



Stadt Ahrensburg
FD Stadtplanung/ Bauaufsicht/ Umwelt
Manfred-Samusch-Straße 5
22926 Ahrensburg

Lübeck, 09.11.2015
- B 212115 -

UNTERSUCHUNGSBERICHT

zu bodenmechanischen Feld- und Laboruntersuchungen, Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse und grundsätzliche Bewertung hinsichtlich einer Bebauung, des Leitungs- und Straßenbaus sowie für die Verlegung eines Regenrückhaltebeckens

Erschließung B-Plan Nr. 97, Stadt Ahrensburg

<u>Anlagen:</u>	1	Lage der Untersuchungspunkte
	2-5	Bodenprofile und Wassergehalte
	6-8	Körnungslinien



Veranlassung/ Vorbemerkung

Das Ingenieurbüro Reinberg, Lübeck, wurde beauftragt, die Boden- und Grundwasserverhältnisse im Bereich des o.a. Erschließungsgebietes durch orientierende Feld- und Laboruntersuchungen zu erkunden, zu beschreiben und die Tragfähigkeit der Böden hinsichtlich der Erschließungsmaßnahmen und einer Bebauung mit mehrstöckigen Geschäftshäusern sowie zum Bau/Verlegung eines Regenrückhaltebeckens grundsätzlich zu beurteilen.

Für die Bearbeitung wurde ein Lageplan – Vorentwurf zum B-Plan Nr. 97 M. 1:1000 von Stadt Raum Plan B. Schürmann, Itzehoe sowie ein Lageplan RBK gemäß der Besprechung vom 16.09.2015 M. 1:500 als pdf-Dateien zur Verfügung gestellt. Außerdem fand am 17. September d. J. ein Gespräch in Ahrensburg mit Herrn Schott, Herrn Schneider (Stadt Ahrensburg) und dem Unterzeichner statt.

Das an der Oberfläche unebene und bewachsene (Gras, Buschwerk und kleine Bäume) Gelände ist zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen ungenutzt und mit Oberboden und Auffüllungen (im Bereich der Wege) angedeckt.

Bodenmechanische Untersuchungen

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einer glazialen Aufschüttungslandschaft (Grundmoräne) und ist geprägt von Geschiebelehm und -mergel, einzelne Einschlüsse von glazifluvialen Sanden und Kiesen sind möglich.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden an insgesamt 27 Untersuchungspunkten am 08., 09. und 12.10.2015 im Bereich möglicher Bebauung zwölf (U.-Pkte. 3-6, 7, 10-13, 18-20), am Regenrückhaltebecken vier (14-17) und für den Kanalbau bzw. die LKW-Umfahrung elf (1, 2, 8, 9, 21-27) Kleinrammbohrungen (n. DIN 4021/22 475-1, DN 40-80mm) bis minimal 5,0 und maximal 11,0m unter Ansatzhöhe ausgeführt.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind nach einer kernanalytischen Bestimmung der laufend entnommenen Bodenproben als farbige Profile zeichnerisch und höhengerecht, bezogen auf Meter über Normalhöhennull (müNHN), auf den beigefügten Anlagen 2 - 5 aufgetragen; die Bohransatzpunkte sind dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Weiterhin sind die in Feldansprache (n. DIN 4022, T1) ermittelten Konsistenzen der bindigen Böden rechts als Strichmarkierungen dargestellt und links an den Bodenprofilen die im bodenmechanischen Labor an den bindigen Böden ermittelten Wassergehalte (n. DIN 18 121, Ofentrocknung) in Masseprozent angegeben. Die nach dem Bohrende im Bohrloch gemessenen Grundwasserstände sind links an dem Bodenprofil in blau angetragen, wasserführende Schichten sind mit einem senkrechten blauen Strich markiert.



Es hat sich der nachfolgend beschriebene, gleichmäßige Bodenaufbau ergeben:

Bebauung

An der Geländeoberkante wurde eine 15 bis 70cm starke sandige Oberbodendeckschicht z.T. mit Wurzel- und vereinzelt mit Bauschuttresten angetroffen.

Im Bereich der Bohrungen 7, 10 – 12 und 18 folgen unterhalb des Oberbodens 10 bis 50cm mächtige aufgefüllte Böden als schwach kiesige, z.T. steinige Fein- bis Grobsande mit Bauschuttresten.

Unterhalb der Auffüllungen wurden in den Bohrungen 7, 10 und 12 gewachsene Sande, als schwach schluffige bis schluffige, schwach mittelsandige bis mittelsandige Feinsande und Fein- und Mittelsande mit Schluff-Streifen angesprochen, in Mächtigkeiten von 40 bis 70cm in, dem Bohrfortschritt nach, mitteldichten Lagerungsverhältnissen festgestellt.

Bis zur Erkundungsendteufe wurden überwiegend gewachsene, vereinzelt umgelagerte bindige Geschiebeböden als entkalkter Geschiebelehm (Lg) und kalkhaltiger Geschiebemergel (Mg) in weichsteifer bis steif-halbfester Zustandsform vereinzelt mit nassen Sand-Streifen erbohrt. Die ermittelten Wassergehalte bestätigen die angesprochenen Bodenkonsistenzen.

Zwischengelagert sind in den Untersuchungspunkten 3 – 7 und 19 in Tiefen von 1,7 bis 5,0m unter Gelände 0,2 bis 1,4m starke z.T. schwach grobsandige Fein- und Mittelsande und Fein- bis Grobsande in mitteldichter Lagerung.

Regenrückhaltebecken

An der Geländeoberkante wurde an den Untersuchungspunkten eine 0,2 bis 0,6m starke, sandige Oberbodenschicht mit Wurzelresten und Schluff-Lagen sowie in der Bohrungen 14 + 16 noch ein 40 und 60cm mächtiger aufgefüllter z. T. schluffiger, schwach kiesiger Fein- und Mittelsand mit Ziegel- und Schluffresten und am Punkt 15 ein umgelagerter schwach schluffiger, mittelsandiger Feinsand mit Schluff-Lagen angetroffen.



Unterhalb der aufgefüllten und umgelagerten Sande folgen an den Bohrpunkten 14 + 15 gewachsene schwach schluffige, mittelsandige Feinsande mit Schluff-Lagen und ein stark schluffiger Fein- bis Grobsand.

Bis zur Erkundungsendteufe wurden bindige Böden als Geschiebelehm (Lg) und Geschiebemergel (Mg) in steifer Konsistenz, vereinzelt mit Sand-Streifen erbohrt. Die ermittelten Wassergehalte bestätigen die angesprochenen Bodenkonsistenzen.

Kanalbau + LKW-Umfahrung

An der Geländeoberkante wurde eine 20 bis 70cm starke sandige Oberbodendeckschicht vereinzelt mit Ziegel- und Betonresten sowie am Punkt 21 ein 60cm mächtiges schluffiges Sand-Kies-Gemisch mit Ziegelresten angetroffen.

Am Bohrpunkt 8 folgt unterhalb des Oberbodens ein 60cm mächtiger stark schluffiger Feinsand mit Schluff-Brocken

Danach wurden bis zur Erkundungsendteufe überwiegend gewachsene, vereinzelt umgelagerte bindige Geschiebeböden als entkalkter Geschiebelehm (Lg) und kalkhaltiger Geschiebemergel (Mg) in weich-steifer bis steif-halbfester Zustandsform ganz vereinzelt mit nassen Sand-Streifen erbohrt. Die ermittelten Wassergehalte bestätigen die angesprochenen Bodenkonsistenzen.

Zwischengelagert sind in den Untersuchungspunkten 1, 2 und 8 in Tiefen von 1,6, 3,1 und 3,6m unter Gelände 0,3 bis 2,6m starke schluffige, mittelsandige, schwach grobsandige Feinsande mit Schluff-Streifen und ein Fein- bis Grobsand in mitteldichten Lagerungsverhältnissen.

An den Bohrpunkten 9, 25 und 27 wurde ein 50 und 60cm mächtiger leicht organischer Schluff in weich-steifer bis steifer Konsistenz angetroffen.

Von den aufgefüllten, umgelagerten und gewachsenen Böden wurden im bodenmechanischen Labor des Unterzeichners, zur Bestimmung weiterer Kenndaten, sechs Mischproben zusammengestellt und an diesen sowie an drei Einzelproben die Körnungslinien durch vier



Nasssiebanalysen (n. DIN 18123-5) und fünf Sieb-/Schlammanalyse (n. DIN 18123-7) ermittelt, die als Durchgangssummenkurven im einfachlogarithmisch geteilten Koordinatensystem auf den Anlagen 6 - 8 dargestellt sind.

Weitere Einzelheiten zu den Boden- und Grundwasserverhältnissen sind aus den beigefügten Anlagen 2 - 5 ersichtlich.

Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten am Untersuchungspunkt 3, 10 – 13 und 25 in Tiefen von 2,6 – 7,7m unter Gelände bzw. +33,4 – 37,8mNHN aus den nassen Sand-Streifen des bindigen Geschiebebodens (Nichtwasserleiter) resultierendes und im Bohrloch aufgestautes Wasser festgestellt; sich frei bewegendes Grundwasser ist innerhalb der bindigen Bodenschichten (Lg/ Mg) nicht möglich.

Freies Grundwasser wurde im Bereich der Untersuchungspunkte 1, 2, 4, 7, 14 + 15 in den Sanden in Tiefen von 1,8 – 3,6m unter Gelände bzw. + 38,7 - 37,2mNHN

In den Bohrpunkten 5 + 6 wurde das Grundwasser unterhalb des bindigen Bodens in den wasserführenden Sanden in gespannter Form angebohrt, das entspannte Grundwasser wurde in Tiefen von 2,4 und 3,5m unter Gelände bzw. +38,3 und +37,0mNHN eingemessen.

Im Bereich der Untersuchungspunkte 1, 5 und 7 wurde das innerhalb der gewachsenen Böden hydraulisch korrespondierendes Grundwasser in Tiefen von 1,9 bis 2,2m unter Gelände angetroffen.

In den weiteren Untersuchungspunkten 8, 9, 16, 17, 18-24, 26, 27 wurde kein Grund-, Stau- oder Schichtenwasser festgestellt.

Aufgrund von klimatischen bzw. witterungsbedingten Einflüssen kann das Grundwasser um bis zu 0,8m ansteigen oder auch um mindestens dieses Maß abfallen. Zusätzlich sind nach intensiven Regenperioden temporäre Stauwasserbildungen auf dem bindigen sehr schwach wasserdurchlässigen Bodenhorizonten (Geschiebelehm/ -mergel) bis an die Geländeoberfläche grundsätzlich möglich und zu erwarten.

Der höchste Grundwasserstand (HGW) wird auf +39,50mNHN angegeben.



Kennzeichnende Eigenschaften der Böden

Der sandige Oberboden genießt einen besonderen Schutz (Mutterbodenschutzgesetz gemäß BauGB §202) und ist unterhalb bebauter Flächen (auch Garagen, Stellplätzen und Verkehrsflächen) zum Beginn der Bauarbeiten generell abzutragen und zur Wiederverwendung seitlich in geeigneten Mieten zu lagern.

Die aufgefüllten und gewachsenen Sande sind gut tragfähig, grundsätzlich verdichtungswillig und neigen im festgestellten Zustand zu nur geringen Verformungen. Setzungen/ Zusammendrückungen treten unmittelbar nach der Belastung aus den Nachverdichtungsarbeiten ein. Jedoch entsprechen sie hinsichtlich ihrer Frostempfindlichkeit (F2-F3) nicht den Anforderungen an die Technischen Richtlinien für ungebundene Straßenbaustoffe (TL SoB-StB 04, TL Pflaster-StB 06, TL Gestein-StB 04) und müssen bis zur frostsicheren Tiefe von ca. 60cm ab neuer Fahrbahnoberkante ausgetauscht werden. Demnach sind die aufgefüllten Böden bis zur notwendigen Eingriffstiefe (ca. d=60cm) gänzlich gegen Frost-/Tragschichtmaterialien (n. RStO 12 bzw. n. TL SoB-StB 04, TL Pflaster-StB 06 und TL Gestein-StB 04) auszutauschen und einer geordneten Verwertung zuzuführen.

Die weiteren zur Tiefe anstehenden aufgefüllten Sande können unterhalb eines Straßenbauplanums grundsätzlich im Baugrund verbleiben und sind zur Aufnahme des Straßenoberbaus ausreichend tragfähig. Die Wasserleitfähigkeit ist nach DIN 18 130, Tab. 1 je nach Verunreinigungsgrad mit Feinkornanteilen mit „sehr schwach durchlässig bis durchlässig“ (10^{-8} - 10^{-4} m/s) zu beschreiben.

Beim Schacht- und Leitungsbau wird angeraten diese Materialien nicht als Füllboden bzw. Wiederverfüllung im Leitungsgaben vorzusehen, da die Verdichtungswilligkeit dieser Böden sehr stark vom Wassergehalt abhängt und dieser unter definierten Bedingungen bei normalen Baustellenbedingungen nur mit großem technischen und wirtschaftlich nicht vertretbarem Aufwand eingestellt werden kann.

Demnach sind die aufgefüllten Böden im Leitungsgaben/-zone gegen grobkörnigen Boden (SE-SW n. DIN 18196) auszutauschen und einer geordneten Verwertung zuzuführen.

Die gewachsenen bindigen Böden als Geschiebelehm/ -mergel (Lg/ Mg) angesprochen, sind in der angetroffenen weich-steifen bis steif-halbfesten Zustandsform grundsätzlich tragfähig und zum planmäßigem Abtragen von Fundamentlasten gut geeignet. Jedoch neigen sie unter neuer ständiger Last grundsätzlich zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Aufgrund der Kornzusammensetzung (hoher Feinkornanteil) sind sie sehr schwach wasser-durchlässig (n. DIN 18 130, Tab. 1) sowie ausgeprägt frost- und wasserempfindlich. Bei Wasserzutritt und/ oder bei dynamischer Beanspruchung, z.B. durch Radlasten von Baufahr-



zeugen verlieren diese Böden infolge Gefügeveränderung ihre Festigkeit und weichen völlig auf. Ein Wiedereinbau im Leitungsrabenbereich ist grundsätzlich denkbar, sollte aber aufgrund des bedeutenden Aufwandes zur ordnungsgemäßen Lagerkapazität (in Mieten vor Wassereintrag zu schützen) und der bodenmechanisch ungünstigen Einbaueigenschaften (Forderung: dünne Lagen $d < 15\text{cm}$, walkende Verdichtungsgerte, Einbau nur bis ca. 0,5m unter Straßenplanum, zu erstellende Einbauanweisung n. M3-Methode der ZTVE) ausgeschlossen werden.

In den bindigen Geschiebeböden ist insbesondere am Übergang zwischen den Sanden und dem Geschiebemergel/-lehm mit einem Anteil $\geq 30\text{M.-%}$ an Kiesen und Steinen bis zur Geröllgröße zu rechnen; die auch in Linsenbildung (konzentrierter Anhäufung) anstehen können.

Bodenklassen und -kennwerte

Für die Ausschreibung von Erdbauleistungen können aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und aus der Erfahrung folgende Bodenklassen und gewogene charakteristische Kennwerte angesetzt werden:

Oberboden:

Bodenklasse n. DIN 18300: 1

Bodengruppe n. DIN 18196: OH

Sande (aufgefüllt und gewachsen), mitteldicht:

Bodenklasse n. DIN 18300: 3, 4

Bodengruppe n. DIN 18196: SE-SU*

Frostempfindlichkeit: F1 - F3 (nicht bis sehr frostempfindlich, n. ZTV E-StB 09)

Klassifizierung n. DIN 18301: BN1-BN2

Klassifizierung n. DIN 18319: LNW 2, LN 2

Raumgewicht: $\gamma / \gamma' = 18/10\text{kN/m}^3$

Scherfestigkeit: $\varphi_k = 34^\circ$

Kohäsion: $c_k = 0\text{kN/m}^2$

Steifemodul: $E_{s,k} = 40\text{MN/m}^2$

Wasserdurchlässigk.: $k_f = 10^{-4} - 10^{-6}\text{m/s}$



Geschiebelehm/ -mergel (Lg/Mg), weich-steif bis steif-halbfest:

Bodenklasse n. DIN 18300:	4, 2 (wenn durch Wasserzutritt bzw. dynamischer Belastung der Boden in seinem Gefüge zerstört wird und dann den „Fließenden Bodenarten“ zuzuordnen ist)
Bodengruppe n. DIN 18196:	ST*-TL
Klassifizierung n. DIN 18301:	BB2
Klassifizierung n. DIN 18319:	LBM 2
Frostempfindlichkeit:	F3 (sehr frostempfindlich, n. ZTV E-StB 09)
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' = 21/11 \text{ kN/m}^3$
Scherfestigkeit:	$\varphi_k = 25,0 \dots 27,5^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul:	$E_{s,k} = 35 \dots 50 \text{ MN/m}^2$
Wasserdurchlässigk.:	$k_f \leq 10^{-8} \text{ m/s}$

Beurteilung und ausführungstechnische Hinweise

Schacht- und Leitungsgründung

Die Gründungstiefen der geplanten Leitungen und Schachtbauwerke werden in den gewachsenen Geschiebeeböden (Lg/Mg) liegen.

Im Bereich dieser bindigen Bodenschichtungen sind die nachfolgend unter a) und b) angegebenen Bodenaustauschmaßnahmen, zur Herstellung eines gleichmäßigen Auflagers, erforderlich.

