

Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel Neubau eines Wohnquartieres

Baufeld II

Geotechnisches Gutachten

Auftraggeber

Richard Ditting GmbH & Co. KG
Wyker Straße 2-18
24768 Rendsburg

Bearbeiter



Projektnummer

16-1083

Datum

23.09.2016

Anschrift

Steindamm 96 - 20099 Hamburg
Tel.: (0 40) 22 70 00 - 0
eMail: hamburg@igb-ingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 EINLEITUNG	3
2 UNTERLAGEN	4
3 GRUNDLAGEN	5
3.1 Örtliche Situation	5
3.2 Bauwerke	5
3.3 Einstufung des Bauwerks in die geotechnische Kategorie	6
3.4 Erdbebenzonen nach Eurocode 8	6
4 KAMPFMITTELSITUATION	6
5 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	7
5.1 Geologie	7
5.2 Feld- und Laboruntersuchungen	7
5.3 Baugrundaufbau Baufeld II	9
6 GRUNDWASSER	13
6.1 Stau- und Grundwasserverhältnisse	13
6.2 Bemessungswasserstände	13
6.3 Chemische Analytik des Grundwassers	14
7 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE	15
8 BODENKENNWERTE	17
9 GRÜNDUNG	19
9.1 Gründungsempfehlung	19
9.2 Bodenaustausch	20
9.3 Charakteristische Widerstände für Einzel- und Streifenfundamente	21
9.4 Plattengründung	22
9.5 Setzungen	22

10	BAUGRUBE UND WASSERHALTUNG	23
10.1	Baugrube	23
10.2	Rückverankerung Verbau	23
10.3	Trockenhaltung Baugrube	24
10.4	Einleitung von Baugrubenwasser	25
11	TROCKENHALTUNG BAUWERK	26
12	ERGÄNZENDE HINWEISE	27
13	ZUSAMMENFASSUNG	28

1 EINLEITUNG

Die Richard Ditting GmbH & Co. KG (Ditting), Rendsburg plant im Hamburger Bezirk Wandsbek, Stadtteil Hummelsbüttel den Bau des Wohnquartiers Rehagen. Auf einer Fläche von ca. 5,9 ha sind an der Straße Rehagen bzw. Kishorst der Neubau von rd. 300 bis 400 Wohnungen vorgesehen. Nach Willen des Hamburger Senats sollen nach Fertigstellung ein Teil der Wohnungen für einen Zeitraum von 15 Jahren ausschließlich für die Unterbringung von Flüchtlingen genutzt werden. Nach Ablauf der 15 Jahre werden die Wohnungen dem allgemeinen Wohnungsmarkt zur Verfügung gestellt.

Das Entwicklungskonzept sieht die Bebauung von vier Baufeldern mit jeweils zwei Gebäuden vor. Die einzelnen Gebäude haben dabei vier bis fünf aufgehende Geschosse und sind zum Teil unterkellert. Im südwestlichen Bereich des Baufelds ist derzeit ein Sozialgebäude in Form einer Kindertagesstätte (Kita) vorgesehen.

Das Büro IGB Ingenieurgesellschaft mbH (IGB), Hamburg wurde mit dem Ingenieurvertrag vom 19.08.2016 von der Firma Ditting mit der Durchführung von Baugrunderkundungen, der Erstellung von Geotechnischen Gutachten sowie orientierenden Schadstofferkundungen bzw. Schadstoffhaupteerkundungen der Aushubböden beauftragt.

Es wird für jedes der vier Baufelder ein eigenständiges Geotechnische Gutachten erstellt, wobei die Ergebnisse der Feld- und Laborversuche der benachbarten Baufelder bei der Angabe der charakteristischen Bodenkennwerte sowie der Gründungsempfehlung berücksichtigt werden. In dem vorliegenden Bericht wird die Beschreibung und Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie die Gründungsempfehlung für den Gebäudekomplex auf dem Baufeld II erarbeitet. Die Ergebnisse der Schadstoffhaupteerkundung für das Baufeld II werden in einem gesonderten Bericht erarbeitet und dokumentiert.

2 UNTERLAGEN

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Reinhard Wolter Baugrund- und Altlastenuntersuchungen, Rusch

- [1] Lageplan, Aufmaß, Schichtenverzeichnisse vom 15., 16. und 25.08.2016

Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Inneres und Sport, Feuerwehr, Gefahrenerkennung Kampfmittelverdacht (GEVK), Hamburg

- [2] Prüfung des Kampfmittelbelastungskatasters, Prüfung der Flurstücke 3182,4525 und 4526, belegen Kishorst (GZ: BIS/F046-15/08202_1) vom 12.10.2015

Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie - Geologisches Landesamt, Hamburg

- [3] Grundwassergleichenplan Hamburg, Stand: 25.11.2015
[4] Altaufschlüsse 6846 D251 (1972) sowie C150 (1972) und C153 (1972)
[5] Versickerungspotentialkarte Hamburg, Stand: 02.2013

Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Hamburg

- [6] Bescheinigung über Eintragungen in das Baulastenverzeichnis vom 05.02.2016

Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg

- [7] Prüfbericht-Nr.: 2016P512502/ 1 vom 24.08.2016 (Wasserprobe)

Hanack und Partner, Hamburg

- [8] Rehagen, Lage- und Höhenplan, Bestandsaufnahme vom 08.08.2016
[9] Rehagen, Grobabsteckung Baublock, Baufeld – Vermessungsprotokoll vom 08.08.2016

HIG Hamburger Immobilienentwicklungsgesellschaft mbH, Hamburg

- [10] Rehagen, Bebauungskonzeptplan Variante 2 vom 15.07.2016

3 GRUNDLAGEN

3.1 Örtliche Situation

Auf einer Fläche von ca. 59.000 m² (Flurstücke 3182, 4525 und 4526) in Hamburg-Hummelsbüttel ist der Neubau eines Wohnquartieres geplant. Nach dem derzeitigen Planungsstand [10] soll nur der östliche Teilbereich auf einer Fläche von rd. 44.000 m² im Auftrag der HIG Hamburger Immobilienentwicklungsgesellschaft mbH, Hamburg bebaut werden.

Begrenzt wird das Baugrundstück im Süden durch die Straße Kishorst. Im Osten verläuft ein Geh- bzw. Wanderweg mit dahinterliegender Wohnbebauung. Nordwestlich grenzt ein Sportkomplex an. Im Norden und Westen befinden sich landwirtschaftliche Nutzflächen, vgl. Anlage 1.1.

Das Geländeniveau der Baufläche liegt zwischen +23,3 m NHN und +25,0 m NHN und ist verhältnismäßig eben ist. Derzeit wird die Fläche als Pferdekoppel genutzt. Auf dem Bau-feld II beträgt das Geländeniveau im Mittel ca. +24,5 m NHN.

Gemäß der Planung soll die Fläche für das geplante Wohnquartier in fünf Baufelder unterteilt werden. Die Erschließung ist über den südlich verlaufenden Poppenbütteler Weg vorgesehen. Die Erschließungsstraße soll dabei vom Poppenbütteler Weg über den östlichen Teil des Flurstücks 168 und der Straße Kishorst ins Wohnquartier verlaufen.

3.2 Bauwerke

Auf den vier Baufeldern I, II, IV und V sollen jeweils zwei L-förmige Gebäude mit bis zu fünf aufgehenden Geschossen entstehen. Die L-förmigen Gebäude bilden je Bau-feld einen Innenhof. Auf den Baufeldern II, IV und V ist zusätzlich die Ausführung vollflächiger Untergeschosse, die hauptsächlich als Tiefgaragen genutzt werden sollen, geplant. Das Bau-feld I soll nicht unterkellert werden. Auf dem Bau-feld III ist eine Kita mit einer Grund-fläche von rd. 900 m² geplant. Wir gehen derzeit davon aus, dass hier kein Untergeschoss zur Ausführung kommt.

In diesem Gutachten wird das Bau-feld II mit einer zu bebauende Fläche von rd. 3.100 m² betrachtet. Nach derzeitigem Planungsstand ist hier die Ausführung eines Untergeschosses vorgesehen.

Grundrisse und Schnitte von den geplanten Neubauten lagen uns zum Zeitpunkt der Gutachtenbearbeitung nicht vor.

3.3 Einstufung des Bauwerks in die geotechnische Kategorie

Hinsichtlich des Grundbaus ist der geplante Neubau nach DIN 1054¹, A 2.1.2.3, A (19c) als „übliche Hoch- und Ingenieurbauten auf Einzelfundamenten, Streifenfundamenten, Gründungsplatten oder Pfahlgründungen“ in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Die Kategorie GK 2 umfasst Baumaßnahmen mit mittleren Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

Bauwerke der Geotechnischen Kategorie GK 2 erfordern eine ingenieurmäßige Bearbeitung.

3.4 Erdbebenzonen nach Eurocode 8

Gemäß der Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen nach DIN EN 1998-1/NA² unter Zugrundelegung der Koordinaten der jeweiligen Ortsmitten gehört Hamburg zu keiner Erdbebenzone und zu keiner Untergrundklasse.

4 KAMPFMITTELSITUATION

Für das gesamte Baugelände des geplanten Wohnquartiers liegt ein Kampfmittelbescheid der Behörde für Inneres und Sport, Feuerwehr, Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEVK) der Stadt Hamburg vor, vgl. [2]. Gemäß § 1, Abs. 4 der Kampfmittelverordnung (KampfmittelVO) besteht im südlichen Bereich – Flurstück 4526 – der gesamten Baufläche des Wohnquartiers kein Hinweis auf Bombenblindgänger oder vergrabene Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg, vgl. Anlage 1.3. Es handelt sich um Flächen, die nach der Fernerkundung/Luftbilddauswertung freigegeben werden konnten. Nach heutigem Kenntnisstand sind auf den auf der Anlage 1.3 grün markierten Fläche keine weiteren Maßnahmen notwendig.

¹ DIN 1054:2010-12

Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

² DIN EN 1998-1/NA:2011-01

Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau

Im nördlichen Bereich der Baufläche und südlich der Straße Kishorst – Flurstücke 4525, 2182 und 168 – liegen nach der GEKV noch keine Informationen über die Kampfmittelbelastung vor, vgl. Anlage 1.3. Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde dies berücksichtigt, siehe Abschnitt 5.2.

5 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

5.1 Geologie

Die Baufläche liegt aus geologischer Sicht in einer Grundmoränenlandschaft, die durch die Saale-Kaltzeit geprägt ist. Der Untergrund besteht aus Sedimentgestein, das durch Wasser, Eis oder Wind transportiert und meist geschichtet abgelagert wurde. Bei den Ablagerungen handelt es sich überwiegend um Sand, Schluff, Ton und Geschiebeböden.

Bereichsweise wird die Grundmoräne von pleistozäne Fluss- und Verschwemmungsablagerungen überlagert.

5.2 Feld- und Laboruntersuchungen

Vor Festlegung des Untersuchungsprogramms wurde zunächst eine Recherche nach vorhandenen Altaufschlüssen betrieben. Auf der Basis der vorhandenen Altaufschlüsse erfolgte die Planung der ergänzend im Bereich aller Bauwerke erforderlichen Felduntersuchungen bestehend aus:

- 42 Stück Kleinrammbohrungen gemäß DIN EN ISO 22475-1³
- 4 Stück Sondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN EN ISO 22476-2⁴
- 1 Stück Ausbau von Kleinrammbohrung zum Rammfilterbrunnen

Weiterhin liegen gemäß den Angaben der Behörde für Umwelt und Energie [4] drei Altaufschlüsse im Bereich des Wohnquartiers bzw. der Erschließungsstraße vor, die zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Wohnquartier herangezogen wurden.

³ DIN EN ISO 22475-1:2007-01 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung

⁴ DIN EN ISO 22476-2:2012-03 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen

Die Lage aller Aufschlüsse im Bereich des geplanten Wohnquartiers und der Erschließungsstraße sind dem Lageplan auf der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Die Ansatzhöhen wurden zwischen rd. +23,3 m NHN und +25,0 m NHN, im Mittel rd. +24,5 m NHN eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente ein Eisenbolzen der im Rahmen der Grobabsteckung durch den Vermesser Hanack und Partner im Bereich des Poppenbütteler Wegs auf + 24,79 m NHN gesetzt wurde, vgl. [9].

Die Baugrunduntersuchungen wurden im August 2016 im Auftrage der IGB durch das Bohrunternehmen Reinhard Wolter Baugrund- und Altlastenuntersuchungen, Rusch ausgeführt. Die Bohr- und Sondierarbeiten wurden vor Ort durch einen Mitarbeiter der IGB stichprobenartig überwacht.

Aufgrund des Kampfmittelbescheids des GEVK wurden die Aufschlussarbeiten bereichsweise gemäß der Technische Anweisungen Kampfmittelräumdienst Hamburg (TA – KRD)⁵ durch das Unternehmen Kampfmittelfrei-Kampfmittelsondierungsgesellschaft mbH, Neumünster begleitet, das nach der KampfmittelVO § 10 (2) in Hamburg gelistet ist. Auf dem Baufeld II war keine Kampfmittelbegleitung der Baugrundaufschlüsse erforderlich.

Für die Entnahme einer Wasserprobe wurde ein Rammfilterbrunnen auf dem Baufeld II hergestellt.

Ergänzt wurden die Felduntersuchungen durch eine bodenmechanische Ansprache zum Zwecke der einheitlichen Benennung und Beschreibung durch einen unserer Mitarbeiter sowie durch folgende bodenmechanische Laborversuche für die fünf Baufelder des Wohnquartiers und der Erschließungsstraße.

- 13 Stück Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123⁶
- 51 Stück Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1⁷

⁵ Technische Anweisungen Kampfmittelräumdienst Hamburg (TA – KRD Hamburg 2013) für die Sondierung und/oder Freilegung von Kampfmitteln/ Verdachtsobjekten auf dem Staatsgebiet der Freien und Hansestadt Hamburg

⁶ DIN 18123:2011-04 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung

⁷ DIN EN ISO 17892-1:2015-03 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 2: Bestimmung durch Schnellverfahren

- 3 Stück Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128⁸
- 2 Stück Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18129⁹

Die Ergebnisse aller durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche an Bodenproben aus der Baufäche sind aufgrund der vergleichbaren Baugrundverhältnisse in Abschnitt 7 zusammengefasst.

5.3 Baugrundaufbau Baufeld II

Im Bereich des Baufelds II wurden von den unter Abschnitt 5.2 genannten Aufschlüssen

- 9 Stück Kleinrammbohrungen bis in Tiefen zwischen 6,6 m und 12 m unter Geländeoberkante (GOK)
- 2 Stück schwere Rammsondierung bis in eine Tiefe von 10 m unter GOK
- 1 Stück Ausbau einer Kleinrammbohrung zum Rammfilterbrunnen

am 15.08. und 16.08.2016 sowie am 25.08.2016 ausgeführt.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen auf dem Baufeld II sind in der Anlage 2 in Form von Bohrprofilen höhengerecht dargestellt. Den Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [1] zugrunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben sowie anhand der Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche überarbeitet und ergänzt wurden.

Die Kleinrammbohrungen KRB II/3, KRB II/6 bzw. KRB II/6a und KRB II/7 mussten aufgrund von Hindernissen bzw. fehlendem Bohrfortschritt in Tiefen zwischen rd. 6,6 m und 10,1 m unter GOK abgebrochen werden. Aufgrund der homogenen Bodenschichtung im Baufeld II ist jedoch eine ausreichende Erkundungstiefe erreicht.

