

IBES Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen



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

Kanal- und straßenbautechnisches Baugrundgutachten

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

Privatrechtlich anerkannte Prüfstelle
nach RAP Stra 10, Fachgebiet A3, I3

Projekt: **Bebauungsplan „In den dreißig Morgen“ in Dudenhofen**

Auftraggeber: **Ortsgemeinde Dudenhofen
Konrad-Adenauer-Platz 6
67373 Dudenhofen**

Auftrag vom: **29.06.2015**

IBES-Projekt-Nr.: **15.376.1**

**Ort und Datum
des Gutachtens:** **Neustadt/Weinstr., 27.11.2015 vo/ze-gr**

Dieses Gutachten umfasst 53 Seiten einschließlich Anlagen.

Hauptsitz: Neustadt/W.
Zweigniederlassung
Schweiz: Basel

Vertretungen:
Duisburg, Kaiserslautern, Ludwigshafen,
München, Würzburg

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	Allgemeines	- 5 -
4.2	Baugrundaufschlüsse	- 6 -
4.3	Bodenart und Schichtenfolge	- 7 -
4.4	Hydrogeologische Verhältnisse	- 7 -
4.4.1	Grundwasserstände	- 7 -
4.4.2	Durchlässigkeit	- 8 -
5	Geotechnische Baugrundkenngößen	- 9 -
6	Kanalbau	- 11 -
6.1	Allgemeines	- 11 -
6.2	Rohraufleger	- 12 -
6.3	Wasserhaltung und Baugrubensicherung	- 14 -
7	Straßenbau	- 15 -
7.1	Allgemeines	- 15 -
7.2	Untergrund, Unterbau	- 15 -
7.3	Bindemittel	- 17 -
7.4	Oberbau	- 17 -
7.5	Alternative Ausbaumöglichkeiten	- 19 -
8	Allgemeine Hinweise zur Bauausführung	- 19 -
9	Versickerung von Niederschlagswasser	- 20 -
9.1	Allgemeines	- 20 -
9.2	Bewertung und Diskussion der Ergebnisse	- 21 -
9.2.1	Maximaler Grundwasserstand	- 21 -
9.2.2	Durchlässigkeit des Baugrunds	- 21 -
9.3	Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen	- 22 -
9.4	Bauliche und betriebliche Hinweise zur Errichtung von Versickerungsanlagen	- 23 -
10	Schlussbemerkungen	- 24 -



Anlagenverzeichnis

- 1 Auszug aus der topographischen Karte Blatt 6616, Speyer. M. 1:25.000
- 2.1-2.2 Lagepläne, M. 1:1.000
- 3.1.1-3.1.3 Bilddokumentation Baugelände und Erkundung
- 4.0 Legende
- 4.1-4.7 Bohrprofile und Rammdiagramme, M. 1:50
- 5.1.1-5.1.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123
- 5.2.1-5.2.5 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1
- 5.3.1 Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18 121, Teil 1
- 6 Darstellung der Homogenbereiche nach DIN 18300 (Deckblatt + 6 Blatt)
- 6.1.1-6.1.2 Ingenieurgeologische Längsschnitte mit Homogenbereichen, M.d.H 1:50 (2 Blatt)
- 6.2 Kennwerttabelle Homogenbereiche (1 Blatt)
- 6.3 Kornsummenbänder (3 Blatt)



1 Vorgang

Die Ortsgemeinde Dudenhofen plant die Erschließung des Neubaugebietes „In den dreißig Morgen“.

Für eine wirtschaftliche, bautechnisch sinnvolle und sichere Planung, statische Bemessung, Ausschreibung und Bauausführung sind Kenntnisse über die Baugrundverhältnisse mit Angaben über die Beschaffenheit und Klassifizierung des Baugrundes, die Grundwassersituation und bodenmechanische Kenngrößen der anstehenden Böden erforderlich.

Die IBES Baugrundinstitut GmbH wurde von der Ortsgemeinde Dudenhofen mit Schreiben vom 29.06.2015 über das Planungsbüro Piske, Ludwigshafen, mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und der Erstellung eines kanal- und straßenbautechnischen Baugrundgutachtens mit Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit von Oberflächenwasser beauftragt.

2 Unterlagen

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Übersichtslageplan und städtebauliches Konzept, unmaßstäblich, Planungsbüro Piske, Ludwigshafen, pdf-Datei, E-Mail vom 29.01.2015
- [2] Bestandsplan, Plan Nr. 0.1, M. 1:500, Planungsbüro Piske, Ludwigshafen, pdf-Datei, E-Mail vom 07.07.2015
- [3] Bebauungsplan „In den dreißig Morgen“ (Entwurf), M. 1:1.000, Planungsbüro Piske, Ludwigshafen, dwg-Datei, E-Mail vom 09.07.2015
- [4] Pläne der Versorgungsträger gemäß ALIZ-Meldung
- [5] Topographische Karte, Blatt 6616, Speyer, M. 1:25.000
- [6] Geologische Übersichtskarte der Pfalz, M. 1:200.000, Speyer, 2002
- [7] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Stand 2005



3 Baugelände und Baumaßnahme

3.1 Baugelände

Das geplante Neubaugebiet „In den dreißig Morgen“ befindet sich am südöstlichen Ortsrand von Dudenhofen. Es schließt östlich an die bestehende Bebauung an. Im Norden und Süden wird es von der Speyerer Straße bzw. dem Speyerbach begrenzt. Das Baugelände wird derzeit als Wiesen- und Ackerfläche genutzt

Das natürliche Gelände ist geringfügig nach Süden und Osten geneigt. Die Ansatzhöhen der Erkundungspunkte wurden zwischen 105,92 mNN bei BS/DPH 1 und 105,39 mNN bei BS 2 eingemessen.

Einen Eindruck von den Geländebeziehungen während der Erkundungsarbeiten am 06. und 07.10.2015 vermitteln die Bilder der Anlage 3.

3.2 Baumaßnahme

Die Ortsgemeinde Dudenhofen beabsichtigt, eine im Flächennutzungsplan verankerte Wohnbaufläche durch den Bebauungsplan „In den dreißig Morgen“ zu entwickeln. Mit Abmessungen von ca. 430 x 115 m umfasst das Baugebiet eine Fläche von rund 4,9 ha.

Das Gelände soll verkehrs- und entwässerungstechnisch für eine Wohnbebauung mit Einfamilien- und Doppelhäusern erschlossen werden. Die Entwässerung des Baugebietes soll grundsätzlich im Trennsystem erfolgen. Das anfallende Schmutzwasser kann in das bestehende Kanalnetz eingeleitet werden. Derzeit liegt noch keine konkrete Planung zur Entwässerung (Sohltiefen, Nennweiten usw.) vor. Desgleichen sind Angaben zur Straßenplanung gemäß RStO 12 derzeit noch nicht verfügbar. Beides wird erst parallel zum weiteren Bebauungsplanverfahren erarbeitet.

Entsprechend den Vorgaben des Wasserrechts und hinsichtlich des Auslastungsgrads der örtlichen Kanalisation soll das anfallende Niederschlagswasser möglichst versickert werden. Hierfür sind Grünflächen am östlichen Rand und im Süden des Baugebiets vorgesehen. Die dezentrale Versickerung auf den Grundstücken und in Straßen begleitenden Mulden sind nicht geplant.

4 Baugrundverhältnisse

4.1 Allgemeines

Im Folgenden und in den Anlagen bei der **Bodenansprache von feinkörnigen Böden** wird von den Regeln der DIN EN ISO 14688 / DIN 4022 abgewichen.

Bei Ansprache feinkörniger Böden nach DIN EN ISO 14688 / DIN 4022 gibt es nach unserer Erfahrung nahezu nur Tone, da feinkörnige Böden in der Regel im Plastizitätsdiagramm oberhalb der A-Linie liegen. Diese Ansprache scheint relativ undifferenziert, da alle feinkörnigen Böden nahezu gleich angesprochen werden und ein Ableiten der Plastizität auf Grundlage der Ansprache nach DIN EN ISO 14688 / DIN 4022 kaum möglich ist.



Im Gutachten werden daher, abweichend von der DIN EN ISO 14688 / DIN 4022, auch die feinkörnigen Böden analog den grobkörnigen Böden nach ihren Massenanteilen angesprochen und nicht nach ihrem plastischen Verhalten.

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 6). 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.

Das Bauvorhaben ist in die **Geotechnische Kategorie 1** einzustufen.

4.2 Baugrundaufschlüsse

Zur Feststellung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden im Erschließungsgebiet 7 Bohrsondierungen (BS) bis in 5 m Tiefe ausgeführt. Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Baugrunds wurden bei den Bohrsondierungen BS 1, BS 3 und BS 6 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in 5 m Tiefe nieder gebracht.

Das Bohrgutmaterial in den Bohrschappen wurde ausgelegt, beprobt und nach geologisch-bodenmechanischen Gesichtspunkten und visuell-manuellen Verfahrensmerkmalen angesprochen. Aus dem Bohrgut wurden insgesamt 38 gestörte Bodenproben entnommen. An repräsentativen Bodenproben wurden folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Anlagen 5.1.1-5.1.2)
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122, Teil 1 (Anlagen 5.2.1-5.2.5)
- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121, Teil 1 (Anlage 5.3.1)

Die Ansatzpunkte der Erkundungsstellen wurden lage- und höhenmäßig eingemessen (Anlagen 2 und 4). Bezugshöhen wurden aus dem Vermessungsgrundplan [2] entnommen.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sind in den Anlagen 4.1 bis 4.7 als Bohr- und Rammprofile dargestellt.



4.3 Bodenart und Schichtenfolge

Die Baugrundverhältnisse im Untersuchungsgelände sind gekennzeichnet durch gewachsenen Baugrund in Form von Terrassenablagerungen des Rheins und seiner Nebenbäche.

In den durchgehend landwirtschaftlich genutzten Flächen ist ein bearbeiteter, sandig-schluffiger Ackerboden (Bodengruppe SU* nach DIN 18196) mit Wurzeln und Pflanzenresten vorhanden. Er wurde vorwiegend in Dicken von ca. 30 - 40 cm und bei BS 2 ca. 60 cm dick angetroffen.

Außer bei Bohrsondierung BS 2 stehen darunter mehr oder weniger stark schluffige **Sande** an. Anhand von Siebanalysen wurden die Bodengruppen SU und SU* mit Schlämmkornanteilen von 12,2 M.-% bzw. 27,0 M.-% ermittelt. (Anlagen 5.1.1 und 5.1.2). Bei BS 2 ist in der sandigen Abfolge eine gering mächtige Schluffschicht (TL) eingelagert. Die Unterkante der oberflächennahen, schluffigen Sande wurde in Tiefen zwischen 0,90 m (BS 5 und BS 7) und 2,00 m (BS 2) ermittelt.

Als zweiter Schichtkomplex wurden bis zur Erkundungstiefe von 5 m unterschiedlich stark bindige **Schluffe** aufgeschlossen. Sie sind feinsandig und schwach bis stark tonig ausgebildet. Anhand der Bestimmung der Zustandsgrenzen wurde einheitlich die Bodengruppe TM ermittelt. Nach Bodenansprache sind auch leicht bis ausgeprägt plastische Tone (TL, TA) vorhanden. Die Konsistenz der Böden schwankt zwischen steif und halbfest.

Bei den Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) wurden im Bereich der oberflächennahen Sande geringe bis mittlere Eindringwiderstände registriert, die auf eine lockere bis mitteldicht Lagerung schließen lassen. Bei den leicht bis ausgeprägt plastischen Tonen (TL, TM, TA) ist deren Konsistenz (steif bis halbfest) das bestimmende Merkmal.

4.4 Hydrogeologische Verhältnisse

4.4.1 Grundwasserstände

Das Baugelände liegt im Bereich des Speyerbachschwemmfächers auf dem Hochgestade oberhalb der Rheinniederung.

Bei den Bohrarbeiten am 06. und 07.10.2015 wurde der Grundwasserhorizont in den 5 m tiefen Bohrsondierungen nicht angetroffen. Schichtenwasser oder durchfeuchtete Bodenhorizonte wurden ebenfalls nicht festgestellt.

Die Höhengleichenkarte aus [7] weist im Baugelände für den Stichtag 01.10.1990, der etwa mittlere Grundwasserverhältnisse wiedergeben soll, einen Grundwasserstand von ca. 98,0 mNN im Westen und 97,3 mNN im Osten aus. Anhand der Flurabstandskarte aus [7] ist für denselben Stichtag im Baugelände ein Grundwasserflurabstand von >7 - 10 m abzulesen.

Angaben über längerfristig mögliche Grundwasserstände wurden über die Homepage des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland Pfalz, Abteilung Wasserwirtschaft, Mainz (www.geoportal-wasser.rlp.de), für die am nächsten gelegene Grundwassermessstelle 1319 Dudenhofen (s. folgende Tabelle) abgerufen.

**Tabelle 1: Grundwasserdaten**

Grundwassermessstelle	1319 Dudenhofen
Lage zum Baugelände	ca. 120 m SW' vom Baugelände
Geländeoberkante	106,31 mNN
Beobachtungszeitraum	1979-
GW _{min}	97,98 mNN (13.09.1993)
GW _{max}	100,15 mNN (05.02.1982)
Grundwasserschwankungsbereich	2,17 m

Die Daten dieser Messstelle können auf das Baugelände übertragen werden. Bei diesen Randbedingungen werden Baumaßnahmen bis in rund 5 m Tiefe nicht vom Grundwasser beeinflusst.

Im Hinblick auf den Straßenbau ist von günstigen Wasserverhältnissen gemäß Tabelle 7 der RStO 12 auszugehen.

Die Angaben sind als Schätzung zu verstehen. Sie sind daher mit Unsicherheiten behaftet und sollen lediglich als Anhaltswert und Grundlage für diese Baumaßnahme dienen. Eine Übertragung für die Planung anderer Baumaßnahmen (insbesondere mit höherem Risikopotential) ist nicht zulässig.

4.4.2 Durchlässigkeit

Die Kenntnis der Durchlässigkeit ist für die Planung und Bemessung von Versickerungsanlagen sowie für Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Zur Beurteilung der Durchlässigkeit des anstehenden Bodens wurden, neben der Bodenansprache, an ausgesuchten Bodenschichten Kornverteilungslinien ermittelt. Bei reinen bzw. schwach schluffigen Kiesen und Sanden ist beispielsweise die Formel von Hazen, bzw. mit erweitertem Gültigkeitsbereich (Ungleichförmigkeitszahl $U = 1-20$) die Formel nach Beyer, anwendbar. Bei schluffigen Böden (hier Bodengruppen SU, SU*) und bei feinkörnigen Böden (hier Bodengruppen TL, TM, TA) kann die Durchlässigkeit anhand von Erfahrungswerten auf Grundlage der Bodenansprache und des Sieblinienverlaufs bzw. anhand der Bestimmung der Zustandsgrenzen grob abgeschätzt werden.

Die zur Beurteilung der Eignung des Bodens für die Versickerung durch Auswertung von Korngrößenanalysen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f weichen i. d. R. von den in Feldversuchen ermittelten Versickerungsraten k ab. Dies ist dadurch zu erklären, dass bei Feldversuchen nur sehr schwer ein wassergesättigter Zustand erreicht werden kann, die Diagramme und Formelbeiwerte zur Auswertung von Korngrößenanalysen jedoch anhand von Pumpversuchen und somit, bezogen auf den wassergesättigten Aquifer, mit horizontaler Strömungsrichtung festgelegt wurden und zudem statistische Erfahrungswerte mit einbeziehen.



Außerdem wirkt sich im oberflächennahen Bereich der belebten Bodenzone das Makroporengefüge des Bodens stark auf dessen Durchlässigkeit aus. Mit zunehmender Tiefe (i. d. R. spätestens in etwa 1 m Tiefe) nimmt die Durchlässigkeit stark ab, bis zu dem korrigierten Wert, der sich aus der Kornverteilung ergibt und der zusätzlich von der Lagerungsdichte des Bodens abhängt.

Es ist daher zu beachten, dass die tatsächlichen Durchlässigkeitsbeiwerte von den berechneten bzw. abgeschätzten mehr oder weniger stark abweichen können. Zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist bei der Bestimmungsmethode anhand von Sieblinien ein methodenspezifischer Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen (DWA-A138, Anhang B.4). Nach Untersuchungen von Sieker werden bei zunehmend bindigen und stark bindigen Böden Faktoren von 1 und darüber maßgebend. Bei Feldversuchen ist nach DWA-A138 ein Korrekturfaktor von 2 anzusetzen.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die anhand von Sieblinien, Zustandsgrenzen und Bodenansprache abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Versickerung unter Berücksichtigung entsprechender Korrekturwerte zusammengestellt.

Tabelle 2: Durchlässigkeitsbeiwerte des Baugrundes

Bohrsondierung	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Boden- gruppe DIN 18196	Durchlässigkeits- beiwert k_f [m/s]		Korrektur- Faktor [-]	Bemessungs- k_f -Wert für Versickerung [m/s]
				Sieblinie n. Hazen/ Beyer	Sieblinie/ Zustands- grenzen/ Erfahrung		
BS 1	0,40-0,80	mS+fS, u'	SU	-	$3 \cdot 10^{-5}$	0,2	$6 \cdot 10^{-6}$
BS 1	1,80-3,10	U, t, fs	TM	-	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	1	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
BS 3	1,60-3,30	U, t, fs	TM	-	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	1	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
BS 4	0,40-1,00	S, u	SU*	-	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	1	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$
BS 4	1,00-1,40	U, t, fs	TM	-	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	1	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
BS 6	2,10-4,50	U, t*	TM	-	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	1	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
BS 7	0,90-2,10	U, t, fs	TM	-	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	1	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$

5 Geotechnische Baugrundkenngößen

Die anstehenden Bodenarten bzw. Baugrundverhältnisse sind in den vorigen Abschnitten beschrieben und in der Anlage 4 in Form von Bohr- und Schurfprofilen dargestellt. Für die mögliche Tiefenlage bzw. Einflusstiefe der Baumaßnahmen und Baugruben können für die angetroffenen Bodenarten die in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengestellten Bodenkenngrößen angesetzt werden.



