Ingenieurbüro für Geotechnik

[redacted]
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25 * 22145 HAMBURG
Tel.: [redacted]* Fax.: [redacted]
office @ pgeo.de
Sachverständiger für Geotechnik (DIN 4020 - 1990)
Baugrund- und Gründungsgutachten, Erdbaulabor
Erd- und Spezialtiefbauplanung, Baukostenanalytik
Altlastenerkundung, Gefährdungsabschätzungen

Hamburg, 07. August 2024
- 22.13506 - /[redacted]/

Quartiersentwicklung Überseering

Überseering 17 /
Mexikoring 22
22297 HAMBURG

Geotechnischer Hauptbericht

Revision 1 (ersetzt den Bericht vom 09.11.2022)

Bauherr:	Achte PM Invest GmbH & Co. KG c/o Deutsche Immobilien Entwicklungs GmbH Rentzelstraße 10a, 20146 HAMBURG
Planung:	blrm Architekt*innen GmbH Brunnenhofstraße 2, 22767 HAMBURG
Tragwerksplanung:	Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH Grafenberger Allee 293, 40237 DÜSSELDORF

1. Einleitung

Im Rahmen der Quartiersentwicklung ist die Neubebauung des Grundstücks *Überseering 17 / Mexikoring 22* (Flurstück 1260) in Hamburg-Winterhude geplant. Aufgehend auf einem großflächigen Untergeschoss zur Keller- und Tiefgaragennutzung ist die Errichtung von Büro- Gewerbe- und Wohnflächen geplant. Die Büroflächen werden sich in drei bis viergeschossiger Bauweise *(Flachbau)* um einen begrünten Innenhof orientieren und am *Mexikoring* angeordnet. Im nordöstlichen Grundstücksbereich ist aufgehend zudem der Bau eines Büroriegels in fünfgeschossiger Bauweise geplant. Der südliche Grundstücksbereich soll gewerblich durch Gastro sowie Nahversorgung und Einzelhandel genutzt werden, wobei der mittlere Baufeldbereich in Analogie zum südlich angrenzenden Grundstück auf Höhe der Erdgeschossdecke als Platz zur Naherholung genutzt werden soll. Im mittleren-östlichen Grundstücksbereich werden aufgehend auf den Gastronomie- und Gewerbeflächen weitere 12 Wohngeschosse errichtet. Insgesamt wird der Neubau in diesem Bereich 18 aufgehende Geschosse *(Hochhaus)* aufweisen.

Das Grundstück wurde bisher gewerblich genutzt, die im Grundstücksrandbereich zweigeschossige und in Grundstücksmitte bis zu achtgeschossige Bestandsbebauung ist nebst Teilkeller aktuell bereits rückgebaut. Dies gilt ebenfalls (mit Ausnahme einer grenzständigen Wand) für das Bunkerbauwerk im westlichen Grundstücksbereich. Entlang der Südgrenze befindet sich eine zwei bis viergeschossige Bebauung des Nachbargrundstückes. Gen Norden, Westen und Osten ist das Baufeld direkt an den umliegenden Straßen belegen. Aktuell wird das Gesamtgrundstück von einer nahegelegenen Baustelle als Schlitzgutlager genutzt und wurde vorbereitend in Baufeldmitte mit Betonplatten befestigt und die Randbereiche für eine Umfahrung mit Schotter befestigt.

Auf dem Grundstück wurden bereits Baugrunduntersuchungen ausgeführt, zudem liegt der Geotechnische Vorbericht des Unterzeichners vom 02.02.2021 vor. Das Büro des Unterzeichners wurde vom Bauherrn, der Achte PM Invest GmbH & Co. KG, Hamburg, beauftragt, die für die geplante Bebauung ergänzend erforderlichen Baugrundaufschlüsse zu veranlassen und auf deren Grundlage einen Geotechnischen Hauptbericht zu erstellen. Mit der vorliegenden Rev. 1 wird der Geotechnische Hauptbericht vom 09.11.2022 um die Angaben für die mittlerweile fortgeschrittenen Gründungsplanung (u.a. Tiefgründung des *Hochhauses und des Riegelbaus)* ergänzt.

2. Untergrundverhältnisse

2.1 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse – Kleinrammbohrungen + Bohrungen

Nach dem Ergebnis der im Vorwege durchgeführten Recherchen liegen für das Grundstück die Ergebnisse diverser Altaufschlüsse vor, die wir aus dem Archiv des Geologischen Landesamts Hamburg übernehmen konnten. Die Ergebnisse der Altbohrung aus 1966 (B488 und B278 bis B287) werden im Folgenden bei der allgemeinen Bauflächenbewertung berücksichtigt. Aufgrund von

Unstimmigkeiten in den Ansatzhöhen der in 1990 ausgeführten Altbohrungen B618 bis B623 (Höhendifferenz der Ansatzpunkte von ~3 m) sind diese nur eingeschränkt verwertbar. Ergänzend zu den Altaufschlüssen sind im Rahmen einer Vorerkundung des Untergrundaufbaues im Dezember 2020 auf dem Flurstück insgesamt sechs Kleinrammbohrungen mit Endtiefen von jeweils 15,0 m und drei Kleinrammbohrungen bis in Tiefen von 3,0 m (KRB 1 bis KRB 9) unter Terrain abgeteuft worden.

Zur Detailerkundung des Untergrundaufbaues wurden in der Zeit vom 22. bis 24.08.2022 bzw. am 21.03.2023 auf Veranlassung des Unterzeichners insgesamt dreizehn weitere Kleinrammbohrungen mit Endtiefen von 15,0 m unter Ansatzpunkt abgeteuft. Zudem wurden in der Zeit vom 29.08. bis 07.09.2022 im Lagebereich des späteren Hochhauses drei konventionelle Trockenbohrungen bis in Tiefen von jeweils 30 m abgeteuft. Die Lage der Ansatzpunkte der aktuellen Aufschlüsse, die vom Bohrunternehmen TerraTec, Seevetal, ausgeführt wurden, kann dem in der Anlage 1 dargestellten Lageplan entnommen werden. Die Lage der Altaufschlüsse wurde ebenfalls im Lageplan übernommen. Sämtliche Punkte sind durch Nivellement höhenmäßig eingemessen worden, wobei in Ermangelung eines bekannten amtlichen Höhenfestpunktes als Bezugshöhe die Oberfläche des Schachtdeckels (Regenwasser) nördlich des Baufeldes in der Straße *Mexikoring* gewählt wurde, die nach den Angaben von HamburgWasser eine Absoluthöhe von + 9,80 mNHN aufweist. Demnach liegt die Geländeoberfläche des Grundstücks (Bohransatzpunkte) aktuell im Randbereich auf Absoluthöhen zwischen 9,4 mNHN und + 10,4 mNHN und in Baufeldmitte auf Absoluthöhen um +7,0 mNHN (Baugrube ehemaliger Keller) Es wird darauf hingewiesen, dass Angaben aus den Leitungsplänen bzw. Messungen auf dieser Grundlage ohne Prüfung durch einen Vermesser nicht zu Planungszwecken übernommen werden sollten, da sich die Sieldeckelhöhen infolge von Bautätigkeiten geändert haben könnten.

Die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse sind in den Anlagen als Schichtenprofile wie folgt dargestellt:

- Anlage 2.1 bis 2.3: Kleinrammbohrungen August 2022;
- Anlage 2.4: Bohrungen August/September 2022;
- Anlage 2.5 und 2-6: Kleinrammbohrungen Dezember 2020;
- Anlage 2.7 und 2.8: Altaufschlüsse Geologisches Landesamt.
- Anlage 2.9: Kleinrammbohrungen März 2023;

Den Schichtenprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmens zugrunde, die im Erdbaulabor des Unterzeichners durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben nach Erfordernis überarbeitet und ergänzt wurden. Die Altaufschlüsse wurden mit geringen redaktionellen Veränderungen übernommen und dargestellt. Es ergibt sich folgender grundsätzlicher Untergrundaufbau:

- **Auffüllungen**, sandig, bereichsweise humos;
- **Auffüllungen,** bindig;
- **Geschiebelehm**, überwiegend weich- bis steifplastisch (bereichsweise);

- **Schluff,** überwiegend steifplastisch (bereichsweise);
- **Geschiebemergel,** überwiegend steifplastisch (bereichsweise);
- **Sand**, Fein- bis Mittelsand;
- **Schluff**, steifplastisch,
- **Geschiebemergel**.