⁸ DIN 18128:2002-12 Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes

⁹ DIN 18129:2011-07 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Kalkgehaltsbestimmung

Es wurde generell folgender Schichtaufbau erkundet:

- Sandiger Mutterboden
- Bindige Geschiebeböden (Geschiebelehm und -mergel)
- Pleistozäne Sande
- Schluff
- Ton
- Torf

Die Bodenschichten werden im Folgenden näher erläutert.

Sandiger Mutterboden

Bei dem Mutterboden handelt es sich größtenteils um Sande unterschiedlicher Kornfraktionen mit schluffigen und humosen Beimengungen.

Die Basis des sandigen Mutterbodens liegt zwischen rd. 0,3 m und 0,4 m unter GOK. Das heißt bezogen auf Normalhöhennull liegt die Unterkante der aufgefüllten Böden zwischen rd. +23,8 m NHN und +24,7 m NHN.

Geschiebelehm bzw. -mergel

Unterhalb der sandigen Mutterböden bzw. der oberflächennahen Sande folgen bei den Aufschlüssen KRB II/2, KRB II/3 sowie KRB II/5 bis KRB II/9 ab Tiefen zwischen 0,3 m und 8,0 m unter GOK bindige Geschiebeböden. Das entspricht bezogen Normalhöhennull eine Höhenniveau von rd. +24,4 m NHN bis +16,4 m NHN. Bei den Geschiebeböden handelt es sich überwiegend um Geschiebelehm über Geschiebemergel.

Bei den Aufschlüssen KRB II/3, KRB II/5, KRB II/6 und KRB II/9 ist in dem Geschiebelehm in Tiefen zwischen 1,2 m bis 3,9 m unter GOK (ca. +20,9 m NHN bis +23,0 m NHN) eine 0,7 m bis 3,3 m mächtige Sandschicht eingelagert.

Der Geschiebemergel wurde bei den Aufschlüssen KRB II/2, KRB II/3, KRB II/5 bis KRB II/7 sowie KRB II/9 bis zu den Endteufen zwischen 8,5 m und 12,0 m unter GOK nicht durchörtert.

Die Geschiebeböden wurden im Zuge der Baugrunderkundung sowie der Bodenansprache als sandige Schluffe mit tonigen und kiesigen Beimengungen angesprochen. Die Bodeneigenschaften werden dabei durch die bindigen Anteile geprägt, vgl. Abschnitt 7.

Die Konsistenz des Geschiebelehms wurde als weich bis steif angesprochen. Der tieferliegende Geschiebemergel wies bei der Baugrunderkundung eine überwiegend steife, teilweise halbfeste Konsistenz auf.

Durch die Eisauflast der letzten Eiszeit können die Geschiebeböden als vorbelastet (vorkonsolidiert) angesehen werden. Die Geschiebeböden weisen eine verhältnismäßig geringe Durchlässigkeit auf.

Aufgrund seiner erfahrungsgemäß oft geringen Plastizität sind die bindigen Geschiebeböden empfindlich gegenüber Wassereinflüssen und mechanischer Beanspruchung. Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass bei der Ausführung von Kleinrammbohrungen der Boden einem dynamischen Einfluss unterliegt. Insbesondere gemischtkörniger Boden neigt bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung dazu aufzuweichen. Deshalb kann insbesondere im Bereich von Schichtenwassereinfluss der Geschiebeböden in situ eine in Hinblick auf die Tragfähigkeit bessere Konsistenz aufweisen, als in den Bodenprofilen dargestellt.

Es wird weiterhin darauf hingewiesen, dass aufgrund der Genese des Geschiebebodens in oder auf diesen Schichten das Antreffen von Hindernissen in Form von Steinen, Blöcken oder Findlingen nicht ausgeschlossen werden kann. Zudem können in Geschiebeböden erfahrungsgemäß Sandstreifen eingeschaltet sein, die die Wasserdichtigkeit der Schicht beeinflussen können.

Pleistozäne Sande

In die bindigen Geschiebeböden eingelagert bzw. unterhalb der Geschiebeböden folgen mittelsandige Feinsande bis feinsandige Mittelsande mit vereinzelt schluffigen und kiesigen Beimengungen. Örtlich wurden mittelsandige Grobsande erkundet.

Die Sande wurden bei den Aufschlüssen KRB II/1 und KRB II/8 bis zu der Endteufen 12 m unter GOK nicht durchörtert.

Zur Ermittlung der Lagerungsdichten der nicht bindigen Böden wurden auf dem Baufeld II zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde niedergebracht. Die Ergebnisse sind

in Form von tiefenabhängigen Schlagzahldiagrammen auf der Anlage 2 dargestellt. Unterhalb einer Vorschachtungstiefe von rd. 1,5 m unter GOK wurden Schlagzahlen von $N_{10} \geq 5$ im Bereich der erbohrten Sande gemessen. In Anlehnung an die Korrelation für eng gestufte Sande der DIN 4094-3¹⁰ sind die hier im Baugrund anstehenden Sande mindestens mitteldicht gelagert, bereichsweise dicht.

Schluff

Bei den Aufschlüssen KRB II/1 und KRB II/4 sind in die gewachsenen Sande Schluffe eingelagert. Die Mächtigkeit der Schluffeinlagerungen betrugen bis zu 1,3 m bzw. 2,9 m. Der Aufschluss KRB II/4 wies ab einer Tiefe von rd. 10,2 m bis zu der Endteufe von 12 m unter GOK eine Schluffschicht auf.

Die Schluffe wurden bei der Baugrunderkundung als toniger Schluff mit geringen feinsandigen Beimengungen angesprochen. Die Konsistenz war überwiegend weich.

Ton

Mit den Baugrundaufschlüssen KRB II/1 und KRB II/4 wurden anstelle der oben beschriebenen Geschiebeböden in den gewachsenen Sanden eine Tonschicht mit Mächtigkeiten zwischen rd. 0,5 m (KRB II/4) und 2,9 m (KRB II/1) erkundet. Die Oberkante des Tons wurde in einer Tiefe von rd. 1,5 m (KRB II/1) bzw. 5,3 m unter Gelände (KRB II/4) erbohrt.

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde der Ton als schluffige Tone mit geringen feinsandigen, teilweise auch mittelsandigen Beimengungen angesprochen. Die Konsistenzen reichen von weich bis steif.

Torf

Bei dem Aufschluss KRB II/7 wurde in einer Tiefe von etwa 7,7 m unter GOK (rd. +16,7 m NHN) eine ca. 0,3 m mächtige Torfschicht unmittelbar im Übergangsbereich von den gewachsenen Sanden zu dem Geschiebemergel angetroffen.

¹⁰ DIN 4094-3:2002-01 Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 3: Rammsondierungen

6 GRUNDWASSER

6.1 Stau- und Grundwasserverhältnisse

Beim Niederbringen der Kleinrammbohrungen auf dem Baufeld II am 15.08.2016 und 16.08.2016 wurden während der Felduntersuchungen Stau- und Grundwasser in Tiefen zwischen rd. 0,9 m und 10,1 m unter GOK, d. h. zwischen +16,9 m NHN und +24,0 m NHN angebohrt. Die angebohrten Grundwasserstände sind neben den Bohrprofilen in der Anlage 2 aufgetragen. Endwasserstände wurden zwischen +13,8 m NHN und +19,3 m NHN gemessen. Das entspricht Tiefen von 1,1 m bis 6,0 m unter GOK.

Aufgrund der bindigen Böden handelt es sich insbesondere bei den oberflächennahen Wasserständen um Stau- und Schichtenwasser, das sich lokal aufstaut bzw. ansteht.

Nach der Hamburger Grundwassergleichenkarte [3] hat der maximale Grundwasserspiegel in dem betrachteten Gebiet eine Höhenlage zwischen +14 m NHN und +16 m NHN.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass es sich bei den während der Bohrarbeiten geloteten Messwerten nicht um einen ausgepegelten Wasserstand handelt, sodass diese von Grundwasserständen aus ausgebauten Grundwassermessstellen abweichen können.

6.2 Bemessungswasserstände

Unter Berücksichtigung der erkundeten Grundwasserstände ist als Bemessungsgrundwasserstand für den Endzustand (BS-P) eine Höhe von +20,0 m NHN in Ansatz zu bringen. Bei einem Geländeniveau von rd. +24,5 m NHN entspricht dies einem Flurabstand von ca. 4,5 m. Für den Bauzustand (BS-T) ist aufgrund der gemessenen Wasserstände ein Bemessungswasserstand von +19,5 m NHN anzusetzen.

Es ist davon auszugehen, dass Niederschlagswasser bauzeitlich innerhalb der Baugrube anfällt/aufstaut und seitlich der Baugrube zulaufen kann. Ein Versickern des Wassers, auch nach Aushub der Baugrube, ist aufgrund der erkundeten Bodenschichtung größtenteils nicht möglich. Als Bemessungsstauwasserstand für die ständige Bemessungssituation (BS-P) nach DIN EN 1997-1 kann ein Wasserstand bei + 22,5 m NHN in Ansatz gebracht werden, wenn die Baugrubensohle teilweise in den gewachsenen Sanden liegt,

unter der Gründungssohle eine vollflächige Filterschicht mit durchlässigen Material eingebaut und der Baugrubenringraum mit durchlässigen Material verfüllt wird. Anderenfalls ist ein maximaler Stauwasserstand in Höhe der Geländeoberkante zu berücksichtigen.

6.3 Chemische Analytik des Grundwassers

Aus dem Rammfilterbrunnen KRB II/4 (RFB) im Baufeld II wurden am 24.08.2016 Wasserproben durch einen akkreditierten Probenehmer des Labors GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg entnommen und in dem chemischen Labor analysiert.

Die entnommenen Wasserproben wurde auf betonaggressive Inhaltsstoffe untersucht. Außerdem wurden in Hinblick auf eine ggf. erforderliche bauzeitliche Wasserhaltung die Parameter zur Einleitung in ein Regenwassersiel oder Oberflächengewässer analysiert. Die Ergebnisse der chemischen Analysen liegen als Prüfbericht [7] in der Anlage 4 bei.

Die untersuchte Wasserprobe aus dem Stau- bzw. Schichtenwasserhorizont oberhalb der bindigen Böden ist nach DIN 4030-1¹¹ als mäßig Beton angreifend zu einzustufen.

Eine Einleitung des Baugrubenwassers in das Regenwassersiel ist ohne vorherige Aufreinigung voraussichtlich nicht möglich. Die nachfolgenden Parameter der analysierten Probe übersteigen die Richtwerte zur Einleitung in ein Regenwassersiel: Eisen (gesamt), Eisen (II), Blei, Nickel, Zink und Kupfer.

Die Grenzwerte zur Einleitung in ein Schmutz- oder Mischwassersiel werden bis auf der Eisen(II)-Gehalten eingehalten.

¹¹ DIN 4030-1:2008-06 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte

7 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Von den während der Aufschlussarbeiten aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen gestörten Bodenproben wurden repräsentative Proben ausgewählt und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht, vgl. Abschnitt 5.2.

Eine Zusammenstellung aller durchgeführten Laborversuche an den Bodenproben aus der gesamten Baufläche kann der Anlage 3.1 entnommen werden. Aufgrund der vergleichbaren Baugrundsichtungen in allen fünf Baufeldern sowie im Bereich der Erschließungsstraße werden im Folgenden alle Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen zusammenfassend beschrieben, sodass sich eine repräsentative Aussage über die einzelnen Bodenschichten ergibt.

Korngrößenverteilung

Zur Bestimmung der Kornanteile in den anstehenden Böden wurden Versuche gemäß DIN 18123 durchgeführt. Steine wurden - sofern vorhanden - vor dem Sieben herausgenommen, so dass sie in der Körnungslinie nicht vorkommen. In der Anlage 3.2 sind die Ergebnisse der durchgeführten Korngrößenanalysen tabellarisch und grafisch nach Baufeldern getrennt zusammengefasst.

Insgesamt wurden Untersuchungen zur Korngrößenverteilung an vier repräsentativen Sandproben, an einer Geschiebelehmprobe sowie jeweils drei Proben aus dem Geschiebemergel, Schluffen und den Tonen vorgenommen.

Kornanalytisch sind die gewachsenen Sande als feinsandige Mittelsande bis Fein- bzw. Mittelsande mit unterschiedlichen Grobsandanteilen anzusprechen. Mit Ungleichförmigkeitszahlen von $U = 2,1$ bis $3,0$ sind die vorgenannten Sande gemäß DIN 18196¹² eng gestuft.

Vereinzelte wurden beim Niederbringen der Sondierbohrungen Grobsande angesprochen. Eine durchgeführte Kornanalyse ergab, dass es sich hierbei um mittesandige Grobsande mit geringen feinsandigen und kiesigen Beimengungen handelt. Mit einer Ungleichförmigkeitszahl von $U = 6,9$ und einer Krümmungszahl von $C_c = 1,5$ sind die Grobsande weit gestuft.

¹² DIN 18196:2011-05 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

Gemäß der Korrelation nach *Beyer* für Sande mit einer Ungleichförmigkeitszahl von $U = 1$ bis 20 und Schlämmkorngehalten unter 10 Massen-% weisen die untersuchten Sandproben eine Bandbreite der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-5}$ m/s auf.

Der Geschiebelehm und der Geschiebemergel sind kornanalytisch als schwach toniger bis toniger, schluffiger bis stark schluffiger Sand mit z. T. geringen Kiesanteilen einzustufen. Der Geschiebelehm und der Geschiebemergel sind bei den festgestellten Ton- und Schluffanteilen durch die bindigen Eigenschaften geprägt. Dies ist bei der Darstellung in den Bodenprofilen gemäß DIN EN ISO 14688-1¹³ berücksichtigt, sodass die bindigen Geschiebeböden als stark sandiger Schluff mit tonigen und geringen kiesigen Beimengungen angesprochen wird.

Bei den untersuchten Schluffproben handelt es sich kornanalytisch um tonig, feinsandige Schluffe. Die Massenanteile der tonigen und feinsandigen Beimengungen sind dabei leicht schwankend.

Gemäß den Ergebnissen der Korngrößenanalyse handelt es sich bei den untersuchten Tonproben um schluffige Tone mit geringen fein- und mittelsandigen Beimengungen.

Wassergehalte

Die Wassergehalte wurden im bodenmechanischen Labor an bindigen Bodenproben bestimmt. Beim angetroffenen Geschiebelehm liegt der Wassergehalt w zwischen 14,7 % bis 20,9 %. Im Mittel betrug der Wassergehalt der Geschiebelehmproben 16,9 %.

Die ermittelten Wassergehalte an den Geschiebemergelproben weisen Werte von 7,1 % bis 12,4 % auf. Im Mittel betrug der Wassergehalt 10,6 %.

Grundsätzlich werden die angesprochenen Konsistenzen der Geschiebeböden durch die ermittelten Wassergehalte bestätigt. Generell besitzen Geschiebeböden mit höheren Wassergehalte eine weichere Konsistenz.

Die gemessenen Wassergehalte an den Schluffproben wurden mit Werten von 17,8 % bis 26,4 % gemessen. Im Mittel lag der Wassergehalt bei den Schluffproben bei 22,6 %.

¹³ DIN EN ISO 14688-1:2013-12 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung

Die untersuchten Tonproben wiesen Wassergehalte von 20,3 % bis 35,9 % auf. Der gemittelte Wert des Wassergehalts beträgt 31,3 %.

Glühverlust

Bei der Bodenansprache wurden organische Bestandteile nur in den oberflächennahen Mutterböden festgestellt. Die gewachsenen Böden wiesen abgesehen von den Tonen bei der Bodenansprache keine erkennbaren organischen Bestandteile auf.

Die Ermittlung des Glühverlustes an den Tonproben ergaben Werte von $V_{gl} = 8,2 \%$ und $10,7 \%$.