Die erdstatischen Berechnungen und Nachweise sind mit den in der nachfolgenden Tabelle 3 angeführten bodenmechanischen Kennwerten und Rechenwerten zu führen, die auf der Grundlage der Bodenansprache, der Laborergebnisse und unserer Erfahrung mit ähnlichen Bodenverhältnissen und Bodenarten derselben geologischen Formation festgelegt wurden. Die hierfür herangezogenen Laborergebnisse sind in den Anlagen 5.1 bis 5.3 zu finden.

Zu beachten ist eventuell die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten.

Tabelle 3: Charakteristische Zahlenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngrößen

Schichtkomplex	Bodenart	Boden- gruppe	Konsistenz/ Lagerungs- dichte	Wichte, erdfeucht γ/γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Terrassen- ablagerungen	Sand, schwach schluffig	SU	mitteldicht	20 (11)	32,5	0	30
	Sand, schluffig, bis stark schluffig	SU*	mitteldicht (steif- halfest)	21 (11)	30	2	20
	Schluff, sandig, tonig	TL, TM	steif halfest	19 (9) 20 (10)	25	10 20	6 10
	Schluff, stark tonig, schwach feinsandig	TA	steif halfest	18 (8) 19 (9)	22,5	20 30	5 10

Die angetroffenen Böden lassen sich hinsichtlich ihrer Bodengruppe, Bodenklasse, Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit gemäß Tabelle 4 klassifizieren.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierungen des Baugrundes

Schichtkomplex	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse n. DIN 18300	Bodenklasse n. DIN 18301	Frostempfind- lichkeitsklasse ZTVE-StB 09	Verdichtbar- keitsklasse gem. Kommentar zur ZTV-E
	SU	3	BN 1	F1, F2	V1
	SU*	4 ¹⁾	BN2 ¹⁾ , (BB2 ¹⁾ , BB3 ¹⁾	F3	V2
	TL, TM	4 ¹⁾	BB2 ¹⁾ , BB3 ¹⁾	F3	V3
	TA	5 ¹⁾	BB2 ¹⁾ , BB3 ¹⁾	F2	-

¹⁾ gemischtkörnige Böden mit über 15 M.-% Feinanteilen sowie feinkörnige Böden reagieren, insbesondere in Verbindung mit mechanischer Beanspruchung, empfindlich auf Wassergehaltsveränderungen, was einerseits zum Austrocknen und Schrumpfen und andererseits zu einem Übergang in Bodenklasse 2 („fließende Bodenarten“) bzw. BB 1 führen kann.

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

Güteüberwachtes Recyclingmaterial (\leq Z1.1) kann auch bei hydrogeologisch ungünstigen Verhältnissen offen in definierten technischen Bauwerken verwendet werden. Der Mindestabstand vom Grundwasser zur Schichtunterkante muss $> 1,00$ m betragen.



Bei dieser Baumaßnahme ist der Einbau von RCL-Material nur zulässig in den Bereichen, wo die Kanalgrabensohle nicht tiefer als 101,15 mNN bzw. etwa 4,3 m unter vorhandener Geländeoberkante liegt.

Im Zweifelsfall ist eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde erforderlich.

Tabelle 5: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe nach DIN 18196	Nicht bindige bis schw. bindige, grob- und gemischtkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, SU
Schlammkornanteil ($d \leq 0.063 \text{ mm}$)	≤ 10 (15) M.-%
Steinanteil ($d \geq 63 \text{ mm}$)	≤ 10 M.-%
Größtkorndurchmesser d_{\max}	$\leq 100 \text{ mm}$, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{Pr} \geq 98 \%$ bzw. $U \geq 7$ für $D_{Pr} \geq 100\%$
Glühverlust V_{GI}	$\leq 3 \%$
Schütthöhe	je nach Verdichtungsgerät 20 - 40 cm
Wichte erdfeucht γ	18 - 21 kN/m ³
Scherwinkel 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 $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100 \%$ gefordert.

Der nur punktuell in geringer Mächtigkeit anstehende schwach schluffige Sand (SU) erfüllt prinzipiell die Anforderungen nach Tabelle 5. Es wird darauf hingewiesen, dass bei Böden mit kleiner Ungleichförmigkeitszahl ein erhöhter Verdichtungsaufwand erforderlich ist. Die schluffigen und bindigen Böden des gewachsenen Baugrunds sind als Ersatzboden nicht geeignet.

6 Kanalbau

6.1 Allgemeines

Derzeit liegen noch keine Planungen und Angaben hinsichtlich Durchmesser und Tiefenlage des Schmutz- und Regenwasserkanals vor. Die Kanalverlegung wird in offener Bauweise durchgeführt.

Neben der 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.



6.2 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:

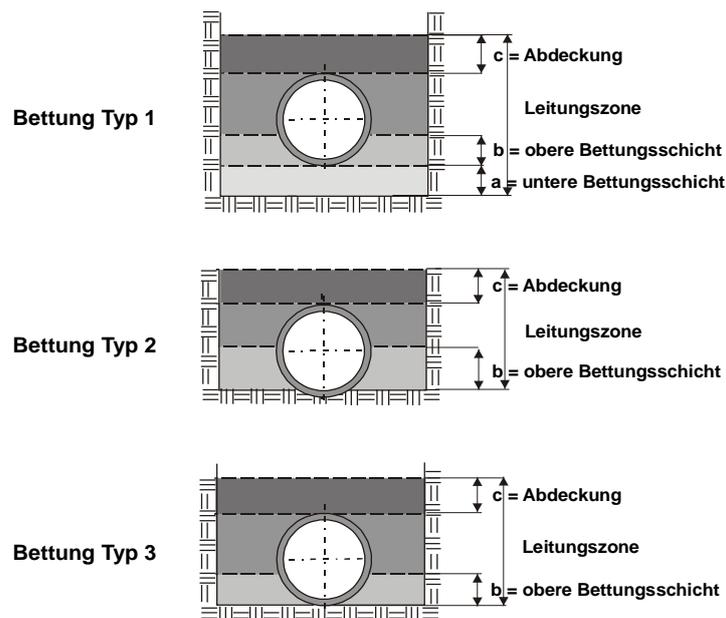


Abbildung 1: Ausführung der Bettung nach DIN EN 1610

Die Baugrundverhältnisse sind in den Bohr- und Rammprofilen der Anlage 4 dargestellt.

Im Baugelände stehen gewachsene Böden in Form von Terrassenablagerungen an. Dabei handelt es sich oberflächennah bis in Tiefen von etwa 0,9 m bis 2,0 m um schluffige, untergeordnet schwach schluffige Sande der Bodengruppen SU* bzw. SU. Darunter folgen bis zur Erkundungstiefe überall tonig-sandige Schluffe der Bodengruppen TL, TM und TA. Die Konsistenz dieser Böden variiert zwischen steif und halbfest.

Die oberflächennahen Sande können als mitteldicht gelagert angesprochen werden. Bei bindiger Ausprägung kann von einer mindestens steifen Konsistenz ausgegangen werden. Die unterlagernden, leicht bis ausgeprägt plastischen Tone besitzen Konsistenzen zwischen steif und halbfest.

Bei diesen Baugrundverhältnissen kann nach einer Nachverdichtung der i.d.R. durch den Aushub aufgelockerten Grabensohle von einem geeigneten und ausreichend tragfähigen Auflager ausgegangen werden.

Eine unmittelbare Rohrbettung ist jedoch nur in geeigneten Sanden und Kiesen gemäß Typ 3 der DIN EN 1610 möglich. Ansonsten ist nach DWA-A 139 eine Bettung gemäß Typ 1 als Regelausführung herzustellen.



Bei Böden mit steifer Konsistenz im Sohlbereich ist gemäß DIN 1610 eine untere Bettungsschicht mit einer Mindestdicke von 10 cm entsprechend Typ 1 erforderlich. Die DWA-A 139 empfiehlt, die Dicke in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser auf $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ zu erhöhen, um Schäden am Rohr und Setzungen zu reduzieren.

Sollten bei der Bauausführung im Auflagerbereich nicht ausreichend tragfähige, weiche bindige Boden angetroffen werden, ist nach DWA-A 139 eine Gründungsschicht (Sohlstabilisierung) herzustellen. Die Austauschtiefe sollte nach DWA-A 139 mindestens 30 cm betragen.

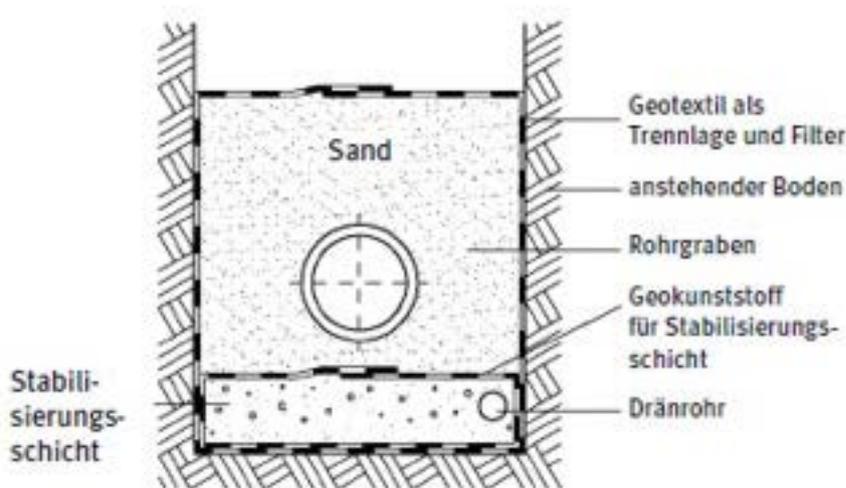


Abbildung 2: Sohlstabilisierung mit Gründungsschicht

Als Gründungsschicht aus mineralischem Material ist ein Boden der Gruppe G1 (GW, GI, GE, SW, SI, SW) oder G2 (GU, GT, SU, ST) entsprechend Tabelle 1 der DWA-A 139 einzubauen.

Die Sohlstabilisierung muss filterstabil zum Untergrund und zur Bettung ausgebildet werden. Sie ist daher ringsum mit einem Geotextil (Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, Flächengewicht $m \geq 150 \text{ g/m}^2$) zu umgeben. Die Überlappungslänge des Geotextils sollte mindestens 0,30 m betragen

Im Rohrauflegerbereich sollten die Baustoffe für die Bettung nach Abs. 5.3.1 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 $\text{DN} \leq 600$.

Bei Verwendung von gebrochenen Baustoffen im Rohrauflegerbereich dürfen diese nach Anhang B 3.5 der DIN EN 1610 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 $< DN 900$ und Größtkorn 20 mm für Rohre $\geq DN 1000$

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.

6.3 Wasserhaltung und Baugrubensicherung

Nach den Erkundungsergebnissen (Anlage 4) und Abschnitt 4.4.1 ist im Baugrund nicht mit Grund- oder Schichtenwasser zu rechnen. Die Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben beschränken sich daher auf die Beseitigung von zufließendem Oberflächen- und Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung.



Im freien Gelände oberhalb des Grundwasserspiegels können geböschte Baugruben bzw. Rohrgräben gemäß DIN 4124 hergestellt werden. Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen für Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

$\beta = 45^\circ$ bei nicht bindigen oder weichen bindigen Böden

$\beta = 60^\circ$ bei mindestens steifen bindigen Böden

Alternativ zur geböschten Baugrube kann die Baugrubensicherung grundsätzlich auch durch Grabenverbaugeräte, waagrechten und senkrechten Grabenverbau gemäß DIN 4124 hergestellt werden.

7 Straßenbau

7.1 Allgemeines

Angaben zur Straßenplanung gemäß RStO 12 sind derzeit noch nicht verfügbar und werden erst parallel zum weiteren Bebauungsplanverfahren erarbeitet.

Für den Bau der Erschließungsstraßen wird in Abstimmung mit dem Planer und in Anlehnung an entsprechende Vergleichsprojekte vorab die Belastungsklasse Bk1,0 der RStO 12 vorgesehen. Dabei wird einerseits die Ausführung in Asphaltbauweise nach Tafel 1, Zeile 1 dargestellt. Als Alternative im Hinblick auf die Abflussminderung von Niederschlagswasser wird ein Konstruktionsvorschlag in Pflasterbauweise gemäß Tafel 3, Zeile 7 der RStO 12 gemacht.

7.2 Untergrund, Unterbau

Gemäß den Vorschriften der ZTV E-StB 09 muss der Untergrund (Erdplanum) Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (einfache Proctordichte D_{pr}) und Verformungsmodul genügen.

Die im Planumsbereich vorwiegend anstehenden gemischt- und feinkörnigen Böden (SU* und TL) sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen. Der leicht plastische Ton (TL) weist eine halbfeste Konsistenz auf. Lediglich bei BS 1 ist schwach schluffiger Sand (SU) der Frostempfindlichkeitsklasse F2 vorhanden. 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. Dieser Wert ist bei den vorhandenen Böden nicht erreichbar.

Es kann von erreichbaren Verformungsmoduln von $E_{v2} = 20 \text{ MN/m}^2$ und einmalig von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ ausgegangen werden. In Anlehnung an den FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB ist bei Verwendung von Frostschutzmaterial gemäß ZTV SoB-StB ein Bodenaustausch von etwa 20 cm bzw. 0 cm erforderlich, um auf dem Planum den geforderten Verformungsmodul $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachweisen zu können (Abbildung 3).

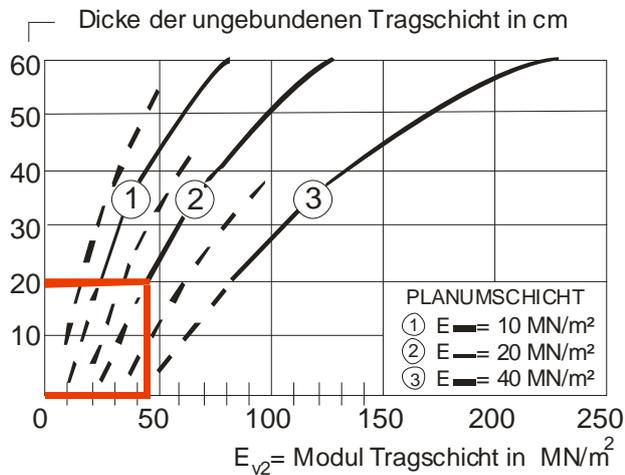


Abbildung 3: Diagramm zur Bestimmung der Dicke des Bodenaustausches aus Frostschutzmaterial (entnommen aus dem Kommentar zur ZTVE von FLOSS)

In der folgenden Tabelle sind die nach den Bohrergebnissen abgeschätzten, erreichbaren Verformungsmoduln und anzunehmenden, erforderlichen Austauschdicken angegeben.

Tabelle 6: Abgeschätzte Verformungsmoduln und erforderliche Austauschdicken

Erkundungspunkt	Anstehender Boden	Abgeschätzter Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ²]	Dicke Planumsverbesserung [cm]
BS 1	Sand, schwach schluffig	45	0
BS 2	Schluff, feinsandig, schwach tonig, halbfest	20	20
BS 3	Feinsand, schluffig	20	20
BS 4	Sand, schluffig	20	20
BS 5	Sand, stark schluffig	20	20
BS 6	Sand, stark schluffig	20	20
BS 7	Sand, stark schluffig	20	20

Die Dickenangabe bezieht sich auf die Verwendung von Frostschutzmaterial gemäß ZTV SoB-StB. 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 ausreichende Tragfähigkeit auf dem Planum nachweisen zu können.

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



7.3 Bindemittel

Alternativ zu der vorgenannten Variante zur Planumsverbesserung durch Bodenaustausch, kann eine Verbesserung der Tragfähigkeit auch durch Einmischen von hydraulischen Bindemitteln (Zemente, Kalke, Kalk-Zement-Gemische) erreicht werden. Die Bodenverbesserung mit Bindemitteln stellt im Vergleich mit dem Bodenaustausch eine bautechnisch gleichwertige Bauweise dar. Einerseits wird die Einbaubarkeit (Verdichtbarkeit), zum anderen die Tragfähigkeit der anstehenden schuffigen Sande und örtlich Schluffe verbessert. Außerdem entfallen die Kosten für die Entsorgung von zusätzlichem Aushubmaterial, das Beschaffen von Austauschboden sowie sämtliche Transportkosten.

In dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“, Ausgabe 2004, wird eine Mindestdicke von $d \geq 20$ cm im verdichteten Zustand empfohlen. Der Bindemittelbedarf liegt üblicherweise in einem Bereich zwischen 2 und 4 Masse-% des trockenen Bodenmaterials. Das Schüttmaterial muss weitgehend frei von Steineinlagerungen sein (Größtkorn $d \leq 63$ mm).

