



Versickerungs,-Straßen- und Kanalbautechnisches Baugrundgutachten

Fritz-Voigt-Straße 4
67433 Neustadt/Weinstr.
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
ibes-gmbh@ibes-gmbh.de
www.ibes-gmbh.de

- Geotechnik
- Umwelttechnik
- Hydrogeologie
- FEM-Berechnungen
- Beweissicherungen
- Erdbaulabor
- Geotechnische Bauüberwachung
- Erschütterungsmessungen
- Infrastrukturgeotechnik
- Bausubstanzuntersuchungen
- Gebäuderückbaukonzepte

Privatrechtlich anerkannte Prüfstelle
nach RAP Stra, Fachgebiet A3, I3

Projekt: Neubaugebiet Harthausen „Südlich Wooggraben“ Teilgebiet West u. Ost

Auftraggeber: Ortsgemeinde Harthausen
Am Rathaus 4
67354 Römerberg

Auftrag vom: 11.05.2017

IBES-Projekt-Nr.: 17.266.1

**Ort und Datum
des Gutachtens:** Neustadt/Weinstr., 03.08.2017 ml/an-gr

Dieses Gutachten umfasst 70 Seiten einschließlich Anlagen.

Hauptsitz:
Neustadt an der Weinstraße
Zweigniederlassung Schweiz: Basel

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch

Registergericht:
Ludwigshafen Nr. HRB 41377
Steuernummer: 31/652/0418/2





Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorgang	- 4 -
2 Unterlagen	- 4 -
3 Baugelände und Baumaßnahme	- 5 -
3.1 Baugelände	- 5 -
3.2 Baumaßnahme	- 5 -
4 Baugrundverhältnisse	- 5 -
4.1 Regionale Geologie	- 6 -
4.2 Erdbebenzone, Baugrund- und Untergrundklasse	- 6 -
4.3 Baugrundaufschlüsse	- 6 -
4.4 Bodenart und Schichtenfolge	- 7 -
4.4.1 Oberboden	- 7 -
4.4.2 Auffüllungen	- 7 -
4.4.3 Sande	- 8 -
4.4.4 Tone (Schluffe)	- 8 -
4.5 Hydrogeologische Verhältnisse	- 8 -
4.5.1 Grundwasserstände	- 8 -
4.5.2 Durchlässigkeiten des Baugrundes und Versickerung	- 9 -
5 Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden	- 13 -
6 Empfehlungen zum Straßenbau	- 15 -
6.1 Vorbemerkungen	- 15 -
6.2 Untergrund, Unterbau	- 15 -
6.3 Oberbau	- 18 -
6.4 Alternative Ausbaumöglichkeiten	- 18 -
7 Geotechnische Empfehlungen Kanalbau	- 19 -
7.1 Allgemeines	- 19 -
7.2 Rohraufleger	- 19 -
7.3 Wasserhaltung	- 21 -
7.4 Kanalgrabensicherung / Verbau	- 21 -
7.4.1 Allgemeines	- 21 -
7.4.2 Verbauten	- 22 -
7.5 Füllboden	- 24 -
8 Hinweise zur Bauausführung	- 25 -
9 Hinweise zur Handhabung von Oberboden	- 26 -
10 Schlussbemerkungen	- 26 -



Anlagenverzeichnis

- 1 Auszug aus der top. Karte, Blatt 6616 Speyer und Blatt 6716 Germersheim, 1975 und 1977, M. 1 : 25.000 (1 Blatt)
- 2 Lageplan mit Erkundungspunkten, M. 1 : 1000 (2 Blatt)
- 3 Fotodokumentation (7 Blatt)
- 4 Legende, Bohrprofile, M. 1:50 (18 Blatt)
- 5 Homogenbereiche (1 Blatt)
- 6 Laborversuche (14 Blatt)



1 Vorgang

Die Ortsgemeinde Harthausen plant die Erschließung des Neubaugebiets „Südlich Wooggraben“ Teilgebiet West und Ost.

Für eine wirtschaftliche, bautechnisch sinnvolle und sichere Planung, Bemessung der Verkehrsflächen, Ausschreibung und Bauausführung sind Angaben über den Baugrundaufbau sowie über die Lagerungsdichte, Tragfähigkeit und Klassifizierung des Untergrundes im Baugebiet erforderlich.

Die IBES Baugrundinstitut GmbH wurde am 11.05.2017 von dem Planungsbüro PISKE, im Auftrag der Ortsgemeinde Harthausen, mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und bodenmechanischen Laborversuchen zur Beurteilung wesentlicher Parameter in Bezug auf das Thema Boden (Baugrund, Versickerung) und der Erstellung eines Baugrundgutachtens beauftragt.

Das Ziel der durchgeführten Untersuchungen besteht darin, dem Auftraggeber eine fundierte Aussage zu den Baugrund- und Untergrundverhältnissen des Baugebietes unter geotechnischen Gesichtspunkten zu unterbreiten. Da derzeit noch keine Planungen für Straßen, Versorgungsleitungen und Kanäle vorliegen, sind die Gründungsempfehlungen als Orientierungen zu verstehen, die im Zuge weiterer Planungen entsprechend zu modifizieren und anzupassen sind.

Eine abfallrechtliche Einstufung von potentiell anfallendem Rückbau-/Aushubmaterial ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

2 Unterlagen

Für die Ausarbeitung des Gutachtens standen neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Topographische Karte 6616 Speyer, M.: 1:25.000, 1975
- [2] Topographische Karte 6716 Germersheim, M.: 1:25.000, 1977
- [3] Geologische Übersichtskarte CC 7110, Mannheim, M. 1:200.000, Hannover 1986
- [4] Grundwasserdaten Geoportal Wasser, www.geoportal-wasser.rlp.de, abgerufen am 20.04.17
- [5] Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005) „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“
- [6] Bebauungsplan „Wohnbebauung südlich Wooggraben“ Städtebauliches Konzept, Ortsgemeinde Harthausen, Bauabschnitt 2, M.: 1:1000, 02/2016
- [7] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer, Fortschreibung 1986 - 2005



3 Baugelände und Baumaßnahme

3.1 Baugelände

Das Baugelände befindet sich zwischen dem Hainbach und der Speyerer Straße in Harthausen. Es besteht aus den zwei Teilgebieten „West“ und „Ost“. Aktuell umfasst der Bestand einen Wechsel von landwirtschaftlich genutzter Flächen, Wiesen, Gärten und im Teilgebiet Ost einen Parkplatz.

Die Geländehöhen an den Erkundungspunkten wurden zwischen 105,94 mNN bei BS 14 und 108,01 mNN bei BS 3 eingemessen.

Einen Eindruck von den Geländebeziehungen während der Erkundungsarbeiten vermitteln die Bilder der Anlage 3.

3.2 Baumaßnahme

Das Untersuchungsgebiet soll als Bauland erschlossen werden. Den zugesandten Planunterlagen [6] zufolge ist der Neubau von mehreren Straßen zur Erschließung des geplanten Neubaugebietes geplant. Anfallendes Oberflächenwasser soll versickert werden. Weitere Planungsdetails wie Belastungsklasse sowie der genaue Verlauf von Ver- und Entsorgungskanälen und deren Gründungstiefen liegen derzeit noch nicht vor.

Die Baumaßnahme wird in die Geotechnische Kategorie GK 1 eingestuft.

4 Baugrundverhältnisse

Die DIN 18300 (Ausgabe 2015) gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Boden und Fels sind entsprechend ihres Zustandes vor dem Lösen in Homogenbereiche (HB) einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

In diesem Bericht werden bei der Festlegung der Homogenbereiche vordergründig bodenmechanische Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden und bautechnische Belange berücksichtigt (siehe Anlage 5). Im Zuge der weiteren Planung und Erstellung der Ausschreibungsunterlagen sind die hier definierten Homogenbereiche, in Bezug auf die zur Anwendung kommenden technischen Gerätschaften und sonstiger Randbedingungen, eventuell anzupassen.



4.1 Regionale Geologie

Harthausen ist aufgrund seiner Lage geomorphologisch und geologisch dem Tiefland des Oberrheingrabens, welcher mit tertiären und quartären Sedimenten gefüllt ist, zuzuordnen.

Der Oberrheingraben entstand im Alttertiär und ist auf Tiefenbrüche bzw. Bewegungen im Bereich Erdmantel/Unterkruste zurückzuführen. Mit Entstehung dieses Grabens füllte sich dieser mit bis zu mehreren tausend Meter mächtigen Sedimentschichten des Tertiärs und Quartärs, wobei für die nachfolgenden Betrachtungen nur die oberflächennah anstehenden Sedimente bzw. postglazialen Deckschichten des Quartärs von relevanter Bedeutung sind.

Den tieferen, nicht aufgeschlossenen Untergrund bilden die aus Mergeln, Kalken, Sanden und Tonen bestehenden Schichten des Miozäns. Die darüber lagernden Sedimente sind dem Pliozän zuzuordnen und bestehen ursprünglich im oberen und mittleren Teil aus fluviatilen und limnischen Feinklastika, in die Grobsand- und Kieslagen eingeschaltet sind. Aufgrund der Bruchtektonik und Grabenstruktur streichen die pliozänen Schichten zum Grabenrand hin immer oberflächennaher aus und weisen eher die vorgenannten Grobsand- und Kieslagen mit vereinzelt Ton- und Schluffeinschaltungen auf.

Über dem Pliozän lagern die quartären Sedimente in Form fluviatiler Ablagerungen (Kies, Sand, Schluff, teils Ton). Zuletzt bis in das Holozän hinein erfolgte oberflächennah vorwiegend die Ablagerung von fluviatilen Sanden und Schluffen.

Die natürlich anstehenden Böden können im Baufeld noch von Auffüllungen überdeckt bzw. durch Auffüllungen ersetzt worden sein.

4.2 Erdbebenzone, Baugrund- und Untergrundklasse

Gemäß DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 (ehemals DIN 4149 - 2005 "Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten") ist für das Bauvorhaben folgende Einteilung vorzunehmen:

- | | |
|--------------------------------|---|
| • Erdbebenzone | 1 |
| • Geologische Untergrundklasse | S |
| • Baugrundklasse | C |

4.3 Baugrundaufschlüsse

Die Erkundungsarbeiten fanden in der Zeit vom 06.06. bis 08.06.2017 und am 28.07.2017 statt. Die Erkundungspunkte wurden gemäß aktuellem Planungsstand auf dem Baugelände festgelegt.

Insgesamt wurden 17 Aufschlusspunkte positioniert (siehe Anlage 2). An diesen Punkten wurde jeweils eine Kleinbohrung (BS, $\varnothing$ 36 – 80 mm) mit einer planmäßigen Endtiefe von 5,0 m ausgeführt. Das Bohrgut aus den Bohrsondierungen wurde fotografiert, beprobt, und nach geologisch-bodenmechanischen Gesichtspunkten und visuell-manuellen Verfahrensmerkmalen angesprochen.



Sämtliche Ansatzpunkte der Baugrund- und Bauwerksaufschlüsse wurden von IBES lage- und höhenmäßig eingemessen und können der Anlage 2 entnommen werden. Als Höhenbezugspunkte wurden verschiedene Kanaldeckel mit bekannten Höhen genutzt.

Aus dem Bohrgut wurden insgesamt 109 gestörte Bodenproben entnommen und zur Unterstützung der Bodenansprache an ausgesuchten Bodenproben folgendes Laborprogramm durchgeführt:

- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Anlage 6.1.1 - 6.1.9) 12 x
- Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 (Anlage 6.2.1 – 6.2.4) 4 x
- Bestimmung der Wassergehalte (Anlage 6.3) 4 x

Die Ergebnisse der Felderkundungen sind in der Anlage 4 als Bohrprofile dargestellt. Die Anlagen 4 und 5 enthalten die (vorläufige) Festlegung der Homogenbereiche.

4.4 Bodenart und Schichtenfolge

Die angetroffenen Böden können hinsichtlich ihrer Entstehung und ihres bodenmechanischen Verhaltens in die folgenden Schichten bzw. Schichtkomplexe zusammengefasst werden:

- **Oberboden**
- **Auffüllungen**
- **Sande**
- **Tone (Schluffe)**

4.4.1 Oberboden

Mit Ausnahme der Bohrsondierungen, bei denen Auffüllungen anstehen, wurde oberflächennah Oberboden (Bodengruppe OH) in einer Mächtigkeit zwischen rund 0,20 - 0,30 m aufgeschlossen.

Auf Grund der landwirtschaftlichen Nutzung (Pflügen des Bodens) von Teilbereichen des Erkundungsgebietes ist in diesen Bereichen die Abgrenzung der Oberbodens zum darunter liegenden Horizont teilweise schwierig vorzunehmen, sodass hier teilweise Übergangshorizonte entstanden sind.

4.4.2 Auffüllungen

In den Rammkernbohrungen BS 3, BS 5, BS 10, BS 15 und BS 16 wurden anstelle des natürlich anstehenden Bodens verschiedenen Auffüllungen bis in Tiefen zwischen 0,3 m (BS 3 und BS 10) und 1,6 m (BS 15) erkundet. Diese Auffüllungen bestehen aus Kiesen und Sanden mit wechselnden Feinkornanteilen der Bodengruppen (nach DIN 18196) [GW], [GU], [SE], [SU] und [SU*].



4.4.3 Sande

Unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllungen folgen feinkornarme bis feinkornreiche Sande der Gruppen SU, SU* und SU*-ST, welche punktuell von bindigen Böden (UL, TM) durchzogen werden.

Diese Sande werden nach unten mit Ausnahme der BS 11, BS ,

15, BS 16 und BS 17 von bindigen Materialien begrenzt. In den Sondierungen BS 11, BS 15, BS 16 und BS 17 werden die feinkornreichen Sande von Sanden der Bodengruppen SE und SW unterlagert, welche mit Ausnahme der BS 17 bis zur Bohrendtiefe angetroffen wurden.

Unter den bindigen Schichten, welche vor allem im „Teilbereich West“ des Baugebiets angetroffen wurden folgen wieder feinkornreiche Sande der Bodengruppen SU, SU* und ST.

4.4.4 Tone (Schluffe)

Den nächsten Schichtkomplex bilden bindige Schichten von weicher bis steifer Konsistenz. Gemäß der bodenmechanischen Ansprache und den Ergebnissen der Laboruntersuchungen handelt es sich um Böden der Gruppen (gemäß DIN 18196) UL, TL, TM und TM-TA mit variierenden Nebenanteilen.

Die bindigen Schichten weisen Mächtigkeiten zwischen 0,85 m (BS 14) und 2,6 m (BS 1) auf.

4.5 Hydrogeologische Verhältnisse

In unmittelbarer Nähe zum Baugebiet fließt der Hainbach in Generalrichtung Nordost.

4.5.1 Grundwasserstände

Bei den Aufschlussarbeiten wurde das Grundwasser in den Kleinbohrungen zwischen 1,8 m u. GOK (104,43 mNN) bei BS 13 und 4,0 m u. GOK (104,04 mNN) bei BS 3 angebohrt.

Zur Abschätzung des möglichen Grundwasserschwankungsbereiches wurde eine Internetrecherche durchgeführt [4] und die Daten der nächstgelegenen Grundwassermessstellen herangezogen (siehe Tabelle 1). Die Grundwassermessstellen weisen über den Beobachtungszeitraum hinweg einen Grundwasserschwankungsbereich von ca. 2,5 m auf.

Tabelle 1: Ergebnisse Grundwasserrecherche

Messstelle	Messungen von	Entfernung zum Baufeld [km]	Messpunkthöhe [mNN]	max. GW [mNN]	min. GW [mNN]
1055 Harthausen	1953 - 1993	~ 0,3 – 0,7 (W)	108,33	107,53	105,28
1235 Harthausen	1977 - 2017	~ 1,2 – 1,5 (SSE)	108,48	104,04	101,38
1234 Schwegenheim	1977 - 2017	~ 1,6 – 1,9 (SSW)	109,88	108,20	104,15



Aufgrund von Topographie und Geologie, lassen sich die Werte der vorhandenen Grundwassermessstellen nicht direkt auf das Untersuchungsgebiet übertragen.

Unter Einbeziehung der Hydrogeologischen Kartierung [7] kann der mittlere höchste Grundwasserstand (MHGW) grob abgeschätzt werden und wird auf der sicheren Seite liegend bei 105,5 mNN angenommen. Dieser kann als Bemessungswasserstand für den Bauzustand empfohlen werden.

Als maximaler möglicher Wasserstand wird 107,5 mNN abgeschätzt. Dieser kann als Bemessungswasserstand HGW festgelegt werden.

Für die Festlegung eines für die Bauphase möglichen Grundwasserstandes GW_{Bau} steht das Sicherheitsbedürfnis des Bauherren im Vordergrund. Von unserer Seite wird es für die Planung der Maßnahme als sinnvoll erachtet, den Grundwasserstand GW_{Bau} mit dem oben angegebenen mittleren Grundwasserstand von 105,5 mNN gleichzusetzen.

Weiterhin ist im Baufeld mit Schicht- und Stauwasser zu rechnen.

4.5.2 Durchlässigkeiten des Baugrundes und Versickerung

Nach dem aktuellen Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (April 2005) können Versickerungsanlagen in Lockergesteinen (bei ausreichendem Grundwasserflurabstand) geplant werden, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen.

Die Beurteilung der Durchlässigkeit des Baugrunds erfolgte anhand von Sieblinienauswertungen auf Grundlage der ermittelten Korngrößenverteilungen (Anlage 6) und auf Basis von Erfahrungswerten.

Die abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwerte von den relevanten Bodenschichten sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

**Tabelle 2: Bewertung der Wasserdurchlässigkeit**

Kleinbohrung	Tiefe u. GOK [m]	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]			
			Erfahrungswert	Berechneter Wert nach		Bemessungs- k_f
BS 1	0,20 – 0,60	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,60 – 0,80	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	0,80 – 1,40	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,40 – 3,05	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
BS 2	0,30 – 0,55	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,55 – 0,70	UL	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	0,70 – 1,20	SU*		2×10^{-8}	USBR	4×10^{-9}
	1,20 – 3,15	TM-TA	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
BS 3	0,17 – 0,30	[GW]	$3 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$3 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
	0,30 – 0,37	[SE]	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$
	0,37 – 0,55	SE	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$
	0,55 – 1,35	SU	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$			$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$
	1,35 – 2,30	SU*		5×10^{-7}	KAUBISCH	1×10^{-7}
	2,30 – 3,00	TL		2×10^{-8}	KAUBISCH	4×10^{-9}
BS 4	0,90 – 1,25	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,25 – 2,50	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,50 – 4,60	SU*		2×10^{-7}	USBR	4×10^{-8}
BS 5	0,20 – 0,50	[GU]	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$			$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$
	0,50 – 0,80	SU*/TL	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,80 - 2,00	SU*		7×10^{-7}	KAUBISCH	1×10^{-7}
	2,0 – 2,60	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
BS 6	0,50 – 0,75	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,75 - 2,40	SU*		4×10^{-6}	USBR	8×10^{-7}
	2,40 – 3,00	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
BS 7	0,30 – 0,75	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,75 – 0,95	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	0,95 – 1,40	SU*-ST*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,40 – 2,00	SU	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$			$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$
	2,00 – 3,10	TL-TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$

**Tabelle 2: Bewertung der Wasserdurchlässigkeit**

Kleinbohrung	Tiefe u. GOK [m]	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]			
			Erfahrungswert	Berechneter Wert nach		Bemessungs- k_f
BS 8	0,30 – 0,70	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,70 – 1,10	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	1,10 – 1,60	TL	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	1,60 – 2,00	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,00 – 2,30	SU	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$			$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$
	2,30 – 2,50	UL	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,50 – 3,10	SU* - ST*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
BS 9	0,40 – 1,10	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,10 – 1,50	TL	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	1,50 – 2,50	TL-TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,50 – 3,50	SU	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$			$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$
BS 10	0,30 – 1,00	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,00 – 1,70	SU* - ST	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,70 – 3,30	TL-TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
BS 11	0,80 – 1,50	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,50 – 2,40	SU* - TL(SU*)	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	2,40 – 3,30	SU	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$			$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$
BS 12	0,35 – 0,70	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,70 – 1,20	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,20 – 2,55	TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,55 – 5,00	SE	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
BS 13	0,25 – 0,50	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,50 – 1,35	SE	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
	1,35 – 1,85	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,85 – 2,35	TL-TM	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,35 – 4,50	SW	$1 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-4}$
	4,50 – 5,00	SE	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$
BS 14	0,30 – 0,85	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,85 – 1,45	SU*		3×10^{-7}	KAUBISCH	6×10^{-8}
	1,45 – 2,30	TL	$< 1 \times 10^{-8}$			$< 1 \times 10^{-8}$
	2,3 – 5,00	SU		1×10^{-4}	BEYER	2×10^{-5}

**Tabelle 2: Bewertung der Wasserdurchlässigkeit**

Kleinbohrung	Tiefe u. GOK [m]	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]			
			Erfahrungswert	Berechneter Wert nach		Bemessungs- k_f
BS 15	0,20 – 1,60	[SU*]	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,60 – 1,95	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,95 – 2,15	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	2,15 – 5,0	SE	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$
BS 16	0,30 – 0,80	[SU*]	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	0,80 – 1,50	SU*		4×10^{-6}	KAUBISCH	8×10^{-7}
	1,50 – 2,90	SE	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4}$
	2,90 – 5,00	SW	$1 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-4}$			$1 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-4}$
BS 17	0,30 – 1,40	SU*	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$			$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
	1,40 – 4,20	SE		2×10^{-4}	BEYER	4×10^{-5}

Da der Durchlässigkeitsbeiwert k_f nicht unabhängig von der Bestimmungsmethode ist, ist der Bemessung von Versickerungsanlagen ein so genannter Bemessungs- k_f -Wert zugrunde zu legen. Dieser ergibt sich, wenn der methoden-spezifische k_f -Wert mit einem empirisch ermittelten Korrekturfaktor multipliziert wird. Nach [5] beträgt dieser Faktor bei der Sieblinienauswertung 0,2.

Die oberflächennah anstehenden Bodenhorizonte, welche zum Großteil aus feinkornreichen Sanden und Schluffen bzw. Tonen der Bodengruppen SU*, UL, TL und TM bestehen sind auf Grund ihrer (sehr) geringen Wasserdurchlässigkeit für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet. Zusätzlich schränkt der hoch anzunehmende Grundwasserstand (MHGW) im Baugebiet den Bau von Versickerungsanlagen stark ein bzw. verhindert deren Nutzbarkeit.