- a) Schachtauflager aus 20cm starken, verdichtet (Forderung $D_{Pr} \geq 100\%$) eingebauten Sand-Kies-Gemisch (SW, natürliches Gestein n. DIN 18 196).
- b) Leitungsaflager aus 10cm starken, verdichtet (Forderung $D_{Pr} \geq 98\%$) eingebauten grobkörnigen Boden (SE, natürliches Gestein n. DIN 18 196).

Es sind die Vorgaben der Leitungshersteller hinsichtlich der Auflager-/ Bettungsbedingungen zu berücksichtigen.

Straßenbau

Aufgrund der im Verlauf der geplanten Straße festgestellten Bodenverhältnisse und in Anlehnung an die RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen), sollte ein frostsicherer und gleichmäßiger Straßenoberbau, in einer Gesamtstärke von mindestens 0,6m unter Fahrbahnoberkante eingeplant werden.



Aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der ab Eingriffstiefe/ Straßenplanum verbleibenden angetroffenen überwiegend bindigen Böden gewähren diese grundsätzlich keine ausreichende Tragfähigkeit zur Aufnahme des Straßenoberbaus ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ mit statischem Plattendruckversuch n. DIN 18 134) und auch auf eine Nachverdichtung der Böden ist zu verzichten, da diese nicht zu einer Tragfähigkeitsverbesserung führt, sondern durch dynamischen Lasteintrag zu einem temporären Tragfähigkeitsverlust führen. Demnach ist das Material dringend gegen z.B. durch das Befahren mit radbereiften Baufahrzeugen bzw. Frost- und/oder Tagwasser zu schützen und der Aufbau des Straßenoberbaus sollte sofort darauf im Vor-Kopf-Einbau erfolgen. Für die Ausschreibung ist anzuraten eine Bedarfsposition zum Austausch dieser Böden, z. B. bis ca. 0,25m unter Planum durch einen Sand-/Kiesersatz (grobkörniger Boden n. DIN 18196, $D_{Pr} \geq 100\%$), zu berücksichtigen. Grundsätzlich können dort weiche Bereiche auftreten, die durch verdichteten Sandersatz (s.o.) ausgetauscht werden müssen.

Der weitere Straßenaufbau ergibt sich aus der Wahl der Verkehrsflächenbefestigung nach RStO 12. Es sind die Tafeln für F2 u. F3 Untergrundverhältnisse zu wählen.

Auf den bindigen Planumsabschnitten ist eine dauerhafte Entwässerung (Planumsdränage) notwendig und einzuplanen.

Bei der Auswahl der Baustoffe und Beschreibung der Bauweisen wird auf die Einhaltung der in den ZTV'en (z.B. ZTV SoB-StB 04/ ZTV Pflaster-StB 06) und Technischen Lieferbedingungen (z. B. TL SoB-StB 04/ TL Pflaster-StB 06/ TL Gestein-StB 04) formulierten Anforderungen hingewiesen.

Bebauung

Ausweislich der durchgeführten orientierenden Feld- u. Laboruntersuchungen sind im untersuchten Bereich Flachgründungen auf Einzel-, Streifenfundamenten und Stahlbetonsohlplatten für nicht- und unterkellert geplante mehrstöckige Geschäftshäuser sowie der Bau von Ver- und Entsorgungseinrichtungen ohne besondere Gründungsmaßnahmen (Pfehlgründungen, Tiefenverdichtung o.ä.) gut möglich.

Zur Vorabschätzung für die Festlegung von maximalen Sohlwiderständen wäre hier das Setzungsverhalten von Stützenfundamenten bzw. die maximal zulässige Setzungsdifferenz zwischen benachbarten Stützen oder Wänden für den Einzelfall maßgebend. Zugrunde gelegt wurde dafür eine rechnerisch zulässige Setzungsdifferenz von maximal 2,0 cm, ein Verformungsmaß, das hier gleichzeitig als Maximalwert angesetzt wird. Die Größe des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes wurde über eine Setzungsberechnung am Beispiel eines



belasteten Einzelfundamentes (2,5x2,5m) in Kombination mit einem ungünstigen Bodenprofil ermittelt. Aus dem Berechnungsbeispiel ergibt sich der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} \approx 650 \text{ kN/m}^2$ bei $s \leq 2,0 \text{ cm}$ Setzung und einer Mindesteinbindetiefe von $t \geq 1,2 \text{ m}$.

Bei unterkellert geplanter Bauweise sind je nach Lage und Geländehöhe des Grundstückes bauzeitliche Grundwasserabsenkungen und die Trockenhaltung (n. DIN 4095, Dränung baulicher Anlagen, Abdichtung n. DIN 18 195-6 oder als „weiße“ Wanne aus wu-Beton) der in den Grundwasserbereich einbindenden Gebäudeteile zu planen.

Ausweislich sämtlicher Untersuchungsergebnisse ist bei einer mehrstöckigen, auch mit einer Unterkellerung (z.B. Tiefgarage o.ä.), Bebauung aus geotechnischer Sicht keine Beeinflussung der bestehenden Gebäude zu erkennen.

Regenwasserrückhaltebecken

Die im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens überwiegend angetroffenen gewachsenen bindigen Böden (Lg und Mg), die sich in Lage und Höhe in östlicher Richtung über die in den Plänen angedeutete Beckengeometrie hinaus ausdehnen, sind nach den bodenmechanischen Untersuchungsergebnissen (fein- gemischtkörniger Boden, $k_f \leq 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$) als sehr schwach wasserdurchlässig (n. DIN 18 130) anzusprechen.

Daher ist dort der Einbau einer zusätzlichen Dichtung nicht grundsätzlich (Sandeinschlüsse sind gegen bindigen Boden auszutauschen) erforderlich. Eine oberflächige Nachverdichtung auf Höhe der Sohle und der Böschungen ist notwendig. Aus der Erfahrung (Standicherheit, Wellenschlag, Schwächung durch Austrocknung oder Vernässung) sollten die Böschungsneigungen flacher als 1 : 2,5 eingeplant werden (vgl. Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung, RAS-Ew, n= 1 : 1,5 und flacher).

Für die Bereiche der Sondierbohrungen 14 und 15 (sandige Einschlüsse, k_f -Wert = $10^{-7} - 10^{-5} \text{ m/s}$) sind Dichtungsmaßnahmen einhergehend mit einer Grundwasserabsenkung vorzunehmen. Nach dem Fortschreiten der Planungen sind die exakt zu ergreifenden Maßnahmen zwingend mit dem Unterzeichner abzustimmen.

Die Bemessung von Regenrückhaltebecken erfolgt generell auf der Grundlage des ATV-DVWK-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“.

Grundsätzlich sind die bindigen Aushubböden als Dichtungsmaterial verwendbar.



Niederschlagsversickerungen

Nach den Vorgaben des Arbeitsblattes der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DWVK-A 138) ist eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser im gesamten untersuchten Gebiet nicht möglich, da die gewachsenen und flächig vorhandenen bindigen Böden sehr schwach wasserdurchlässig (k-Wert $10^{-8} - 10^{-10}$ m/s) einzustufen sind.

Ausführungstechnische Hinweise

Offene Baugruben sind ab einer Tiefe von $t > 1,25\text{m}$ grundsätzlich durch geeignete Maßnahmen (ausreichende Böschungsneigung, Grabenverbaugeräte, Holzbohlenverbau etc.) zu sichern. Zum Schutz anderer baulichen Anlagen bzw. Verkehrsflächen, Gebäude oder Leitungen kann es notwendig werden auch flachere Gräben in geeigneter Weise zu sichern. Es können die üblichen Grabenverbaugeräte eingesetzt werden. Die zur Bemessung von Verbauelementen notwendigen Kennwerte sind unter Abschnitt 3 angegeben. Temporäre (bauzeitliche) Böschungen sind mit einem Winkel $\beta \leq 45^\circ$ herzustellen; im Bereich der steifen bindigen Geschiebeböden (Lg, Mg) können Böschungsneigungen von $\beta \leq 60^\circ$ ausgeführt werden. Für die Herstellung von Baugruben und Gräben ist die DIN 4124 (Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) zu beachten.