Kalkgehalt

Bei den Bodenuntersuchungen wurde kalkfreier Geschiebelehm und kalkhaltiger Geschiebemergel großräumiger erkundet. An einer Schluffprobe wurde ein Kalkgehalt V_{Ca} von 15,3 % ermittelt. Die untersuchte Tonprobe wies einen Kalkgehalt V_{Ca} von 11,2 % auf.

8 BODENKENNWERTE

Auf Grundlage der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse, den Ergebnissen der Laborversuche, sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden, können für erdstatische Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1¹⁴ und DIN 1054¹⁵ die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen für das Baufeld II in Ansatz gebracht werden.

Bei den hier angegebenen charakteristischen Werten handelt es sich gemäß der DIN EN 1997-1 um vorsichtige Schätzung der Bodenkennwerte im Grenzzustand.

¹⁴ DIN EN 1997-1:2009-09 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln

¹⁵ DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

Tabelle 1 Charakteristische Werte der Bodenkenngrößen

Bodenart	Boden- gruppe gemäß DIN 18196 ¹⁶	Wichte		Scherfestigkeit			Steife- modul $E_{s,k}$ MN/m ²
		feucht γ_k kN/m ³	unter Auftrieb γ'_k kN/m ³	Reibungs- winkel ϕ'_k °	Kohäsion c'_k kN/m ²	Kohäsion undränniert $c_{u,k}$ kN/m ²	
Mutterboden (sandig)	Mu [HN, OH, SE, SU, SW]	18	10	27,5	0	0	5
Geschiebelehm weich	SU*, ST*, TL bis TA	21	11	25	5	7,5	10
Geschiebelehm weich bis steif und steif	SU*, ST*, TL bis TA	21	11	27,5	7,5	15	40
Geschiebemergel mind. steif	SU*, ST*, TL bis TA	21	11	30	10	30	60
Sand mind. mitteldicht	SE, SW, SU, SU*	19	11	32,5	0	0	60
Ton, organisch weich bis steif	TL bis TA; OT	16	6	17,5	5	10	2
Schluff weich	UL bis TA	20	10	25	2,5	10	20
Torf	H	12	2	15	0	0	1

¹⁶ DIN 18196:2011-05 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

9 GRÜNDUNG

9.1 Gründungsempfehlung

Nach dem derzeitigen Planungsstand wird der Gebäudekomplex auf dem Baufeld II mit einem Untergeschoss hergestellt. Bei der Ausführung eines Untergeschosses ist generell eine frostfreie Gründung, in Hamburg bei etwa 1 m unter GOK, gewährleistet.

Die Gründungsebene liegt bei Annahme eines Untergeschosses auf einem Höhenniveau von etwa +20,5 m NHN (rd. 4 m unter GOK). Gemäß den durchgeführten Baugrunduntersuchungen lagern in der Gründungsebene überwiegend steifer Geschiebemergel und mitteldicht gelagerte Sande.

Die Mutterböden an der Geländeoberfläche, die lokal anstehenden Tone sowie der weiche Geschiebelehm haben keinen Einfluss auf die Gründung, da sie nach derzeitigem Planungsstand überwiegend im Aushubbereich liegen.

Die vorgenannten Baugrundsichten in Höhe der Gründungssohle sind grundsätzlich zum Lastabtrag geeignet. Die mindestens steifen Geschiebemergel und die mindestens mitteldicht gelagerten Sande sind gut tragfähig. Lokal können weicher Geschiebelehm, Ton oder humose Sande in Tiefe der Gründungsebene lagern, die nur eine geringe Tragfähigkeit aufweisen.

Aufgrund der teilweisen heterogenen Baugrundverhältnisse in Tiefe der geplanten Gründungsebene sowie den lokal in tieferen Lagen anstehenden weichen Schluffschichten sind Setzungen und Setzungsdifferenzen nicht auszuschließen, die generell Schäden am Bauwerk verursachen können.

Es wird empfohlen die ggf. gering tragfähigen Böden in Form von weichen Geschiebeböden und organischen Ton auszuheben und durch tragfähige Böden gemäß Abschnitt 9.2 auszutauschen.

Eine Sohlabnahme durch einen Sachverständigen für Geotechnik wird empfohlen.

Generell ist zur Vergleichmäßigung der Gründungsebene die Herstellung einer Ausgleichsschicht (Bodenaustausch) von 0,3 m unter Gründungsebene zu empfehlen. Gewachsene Sande können ggf. in der Gründungsebene verbleiben, wenn sie mindestens

in einer Schichtstärke von 0,3 m anstehen und von steifem Geschiebelehm/-mergel unterlagert werden. Die in Gründungsebene verbleibenden Sande sind nachzuverdichten.

Unter Berücksichtigung der angetroffenen Untergrundverhältnisse und der o. g. Angaben ist generell eine Flachgründung der Bauwerke möglich. Die Gebäude können hierbei auf Streifen- und Einzelfundamenten abgestellt werden. Um möglich Setzungsdifferenzen zu reduzieren kann die Gründung auch auf einer biegesteifen Sohlplatte erfolgen.

In Höhe der Gründungssohle lagern bereichsweise bindige Geschiebeböden. Diese Böden neigen bei Wasserzutritt zum Aufweichen. Beim Erdaushub ist daher eine mindestens 0,5 m mächtige Schutzschicht über der Baugrubensohle zu belassen. Diese Schutzschicht ist in geeigneter Weise und abschnittsweise unmittelbar vor dem Einbau des Austauschmaterials auszuheben. Das freigelegte Planum ist danach unmittelbar durch Aufbringung der Tragkonstruktion (Sauberkeitsschicht oder Austauschboden) gegen Durchfeuchten zu schützen.

9.2 Bodenaustausch

Lagern in Tiefe der Gründungsebene nicht tragfähige Böden in Form von beispielsweise weichem Geschiebelehm, so sind diese auszutauschen, vgl. Abschnitt 9.1.

Als Bodenaustauschmaterial wird ein schluffarmer Sand der Bodengruppen SE mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U > 2,5$ oder der Bodengruppe SW und einem Feinkornanteil ≤ 5 Gew.-% gemäß DIN 18196 zu verwenden. Das Material ist unter Beachtung eines Lastausstrahlungswinkels von 45° über die Abmessungen der Fundamente bzw. Sohlplatte hinaus lagenweise ($d \leq 0,30$ m) einzubauen und auf eine mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten. Die Verdichtung des Füllbodens hat so zu erfolgen, dass eine Störung der erschütterungsempfindlichen Böden, hier Geschiebelehm und -mergel, durch mechanische Einwirkungen vermieden wird. Gegebenenfalls ist der Füllboden statisch zu verdichten.

Werden als Austauschboden Sande der vorgenannten Bodengruppen verwendet, so können diese gleichzeitig die Funktion eines Flächenfilters für die bauzeitliche Wasserhaltung übernehmen, vgl. Abschnitt 10.3.

Der Austauschboden sollte mit einem Verdichtungsgrad von mindesten $D_{Pr} \geq 98$ % (mindestens mitteldichte Lagerung) eingebaut werden.

Es wird empfohlen den Verdichtungsgrad des Austauschbodens durch Erdbaukontrollprüfungen zu überwachen. Insbesondere die erforderliche Tiefe des Bodenaustauschs sollte vor Ort durch einen Sachverständigen für Geotechnik festgelegt werden.

9.3 Charakteristische Widerstände für Einzel- und Streifenfundamente

Grundlage der nachfolgenden Ermittlung der charakteristischen Werte der Grundbruchwiderstände R_k bzw. $\sigma_{R,k}$ für Einzel- und Streifenfundamente ist das Berechnungsverfahren nach DIN 4017¹⁷ (Grundbruchberechnung). Die Berechnungen erfolgten mit der kommerziellen Software GGU-Footing. Die Ergebnisse der Grundbruchberechnungen sind auf der Anlage 5.1 und der Anlage 5.2 tabellarisch zusammengestellt.

Der Nachweis der Grundbruchsicherheit für Einzel- und Streifenfundamente hat gemäß dem definierten Teilsicherheitskonzept der DIN EN 1997-1 im Grenzzustand GEO mit dem Nachweisverfahren 2 (GEO-2) zu erfolgen. Es gilt die Bedingung:

$$N_d \leq R_d \quad \text{bzw.} \quad \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes R_d bzw. $\sigma_{R,d}$ werden mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{R,v}$ (Grundbruchwiderstand) aus der DIN 1054 wie folgt ermittelt:

$$\sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} \quad \text{bzw.} \quad R_d = R_k / \gamma_{R,v}$$

Die in den Tabellen der Anlage 5.1 und der Anlage 5.2 angegebenen charakteristischen Werte des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,k}$ gelten für einen lotrecht mittigen Lastangriff auf die Fundamente.

Die Grundbruchsicherheit exzentrisch belasteter Fundamente ist gegebenenfalls nach DIN 4017 gesondert nachzuweisen. Für die Vorbemessung exzentrisch belasteter Fundamente können die Tabellen der Anlage 5.1 und der Anlage 5.2 ersatzweise herangezogen werden, wenn gemäß DIN 4017, Abs. 7.2.1, für die vorhandenen Fundamentabmessungen die reduzierte Fundamentbreite eingeführt wird.

$$b' = b - 2 \cdot e_b \quad \text{mit } e_b = \text{Exzentrizität der Sohldruckresultierenden in Richtung } b$$

¹⁷ DIN 4017:2006-03 Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen

9.4 Plattengründung

Der für die Plattengründung relevante Bemessungswert, der Bettungsmodul, resultiert aus dem Last-Verformungsverhalten des Bodens, welches wesentlich durch die Geometrie des Bauwerkes und der Gründungselemente bestimmt wird. Dieser Kennwert stellt daher keine Konstante dar.

Der Herleitung der Bettungsmoduln liegen geschätzte Bauwerkslasten zugrunde. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass die Sohlplatten vollständig in den tragfähigen Böden liegen.

Bei Ausführung einer Plattengründung kann für eine Vorbemessung folgender Bettungsmodul auf Grundlage einer überschläglichen Setzungsabschätzung in Ansatz gebracht werden:

$$k_s = 5 \text{ MN/m}^3$$

Für die überschlägige Setzungsberechnung gemäß DIN 4019¹⁸ wurde je Geschoss ein charakteristischer Wert der Sohldruckbeanspruchung von $\sigma_{E,k} = 20 \text{ kN/m}^2$ in Ansatz gebracht. Für das Untergeschoss wurde eine zusätzliche Sohldruckbeanspruchung von $\sigma_{E,k} = 15 \text{ kN/m}^2$ angenommen.

Zur endgültigen Ermittlung des Bettungsmoduls sowie für die wirtschaftliche Bemessung der Sohlplatte sind nach Vorliegen von Lastplänen ergänzende Setzungsberechnungen durchzuführen. Auf Grundlage dieser Berechnungen kann ggf. auch eine differenziertere Bestimmung der Bettungsmoduln vorgenommen werden.

9.5 Setzungen

Derzeit liegen uns keine Angaben zu den Lasten vor. Bei Beachtung der unter Abschnitt 9.1 bis 9.4 gegebenen Gründungsempfehlungen und Bemessungswerte sind jedoch nach unseren Erfahrungen Setzungen in Größenordnungen von $\leq 2,0 \text{ cm}$ zu erwarten, vgl. Anlage 5.1 bzw. Anlage 5.2.

¹⁸ DIN 4019:2015-05 Baugrund - Setzungsberechnungen

10 BAUGRUBE UND WASSERHALTUNG

10.1 Baugrube

Der abzusichernde Geländesprung zwischen dem Geländeniveau und der angenommenen Aushubebene beträgt etwa 4 m. Aufgrund der vorhandenen Platzverhältnisse können die Baugrubenseiten zumindest teilweise geböscht ausgeführt werden.

Kann aufgrund örtlicher Randbedingungen keine geböschte Baugrube ausgebildet werden – wie hier z. B. entlang von Erschließungsstraßen – so wird eine vertikale Baugrubensicherung erforderlich. Im vorliegenden Fall bietet sich als vertikaler Verbau die Ausführung eines Trägerbohlverbaus an. Bei Ausführung des Trägerbohlverbaus sind die Träger ggf. in vorgebohrte Löcher abzustellen, um Erschütterungen auf die Umgebung und somit mögliche Schäden an Nachbarbauwerken zu vermeiden.

Im Bereich von Leitungen oder in Bereichen in denen sich im Lasteinflussbereich der Baugrube andere bauliche Anlagen befinden, sollte ein verformungsarmer Verbau ausgeführt werden.

Bei der Herstellung von Trägerbohlwänden ist insbesondere darauf zu achten, dass die Verbohlung kraftschlüssig mit dem anstehenden Erdreich hinterfüllt wird.

Für die Baugrubensicherung sind die Vorgaben der DIN 4124¹⁹ sowie der EAB²⁰ zu berücksichtigen.

10.2 Rückverankerung Verbau

Bei statischer Erfordernis ist der Verbau zudem rückzuverankern. Die Rückverankerung von Verbauwänden kann z. B. mittels Verpressankern nach DIN EN 1537²¹ erfolgen. Der Lastabtrag der Verpressanker sollte in den tragfähigen Sanden oder mindestens steifen Geschiebemergel erfolgen.

Die Oberkante der tragfähigen Böden verläuft in Tiefen zwischen +19,1 m NHN und +21,6 m NHN an. Bei der Planung der Anker ist ein vertikaler Mindestabstand von 1,0 m

¹⁹ DIN 4124:2012-01 Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

²⁰ EAB (2012) Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“

²¹ DIN EN 1537:2017-07 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker

zur Basis der gering tragfähigen Böden in Form von organischen Ton und weichen Geschiebelehm einzuhalten. Die Verpresskörper sollten nicht schichtübergreifend hergestellt werden.

Die Vorbemessung von temporären Verpressankern nach DIN EN 1537 kann auf Grundlage der Diagramme von Ostermayer²² erfolgen. Danach ist in den anstehenden mitteldicht gelagerten Sanden oder mindestens steifen Geschiebemergel bei einer Länge des Verpresskörpers von 6 m und einem Verpresskörperdurchmesser von 150 mm von einem charakteristischen Herauszieh Widerstand von 500 kN auszugehen.

Im Rahmen der Ausführungsplanung ist die Bemessung seitens des Ankerherstellers auf Grundlage der Ergebnisse von Eignungsprüfungen in vergleichbaren Untergrundverhältnissen vorzunehmen.

Erfahrungsgemäß treten bei Herstellung der Verpressanker Setzungen in der Größenordnung von 0,5 cm bis maximal 2 cm auf. Diese Geländesetzungen können durch die Ausführung der Ankerbohrungen im Überlagerungsbohrverfahren reduziert werden. Für die Ausführung der Anker im öffentlichen Grund sind generell entsprechende Genehmigungen erforderlich, anfallende Nutzungskosten sind dann zu berücksichtigen.

10.3 Trockenhaltung Baugrube

Nach derzeitigem Planungsstand bindet die Baugrube nicht in das Grundwasser ein, vgl. den bauzeitlichen Bemessungsgrundwasserstand von + 19,5 m NHN.

Zur Trockenhaltung der Baugrube ist deshalb voraussichtlich nur das in den Sanden oberhalb und in den Geschiebeböden anstehende Stau- und Schichtenwasser sowie das anfallende Niederschlagswasser aus der Baugrube abzuleiten. Die Tagwasserefassung kann mit einer Flächendränage in Verbindung mit Dränagesträngen erfolgen.

Das in der Flächendränage anfallende Wasser ist mit Dränagesträngen zu fassen und über Pumpensümpfe aus der Baugrube abzuführen.

Bereichsweise kann das anfallen Tagwasser ggf. in den lokal in der Baugrubensohle anstehenden Sanden versickern.

