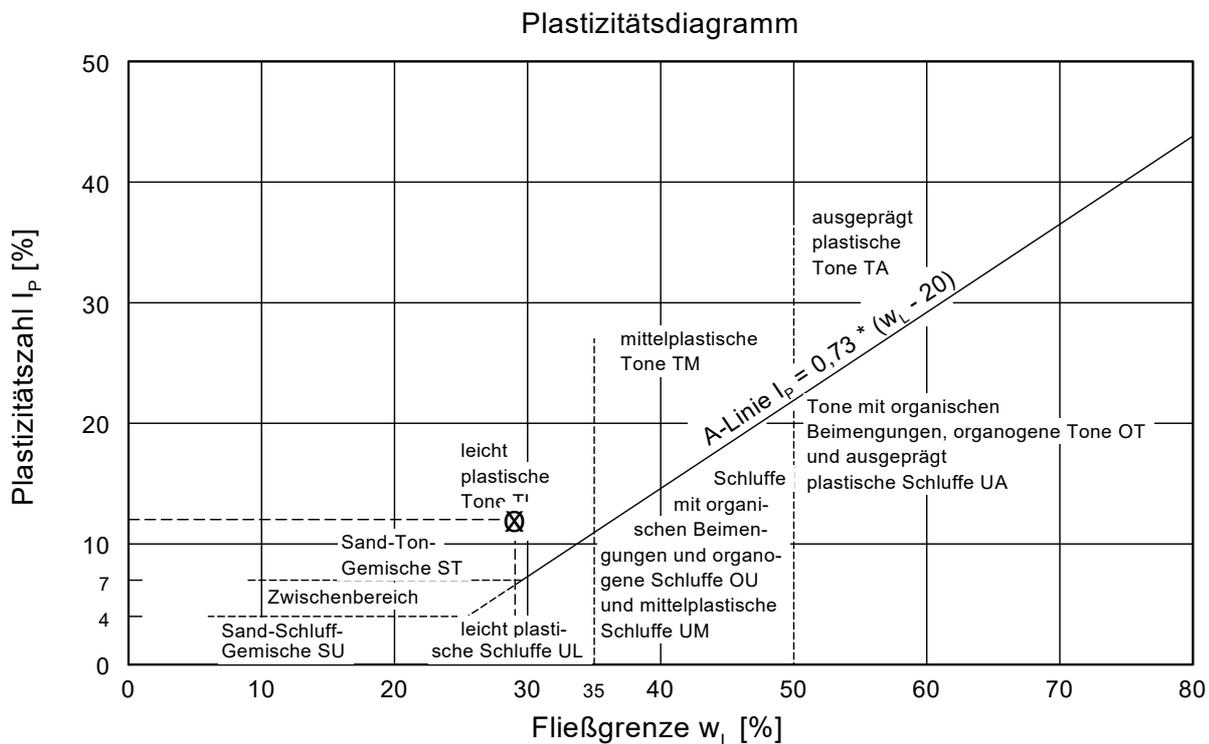
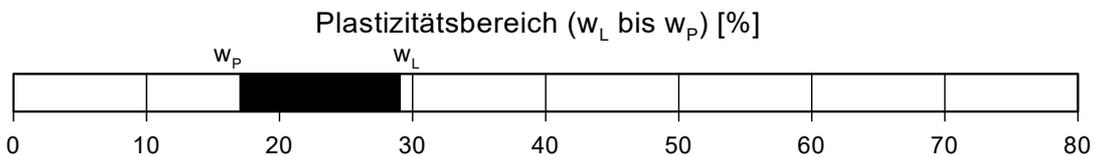
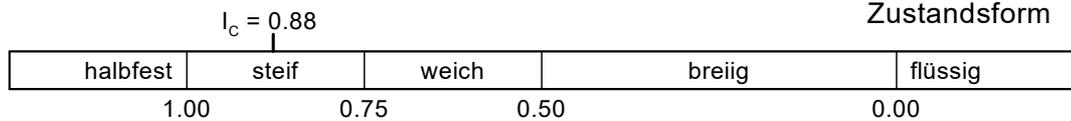
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, s

Probe entnommen am: 09.2022



Wassergehalt  $w = 18.5 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 29.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 17.0 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 12.1 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.88$



## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

**Neuenstein**  
**Bebauung Lange Klinge**  
**Teilbereich Schäfer & Peters**

Bearbeiter: SW

Datum: 05.12.2022

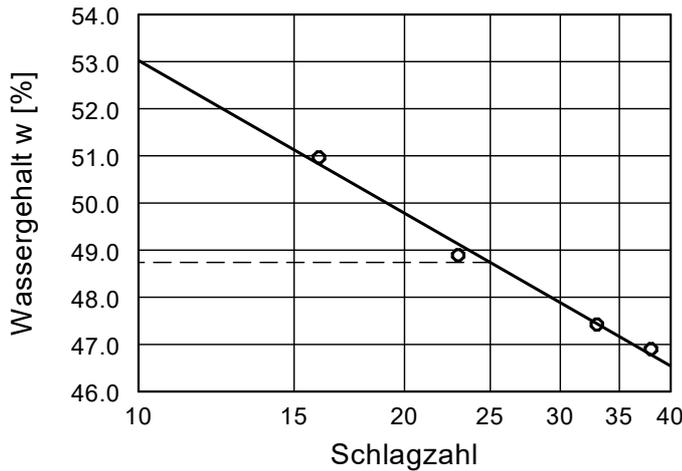
Entnahmestelle: B 18

Tiefe: 3,0-3,3 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, s

Probe entnommen am: 09.2022



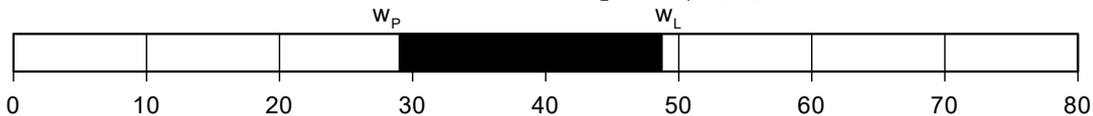
Wassergehalt  $w = 21.2 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 48.7 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 29.0 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 19.7 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.39$

$I_C = 1.39$

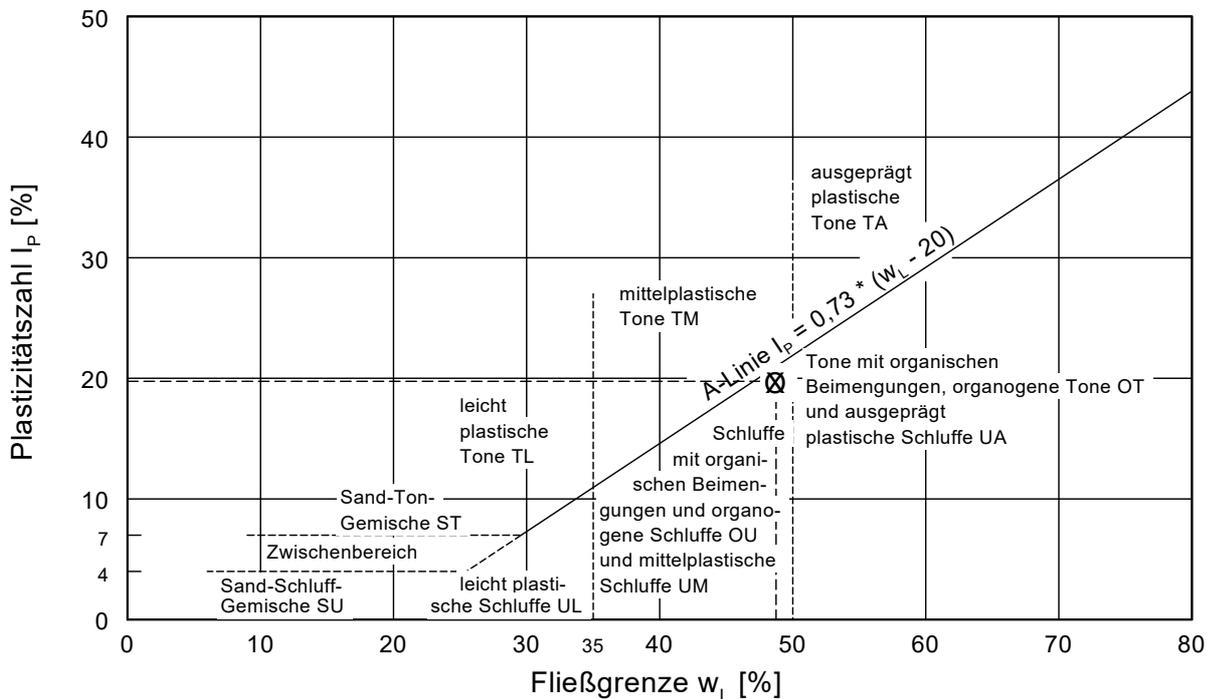
Zustandsform



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



Neuenstein  
Bebauung Lange Klinge  
Teilbereich Schäfer und Peters  
Geotechnischer Bericht (Erkundung)

---

Bericht 2022/1355.3

Anlage 4  
Grundwasseranalytik  
(6 Seiten)

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Daimlerring 37 · 31135 Hildesheim

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH  
Öhringen  
Am Römerbad 23/1



74613 Öhringen

### Prüfbericht-Nr.: 2022P608706 / 1

<b>Auftraggeber</b>	Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Öhringen
<b>Eingangsdatum</b>	06.09.2022
<b>Projekt</b>	Neuenstein, Lange Klinge
<b>Material</b>	Grundwasser
<b>Auftrag</b>	2022/1355
<b>Verpackung</b>	Glas- und PE-Flaschen
<b>Probenmenge</b>	1,0 L
<b>GBA-Nummer</b>	<b>22606987</b>
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	Kurier (GBA)
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	06.09.2022 - 15.09.2022
<b>Unteraufträge</b>	keine
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt.