Die Wahl der Bindemittelart und -menge ist anhand einer Eignungsprüfung für ein einheitliches Bodenmaterial festzulegen. Die Leistungsfähigkeit des einzusetzenden Gerätes ist den Verhältnissen anzupassen. Die Anlage von Probefeldern bei Beginn der Erdarbeiten und beim Wechsel der Bodenverhältnisse wird empfohlen.

Die anstehenden gemischt- und feinkörnigen Böden sind gemäß ZTV-E StB 09 in der notwendigen Stärke mit Bindemittel zu verbessern und im Bereich vom Planum bis zur Dammschle (falls sich bereichsweise Geländeanschlütfungen ergeben) bzw. bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten auf 97 % der Proctordichte zu verdichten. Außerdem soll bei wasserempfindlichen, feinkörnigen Böden ein Luftporenanteil von 8 Vol.-% nicht überschritten werden.

Nach der Bodenverbesserung mit Bindemittel stehen im Planum Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 an, wenn die Anforderungen an eine qualifizierte Bodenverbesserung eingehalten werden.

Auf OK verbessertem Erdplanum ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45$ MN/m² nachzuweisen. Der Einbau der Frostschuttschicht sollte vor Kopf erfolgen.

7.4 Oberbau

Im Folgenden werden Vorschläge für den Bau den Erschließungsstraßen in Asphalt- oder Pflasterbauweise gemäß RStO 12 gemacht.

Gemäß Tabelle 6 der RStO 12 beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus bei Belastungsklasse Bk1,0 und den im Planumsniveau überwiegend anstehenden F2-Böden (SU*) 50 cm und bei den lokal anstehenden F3-Böden (TL) 60 cm. Nach dem erforderlichen Bodenaustausch mit Böden gemäß Tabelle 5 sind im Planum überall zumindest F2-Böden vorhanden, so dass grundsätzlich eine Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm ausreichend ist.



Unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse und obiger Erläuterungen kann für die Straßen im Baugebiet der in der Abbildung 4 dargestellte Oberbau in Asphaltbauweise mit 55 cm Gesamtdicke ausgeführt werden.

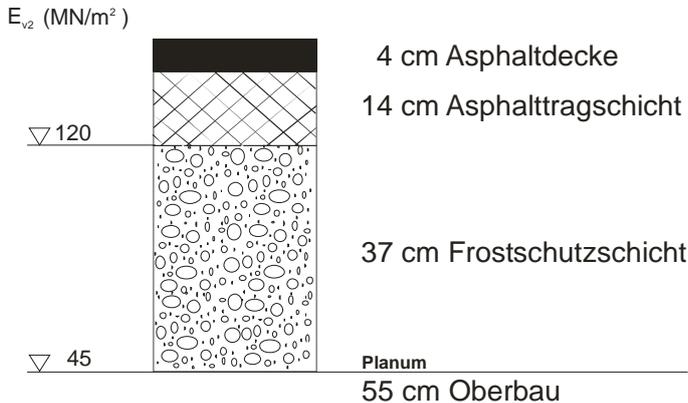


Abbildung 4: Konstruktionsvorschlag für den Neubau der Erschließungsstraßen der Belastungsklasse Bk1,0 gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1, Bauweise mit Asphaltdecke

Unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse und obiger Erläuterungen kann für die Straßen im Baugebiet der in der Abbildung 5 dargestellte Oberbau in Pflasterbauweise mit 55 cm Gesamtdicke ausgeführt werden.

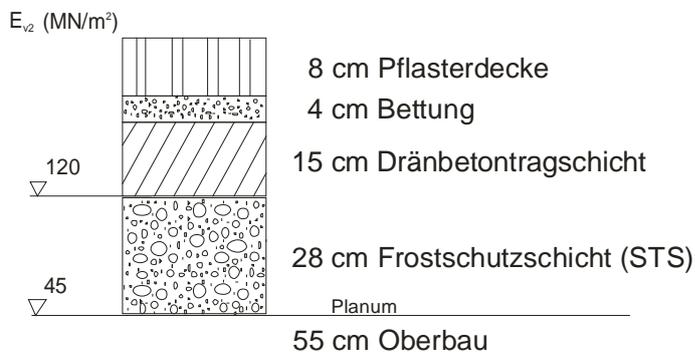


Abbildung 5: Konstruktionsvorschlag für den Neubau der Erschließungsstraßen der Belastungsklasse Bk1,0 gemäß RStO 12, Tafel 3, Zeile 7, Bauweise mit Pflasterdecke

Bei der Bauweise mit Pflasterdecke kann bei nachgewiesener Tragfähigkeit des Planums der auf der Frostschutzschicht geforderte Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120$ MN/m² nur erreicht und nachgewiesen werden, wenn gemäß Tabelle 8 der RStO 12 die Frostschutzschicht als Schottertragschicht (STS) ausgeführt wird. Dies gilt prinzipiell auch noch bei Verwendung von 10 cm dickem Pflaster und entsprechender Reduzierung der Dicke der Frostschutzschicht aus Schottertragschichtmaterial auf 26 cm.

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 Erdplanum ist der nach Tabelle 2 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.

7.5 Alternative Ausbaumöglichkeiten

Eine Reduzierung des in Abbildung 4 dargestellten frostsicheren Oberbaus der Straßen in Asphaltbauweise bzw. der Dicke Frostschuttschicht um 5 cm ist prinzipiell möglich. Die Frostschuttschicht müsste dann aber mit gebrochenen Gesteinskörnungen hergestellt werden.

Bei allen Bauweisen ist es zwingend erforderlich, nach dem abschnittswisen Freilegen des Planums ausreichend Kontrollprüfungen (Proof-rolling, statische Plattendruckversuche nach DIN 18134) durchzuführen, um den geforderten Verformungsmodul nachzuweisen oder Zusatzmaßnahmen zu veranlassen.

8 Allgemeine Hinweise zur Bauausführung

- Bei der Planung und Ausführung der Baumaßnahmen sind die Baugrundverhältnisse und die vorhandene Bebauung etc. zu berücksichtigen. Es sind Bauverfahren zu wählen, die ein Minimum an Beeinträchtigungen für die benachbarte Bebauung und die Umwelt erwarten lassen.
- Es wird empfohlen, im potentiellen Einwirkungsbereich der Baumaßnahmen eine Beweissicherung an angrenzenden Gebäuden und Verkehrswegen 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. Gegebenenfalls sind Erschütterungsmessungen durchzuführen (Verdichtungsarbeiten).
- Auch wenn derzeit noch keine Planungen und Angaben hinsichtlich Durchmesser und Tiefenlage des Schmutz- und Regenwasserkanals vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass die Kanalbauarbeiten nicht vom Grundwasser nicht beeinflusst werden.
- Der Kanalgraben und das Aushubplanum sind vor zulaufendem Oberflächenwasser zu schützen. Zutretendes Niederschlagswasser ist gegebenenfalls mittels offener Wasserhaltung kontrolliert zu fassen und abzuleiten.
- Die freigelegte, durch den Aushub oberflächlich aufgelockerte Aushub- bzw. Grabensohle, ist auf den erforderlichen Verdichtungsgrad nachzuverdichten.
- Die Rohrgrabenverfüllung hat lagenweise und mit ausreichender Verdichtung zu erfolgen. Die Stärke der Schüttlagen ist dem eingesetzten Verdichtungsgerät anzupassen.
- Beim Straßen- und Wegebau 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. Soweit möglich sollten die Erdarbeiten vor Kopf vorgenommen werden. Bei starken Regenfällen sollten keine Erdarbeiten durchgeführt bzw. bei einsetzenden starken Regenfällen sollten Erdarbeiten abgebrochen werden.
- Das gesamte Baugelände besteht aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass zur Andienung der Baustelle gesonderte Baustraßen herzustellen sind, deren Aufbau der für den jeweiligen Einsatzzweck geforderten Tragfähigkeit anzupassen ist.
- Die fachgerechte Ausführung der Verdichtung und der Erdarbeiten ist durch entsprechende Kontrollprüfungen (Eignungsnachweise, Eigenüberwachungen, etc., vgl. ZTVE) zu dokumentieren.
- 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 ZTV E-StB 09, RStO 12, ZTV SoB-StB 04/07, ZTVA-StB 2012, EAB, DWA-A 139 sowie der jeweils gültigen Normen (DIN EN 1610, DIN 4124 u. A.), Vorschriften und Richtlinien zu beachten.

9 Versickerung von Niederschlagswasser

9.1 Allgemeines

Entsprechend den Vorgaben des Wasserrechts und hinsichtlich des Auslastungsgrads der örtlichen Kanalisation soll das anfallende Niederschlagswasser möglichst versickert werden. Für die flächenhafte Versickerung des Niederschlagswassers sind Grünflächen am östlichen Rand und im Süden des Baugebiets vorgesehen. Die dezentrale Versickerung auf den Grundstücken sowie Straßen begleitende Mulden sind nicht geplant.

Nach dem aktuellen DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, April 2005, kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte k im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s (= 3.600 mm/h bis 3,6 mm/h) liegen. Für die Muldenversickerung wird ein unterer Richtwert von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s (18 mm/h) genannt.

Durch die Angabe eines unteren Richtwertes wird gewährleistet, dass die sich rechnerisch ergebenden Einstauzeiten auf 24 Stunden begrenzt werden. Dadurch sollen anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Bodenzone vermieden und eine zügige Reaktivierung des Speichervolumens für mögliche Folgeereignisse sichergestellt werden.

Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte grundsätzlich mindestens 1 m, bei unterirdischer Speicherung (Rigolen, Rohr-Rigolenelement, Versickerungsschacht) mindestens 1,5 m betragen.



Eine weitere Anforderung gemäß ATV - Arbeitsblatt ist die Existenz eines mindestens 10 cm bzw. 20 cm mächtigen Oberbodens (bei guter bzw. geringer Reinigungsleistung des Unterbodens) mit pH-Werten von 6 - 8 zur Sicherstellung der Pufferwirkung gegenüber den im Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten anfallenden Schadstoffen.

Hinsichtlich des möglichen Gefährdungspotentials für den Untergrund und das Grundwasser und in Abhängigkeit der Abfluss liefernden Flächen und der hydraulischen Belastung ($A_u^1:A_s^2$) werden die Einsatzmöglichkeiten unterirdischer Versickerungsanlagen eingeschränkt. Grundsätzlich sind immer hydraulisch gering belastete dezentrale Versickerungsanlagen mit Oberbodenpassage (z. B. Flächen-, Muldenversickerung, Mulden-Rigolen-Elemente) allen anderen vorzuziehen.

Bei Versickerungsbecken ist das Verhältnis (A_u/A_s) i. d. R. größer als 15. Auf Grund dieser hohen hydraulischen Belastung werden hinsichtlich der erforderlichen raschen Entleerung des Beckens Durchlässigkeiten des Untergrundes von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s vorausgesetzt.

9.2 Bewertung und Diskussion der Ergebnisse

9.2.1 Maximaler Grundwasserstand

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 ist bei Versickerungsanlagen darauf zu achten, dass die zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer notwendige Dicke bzw. Mächtigkeit der ungesättigten Zone (= Bodenzone zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand) weitgehend eingehalten ist. Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte grundsätzlich mindestens 1 m, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW), betragen. Bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen und geringer stofflicher Belastung der Niederschlagsabflüsse kann bei Flächen- und Muldenversickerung im begründeten Ausnahmefall eine Mächtigkeit des Sickerraums von $< 1,0$ m, jedoch $> 0,5$ m, vertreten werden. Für unterirdische Versickerungsanlagen wird ein Mindestabstand von 1,5 m gefordert.

Bei den Erkundungsarbeiten (06. und 07.10.2015) wurde der Grundwasserhorizont in den 5 m tiefen Bohrsondierungen und damit bis 100,39 mNN (BS 2) nicht erreicht.

Entsprechend Abschnitt 4.4.1 (Tabelle 1) wird der maximale Grundwasserstand im Baugelände bei 100,15 mNN angenommen. Daraus lässt sich unter Berücksichtigung des Grundwasserschwankungsbereiches von 2,17 m ein MHGW bei etwa 99,9 mNN abschätzen.

Zur Einhaltung der geforderten Mächtigkeit des Sickerraums ($\geq 1,0$ m bei oberirdischen Versickerungsanlagen) bezüglich des MHGW soll die Sohle oberirdischer Versickerungsanlagen nicht tiefer als 100,9 mNN liegen.

9.2.2 Durchlässigkeit des Baugrunds

Der Baugrund besteht aus Terrassenablagerungen in Form von mehr oder weniger stark schluffigen Sanden (SU, vorherrschend SU*) im oberflächennahen Profilabschnitt und unterschiedlich stark bindigen Schluffen (TL, TM, TA) im Liegenden.

¹ A_u = früher A_{red} = angeschlossene undurchlässige Fläche in m^2 x Abflussbeiwert = $A \cdot \psi$

² A_s = Versickerungsfläche in m^2



Bei diesen insgesamt mehr oder weniger stark bindigen Böden ist entsprechend der Tabelle 1 (Abschnitt 4.4.2) im Wesentlichen von Durchlässigkeiten $k_f \leq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s auszugehen. Lediglich bei BS 1 weist die oberflächennahe, schwach schluffige Sandschicht (SU, 0,40 – 0,80 m Tiefe) mit $k_f = 4 \cdot 10^{-6}$ m/s einen versickerungsrelevanten Durchlässigkeitswert auf.

In der oberflächennahen Bodenzone können bei einem intakten Makroporengefüge (Wurzeln, Bodenfauna, Trocknung/Befeuchtung) höhere Durchlässigkeiten als die nach der Kornverteilung und der Bindigkeit der Böden maßgebende Durchlässigkeit vorhanden sein. Unter diesem oberflächennahen Bereich (i. d. R. bis höchstens 1,0 m Tiefe) nimmt die Durchlässigkeit dann aber auf den oben genannten Wert $k_f \leq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s ab und der Boden wirkt bei Sättigung praktisch als Stauhorizont. Einen zweiten, flächenhaft vorhandenen Stauhorizont mit noch geringerer Durchlässigkeit $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s bilden die sandig-tonigen Schluffböden.

9.3 Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen

Die entscheidende Randbedingung für die Versickerung von Niederschlagswasser im Baugebiet ist die Durchlässigkeit des anstehenden Baugrundes. Der Grundwasserstand liegt so tief, dass er für oberirdische Versickerungsanlagen bis Kote 100,9 mNN bedeutungslos ist.

Nach den Untersuchungsergebnissen sind die anstehenden Terrassenablagerungen mit Durchlässigkeiten, die i. d. R. unterhalb $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen, auf der Grundlage des Arbeitsblattes DWA-A 138 als nicht ausreichend durchlässig zu beurteilen.

Im Baugelände beschränkt sich die Aufnahmefähigkeit von Niederschlagswasser damit auf die oberflächennahe Bodenzone mit einem intakten Makroporengefüge. Als Versickerungsanlagen kommen hier nur die Flächenversickerung und die Muldenversickerung in Frage.

Das Niederschlagswasser muss gesammelt und möglichst breitflächig den im Osten und Süden geplanten Grünflächen zugeführt werden. Die Anlagen der Flächen- und Muldenversickerung können mit dem unteren Richtwert der Durchlässigkeit $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s dimensioniert werden. Damit können kleinere Regenereignisse ohne nennenswerten Abfluss in der Sickerfläche bewältigt bzw. versickert, zwischengespeichert und verdunstet werden. Bei mittleren und starken Niederschlägen sind die Anlagen aber überlastet. Es kommt dann zum Oberflächenabfluss bzw. zur Überlastung der Mulde. Das überschüssige Wasser muss daher gesammelt und gedrosselt in den Speyerbach oder das vorhandene Kanalnetz abgeleitet werden.

Zur Abflussminderung tragen auch durchlässig befestigte Flächen auf den Grundstücken sowie eine Pflasterbauweise der Erschließungsstraßen bei.

Bei der Planung und Umsetzung der Niederschlagswasserversickerung ist die zuständige Genehmigungsbehörde einzuschalten, um rechtzeitig die zustimmungsfähigen Randbedingungen abzuklären.