²² Ostermayer, H: Verpressanker, Grundbau Taschenbuch Teil 2, Vierte Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

Sollten Tiefteile, z. B. für Fahrstuhlunterfahrten, zur Ausführung kommen und diese in die grundwasserführenden Sande einbinden sind ggf. ergänzende Maßnahmen zur Trockenhaltung erforderlich. Die lokale Absenkung des Grundwassers könnte in diesem Fall zum Beispiel mit Hilfe von Kleinflterbrunnen erfolgen.

Sowohl die Entnahme von Stau- und Schichtenwasser als auch die Einleitung von Baugrubenwasser, z. B. in die öffentlichen Abwasseranlagen sind genehmigungspflichtig. Hierfür sind rechtzeitig vor Baubeginn Anträge auf wasserrechtliche Erlaubnis zu stellen.

10.4 Einleitung von Baugrubenwasser

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden Wasserproben chemisch analysiert, vgl. Abschnitt 6.3. Unter Berücksichtigung der Analyseergebnisse ist das Baugrubenwasser (Stau- und Tagwasser) vor der Einleitung in ein Regenwassersiel oder in das öffentliche Misch-/Schmutzwassersiel voraussichtlich aufzureinigen. Für die Einleitung in ein Schmutz- oder Mischwassersiel ist nach derzeitigem Kenntnisstand zumindest eine Enteisungsanlage vorzusehen. Erfahrungsgemäß kann das gefasste Baugrubenwasser (hauptsächlich Tagwasser) nach Fertigstellung der Baugrube geringere Schadstoffgehalte aufweisen, sodass auf eine längere Aufreinigung ggf. verzichtet werden kann. Dies sollte mit baubegleitenden Analysen untersucht werden.

Überschreitet das einzuleitende Baugrubenwasser die zulässigen Richtwerte für eine Regenwassersiel, so erhöht sich die Einleitgebühr von derzeit 1,04 €/m³ auf 2,09 €/m³ und führt somit zu Mehrkosten. Alternativ ist mit Mehrkosten für die Aufreinigung zu rechnen.

Eine genaue Bezifferung dieser Mehrkosten ist zu diesem Zeitpunkt nicht möglich, da diese von verschiedenen Faktoren, wie z. B. Förderdauer, Wasserandrang etc. abhängig ist.

Unabhängig von einer möglichen Schadstoffbelastung der Wässer ist grundsätzlich eine Entsandung der Förderwässer mit Hilfe eines Sandfanges vorzunehmen.

11 TROCKENHALTUNG BAUWERK

Gemäß dem Abschnitt 6.2 liegt der Bemessungsgrundwasserstand bei +20 m NHN für das Bauwerk im Endzustand. Die Gründungsebene liegt somit rd. 0,5 m oberhalb des Bemessungswasserstands. Die geplante Bebauung schneidet daher nicht in das Grundwasser ein. Es ist ein ausreichender Abstand zum Grundwasserspiegel gegeben.

Aufgrund der bindigen Geschiebeböden im Baugrund kann es jedoch zu einem temporären Aufstau von versickerndem Niederschlagswasser kommen, vgl. Abschnitt 6.1.

Unter der Voraussetzung, dass der Arbeitsraum (Baugrubenringraum) und die mindestens 0,3 m dicke Filterschicht mit entsprechend durchlässigem Material, Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s, verfüllt werden, ist eine Bauwerksabdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser gemäß DIN 18195-6²³ bis mindestens 0,3 m über den angegebenen Bemessungswasserstand im Endzustand erforderlich. Sollte die Ausbildung eines ausreichend breiten Ringraums nicht möglich sein, ist eine leistungsfähige Versickerung mittels Dränmatten o. ä. zu gewährleisten.

Bei einer Nutzung als Tiefgarage kann die Ausführung des Untergeschosses grundsätzlich in wasserundurchlässiger Betonbauweise als „Weiße Wanne“ erfolgen. Bei einer Ausführung des Untergeschosses als „Weiße Wanne“ ist durch Berücksichtigung ausreichender Be- und Entlüftungseinrichtungen dafür zu sorgen, dass ein durch Wasserdampfdiffusion bedingter Anstieg der Luftfeuchtigkeit vermieden wird. Eine solche Diffusion ist bei im Wasser stehenden Gebäuden, auch bei Ausführung in wasserundurchlässigem Beton, nicht zu vermeiden. Je nach Anforderung an die Räume im Untergeschoss sind gegebenenfalls ergänzende Maßnahmen zur Gewährleistung der Diffusionsdichtheit zu ergreifen.

Zur Trockenhaltung des Gebäudes ist alternativ auch die Ausführung einer Drainageanlage nach DIN 4095²⁴ denkbar. Die Bauwerksabdichtung erfolgt in diesem Fall nach DIN 18195-4²⁵. Die Genehmigungsfähigkeit ist vorab zu prüfen. Der Betrieb einer Dräna-

²³ DIN 18195 – Teil 6: Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung. Stand: August 2000

²⁴ DIN 4095: Baugrund – Dränung zum Schutz baulicher Anlagen, Bemessung und Ausführung. Stand Juni 1990

²⁵ DIN 18195 – Teil 4: Abdichtung gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung. Stand: Dezember 2011

anlage mit einem dauerhaften Wartungsaufwand verbunden. Die Ableitung des Dränagewassers, hier voraussichtlich in das öffentliche Sietnetz, muss zudem gewährleistet werden und es ist mit zusätzlichen Einleitgebühren verbunden.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Arbeiten zur Verfüllung des Baugrubenringraums sind oberhalb der wasserdruckhaltenden Abdichtung lediglich Maßnahmen zur Trockenhaltung des Untergeschosses gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser gemäß DIN18195-4²⁶ zu ergreifen.

12 ERGÄNZENDE HINWEISE

Die durchgeführte Baugrunderkundung hat in Anlehnung an die DIN 4020²⁷ nur einen stichprobenartigen Charakter. Generell sind Abweichungen von den dargestellten Baugrundverhältnissen möglich. Sollten sich im Verlauf der Bauarbeiten die Bodenverhältnisse anders als von uns beschrieben darstellen, so sind wir darüber zu informieren bzw. ist über die Konsequenzen und die weitere Vorgehensweise zu entscheiden.

Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Auf dem Baugrundstück stehen unterhalb der oberflächennahen Sande bzw. sandigen Mutterböden überwiegend bindige Geschiebeböden mit geringer Durchlässigkeit an, die für eine Versickerung nicht geeignet sind. Gemäß der Versickerungspotentialkarte Hamburg [5] liegt die Baufläche im Bereich mit unwahrscheinlichen Versickerungspotential.

Die überwiegenden Ergebnisse der durchgeführten Baugrundaufschlüsse bestätigen die Angaben der Versickerungspotentialkarte. Die Aufschlüsse KRB II/4 und KRB II/7 wiesen bei der Baugrunderkundung große Mächtigkeiten von Sandschichten auf, sodass bei Bedarf einer Versickerungsanlage außerhalb der Baufläche die Machbarkeit durch ergänzende Baugrunduntersuchungen zu überprüfen ist.

²⁶ DIN 18195 – Teil 4: Abdichtung gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung. Stand: August 2000

²⁷ DIN 4010:2010-12 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

Auftriebssicherheit

Kommt unter der Gründungssohle eine Filterschicht mit durchlässigen Material zur Ausführung und wird der Baugrubenringraum mit durchlässigem Material verfüllt, so besteht voraussichtlich keine Auftriebsgefahr für den geplanten Neubau. Dies ist durch einen Tragwerkplaner zu prüfen.

Ausführung einer gepflasterten Tiefgaragensohle

Generell ist die Ausführung einer gepflasterten Tiefgaragensohle in Verbindung mit einer Drainageanlage denkbar, vgl. Abschnitt 11. Die Genehmigungsfähigkeit ist vorher zu prüfen. Die unterhalb der aufgehenden Gebäude vorhandenen Untergeschossflächen, meist Nutzung als Kellerräume, sollten unabhängig davon gegen von außen drückendes Wasser abgedichtet werden,

13 ZUSAMMENFASSUNG

Die Firma Richard Ditting GmbH & Co KG plant in Hamburg-Wandsbek die Entwicklung des Wohnquartiers Rehagen. Das Bebauungskonzept sieht die Bebauung von vier Baufelder mit jeweils zwei vier- bzw. fünfgeschossigen Gebäuden vor. Im südwestlichen Bereich der Baufläche ist zudem der Neubau einer Kita geplant.

Das vorliegende Geotechnische Gutachten enthält eine Baugrundbeurteilung sowie eine Gründungsempfehlung für den Gebäudekomplex auf dem Baufeld II. Die aktuelle Planung sieht die Ausführung eines Untergeschosses vor.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundung weisen oberflächennah Mutterboden mit geringer Mächtigkeit auf. Unterlagert werden die sandigen Mutterböden überwiegend von bindigen Geschiebeböden in Form von Lehm über Mergel. Die Konsistenzen des Geschiebelehms ist überwiegend weich bis steif. Der Geschiebemergel wurde mit steifer bis halbfester Konsistenz angesprochen. In die Geschiebeböden sind großflächig Sandschichten eingelagert. Es folgen unter den Geschiebeböden Sande, die bereichsweise durch Schluffschichten durchzogen werden.

Die für die geotechnischen Berechnungen anzusetzenden charakteristischen Bodenkennwerte sind dem Abschnitt 8 zu entnehmen.

Die Bemessungswasserstände und die hieraus resultierenden Maßnahmen zur bauzeitlichen Trockenhaltung der Baugrube und Bauwerksabdichtung können den Abschnitten 6.2 sowie 10.3 und 11 entnommen werden.

In Höhe der vorgesehenen Baugrubensohle stehenden überwiegend steife Geschiebeeböden und mitteldichte Sande an, die gemäß Abschnitt 9.1 als gut tragfähig gelten. In Bereichen mit gering tragfähigen Böden ist der Boden bis zu den gut tragfähigen Böden auszutauschen, vgl. Abschnitt 9.2.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Bedingungen wird zum Ableiten der Gebäude-lasten in den Baugrund eine Flachgründung empfohlen. In der Anlage 5.1, Anlage 5.2 und dem Abschnitt 9.4 sind die charakteristischen Werte für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamente sowie eine Plattengründung angegeben.

Die Baugrubenseiten können nach Abschnitt 10 bei ausreichenden Platzverhältnissen ge-böscht oder mit einem vertikalen Verbau, ggf. Rückverankert, gesichert werden.

Aufgrund der gering durchlässigen Böden in Tiefe der Aushubsohle ist zur Trockenhaltung der Baugrube das anfallende Niederschlagswasser aus der Baugrube abzuleiten. Es wird empfohlen hierfür eine offene Wasserhaltung gemäß Abschnitt 10.3 vorzuhalten.

IGB Ingenieurgesellschaft mbH

ppa.



Dipl.-Ing. Stephan Wendt

i. A.



Dr.-Ing. Olaf Möller

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1 Lagepläne
 - Anlage 1.1 Übersichtsplan
 - Anlage 1.2 Lageplan der Untergrundaufschlüsse
 - Anlage 1.3 Auszug aus dem Kampfmittelkataster der GEKV

- Anlage 2 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
 - Anlage 2.1 KRB II/1 bis KRB II/3
 - Anlage 2.2 KRB II/4 bis KRB II/6 und DPH II/4
 - Anlage 2.3 KRB II/7 bis KRB II/9 und DPH II/7

- Anlage 3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
 - Anlage 3.1 Zusammenstellung der Versuchsergebnisse
 - Anlage 3.1.1 Baufeld I
 - Anlage 3.1.2 Baufeld II
 - Anlage 3.1.3 Baufeld III
 - Anlage 3.1.4 Baufeld IV
 - Anlage 3.1.5 Baufeld V
 - Anlage 3.1.6 Erschließungsstraße
 - Anlage 3.2 Kornverteilungskurven
 - Anlage 3.2.1 Baufeld I
 - Anlage 3.2.2 Baufeld II
 - Anlage 3.2.3 Baufeld III
 - Anlage 3.2.4 Baufeld IV
 - Anlage 3.2.5 Baufeld V
 - Anlage 3.2.6 Erschließungsstraße

- Anlage 4 Ergebnisse der chemischen Analytik - GBA Prüfbericht (Wasserprobe)

- Anlage 5 Berechnungsergebnisse
 - Anlage 5.1 Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,k}$ für quadratische Einzelfundamente
 - Anlage 5.2 Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,k}$ für Streifenfundamente



IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg

www.igb-ingenieure.de

Steindamm 96 20099 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00 - 28	Groß-Berliner Damm 73 a 12487 Berlin 030 / 63 222 64 - 10 030 / 63 222 64 - 28	Neufeldtstraße 10 24118 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10 - 18	Nadorster Straße 229 a 26123 Oldenburg 0441 / 93 64 23 - 0 0441 / 93 64 23 - 328
---	---	--	---

Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartieres

Baufeld II
Geotechnisches Gutachten
Übersichtskarte

Datum
23.09.2016

gez.
Wf/Pc

gepr.
Wt

Maßstab
1 : 5.000

Anlage 1.1

Zeichnungs-Nr.
16-1083 11 LP 101

Hamburg · Berlin · Kiel
Ludwigshafen · Oldenburg

Steindamm 96
20099 Hamburg
Tel.: (0 40) 22 70 00 - 0
Fax: (0 40) 22 70 00 - 28

Neufeldtstraße 10
24118 Kiel
Tel.: (04 31) 26 04 10 - 0
Fax: (04 31) 26 04 10 - 18

Nadorster Straße 229 a
26123 Oldenburg
Tel.: (04 41) 93 64 23 - 0
Fax: (04 41) 93 64 23 - 328

www.igb-ingenieure.de

16-1083 • Wt/MI/He

Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartieres

Baufeld II
Geotechnisches Gutachten

Auszug aus dem Kampfmittelkataster der GEKV
(1 Seite)



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Inneres und Sport
Gefahrenkundung Kampfmittelverdadct (GKV)


Lageplan zur Stellungnahme

BIS/F046 - 15/08202_1

Protokoll des Kampfmittelbeurteilungskollegiums

Diese Umrandung kennzeichnet die von Ihnen beantragte Fläche (Flächen mit Kampfmittelverdadct). Diese Umrandung ist noch keine Gefahrenkundung/Luftbildauswertung erfolgt. Bauliche Maßnahmen nach §2 HBAUG dürfen innerhalb dieser Flächen nicht durchgeführt werden.

Flächen ohne Kampfmittelverdadct

 Kampfmittelfreie Fläche gemäß §9 (1) KampfmittelVO.

Es besteht kein Hinweis auf Bombenfundgänger oder vergrabene Kampfmittel aus dem II. Weltkrieg. Es handelt sich um Flächen, die nach Fernerkundung/Luftbildauswertung als unbedenklich eingestuft werden konnten. Nach baulichen Maßnahmen sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.


Flächen mit Kampfmittelverdadct


 Es besteht der Verdacht auf vergrabene Kampfmittel. Die Luftbildauswertung ergab jedoch keine Hinweise auf Bombenfundgänger aus dem II. Weltkrieg.


 Es besteht der Verdacht auf vergrabene Kampfmittel. Des Weiteren besteht der allgemeine Verdacht auf Bombenfundgänger aus dem II. Weltkrieg.


 Es besteht der Verdacht auf vergrabene Kampfmittel. Auf gelb dargestellten Flächen ohne rote oder grüne Schraffur ist zusätzlicher Bombenfundgänger-Verdadct nicht auszuschließen. Wir empfehlen hier eine Luftbildauswertung/Gefahrenkundung zu beantragen.