Mit sämtlichen Aufschlüssen werden zunächst aufgefüllte Böden erkundet, die überwiegend als gemischtkörnige, lokal humose Sande angesprochen werden und teilweise anthropogene Beimengungen u. a. in Form von Ziegel- und Betonreste aufweisen. Mit zunehmender Tiefe werden bindige Auffüllungen angetroffen, die als umgelagerter Geschiebelehm angesprochen werden. Die Mächtigkeit der **Auffüllungen** variiert mit den aktuell ausgeführten Aufschlüssen zwischen 2,3 m und etwa 5,4 m und liegt überwiegend bei gut 4 m unter Gelände, die Unterkante wird in Tiefen zwischen etwa + 6,8 mNHN und + 3,8 mNHN (Bereich ehemaliger Keller) eingemessen. Sie stellen vermutlich die Seitenraumverfüllung der Fundamente oder des Teilkellers des Bestands dar.

Die Auffüllungen werden bereichsweise von Geschiebeböden unterlagert, die teils in ihrer natürlichen Schichtenfolge mit obenliegendem **Geschiebelehm** und unterlagerndem **Geschiebemergel** anstehen. Die Konsistenz des Geschiebelehms wird bei natürlichen Wassergehalten zwischen 11 Gew.-% und 18 Gew.-% überwiegend als weich- bis steifplastisch, teils auch als weichplastisch angesprochen, die Konsistenz des Geschiebemergels wird überwiegend als steifplastisch angesprochen. Tieferliegend werden bereichsweise sandige **Schluff**schichten erkundet. Der Schluff weist überwiegend steifplastische Konsistenzen auf, die ermittelten, natürlichen Wassergehalte zwischen 19 Gew.-% und 30 Gew.-% bestätigen die angesprochene Konsistenz. Sowohl die Geschiebeböden als auch die Schluffe sind als geringdurchlässig (~1 * 10^{-7} m/s bis ~1 * 10^{-9} m/s) zu bewerten, eine ggf. vorzusehende Versickerung von Niederschlagswasser kann für das hier betrachtete Flurstück nicht empfohlen werden bzw. wäre allenfalls in Bereich denkbar, in denen die geringdurchlässigen Böden ausgetauscht werden. Die Unterkante der bindigen Böden wird mit den aktuell ausgeführten Kleinrammbohrungen variierend in Tiefen zwischen 3,8 m und 8,8 m (Bereich Hochhaus) unter Terrain eingemessen, die Ergebnisse der Altaufschlüsse zeigen jedoch teils auch deutlich tiefer reichende bindige Bodenschichten.

Unterlagernd werden bis zur Endteufe der aktuell 15,0 m tief ausgeführten Kleinrammbohrungen überwiegend Sande angetroffen, die in Übereinstimmung mit den Altaufschlüssen kornanalytisch als **Fein**- bis **Mittelsande** angesprochen werden und teils schluffige und kiesige Beimengungen aufweisen. Mit den bis zu 30,0 m tief geführten Bohrungen sowie den tiefergeführten Altaufschlüssen wird in Tiefen um 22 m unter Terrain zunächst eine geringmächtige **Schluff**schicht, tieferliegend wiederum Geschiebemergel angetroffen. Der tiefliegende **Geschiebemergel** weist bei natürlichen Wassergehalten zwischen 11 Gew.-% und 13 Gew.-% überwiegend steifplastische Konsistenzen auf und wird mit den 30,0 m tief geführten Bohrungen naturgemäß nicht durchteuft.

Während der Felduntersuchungen und den späteren Untersuchungen der Bodenproben im Erdbaulabor ergaben sich aus den organoleptischen Ansprachen keine besonderen Auffälligkeiten, die auf größere Fremdeinlagerungen oder frühere Schadstoffeinträge im Untersuchungsbereich hingewiesen hätten. Die in den Auffüllungen angetroffenen anthropogenen Beimengungen (u. a. Beton-, Ziegel-, und Bauschuttreste) lassen jedoch auf deutliche Mehrkosten bei der Verwertung bzw. Entsorgung des Boden- bzw. Bauschuttmaterials schließen. Es ist zudem damit zu rechnen, dass im Zuge des Abbruchs des Bestandsgebäudes ein Eintrag mit anthropogenen Stoffen erfolgt ist. Die im Zuge des Erdbaus anfallenden Böden sind fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen. Für die Verwertung und Entsorgung der Aushubböden sind im Folgenden deklarierende Schadstoffuntersuchungen des Aushubmaterials nach den Vorgaben der Technischen Richtlinie Boden (TR Boden) der LAGA 20 [[1]] sowie der Deponieverordnung in einem den Aushubmengen angepassten Raster und Umfang auszuführen. Wiedereinzubauendes Boden- oder Bauschuttmaterial ist nach Erfordernis gemäß dem Parameterumfang der Ersatzbaustoffverordnung zu untersuchen.

2.2 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse – Drucksondierungen

Ergänzend zu den direkten Baugrundaufschlüssen wurden als Grundlage für die Dimensionierung der Flächengründung oder einer ggf. erforderlichen Tiefgründung im Lagebereich des späteren Hochhauses insgesamt drei bis etwa 24 m tiefe Drucksondierungen (CPT 15) gemäß DIN EN ISO 22476-1 [[2]] zur Bestimmung der Lagerungsdichten der gewachsenen, tiefliegenden Sande durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkt der Drucksondierungen, die von der Jörn Thiel Baugrunduntersuchungen GmbH, Hamburg, ausgeführt wurden, kann dem in Anlage 1 dargestellten Lageplan entnommen werden. Die Messkurven der Drucksondierungen sind dem Bericht als Anhang A beigefügt sowie neben den Bohrprofilen in der Anlage 2.4 dargestellt.

Als Ergebnis ist zunächst festzustellen, dass die Messkurven der Drucksondierungen einen sehr einheitlichen Schichtaufbau darstellen. In weitgehender Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Kleinrammbohrungen und Bohrungen weisen die Drucksondierungen im Bereich der oberen, aufgefüllten Böden variierende Messwerte für den Spitzenwiderstand meist zwischen $q_c = 2$ MN/m^2 und bis zu $q_c > 10$ MN/m^2 auf. Die im Bereich der bindigen Geschiebeböden und Schluffe aufgenommenen Messwerte zeigen erwartungsgemäß deutliche Rücksprünge im Spitzenwiderstand sowie ein leicht erhöhtes Reibungsverhältnis. Die gewachsenen Sande zeigen mit Spitzenwiderständen $q_c > 10$ MN/m^2 eine überwiegend mitteldichte Lagerung. In einem Tiefenbereich zwischen 11,5 m und 16,5 m, entsprechend auf Absoluthöhen zwischen -1,5 mNHN und -5,5 mNHN werden teils lockere Lagerungen gemessen. Die Drucksondierungen enden aufgrund der Geräteauslastung in Tiefen um 24 m unter Gelände.

---

[1] **LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall;** Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Technische Regeln, 05.11.2004

[2] **DIN EN ISO 22476-1:2013-10; Geotechnische Erkundung und Untersuchung** - Felduntersuchungen - Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck

2.3 Grundwasser

Während der Ausführung der Baugrunduntersuchungen wurde in Tiefen zwischen 0,9 m und 8,0 m unter den Ansatzpunkten, überwiegend in den unter den Auffüllungen bzw. Geschiebeböden anstehenden, gewachsenen Sanden Wasser angetroffen, siehe Anlagen 2. Bei den in den gewachsenen Sanden eingemessenen Wasserständen handelt es sich um **Grundwasser**, das niederschlagsabhängig durch Stau- und Sickerwässer überlagert wird und jahreszeitlichen starken Schwankungen unterliegt. Es steht teils gespannt unterhalb der bindigen Geschiebeboden- und Schluffschicht, bzw. frei innerhalb der Sande an. Mit wechselnden Wasserspiegelhöhen ist zu rechnen. In der Geologischen Übersichtskarte von Hamburg, Blatt 1, Hydrogeologische Profiltypen, ist für den Bereich des Grundstückes ein zwischen etwa + 6,0 mNHN (min) und + 8,0 mNHN (max) Grundwasserspiegel angegeben. Die Grundwasserfließrichtung ist gen Westen (*Alster*) gerichtet.