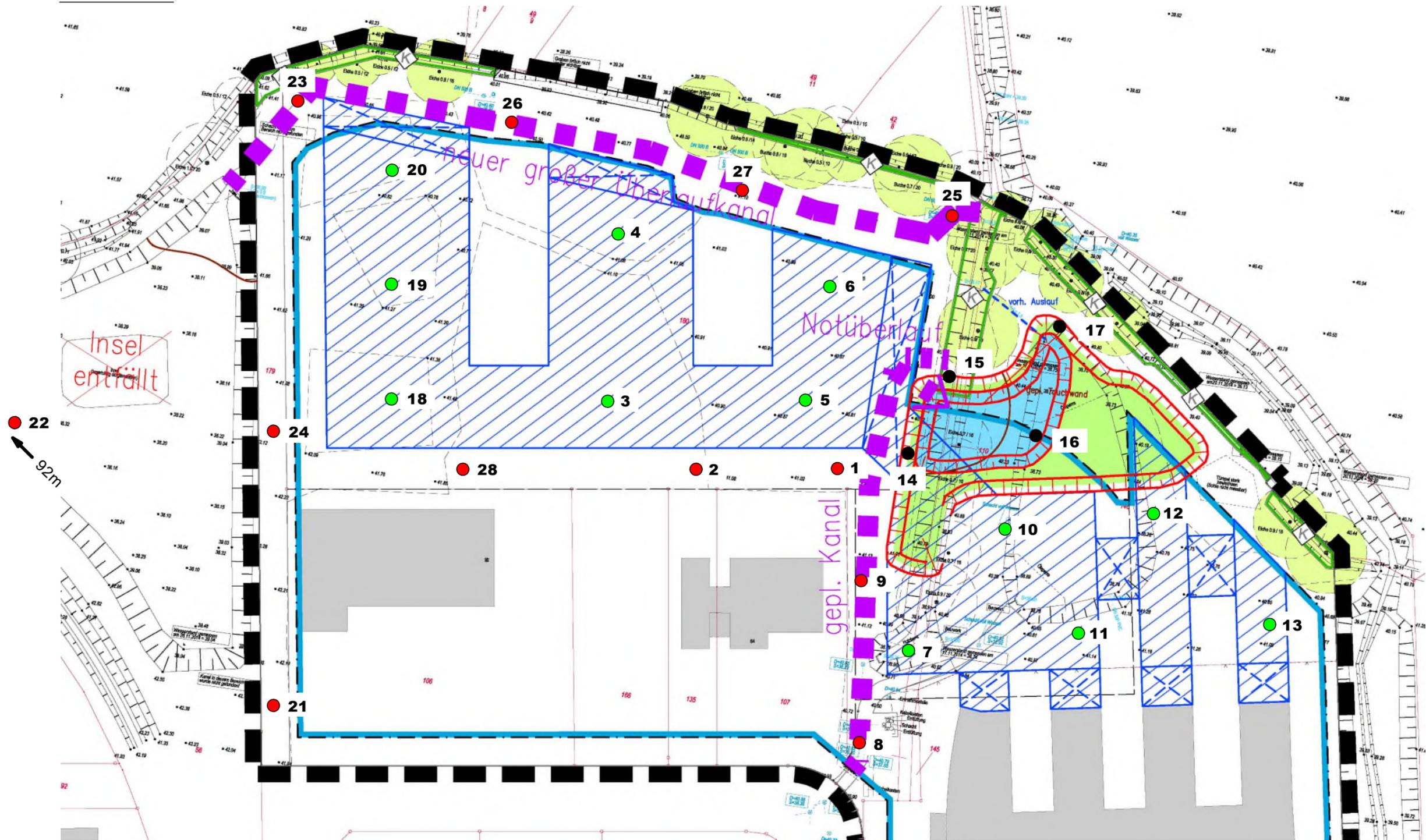
Die Tagwasserhaltung ist als offene Wasserhaltung in Gräben, Dränagen (auch im Leitungsgraben) und Pumpensümpfen einzuplanen.

Im Bereich der Leitungszone ist ein Bodenmaterial je nach Herstellerangaben der zum Einsatz kommenden Leitungsmaterialien zu verwenden. Im Allgemeinen ist dort steinfreier, grobkörniger Boden (Größtkorn $d \leq 20\text{mm}$) mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ lagenweise einzubauen. Die DIN 4033 (Entwässerungskanäle und -leitungen) ist zu beachten.

Für die Leitungsgrabenauffüllung unter dem Straßenplanum bis zum Straßenplanum ist dann angelieferter grobkörniger Boden (SE-SW n. DIN 18 196) zu verwenden. Die Böden sind lagenweise ($d \leq 0,20\text{m}$) bis $0,5\text{m}$ unter Planum mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98\%$ (Schlagzahlen mit der Leichten Rammsonde DPL-5, $N_{10} \geq 10$, minimal $N_{10} \geq 7$) und ab $0,5\text{m}$ unter Planum bis zum Planum mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ verdichtet einzubauen.

Reinberg

LAGEPLAN, ca. M. 1 :1000



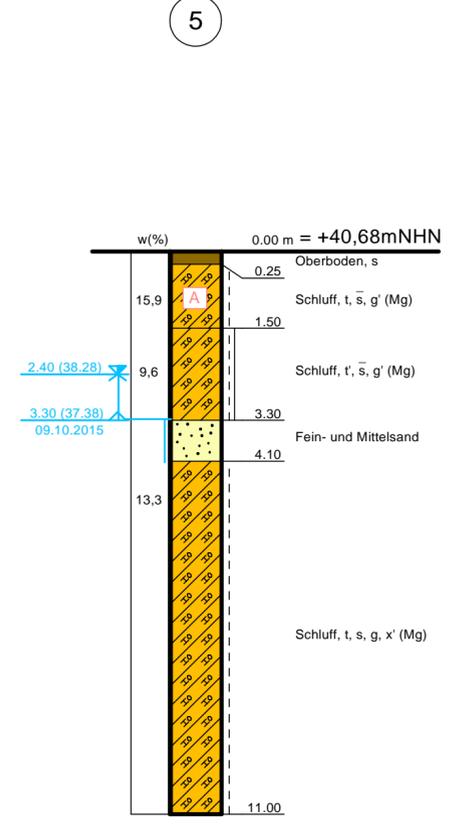
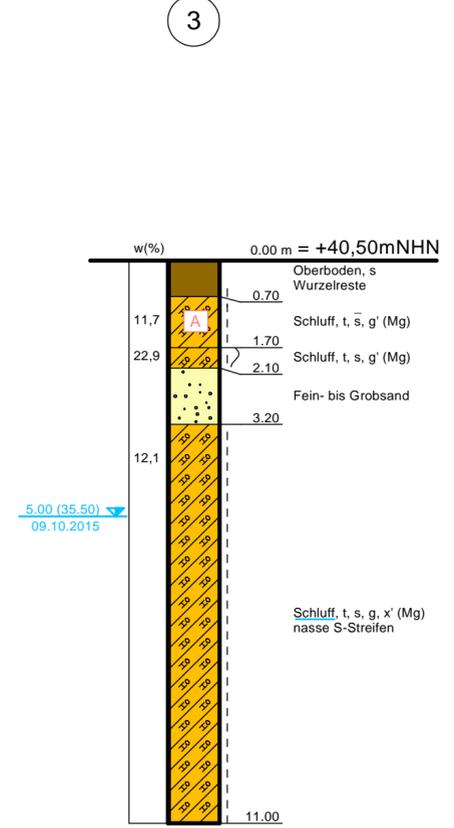
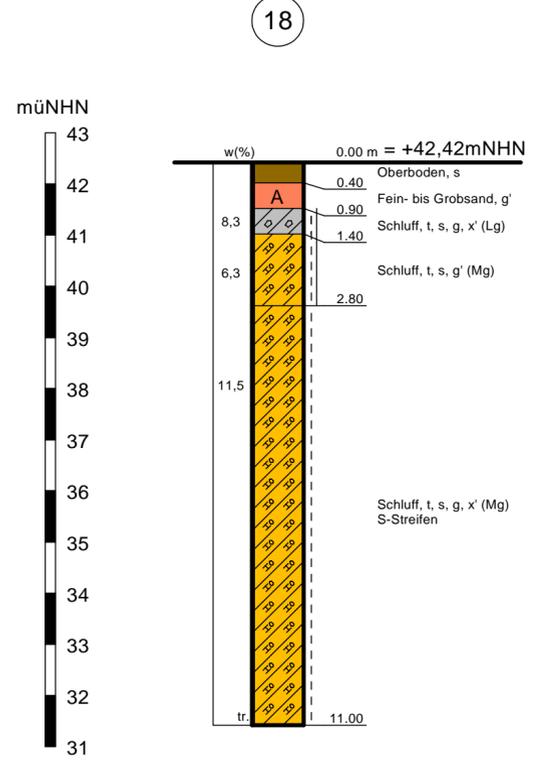
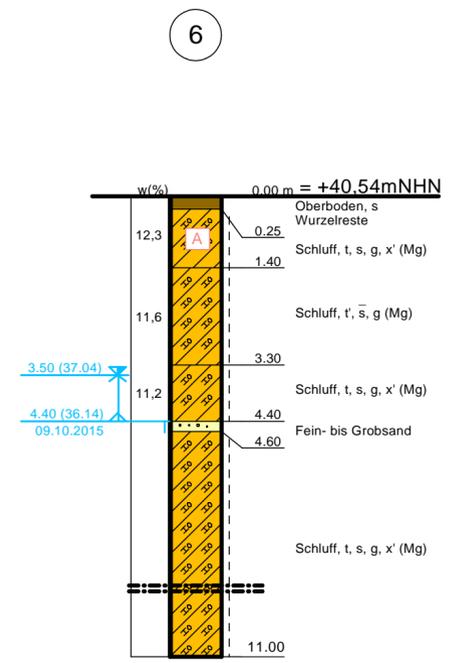
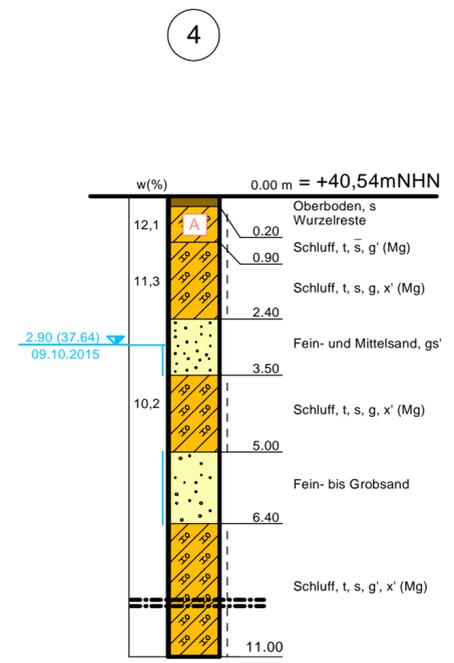
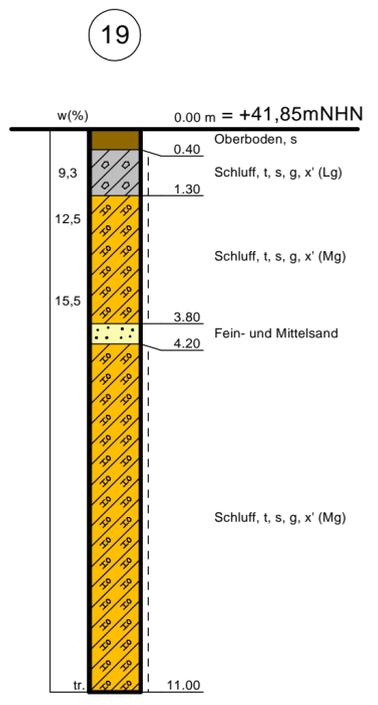
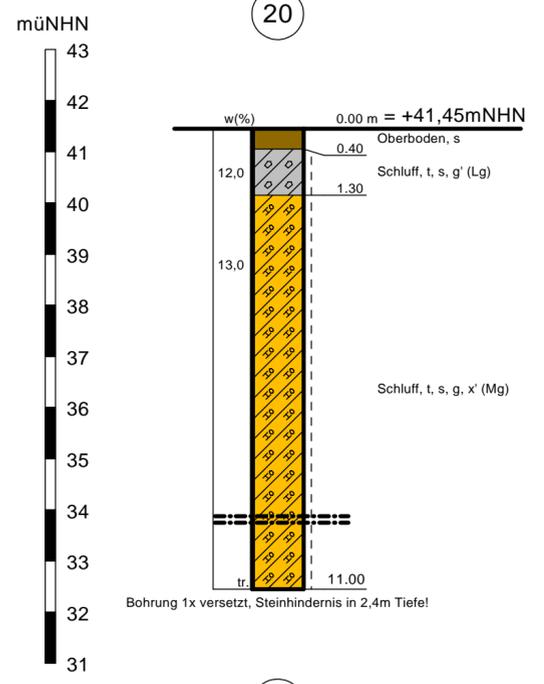
- Bebauung mit Gebäuden, Untersuchungsergebnisse s. Anlagen 2 + 3
- Bereich Regenrückhaltebecken, s. Anlage 4
- geplanter Kanalbau und LKW-Umfahrung, s. Anlage 5