 Es besteht allgemeiner Bombenfundgänger-Verdadct durch einen registrierten Verdachtspunkt.


 Es besteht allgemeiner Bombenfundgänger-Verdadct.


 Es besteht allgemeiner Bombenfundgänger-Verdadct durch trümmerflächen.

 Es besteht allgemeiner Bombenfundgänger-Verdadct durch nicht abgesicherte ehemalige Wasserflächen.

 Es besteht allgemeiner Bombenfundgänger-Verdadct durch Bombentrümmern.

 Für Verdachtsflächen mit dieser Umrandung liegt ein Bürgerhinweis vor.

 Es besteht Kampfmittelverdadct aufgrund einer angemessenen Anomalie.

 Es besteht Kampfmittelverdadct aufgrund von Sondierungsergebnissen.

Lageplan nur in Verbindung mit der Stellungnahme gültig.

Kartenblatt
1 von 1



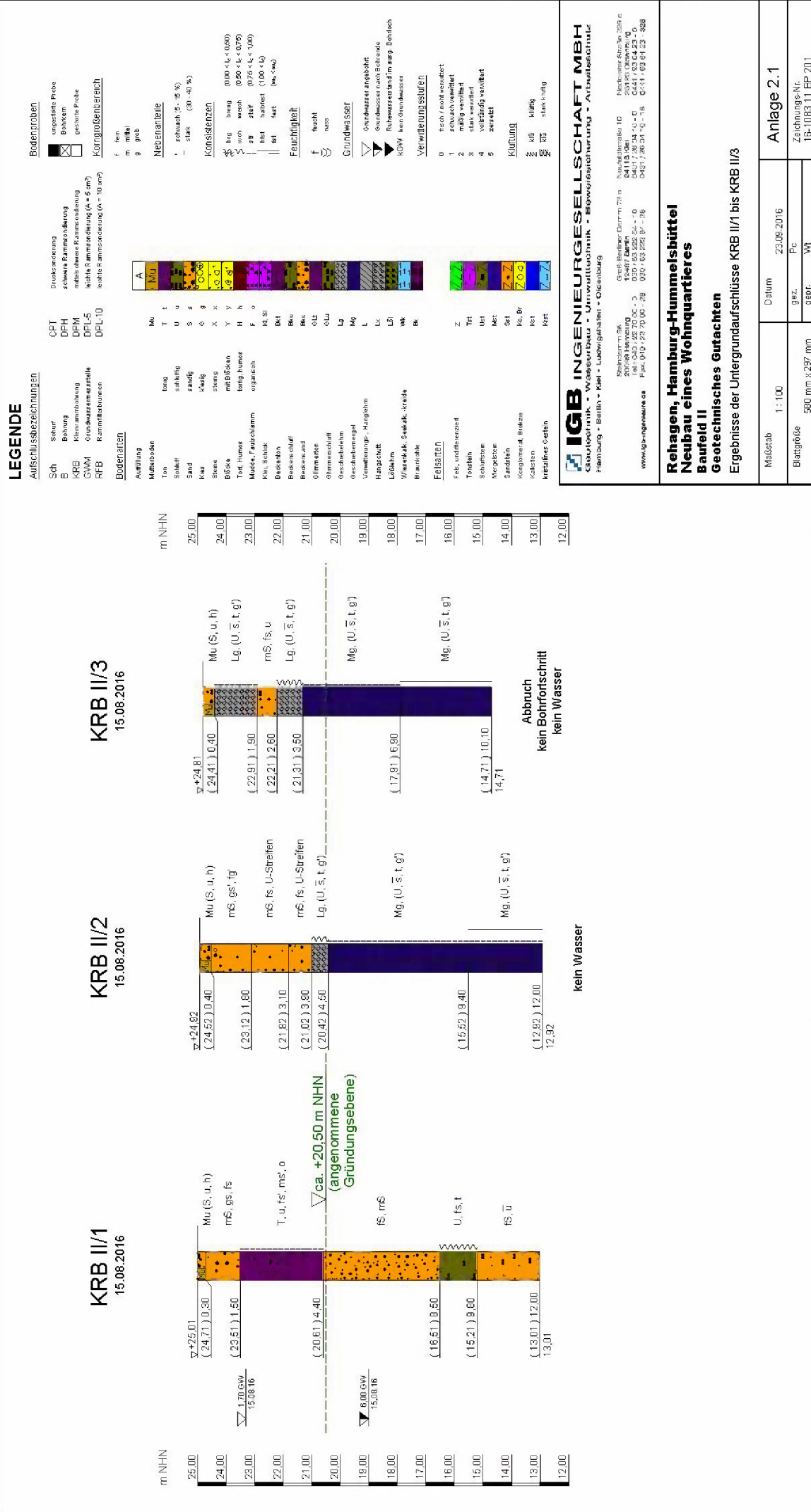
Koordinatengitter: Gauß-Krüger
Lagestatus: 100

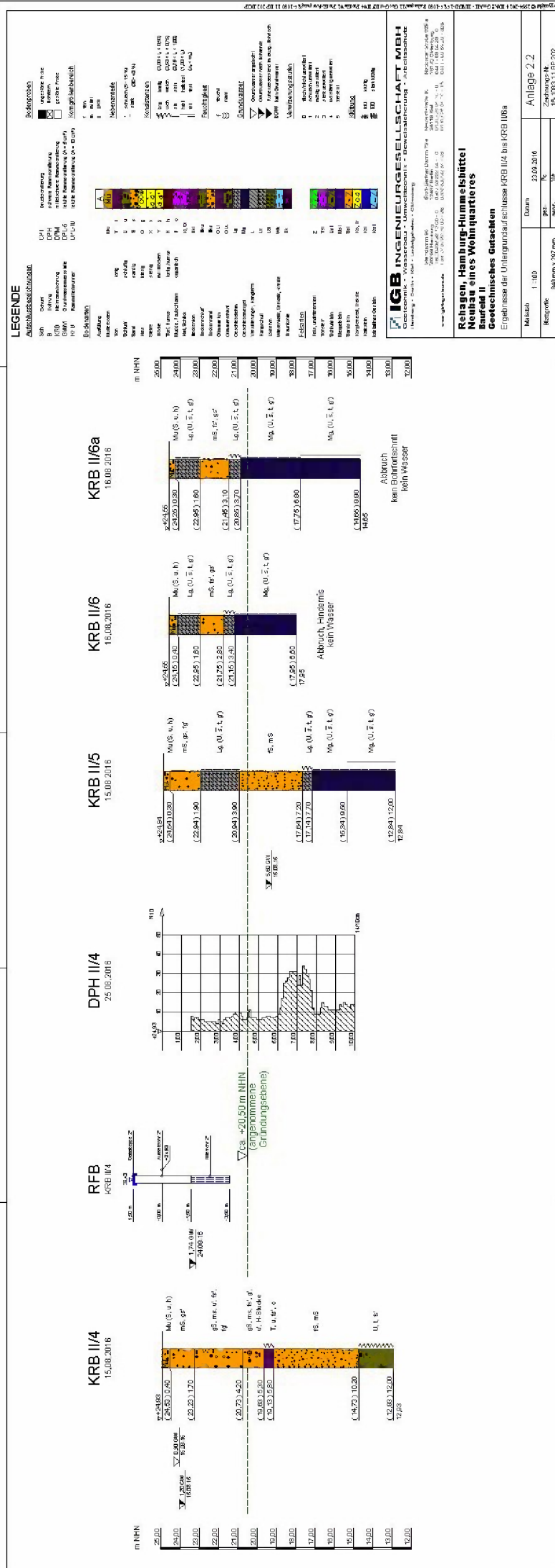
Maßstab: 1:2.000

Kartensteller: Inke Haack - Hamburg den 12.10.2015


Feuerwehr Hamburg
Gefahrenkundung Kampfmittelverdadct (GKV)
Eckstraße 67 - 20538 Hamburg
Tel.: 040 14 28 61 - 4021
Fax: 040 14 28 51 - 4028










ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD I											Anlage 3.1.1
Entnahmestelle	KRB I/1	KRB I/2	KRB I/2	KRB I/3	KRB I/3	KRB I/4	KRB I/5	KRB I/6	KRB I/7	KRB I/8	
Entnahmetiefe [m]	0,3-1,9	0,4-1,4	1,4-2,6	0,3-1,4	2,6-4,0	2,7-4,0	1,9-3,5	2,3-3,2	2,3-4,1	2,0-2,7	
Entnahmeart	GP2	GP2	GP3	GP2	GP4	GP4	GP3	GP3	GP4	GP3	
Bodenart	Lg	Lg	Lg	Lg	Mg	Mg	Lg	Lg	Lg	Lg	
Wassergehalt w [%]	14,7	15,1	15,1	15,5	10,8	11,2	16,7	17,5	17,6	16,9	
Fließgrenze w _L [%]											
Ausrollgrenze w _P [%]											
Plastizitätszahl I _P [%]											
Konsistenzzahl I _C [-]											
Feuchtwichte γ [kN/m ³]											
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]											
Proctorversuch s. Anlage											
Kornverteilung s. Anlage		3.2.1									
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]											
Glühlverlust V _{gl} [%]											
Ödometer-Steifemodul s. Anlage											
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage											
Einaxialversuch q _{1s} s. Anlage											
Kalkgehalt V _{Ca} [%]											
<div> <div>16-1083</div> <div>Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel</div> <div>Neubau eines Wohnquartiers</div> <div>Geotechnisches Gutachten</div> </div>											
<div> <div>IGB</div> <div>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</div> <div>Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz</div> <div>Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg</div> </div>											<div> <div>Standort: 86</div> <div>20098 Hamburg</div> <div>Telefon: 040 / 22 70 00 - 0</div> <div>Fax: 040 / 22 70 00 - 28</div> </div> <div> <div>Ort: Berliner Damm 73 e</div> <div>24119 Kiel</div> <div>030 / 63 222 54 - 10</div> <div>030 / 63 222 54 - 86</div> </div> <div> <div>Niederlassung: 0</div> <div>24119 Kiel</div> <div>0431 / 26 04 10 - 0</div> <div>0431 / 26 04 10 - 9</div> </div> <div> <div>Niederlassung: 223 a</div> <div>20126 Oldenburg</div> <div>0431 / 93 67 23 - 0</div> <div>0431 / 93 67 23 - 329</div> </div> <div> www.igb-ingenieure.de </div>

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD I										Anlage 3.1.1
Entnahmestelle		KRB I/9	KRB I/9							
Entnahmetiefe	[m]	0,4-1,7	6,7-8,1							
Entnahmeart		GP2	GP7							
Bodenart		Lg	Mg							
Wassergehalt	w [%]	16,6	7,1							
Fließgrenze	w _L [%]									
Ausrollgrenze	w _P [%]									
Plastizitätszahl	I _P [%]									
Konsistenzzahl	I _C [-]									
Feuchtwichte	γ [kN/m ³]									
Trockenwichte	γ _d [kN/m ³]									
Proctorversuch	s. Anlage									
Kornverteilung	s. Anlage									
Trockenrohdichte	ρ _s [g/cm ³]									
Glühverlust	V _{gl} [%]									
Ödometer-Steifemodul	s. Anlage									
Ödometer-Zeitsetzung	s. Anlage									
Einaxialversuch	q _{1u} s. Anlage									
Kalkgehalt	V _{Ca} [%]									
16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel Neubau eines Wohnquartiers Geotechnisches Gutachten										 IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg Standort: 88 0706-Berlin Da-m 73 e Niederstraße 10 Norderstraße 229 a 20099 Hamburg 12487 Berlin 24119 Kiel 25128 Oldenburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 030 / 63 222 54 - 10 0431 / 26 04 10 - 0 0147 / 83 67 23 - 0 Fax: 040 / 22 70 00 - 28 030 / 63 222 54 - 86 0431 / 26 04 10 - 8 0447 / 83 64 23 - 328 www.igb-ingenieure.de


ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD II											Anlage 3.1.2
Entnahmestelle	KRB II/1	BF II/2	KRB II/2	KRB II/4	KRB II/5	KRB II/5a	KRB II/7	BF II/8	KRB II/8		
Entnahmetiefe [m]	2,8-4,4	3,9-4,5	4,5-5,5	5,3-5,8	5,5-7,0	7,2-7,7		3,8-4,6		8,5-9,8	
Entnahmeart	GP4	GP5	GP6	GP6	GP6	GP7	GP6	GP5	GP9		
Bodenart	T	Lg	Mg	T	S	Lg	S	Mg	U		
Wassergehalt w [%]	29,4	19,0	12,2	33,0		18,3		12,6		23,8	
Fließgrenze w_L [%]											
Ausrollgrenze w_P [%]											
Plastizitätszahl I_P [%]											
Konsistenzzahl I_c [-]											
Feuchtwichte γ [kN/m ³]											
Trockenwichte γ_d [kN/m ³]											
Proctorversuch s. Anlage											
Kornverteilung s. Anlage					3.2.2		3.2.2			3.2.2	
Trockenrohdichte ρ_s [g/cm ³]											
Glühlverlust V_{gl} [%]				8,2							
Ödometer-Steifemodul s. Anlage											
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage											
Einaxialversuch q_u s. Anlage											
Kalkgehalt V_{Ca} [%]										15,3	
<div>16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel Neubau eines Wohnquartiers Geotechnisches Gutachten</div> <div><div> IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg</div><div>Standort: 86 20099 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00 - 28 www.igb-ingenieure.de</div><div>Niederfilmpfl. 0 24119 Kiel 0307 63 222 54 - 10 0307 63 222 54 - 86 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10 - 8 0431 / 26 04 10 - 329</div></div>											

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD II										Anlage 3.1.2
Entnahmestelle		KRB II/9	KRB II/9							
Entnahmetiefe [m]		4,1-4,6	4,6-6,0							
Entnahmeart		GP5	GP6							
Bodenart		Lg	Mg							
Wassergehalt w [%]		20,9	10,2							
Fließgrenze w _L [%]										
Ausrollgrenze w _P [%]										
Plastizitätszahl I _P [%]										
Konsistenzzahl I _C [-]										
Feuchtwichte γ [kN/m ³]										
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage										
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]										
Glühlverlust V _{gl} [%]										
Ödometer-Steifemodul s. Anlage										
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage										
Einaxialversuch q _{1u} s. Anlage										
Kalkgehalt V _{Ca} [%]										
16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel Neubau eines Wohnquartiers Geotechnisches Gutachten										

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD III										Anlage 3.1.3	
Entnahmestelle	KRB III/1	KRB III/1	KRB III/1	KRB III/2	KRB III/2	KRB III/2	KRB III/2	KRB III/3			
Entnahmetiefe [m]	0,2-1,9		1,9-3,5	0,2-1,9	3,5-5,0	6,8-8,5	1,9-3,5				
Entnahmeart	GP2		GP3	GP2	GP4	GP7	GP3				
Bodenart	T		T	T	T	U	T				
Wassergehalt w [%]	20,3		28,2	32,1	35,4	26,4	33,8				
Fließgrenze w _L [%]											
Ausrollgrenze w _P [%]											
Plastizitätszahl I _P [%]											
Konsistenzzahl I _C [-]											
Feuchtwichte γ [kN/m ³]											
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]											
Proctorversuch s. Anlage											
Kornverteilung s. Anlage				3.2.3	3.2.3	3.2.3					
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]											
Glühverlust V _{gl} [%]					10,7						
Ödometer-Steifemodul s. Anlage											
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage											
Einaxialversuch q _{1s} s. Anlage											
Kalkgehalt V _{Ca} [%]					11,2						
16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel Neubau eines Wohnquartiers Geotechnisches Gutachten										 IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg Standort: 86 0706-Berlin Da-m 73 e 24118 Kiel Niederstallp. 0 20098 Hamburg 12487 Bonn 29128 Oldenburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 030 / 63 222 54 - 10 0431 / 26 04 10 - 0 Fax: 040 / 22 70 00 - 28 030 / 63 222 54 - 86 0431 / 26 04 10 - 8 044 / 03 64 23 - 329 www.igb-ingenieurs.de	