Zur längerfristigen Beobachtung des Grund- bzw. Stauwasserspiegels und zur Beprobung des Wassers ist bereits im Rahmen der Voruntersuchung die Kleinrammbohrung KRB 1 zu einer Grundwassermessstelle (Rammpegel KRB 1 / PB 1) ausgebaut worden. Seit Ende Juli 2022 wird in der Messstelle kontinuierlich das Grundwasser mittels Datenlogger gemessen. Es werden relativ konstante Wasserstände zwischen **+5,65 mNHN** (max) und **+ 5,45 mNHN** (min) dokumentiert, die die zuvor festgestellten Wasserstände bestätigen. Das Grundwasser liegt jedoch unterhalb der in den Grundwassergleichenkarten angegebenen Höhen. Die Ursache für den „niedrigen“ Messwert kann in den geringen Niederschlagsmengen der vergangenen Jahre liegen, eine Beeinflussung durch eine im Quartier derzeit ggf. stattfindenden Grundwasserabsenkung kann jedoch auch nicht vollständig ausgeschlossen werden

Im Nachgang der Bohrarbeiten (Voruntersuchung) sind durch die GBA, Gesellschaft für Bioanalytik GmbH, Pinneberg, in der Messstelle Wasserproben entnommen und chemisch analysiert worden. Die Proben wurden von der GBA u. a. auf betonschädigende Inhaltsstoffe gemäß DIN 4030 [[3]] untersucht. Die Ergebnisse sind im Anhang B (Prüfbericht 2021P500574/1) der vorliegenden Stellungnahme beigefügt. Danach ist das Wasser als

- chemisch mäßig betonangreifend -

einzustufen. Für die Betonherstellung von Bauteilen, die mit dem Sicker- und Grundwasser in Berührung kommen können, die Expositionsklasse **XA 2** entsprechend einer „chemisch schwach angreifenden“ Umgebung nach DIN 1045 [[4]] vorzusehen. Ergänzend wurde das Wasser gem. DIN 50929, Teil 3 beurteilt; die Wahrscheinlichkeiten für Mulden- Loch- und Flächenkorrosion werden als „gering“ bzw. „sehr gering“ abgeschätzt.

[3] **DIN 4030; Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase**
[4] **DIN 1045; Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton**

An den entnommenen Wasserproben wurden zusätzlich die Einleitparameter für das Regensiel als orientierende Werte ebenfalls untersucht, die Ergebnisse sind ebenfalls im Prüfbericht 2021P500574/1 enthalten. Unter Ansatz der Grenzwerte für die Einleitung von Grundwasser in das öffentliche Regensiel liegt der Parameter Eisen II knapp oberhalb des Grenzwertes. Sofern für eine Neubebauung des Grundstücks die Erfordernis einer Grundwasserabsenkung besteht, wäre im Zuge der Konkretisierung der Planung eine weitere Beprobung des Grundwassers durchzuführen. Für die Einleitung des Wassers in das Siel ist daher zumindest ein ausreichend dimensionierter Sandfang sowie ggf. eine Belüftungsanlage zur Fällung von Eisen vorzusehen.

Für die geplante Unterkellerung (UK Sohle + 5,0 mNHN bzw. + 4,75 mNHN zzgl. Tiefteile) ergeben sich grundwasserbedingte Abhängigkeiten sowohl für die Abdichtung des Neubaus als auch für die Herstellung einer trockenen Baugrube und für die Auftriebsberechnungen im Endzustand.

3. Bodenkennwerte

Maßgebend für die Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrundes sind die Bodenkennwerte der unter den Gründungsebenen anstehenden Böden, die die aus dem Neubau resultierenden Lasten abzutragen haben. Auf der Grundlage der zuvor beschriebenen Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse sowie der vorliegenden Erfahrungen mit den Böden im Planungsgebiet können unter Bezug auf DIN EN 1997-1:2014-03 (EC 7) [[5]] für die Bemessung von Gründungen und weitere erdstatische Berechnungen die nachfolgend aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden. Diese Bodenkennwerte können ebenfalls für Nachweise gemäß dem globalen Sicherheitskonzept (zurückgezogene DIN 1054:1976-11 [[6]]) genutzt werden.

[5] **DIN EN 1997-1:2014-03; Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik** - Teil 1: Allgemeine Regeln

[6] **DIN 1054:1976-11; Baugrund;** Zulässige Belastung des Baugrundes

Charakteristische Bodenkennwerte gemäß DIN EN 1997-1:2014-03

Bodenart	Lagerung/ Bildsamkeit	Wichten		Scherfestigkeit		Steife-modul	Boden-klassifikation	
		Feuchtwichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungs-winkel	Kohäsion		gemäß DIN 18196 [7]	gemäß alter DIN 18300 [8]
		γ_k	γ'_k	φ_k	c_k	$E_{s,k}$		
		kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	MN/m²		
Auffüllungen, sandig-schluffig bis sandig	locker bis mitteldicht	18	10	27,5	0	8 - 15	[SE, SI, SW]	1, 3
Geschiebelehm	weichplastisch bis steifplastisch	19	10	30,0	2,5	15 - 18	SU*, UL	4
Schluff	weich- bis steifplastisch	17	7	27,5	2,5	10 - 15	SU*, UL	4
Geschiebemergel	weich- bis steifplastisch	21	11	32,5	5,0	25 - 60	SU*, UL	4
Sande / Füllsand	mitteldicht bis dicht	19	11	32,5	0	25 - 45	SE, SI, SW	3
Sande -1,5mNHN bis -5,5mNHN	locker bis mitteldicht	19	11	30,0	0	20 - 30	SE, SI, SW	3
Geschiebemergel (ab 20 m unter GOK)	steifplastisch bis halbfest	21	11	32,5	10,0	45 - 70	SU*, UL	4

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte *„Überseering 17 / Mexikoring 12“*
Die angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte sind unter Beachtung der Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) auch zur Bemessung von Verbaumaßnahmen zu nutzen.

[7] **DIN 18196:2011-05;** **Erd- und Grundbau -** Bodenklassifikationen für bautechnische Zwecke
[8] **DIN 18300:2012-09;** **VOB - Teil C: (ATV) - Erdarbeiten**

4. Gründung

Nach den vorliegenden Planunterlagen (Entwurfsplanung vom 19.07.2024) ist auf dem Grundstück der Neubau eines 1-fach unterkellerten Wohn-, Gewerbe- und Bürogebäudes vorgesehen. Aufgehend auf dem Untergeschoss werden am *Mexikoring* vier Geschosse, im nordöstlichen Bereich fünf Geschosse und im Süden, unmittelbar angrenzend an den nachbarlichen Bestand, ein bis zwei Geschosse realisiert. Im östlichen Baufeldbereich ist wird ein 18-geschossiges Hochhaus realisiert.

Die Tiefgaragensohle wird auf einer Absoluthöhe von + 5,75 m NHN angeordnet, sodass die Gründungsebene des Untergeschosses bei einer überwiegend etwa 0,75 m mächtigen Sohle etwa 4,5 m unter Gelände bzw. auf einer Absoluthöhe von + 5,00 mNHN überwiegend in den gewachsenen Sanden, teils auch in den unteren Zonen der sandigen Auffüllungen und teils in Geschiebeböden liegt. Die Sohlplattendicke wird im Bereich des nordöstlichen Flachbaus etwa 1,0 m (UK = + 4,75 mNHN) und im Bereich des Hochhauses bis zu 1,5 m (UK = + 4,25 mNHN)

Aus den vorbeschriebenen Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist zunächst festzustellen, dass der gewachsene Baugrund grundsätzlich zur Aufnahme von Bauwerkslasten in den zu erwartenden Größenordnungen geeignet ist. Dies gilt ebenfalls für sandige Auffüllungen ohne humose Anteile oder Fremdbestandteile (aktuell Baufeldmitte), die Auffüllungen sind jedoch auszukoffern und lagenweise verdichtet wieder einzubauen. Für die ein- bis fünfgeschossigen Gebäudeteile sind konventionelle Gründungen auf Einzel- und Streifenfundamenten oder als bessere Alternative mittels elastisch gebetteter Sohlplatte ausführbar. Aufgrund der aus dem Hochhauskern zu erwartenden Gebäudelasten und den daraus resultierenden Verformungen und Schiefstellungen ist für diesen Bereich eine Sondergründung vorzusehen. Es wird empfohlen, die aus dem Hochhaus resultierenden Lasten vollständig mittels eines Tiefgründung aus Pfählen abzutragen.

4.1 Flachbau

Die Gründungselemente können unmittelbar auf den gewachsenen Sanden abgesetzt werden, die Sande sind vor Überbauung unter Berücksichtigung der Nachbargebäude sowie des abzusenkenden Grundwasserstandes intensiv nachzuverdichten. Die Gründungselemente dürfen jedoch nicht unmittelbar auf dem störungsempfindlichen Geschiebeboden abgesetzt werden. Zwischen dem Geschiebeboden und der Sohlplatte bzw. den Gründungsteilen ist eine 50 cm (ein bis fünfgeschossige Gebäudeteile) dicke mineralische **Sauberkeits- und Schutzschicht** ($U \geq 3$, ton- und schluffarm, vgl. Abschnitt 7) einzubauen, in der in jedem Fall eine Bauhilfsdränage zu verlegen ist. Eine Reduzierung der Dicke der Sandschicht auf 30 cm ist möglich, sofern der in der Aushubebene anstehende Geschiebeboden eine steifplastische Konsistenz aufweist. Die eingebauten Sande sind im Anschluss auf ihre Lagerungsdichte zu kontrollieren, eine mindestens mitteldichte Lagerung ist zu erzielen.