9.4 Bauliche und betriebliche Hinweise zur Errichtung von Versickerungsanlagen

- Die Hinweise und Empfehlungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 sind zu beachten.
- Für alle Sickeranlagen gilt, dass sie für ein bestimmtes Regenereignis ausgelegt sind, das durch ein stärkeres übertroffen werden kann. Insofern sind die Auswirkungen der Überlastung der Sickeranlage abzuschätzen und gegebenenfalls Notüberläufe vorzusehen. Die Funktionsfähigkeit der Sickeranlagen ist durch eine regelmäßige Kontrolle, Instandhaltung und Wartung der Anlage zu gewährleisten.
- Die Versickerungsflächen und -mulden müssen so ausgestattet sein, dass eine gleichmäßige Verteilung des zu versickernden Wassers gewährleistet ist. Die Mulden müssen offen zugänglich sein und die maximale Tiefe soll nach DWA-Regelwerk nicht mehr als 0,30 m betragen. Außerdem soll die Böschungsneigung maximal in einem Verhältnis von 1:2 ausgebildet werden.
- Um eine biologische Reinigung des Regenwassers und den Rückhalt von gelösten und ungelösten Stoffen zu ermöglichen, ist in den Mulden eine mindestens 0,10 m - bei geringer Reinigungsleistung des Unterbodens 0,20 m mächtige, belebte Oberbodenschicht einzubauen. Die Anforderungen an die Reinigungsleistung des Oberbodens bzw. der gesamten Versickerungsanlage sind auf die Art der Beschickung und die Art und Menge der Wasserinhaltsstoffe abzustimmen. Die effektive Durchlässigkeit des Oberbodens muss mindestens so groß wie der Bemessungs- k_f -Wert sein.
- Um Schadstoffeinträge in die Versickerungsanlage und ins Grundwasser zu minimieren, wird empfohlen, die Beschickung der Sickerflächen über begrünte Rinnen vorzunehmen.
- Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte der Abstand von Bauwerken ohne wasserdruckhaltende Abdichtung von Versickerungsanlagen mindestens das 1,5-fache der Baugrubentiefe - gemessen vom Baugrubenfußpunkt - betragen. Werden Keller einer angrenzenden Bebauung wasserdicht ausgebildet bzw. mittels Dränmaßnahmen geschützt, sind auch geringere Abstände vertretbar. Der Abstand zu Grundstücksgrenzen ist so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung des Nachbargrundstücks auszuschließen ist.
- Wegen der grundsätzlichen Bedeutung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist der Aufrechterhaltung der Versickerungsfähigkeit höchste Beachtung zu schenken. Die Flächen für Versickerungsanlagen müssen vor allem in der Erschließungsphase und während der Bauphase konsequent vor Verdichtung, Verschlammung usw. geschützt werden. Ansonsten ist mit einer drastischen Verschlechterung der Sickerfähigkeit zu rechnen, die kaum oder nur mit sehr großem Aufwand wieder hergestellt werden kann.



10 Schlussbemerkungen

Für die Erschließung des Neubaugebietes „In den dreißig Morgen“ in Dudenhofen wurden vom IBES Baugrundinstitut geo- und umwelttechnische Baugrunderkundungen sowie Feld- und Laboruntersuchungen durchgeführt.

Anhand der Untersuchungsergebnisse, der Geländeaufnahme und der zur Verfügung stehenden Unterlagen und Informationen wurde dieses kanal- und straßenbautechnische Baugrundgutachten ausgearbeitet. Darin werden Angaben zu Kanalbau, Straßenbau und zur Versickerung von Niederschlagswasser 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.

Entnommene Rückstellproben werden nach drei Monaten ordnungsgemäß entsorgt. Sollte eine längere Aufbewahrungszeit gewünscht sein, ist dies rechtzeitig mitzuteilen.

Bei neu auftretenden Fragen wird um rechtzeitige Benachrichtigung gebeten.

Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

Neustadt/Weinstr., 27.11.2015 vo/ze-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. Johannes Rauch
Geschäftsführer

Dipl.-Geol. Hermann Vogt
Projektbearbeiter



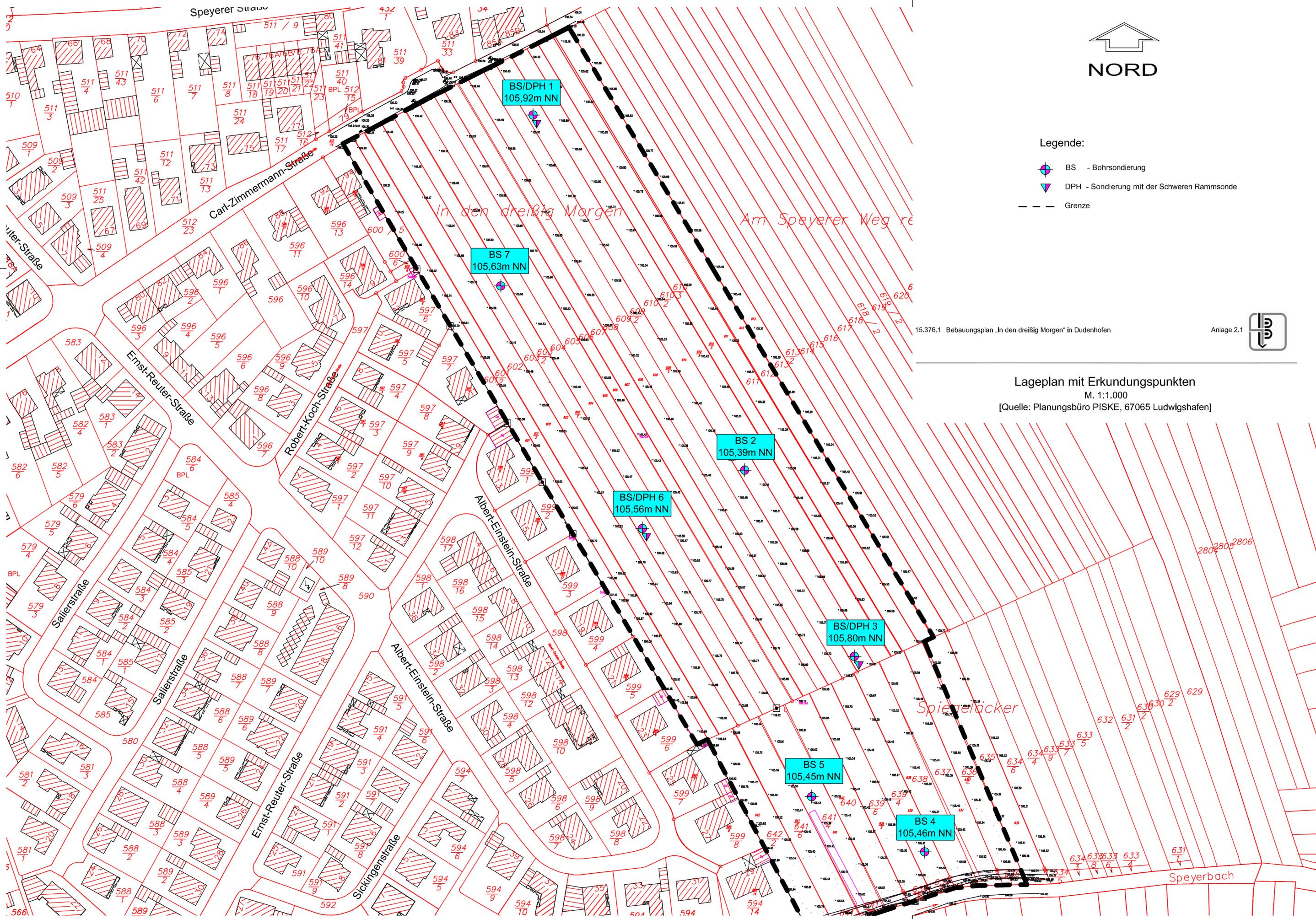
Auszug aus der top. Karte, Blatt 6616 Speyer, Ausgabe 2004,
M. 1:25.000



NORD

Legende:

-  BS - Bohrsondierung
-  DPH - Sondierung mit der Schwere Rammsonde
-  Grenze

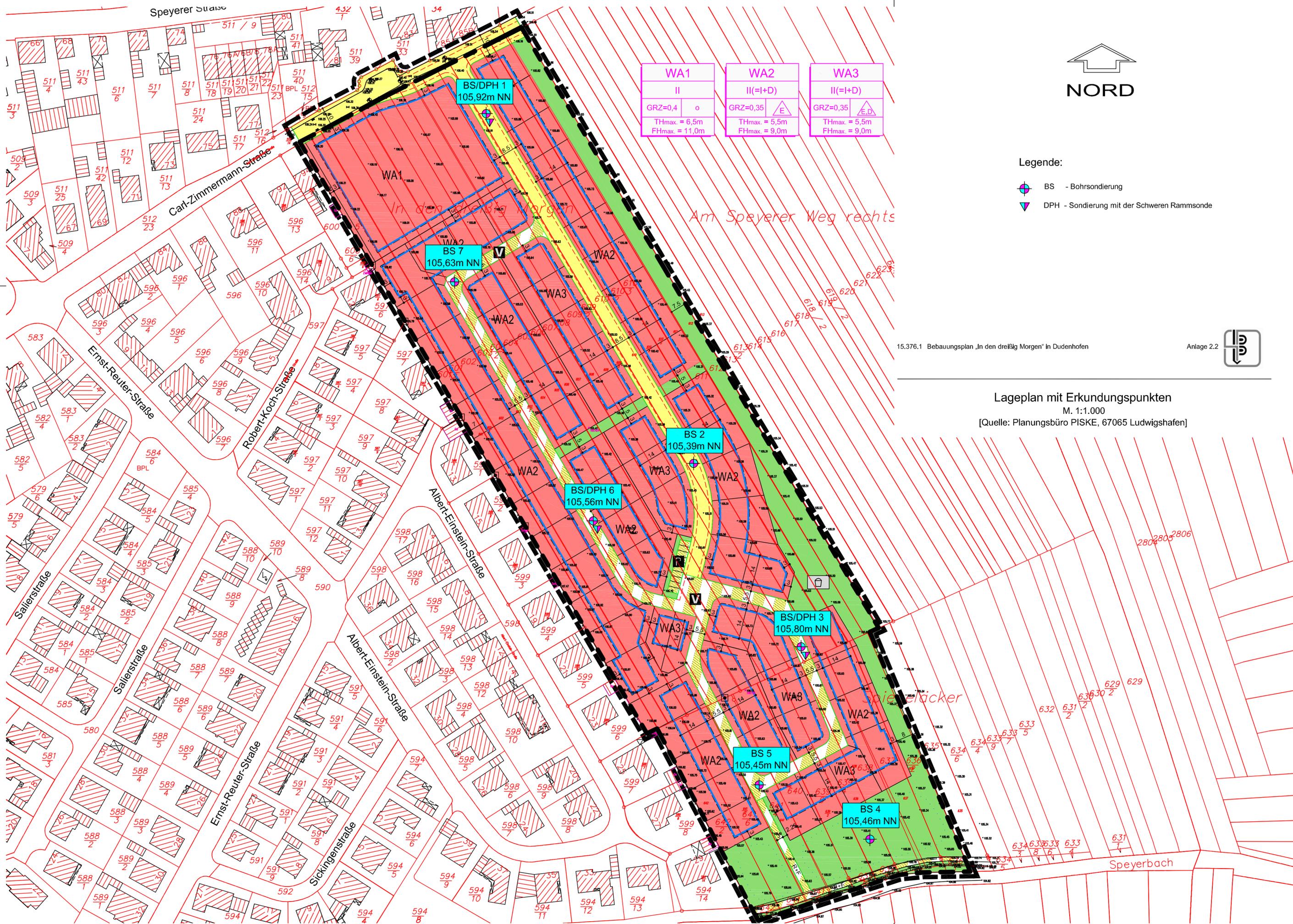


15.376.1 Bebauungsplan „In den dreißig Morgen“ in Dudenhofen

Anlage 2.1



Lageplan mit Erkundungspunkten
 M. 1:1.000
 [Quelle: Planungsbüro PISKE, 67065 Ludwigshafen]



WA1	WA2	WA3
II	II(=+D)	II(=+D)
GRZ=0,4	GRZ=0,35	GRZ=0,35
o	△	△ _{E,D}
THmax = 6,5m	THmax = 5,5m	THmax = 5,5m
FHmax = 11,0m	FHmax = 9,0m	FHmax = 9,0m



- Legende:
- BS - Bohrsondierung
 - DPH - Sondierung mit der Schweren Rammsonde

15.376.1 Bebauungsplan „In den dreißig Morgen“ in Dudenhofen

Anlage 2.2



Lageplan mit Erkundungspunkten
M. 1:1.000
[Quelle: Planungsbüro PISKE, 67065 Ludwigshafen]

In den dreißig Morgen
Am Speyerer Weg rechts

die Bäckerei

Speyerbach



BAUGRUNDERKUNDUNG



Abb. 1: Erkundungspunkt BS 1



Abb. 2: Bohrschappen BS 1



Abb. 3: Erkundungspunkt BS 2



Abb. 4: Bohrschappen BS 2



Abb. 5: Erkundungspunkt BS 3



Abb. 6: Bohrschappen BS 3



Abb. 7: Erkundungspunkt BS 4



Abb. 8: Bohrschappen BS 4



Abb. 9: Erkundungspunkt BS 5



Abb. 10: Bohrschappen BS 5



Abb. 11: Erkundungspunkt BS 6



Abb. 12: Bohrschappen BS 6



Abb. 13: Erkundungspunkt BS 7



Abb. 14: Bohrschappen BS 7



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

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
- k.GW kein Grundwasser
- GU* Bodengruppe aufgrund Laborergebnis
- GU* Bodengruppe aufgrund Ansprache

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	

FELSARTEN

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

KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
- m mittel
- g grob

NEBENANTEILE (DIN 4022)

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

KONSISTENZ

- brg ≧ breiig wch > weich
- stf ; steif hfst | halbfest
- fst || fest

BODENKLASSE

Bkl. 3

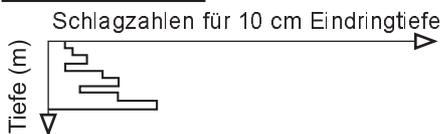
FEUCHTIGKEIT

f̄ ∪ nass

KLÜFTUNG

klü ≤ klüftig
klü ≧ stark klüftig

RAMMDIAGRAMM



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

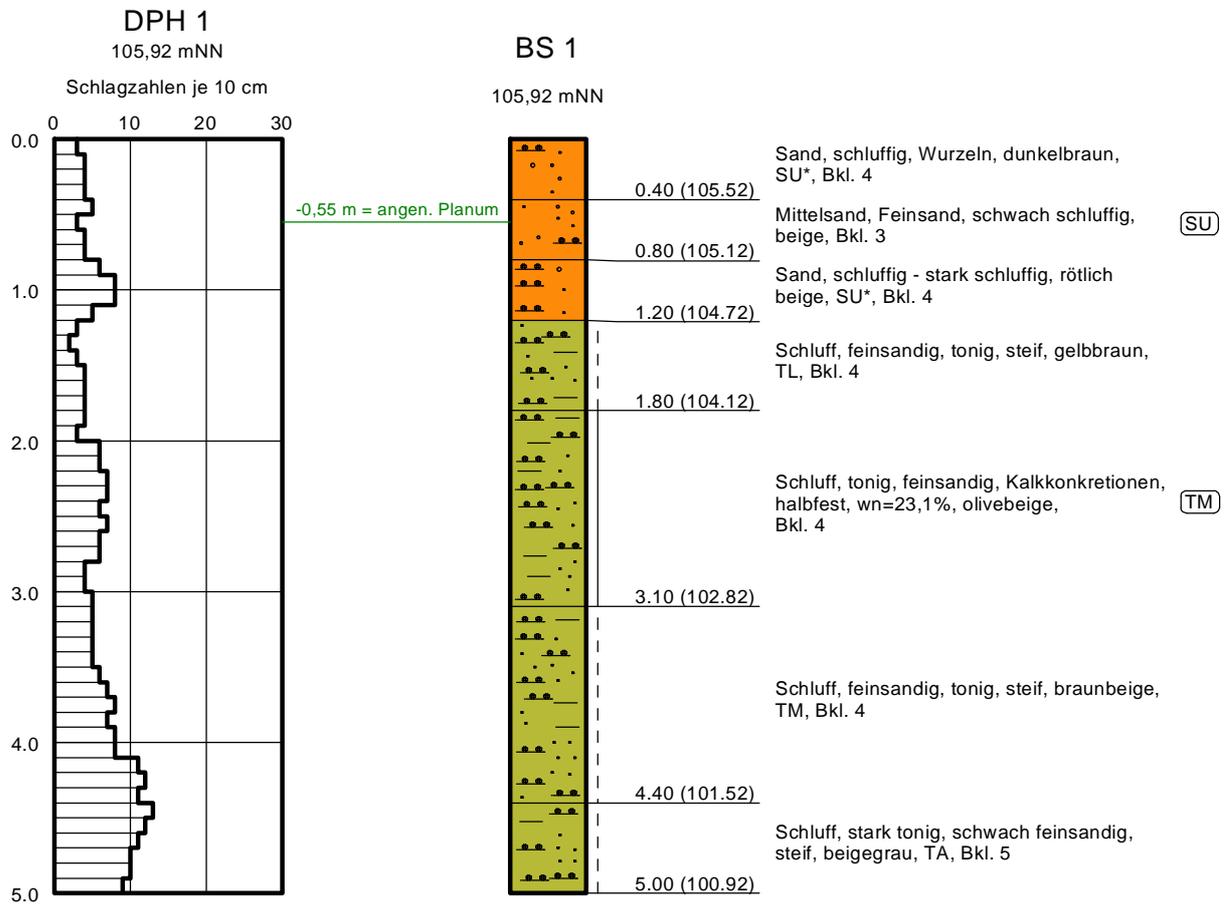
Bauvorhaben:

Bebauungsplan "In den dreißig Morgen" in Dudenhofen

Planbezeichnung:

Legende:

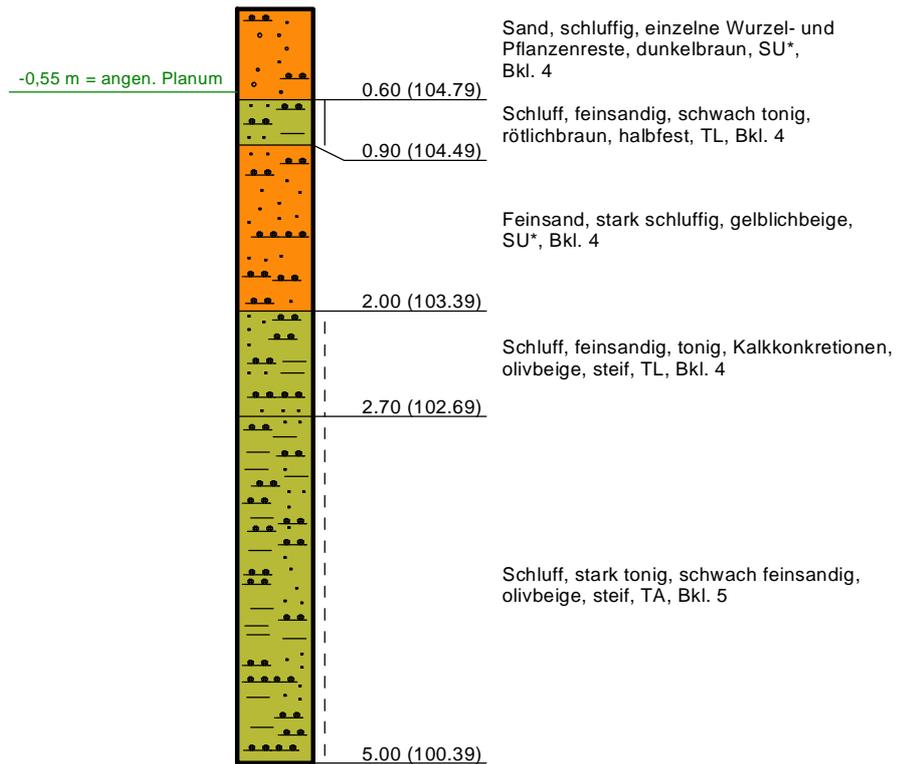
M. 1:50

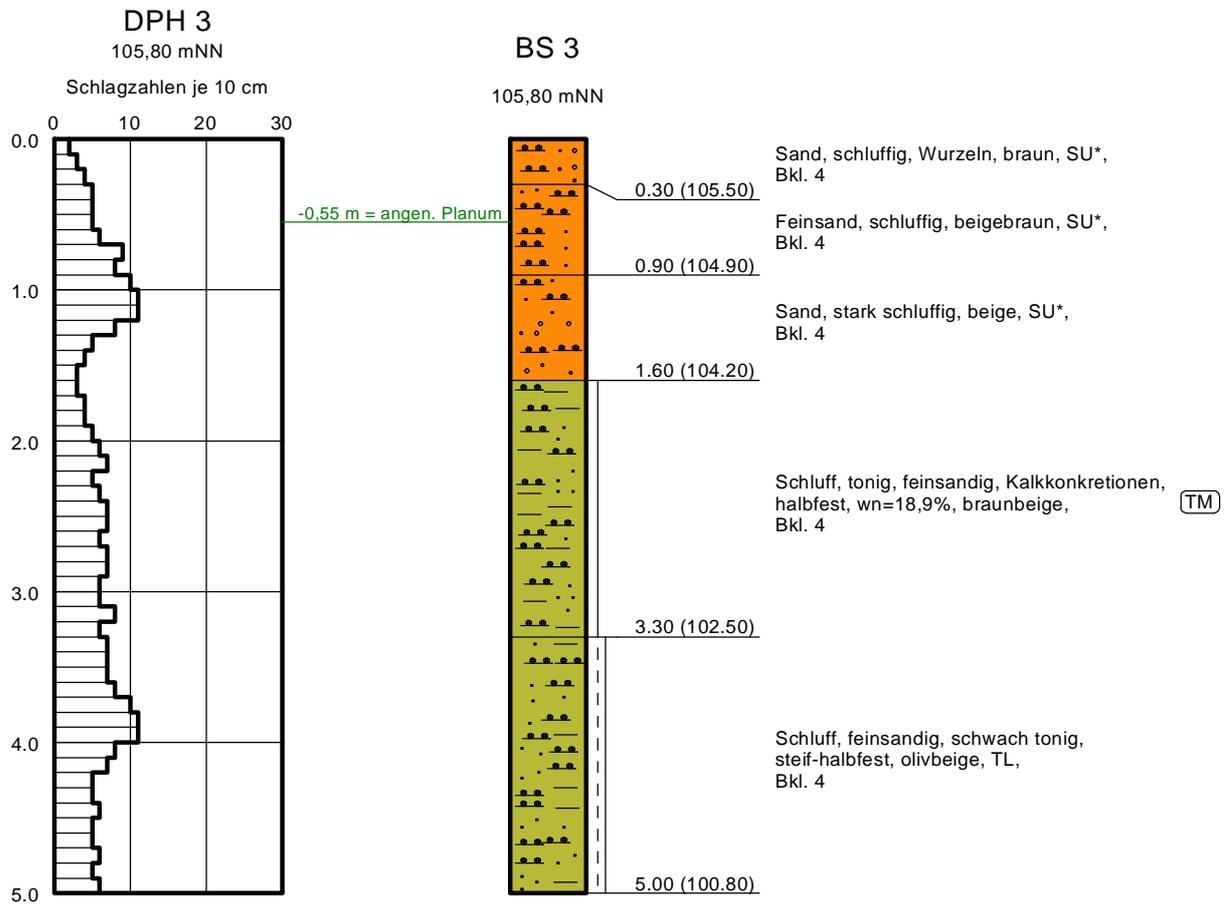




BS 2

105,39 mNN

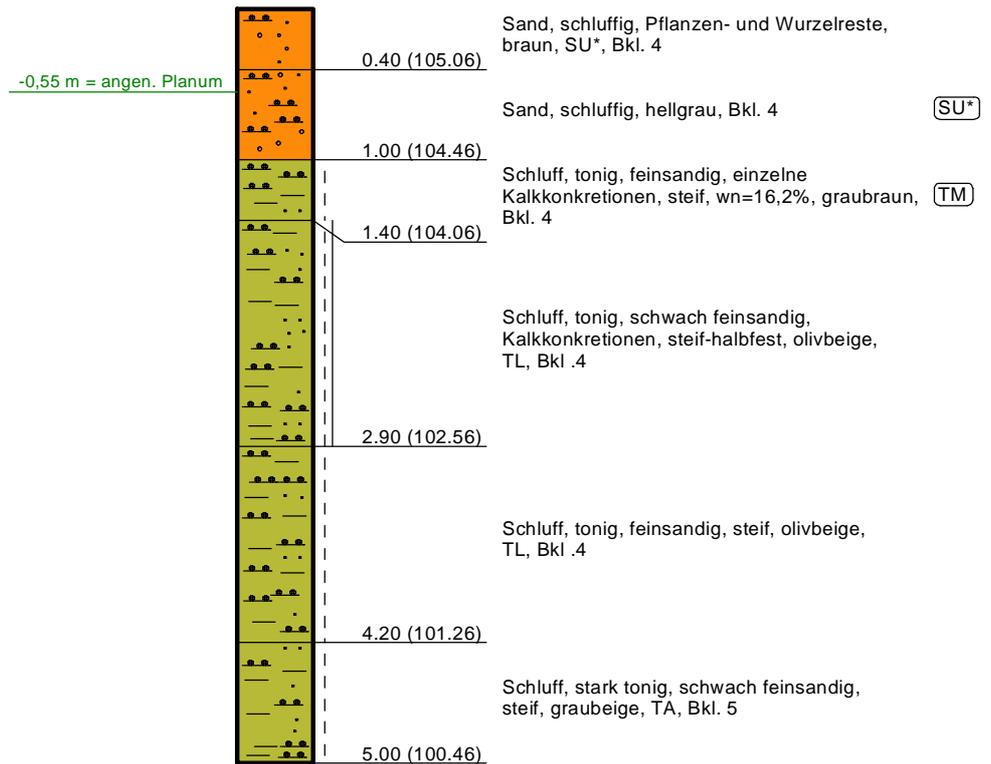


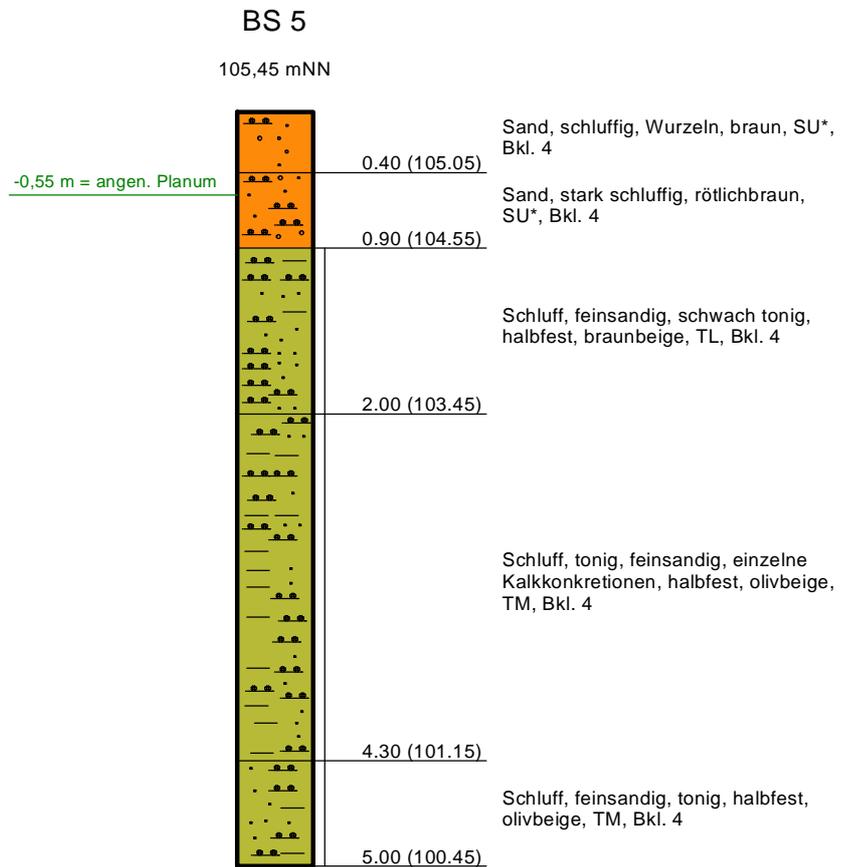


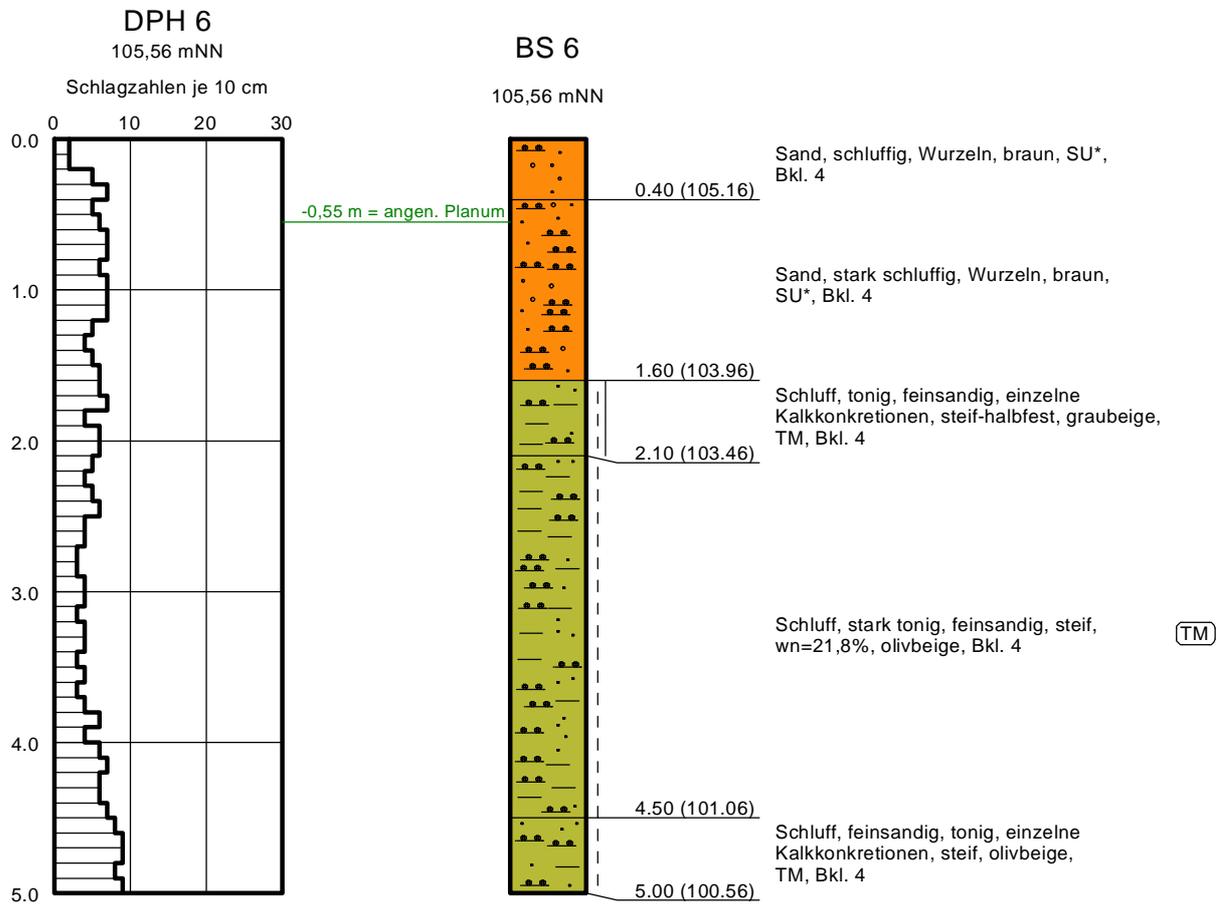


BS 4

105,46 mNN



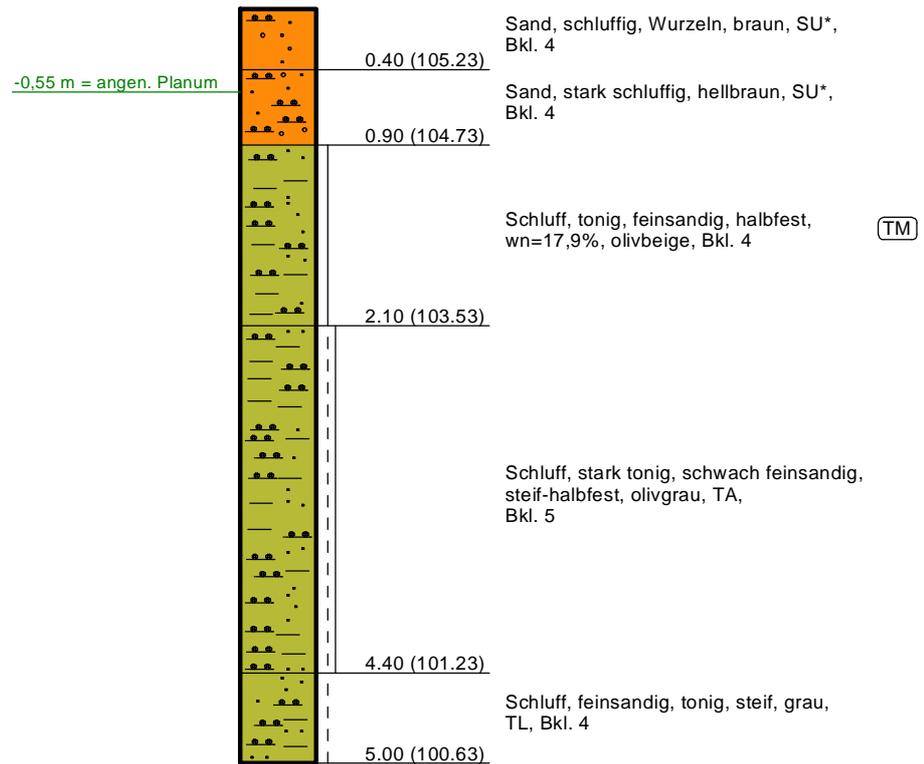




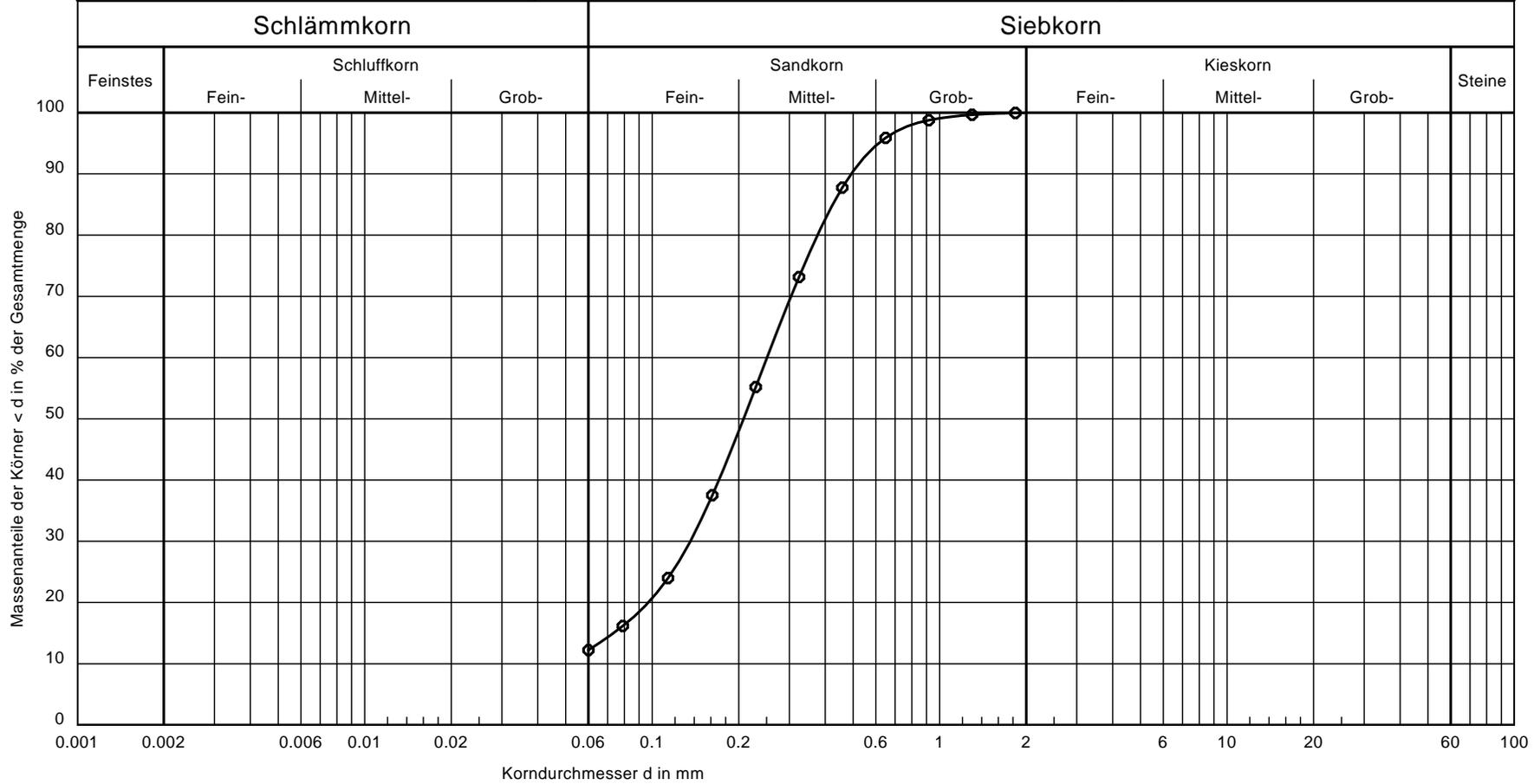


BS 7

105,63 mNN



Bearbeiter: Kw.	Datum: 12.10.15	Körnungslinie (DIN 18123) IBES Baugrundinstitut GmbH Fritz-Voigt-Str. 4, 67433 Neustadt/Weinstraße	Probe entnommen am: 07.10.15 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Nasssiebung
-----------------	-----------------	--	--