Lediglich lokal ist in den tieferliegenden Sanden (SE, SW) bei BS 16 und BS 17, nach vorhergegangenem Bodenaustausch der schwach durchlässigen Schichten, welche bis in Tiefen zwischen 1,4 m und 1,5 m reichen, eine Versickerung denkbar.

Die vorliegenden Untergundverhältnisse im Baugebiet in Zusammenhang mit dem Grundwasserstand verhindern jedoch eine Versickerung des gesamten im Baugebiet anfallenden Niederschlagswassers.



5 Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden

Die anstehenden Bodenarten bzw. Baugrundverhältnisse sind in den vorhergehenden Abschnitten eingehend beschrieben und in der Anlage 4 als Bohrprofile dargestellt.

Für die mögliche Tiefenlage bzw. Einflusstiefe der Baumaßnahmen und Baugruben einschließlich Verbau können für die angetroffenen Hauptbodenarten die in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengestellten Bodenkenngößen angesetzt werden. Diese Werte bilden die Grundlage für die erdstatischen Berechnungen oder Nachweise und wurden anhand der Bodenansprache, der Laborergebnisse und aufgrund unserer Erfahrungen bei anderen Baumaßnahmen in der Nähe bzw. mit ähnlichen Bodenverhältnissen und Bodenarten derselben geologischen Formation festgelegt.

Die erdstatischen Nachweise sind grundsätzlich mit den Werten der Tabelle 3 zu führen. Im Zweifelsfall - je nach Berechnung bzw. Nachweis - ist mit dem Minimal- und/oder Maximalwert zu rechnen. Zu beachten ist eventuell die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Konsistenzen (bindige Böden) bzw. Lagerungsdichten (nicht bindige Böden).

Tabelle 3: Charakteristische Zahlenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngößen

Schichtkomplex	Bodenart	Bodengruppe n. DIN 18196	Lagerungsdichte / Konsistenz	Wichte, erdfeucht $\gamma (\gamma')$ [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Auffüllungen	Kies, sandig – stark sandig (kantig)	[GW]	locker	18 (10)	38,5	0	80
			mitteldicht	20 (11)	40	0	100
	Kies, schwach schluffig	[GU]	locker	18 (10)	32,5	0	40
			mitteldicht	20 (12)	32,5	0	80
	Sand, (schwach) schluffig bis stark schluffig	[SU], [SU*]	locker	20 (10)	27,5 - 30	0	10 – 30
			mitteldicht	21 (12)	30 - 32,5	3	20 – 40
Sande	Sand bzw. Sand, kiesig	SE, SW	locker	18 (10)	32,5	0	30 – 40
			mitteldicht	20 (119)	35 – 37,5	0	80
	Sand, schwach schluffig, stark schluffig, teils tonig	SU, SU*, ST	locker	20 (10)	27,5 - 30	0	10 - 30
			mitteldicht	20 (11)	32,5	3	20 - 40
Tone, Schluffe	Schluff, sandig	UL	weich	18 (9)	27,5	1	3
			steif	19 (9)	30	5	5
	Ton, schluffig, schwach sandig	TL	weich	20 (10)	27,5	1	3
			steif	20 (10)	27,5	15	5
	Ton, schluffig	TM	weich	19 (9)	22,5	6	3
			steif	19 (9)	25	20	4



Die im Abschnitt 4.5 beschriebenen Schichtkomplexe lassen sich hinsichtlich ihrer Bodengruppe, Bodenklasse, Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit gemäß Tabelle 4 klassifizieren.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierungen des Baugrundes

Schichtkomplex	Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTVE-StB 09	Verdichtbarkeitsklasse n. ZTVE-Kommentar
Auffüllungen	[GW], [SE]	F1	V1
	[GU], [SU]	F2	V1
	[SU*]	F3	V2
Sande	SE, SW	F1	V1
	SU, ST	F2	V1
	SU*	F3	V2
Tone, Schluffe	UL, TL, TM	F3	V3

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o.ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 5 zu erfüllen.

Tabelle 5: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe nach DIN 18196	Nicht bindige bis schwach bindige, grob- und gemischtkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, SU
Schlammkornanteil ($d \leq 0.063 \text{ mm}$)	$\leq 10 \text{ (15) M. \%}$
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{Pr} \geq 98 \text{ \%}$ bzw. $U \geq 7$ für $D_{Pr} \geq 100\%$
Steinanteil ($d \geq 63 \text{ mm}$)	$\leq 10 \text{ M. \%}$
Größtkorndurchmesser $d_{\max}$	$\leq 100 \text{ mm}$, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Glühverlust V_{Gl}	$\leq 3 \text{ M. \%}$
Schütthöhe	je nach Verdichtungsgerät 20 - 40 cm
Wichte erdfeucht γ	$18 - 21 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel ϕ_k'	$\geq 35^\circ$
Kohäsion c_k'	0 kN/m^2

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 98 % (97 %) der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 1 m darunter sind $D_{Pr} \geq 100 \text{ \%}$ zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100 \text{ \%}$ gefordert.



Wiederverwertbarkeit der Aushubmassen (aus geotechnischer Sicht):

Die anstehenden feinkornreichen Sande sowie Schluffe und Tone entsprechen nicht den Anforderungen nach Tabelle 5. Hingegen entsprechen die feinkornfreien bis feinkornarmen Böden der Bodengruppen SE, SW, SU, GW und GU prinzipiell den Anforderungen der Tabelle 5 und könnten dadurch für geotechnische Zwecke wiederverwendet werden (chemische Unbedenklichkeit vorausgesetzt).

Fremdmaterial

Fremdmaterialien müssen grundsätzlich die in der Tabelle 5 angeführten Anforderungen erfüllen. Abweichend hierzu wird empfohlen, in überbauten Flächen (z. B. für Bodenaustauschmaßnahmen oder Planumsverbesserungen etc.) auf Materialien der Bodengruppen GW oder GI zurückzugreifen. Darüber hinaus ist die Kornabstufung ggf. dem erforderlichen Einsatzzweck - z. B. bei Verwendung als Dränmaterial - anzupassen. Vom Einsatz gemischtkörniger Böden mit Feinkorngehalten über 10 M-% wird abgeraten, da hierbei mit unplanmäßigen, witterungsbedingten Verzögerungen beim Einbau gerechnet werden muss.

Güteüberwachtes Recyclingmaterial kann aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse im vorliegenden Fall nicht verwendet werden. Im Zweifelsfall wird eine Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde empfohlen.

Hinsichtlich der kanalbautechnischen Anforderungen an den Füllboden, etc. wird auf Kapitel 7 verwiesen.

6 Empfehlungen zum Straßenbau

6.1 Vorbemerkungen

Gründungen von Straßen und Verkehrsflächen sind grundsätzlich nur dann möglich, wenn ausreichend tragfähiger Boden ansteht bzw. gestörter Boden so verdichtet werden kann, dass er den Anforderungen der „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ RStO 12 entspricht.

Die Straßen müssen so bemessen und bautechnisch ausgebildet werden, dass sie langfristig den erforderlichen Verkehrsbelastungen standhalten.

Auftretende Setzungen dürfen nur Größenordnungen aufweisen, die die Funktionsfähigkeit der Straße nicht gefährden und keine Risse und unzulässigen Verformungen in der Befestigung verursachen. Die Frostsicherheit des Oberbaus hinsichtlich ZTV E-StB 09 und RStO 12 ist zu gewährleisten.

Nach Angaben des Planers wird das Planumsniveau bei ca. 60 cm bis 70 cm unter GOK liegen.

6.2 Untergrund, Unterbau

Gemäß den Vorschriften der ZTV E-StB 09 muss der Untergrund (Planum) Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (einfache Proctordichte D_{pr}) und Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) erfüllen. Das Planum ist mit Gefälle herzustellen. Auf eine ausreichende Drainage-/Entwässerungsmöglichkeit ist zu achten.



Es wird davon ausgegangen, dass das derzeitige Geländeniveau weitestgehend der zukünftigen Oberkante Straße/Oberkante Parkflächen entspricht. Werden im Rahmen von Straßenbaumaßnahmen massive Einschnitte vorgenommen oder Anschüttungen hergestellt, sind die Empfehlungen zum Straßenbau neu zu bewerten.

Unter der genannten Voraussetzung sind im Planumsniveau überwiegend stark frostempfindliche Böden vorhanden, die der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen sind. Somit wird für die Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2 folgende Mindestdicke für einen frostsicheren Oberbau entsprechend der Tabelle 6 der RStO 12 notwendig:

Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk3,2: Mindestdicke bei F3-Böden $\Rightarrow$ 60 cm

Die in der RStO 12 ausgewiesenen Schichtdicken und die Anforderungen der ZTV SoB-StB 04/07 an den Verformungsmodul der Frostschutz- bzw. ungebundenen Tragschicht setzen auf dem Planum einen Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ voraus.

Bei den im Planumsniveau und darunter angetroffenen bindig gemischtkörnigen bis feinkörnigen Böden ist eine ausreichende Verdichtung i. d. R. nicht möglich. Auf die Wasserempfindlichkeit dieser Böden, insbesondere in Verbindung mit mechanischer Beanspruchung wird ausdrücklich hingewiesen. Auf einen ordnungsgemäßen Planumsschutz ist zu achten.

Bei den erkundeten Böden bzw. Baugrundverhältnissen kann von erreichbaren Verformungsmoduln bis maximal $E_{v2} = 15 \text{ MN/m}^2$ (Ausnahme Bereich BS 3 und BS 13: maximal $E_{v2} = 20 \text{ MN/m}^2$ bis $E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$) ausgegangen werden. In Anlehnung an den FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB ist ein Bodenaustausch von etwa 10 - 30 cm erforderlich, um auf dem Planum den geforderten Verformungsmodul $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachweisen zu können.

In der folgenden Tabelle werden auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse und der vorliegenden Planung geschätzte, erforderlich Dicken für die Durchführung von Bodenaustauschmaßnahmen in den Bereichen der jeweiligen Bodenaufschlüsse genannt.

**Tabelle 6: Geschätzte Dicken von Bodenaustausch ab Planumshöhe**

Umbau- bereich	Baugrund- aufschluss	Geplante Pla- numshöhe [m u. GOK]	Geschätzter Verfor- mungsmodul E_{v2} auf Planum [MN/m ²]	Geschätzte Dicke Bo- denaustausch [cm]
Teilbereich West	BS 1	0,60 – 0,70	15	30
	BS 2	0,60 – 0,70	15	30
	BS 3	0,60 – 0,70	20	20
	BS 4	0,60 – 0,70	15	30
	BS 5	0,60 – 0,70	15	30
	BS 6	0,60 – 0,70	15	30
	BS 7	0,60 – 0,70	15	30
	BS 8	0,60 – 0,70	15	30
	BS 9	0,60 – 0,70	15	30
	BS 10	0,60 – 0,70	15	30
Teilbereich Ost	BS 11	0,60 – 0,70	15	30
	BS 12	0,60 – 0,70	15	30
	BS 13	0,60 – 0,70	30	10
	BS 14	0,60 – 0,70	15	30
	BS 15	0,60 – 0,70	15	30
	BS 16	0,60 – 0,70	15	30
	BS 17	0,60 – 0,70	15	30

Die Dickenangabe bezieht sich auf die Verwendung von Frostschutzmaterial gemäß ZTV SoB-StB 04/07. Bei Verwendung geringer wertigen Austauschmaterials (vgl. Anforderungen an Ersatzboden, Tabelle 5) können in Abhängigkeit von dem gewählten Baustoff größere Austauschstärken als oben genannt erforderlich werden, um eine ausreichende Tragfähigkeit auf dem Planum nachweisen zu können.

Auf die Einhaltung der Filterkriterien wird hingewiesen. Das bedeutet, dass bei Bedarf als Trennschicht ein Geotextil (z.B. mechanisch verfestigtes Vlies, Flächengewicht $m \geq 180 \text{ g/m}^2$) vorzusehen ist.

Bei eng gestuften Sanden als Austauschmaterial ist meist ein erhöhter Verdichtungsaufwand notwendig. Möglicherweise ist der erforderliche Verdichtungsgrad erst nach Aufbringen einer Lage (ca. 5 cm) aus Bodenaustauschmaterial der Bodengruppen GW, GI, SW oder SI zu erreichen.



Es wird darauf hingewiesen, dass die oben aufgeführten Angaben zu den Tragschichtdicken auf Grundlage der Bohrerergebnisse festgelegt wurden. Maßgeblich für die Bemessung der Tragschicht ist letztendlich der Zustand des Erdplanums bei der Durchführung der Erdarbeiten. Aufgrund dessen kann die tatsächliche Tragschichtdicke erst im Zuge der Bauausführung verbindlich festgelegt werden. Für die Beurteilung der Tragfähigkeit hat sich die Ausführung statischer Plattendruckversuche in Verbindung mit einer vorsichtigen Befahrung der freigelegten, nachverdichteten Fläche mit einem beladenen LKW bewährt (Proof-rolling). Im Falle längerer Trockenperioden sind u.U. geringere Tragschichtdicken möglich, während der Tragschichtaufbau bei anhaltend nasser Witterung ggf. erhöht werden muss.

6.3 Oberbau

Für die Straßenplanung gelten grundsätzlich die Angaben der RStO 12, die in Abhängigkeit von Belastungsklassen und anstehenden Böden unterschiedliche Angaben zu Straßenaufbauten macht. Die Dicke des frostsicheren Oberbaus ist so zu wählen, dass eine ausreichende Frostsicherheit und eine ausreichende Tragfähigkeit gewährleistet sind. Maßgebend ist die sich ergebende größere Dicke.

Die Minstdicken des frostsicheren Oberbaus bei F3-Böden beträgt entsprechend den Angaben in Kapitel 6.2 für die Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2 60 cm.

Nach Ausführung des erforderlichen Bodenaustausches (vgl. ebenfalls Kapitel 6.2) stehen im Planumsniveau hauptsächlich F3-Böden an, die damit bemessungsrelevant für die Festlegung der Dicke des frostsicheren Oberbaus sind.

Die Frostschutzschicht ist so zu verdichten, dass mindestens der Verdichtungsgrad D_{Pr} nach Tabelle 1 der ZTV SoB-StB 04/07 erreicht wird, im vorliegenden Fall $D_{Pr} \geq 103\%$.

Auf dem Planum ist der nach Tabelle 3 der ZTV E-StB 09 geforderte Verdichtungsgrad D_{Pr} von Bodenarten im Untergrund und Unterbau sowie der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ durch Eigenüberwachungs- bzw. Kontrollprüfungen nachzuweisen. Ebenso sind die Anforderungen der ZTV SoB-StB 04/07 hinsichtlich Baustoffgemische, Verdichtung und Tragfähigkeit zu erfüllen und nachzuweisen.

6.4 Alternative Ausbaumöglichkeiten

Eine Planumsverbesserung, beispielsweise durch die Aufbereitung mit hydraulischem Bindemittel zur Reduzierung des Gesamtaufbaus der Verkehrsflächen ist grundsätzlich denkbar. Allerdings ist dabei zu beachten, dass es bei späteren Aufgrabungen für Kabel- und Leitungen zu Hindernissen/Erschwernissen kommen kann. Eventuell sind diese Bereiche bei der Aufbereitung mit hydraulischem Bindemittel auszusparen.

Zudem erfordert diese Maßnahme im Gegensatz zum Teilbodenaustausch den Einsatz von Sondergerätschaften. Ob ein Einsatz derartiger Gerätschaften möglich und praktikabel ist, ist im Vorfeld zu prüfen.



7 Geotechnische Empfehlungen Kanalbau

7.1 Allgemeines

Für das Bauvorhaben liegen derzeit noch keine konkreten Planungen in Bezug auf Lage, Verlauf, Bauweise und Gründungstiefe möglicher Kanäle und Leitungen vor, so dass die folgenden Ausführungen zum Kanalbau nur allgemeinen Charakter haben.

Neben der nachfolgend erläuterten DIN EN 1610 wird grundsätzlich auf die Empfehlungen und Hinweise der DWA-A 139 hingewiesen, die bei der Planung und Ausführung der Kanalbaumaßnahme besonders zu berücksichtigen sind.

7.2 Rohraufleger

Nach den Forderungen der DIN EN 1610 sind die Rohre so zu verlegen, dass weder Linien- noch Punktlagerung auftritt.

Nach DIN EN 1610 sind folgende Bettungsarten möglich:

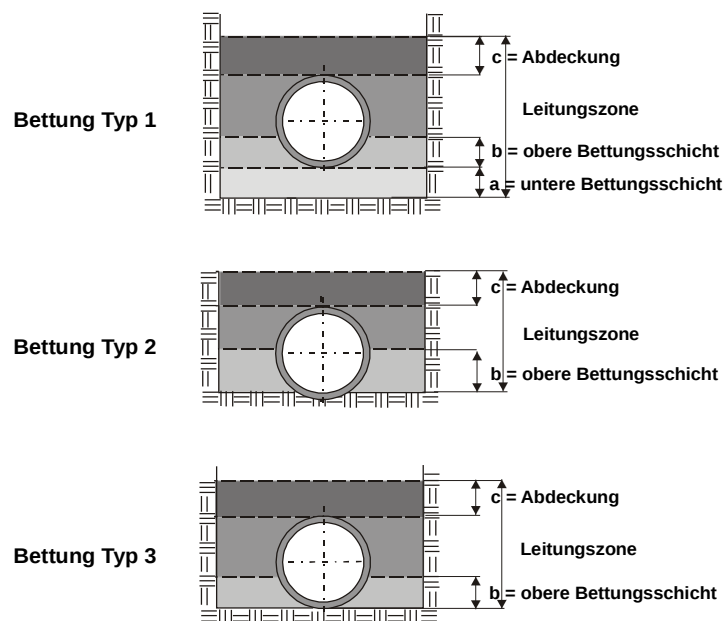


Abbildung 2: Ausführung der Bettung nach DIN EN 1610

In erster Näherung wird davon ausgegangen, dass die Gründung für Kanäle und Rohre ca. zwischen 1,5 m bis 3 m unter derzeitiger GOK zu liegen kommen. In Höhe der Rohraufleger stehen demnach entsprechend den Erkundungsergebnissen feinkornarme bis feinkornreiche Sande der Bodengruppen SE, SW, SU und SU* sowie schluffige, teils sandige Tonschichten der Bodengruppen TL und TM mit an. Diese Auflagerverhältnisse sind als nicht geeignet für eine unmittelbare Rohrbettung anzusehen. Es ist somit einzuplanen, dass die Grabensohlen tiefer ausgehoben werden müssen und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material eingebracht werden muss. Es ist daher eine Bettung gemäß Typ 1 der DIN EN 1610 entsprechend der Regelausführung nach DWA-A 139 einzuplanen.



Gemäß DIN 1610 beträgt die Mindestdicke der unteren Bettungsschicht $a = 100$ mm entsprechend Typ 1. Um die Gefahr von Schäden am Rohr und Setzungen zu reduzieren, empfiehlt die DWA-A 139, die Dicke der unteren Bettungsschicht unter dem Rohrschaft in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser auf $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ zu erhöhen. Darüber hinaus sind die Anforderungen und Vorgaben des Leitungsherstellers zu beachten.

Im Rohrauflagerbereich sollten die Baustoffe für die Bettung nach Abs. 5.2.1 der DIN EN 1610 keine Bestandteile (z.B. Überkorn) enthalten, die größer sind als

- 22 mm bei $\text{DN} \leq 200$
- 40 mm bei $\text{DN} > 200$ bis $\text{DN} \leq 600$
- 50 mm bei $\text{DN} > 600$.

Hingewiesen wird auf die ordnungsgemäße Unterstopfung der Rohre und der Zwickel seitlich unter den Rohren.

Bei Verwendung von gebrochenen Baustoffen im Rohrauflagerbereich dürfen diese nach Anhang B 3.5 der DIN EN 1610 (Ausgabe 1997-10) für die Bettung keine Bestandteile enthalten, die größer sind als

- 11 mm bei $\text{DN} < 900$
- 20 mm bei $\text{DN} \geq 1000$.

Diese Forderungen müssen vom verwendeten Material eingehalten werden. Die Angaben des Leitungsherstellers sind zu beachten.

Der Mindestwert für die Dicke der Abdeckung c beträgt

- 150 mm über dem Rohrschaft
- 100 mm über der Verbindung.

Für die Leitungszone eignen sich nach DWA-A 139 in der Regel folgende Baustoffe aus der Bodengruppe G1:

- Sande mit Ungleichförmigkeitszahl $C_u \geq 3$
- stark sandige Kiese mit Größtkorn 20 mm, Sandanteil $> 15 \%$ und Ungleichförmigkeitszahl $C_u \geq 3$
- Ein-Korn-Kiese
- Brechsand-Splitt-Gemische mit Größtkorn 11 mm für Rohre $< \text{DN } 900$ und Größtkorn 20 mm für Rohre $\geq \text{DN } 1000$

Die Abdeckschicht und die darüber liegenden Bodenschichten sind so einzubauen, dass das Rohr beim Einfüllen und Verdichten nicht beschädigt wird. Gegebenenfalls ist die Verdichtung der Abdeckung direkt über dem Rohr von Hand vorzunehmen.



Als Baustoffe für die Bettung und die restliche Leitungszone können anstehender Boden (verdichtbar, frei von Rohr schädigenden Materialien) oder angelieferte Baustoffe gemäß DIN EN 1610 verwendet werden. Wir empfehlen den Einsatz von G1-Böden gemäß Tabelle 1 der DWA-A 139 entsprechend den vorgenannten Regelanforderungen. Für die Hauptverfüllung können die Böden der Tabelle 5 dieses Gutachtens verwendet werden. Bezüglich der Verdichtungsanforderungen wird auf Bild 3 der DWA-A 139 hingewiesen.

Bei den eingesetzten Baustoffen ist immer darauf zu achten, dass die Filterstabilität zum anstehenden Baugrund und zu den darüber folgenden Schichten gewährleistet ist. Andernfalls sind Geotextilien zur filterwirksamen Trennung einzusetzen.