Werden bei den Erdbauarbeiten abweichend von den erbohrten Bodenzuständen im Zuge der Baugrubenherstellung breiige Geschiebeböden, aufgeweichte Sande, Auffüllungen oder andere ungeeignete Böden angetroffen, so sind diese zur Lastabtragung nicht geeigneten Böden auszubauen und durch Füllsand oder alternativ Magerbeton (u.a. Baugrubenrand) zu ersetzen. Bedingt durch die Unterkellerung des Bestands können, wie mit den Baugrunduntersuchungen festgestellt, tiefreichende Auffüllungsböden vorliegen, diese wären im Lastabtragungsbereich neuer Gründungskörper vollständig auszubauen und gegen Füllsand auszutauschen. Weitere Fehlmengen bis zur Gründungsebene sind vollflächig mit handelsüblichem Füllsand lagenweise mit einer maximalen Lagenhöhe von etwa 30 cm einzubauen und zu verdichten. Die Verdichtungsleistung ist örtlich zu prüfen.

Aufgrund des anstehenden Grundwassers sowie den zusätzlichen Stau- und Sickerwasserspiegeln infolge der anstehenden geringdurchlässigen aufgefüllten oder gewachsenen Böden und der damit einhergehenden Gefahr der späteren Durchfeuchtungen des Neubaus sind geeignete Sicherungsmaßnahmen vorzusehen, um den Baukörper vor Durchfeuchtungsschäden zu schützen. Als dauerhaft sichere und wartungsfreie Lösung ist das Untergeschoss als wasserundurchlässiges Stahlbetonbauteil („Weiße Wanne“) zu konzipieren. Bedingt durch die teils grenzständige Bebauung kann die theoretisch denkbare Ausführung einer Bauwerksdränage in Verbindung mit einer Abdichtung nach DIN 18533-1 [[9]] nicht empfohlen werden und ist aufgrund des anstehenden Grundwassers auch nicht genehmigungsfähig.

Unter Voraussetzung der fachtechnisch korrekten Vorbereitung der Gründungsebenen sind die anstehenden gewachsenen Böden zum Abtragen von Bauwerkslasten in den für den Neubau (Flachbau) zu erwartenden Größenordnungen geeignet. Auf einem ordnungsgemäß hergestellten und entwässerten Planum kann eine Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten (ein bis fünfgeschossige Gebäudeteile), besser jedoch vollständig mit einer elastisch gebetteten Flächengründung erfolgen.

Die für die Gründungsbemessung zu beachtenden Randbedingungen werden nachfolgend zusammengestellt:

4.1.1 Elastisch gebettete Sohlplatte

Für das o. g. Bauvorhaben liegen die unter Ansatz eines flächigen Bettungsmoduls von k_s = 11 MN/m³ vom Tragwerksplaner ermittelten charakteristischen Bodenpressungen sowie Verformungen der Sohlplatte vor. Aufbauend auf den ermittelten Bodenpressungen und Lasten wurden durch das Büro des Unterzeichners Setzungsberechnungen zur Prüfung der Bettungsmoduln durchgeführt. Im Rahmen der Berechnung erfolgte eine Differenzierung zwischen einem

[9] **DIN 18533-1:2017-07;** **Abdichtung von erdberührten Bauteilen** - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

Bettungsmodul für die Fläche (k_s = 11 MN/m³) und einem Bettungsmodul für die höher belasteten Randstreifen (k_s = 18 MN/m³). Für den differenzierten Ansatz der Bettungsmoduln liegen ebenfalls die vom Tragwerksplaner ermittelten charakteristische Bodenpressungen sowie Verformungen vor.

Für die Gründung des Flachbaus werden folgende einheitliche Bettungsmoduln für die weitere Planung vorgegeben:

- Fläche = **k_s = 11 MN/m³**
- Randstreifen **k_s = 18 MN/m³**.

Voraussetzung für den Ansatz ist der Einbau bzw. das Vorhandensein der lastverteilenden Sandschichten unterhalb der Gründungsköper.

Grundsätzlich sind bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen setzungsbedingte Risse in Mauerwerks-Wandscheiben und auch in der Sohlplatte bei allen Flachgründungsvarianten nicht vollständig auszuschließen. Die Rissweiten werden jedoch überwiegend in der Größenordnung von Haarrissen liegen, eine Beeinflussung bzw. Beeinträchtigung der Standsicherheit des Neubaus ist durch diese Schönheitsrisse bei ordnungsgemäßer Bauausführung nicht zu erwarten.

4.1.2 Grundbruchwiderstand, Sohldruck, Setzungen

Die Gründung des Flachbaus wird über eine elastisch gebettete Sohlplatte. Sofern bspw. seitlich des Neubaus Gründungen über konventionelle Einzel- oder Streifenfundamente vorgesehen werden, wurden der Vollständigkeit halber anhand von Erfahrungswerten mit angenommenen, praxisüblichen Fundamentbreiten und Einbindetiefen Berechnungen des Grundbruchwiderstandes nach DIN 4017:2006-03 [[10]] für Einzel- und Streifenfundamente durchgeführt und Bemessungswerte für den **Grundbruchwiderstand ($R_{n,d}$)** ermittelt. In die Berechnungen sind die in Abschnitt 3 angegebenen Bodenkennwerte für den Geschiebemergel übernommen worden. Den Berechnungen wird oberhalb und unterhalb der Gründungsebene die Wichte unter Auftrieb zu Grunde gelegt. Wenn die Fundamentabmessungen bekannt sind, können erforderlichenfalls angepasste Berechnungen mit den anstehenden Schichtendicken usw. erfolgen.

In den Tabellen der Anlagen 3 und 4 sind die Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes in Abhängigkeit von der Gründungstiefe und der Fundamentbreite aufgeführt. Die Bemessungswerte wurden unter Berücksichtigung des Teilsicherheitsbeiwert γ_{Gr} = 1,40 für den Grenzzustand GZ 1B im Lastfall LF 1 („ständige Bemessungssituation“) ermittelt und können für den Nachweis der Einhaltung der Grenzzustandsbedingung dem Bemessungswert der Beanspruchungen direkt gegenübergestellt werden. Auf einzuhaltende Randbedingungen bezüglich der erforderlichen Einbindetiefen (Frostsicherheit in Randbereichen) wird hingewiesen. Weiterhin sind in den Anlagen 3 und 4 die sich

[10] **DIN 4017:2006-03; Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen**

in Abhängigkeit von der Gründungstiefe und der Fundamentbreite ergebenden charakteristischen Werte des Sohldrucks (Bruchzustand, $\sigma_{0,k}$) von Einzel- und Streifenfundamenten zusammengestellt. Die charakteristischen Werte des Sohldrucks werden gemäß DIN 4017 für die Berechnung des Grundbruchwiderstandes ermittelt und können vom Tragwerksplaner für die Fundamentbemessung übernommen werden.

Die charakteristischen Werte des Sohldrucks werden ohne die Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten ermittelt. Sollte für die Fundamentbemessung der Wert für die zulässige Bodenpressung gemäß dem alten Sicherheitskonzept benötigt werden, wären die charakteristischen Werte des Sohldrucks durch einen globalen Sicherheitsbeiwert $\eta = 2{,}0$ zu teilen.

Die in den Anlagen 3 und 4 angegebenen charakteristischen Sohldrücke und die Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes gelten nur für mittige Belastungen der Fundamente. Exzentrisch belastete Fundamente sind gegebenenfalls nach DIN 4017, Abs. 7.2.7, gesondert nachzuweisen. Für die Bemessung exzentrisch oder schräg belasteter Fundamente können die Tabellen der Anlagen 3 und 4 ersatzweise ebenfalls herangezogen werden, wenn gemäß DIN 4017 für die vorhandenen Fundamentabmessungen die reduzierten (rechnerischen) Abmessungen b' bzw. a' (b' = b - 2 * e; *e = Exzentrizität*) berücksichtigt werden.