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD IV											Anlage 3.1.4
Entnahmestelle	KRB IV/1	KRB IV/2	KRB IV/3	KRB IV/5	KRB IV/6	KRB IV/7	KRB IV/7	KRB IV/7	KRB IV/8	KRB IV/9	
Entnahmetiefe [m]	4,0-5,4	4,0-5,7	4,7-6,5	4,0-5,9	4,0-5,9	2,7-4,5	6,1-7,2	9,1-10,8	7,5-8,6	3,5-4,8	
Entnahmeart	GP5	GP5	GP5	GP5	GP5	GP4	GP6	GP8	GP7	GP4	
Bodenart	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	U	Mg	Mg	
Wassergehalt w [%]	10,46	10,85	10,59	11,21	9,2	9,88	9,31	17,75	10,49	10,5	
Fließgrenze w _L [%]											
Ausrollgrenze w _P [%]											
Plastizitätszahl I _P [%]											
Konsistenzzahl I _C [-]											
Feuchtwichte γ [kN/m ³]											
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]											
Proctorversuch s. Anlage											
Kornverteilung s. Anlage				3.2.4				3.2.4			
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]											
Glühlverlust V _{gl} [%]											
Ödometer-Steifemodul s. Anlage											
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage											
Einaxialversuch q _{1s} s. Anlage											
Kalkgehalt V _{Ca} [%]											
16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel Neubau eines Wohnquartiers Geotechnisches Gutachten											<div><div> IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg</div><div><div>Standort: 88 20099 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00 - 28</div><div>Ort: Berliner Damm 73 e 12487 Berlin 030 / 63 222 54 - 10 030 / 63 222 54 - 86</div><div>Niederstraße 10 24119 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10 - 9 0431 / 26 04 10 - 329</div></div><div>www.igb-ingenieurs.de</div></div>

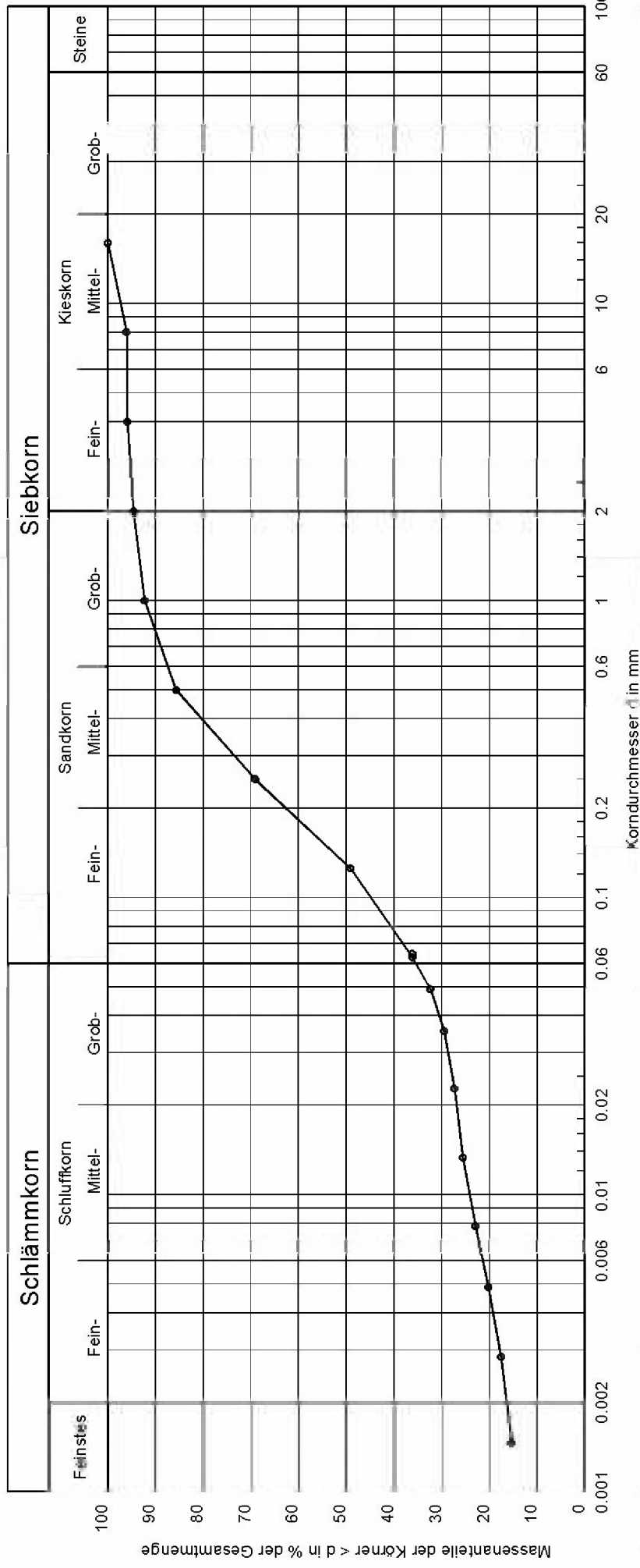
ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - BAUFELD V												Anlage 3.1.5
Entnahmestelle	KRB V/1	KRB V/2	KRB V/2	KRB V/3	KRB V/4	KRB V/4	KRB V/5	KRB V/5	KRB V/5	KRB V/5	KRB V/9	
Entnahmetiefe [m]	6,4-6,9	6,1-7,2	9,0-10,5	4,0-5,4	3,0-3,8	3,8-5,5	3,0-3,9	3,9-5,5	5,5-6,6	2,6-4,0		
Entnahmeart	GP7	GP6	GP8	GP5	GP4	GP5	GP4	GP5	GP6	GP4		
Bodenart	Mg	Mg	S	Mg	Lg	Mg	Lg	Mg	Mg	Mg		
Wassergehalt w [%]	9,8	10,8		11,1	15,9	11,0	16,1	12,4	10,8	10,8		
Fließgrenze w _L [%]												
Ausrollgrenze w _P [%]												
Plastizitätszahl I _P [%]												
Konsistenzzahl I _C [-]												
Feuchtwichte γ [kN/m ³]												
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]												
Proctorversuch s. Anlage												
Kornverteilung s. Anlage	3.2.5		3.2.5					3.2.5				
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]												
Glühlverlust V _{gl} [%]												
Ödometer-Steifemodul s. Anlage												
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage												
Einaxialversuch q _{lu} s. Anlage												
Kalkgehalt V _{Ca} [%]												
<div> <div>16-1083</div> <div>Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel</div> <div>Neubau eines Wohnquartiers</div> <div>Geotechnisches Gutachten</div> </div>												<div> <div>IGB</div> <div>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</div> <div>Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz</div> <div>Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg</div> <div> <div>Standort: 88</div> <div>20099 Hamburg</div> <div>Telefon: 040 / 22 70 00 - 0</div> <div>Fax: 040 / 22 70 00 - 28</div> </div> <div> <div>Standort: 90</div> <div>24116 Kiel</div> <div>Telefon: 0431 / 26 04 10 - 0</div> <div>Fax: 0431 / 26 04 10 - 9</div> </div> <div> <div>Standort: 91</div> <div>25126 Oldenburg</div> <div>Telefon: 0431 / 26 04 10 - 0</div> <div>Fax: 0431 / 26 04 10 - 9</div> </div> <div> <div>www.igb-ingenieure.de</div> </div> </div>

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE - Erschließungsstraße										Anlage 3.1.6
Entnahmestelle	KRB VII/1	KRB VII/2	KRB VI/2	KRB VI/3						
Entnahmetiefe [m]	3,0-4,5	0,3-1,7	3,0-4,5	0,2-1,9						
Entnahmeart	GP4	GP2	GP4	GP2						
Bodenart	T	T	T	T						
Wassergehalt w [%]	35,6	34,7	26,1	35,9						
Fließgrenze w _L [%]										
Ausrollgrenze w _P [%]										
Plastizitätszahl I _P [%]										
Konsistenzzahl I _C [-]										
Feuchtwichte γ [kN/m ³]										
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage		3.2.6								
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]										
Glühverlust V _{gl} [%]										
Ödometer-Steifemodul s. Anlage										
Ödometer-Zeitsetzung s. Anlage										
Einaxialversuch q _{1s} s. Anlage										
Kalkgehalt V _{Ca} [%]										
<div> <div>16-1083</div> <div>Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel</div> <div>Neubau eines Wohnquartiers</div> <div>Geotechnisches Gutachten</div> </div>										
<div>  IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg <div> <div> Standort: 88 20099 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00 - 28 </div> <div> Oldenburg: 73 e 26119 Oldenburg Tel.: 0430 / 63 222 54 - 10 Fax: 0430 / 63 222 54 - 26 </div> <div> Niederdeutsch: 10 26119 Oldenburg Tel.: 0430 / 63 222 54 - 10 Fax: 0430 / 63 222 54 - 26 </div> </div> </div>										

August 2016

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.1



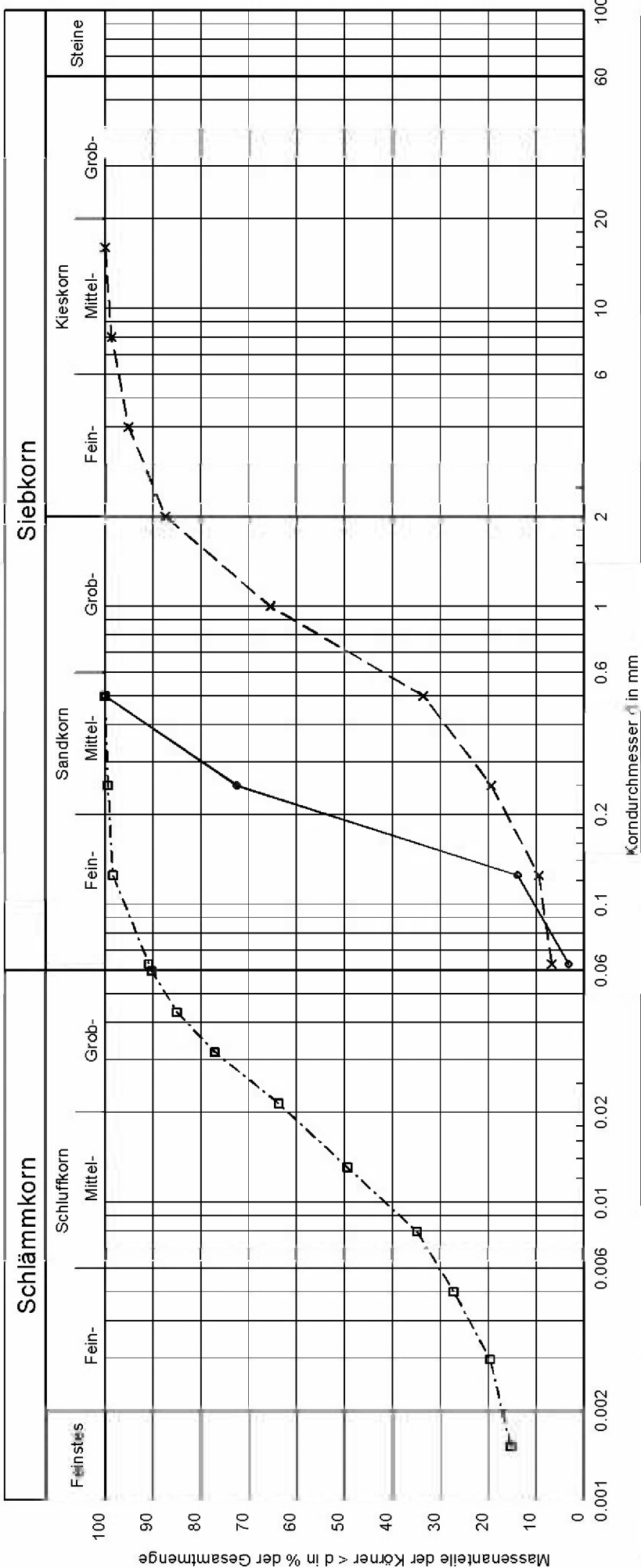
Signatur	
Entnahmestelle	KRB I/2
Entnahmetiefe [m, u. GOK]	0,4-1,4
Bodenart	Geschiebelehm
Zusammensetzung	S, t, u, g
k [m/s] (Beyer)	-
U/Cc	-/-

16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld I

August 2016

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.2



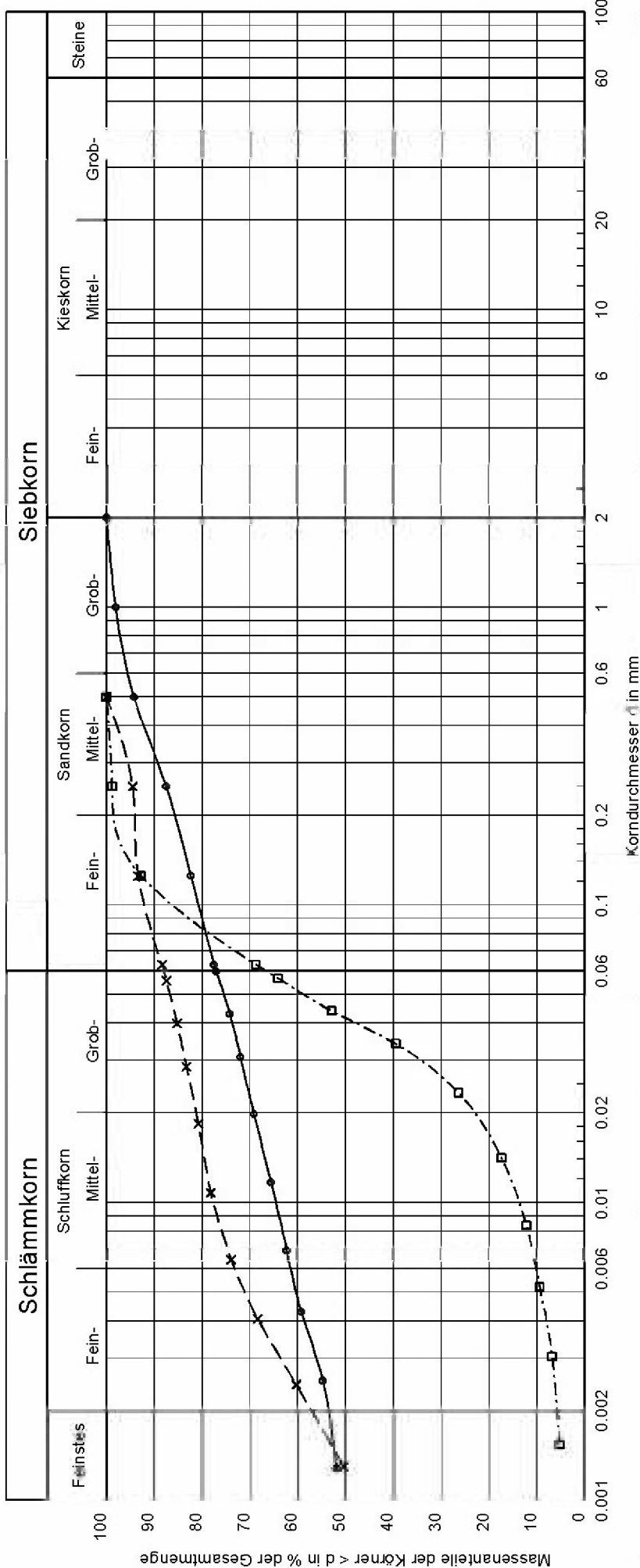
Signatur	●—●	×—×	□—□
Entnahmestelle	KRB II/5	KRB II/7	KRB II/8
Entnahmestelle [m u. GOK]	5,5-7,0	4,7-6,0	8,5-8,9
Bodenart	Sand	Sand	Schluff (Beckensediment)
Zusammensetzung	fS, mS	fS, ms, u', fs', fJ'	U, t, fs'
k [m/s] (Beyer):	9,4 · 10 ⁻⁵	1,3 · 10 ⁻⁴	-
U/Cc	2,2/1,1	6,9/1,5	-/-