Eine Auflockerung des anstehenden Bodens im Auflagerbereich muss vermieden oder durch eine Nachverdichtung auf mindestens mitteldichte Lagerung ($\geq 98\%$ der einfachen Proctordichte) wieder beseitigt werden. Es empfiehlt sich der Einsatz zahnloser Baggerlöffel, um zusätzliche Auflockerungen zu vermeiden.

7.3 Wasserhaltung

Während der Erkundungsarbeiten wurde Grundwasser in Tiefen zwischen 2,20 m u. GOK (104,43 mNN) und 4,00 m u. GOK (104,04 mNN) angetroffen.

Auf Grund der schlecht durchlässigen Böden im Baugebiet ist eine konventionelle Wasserhaltung nur in eingeschränktem Maße möglich. Deshalb wird empfohlen den Kanal so flach wie möglich zu Gründen um außerhalb des Grundwassereinflussbereiches zu bleiben.

Mit anfallendem Sicker-, Schichten- und Tagwasser ist auch außerhalb des Grundwasserbereiches -zu rechnen, sodass für den Bedarfsfall eine offene Wasserhaltung, beispielsweise in Form eines Pumpensumpfes und Dränleitungen (Außerhalb der Gründungssohle) vorzuhalten ist.

7.4 Kanalgrabensicherung / Verbau

7.4.1 Allgemeines

Gemäß den Baugrundaufschlüssen ist der Baugrund von Sanden und Tonen geprägt, die sofern sie bindig sind, eine zum Teil weiche, aber größtenteils eine steife Konsistenz aufweisen. Die feinkornfreien bis feinkornarmen Sande weisen oberflächennah eine locker-mitteldichte Lagerung auf. Rammhindernisse in Form von Steinen und Blöcken wurden nicht angetroffen.

Für frei geböschte Baugrubenwände gilt grundsätzlich die DIN 4124: Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau. Unbelastete Kurzzeitböschungen oberhalb des GW-Spiegels bis 5 m Höhe können bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen mit folgenden Böschungswinkeln hergestellt werden.

$\beta \leq 45^\circ$ in den Sanden oder weichen bindigen Böden

$\beta \leq 60^\circ$ bei mindestens steifen bindigen Böden.

Die Baugruben müssen im vorliegenden Fall durch einen Verbau gesichert werden. Diesbezügliche Angaben können dem nachfolgenden Abschnitt entnommen werden.



Zur Reduzierung der Verformungen wird empfohlen bzw. ist es erforderlich, den Verbau mindestens auf den erhöhten aktiven Erddruck $E = (E_0 + E_a)/2$ zu bemessen. Bei höheren Anforderungen an die Verformungsarmut sollte auf den Erdruchedruck bemessen werden. Darüber hinaus können die Verformungen durch die Wahl biege-steifer Profile oder Aussteifungen verringert werden. Eine sorgfältige Planung und Bemessung des Verbaus und anderer temporärer Bauhilfskonstruktionen wird angezeigt. Die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“) sind zu beachten.

7.4.2 Verbauten

Als Sicherung des Kanalgrabens sind bei den oben beschriebenen Randbedingungen prinzipiell folgende Verbauarten anwendbar:

- Elementschalung
- Spundwand/Kanaldielen („Stadtverbau“)
- Trägerbohlwand („Berliner Verbau“).

Zur Vermeidung von Verformungen am bereichsweise angrenzenden Straßenoberbau, an nahe liegenden Versorgungsleitungen, u. ä. sollte auf jeden Fall ein verformungsarmer, oben ausgesteifter und kraftschlüssig an den Baugrund anschließender Verbau gewählt werden.

In Bereichen, in denen Bebauung (oder andere gefährdete Bauteile oder Leitungen) beidseitig so weit zurückgesetzt ist, dass der Graben außerhalb der Aushubgrenzen nach DIN 4123 verläuft (vgl. Abbildung 3 und Kommentar zu DIN 1986 und DIN EN 1610), kann der Kanalgraben herkömmlich mit Elementschalung gesichert werden. Andernfalls, bei Nichteinhaltung des geforderten Abstandes, muss die Standsicherheit der angrenzenden Bauteile mit den entsprechenden geotechnischen Standsicherheitsnachweisen (Grundbruch etc.) überprüft werden. In diesem Zusammenhang wird ergänzend auf die Beachtung der DIN 4123 („Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude“) und der DIN 4124 („Baugruben und Gräben: Böschungen, Arbeitsraumbreiten und Verbau“) hingewiesen. Erfolgt die Verlegung von Leitungen im kritischen Bereich (vgl. Abbildung 3) ist ein besonderer statischer Nachweis erforderlich.

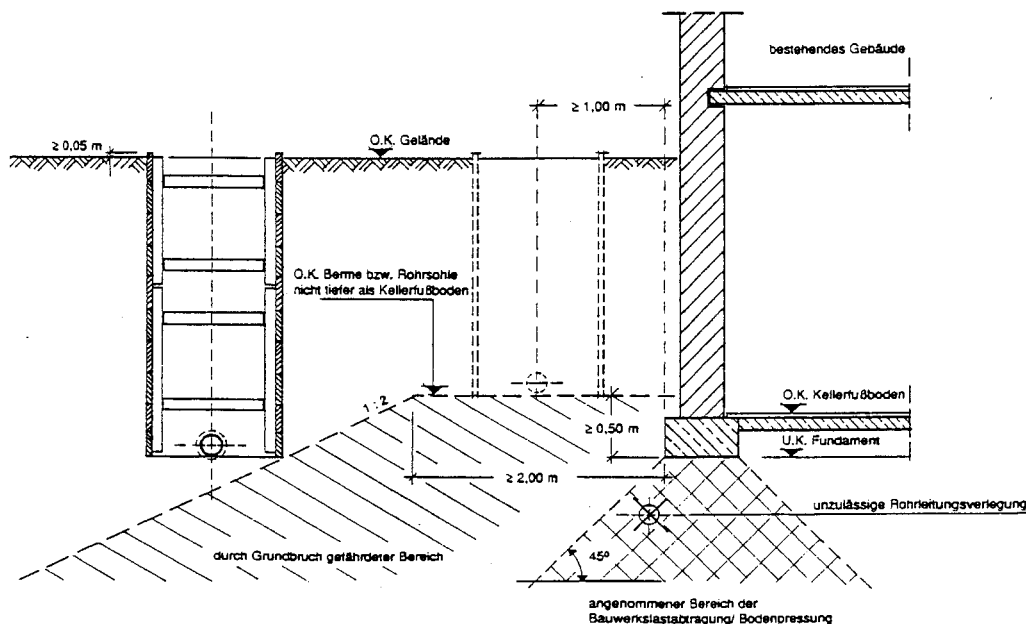


Abbildung 3: Aushubgrenzen für die Verwendung der Elementschalung sowie kritischer Bereich für die Rohrverlegung (entnommen aus Kommentar zu DIN 1986 und DIN EN 1610)

Beim Elementverbau als erfahrungsgemäß wirtschaftlichste Verbauart können je nach anstehenden Böden beim Aushub Hohlräume hinter den Verbauelementen entstehen, wodurch es zu Nachbrüchen und Sackungen und in der Folge zu Schäden an der Oberfläche kommen kann. Es ist deshalb bereits beim Absenken auf die ständige kraftschlüssige Verbindung der Verbauelemente zum Baugrund zu achten.

Das Einbringen des Verbaus mit Hilfe von vibrierenden oder schlagenden Geräten kann sowohl Sackungen und Setzungen im Boden als auch Erschütterungen an nahe gelegenen Bauwerken / Bauteilen hervorrufen. Dadurch können Verformungen und Risse und andere Schäden an Gebäuden verursacht werden. Um dieses Risiko zu vermeiden, kann prinzipiell der Einsatz eines Hydropressgerätes erfolgen.

Grundsätzlich ist die DIN 4150 („Erschütterungen im Bauwesen“) zu beachten. Bei ungünstigen Randbedingungen und sensiblem Umfeld ist gegebenenfalls eine Überschreitung der im Teil 3 der DIN 4150 angegebenen Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeiten durch Erschütterungsmessungen zu überprüfen.

Bei Herstellung von Kanalgräben im Bereich des bestehenden Straßenoberbaus sollte der Straßenoberbau beidseitig vom Verbau um $\geq 0,30$ m breiter geöffnet werden, um das direkte Weiterleiten von auftretenden Erschütterungen durch die sonst vorhandene starre Verbindung zu unterbrechen.

Um die Verformungen des Verbaus (Anordnung im Straßenbereich, Leitungen) zu minimieren, wird empfohlen, den Verbau auf den erhöhten aktiven Erddruck $E = (E_0 + E_a)/2$ zu bemessen.



Beim Ziehen der Verbauelemente ist darauf zu achten, dass im Untergrund keine unzulässigen Hohlräume verbleiben, die zu späteren Setzungen an der Geländeoberfläche (Fahrbahn) führen. Die Verbindung zwischen Füllboden und Grabenwand muss unabhängig von der Verbauart sichergestellt sein. Es darf keine „klaffende Fuge“ zurück bleiben!

Die Erfahrung hat gezeigt, dass dies häufig nicht gelingt und dass die eintretenden Bodenumlagerungen zu erheblichen Mehrbelastungen der Rohrleitung führen. Die DIN EN 1610 fordert daher für Verbauarten, bei denen das Entfernen des Verbaus vor Fertigstellung der Verfüllung nicht möglich ist besondere Maßnahmen, wie besondere statische Berechnung, Verbleiben von Teilen des Verbaus im Boden und/oder besondere Wahl des Baustoffes für die Leitungszone.

7.5 Füllboden

Gemäß DIN EN 1610 können für die Hauptverfüllung (Verfüllzone) wie in der Leitungszone der anstehende Boden (verdichtbar, frei von rohrschädigenden Materialien, z.B. „Überkorn“) oder angelieferte Baustoffe verwendet werden. Auf die Einschränkungen und ergänzenden Empfehlungen der DWA-A 139 wird besonders hingewiesen.

Grundsätzlich ist natürlich in jedem Fall entscheidend, dass die eingesetzten Baustoffe verdichtungsfähig und setzungsarm sind und eine ausreichende Tragfähigkeit für den Straßenoberbau gewährleisten.

Um Setzungen in der Kanaltrasse zu verringern, soll gemäß ZTVE-Kommentar der wieder einzubauende Boden der Verdichtbarkeitsklasse V1 angehören.

Tabelle 6: Verdichtbarkeitsklassen nach Kommentar zur ZTVE

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

Die Anforderungen an Material der Verdichtbarkeitsklasse V1 entsprechen den in der Tabelle 5 für Ersatzboden genannten Werten. Das bedeutet, dass nicht bis schwach schluffiges bzw. nicht bis schwach toniges Aushubmaterial (gegebenenfalls aufbereitet) bei chemischer Unbedenklichkeit für den Wiedereinbau geeignet ist.

Böden der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 sind sehr wasserempfindlich und weniger tragfähig und dürfen nur verwendet werden, wenn ihr Einbauwassergehalt etwa dem optimalen Wassergehalt beim Proctorversuch entspricht. Von der Wiederverwendung dieser Böden wird auf Grund dieser Einschränkungen und vorliegender Randbedingungen abgeraten.

Nach dem Merkblatt 516 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen sind Böden der Bodengruppen UL, UM, UA, TL, TM, TA, OH, OU, OT, OK für die Grabenverfüllung unter Verkehrsflächen nicht geeignet.



Generell wird die Vorlage von Eignungsprüfungen empfohlen.

Während der Verfüllarbeiten ist besonders auf die sorgfältige Verdichtung (siehe auch ZTVE-StB, ZTVA-StB und DWA-A 139) sowie auf Witterungseinflüsse und den Wassergehalt der Baustoffe zu achten. Der zu erreichende Verdichtungsgrad D_{Pr} in % nach ZTVE-StB 09 beträgt für die Leitungszone 97% und für die Hauptverfüllung 98%. In dem Bereich vom Planum bis 1,0 m darunter sind $D_{Pr} \geq 100$ % zu erreichen.

8 Hinweise zur Bauausführung

- Bei der Planung und Ausführung der Baumaßnahmen sind die Platzverhältnisse, die Verkehrssituation, Leitungen, die vorhandene Bebauung etc. zu berücksichtigen. Es sind Bauverfahren zu wählen, die ein Minimum an Beeinträchtigungen für die Bebauung und Umwelt erwarten lassen.
- Im Einwirkungsbereich der Baumaßnahmen können gefährdete Bauwerke, Grundstücksmauern, Leitungen o. Ä. vorhanden sein. Es wird deshalb empfohlen, eine Beweissicherung vor und nach den Bauarbeiten durchzuführen, um vorhandene „alte“ Schäden von „neuen“ Schäden abgrenzen zu können und begründeten Ansprüchen der Anlieger oder Dritter gerecht zu werden. Bei Bedarf sind auch Erschütterungsmessungen durchzuführen.
- Beim Straßenausbau sind geeignete Maßnahmen zum Schutz des überwiegend wasserempfindlichen Erdplanums zu treffen. Der Aushub sollte eine Tagesleistung nicht überschreiten, um durch Witterungseinfluss bedingte, ungünstige Wassergehaltsänderungen zu vermeiden. Frei gelegte Flächen sind umgehend durch verdichtete Schüttlagen, die Sauberkeitsschicht o. Ä. zu schützen.
- Die Befahrbarkeit des Planums kann besonders bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und für schwere Fahrzeuge, speziell bei bindigem Untergrund, stark eingeschränkt sein. Bei starken Regenfällen sollten keine Erdarbeiten durchgeführt bzw. bei einsetzenden starken Regenfällen sollten Erdarbeiten abgebrochen werden.
- Das durch den Aushub oberflächlich eventuell aufgelockerte Erdplanum ist vor dem Aufbringen des Bodenaustausches ordnungsgemäß nachzuverdichten. Die fachgerechte Ausführung der Verdichtung und der Erdarbeiten ist durch entsprechende Kontrollprüfungen (Eignungsnachweise, Eigenüberwachungen, etc., vgl. ZTVE) zu dokumentieren.
- Bei allen Bauweisen ist es zwingend erforderlich, nach dem abschnittsweisen Freilegen des Planums ausreichend Kontrollprüfungen (Proof-rolling, statische Plattendruckversuche nach DIN 18134) durchzuführen, um den geforderten Verformungsmodul nachzuweisen oder Zusatzmaßnahmen zu veranlassen.
- Zwischengelagerte, einzubauende Erdstoffe sind so zu lagern bzw. zu behandeln, dass ein günstiger Einbauwassergehalt beibehalten oder erreicht wird.
- Die Arbeitsgeräte und Baufahrzeuge sind den jeweiligen Verhältnissen anzupassen. Der Aushubhorizont, bzw. jede Schüttlage ist unmittelbar zu verdichten.
- Bei der Durchführung der Arbeiten sind u. a. die Anforderungen der RStO 12, ZTV E-StB 09, ZTV SoB-StB 04/07, DIN 4123, DIN 4124 sowie der jeweils gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten.



9 Hinweise zur Handhabung von Oberboden

Vor Beginn von Erdarbeiten ist Mutterboden oder humoser Oberboden bis in die entsprechende Tiefe abzuschieben und für einen späteren Wiedereinbau im Bereich des Bauvorhabens seitlich zu lagern. Um Mutterboden entsprechend der Vorgaben nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu halten, sind folgende Regeln zu beachten:

- Bodenmaterialien unterschiedlicher Qualitäten (z.B. humoses Oberbodenmaterial und nicht humoses Material) sind beim Ausbau und bei der Lagerung getrennt zu halten. Eine Vermischung mit Fremdmaterialien oder Bauabfällen muss verhindert werden.
- Mieten aus Mutterboden sind locker und nur im trockenen Zustand zu schütten.
- Zwischengelagerter Mutterboden ist vor Verdichtung und Vernässung zu schützen. Die Bodenmieten sind mit einer Neigung der Oberflächen von mindestens 4 % zu gestalten. Gegebenenfalls sind Entwässerungsgräben anzulegen.
- Die Schütthöhe für Mieten aus Mutterboden darf maximal 2 Meter betragen. Unterboden darf in Mieten nicht höher als 4 Meter geschüttet werden.
- Die Bodenmieten dürfen nicht befahren werden.
- Zwischengelagerte Bodenmaterialien sollten begrünt werden, sofern keine direkte Verwertung vorgesehen ist. Bei einer Lagerungsdauer über sechs Monate sind Bodenmieten mit tiefwurzelnden, winterharten und stark wasserzehrenden Pflanzen (z.B. Luzerne, Waldstauden-Roggen, Lupine oder Ölrettich) zu begrünen.

10 Schlussbemerkungen

Für die Erschließung des Neubaugebiets in Harthausen südlich Wooggraben wurden Baugrunderkundungen sowie bodenmechanische Laboruntersuchungen durchgeführt.

Anhand der Untersuchungsergebnisse, der Geländeaufnahme und der zur Verfügung stehenden Unterlagen und Informationen wurde dieses Baugrundgutachten ausgearbeitet. Darin werden Angaben zu den Baugrundverhältnissen und Vorschläge zum Straßen- und Kanalbau gemacht.

Bei der Planung der Baumaßnahmen und der Durchführung der Bauarbeiten sind die Anforderungen der jeweils gültigen Normen, Vorschriften, Richtlinien und Merkblätter zu beachten.

Weitere geotechnische Berichte können im Laufe der Bauausführung erforderlich werden.

Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und –ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen. Sollten beim großflächigen Aufschluss andere Baugrundverhältnisse als dem Gutachten zugrunde liegende festgestellt werden, ist das IBES Baugrundinstitut sofort zu verständigen, um die Ursache und die Auswirkung auf die genannten Empfehlungen überprüfen und ggf. ergänzen zu können.



Bei neu auftretenden Fragen wird um rechtzeitige Benachrichtigung gebeten.

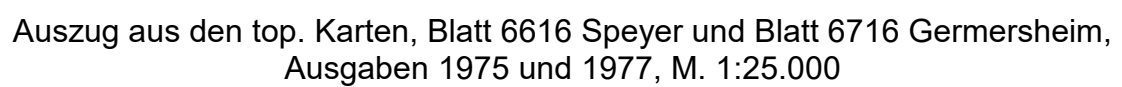
Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

Neustadt/Weinstr., 03.08.2017 ml/an-gr
Fritz-Voigt-Straße 4
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
E-Mail: ibes-gmbh@ibes-gmbh.de

IBES Baugrundinstitut GmbH
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen

Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch
Geschäftsführer

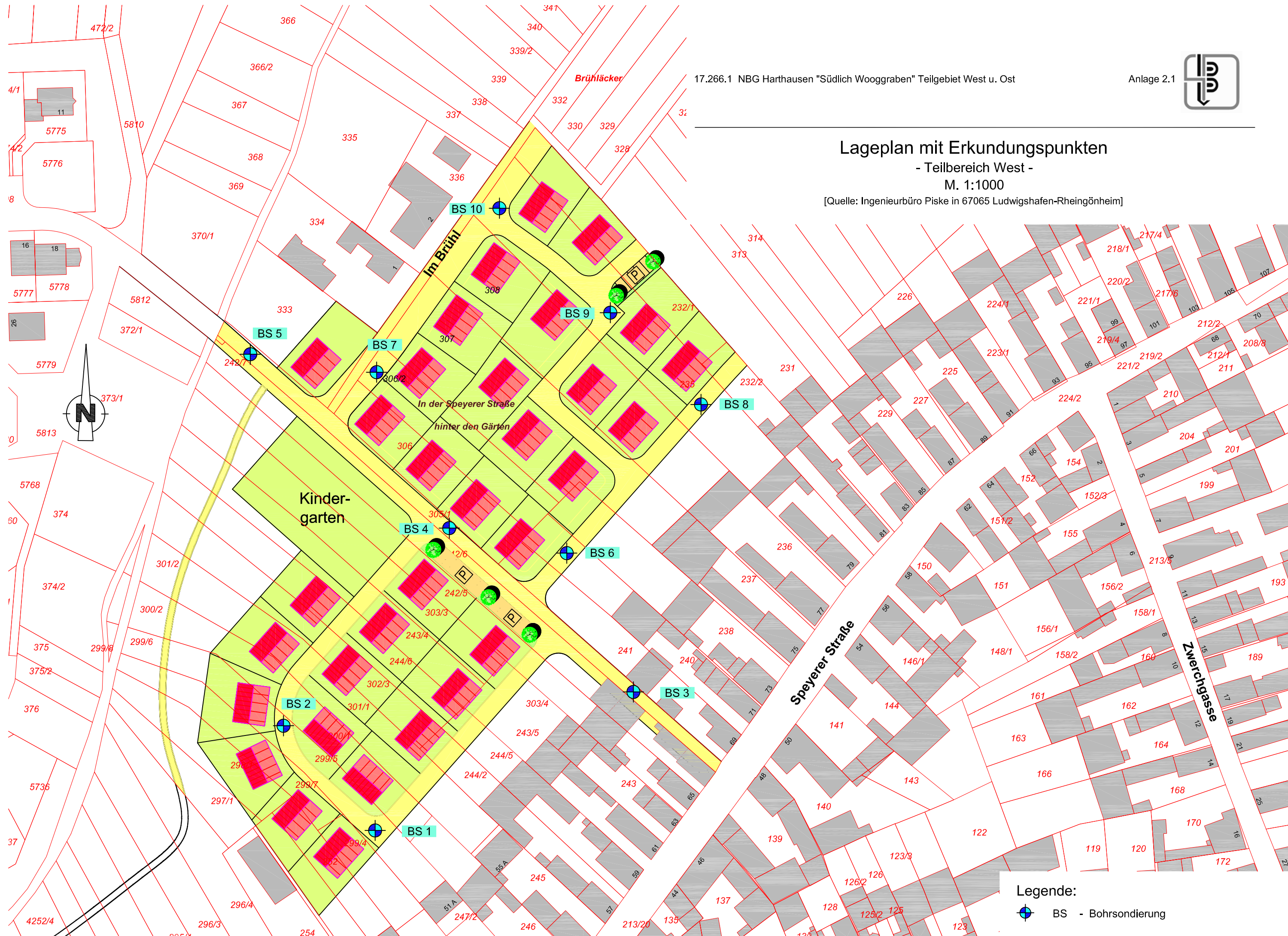
M.Sc. Geo. Max Lang
Projektbearbeiter





Lageplan mit Erkundungspunkten - Teilbereich West - M. 1:1000

[Quelle: Ingenieurbüro Piske in 67065 Ludwigshafen-Rheingönheim]