Plangrundlage: Stadt Raum Plan Bernd Schürmann, Itzehoe

BAUVORHABEN:		Stadt Ahrensburg, B-Plan Nr. 97	
DARSTELLUNG:		ÜBERSICHTSLAGEPLAN	
ANLAGE: 1	ZU: B 212115	DATUM: 26.10.2015	gez.: Schu. gepr.: <i>Rg</i>
INGENIEURBÜRO REINBERG			
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ			
Isaac-Newton-Straße 7 23562 Lübeck Tel. 0451/58 08 105 Fax 0451/58 08 106 E-mail: info @ ingenieurbuero-reinberg.de			



KLEINBOHRUNG:
M. d. H. 1:100



BEBAUUNG

ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X x	2.45 GW angebohrt
Kies	kiesig G g	30.04.98
Sand	sandig S s	2.45 GW Bohrende
Schluff	schluffig U u	30.04.98
Ton	tonig T t	2.45 GW Ruhe
Torf/Humus	humos H h	30.04.98
Mudde	organisch F o	wassertführend u nass
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob-	f- m- g-	
schwach stark	- - -	
breiig weich steif halbfest	⊘ >	
gepreßt	≡	

BAUVORHABEN:
Stadt Ahrensburg, B-Plan Nr. 97

DARSTELLUNG:
BODENPROFILE UND WASSERGEHALTE

ANLAGE: 2 ZU: B 212115 DATUM: 26.10.2015 gez.: Sch. gepr.: Rg

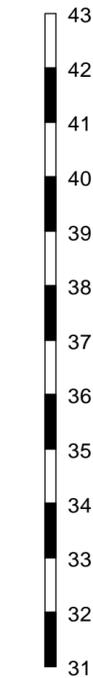
INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info @ ingenieurbuero-reinberg.de

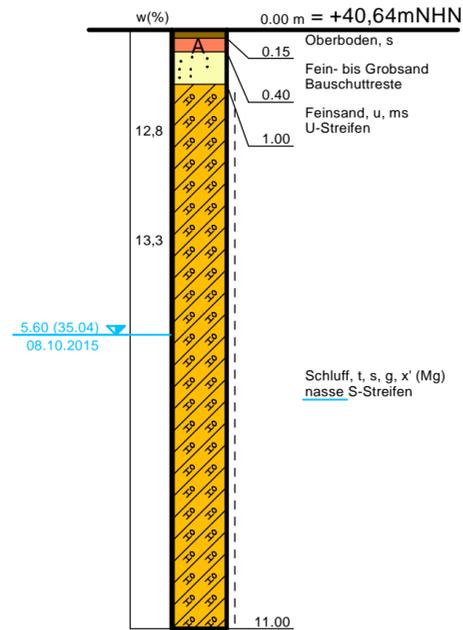


KLEINBOHRUNG:
M. d. H. 1:100

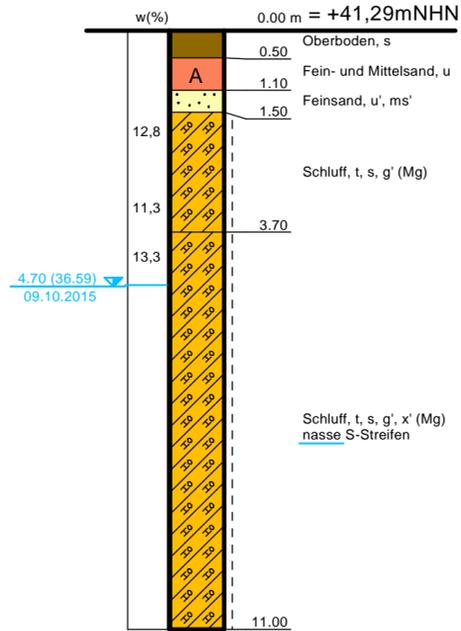
müNHN



10

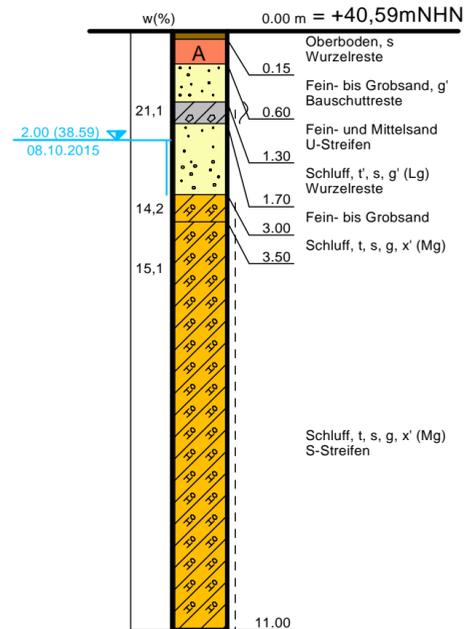
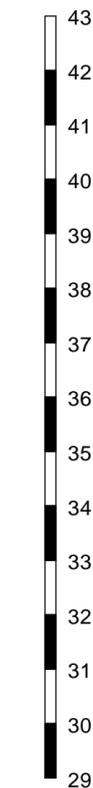