16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld II

August 2016

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.3



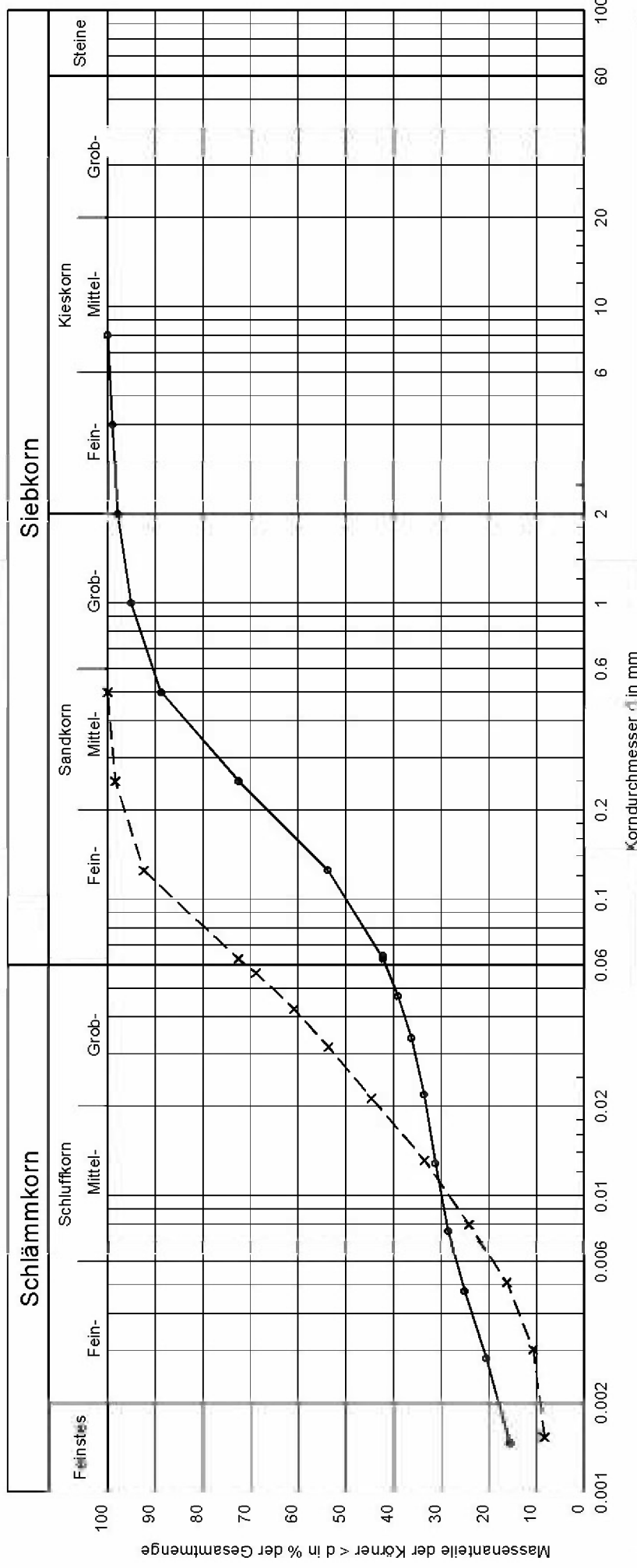
Signatur	○ — — — — —	× — — — — —	□ — — — — —
Entnahmestelle	KRB III/2	KRB III/2	KRB III/2
Entnahmefläche [m u. GOK]	0.2-1.9	3.5-5.0	6.8-8.5
Bodenart	Ton	Ton	Schluff (Beckensediment)
Zusammensetzung	T _s u. fs' ms'	T _s u. fs' ms'	U _s fs _s t
k [m/s] (Beyer):	-	-	-
U/Cc	-/-	-/-	8.9/2.4

16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld III

August 2016

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.4



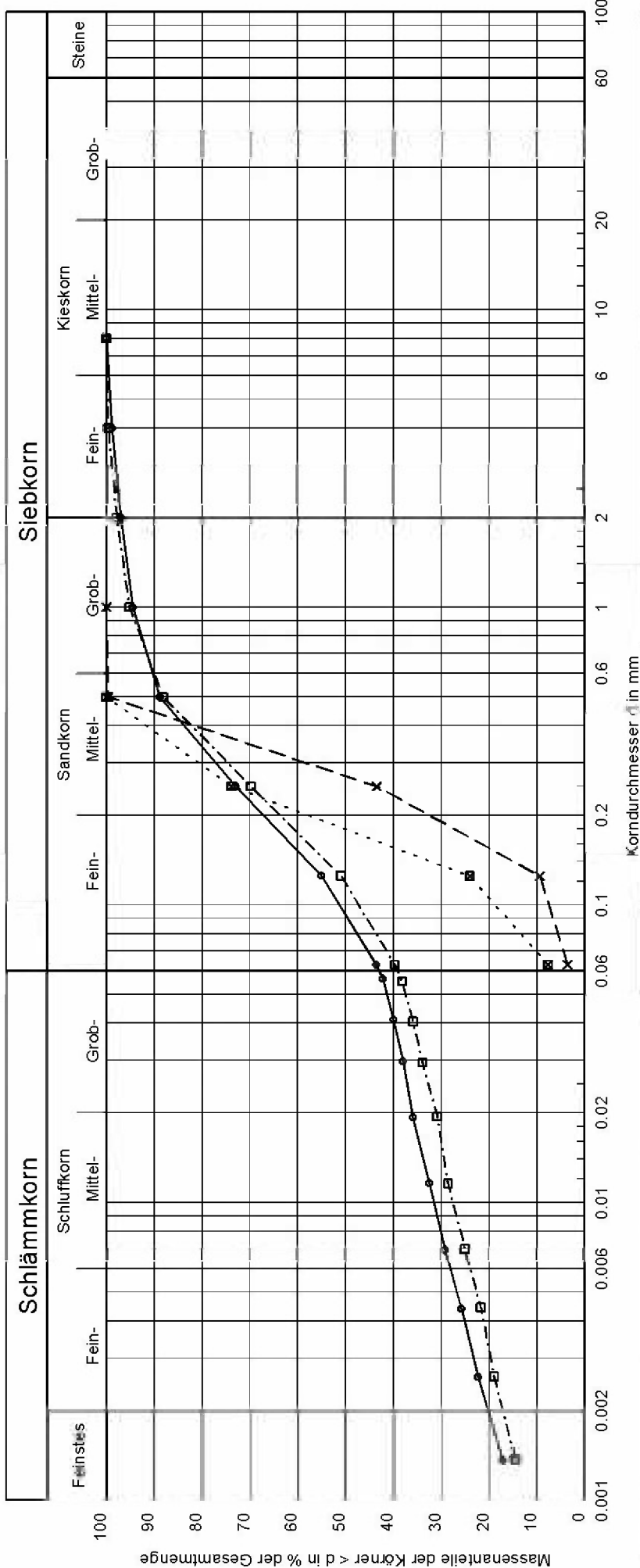
Signatur	—●—	—x—x—
Entnahmestelle	KRB IV/5	KRB IV/7
Entnahmefläche [m u. GOK]	4,0-5,9	9,1-10,8
Bodenart	Geschleibemergel	Schluff (Beckensediment)
Zusammensetzung	S, t, u	U, fs, t'
k [m/s] (Beyer):	-	-
U/Cc	-/-	16.8/1.2

16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld IV

August 2016

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.5



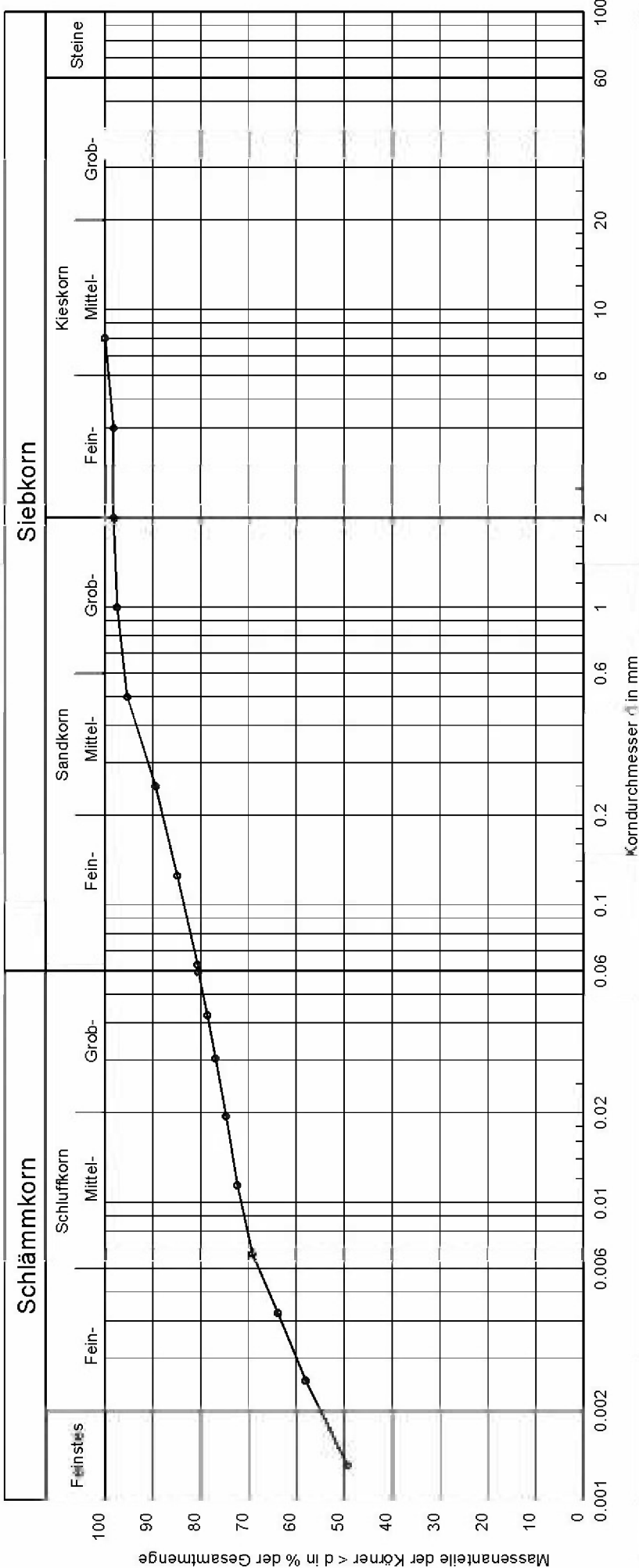
Signatur	● — ●	× — ×	□ — □	■ — ■
Entnahmestelle	KRB V/1	KRB V/2	KRB V/5	KRB V/9
Entnahmehöhe [m u. GOK]	6,4-6,9	9,0-10,5	3,9-5,5	6,8-8,5
Bodenart	Geschiebemergel	Sand	Geschiebemergel	Sand
Zusammensetzung	S, t, u	mS, fs	S, t, u	fS, mS, u'
k [m/s] (Beyer):	-	$1,6 \cdot 10^{-4}$	-	$4,8 \cdot 10^{-5}$
U/Cc	-/-	2,4/0,9	-/-	3,0/1,3

16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld V

August 2016

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.6



Signatur	
Entnahmestelle	KRB VI/2
Entnahmetiefe [m, u. GOK]	0,3-1,7
Bodenart	Ton
Zusammensetzung	T, u, fs, ms'
k [m/s] (Beyer)	-
U/Cc	-/-

16-1083 Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Erschließungsstraße

Hamburg · Berlin · Kiel
Ludwigshafen · Oldenburg

Steindamm 96
20099 Hamburg
Tel.: (0 40) 22 70 00 - 0
Fax: (0 40) 22 70 00 - 28

Neufeldtstraße 10
24118 Kiel
Tel.: (04 31) 26 04 10 - 0
Fax: (04 31) 26 04 10 - 18

Nadorster Straße 229 a
26123 Oldenburg
Tel.: (04 41) 93 64 23 - 0
Fax: (04 41) 93 64 23 - 328

www.igb-ingenieure.de

16-1083 • Wt/MI/He

Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartieres

Baufeld II
Geotechnisches Gutachten

Ergebnisse der chemischen Analytik
GBA Prüfbericht (Wasserprobe)
(4 Seiten)

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Hamburg

Steindamm 96

20099 Hamburg



Deutsche
Akreditierungsstelle
D-PL-14170-01-00

Prüfbericht-Nr.: 2016P512502 / 1

Auftraggeber	IGB Ingenieurgesellschaft mbH Hamburg
Eingangsdatum	24.08.2016
Projekt	Rehagen, Hamburg
Material	Grundwasser
Kennzeichnung	KRB II/4
Auftrag	16-1083
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 5,31 l
Auftragsnummer	16508585
Probenahme	GBA, Herr Kask
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	24.08.2016 - 02.09.2016
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 02.09.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2016P512502 / 1



Prüfbericht-Nr.: 2016P512502 / 1

Rehagen, Hamburg

Auftrag		16508585
Probe-Nr.		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		KRB II/4
Probemenge		ca. 5,31 l
Probenahme		24.08.2016
Probenahme-Uhrzeit		12:25
Probeneingang		24.08.2016
Analyseergebnisse	Einheit	
Grundwasserprobenahme		
pH-Wert		6,3
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mL/L	<0,10
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	188
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	56
Magnesium	mg/L	4,5
Sulfat	mg/L	10
Ammonium	mg/L	0,044
Eisen (II)	mg/L	3,4
Eisen, ges.	mg/L	11
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	<15
AOX	mg/L	0,020
Arsen	mg/L	0,023
Cadmium	mg/L	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	0,011
Blei	mg/L	0,013
Nickel	mg/L	0,011
Zink	mg/L	0,094
Kupfer	mg/L	0,015
Quecksilber	mg/L	<0,00020
Betonaggressivität		
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	23
Gesamthärte	°dH	4,5
Härtehydrogencarbonat	°dH	2,4
Nichtcarbonathärte	°dH	2,2
Chlorid	mg/L	9,7

Prüfbericht-Nr.: 2016P512502 / 1

Rehagen, Hamburg

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen

Parameter	Bestimmungs- grenze	Einheit	Methode
Grundwasserprobenahme			DIN 38402-A13 ^a
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 ^a
Absehbare Stoffe (0,5 h)	0,10	mL/L	DIN 38409-9 (H9) (Einfachbestimmung) ^a
Abfiltrierbare Stoffe	1,0	mg/L	DIN 38409-2 (H2) ^a
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030 (Heyer) ^a
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22) ^a
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20) ^a
Ammonium	0,025	mg/L	DIN EN ISO 11732 (E23) ^a
Eisen (II)	0,25	mg/L	DIN 38406-1 (E1) ^a
Eisen, ges.	0,010	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22) ^a
Kohlenwasserstoffe	0,10	mg/L	DIN EN ISO 9377-2 (H53) ^a
CSB	15	mg/L	DIN ISO 15705 (H45) ^a
AOX	0,010	mg/L	DIN EN ISO 9562 (H14) ^a 2
Arsen	0,00050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Cadmium	0,00030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Chrom ges.	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Nickel	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Zink	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Kupfer	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Betonaggressivität			DIN EN 16502
Geruch			DEV-B1/2 ^a
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467 ^a
Gesamthärte		°dH	DIN 38409-H6/ DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D3 ^a
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20) ^a

Die mit * gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: GBA Gelsenkirchen

Anlage zu Prüfbericht 2016P512502

Probe-Nr.: 16508585 / 001

Probenbezeichnung: KRB II/4

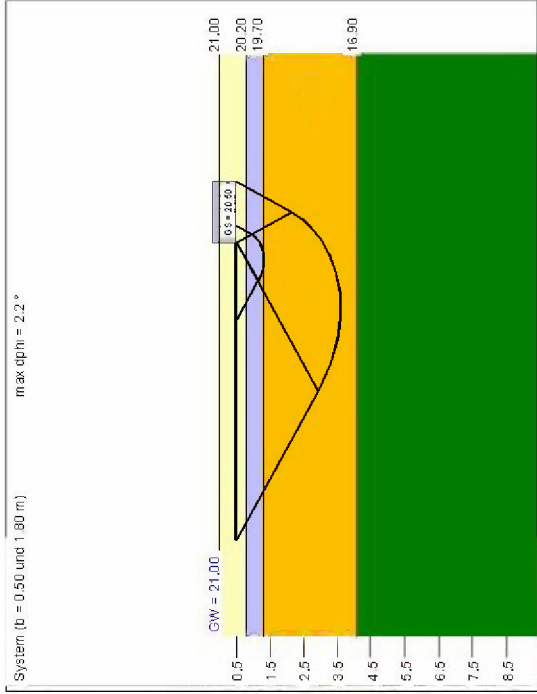
Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 1045-2 Tab. 2 / DIN EN 206-1

Parameter	Messwert	Einheit	Angriffsgrad		
			schwach angreifende Umgebung XA 1	mäßig angreifende Umgebung XA 2	stark angreifende Umgebung XA 3
pH-Wert	6,3		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - >= 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	56	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,044	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	4,5	mg/L	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	10	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	9,7	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	4,5	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	2,4	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	23	mg KMnO ₄ /L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Gemäß DIN EN 206-1 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe besondere Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist mäßig Beton angreifend.