Hildesheim, 15.09.2022



i. A. A. Dierking  
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P608706 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH  
Daimlerring 37, 31135 Hildesheim  
Telefon +49 (0)5121 75096-50  
Fax +49 (0)5121 75096-55  
E-Mail hildesheim@gba-group.de  
www.gba-group.com

HypoVereinsbank  
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92  
SWIFT BIC HYVEDEMM300  
Commerzbank Hamburg  
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00  
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:  
Hamburg  
Handelsregister:  
Hamburg HRB 42774  
USt-Id.Nr. DE 118 554 138  
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:  
Ralf Murzen,  
Ole Borchert,  
Kai Plinke,  
Dr. Dominik Obeloer

**Prüfbericht-Nr.: 2022P608706 / 1**
**Neuenstein, Lange Klinge**

<b>GBA-Nummer</b>		22606987	22606987	22606987
<b>Probe-Nr.</b>		001	002	003
<b>Material</b>		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>1355-GWM 1</b>	<b>1355-GWM 2</b>	<b>1355-GWM 3</b>
<b>Probemenge</b>		1,0 L	1,0 L	1,0 L
<b>Probeneingang</b>		06.09.2022	06.09.2022	06.09.2022
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>			
Betonaggressivität				
Aussehen		farbl.,klar,o. Abl.	leicht trübe	leicht trübe
Geruch		unauffällig	unauffällig	unauffällig
Geruch (angesäuerte Probe)		ohne	ohne	ohne
pH-Wert		7,8	7,9	7,6
Härtehydrogencarbonat	°dH	18	14	14
Chlorid	mg/L	13	47	20
Sulfat	mg/L	19	62	24
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0
Ammonium	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20
Leitfähigkeit (Labor, 25 °C)	µS/cm	598	700	566
Gesamthärte	°dH	17	16	12
Calcium	mg/L	73	60	57
Magnesium	mg/L	28	31	17

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

**Prüfbericht-Nr.: 2022P608706 / 1**  
**Neuenstein, Lange Klinge**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Aussehen			visuell <sub>6</sub>
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 <sup>a</sup> <sub>6</sub>
Geruch (angesäuerte Probe)			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 <sup>a</sup> <sub>6</sub>
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Härtehydrogencarbonat	0,050	°dH	DIN 38409-7: 2005-12/DEV D8: 1971 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Leitfähigkeit (Labor, 25 °C)	20	µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> <sub>6</sub>
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> <sub>5</sub>

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: <sub>5</sub>GBA Pinneberg <sub>6</sub>GBA Hildesheim

## Anlage zu Prüfbericht 2022P608706

Probe-Nr.: 22606987 / 001

Probenbezeichnung: 1355-GWM 1

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 1045-2 Tab. 2 / DIN EN 206-1

Parameter	Messwert	Einheit	Angriffsgrad		
			schwach angreifende Umgebung	mäßig angreifende Umgebung	stark angreifende Umgebung
			XA 1	XA 2	XA 3
pH-Wert	7,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - >= 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	28	mg/L	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	19	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	13	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	17	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	18	°dH	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

## Anlage zu Prüfbericht 2022P608706

Probe-Nr.: 22606987 / 002

Probenbezeichnung: 1355-GWM 2

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 1045-2 Tab. 2 / DIN EN 206-1

Parameter	Messwert	Einheit	Angriffsgrad		
			schwach angreifende Umgebung	mäßig angreifende Umgebung	stark angreifende Umgebung
			XA 1	XA 2	XA 3
pH-Wert	7,9		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - >= 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	31	mg/L	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	62	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	47	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	16	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	14	°dH	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

## Anlage zu Prüfbericht 2022P608706

Probe-Nr.: 22606987 / 003

Probenbezeichnung: 1355-GWM 3

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 1045-2 Tab. 2 / DIN EN 206-1

Parameter	Messwert	Einheit	Angriffsgrad		
			schwach angreifende Umgebung	mäßig angreifende Umgebung	stark angreifende Umgebung
			XA 1	XA 2	XA 3
pH-Wert	7,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - >= 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	17	mg/L	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	24	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	20	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	12	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	14	°dH	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.