12

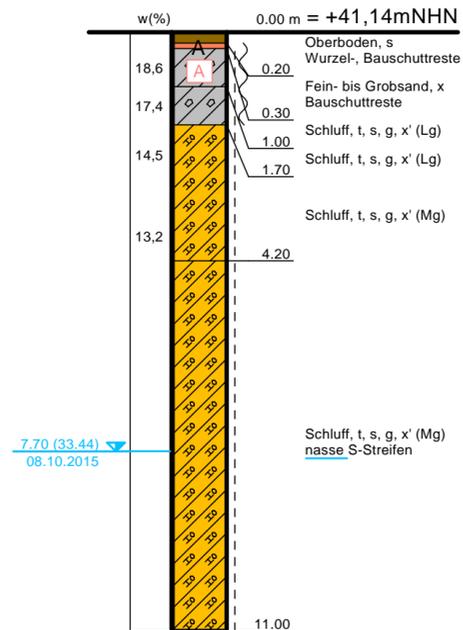


7

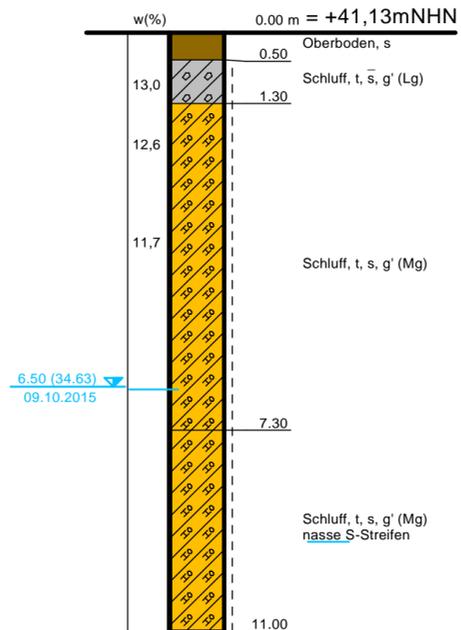
müNHN



11



13



BEBEBAUUNG

ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X x	2.45 GW angebohrt
Kies	kiesig G g	30.04.98 GW Bohrende
Sand	sandig S s	2.45 GW Bohrende
Schluff	schluffig U u	30.04.98 GW Ruhe
Ton	tonig T t	2.45 GW Ruhe
Torf/Humus	humos H h	30.04.98 wasserführend u nass
Mudde	organisch F o	
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g- ' -	
breig weich steif halbfest	§ §	
gepreßt	≡	

BAUVORHABEN:

Stadt Ahrensburg, B-Plan Nr. 97

DARSTELLUNG:

BODENPROFILE UND WASSERGEHALTE

ANLAGE: 3 ZU: B 212115

DATUM: 26.10.2015

gez.: Sch.

gepr.: Rg

INGENIEURBÜRO REINBERG

GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

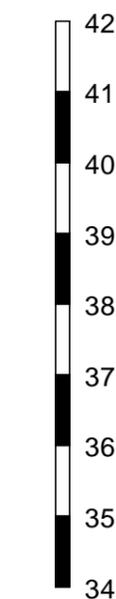
ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info @ ingenieurbuero-reinberg.de



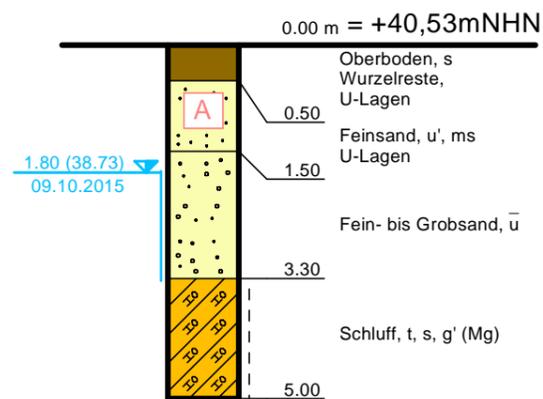
KLEINBOHRUNG:

M. d. H. 1:100

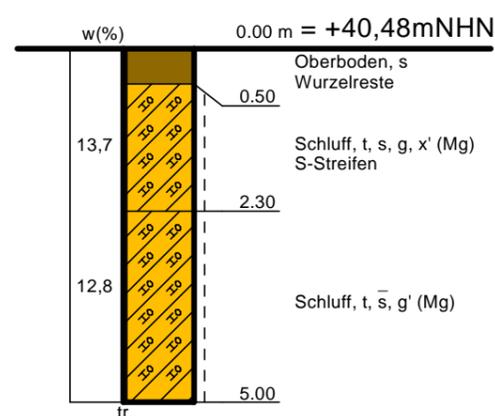
müNHN



15



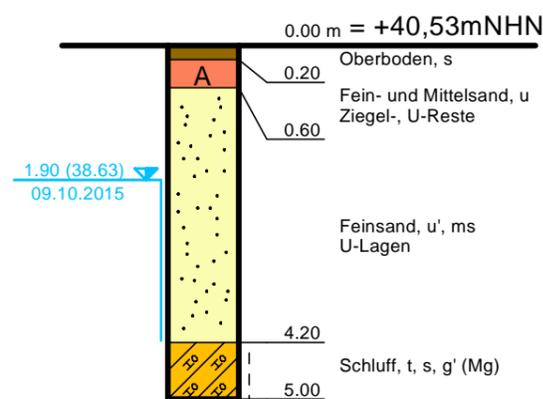
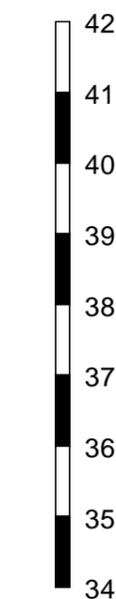
17



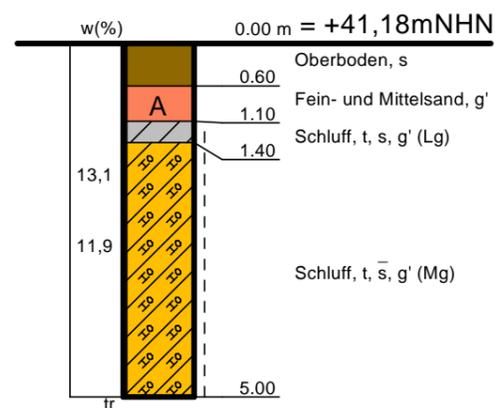
REGENRÜCKHALTE-BECKEN

14

müNHN



16



ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X x	2.45 GW angebohrt
Kies	kiesig G g	30.04.98
Sand	sandig S s	2.45 GW Bohrende
Schluff	schluffig U u	30.04.98
Ton	tonig T t	2.45 GW Ruhe
Torf/Humus	humos H h	30.04.98
Mudde	organisch F o	wasserführend u nass
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g- ' -	
breiig weich steif halbfest geprüßt	§ } =	

BAUVORHABEN:

Stadt Ahrensburg, B-Plan Nr. 97

DARSTELLUNG:

BODENPROFILE UND WASSERGEHALTE

ANLAGE: 4 ZU: B 212115

DATUM: 26.10.2015

gez.:Schu. gepr.: Rg

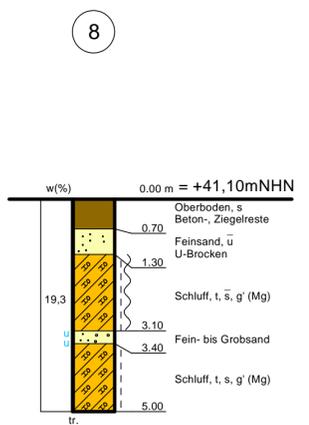
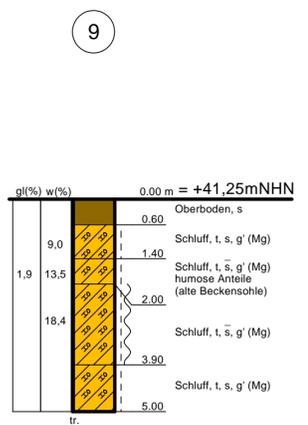
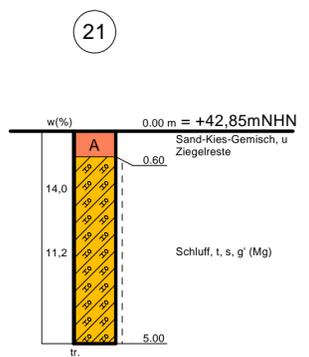
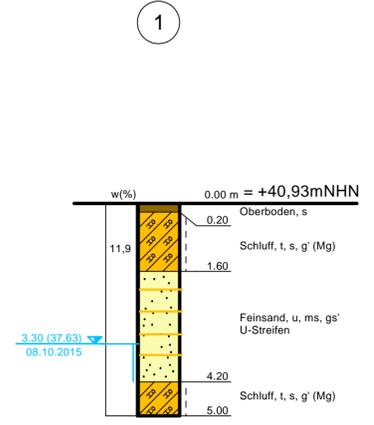
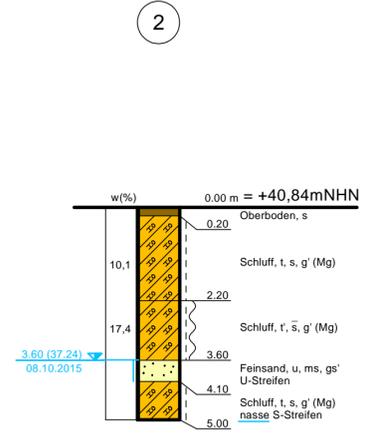
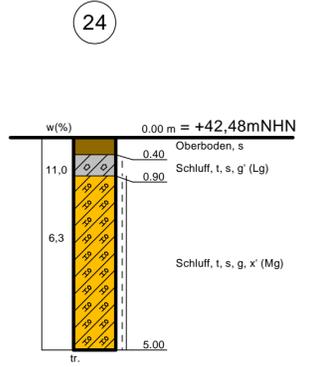
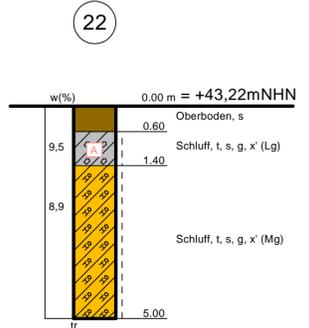
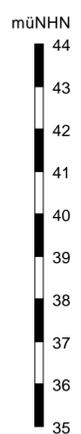
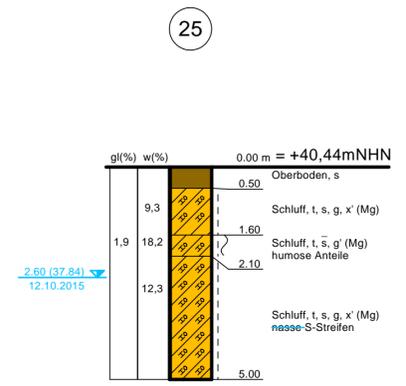
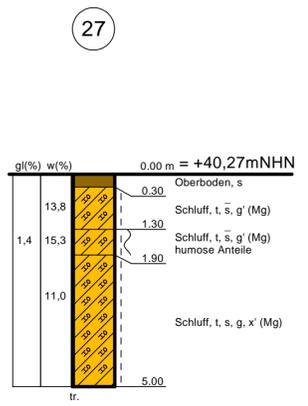
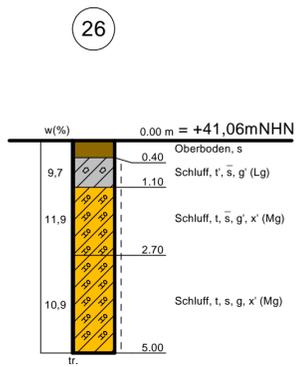
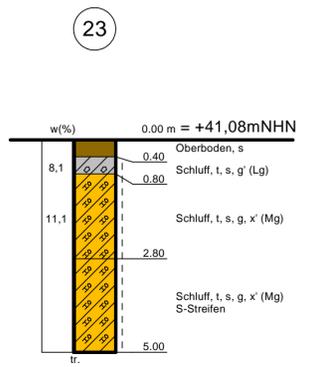
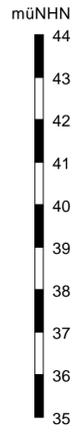
INGENIEURBÜRO REINBERG

GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

Isaac-Newton-Straße 7 23562 Lübeck Tel. 0451/58 08 105 Fax 0451/58 08 106
E-mail: info @ ingenieurbuero-reinberg.de



KLEINBOHRUNG:
M. d. H. 1:100



**KANALBAU UND
LKW-UMFAHRUNG**

ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X x	2,45 GW angebohrt
Kies	kiesig G g	30,04,98 GW Bohrende
Sand	sandig S s	2,45 GW Bohrende
Schluff	schluffig U u	30,04,98 GW Bohrende
Ton	tonig T t	2,45 GW Ruhe
Torf/Humus	humos H h	30,04,98 wasserführend
Mudde	organisch F o	u nass
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g-	
breiig weich steif halbfest	§ § §	
gepreßt	#	

BAUVORHABEN: **Stadt Ahrensburg, B-Plan Nr. 97**

DARSTELLUNG: **BODENPROFILE UND WASSERGEHALTE**

ANLAGE: 5 ZU: B 212115 DATUM: 26.10.2015 gez.: Sch. gepr.: *Rg*

INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info @ ingenieurbuero-reinberg.de



INGENIEURBÜRO REINBERG

GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

23562 LÜBECK TEL 0451-58 08 105 FAX 58 08 106

Bearbeiter: Rg/Rb

Datum: 26.10.2015

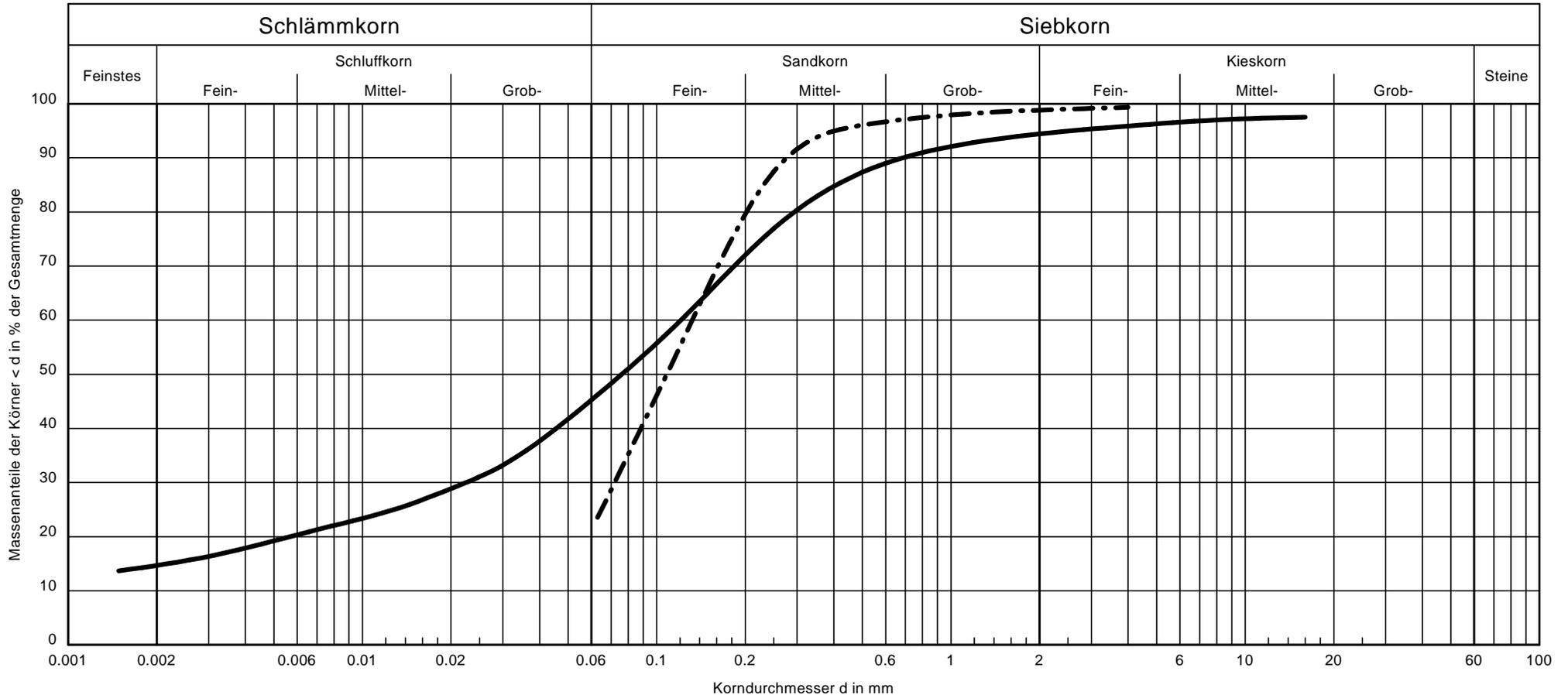


Körnungslinie
Stadt Ahrensburg, B-Plan 97
An der Strusbek

Probe entnommen am: 09.10.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse n. DIN 18123-7
Nasssiebanalyse n. DIN 18123-5