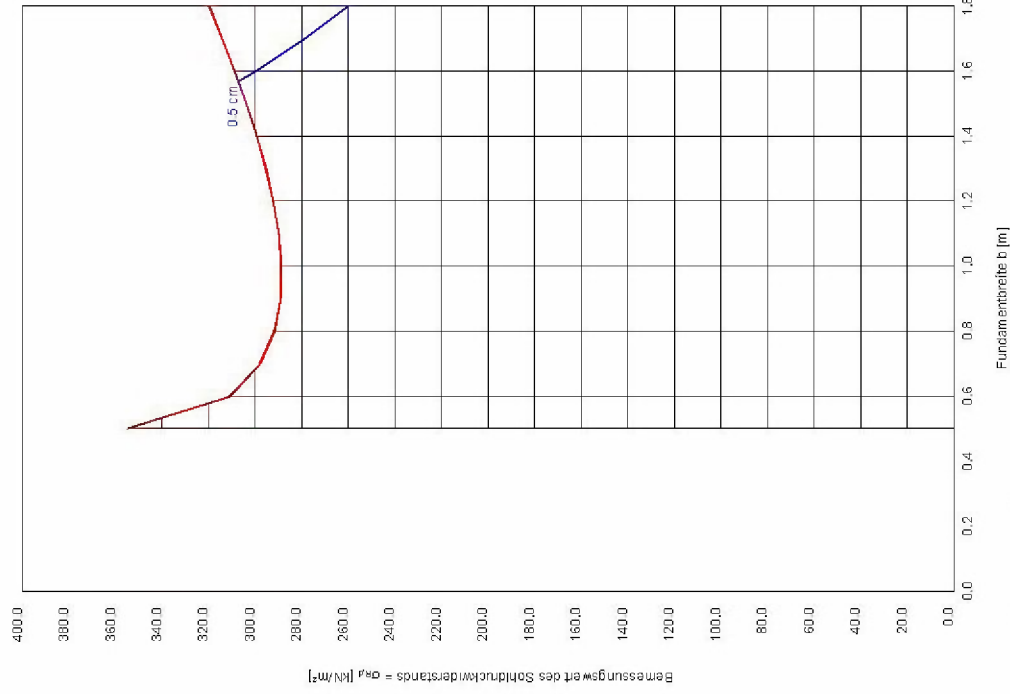
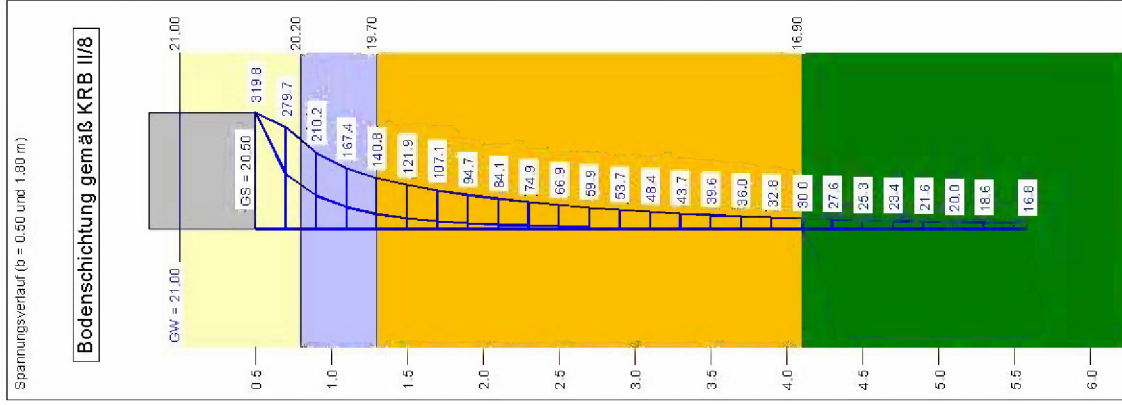
Ermittlung des Bemessungswerts des Sohldruckwiderstands für quadratische Einzelfundamente

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Sand, ausgetauscht
	21.0	11.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Geschiebelehm, steif
	19.0	11.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Sande, mitteldicht
	20.0	10.0	25.0	2.5	10.0	0.00	Schluff, weich



a [m]	b [m]	c_{Rk} [kN/m ²]	$\sigma_{s,A}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	436.0	354.3	0.16	31.1	5.82	10.50	5.00	2.70	1.32
0.60	0.60	435.0	310.7	0.16	31.5	4.01	10.59	5.00	2.86	1.51
0.70	0.70	417.1	297.9	0.19	31.7	3.33	10.63	5.00	3.11	1.66
0.80	0.80	409.4	291.7	0.20	31.8	2.87	10.69	5.00	3.33	1.85
0.90	0.90	404.7	289.1	0.22	31.9	2.54	10.71	5.00	3.56	2.03
1.00	1.00	404.2	288.7	0.24	31.9	2.28	10.74	5.00	3.78	2.20
1.10	1.10	405.9	289.9	0.27	32.0	2.07	10.76	5.00	4.00	2.37
1.20	1.20	409.1	292.2	0.30	32.0	1.89	10.78	5.00	4.23	2.55
1.30	1.30	413.6	295.5	0.35	32.1	1.75	10.80	5.00	4.45	2.72
1.40	1.40	419.1	299.4	0.40	32.1	1.62	10.81	5.00	4.68	2.89
1.50	1.50	425.4	303.8	0.46	32.1	1.51	10.82	5.00	4.91	3.07
1.60	1.60	432.3	308.8	0.52	32.2	1.41	10.83	5.00	5.13	3.24
1.70	1.70	439.8	314.1	0.59	32.2	1.33	10.84	5.00	5.36	3.41
1.80	1.80	447.7	319.8	0.66	32.2	1.26	10.85	5.00	5.58	3.59

Norm: EC 7
Grundruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (ab = 1.00)
 $\gamma_{s,v} = 1.40$
 $\gamma_s = 1.35$
 $\gamma_0 = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500



Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld I
Geotechnisches Gutachten

Projekt Nr.: 16-1083

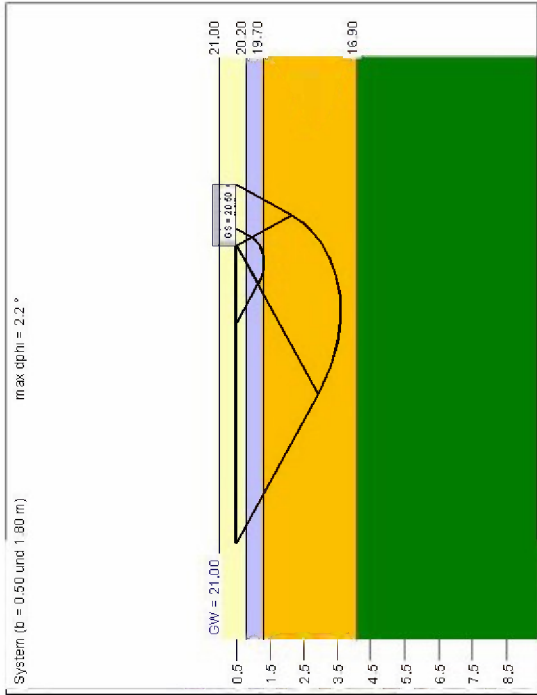
Anlage: 5.1

Datum: 23.09.2016



Ermittlung des Bemessungswerts des Sohldruckwiderstands für Streifenfundamente

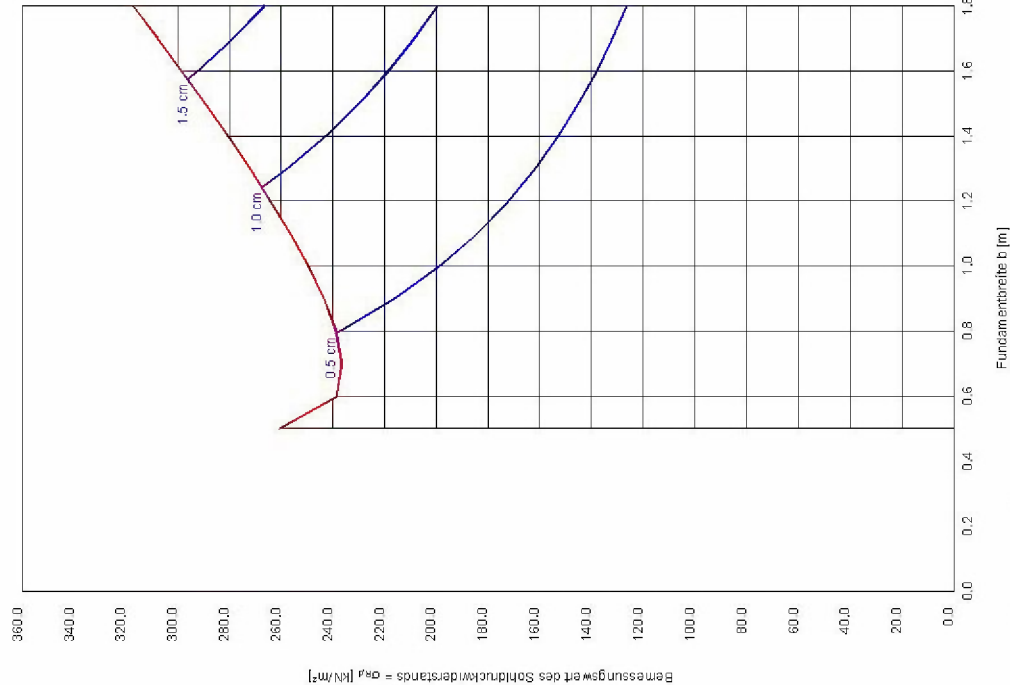
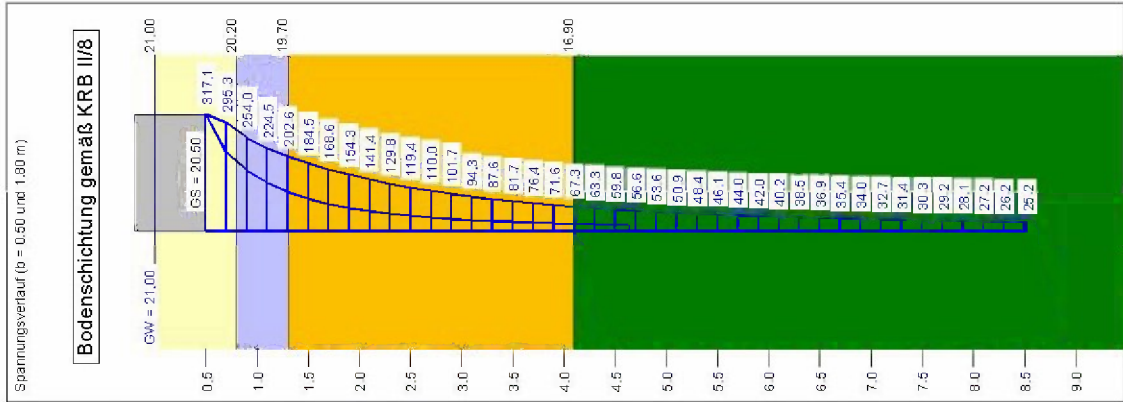
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Sand, ausgetauscht
	21.0	11.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Geschiebelehm, steif
	19.0	11.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Sande, mitteldicht
	20.0	10.0	25.0	2.5	10.0	0.00	Schluff, weich



a	b	c _{ph} [kN/m ²]	σ_{ph} [kN/m ²]	s	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma'_{0,2}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	364.5	260.4	0.32	31.1	5.82	10.50	5.00	4.64	1.32
10.00	0.60	333.6	239.5	0.35	31.5	4.01	10.59	5.00	4.82	1.51
10.00	0.70	331.1	236.5	0.42	31.7	3.33	10.63	5.00	5.12	1.66
10.00	0.80	334.3	238.8	0.50	31.8	2.87	10.69	5.00	5.43	1.85
10.00	0.90	340.7	243.4	0.60	31.9	2.54	10.71	5.00	5.75	2.03
10.00	1.00	349.2	249.4	0.70	31.9	2.28	10.74	5.00	6.07	2.20
10.00	1.10	358.9	256.3	0.82	32.0	2.07	10.76	5.00	6.39	2.37
10.00	1.20	369.5	264.0	0.95	32.0	1.89	10.78	5.00	6.70	2.55
10.00	1.30	380.9	272.1	1.09	32.1	1.75	10.80	5.00	7.01	2.72
10.00	1.40	392.6	280.6	1.23	32.1	1.62	10.81	5.00	7.32	2.89
10.00	1.50	405.2	289.4	1.38	32.1	1.51	10.82	5.00	7.63	3.07
10.00	1.60	417.9	298.5	1.54	32.2	1.41	10.83	5.00	7.93	3.24
10.00	1.70	430.8	307.7	1.72	32.2	1.33	10.84	5.00	8.23	3.41
10.00	1.80	443.9	317.1	1.90	32.2	1.26	10.85	5.00	8.55	3.59

Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{s,v} = 1.40$
 $\gamma_s = 1.35$
 $\gamma_0 = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

OK Gelände = 21.00 m
Gründungssohle = 20.50 m
Grundwasser = 21.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



Rehagen, Hamburg-Hummelsbüttel
Neubau eines Wohnquartiers
Baufeld I
Geotechnisches Gutachten

Projekt Nr.: 16-1083

Anlage: 5.2

Datum: 23.09.2016