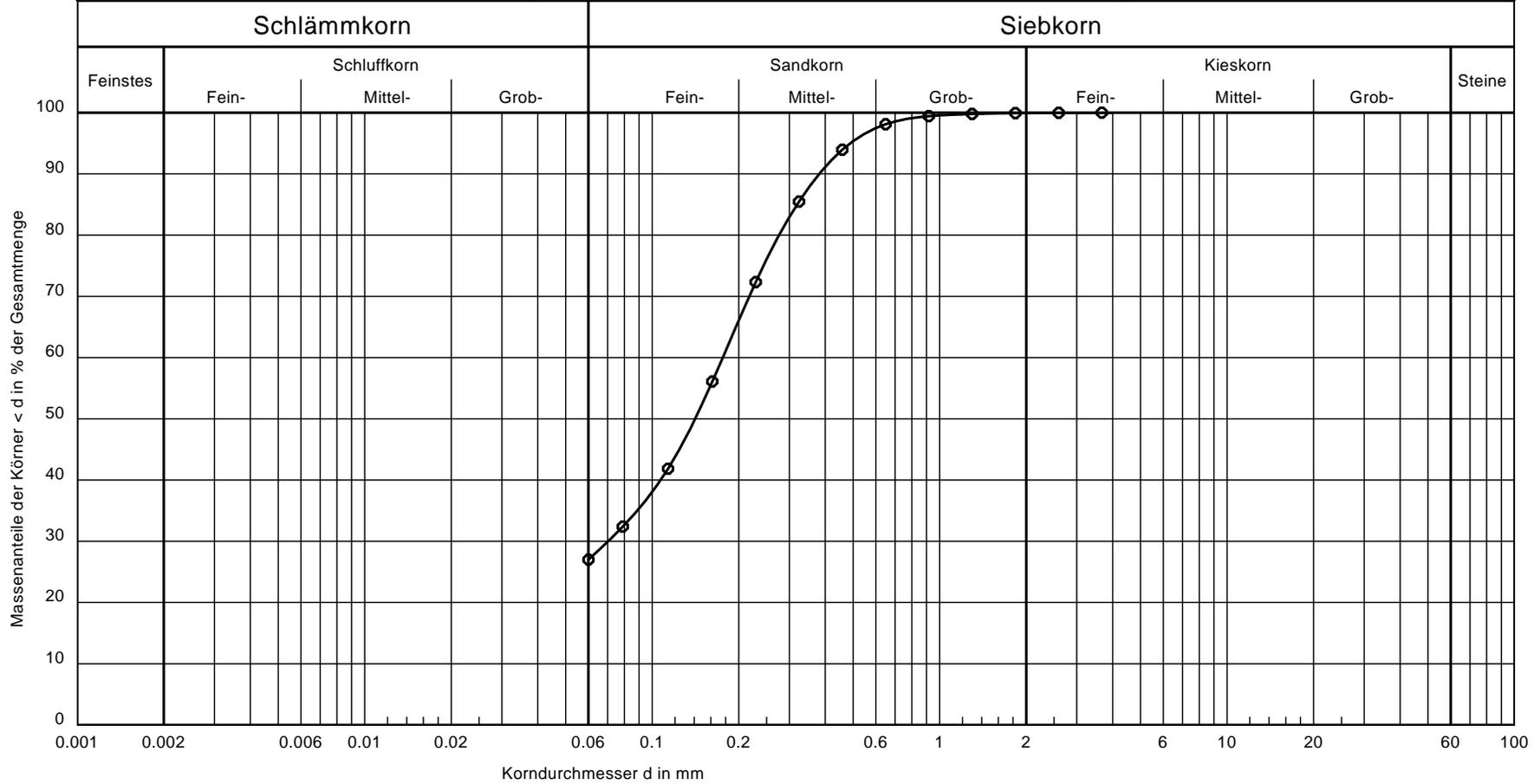
Labornummer:	12328
Bodenart:	S, u'
Tiefe:	0,40 m - 0,80 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	Sondierbohrung 1
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	-/12.2/87.8/-
Bodengruppe:	SU
Signatur:	

15.376.1 Bebauungsplan "In den dreißig Morgen" in Dudenhofen

Anlage 5.1.1.1



Bearbeiter: Kw.	Datum: 12.10.15	Körnungslinie (DIN 18123) IBES Baugrundinstitut GmbH Fritz-Voigt-Str. 4, 67433 Neustadt/Weinstraße	Probe entnommen am: 07.10.15 Art der Entnahme: gestört Arbeitsweise: Nasssiebung
-----------------	-----------------	--	--



Labornummer:	12345
Bodenart:	S, u
Tiefe:	0,40 m - 1,00 m
k [m/s] (Beyer):	-
Entnahmestelle:	Sondierbohrung 4
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	- /27.0/72.9/0.1
Bodengruppe:	SU*
Signatur:	



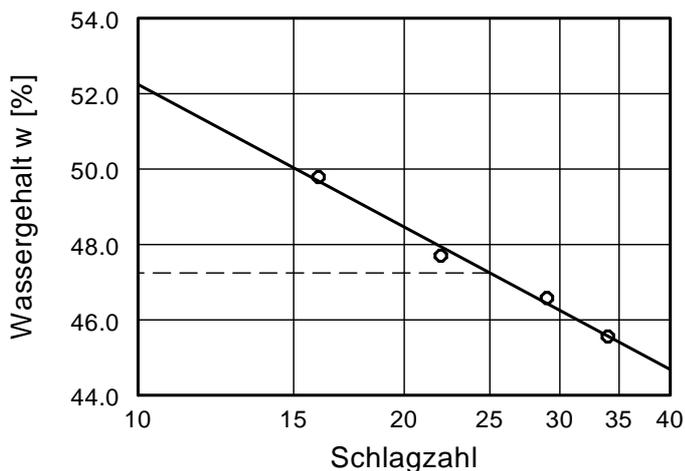


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

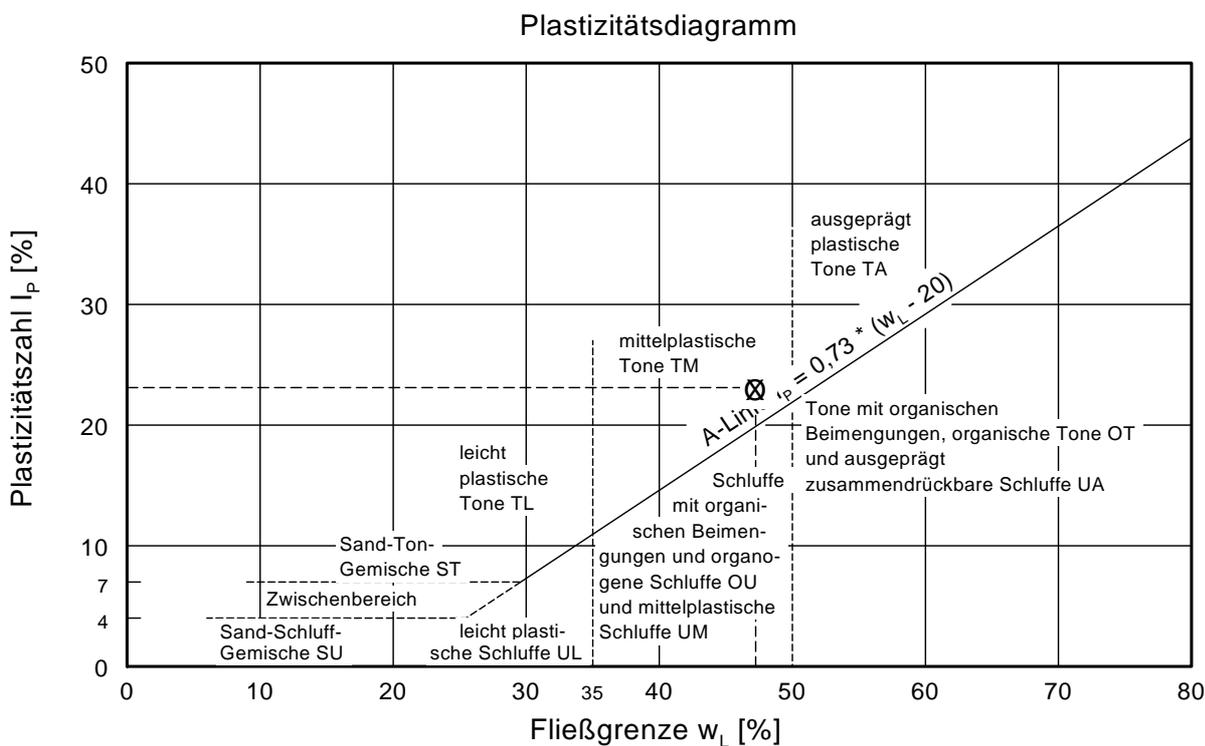
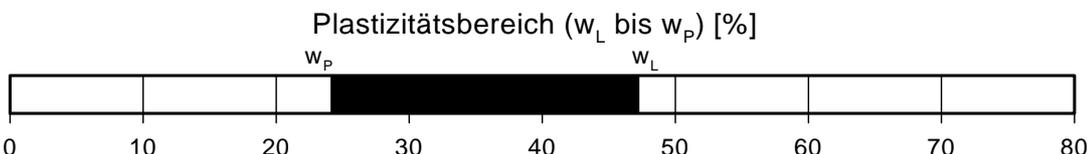
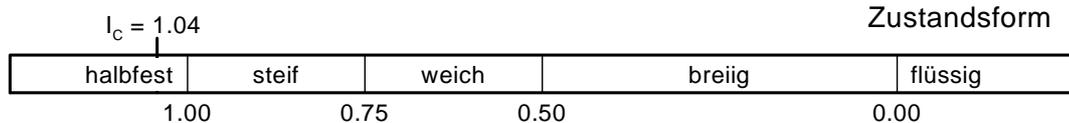
Labornummer: 12331
 Entnahmestelle: Sondierbohrung 1
 Tiefe: 1,80 m - 3,10 m
 Bodengruppe: TM
 Art der Entnahme: gestört
 Probe entnommen am: 06.-07.10.15

Bearbeiter: We.

Datum: 12.10.15



Wassergehalt w =	23.1 %
Fließgrenze w_L =	47.2 %
Ausrollgrenze w_p =	24.1 %
Plastizitätszahl I_p =	23.1 %
Konsistenzzahl I_C =	1.04



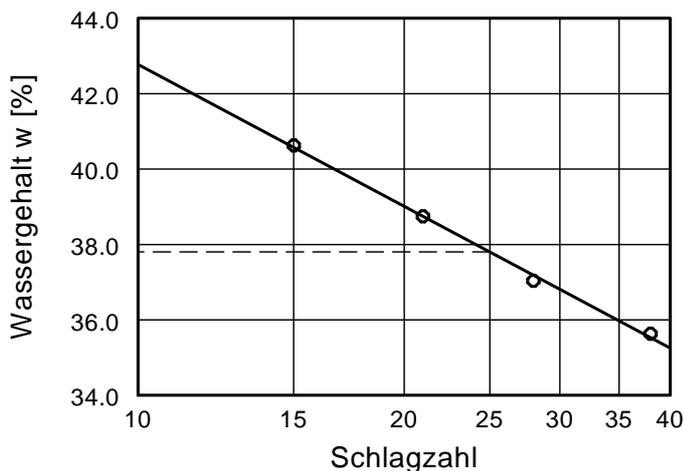


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

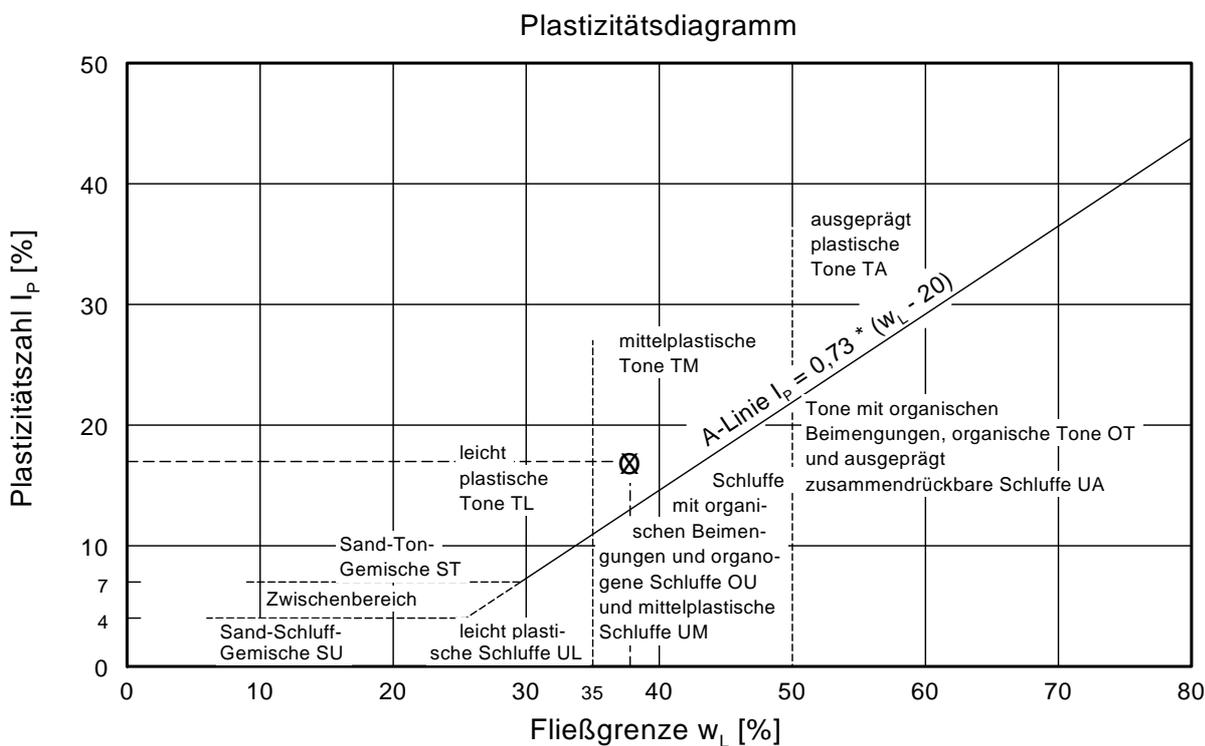
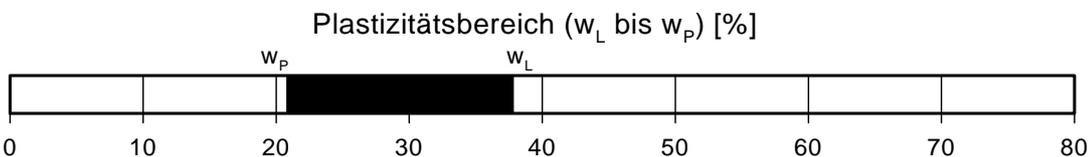
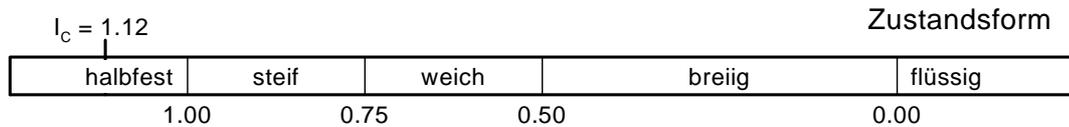
Labornummer: 12342
 Entnahmestelle: Sondierbohrung 3
 Tiefe: 1,60 m - 3,30 m
 Bodengruppe: TM
 Art der Entnahme: gestört
 Probe entnommen am: 06.-07.10.15

Bearbeiter: We.