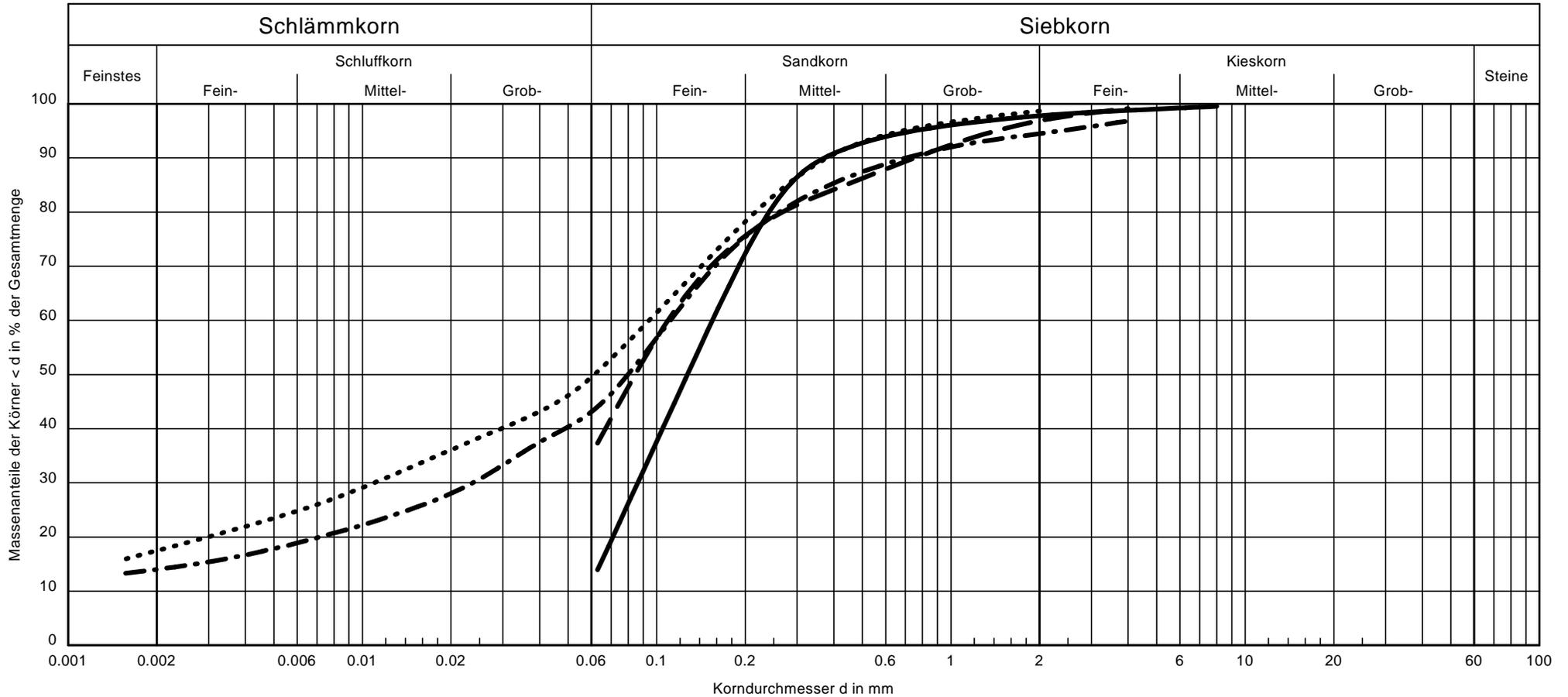


Signatur:			Bemerkungen: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Wohnbebauung</div>	Anlage: 6 zu: B 212115
Bodenart:	Schluff, t, s, g' (Mg)	Feinsand, u, ms		
Bodengruppe:	ST*-TL	SU*		
Frostsicherheit:	F3	F3		
Entnahmestelle/ -tiefe:	3, 4, 5, 6/ 0,2-1,7, 0,2-0,9, 0,25-1,5, 0,25-1,4m	7, 10/ 0,6-1,3, 0,4-1,0m		

INGENIEURBÜRO REINBERG 
 GEOTECHNISCHE KOMPETENZ
 23562 LÜBECK TEL 0451-58 08 105 FAX 58 08 106
 Bearbeiter: Rg/Rb Datum: 26.10.2015

Körnungslinie
 Stadt Ahrensburg, B-Plan 97
 An der Strusbek

Probe entnommen am: 09.10.2015
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse n. DIN 18123-7
 Nasssiebanalyse n. DIN 18123-5

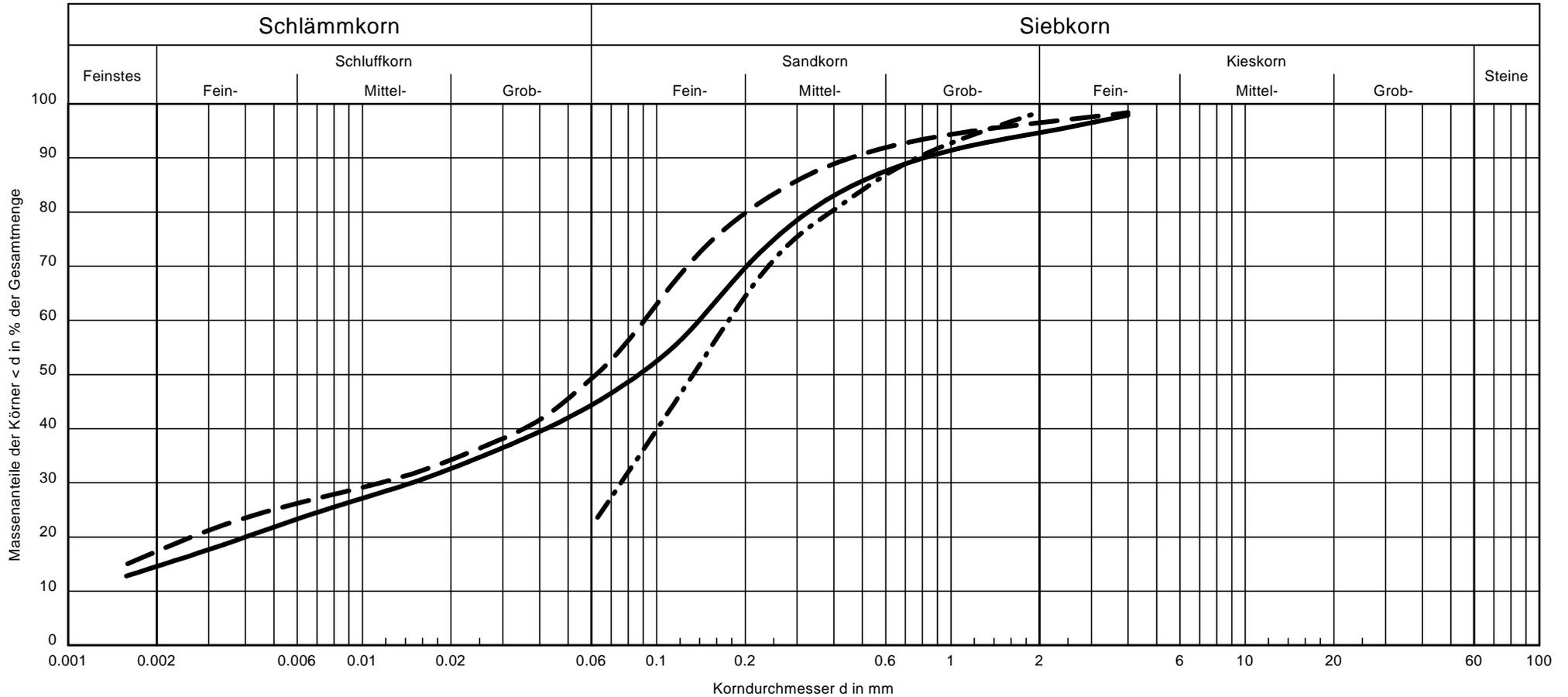


Signatur:					Bemerkungen: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Regenrückhaltebecken</div>	Anlage: 7 zu: B 212115
Bodenart:	Feinsand, u', ms	Fein- bis Grobsand, \bar{u}	Schluff, t, \bar{s} , g' (Mg)	Schluff, t, \bar{s} , g' (Mg)		
Bodengruppe:	SU	SU*	ST*-TL	ST*-TL		
Entnahmestelle/ -tiefe:	14, 15/ 0,6-4,2, 0,5-1,5m	15/ 1,5-3,3m	16/ 1,4-5,0m	17/ 2,3-5,0m		
Durchlässigkeit n. DIN 18130:	10E-6 (durchlässig bis schw. durchlässig)	10E-8 (schw. durchlässig)	<10E-8 (sehr schw. durchlässig)	<10E-8 (sehr schw. durchlässig)		

INGENIEURBÜRO REINBERG 
 GEOTECHNISCHE KOMPETENZ
 23562 LÜBECK TEL 0451-58 08 105 FAX 58 08 106
 Bearbeiter: Rg/Rb Datum: 26.10.2015

Körnungslinie
 Stadt Ahrensburg, B-Plan 97
 An der Strusbek

Probe entnommen am: 08.+12.10.2015
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse n. DIN 18123-7
 Nasssiebanalyse n. DIN 18123-5



Signatur:				Bemerkungen: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Kanalbau und LKW-Umfahrung</div>	Anlage: 8 zu: B 212115
Bodenart:	Schluff, t, \bar{s} , g' (Mg)	Schluff, t, \bar{s} , g' (Mg)	Feinsand, u, ms, gs'		
Bodengruppe:	ST*-TL	ST*-TL	SU*		
Frostsicherheit:	F3	F3	F3		
Entnahmestelle/ -tiefe:	25, 26, 27/ 0,5-1,6, 1,1-2,7, 0,3-1,3m	2, 8, 9/ 2,2-3,6, 1,3-3,1, 2,0-3,9	1, 2/ 1,6-4,2, 3,6-4,1m		