M. 1:1000

[Quelle: Ingenieurbüro Piske in 67065 Ludwigshafen-Rheingönheim]





Bild 1: Ansatzpunkt BS 1



Bild 2: Schappen und Bohrgut BS 1



Bild 3: Schappen und Bohrgut BS 1



Bild 4: Schappen und Bohrgut BS 2



Bild 5: Schappen und Bohrgut BS 2



Bild 6: Ansatzpunkt BS 3



Bild 7: Schappen und Bohrgut BS 3



Bild 8: Schappen und Bohrgut BS 3



Bild 9: Schappen und Bohrgut BS 4



Bild 10: Schappen und Bohrgut BS 4



Bild 11: Schappen und Bohrgut BS 5



Bild 12: Schappen und Bohrgut BS 5



Bild 13: Schappen und Bohrgut BS 6



Bild 14: Schappen und Bohrgut BS 6



Bild 15: Schappen und Bohrgut BS 7



Bild 16: Schappen und Bohrgut BS 7



Bild 17: Schappen und Bohrgut BS 8



Bild 18: Schappen und Bohrgut BS 8



Bild 19: Schappen und Bohrgut BS 9



Bild 20: Schappen und Bohrgut BS 9



Bild 21: Schappen und Bohrgut BS 10



Bild 22: Schappen und Bohrgut BS 10



Bild 23: Handschachtung BS 11



Bild 24: Schappen und Bohrgut BS 11



Bild 25: Ansatzpunkt BS 12



Bild 26: Schappen und Bohrgut BS 12



Bild 27: Schappen und Bohrgut BS 12



Bild 28: Ansatzpunkt BS 13



Bild 29: Schappen BS 13



Bild 30: Bohrgut BS 13



Bild 31: Schappen und Bohrgut BS 14



Bild 32: Schappen und Bohrgut BS 14



Bild 33: Aufschlusspunkt BS 15



Bild 34: Handschachtung BS 15



Bild 35: Handschachtung BS 16



Bild 36: Schappen und Bohrgut BS 16



Bild 37: Schappen und Bohrgut BS 17



Bild 38: Schappen und Bohrgut BS 17



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

	SCH	Schurf
	B	Bohrung
	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
	BP	Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
	BuP	Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
	DPL	Rammsondierung leichte Sonde DIN 4094
	DPM	Rammsondierung mittelschwere Sonde DIN 4094
	DPH	Rammsondierung schwere Sonde DIN 4094
	BS	Sondierbohrung
	DS	Drucksondierung nach DIN 4094
	RKS	Rammkernsondierung
	GWM	Grundwassermeßstelle

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	humos	H h	
Mudde	organisch	F o	
Geschiebemergel	mergelig	Mg me	

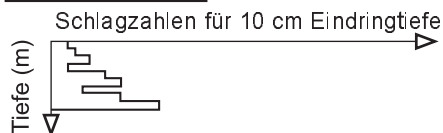
KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KONSISTENZ

brg	breiig	wch	weich
stf	steif	hfst	halbfest
fst	fest		

RAMMDIAGRAMM



PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab. 1

	Bohrprobe (Glas 0,7l)
	Bohrprobe (Eimer 5l)
	Sonderprobe
	Verwachsene Bohrkernprobe
	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
	kein Grundwasser
	Bodengruppe aufgrund Laborergebnis
	Bodengruppe aufgrund Ansprache

FELSARTEN

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Kongl., Brekzie	Gst.	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	

NEBENANTEILE (DIN 4022)

-	schwach (<15%)
-/*	stark (>30%)

BODENKLASSE

Bkl. 3

FEUCHTIGKEIT

f nass

KLÜFTUNG

klü	klüftig
klü	stark klüftig

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2,52 cm	3,57 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm ²	10,00 cm ²	15,00 cm ²
Gestängedurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Rambärgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,0 cm	20,0 cm	50,0 cm

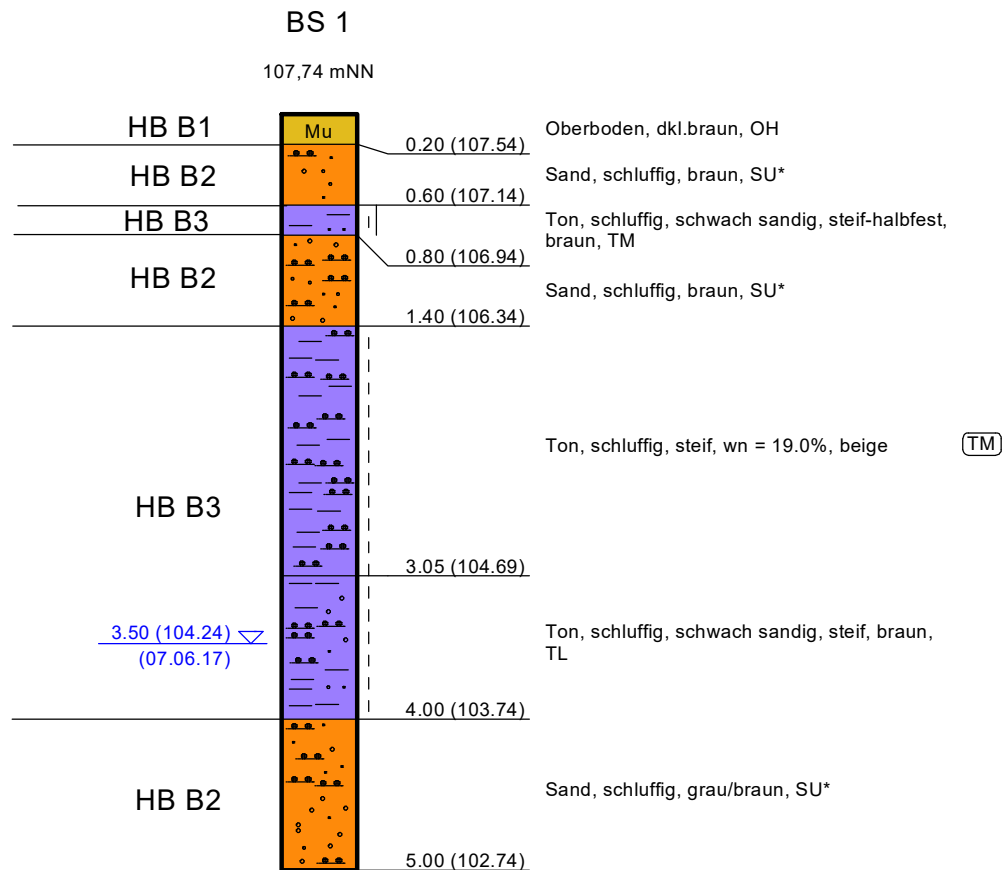
Bauvorhaben:

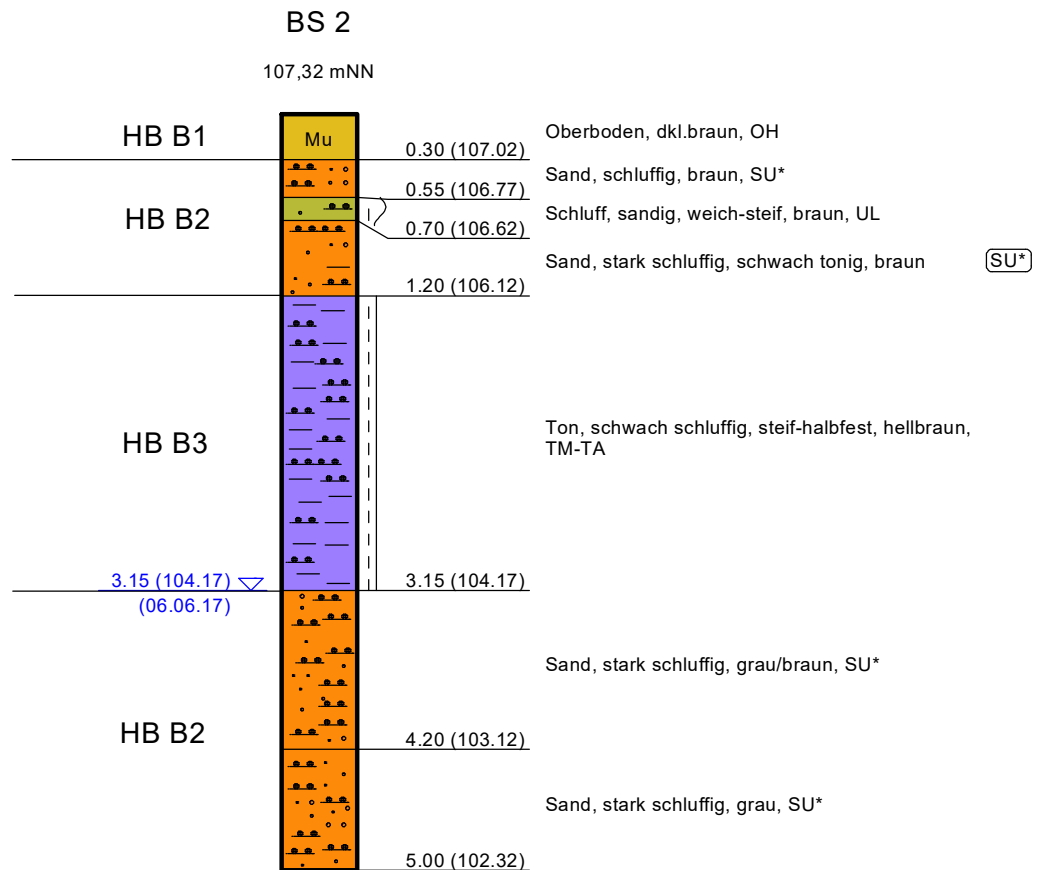
NBG Harthausen "Südlich Wooggraben" Teilgebiet West u. Ost

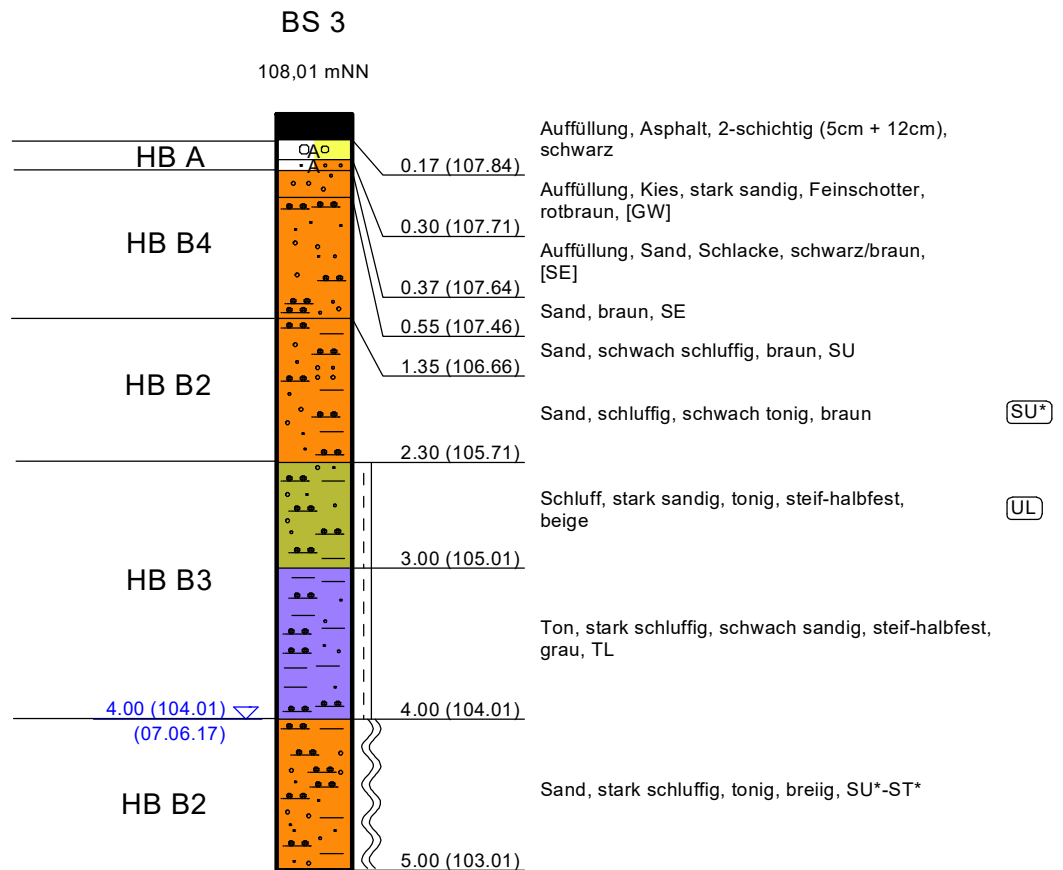
Planbezeichnung:

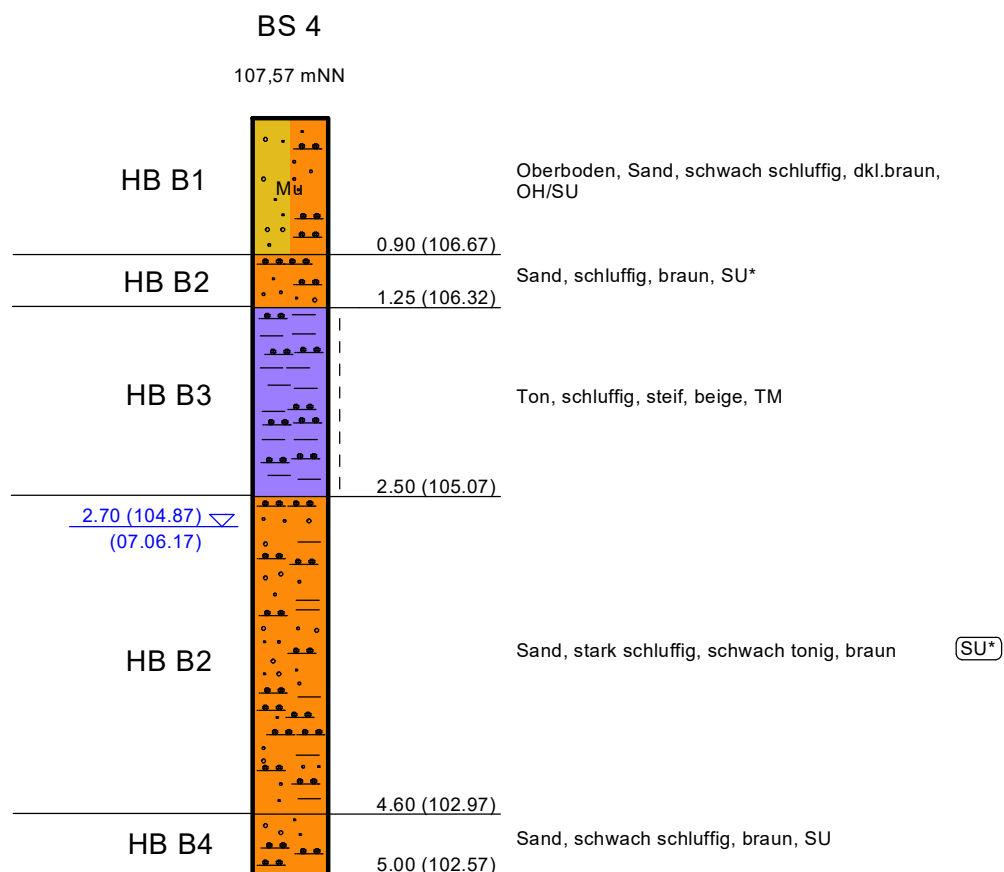
Legende:

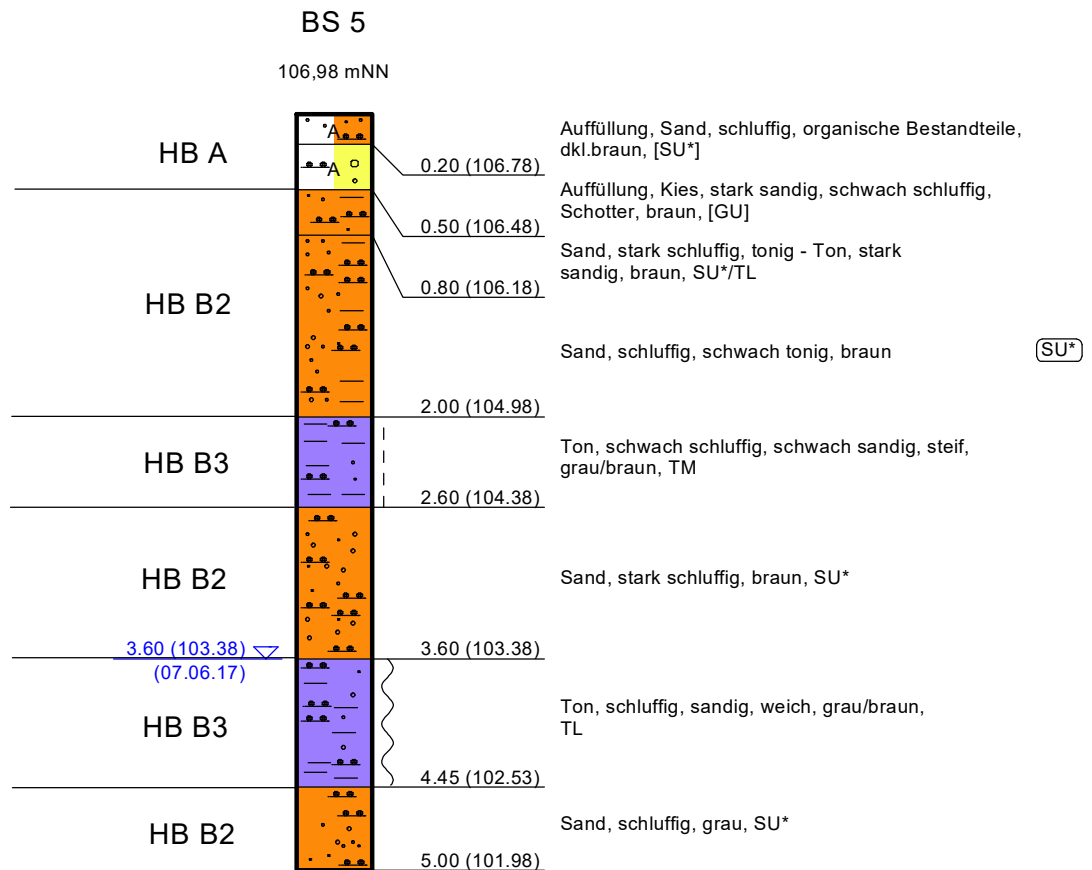
M. 1:50

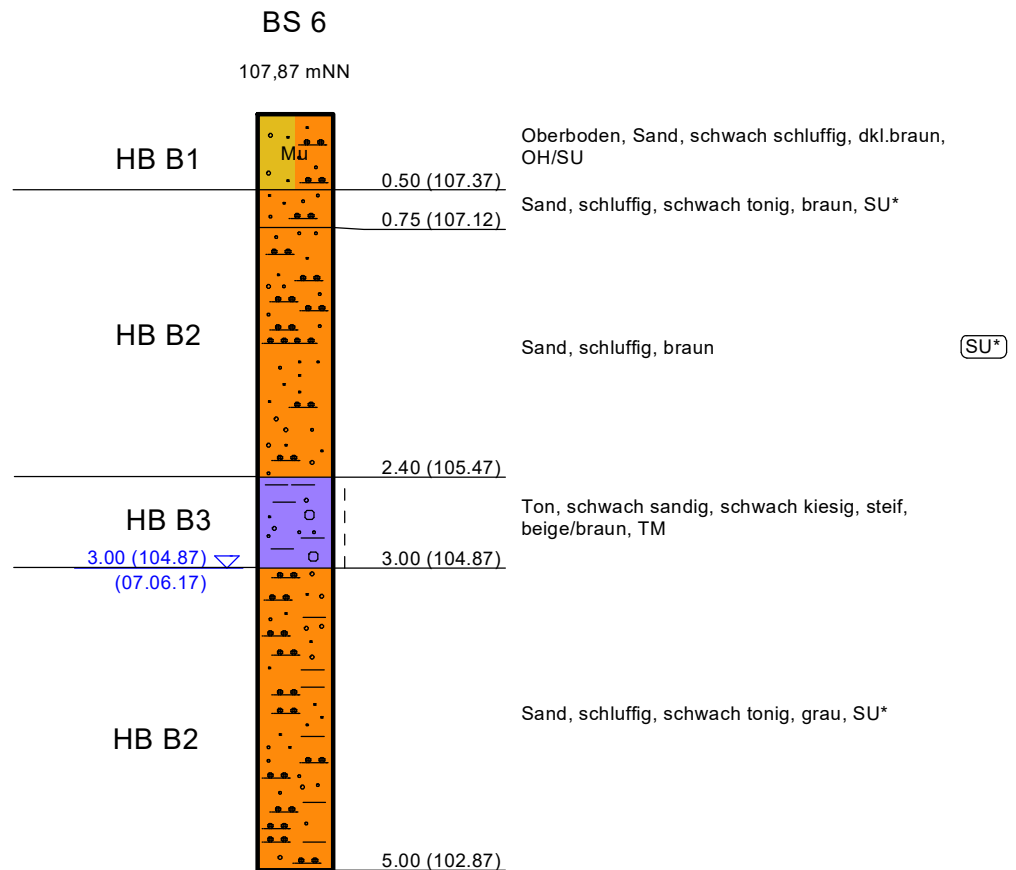


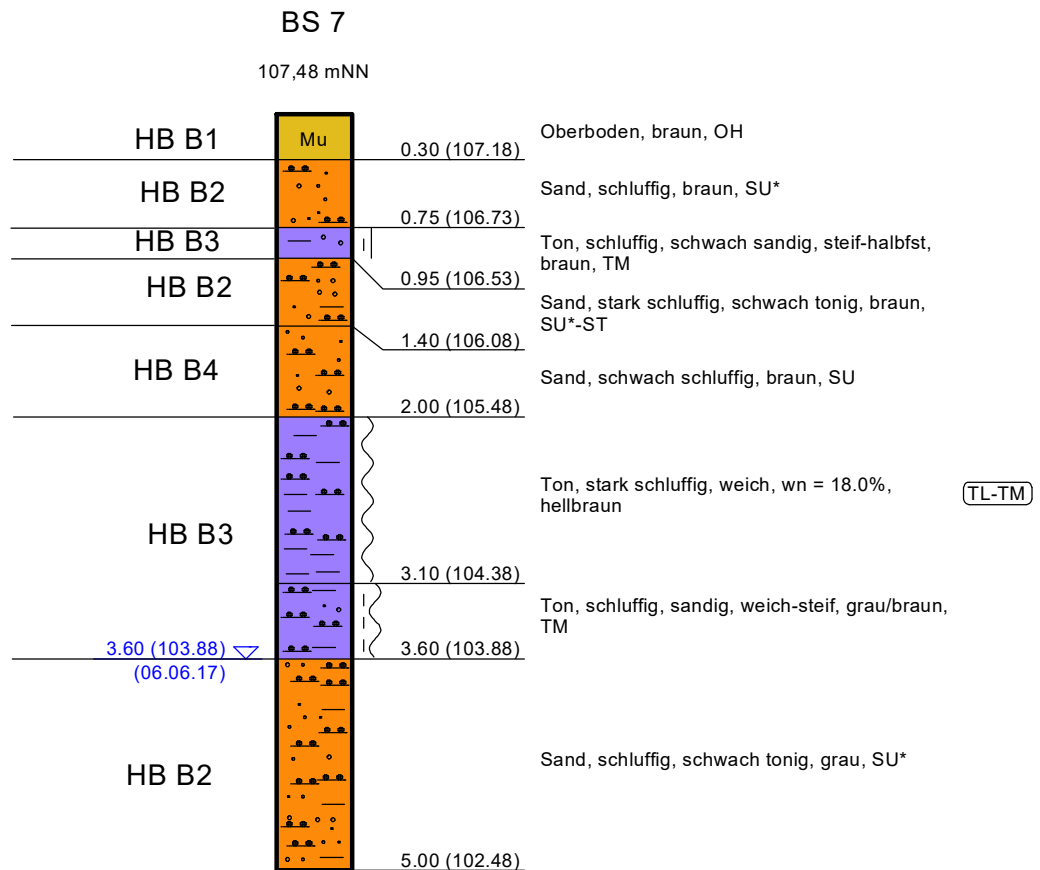


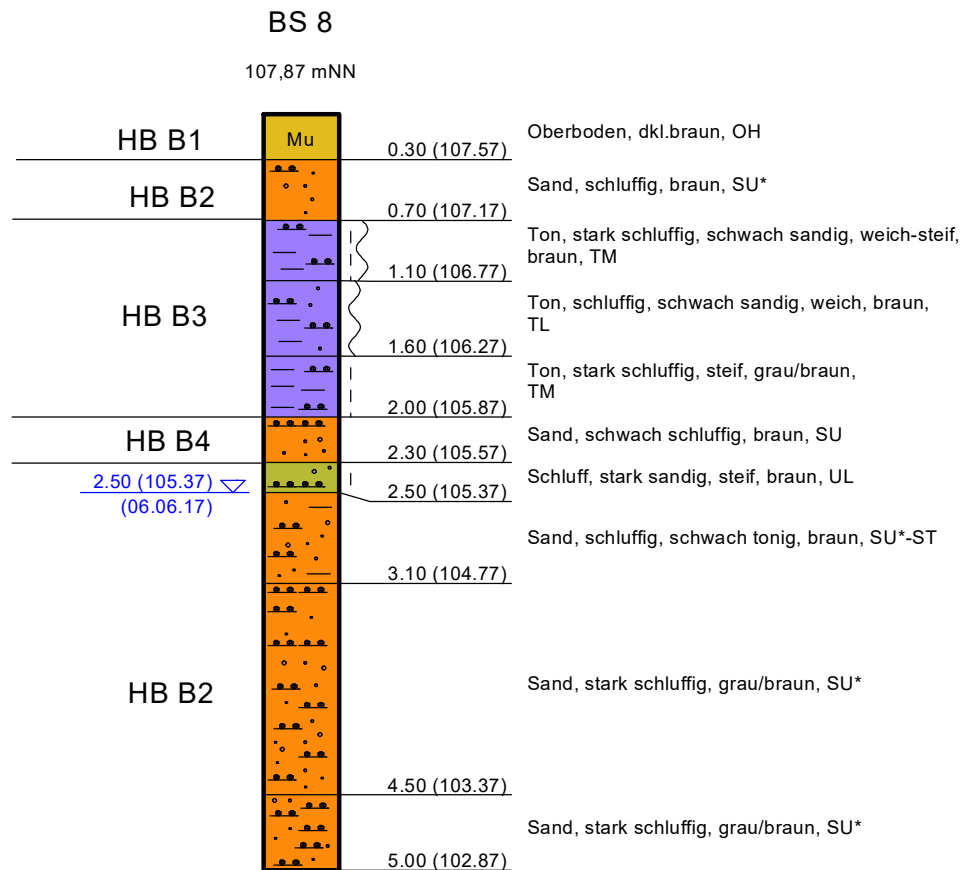


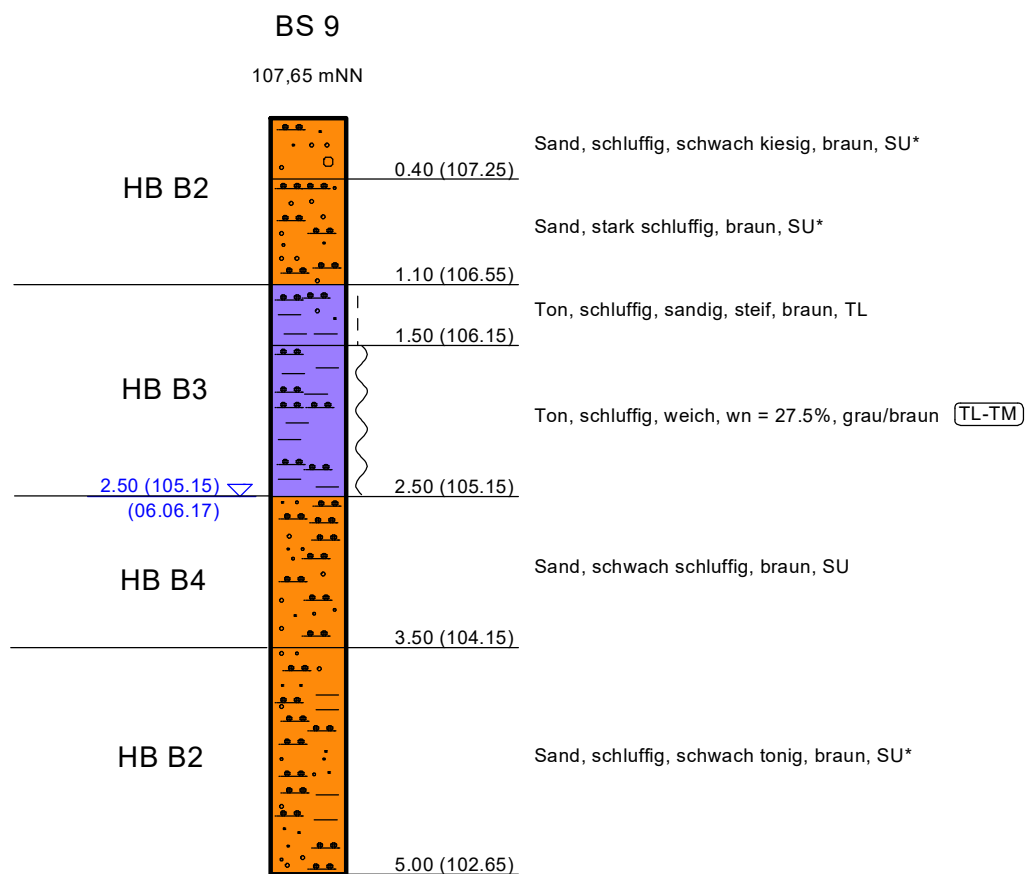


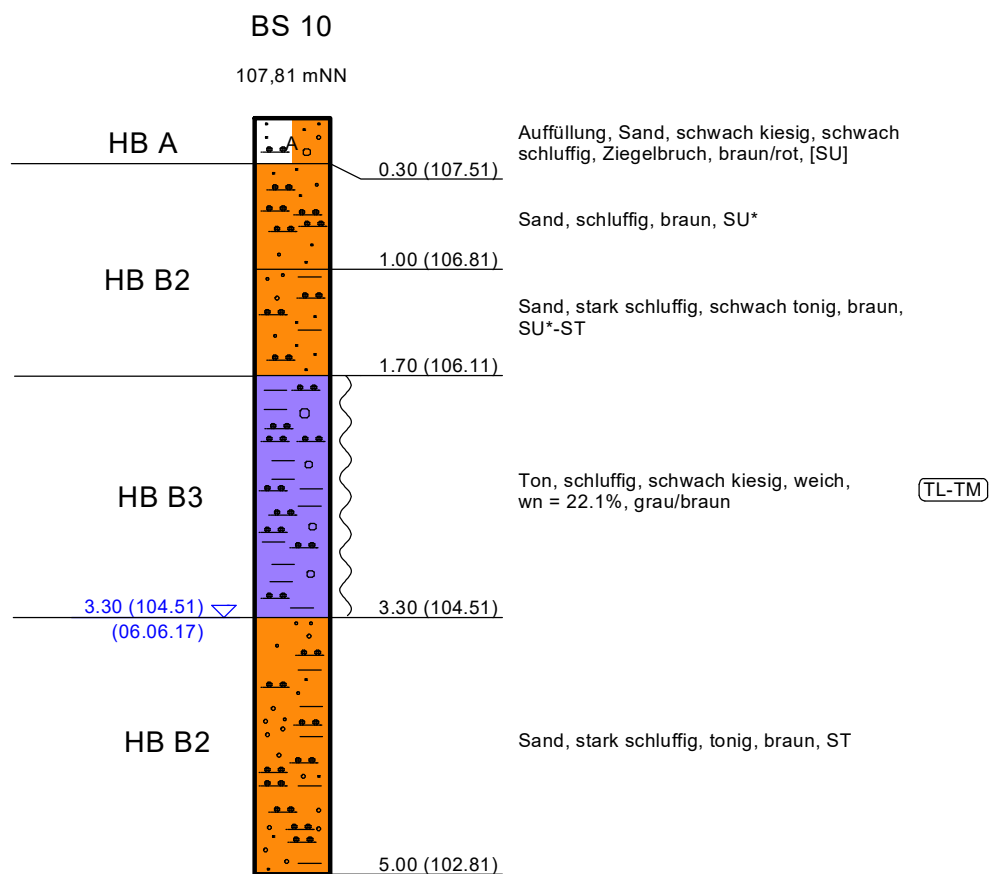


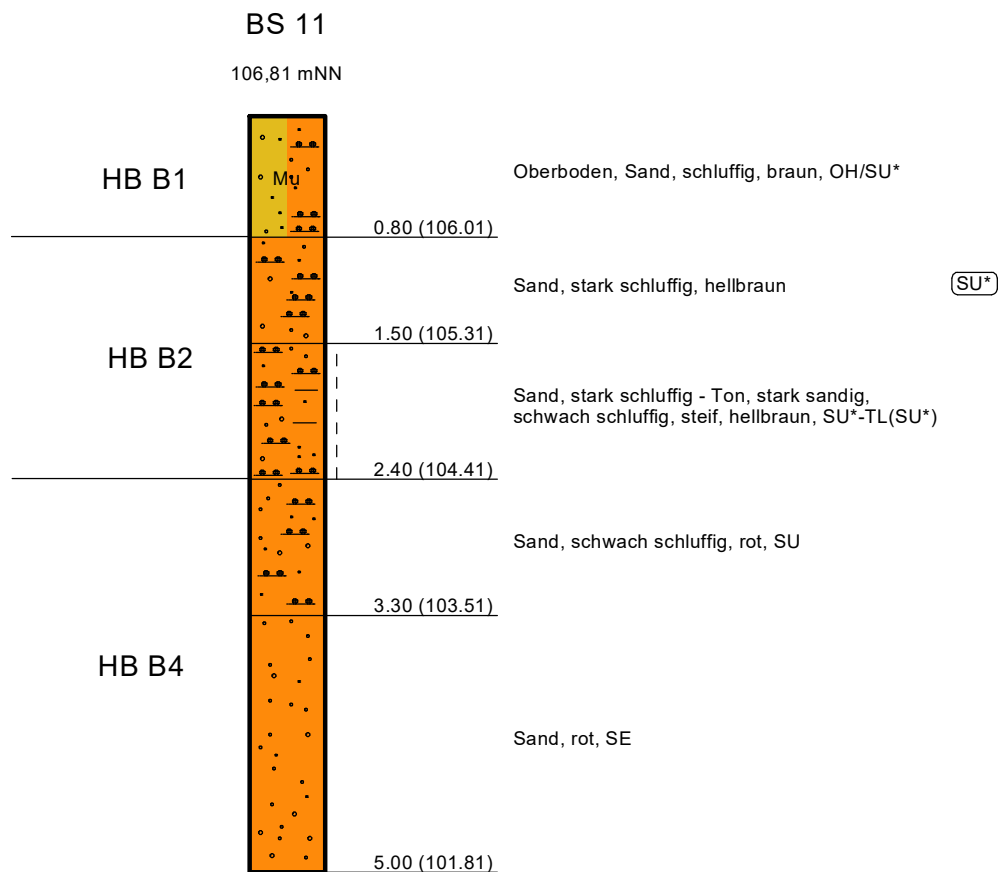


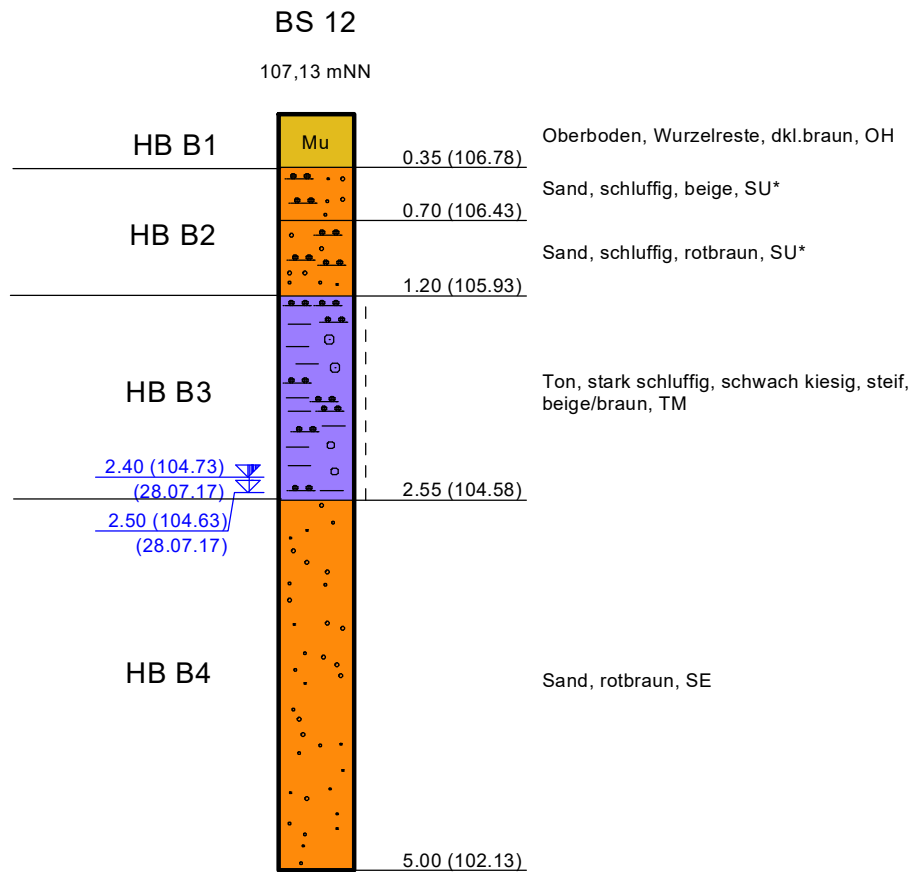


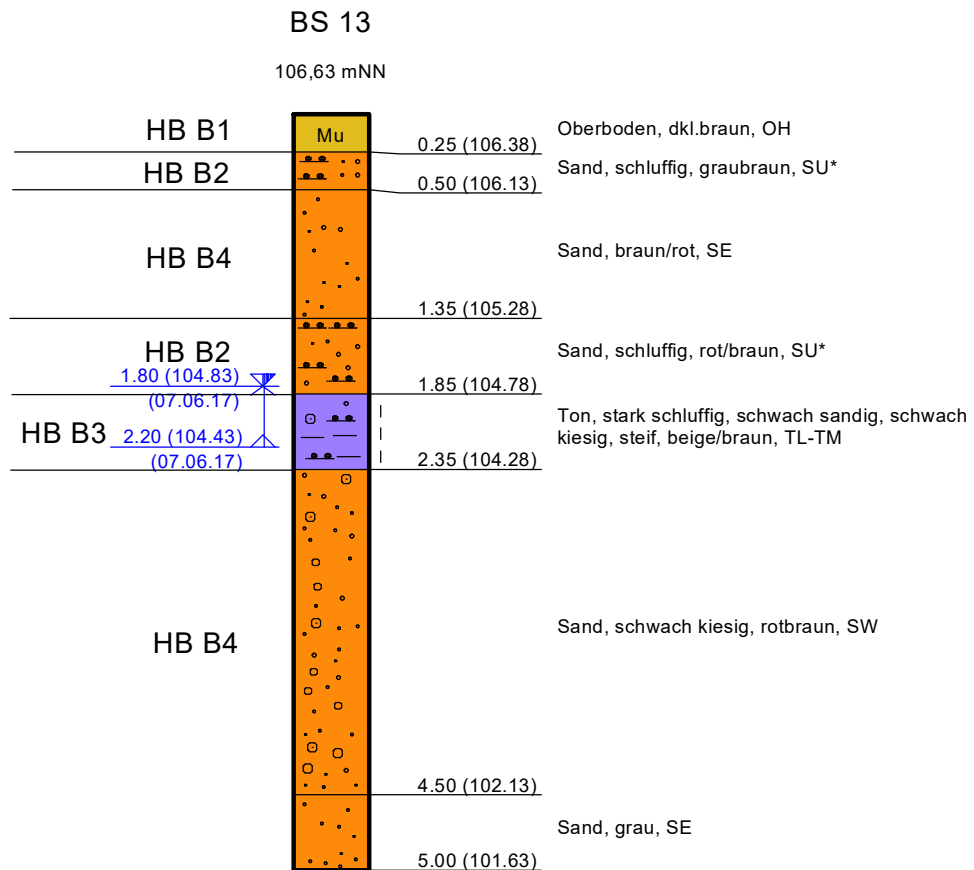


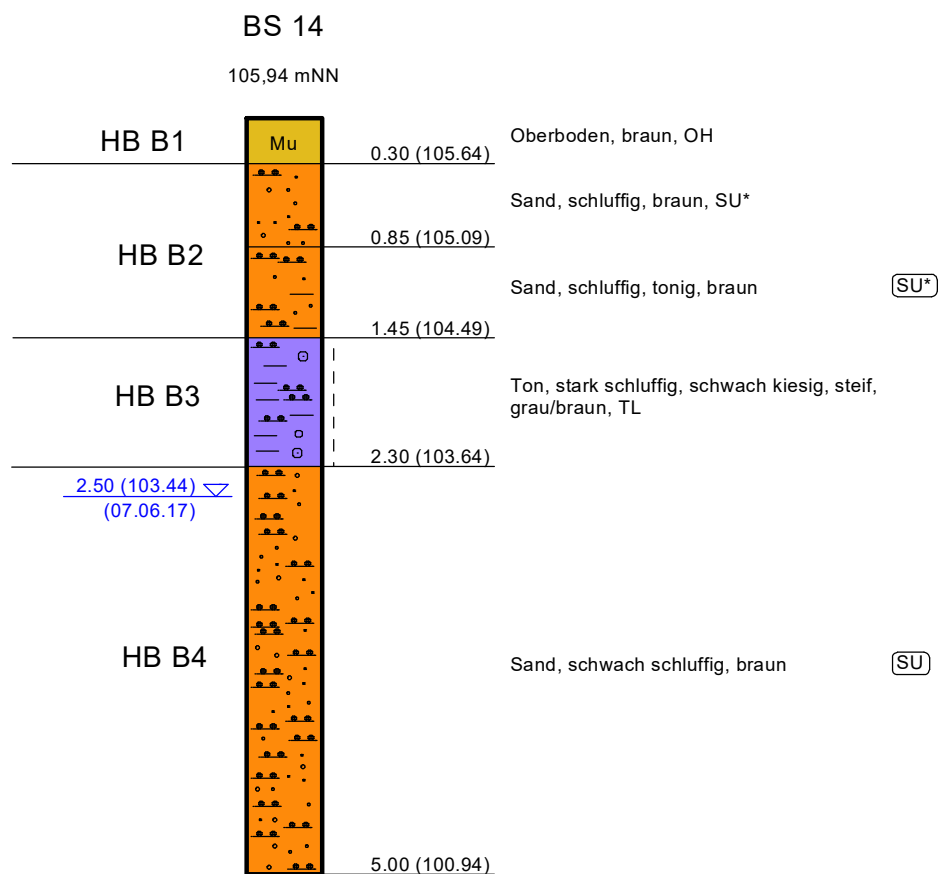


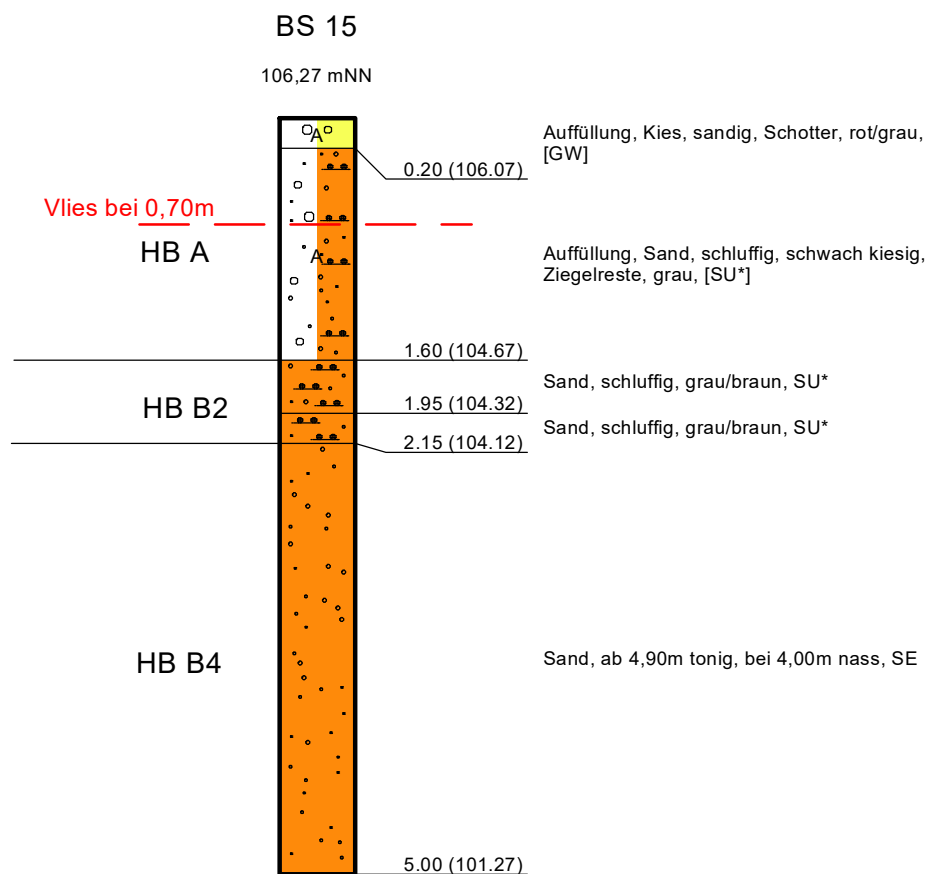


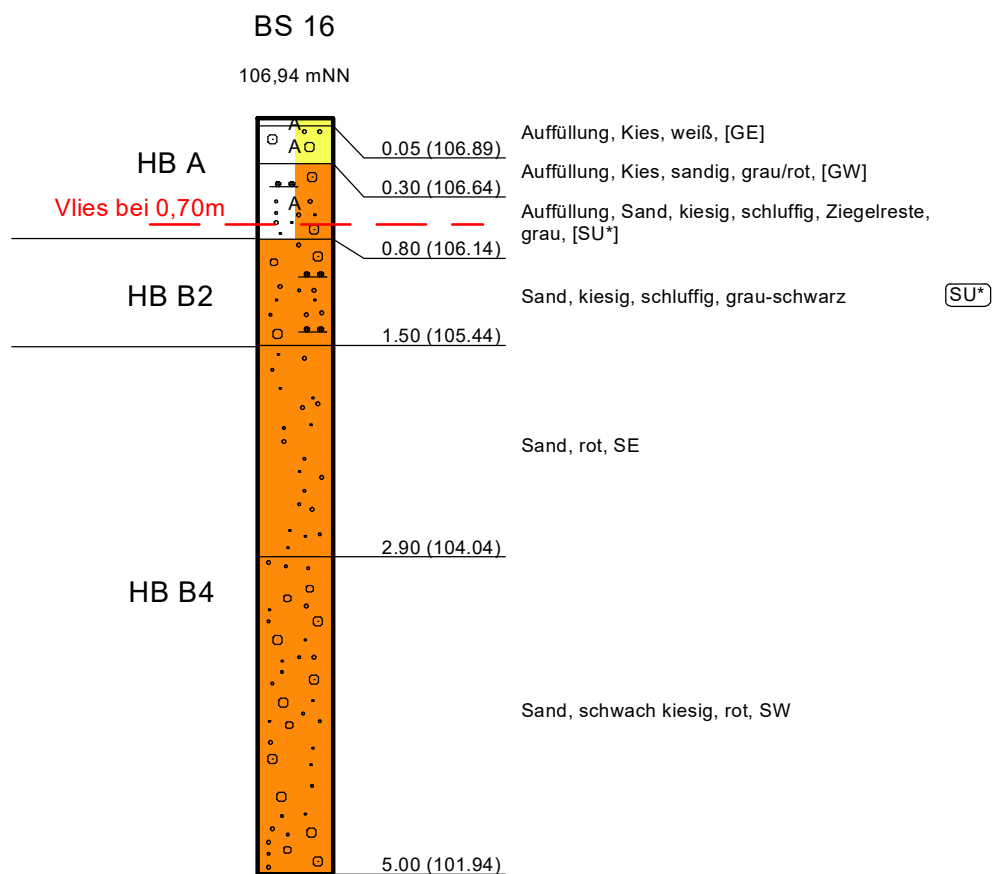


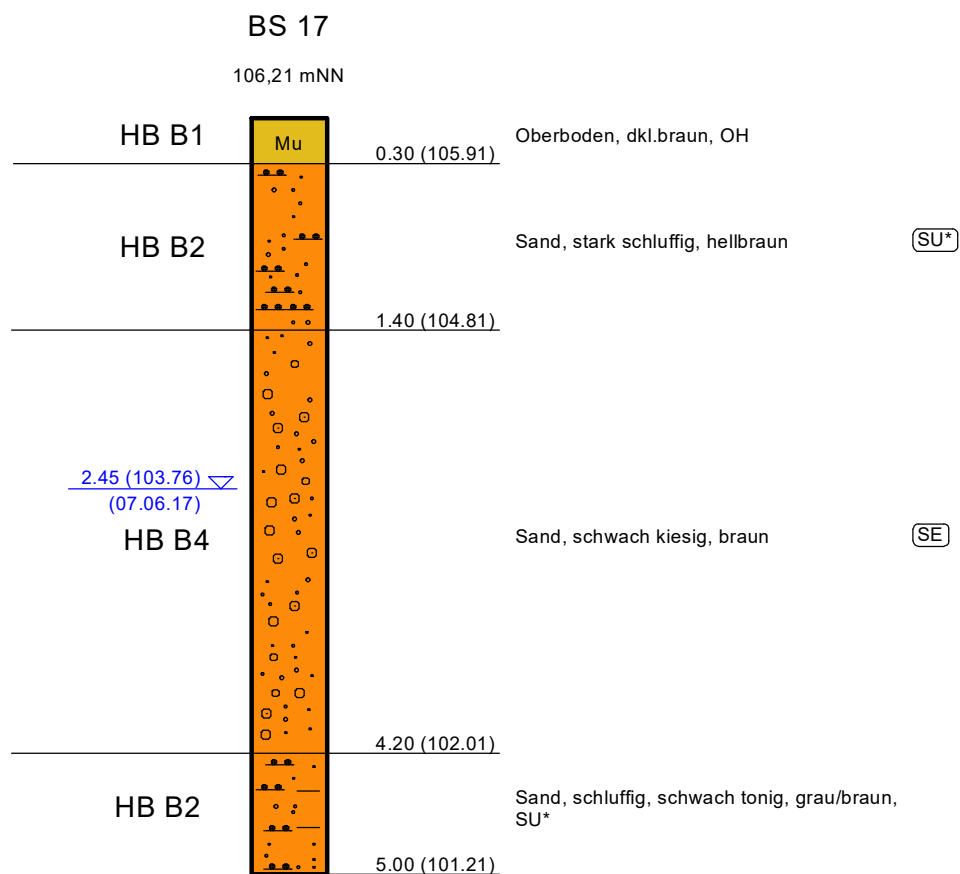












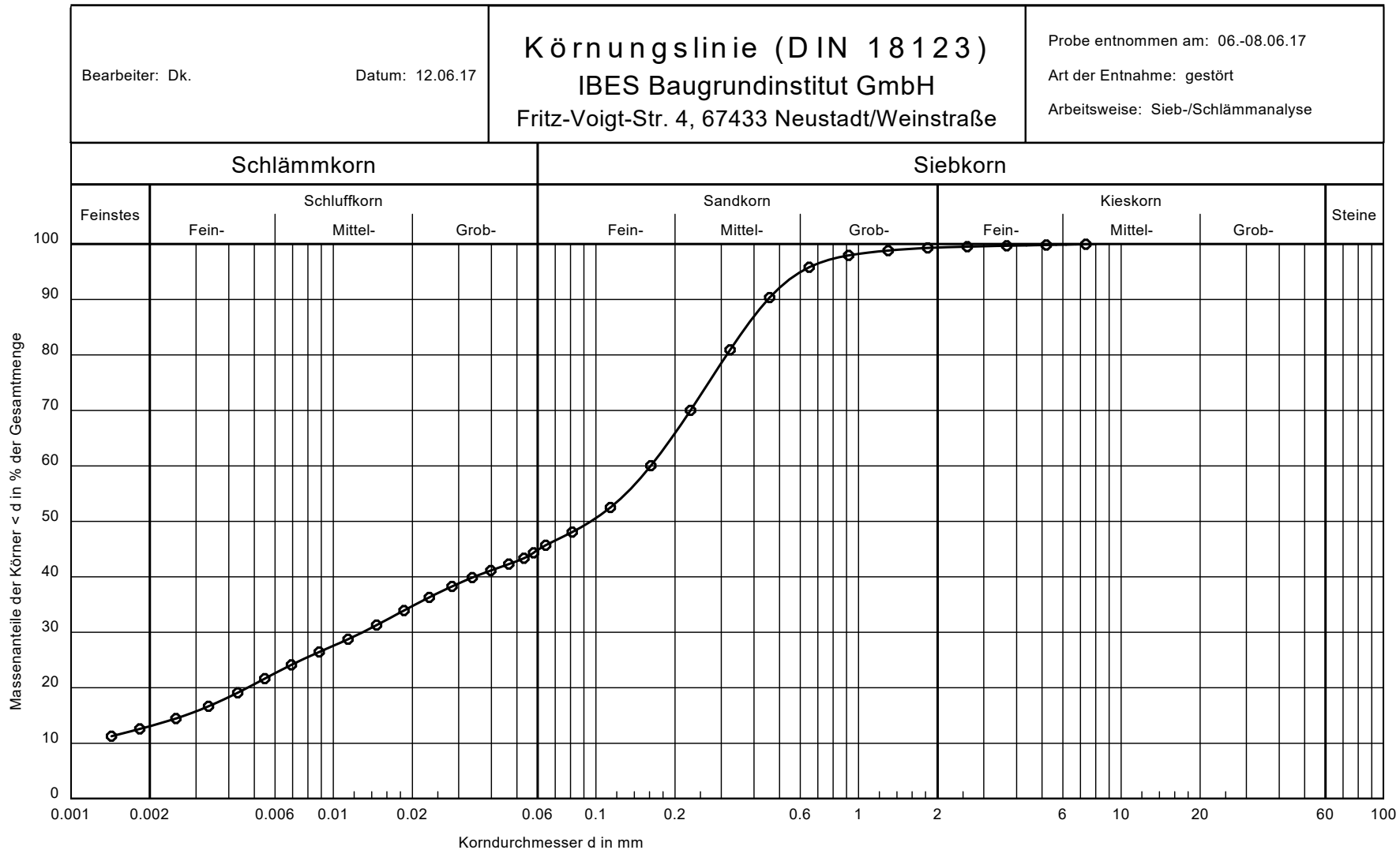
						HOMOGENBEREICHE / BODENSCHICHTEN			
Nr.	Eigenschaften	Anmerkung	Kürzel [Einheit]	HB A		HB B1	HB B2	HB B3	HB B4
1	Schichtkomplex	-	-	Sande	Kiese	Sande	Sande	Schluffe, Tone	Sande,
2	Bodengruppe nach DIN 18196 (Gesteinsmerkmal)	-	-	[SE], [SU*]	[GW], [GU]	[OH]	SU*, ST	UL, TL, TM	SU, SE, SW
3	Bodengruppe nach DIN 18915	-	-	-	-	Bodengruppe 1 (organischer Boden)	-	-	-
4	Massenanteil Steine, Blöcke, und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1 ²⁾	Steine (63 - 200 mm) Blöcke (200 - 630 mm) große Blöcke (> 630 mm)	[M.-%]	< 10 k.A. k.A.	< 10 k.A. k.A.	< 10 k.A. k.A.	< 10 k.A. k.A.	< 5 k.A. k.A.	< 10 k.A. k.A.