Datum: 12.10.15



Wassergehalt w =	18.9 %
Fließgrenze w_L =	37.8 %
Ausrollgrenze w_p =	20.8 %
Plastizitätszahl I_p =	17.0 %
Konsistenzzahl I_C =	1.12



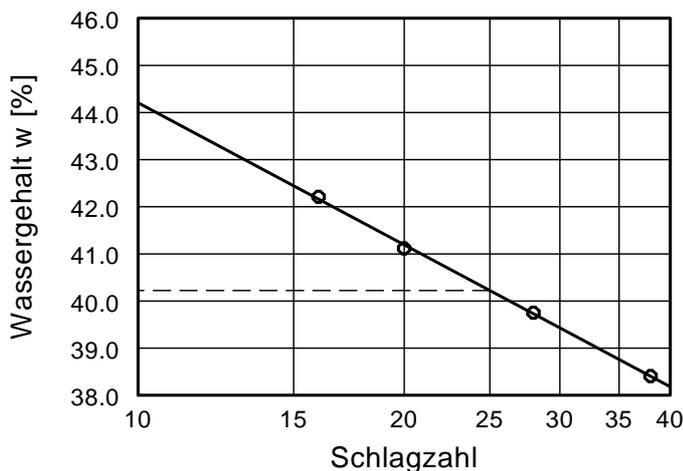


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

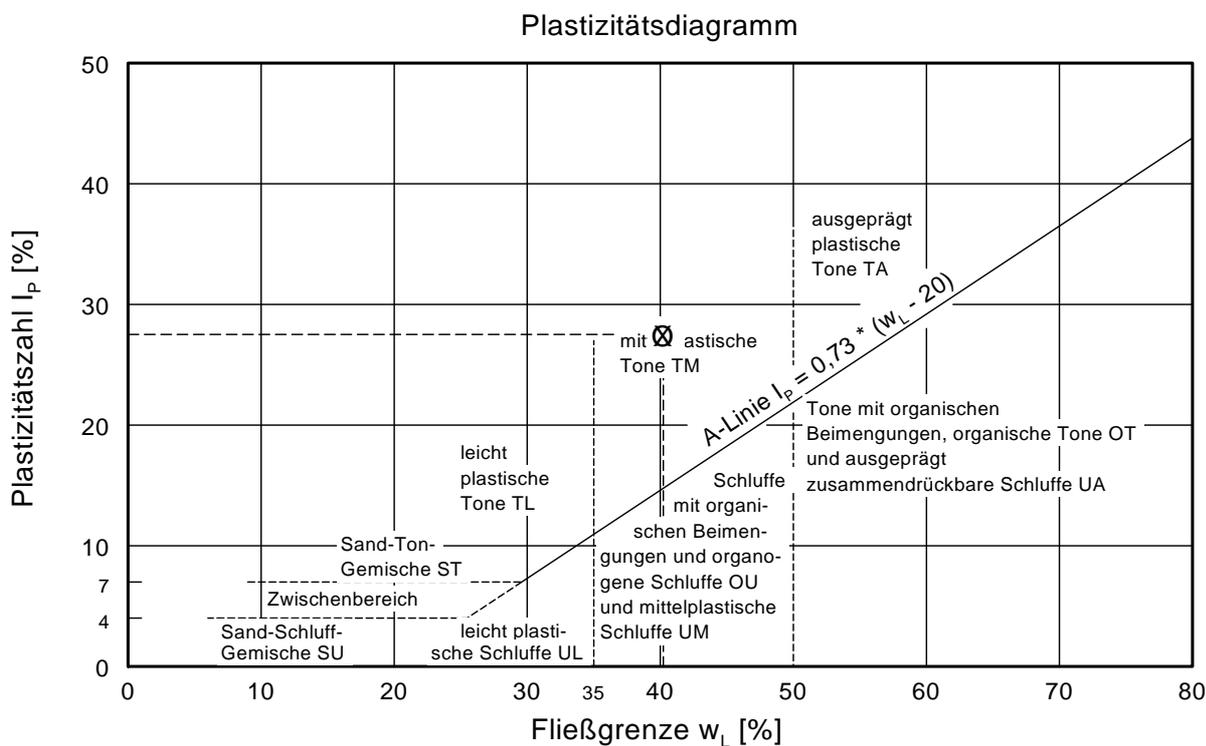
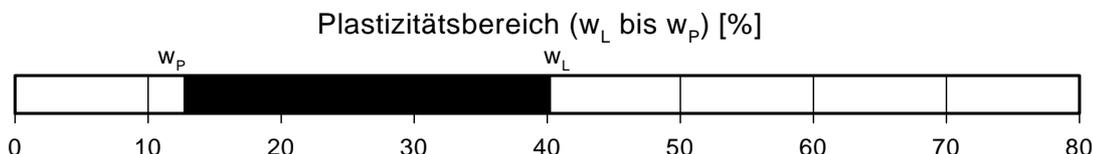
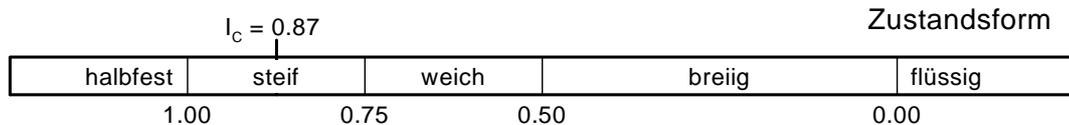
Labornummer: 12346
 Entnahmestelle: Sondierbohrung 4
 Tiefe: 1,00 m - 1,40 m
 Bodengruppe: TM
 Art der Entnahme: gestört
 Probe entnommen am: 06.-07.10.15

Bearbeiter: We.

Datum: 12.10.15



Wassergehalt w =	16.2 %
Fließgrenze w_L =	40.2 %
Ausrollgrenze w_p =	12.7 %
Plastizitätszahl I_p =	27.5 %
Konsistenzzahl I_c =	0.87



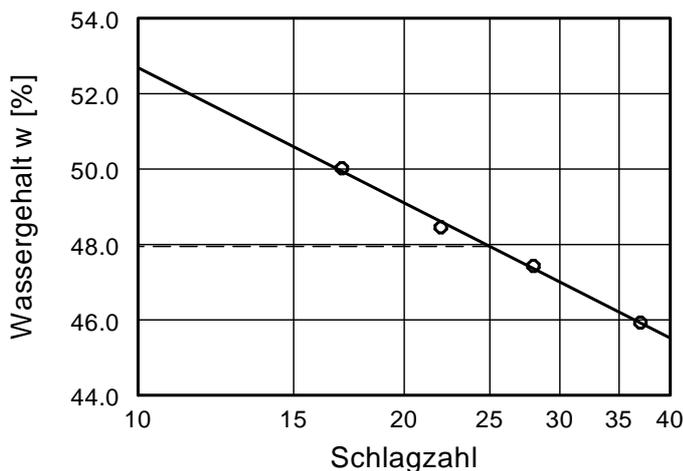


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

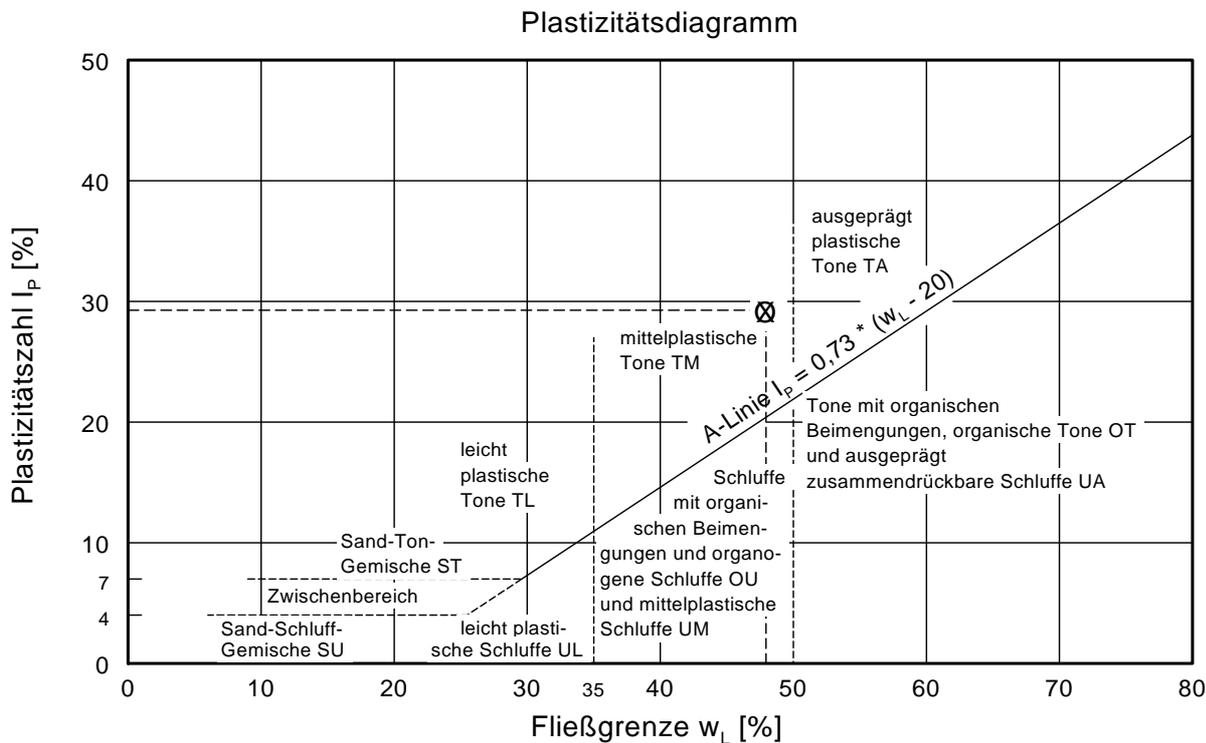
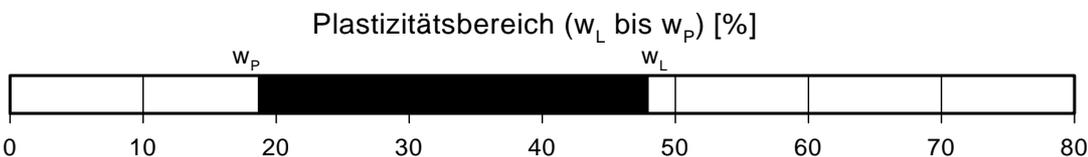
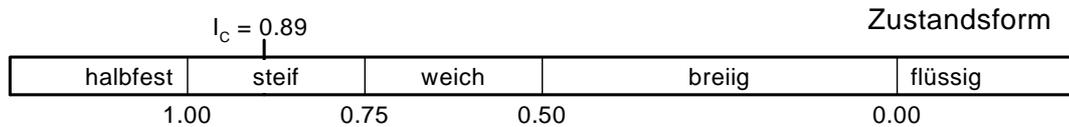
Labornummer: 12358
 Entnahmestelle: Sondierbohrung 6
 Tiefe: 2,10 m - 4,50 m
 Bodengruppe: TM
 Art der Entnahme: gestört
 Probe entnommen am: 06.-07.10.15

Bearbeiter: We.

Datum: 12.10.15



Wassergehalt w =	21.8 %
Fließgrenze w_L =	47.9 %
Ausrollgrenze w_p =	18.7 %
Plastizitätszahl I_p =	29.3 %
Konsistenzzahl I_c =	0.89



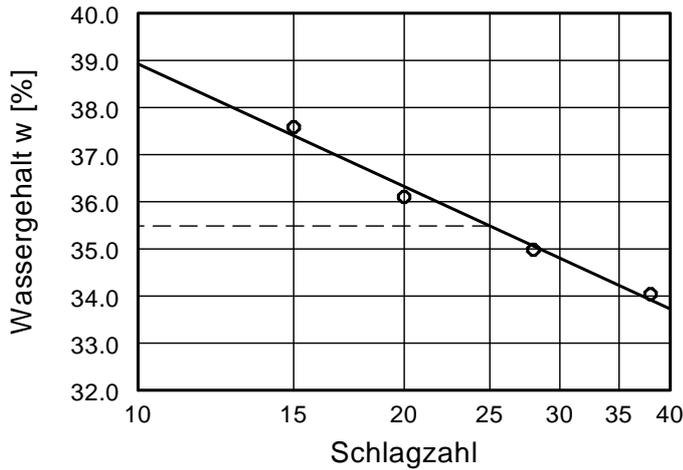


Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

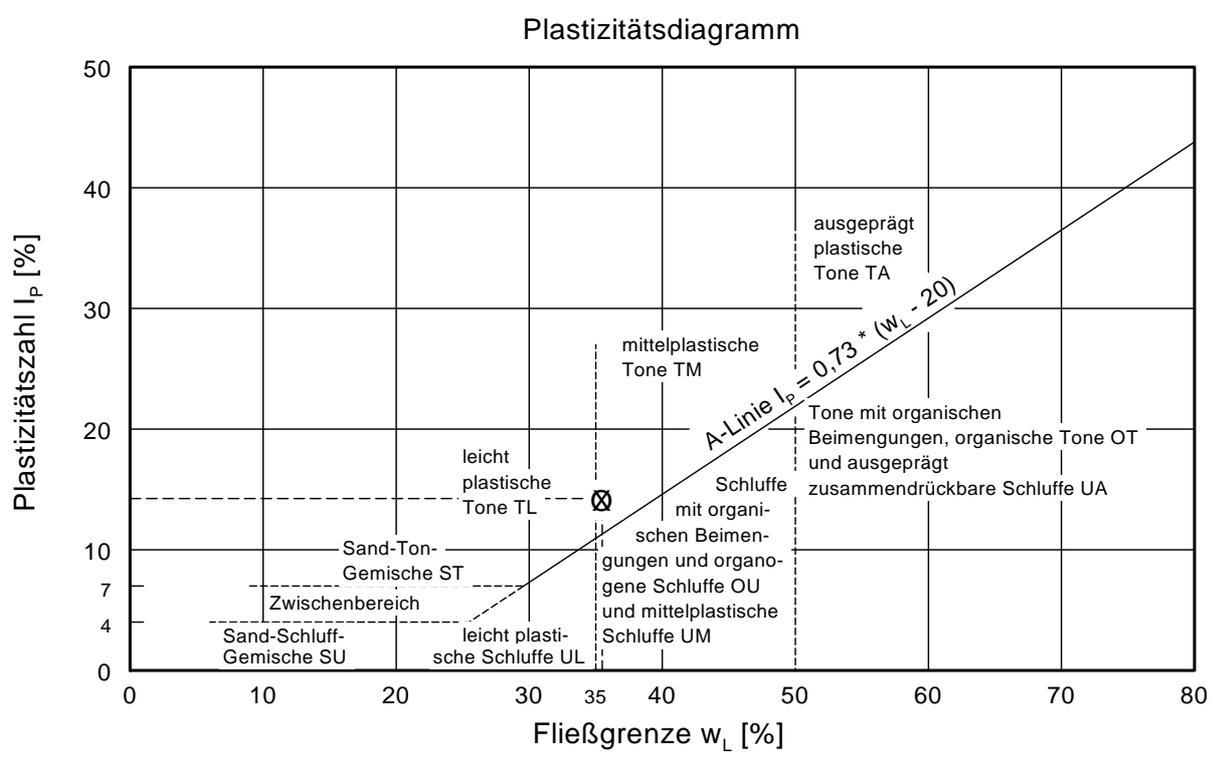
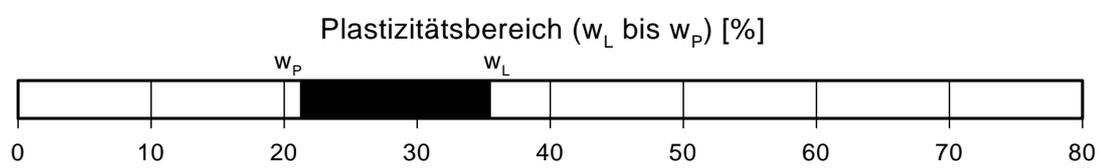
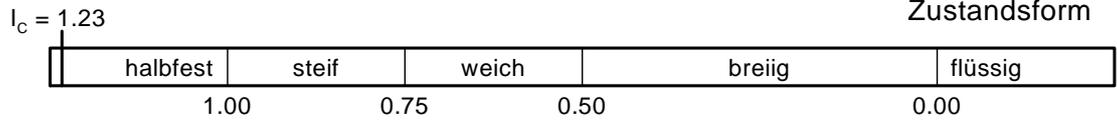
Labornummer: 12362
 Entnahmestelle: Sondierbohrung 7
 Tiefe: 0,90 m - 2,10 m
 Bodengruppe: TM
 Art der Entnahme: gestört
 Probe entnommen am: 06.-07.10.15

Bearbeiter: We.