Zur Abschätzung der zu erwartenden Setzungen bzw. Setzungsunterschiede erfolgten überschlägige Setzungsanalysen unter Zugrundelegung der DIN 4019 [[11]]. Den Berechnungen wurden maximale charakteristische Einwirkungen, die aus den maximalen Bemessungswerten des Grundbruchwiderstandes unter der vereinfachten Annahme eines Teilsicherheitsbeiwertes $\gamma_G = 1{,}35$ abgeschätzt wurden, sowie die zugehörigen Fundamentabmessungen gemäß den Tabellen der Anlagen 3 bzw. 4 zugrunde gelegt. Die Berechnungen haben ergeben, dass unter Voraussetzung einwandfreier Gründungsausführung bei voller Ausnutzung der maximalen Bemessungswerte Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen in Größenordnungen auftreten können, die noch nicht zu Rissen in Mauerwerksscheiben führen. Zur Berücksichtigung der Inhomogenitäten der gewachsenen Böden sind zur Vermeidung von Setzungsschäden bei der Bemessung der Einzel- und Streifenfundamente die in den Tabellen der Anlagen 3 und 4 angegebenen charakteristischen Werte des Sohldrucks (Bruchwert) auf einen Maximalwert von **500 kN/m²**, entsprechend einem maximalen, fundamentabmessungsabhängigen **Designwert der Bodenpressungen** von $\sigma_d = 357$ **kN/m²**, begrenzt worden, um ein einheitliches Setzungsverhalten der Fundamente auch bei unterschiedlichen Auslastungen zu erzielen. Aus der Begrenzung der charakteristischen Werte des Sohldrucks ergeben sich zwangsläufig Reduzierungen der zugehörigen Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes, die in den Tabellen der Anlagen 3 und 4 enthalten sind. Überschlägige Setzungsberechnungen, die die Begrenzung berücksichtigen, haben demzufolge auch nur Absolutsetzungen von weniger als 2,0 cm ergeben.

[11] **DIN 4019, Teil 1;** **Setzungsberechnungen** bei lotrechter, mittiger Belastung

4.2 Hochhaus

4.2.1 Tiefgründung

Nach der Durchführung von verschiedenen Abstimmungsgesprächen und Vorberechnungen über mögliche Gründungsvarianten, Bauwerkslasten, zugehörige Baugrundverformungen usw. wird nach derzeitigem Planungsstand von einer Tiefgründung des Hochhauses sowie des angrenzenden 5-geschossigen Riegels ausgegangen um Setzungen bzw. Schiefstellung des Bauwerkes auf ein für das Bauwerk verträgliches Maß zu reduzieren. Für die Bemessung und die Ausführung einer Tiefgründung mittels Pfählen sind die Forderungen der DIN 1054 [[12]] und der EA-Pfähle [[13]] bzw. des EC 7 zu berücksichtigen. Es sind Verdrängungsbohrpfähle als Teil- oder Vollverdränger mit durchlaufender Pfahlbewehrung (z. B. Atlas-Pfahl, Fundex-Pfahl o. ä. nach DIN EN 12699 [[14]]) vorzusehen.

Als Grundlage der Planung, der Bemessung und der Herstellung der Pfahlgründung sowie für die Ermittlung des äußeren Tragverhaltens der Pfähle ist nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen von folgenden Randbedingungen auszugehen:

4.2.2 Tragfähiger Horizont

Im Lagebereich des Hochhauses und des angrenzenden Riegels liegen die Unterkanten der flächigen Sohlplattenabschnitte bei Plattendicken von 1,5 m und 1,0 m auf + 4,25 mNHN (Hochhaus) bzw. + 4,75 mNHN (Riegel). Die Basis der oberflächennahen Auffüllungen reicht nicht bis in die vorstehend angegebenen Tiefen, sondern nur bis maximal + 6,0 mNHN (B 3). Die unter den Gründungsebenen anstehenden Sande oder Geschiebeböden sind nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet, dies kann ebenfalls für ordnungsgemäß lagenweise verdichtet eingebaute Füllsande (Bodenaustausch, Flächenfilter, Sandpolster o. ä.) vorausgesetzt werden. Der Tragfähige Horizont ist somit auf Höhe der jeweiligen zugehörigen Baugrubensohle (Unterkante Unterbeton oder UK Dämmung) zu berücksichtigen. Bei den durchgeführten Vorberechnungen wurde der Tragfähige Horizont einheitlich auf der Absoluthöhe + 4,5 mNHN gewählt.

Sofern der Tragfähige Horizont in Teilflächen des Baukörpers infolge lokaler Störungen (ehemalige Gründungen o. ä.) tiefer als auf den vorstehend erläuterten Höhenkoten erreicht werden sollte, ist die Gesamtpfahllänge unter Einhaltung der jeweiligen erforderlichen Einbindetiefe hierauf anzupassen und der Pfahl oder die Pfähle entsprechend zu verlängern!

---

[12] **DIN 1054;** **Baugrund**, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
[13] **EA-Pfähle;** **Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“**, Ernst & Sohn, Berlin
[14] **DIN EN 12699;** Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau), **Verdrängungspfähle**

4.2.3 Vollverdrängungsbohrpfähle

Zur Vermeidung von weitergehenden ausführungstechnischen Problemen wird empfohlen, bei der Herstellung der Tiefgründung ausschließlich Teil- oder Vollverdrängungsbohrpfahlsysteme zum Einsatz zu bringen. Hierbei sind Vollverdrängungspfähle mit Pfahldurchmessern zwischen etwa 40 cm und 60 cm einzusetzen. Für die Bemessung und Ausführung der Tiefgründung mittels Verdrängungsbohrpfählen sind u. a. die in Abschnitt 4.2.1 genannten Vorschriften zu berücksichtigen. Die Pfähle sind mit einer auf die zukünftig abzutragende Last abgestimmten ausreichenden Einbindetiefe, mindestens jedoch einer Einbindetiefe $t \geq 3{,}0$ m herzustellen.

Die Tragfähigkeit des Einzelpfahles ist unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse und insbesondere auf der Grundlage der Spitzendrucksondierungen zu ermitteln. Es wird empfohlen, bei der Herstellung der Verdrängungsbohrpfähle den hydraulischen Gesamtmaschinendruck, ggf. auch das Drehmoment der Rohrdrehanlage zu protokollieren und anhand der Messprotokolle die Nachweise ausreichender Einbindelängen zu führen.

4.2.4 Negative Mantelreibung, Horizontale Pfahlbelastung (Seitendruck)

Auf den Ansatz von Negativer Mantelreibung kann verzichtet werden, da in den Lagebereichen des an den neuen Baukörper seitlich angrenzenden Geländes keine nennenswerten Geländeaufhöhungen geplant oder möglich sind und zudem keine stark setzungsfähigen Weichschichten vorhanden sind.

4.2.5 Zugbelastung

Horizontallasten aus Differenzerddrücken oder Winddruck müssen über Pfähle oder Anker abgetragen werden. Sind H-Kräfte nicht über die nach EA-Pfähle, Abs. 6.3.2, zulässigen Pauschalen als horizontale Bettung abtragbar, sind erforderlichenfalls geneigte Bauwerkspfähle oder Anker (z. B. verpresste Mikropfähle) herzustellen oder gesonderte Nachweise zu führen.

Zusätzlich sind bei der Bemessung ggf. Zugbelastungen zu berücksichtigen, die aufgrund eines geringen Eigengewichts des Tragwerks im Bauzustand und eventuell auch im Endzustand aus dem Nachweis gegen Auftrieb resultieren, siehe Abschnitt 4.3.

4.2.5 Knicksicherheit

Biegebeanspruchungen der Pfähle infolge ungewollter Ausmitte o. ä. sind zu vermeiden. Nachweise einer ausreichenden Knicksicherheit sind nicht zu führen. In den anstehenden Böden ist eine ausreichende seitliche Stützung bzw. Bettung der Pfähle gegeben.

4.2.6 Pfahlgruppen, Tragfähigkeiten und Setzungen

Da im vorliegenden Fall, insbesondere im Lagebereich des Hochhauses, die Pfahlabstände teils gering sind, entsprechend $e \leq 3 \cdot d$, ist die dann gegenüber dem Einzelpfahl reduzierte Pfahltragfähigkeit gesondert zu betrachten bzw. die rechnerisch mögliche Tragfähigkeit des Einzelpfahles zu reduzieren.