5	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-	I _C [-]	-	-	-	(< 0,7)	0,6 - 0,85	n.b.
6	Konsistenz DIN EN ISO 14688-1	-	w _L [-] w _P [-]	-	-	-	n.b.	0,25 - 0,5 0,1 - 0,3	n.b.
7	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-	I _P [-]	-	-	-	(< 0,1)	0,1 - 0,3	n.b.
8	bezogene Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2	-	- I _D [%]	locker bis md. < 66,7	locker bis md. < 66,7	-	locker bis md. < 66,7	n.b.	locker bis md. < 66,7

¹⁾ Darstellung als Kornsummenband (zulässiger Sieblinienbereich für die jeweilige(n) Bodengruppe(n))

²⁾ Mit BS nicht aufschließbar, bei BK u. U. zerbohrt ⇒ Massenanteil nur grob abschätzbar, Differenzierung zw. Steinen und Blöcken nicht möglich (vgl. auch Hinweise in DIN EN ISO 14688-1)

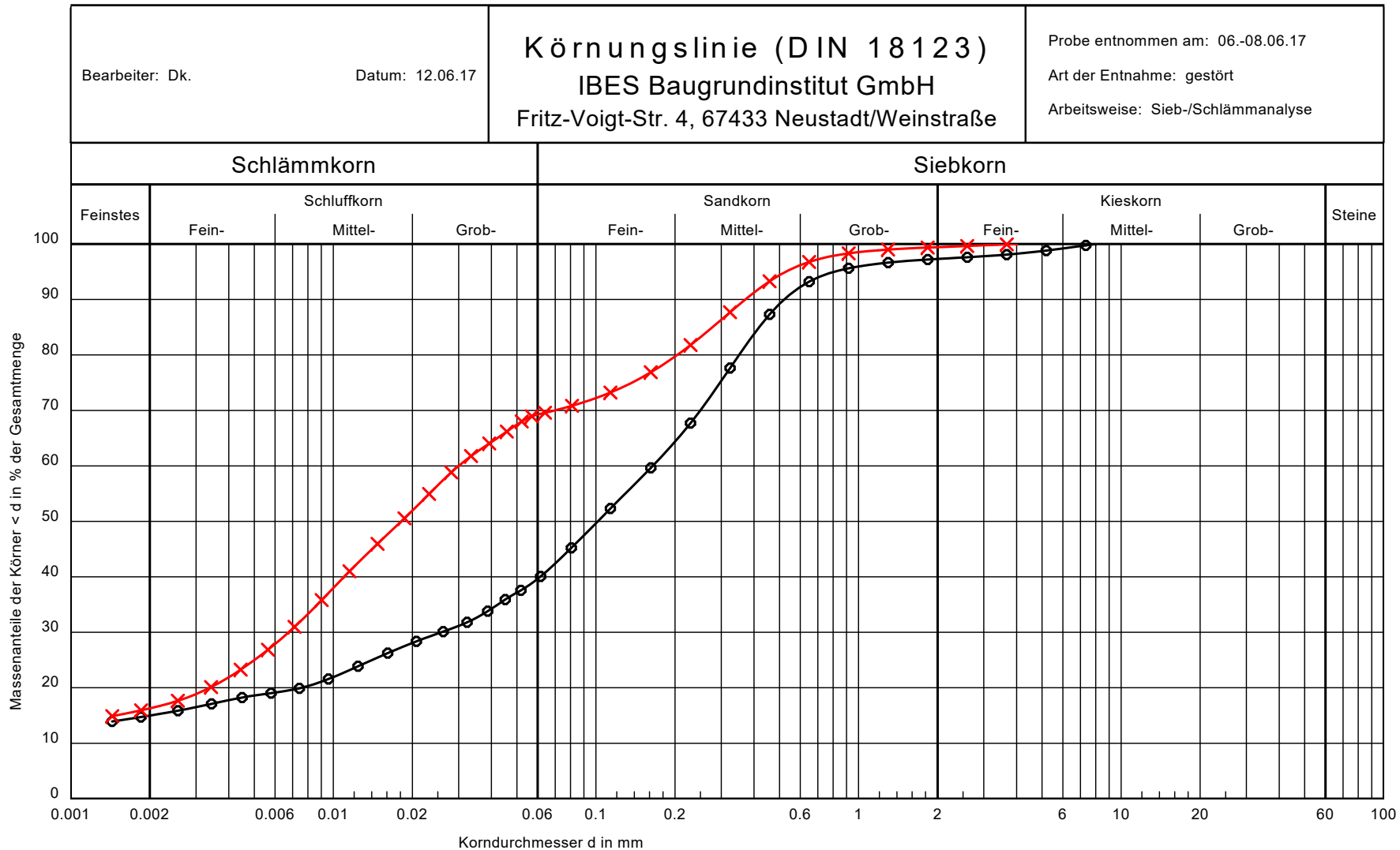
k.A. keine Angabe

n.b. nicht bestimmbar



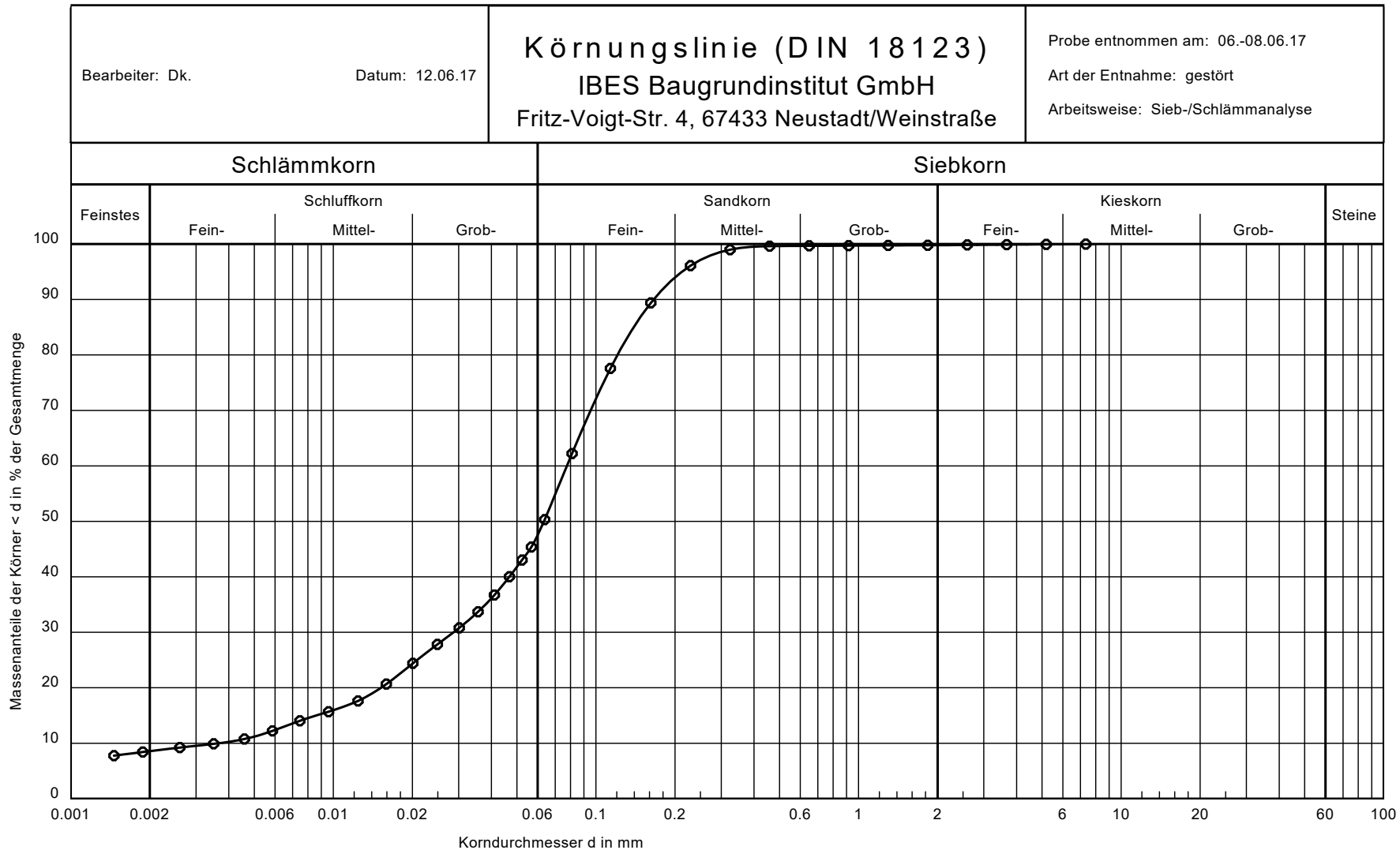
Labornummer:	6385
Bodenart:	S, u, t'
Tiefe:	0,70 m - 1,20 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	BS 2
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	13.1/31.8/54.5/0.6
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	