Datum: 12.10.15



Wassergehalt w =	17.9 %
Fließgrenze w_L =	35.5 %
Ausrollgrenze w_p =	21.2 %
Plastizitätszahl I_p =	14.3 %
Konsistenzzahl I_c =	1.23





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

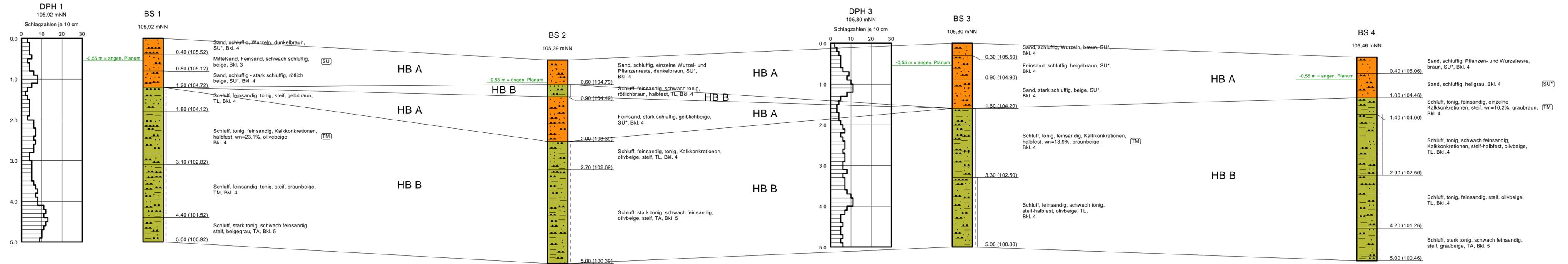
Projekt - Nr: 15.376.1				Entnahmeart: gestört			
Projekt:				Entnahme am: 06.-07.10.15			
Ausgf. durch: Mg.		Datum: 09.10.15		durch:			
Labornummer:	12331	12342	12346	12358	12362		
Entnahmestelle (km):	BS 1	BS 3	BS 4	BS 6	BS 7		
Entnahmetiefe [m]:	1,8-3,1	1,6-3,3	1,0-1,4	2,1-4,5	0,9-2,1		
Behälter Nr.	76	158	202	139	105		
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g]	235,01	301,14	276,63	279,97	272,46		
Trock. Probe + Behälter $m_d + m_b$ [g]	205,14	268,55	249,77	245,40	245,87		
Behälter m_b [g]	76,13	95,67	83,60	87,09	97,38		
Wasser $(m_a+m_b)-(m_d+m_b)=m_w$ [g]	29,87	32,59	26,86	34,57	26,59		
Trockene Probe m_d [g]	129,01	172,88	166,17	158,31	148,49		
Wassergehalt $w=(m_w/m_d).100$ [%]	23,15	18,85	16,16	21,84	17,91		



Darstellung der Homogenbereiche
nach DIN 18300
Ingenieurgeologische Schnitte / Kennwerttabelle /
Kornsummenbänder

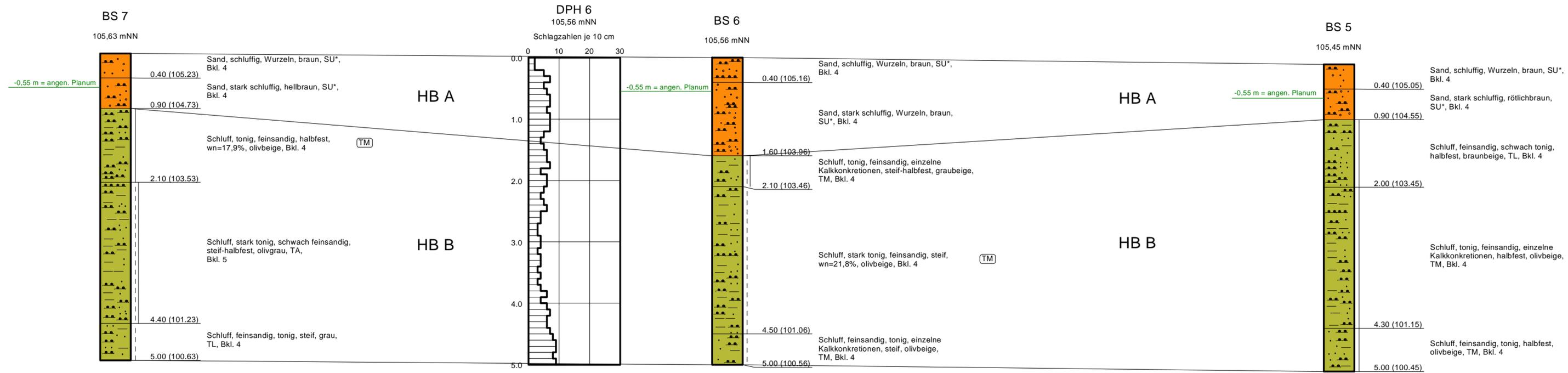
(Deckblatt + 6 Blatt)

Ingenieurgeologischer Längsschnitt mit Homogenbereichen M.d.H. 1:50



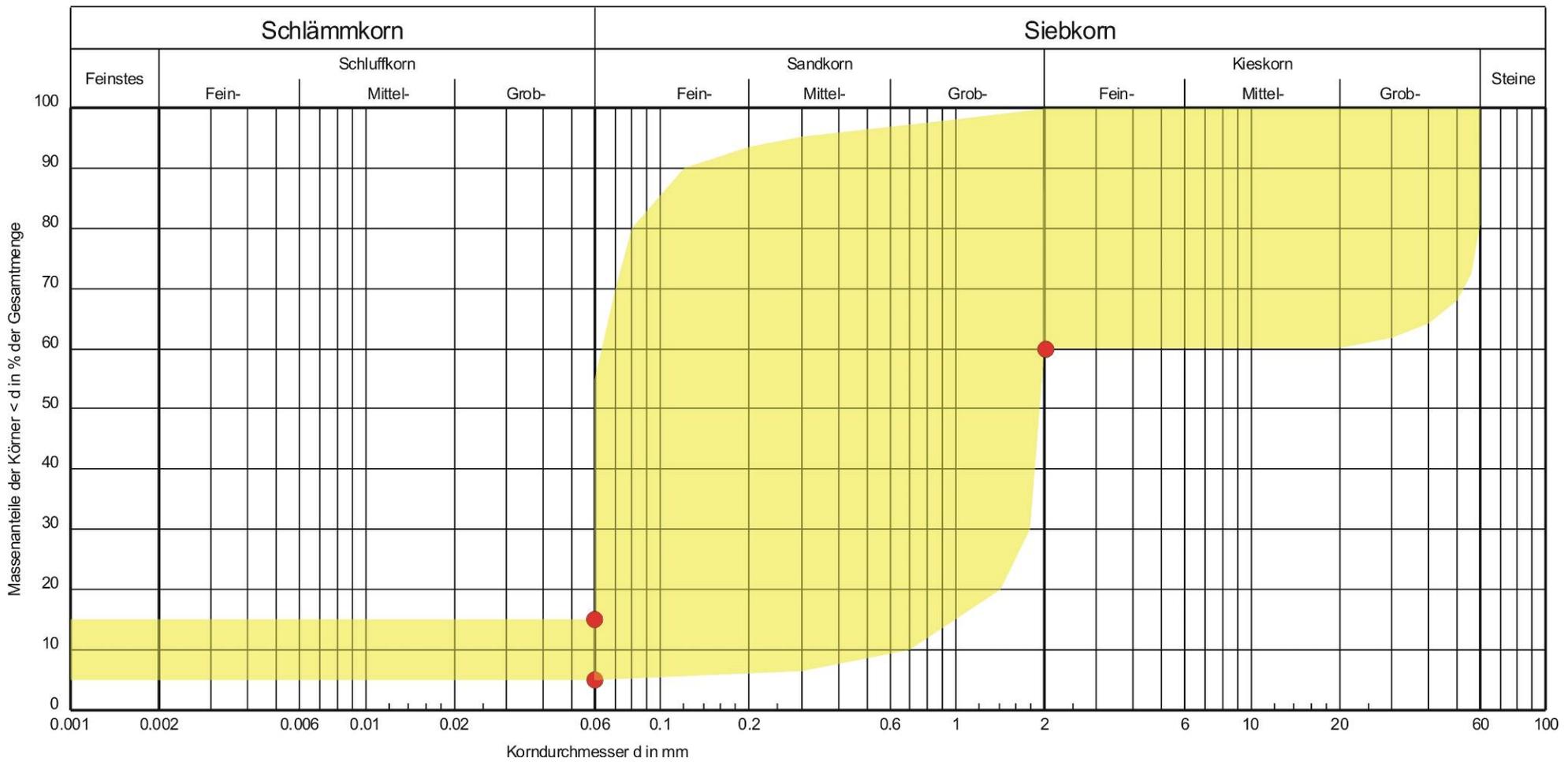
Legende
 HB A = Homogenbereich A
 HB B = Homogenbereich B

Ingenieurgeologischer Längsschnitt mit Homogenbereichen M.d.H. 1:50



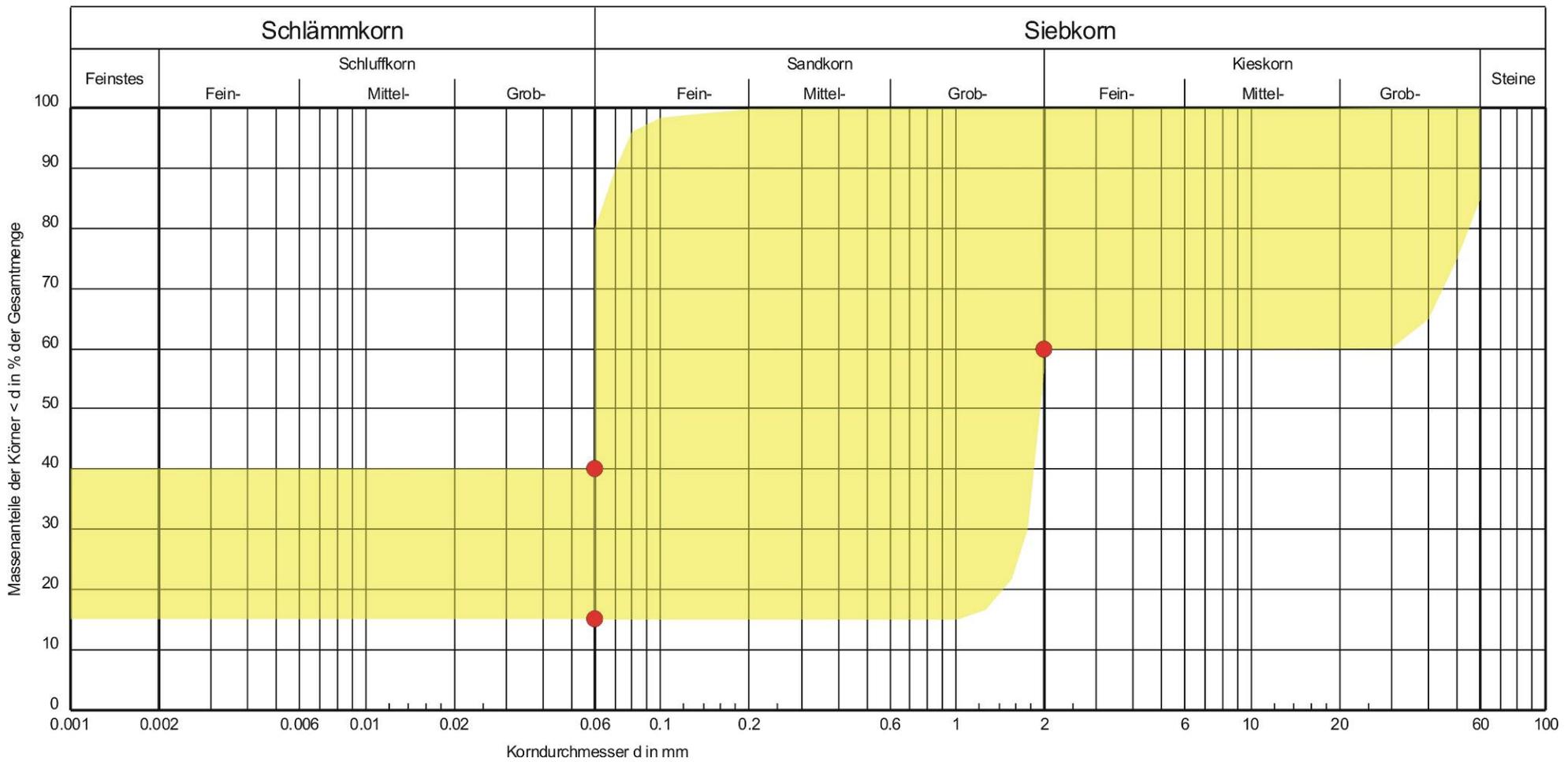
Kennwerttabelle Homogenbereiche

			Homogenbereiche	
			Gewachsener Baugrund	
Nr.	Eigenschaften	Kennwerte	HB A	HB B
1	Ortsübliche Bezeichnung	-	schwach schluffiger / schluffiger Sand	Schluff, Ton
2	Kornverteilungen nach DIN 18123	KV	Kornsummenbänder 6, 8	Kornsummenband 9
4	Massenanteil Steine, Blöcke, und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	[Gew.-%]	< 5%	< 5%
5	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	I_p [%]	nicht bestimmbar / < 10	10-40
6	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	I_c [-]	nicht bestimmbar / 0,5-1,25	0,75-1,25
10	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	I_D [%]	15-65	nicht bestimmbar
11	Bodengruppe nach DIN 18196	BG	SU, SU*	TL, TM, TA



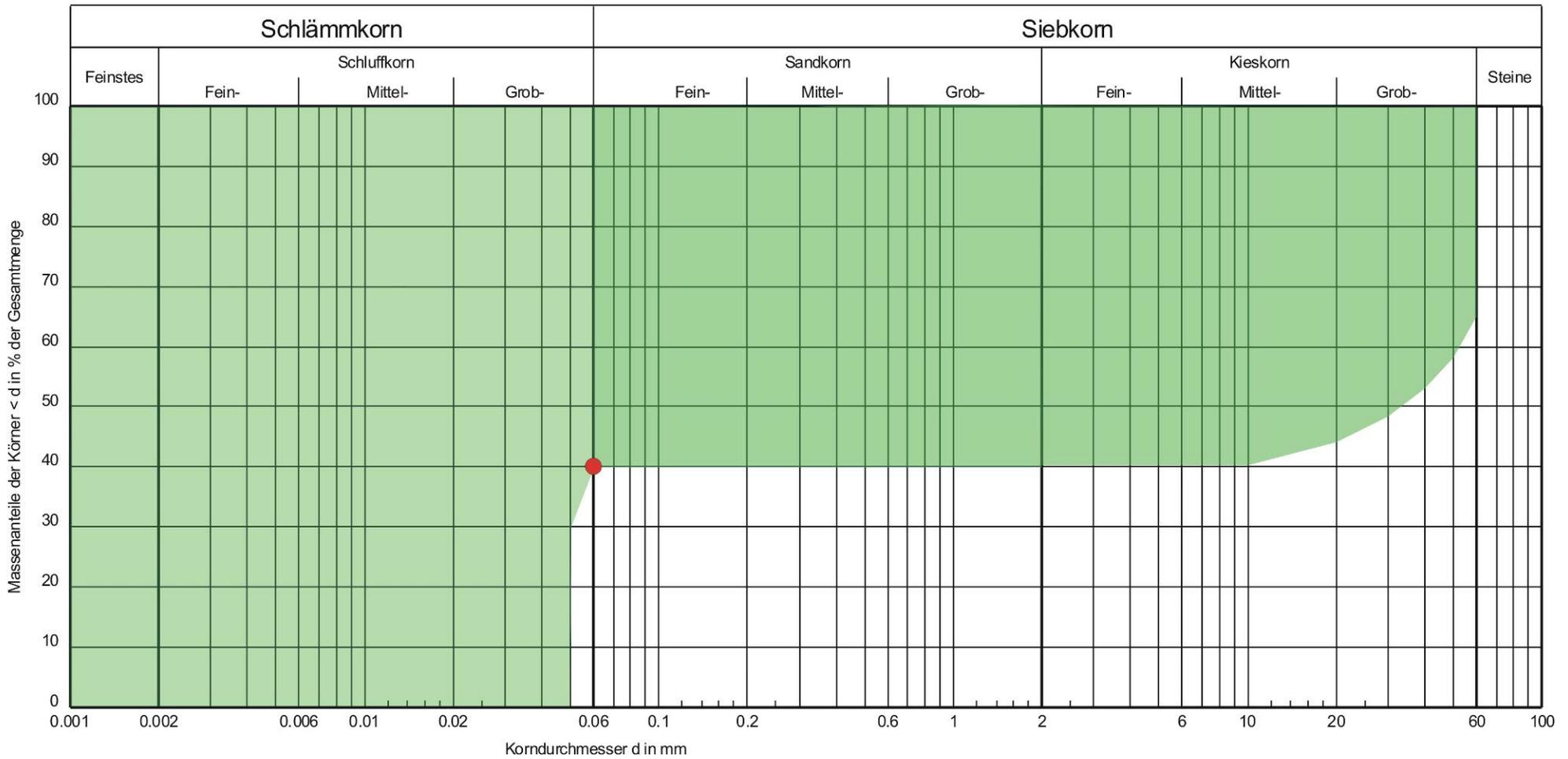
Kornsummenband 6: SU und ST





Kornsummenband 8: SU* und ST*





Kornsummenband 9: UL bis TA