Ein Nachweis der reduzierten Gruppentragfähigkeit ist in der EA-Pfähle für übliche Bohrpfähle und typische Böden dargelegt, siehe Abschnitt 8.2 sowie Beispiel in Anhang B11. Entsprechende Berechnungsgänge usw. zu Verdrängungsbohrpfählen sind uns nicht bekannt. Somit wird näherungsweise basierend auf den Berechnungsgängen und Diagrammen des o. g. Abschnittes 8.2 der EA-Pfähle die Gruppenwirkung und die sich daraus ergebenden Folgerungen für die hier vorliegenden Randbedingungen erfasst. Eine weitere Unschärfe im Vorgehen stellt das Fehlen eines Ergebnisses einer typischen bzw. einer realistischen und somit vergleichbaren Pfahlprobebelastung dar, entsprechend eines übereinstimmenden Pfahltyps, Einbindelänge, Pfahlgeometrie, Bodenarten, Lasten, Setzungen usw. Den Berechnungen zu den Auswirkungen der Gruppenwirkungen wurde daher ersatzweise eine eigens erzeugte Widerstandssetzungslinie eines Musterpfahles zu Grunde gelegt, siehe Anlage 5, die u. a. auf den folgenden Annahmen beruht:

- Bodenaufbau, Bodenarten: B2, DS2, (Anlage 2.4),
- undränierte Kohäsion Mergel: c_u = 100 kN/m² bzw. 150 kN/m², gemäß Literatur,
- Pfahlart Musterpfahl: einzelner Atlaspfahl, d = 46/56 cm,
- Pfahllänge: 15 m,
- EA Pfähle, Tabellen 5.20 – 5.23: Mittelwerte der Erfahrungswerte,
- abgeschätzte Pfahllasten (charak.): F_{G+Q} = 2,0 MN.

Basierend auf der vorstehend beschriebenen Widerstandssetzungslinie wurden die folgenden Kennwerte der Pfahlgründung bestimmt. Im Zuge der Ausschreibung der Tiefgründungsarbeiten sind von den Bietern, d. h. von den Herstellern von Verdrängungsbohrpfählen die Ergebnisse von geeigneten Probebelastungen vorzulegen und damit die Nachweise für die reduzierte Gruppentragfähigkeit nach Erfordernis für das zur Ausführung kommende Pfahlsystem erneut zu führen. Sofern keine Ergebnisse von Probebelastungsergebnissen vorgelegt werden können, wird empfohlen, auf der Baufläche vor Baubeginn Probebelastungen an gesonderten Probepfählen ausführen und auswerten zu lassen.

Für die Pfahlgruppe des Kernbereiches des Hochhauses (96 Pfähle) wird eine mittlere Setzung von etwa 2,0 cm ermittelt. Der Bemessungs-Pfahlwiderstand (design) beträgt R_d = 3.971 kN, entsprechend einem Ausnutzungsgrad μ = 0,695 für einem Designwert der Pfahllast F_d = 2.760 kN, siehe Anlage 5. Infolge der Gruppenwirkung tritt eine Reduzierung der Tragfähigkeit auf etwa 70 % auf, die Länge des Musterpfahl wurde daher entsprechend vergrößert, sodass nach Abminderung eine Pfahllast von etwa 2.000 kN abgetragen werden kann. Die unterschiedlichen, von der Lage bzw. vom

beeinflussten Lagebereich des Pfahles abhängigen charakteristischen Federsteifigkeiten ergeben sich wie folgt:

- Eckpfähle (4 Stück): C = 153 MN/m,
- Randpfähle (38 Stück): C = 126 MN/m,
- Innenpfähle (54 Stück): C = 100 MN/m.

Umlaufend, angrenzend an den o. g. Kernbereich des Hochhauses sind kleinere Pfahlgruppen mit jeweils 2, 3 oder 4 Einzelpfählen vorgesehenen. Auch diesen Pfahlgruppen wurde der o. g. Musterpfahl zu Grunde gelegt. Die charakteristischen Federsteifigkeiten des Einzelpfahles und die zugehörigen Setzungen werden wie folgt bestimmt:

- 2er-Gruppe:	C = 177 MN/m,	s = 1,3 cm,	Reduzierung Tragfähigk. auf 85 %,
- 3er-Gruppe:	C = 160 MN/m,	s = 1,6 cm,	Reduzierung Tragfähigk. auf 79 %,
- 4er-Gruppe:	C = 149 MN/m.	s = 2,0 cm	Reduzierung Tragfähigk. auf 75 %.

Die ermittelten Kenngrößen können für die Vordimensionierung der Tiefgründung in Ansatz gebracht werden. Die Ausführungsstatik der Pfähle ist aufbauend auf den Ergebnissen einer vergleichbaren Probebelastung bzw. der erzeugten Widerstands-Setzungslinie von dem zur Ausführung kommenden Pfahlsystem unter Berücksichtigung von Gruppenwirkungen zu erstellen.

4.2.7 Pfahlgruppen, Setzung fiktiver Flachgründung

Die im Kern des Hochhauses vorgesehene Pfahlkopfplatte weist Abmessungen von 10,6 m x 30,2 m auf. Die Pfahlgruppe besteht aus 96 Einzelpfählen. Die Fläche des fiktiven Einzelfundamentes wird durch die Achsen der Randpfähle zuzüglich eines allseitigen Streifens der Breite 3D entsprechend auf 12,5 m x 32,1 m festgelegt.

Zur Abschätzung der zu erwartenden Setzungen erfolgten für das fiktive Einzelfundament auf Höhe der Pfahlfußebene überschlägige Setzungsanalysen unter Zugrundelegung der DIN 4019 [[15]]. Den Berechnungen wurden maximale charakteristische Einwirkungen, entsprechend der Summe der Belastung der Einzelpfähle, entsprechend einer Gesamtlast von 163 MN, zugrunde gelegt. Auf der Sicheren Seite liegend erfolgten die Berechnungen ohne Berücksichtigung einer Aushubentlastung. Die Setzungsberechnungen haben demzufolge eine Absolutsetzung von etwa 2,5 cm ergeben. Das fiktive Einzelfundament wird als nahezu starr betrachtet, eine Durchbiegung der fiktiven Aufstandsfläche aufgrund des Setzungsbetrages ist nicht zu berücksichtigen.

[15] **DIN 4019, Teil 1;** **Setzungsberechnungen** bei lotrechter, mittiger Belastung

4.3 Nichtüberbauter Flachbau, Auftriebssicherung

Zur Festlegung des Abdichtungsentwurfes sowie für Auftriebsnachweise ist von einem Bemessungs-Grundwasserstand auf der Absoluthöhe von **+ 8,20 mNHN** auszugehen. Sofern die Auftriebsnachweise keine ausreichenden Sicherheiten ergeben und die Erhöhung der Gebäudelast bzw. mittels dickerer Sohlplatte nicht zielführend ist, kann für das Bauteil eine Auftriebssicherung mittels Zugankern vorgesehen werden. Bei der derzeitigen Planung sind drei Bereiche im Grenzzustand UPL nicht ausreichend auftriebssicher:

- Bereich Nord: nördlich Achse B1
- Bereich Südwest: westlich Achse CG, südlich Achse B 10
- Bereich Südost: südlich Achse C4, östlich Achse CC

Für die tragwerksplanerische Vordimensionierung gelten die folgenden generellen Randbedingungen bzw. Vorgaben, die Ausführungsbemessung ist vom ausführenden Unternehmen auf Grundlage der Ergebnisse von noch auszuführenden Drucksondierungen (Feststellung Lagerungsdichte der Sande und Schichtgrenzen) durchzuführen.

Der Tragfähige Horizont beginnt ab UK Sohlplatte und liegt bei +5,0 mNHN (OK Pfahl). Die Vordimensionierung kann anhand der Tabellenwerte der EA-Pfähle erfolgen. Die durch variierende Spiegelhöhen der Grund- oder Stauwässer auftretenden unterschiedlichen Zug- oder Druckbeanspruchungen (Wechselbeanspruchung) der Kleinverpresspfähle sind nicht gesondert durch Abminderungen, Mindestlängen o. ä. zu berücksichtigen.

Bereich Nord:

- Lastabtrag ausschließlich in gewachsenen Sanden, abgeschätzter Spitzenwiderstand der Sande, einheitlich q_c = 10 MN/m2 bzw. daraus resultierend $q_{s,k}$ = 162 kN/m2.

Bereich Süd-Ost:

- Lastabtrag ausschließlich in bindige Böden (Lehm, Mergel, Schluff), Ansatz einer einheitlichen, undränierten Kohäsion c_u = 60 kN/m² bzw. daraus resultierend $q_{s,k}$ = 60 kN/m².

Bereich Süd-West:

- Lastabtrag überwiegend gewachsenen Sanden (westlich Achse CG‘), teils bindige Böden (östlich Achse CG‘), abgeschätzter Spitzenwiderstand der Sande q_c = 10 MN/m² bzw. daraus resultierend $q_{s,k}$ = 162 kN/m². Ansatz einer einheitlichen, undränierten Kohäsion, c_u = 60 kN/m² bzw. daraus resultierend $q_{s,k}$ = 60 kN/m².