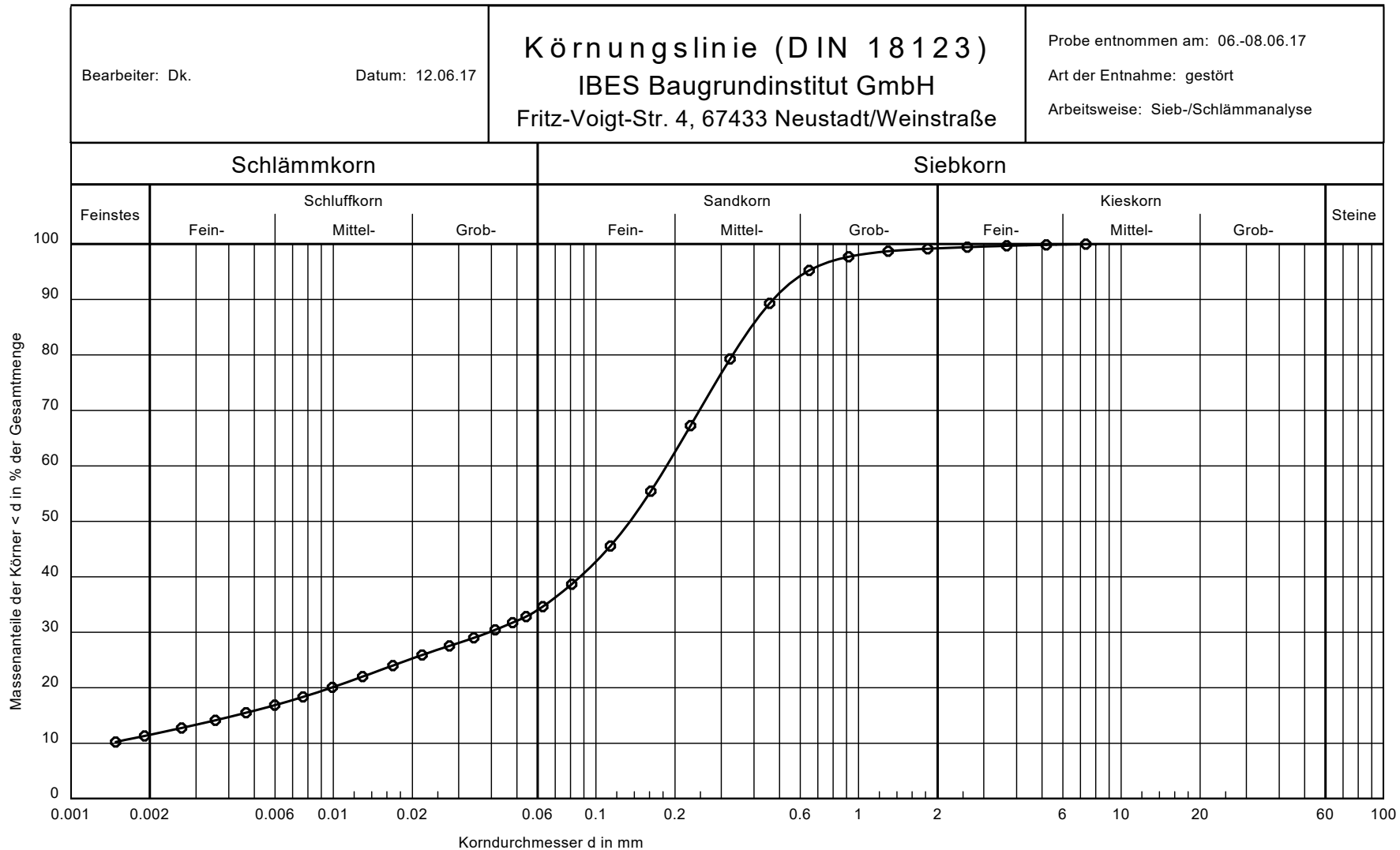
Labornummer:	6395	6396
Bodenart:	S, u, t'	U, s, t
Tiefe:	1,35 m - 2,30 m	2,30 m - 3,00 m
k [m/s] (Beyer):	-	-
Entnahmestelle:	BS 3	BS 3
U/Cc	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	15.0/24.7/57.7/2.7	16.3/53.0/30.2/0.6
Bodengruppe:	SU*	UL
Signatur:		





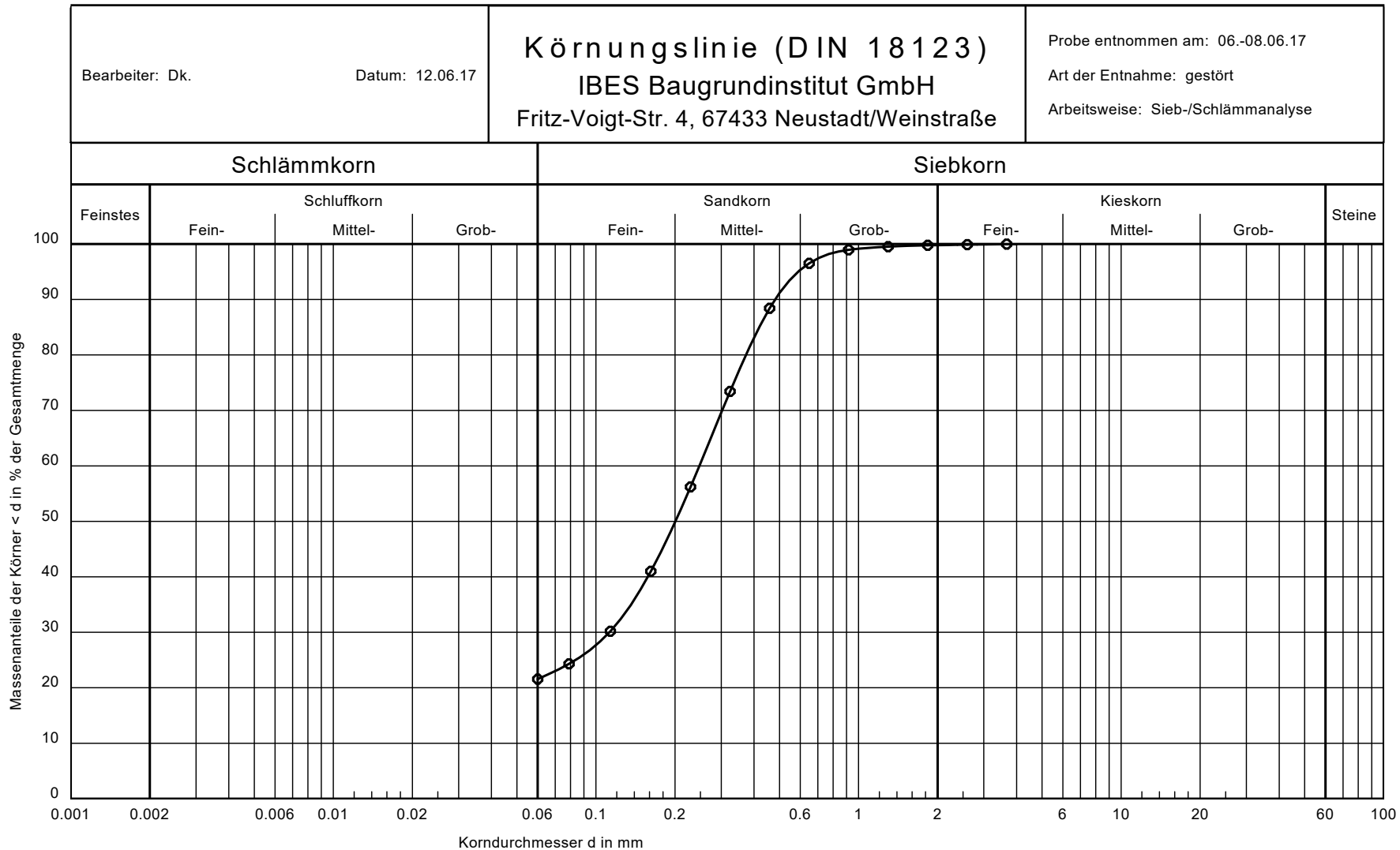
Labornummer:	6402
Bodenart:	S, u, t'
Tiefe:	2,50 m - 4,60 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	BS 4
U/Cc	21.2/2.9
T/U/S/G [%]:	8.6/39.0/52.3/0.2
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	





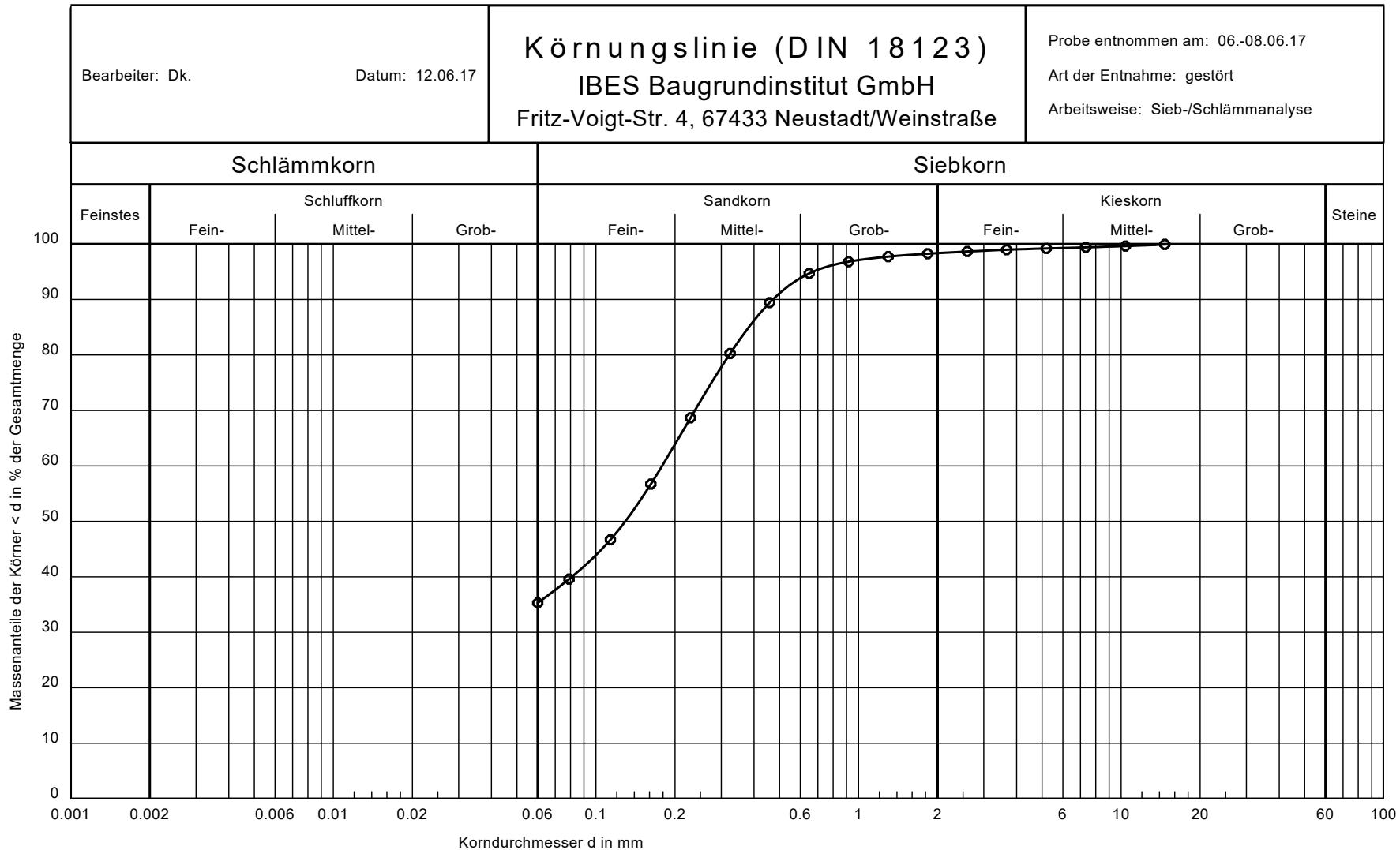
Labornummer:	6407
Bodenart:	S, u, t'
Tiefe:	0.80 m - 2,00
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	BS 5
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	11.5/22.5/65.2/0.8
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	





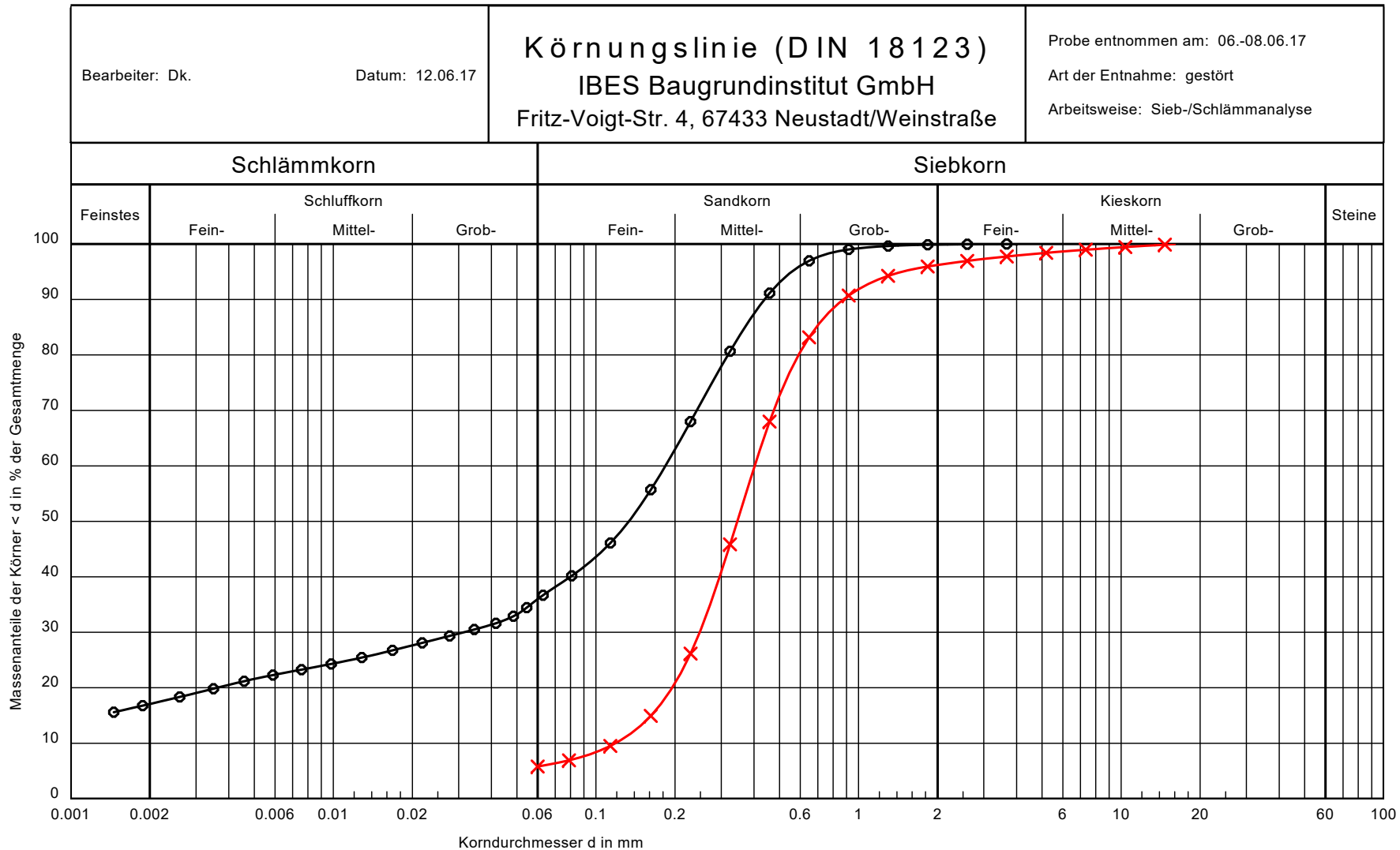
Labornummer:	6414
Bodenart:	S, u
Tiefe:	0,75 m - 2,40 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	BS 6
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	- /21.6/78.2/0.2
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	





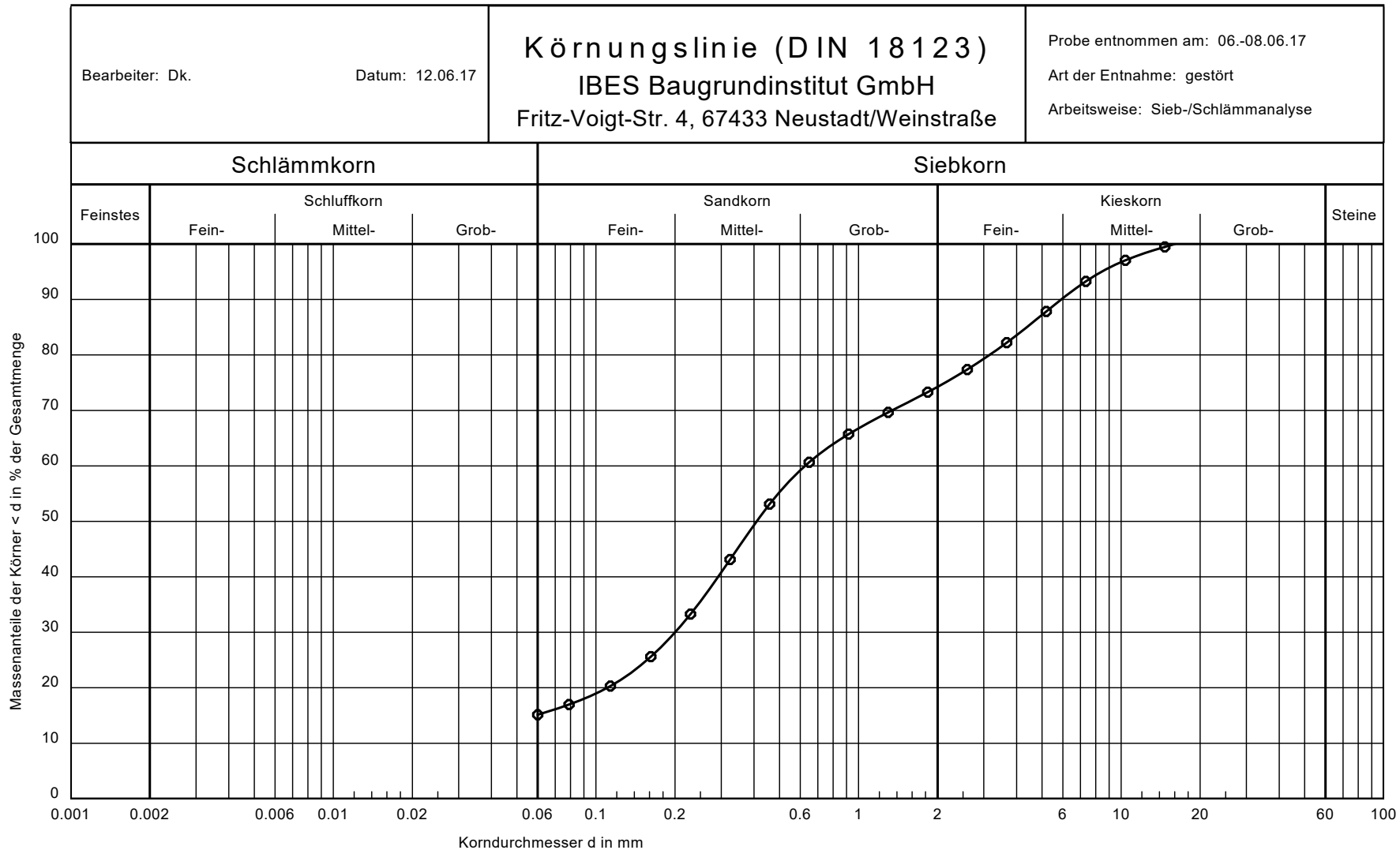
Labornummer:	6447
Bodenart:	S, $\bar{u}$
Tiefe:	0,80 m - 1,50 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	BS 11
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	- /35.3/63.1/1.6
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	





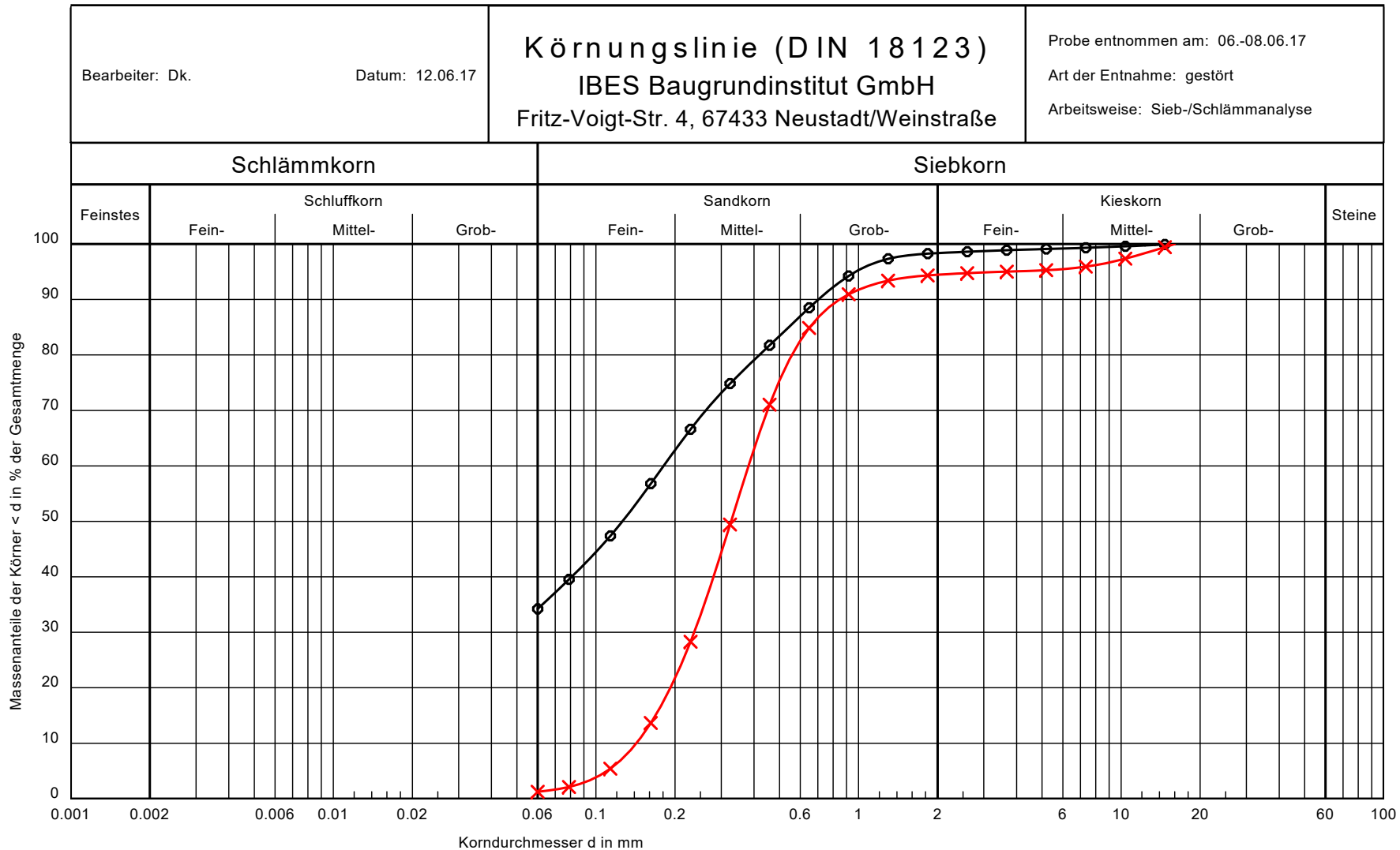
Labornummer:	6453	6455
Bodenart:	S _u , t	S _u '
Tiefe:	0,85 m - 1,45 m	2,30 m - 5,00 m
k [m/s] (Beyer):	-	1,3 * 10 ⁻⁴
Entnahmestelle:	BS 14	BS 14
U/Cc	-/-	3,4/1,3
T/U/S/G [%]:	17.1/18.9/63.9/0.1	- /5.8/90.4/3.8
Bodengruppe:	SU*	SU
Signatur:		