5. Trockenhaltung der Bauwerke

Wie in Abschnitt 2.3 bereits dargestellt, ist im Lagebereich des geplanten Neubaus mit einem dauerhaft anstehenden, niederschlags- und jahreszeitenabhängig schwankenden Grundwasserstand zu rechnen. Zudem können sich in den späteren Baugrubenverfüllungen durch versickerndes oder seitlich, auch aus den Flächen der angrenzenden Nachbargrundstücke zufließendes Niederschlagswasser lokale Stau- oder Sickerwasserhorizonte ausbilden bzw. den bereits vorhandenen Grundwasserhorizont überlagern. Fachtechnisch einwandfreie Sicherungsmaßnahmen gegen Durchfeuchtungen sind daher für alle Bauteile unterhalb der Erdgleiche vorzusehen.

Weiße Wanne
Der Durchfeuchtungsschutz des Untergeschosses ist in Form einer wasserundurchlässigen Wannen- bzw.- Teilwannenkonstruktion in Stahlbetonbauweise („Weiße Wanne“) auszuführen. In Verbindung mit der Ausführung einer biegeweichen oder ggf. biegesteifen Sohlplattengründung, die in die Wannenkonstruktion integriert wird, ist eine dauerhaft sichere und wartungsfreie Durchfeuchtungssicherung gewährleistet. Die theoretisch mögliche Gründungsalternative mittels Streifenfundamenten sollte wegen der herstellungsbedingten Erschwernisse (tieferer Erdbau, aufwändigere Grundwasserabsenkung) nicht zum Tragen kommen. Denkbar sind hingegen lokale Sohlplattenverstärkungen (integrierte Einzelfundamente), sofern mit der Plattenregeldicke die Durchstanznachweise usw. nicht geführt werden können.

In Abhängigkeit von einer Wärmedämmung der Kellerräume, den Bauteildicken, der unterschiedlichen Nutzung der Räume usw. ist für eine ausreichende Be- und Entlüftung der Kellerräume und der Tiefgarage zu sorgen, um eine mögliche Tauwasserbildung auf den Wänden und der Sohlplatte zu verhindern.

Bei der Planung und der späteren Bauausführung der Wannenkonstruktion sind die einschlägigen Regelwerke (DIN 1045 [[16]], die WU-Richtlinie [[17]] sowie Veröffentlichungen (LOHMEYER [[18]] u. a.) zu berücksichtigen. Für die statischen Nachweise sowie für die Ausführung der wasserundurchlässigen „Weißen Wanne“ ist für die in den Bemessungswasserstand eintauchende Sohlplatte von einer Beanspruchungsklasse 1, Druckwasser (ständig oder zeitweilig drückendes Wasser) gemäß WU-Richtlinie auszugehen. Angepasst an die Beanspruchungsklasse ist auf die Anordnung von Bauwerksfugen in der Wannenkonstruktion möglichst zu verzichten, notwendige Fugen sind als wasserdichte Dehnungsfugen z. B. mit geeigneten stoßverschweißten Fugenbändern auszubilden, ggf. ist durch Zusatzmaßnahmen (Einbau von Injektionsschläuchen in Betonierfugen) eine dauerhafte Dichtigkeit sicherzustellen. Rohrleitungsdurchführungen in der Wanne sind wasserdruckdicht mit speziellen Dichtungselementen (Doyma o. ä.) auszuführen. Die Tiefgaragenrampe, Lichtschächte, tiefliegende Lüftungsöffnungen o. ä. sind vollständig in die Wannenkonstruktion zu integrieren bzw.

---

[16] **DIN 1045;** **Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton**
[17] **WU-Richtlinie;** **DAfStb-Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton**
[18] **G. Lohmeyer;** **Weiße Wannen - einfach und sicher**, Bau+Technik, Düsseldorf

druckwasserdicht anzuschließen. Tiefliegende Kasematten usw. sind mit entsprechenden druckwasserdichten Fertigteilen auszuführen und druckwasserdicht sowie rückstaugeschützt über eine Hebeanlage zu entwässern. Zur Festlegung des Abdichtungsentwurfes sowie für Auftriebsnachweise ist von einem Bemessungs-Grundwasserstand auf der Absoluthöhe von **+ 8,20 mNHN** auszugehen. Bei dem Ansatz des Bemessungswasserstandes sind ggf. geplante Versickerungsanlagen zu beachten, nach Erfordernis ist lokal eine zusätzliche Überlagerung des Bemessungswasserstandes mit Wasser aus Versickerungsanlagen zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind Kellerniedergänge, die Tiefgaragenrampe etc. bis zur Höhe des Bemessungs-Grundwasserstands in die Wannenkonstruktion zu integrieren, alternativ wäre hier eine lokale (genehmigungspflichtige) Schutzdränage zur Begrenzung des Bemessungswasserstandes auf eine reduzierte Höhe zu installieren.

Neben der konventionellen Ausführung der Untergeschoss-Außenwände als Ortbetonwand wäre ebenfalls die Ausführung von Fertigteilkonstruktionen denkbar, sofern die Fugenproblematik beherrscht wird. Grundsätzlich ist die Verwendung von Filigranplatten möglich, wenn die horizontalen und vertikalen Fugen zur Bodenplatte und zu den seitlich benachbarten Filigranelementen mittels Fugenblechen o. ä. so gesichert werden, dass die Anforderungen an ein druckwasserdichtes Betonbauteil sicher erfüllt werden. Die außenliegenden Plattenstöße sowie der äußere Wandfuß sind mit einer zusätzlichen druckwasserhaltenden Dickbeschichtung entsprechend DIN 18533 [[19]], zu sichern (Wassereinwirkungsklasse: Untergeschoss, Eintauchtiefe $\leq$ 3,0 m: W 2.1-E bzw. Eintauchtiefe > 3,0 m: W 2 2-E). Weiterhin wäre zu prüfen, ob als zusätzliche Sicherung in den Fugenbereichen prophylaktisch Injektionsschläuche (FUKO o. ä.) verlegt werden, die jedoch erst bei tatsächlich auftretenden Undichtigkeiten zu verpressen wären.

6. Baugrube

Bei der Planung und der Anlage der Baugrube sind grundsätzlich die Richtlinien bzw. Forderungen der DIN 4124 [[20]] und für die Sicherung von nachbarlichen Anlagen, Gebäuden, Bäumen, Leitungen usw. im Einflussbereich der Baugrube die Forderungen bzw. Empfehlungen der DIN 4123 [[21]], u. a. Bodenaushubgrenzen nach Bild 1, zu beachten. Bei der Ausführung des Verbaus ist darauf zu achten, dass nachbarlicher Bestand nicht beschädigt wird. Nach Erfordernis ist ein Beweissicherungsverfahren an Nachbarbauwerken, Straßen, Leitungen, Bepflanzung usw. durchzuführen.

Verbauungen sind statisch nachzuweisen, es sind die in Abschnitt 3 genannten Bodenkennwerte zu berücksichtigen. Erddruckansätze und Nachweise sind unter Berücksichtigung der „Empfehlungen

[19] **DIN 18533; Abdichtung von erdberührten Bauteilen**
[20] **DIN 4124; Baugruben und Gräben;** - Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau -
[21] **DIN 4123; Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude**

des Arbeitskreises Baugruben“ EAB [[22]] vorzunehmen. Die Regel-Baugrubenrohsohle in gewachsenen Sanden wird sich schätzungsweise in Tiefen um etwa + 4,9 mNHN befinden.

Eine vollständige Böschung der Baugrube ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse nicht möglich. Zur Straße und zu den seitlichen Nachbargrundstücken sind geeignete Sicherungsmaßnahmen in Form eines vertikalen Baugrubenverbaus, Unterfangungen o. ä. vorzusehen. Die Baugrubensicherungen sind in enger Abstimmung mit dem Wasserhaltungskonzept zu planen. Für die Herstellung vertikaler Verbaumaßnahmen sind unterschiedliche Bauverfahren denkbar. Die Verbauwand kann in Abschnitten mit gering belasteten Freiflächen in Form einer Trägerbohlwand (ggf. mit Kopfböschung) hergestellt werden. Die Verbauungen sind zur Reduzierung der Verformungen vermutlich zumindest entlang der Straßen *Überseering* rückzuverankern. Rammungen oder Rüttelverfahren zum Einbringen von Verbauträgern sind in jedem Fall zu vermeiden, die Träger sind nach Erfordernis in verrohrten Bohrungen abzusetzen. Gleiches gilt für das Setzen von Stahlspundwänden, das Rammen oder Rütteln von Blechen wäre nicht zu akzeptieren.

In Abschnitten mit Nachbarbebauung sind in Abhängigkeit von den geplanten eigenen und den bestehenden nachbarlichen Gründungstiefen, den Lasten der Nachbargebäude usw. verformungsarme Verbauwände als Bohrpfahlwand oder als Unterfangung vorzusehen. Nach statischer Erfordernis bzw. zur Minimierung von Kopfverformungen sind Verbauwände ggf. auszusteifen oder rückzuverankern.