Labornummer:	6464
Bodenart:	S, g, u
Tiefe:	0,80 m - 1,50 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	BS 16
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	- /15.1/59.1/25.7
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	





Labornummer:	6468	6469
Bodenart:	S, u	S, g'
Tiefe:	0,30 m - 1,40 m	1,40 m - 4,20 m
k [m/s] (Beyer):	-	$2.0 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 17	BS 17
U/Cc	-/-	2.7/1.0
T/U/S/G [%]:	- /34.2/64.1/1.6	- /1.2/93.2/5.5
Bodengruppe:	SU*	SE
Signatur:		





Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 6378

Entnahmestelle: BS 1

Tiefe: 1,40 m - 3,05 m

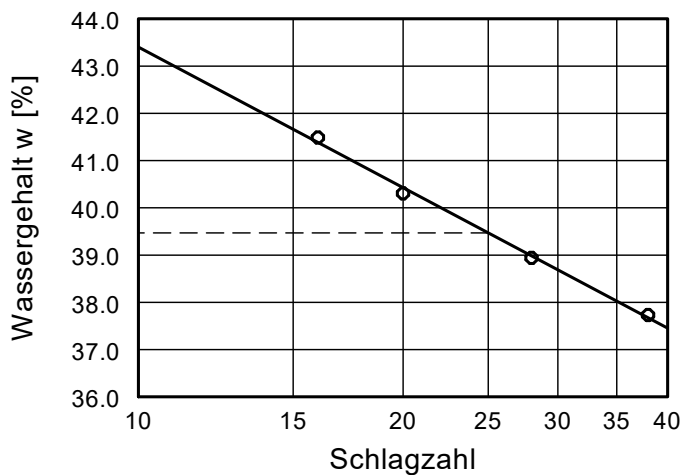
Bodengruppe: TM

Art der Entnahme: gestört

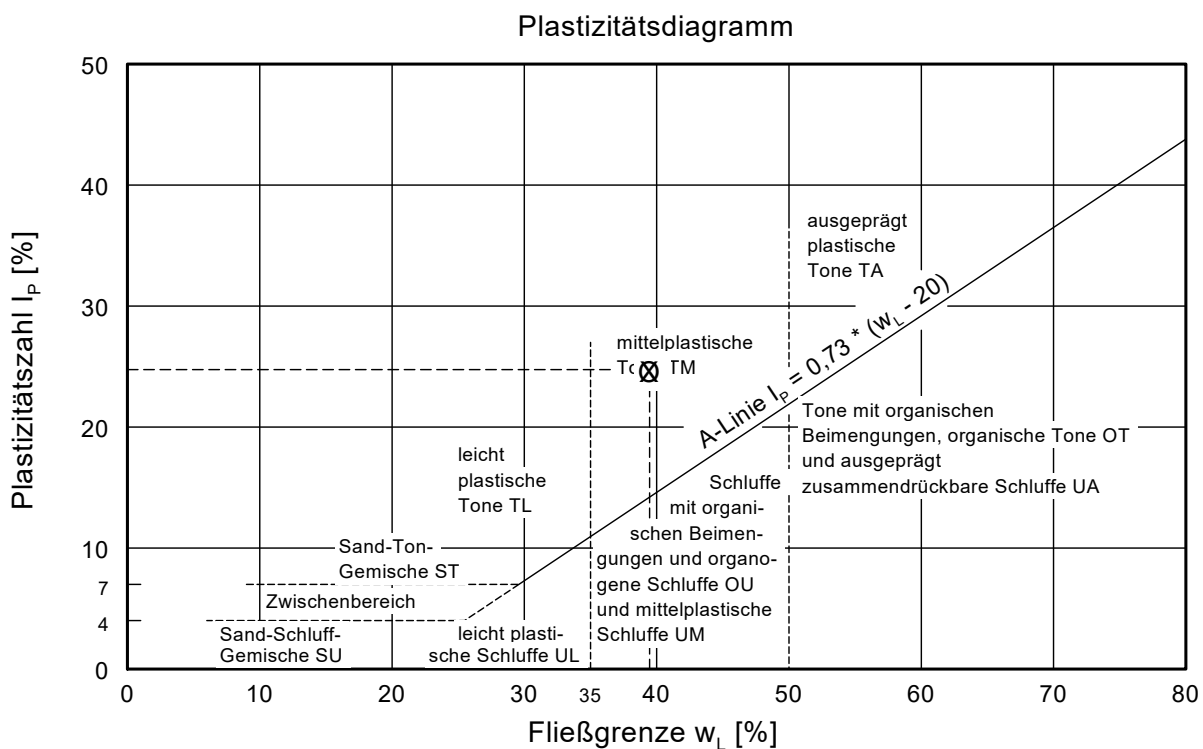
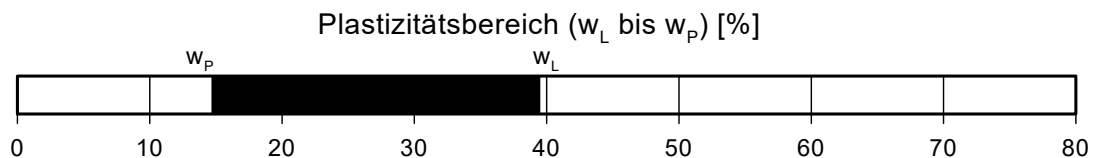
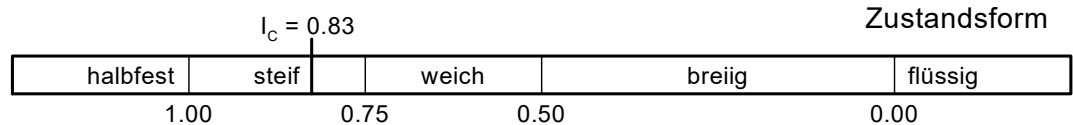
Probe entnommen am: 06.-07.06.17

Bearbeiter: Jg.

Datum: 13.06.17



Wassergehalt $w = 19.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 39.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 24.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.83$





Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 6422

Entnahmestelle: BS 7

Tiefe: 2,00 m - 3,10 m

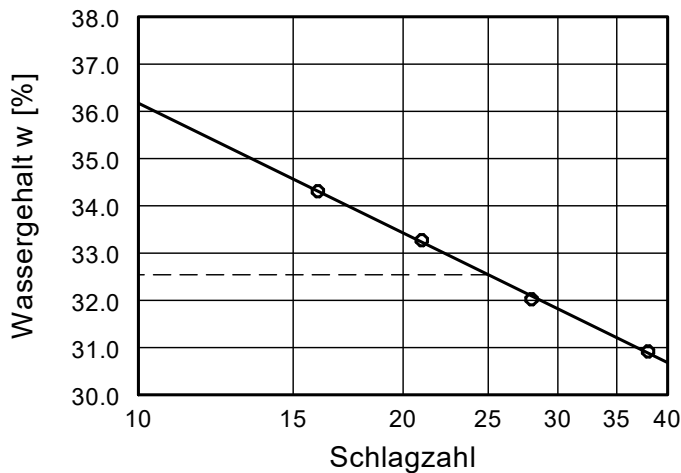
Bodengruppe: TL-TM

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 06.-07.06.17

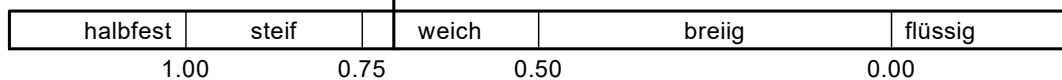
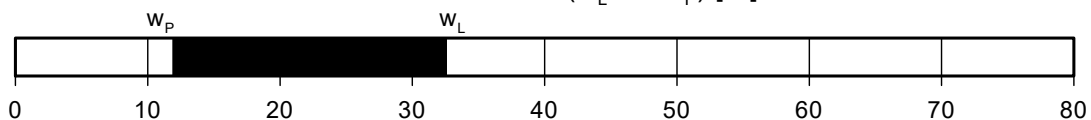
Bearbeiter: Jg.

Datum: 13.06.17

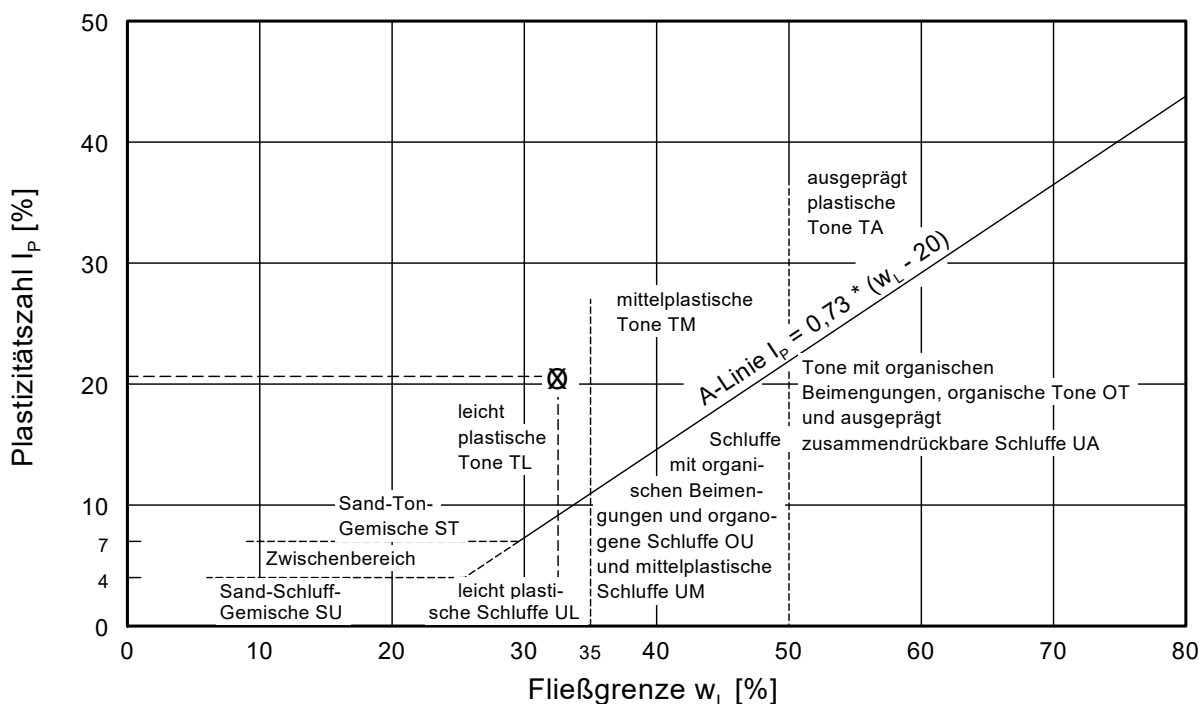


Wassergehalt $w = 18.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 32.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 11.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 20.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.71$

Zustandsform

 $I_c = 0.71$ Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]

Plastizitätsdiagramm





Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 6438

Entnahmestelle: BS 9

Tiefe: 1,50 m - 2,50 m

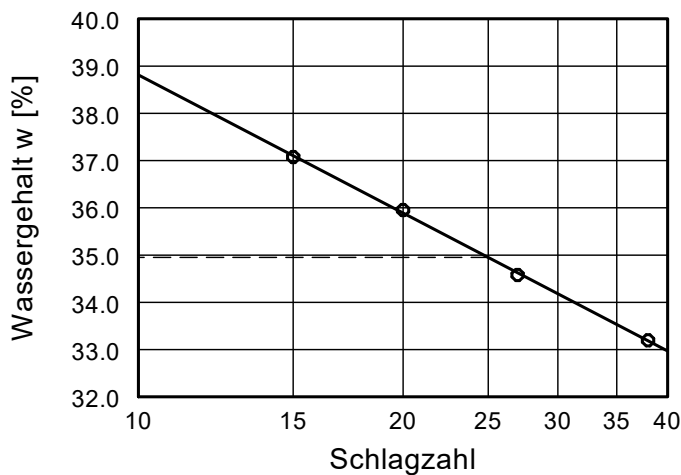
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 06.-07.06.17

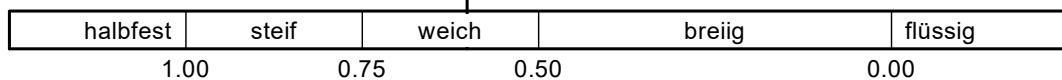
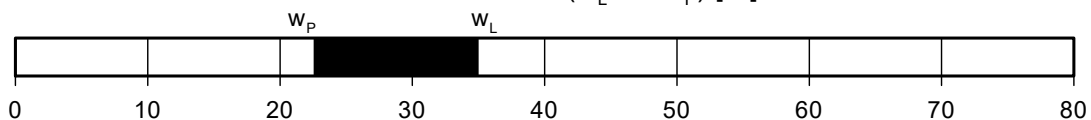
Bearbeiter: Jg.

Datum: 13.06.17

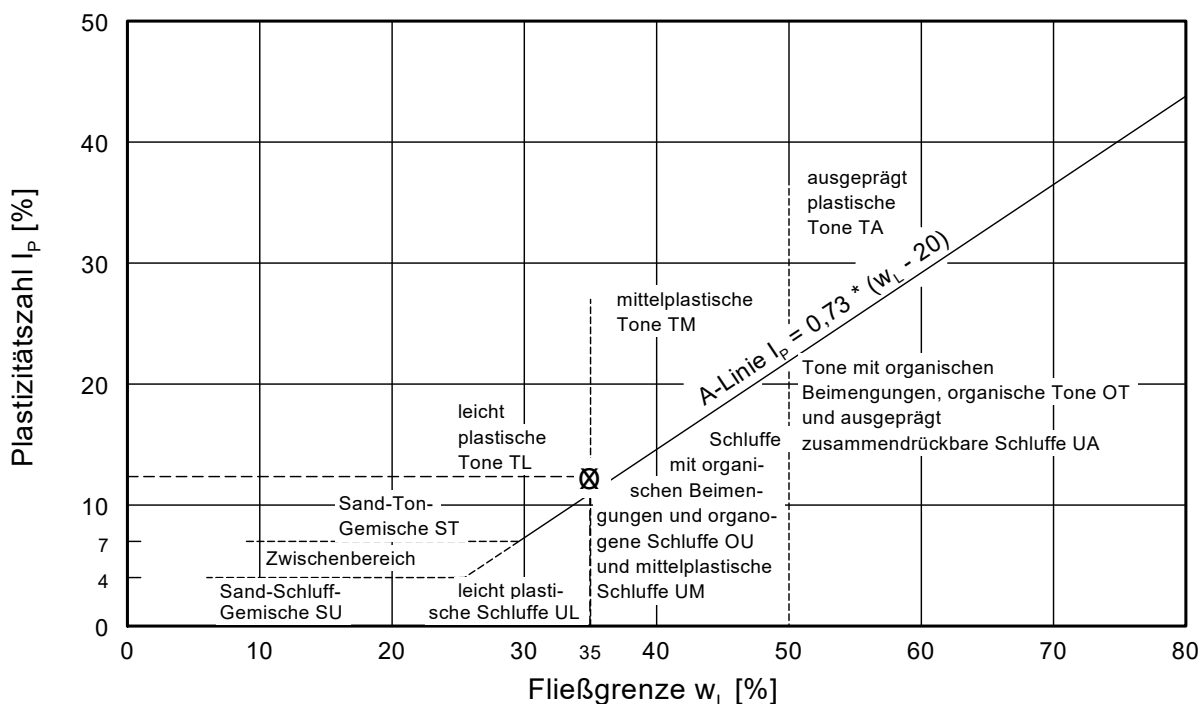


Wassergehalt $w = 27.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 35.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 22.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 12.4 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.60$

Zustandsform

 $I_C = 0.60$ Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

Plastizitätsdiagramm





Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Labornummer: 6444

Entnahmestelle: BS 10

Tiefe: 1,70 m - 3,30 m

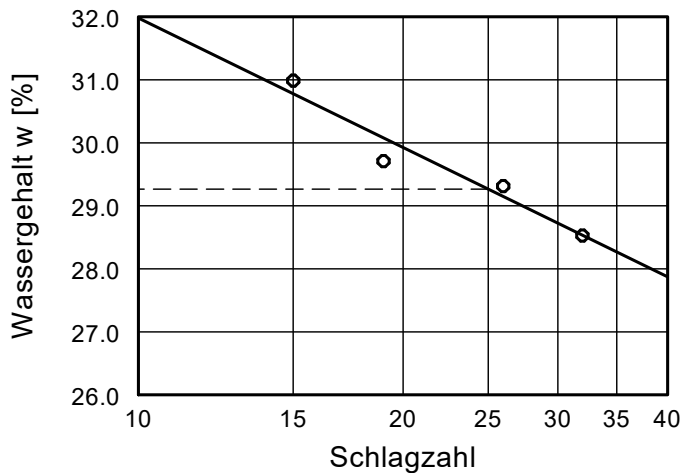
Bodengruppe: TL

Art der Entnahme: gestört

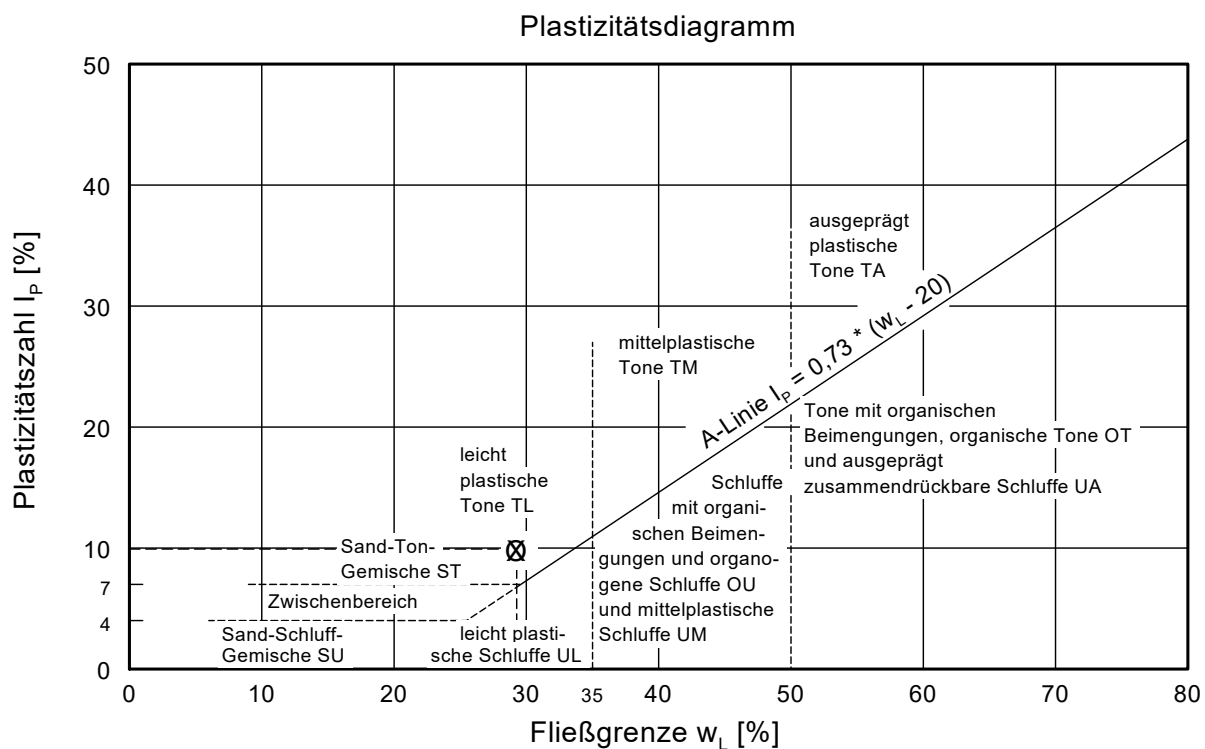
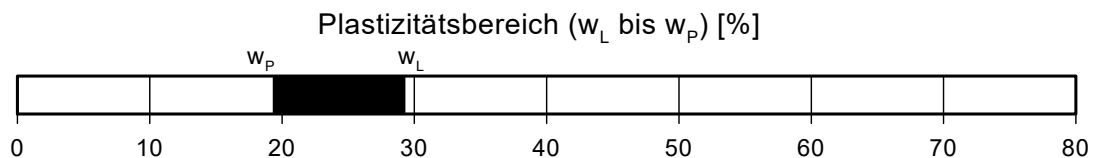
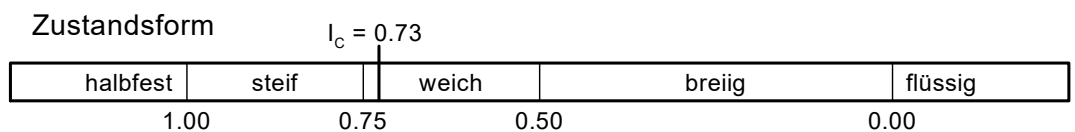
Probe entnommen am: 06.-07.06.17

Bearbeiter: Dk.

Datum: 13.06.17



Wassergehalt $w = 22.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 19.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 9.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.73$





Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1

Projekt - Nr: 17.266.1	Entnahmeart: gestört
Projekt:	Entnahme am: 06.-07.06.17
Ausgf. durch: Mg.	Datum: 09.06.17
	durch:

Labornummer:	6378	6422	6438	6444			
Entnahmestelle (km):	BS 1	BS 7	BS 9	BS 10			
Entnahmetiefe [m]:	1,4-3,05	2,0-3,1	1,5-2,5	1,7-3,3			
Behälter Nr.	37	54	107	10			
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g]	274,18	284,19	307,98	289,49			
Trock. Probe + Behälter $m_d + m_b$ [g]	242,66	254,42	262,81	253,09			
Behälter m_b [g]	77,02	88,94	98,70	88,00			
Wasser $(m_d+m_b)-(m_d+m_b)=m_w$ [g]	31,52	29,771	45,17	36,4			
Trockene Probe m_d [g]	165,64	165,48	164,11	165,09			
Wassergehalt $w=(m_w/m_d).100$ [%]	19,03	17,99	27,52	22,05			