Die Verbauungen sind aufgrund der geplanten Aushubtiefe vermutlich rückzuverankern. Eine Innenausgesteifte Baugrube ist vermutlich nicht wirtschaftlich realisierbar. Gemäß den grenznah ausgeführten Baugrundaufschlüssen ist im Bereich der Verpresskörper mit teils mir Sanden, teils mit Geschiebemergel zu rechnen. Für Litzenanker kann zunächst eine charakteristische Mantelreibung von $q_{s,k} = 100$ kN/m² (Mergel, nicht nachverpresst) bzw. $q_{s,k} = 150$ kN/m² (Sand, nicht nachverpresst) bzw. eine Maximallast von $P_{max,k} = 450$ kN in Ansatz gebracht werden. Sofern das ausführende Unternehmen Ergebnisse von Probebelastungen in ähnlichen Baugrundverhältnissen vorlegen kann, kann der Wert entsprechend angepasst werden.

Um Flächenverluste des Neubaus zu vermeiden, sollte das südlich angrenzende Nachbargebäude im HDI-Verfahren gesichert werden. HDI-Unterfangungen des nachbarlichen Bestandes sind in den anstehenden bindigen Böden grundsätzlich möglich. HDI-Unterfangungen erfordern ausreichenden Platz für die umfangreiche Baustelleneinrichtung; zudem werden sich Beeinträchtigungen der Umgebung einschließlich des Bodens in der Baugrube bei diesem Bauverfahren kaum vermeiden lassen. Unterfangungen sind mit größtmöglicher Sorgfalt von geeigneten und erfahrenen Fachunternehmen auszuführen, dies gilt insbesondere für HDI-Unterfangungen, die nur an geeignete, langjährig erfahrene Spezialunternehmen zu vergeben wären.

[22] **E A B;** **Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben,** DGGT, Verlag Ernst & Sohn

Die Gründungsebenen des nachbarlichen Gebäudes bzw. des Kellergeschosses sind zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht bekannt. Die tatsächlichen Gründungsebenen sollten frühzeitig vor Baubeginn ermittelt werden; es sind Schürfgruben zur Einmessung der Fundamentunterkanten und ggf. der Fundamentbreiten anzulegen oder Bestandsunterlagen der Nachbargebäude zu beschaffen.

Im Vorwege des Baugrubenaushubs und der Bodenabfuhr sollten rechtzeitig deklarierende, chemische Analysen gemäß LAGA 20 zur Bestimmung der erforderlichen Zuordnungswerte durchgeführt werden, damit auf deren Grundlage der Aushubboden unmittelbar abgefahren werden kann und keine Zwischenlagerung erforderlich wird.

7. Wasserhaltung

Die den Baugruben zufließenden Tag- und Grundwässer sind schnellstmöglich von der Bauwerksfläche abzuführen. Der Zustrom von Oberflächenwasser aus unbefestigten Seitenbereichen ist zu vermeiden. Das Grundwasser ist nach derzeitigem Stand für die Durchführung der Erdarbeiten, zur Herstellung der Gründung sowie der Kelleraußenwände sowohl flächig als auch im Bereich von Tiefteilen abzusenken, um ein nachverdichtbares und begehbares Planum zu erhalten. Im Zuge der fortschreitenden Arbeiten (vmtl. Fertigstellung der KG-Sohle) kann das Absenkziel reduziert werden, sofern die Auftriebssicherheit des teilfertiggestellten Baukörpers gewährleistet ist. Der bauzeitliche Bemessungswasserstand wird nach derzeitigem Kenntnisstand auf einer Höhenkote von +5,8 mNHN festgelegt.

Die Wasserhaltung für die geplanten Einzelbaugruben (Tiefteile) kann für die in der Baugrube anstehenden Sande mit einer Vakuumentwässerung und Spülfilterbrunnen (Nadelfiltern) konzipiert werden. Für die erforderliche flächige Absenkung des Grundwassers wird empfohlen, diese mittels einer im Vorwege eingefrästen Tiefendränage auszuführen. Bereiche, in denen die Aushubebene innerhalb des geringdurchlässigen Geschiebebodens (Baufeldmitte) ausstehen sind ergänzend mittels offener Wasserhaltung (Bauhilfsdränagen und Sickerschächten) trocken zu halten.

Die temporäre Wasserhaltungsanlage sollte auf einen minimalen Absenkradius bemessen werden. Die hierfür erforderlichen Anträge für Entnahme und Einleitung des zu fördernden Grundwassers sind vor Baubeginn rechtzeitig bei den zuständigen Behörden einzureichen. Die Einleitung von Grundwasser in das Siel ist kostenpflichtig, es sollte daher geprüft werden, ob eine Versickerung baulogistisch (zumindest zeitweise) auf eigenem Grund möglich ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass innerhalb des Einwirkbereiches der Grundwasserabsenkung mit kleineren Schäden an umliegender Bebauung bzw. Grundstücken durch die Entwässerung in Folge von Kornumlagerung auftreten können. Hierzu ist frühzeitig eine geeignete Beweissicherung der umliegenden Bebauung, Gehwege und Bewuchs zu veranlassen, um möglicherweise ungerechtfertigten Schadensansprüchen entgegenzuwirken.

8. Ergänzende gründungstechnische Hinweise

Das geplante Gebäude kann, wie in Abschnitt 4 bereits beschrieben und empfohlen, auf einer elastisch gebetteten Sohlplatte oder, im Falle der ein- bis fünfgeschossigen Gebäudeabschnitte, konventionell auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden. Für die aus dem Hochhaus resultierenden Gebäudelasten ist eine Pfahlgründung aus Pfählen zu konzipieren, um für das Tragwerk unverträgliche Setzungen oder Schiefstellungen des Baukörpers auszuschließen.

8.1 Flachgründung

Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Gründung der Neubebauung ist eine fachgerechte Vorbereitung der Gebäudeaufstandsflächen. Es ist sicherzustellen, dass ggf. anstehende nicht tragfähige Böden, aufgeweichte Geschiebeböden, tiefreichende Auffüllungen, Fundamentreste o. ä. vollständig ausgeräumt und durch Füllsand ersetzt werden. Ein eventuell zusätzlich vorzunehmender lokaler Bodenaustausch ist so durchzuführen, dass ein ausreichender seitlicher Überstand des Bodenersatzes über die Sohlplattenaußenkanten oder Fundamente sichergestellt ist. Als Richtwert ist davon auszugehen, dass der seitliche Überstand des Bodenaustausches der Dicke des aufgefüllten Sandes unter der Gründungsebene entsprechen muss. Anderenfalls wäre mit setzungsbedingten Verformungen des Neubaus zu rechnen. In grenzständigen Austauschbereichen ist erforderlichenfalls Magerbeton statt Füllsand zu verwenden. Die anstehenden aufgefüllten Böden, humose Deckschichten oder Geschiebeböden dürfen nicht zum Bodenaustausch, zur Verfüllung von Fundamentzwischenräumen usw. genutzt werden. Die gewachsenen Sande sowie sandige Auffüllungen ohne humose Beimengungen sowie ohne Fremdanteile können jedoch genutzt werden.

Das Planum der Baugrube für das Untergeschoss sollte mit einem rückwärts vorschreitenden Hydraulikbagger, möglichst mit breiter, zahnloser Grabenschaufel, vollflächig abgezogen werden. Die anstehenden bindigen Böden mit mindestens steifplastischer Konsistenz sind nach dem Freilegen unverzüglich gegen Durchfeuchtungen und mechanische Beeinflussungen zu schützen. Durch ein Befahren der freigelegten Flächen mit schwerem Baugerät oder durch Beregnen werden die Böden so nachhaltig gestört, dass sich Aufweichungen bzw. Verschlammungen bilden können, die eine ordnungsgemäße Gründung ausschließen. Die freigelegte Rohsohle ist daher sofort mit der beschriebenen Schutz- und Sauberkeitsschicht/Flächenfilter (erfordert Mehraushub) aus einem gut durchlässigem Füllsand oder Kies-Sand-Gemisch abzudecken und mit geeignetem Gerät vollflächig vorsichtig zu verdichten. Bei allen Verdichtungsarbeiten ist auf die vorhandene nachbarliche Bebauung Rücksicht zu nehmen.

Ggf. herzustellende Fundamentabtreppungen zwischen Fundamenten unterschiedlicher Gründungstiefe sind mit einem Neigungsverhältnis von 1 : 3 (1 Höhenmeter zu 3 Längenmetern) auszubilden. Während der Bewehrungsarbeiten und dem Betonieren von Fundamenten ist darauf zu achten, dass

die Fundamentgrabenkanten nicht einbrechen und somit die Integrität der Fundamente beeinträchtigen. Fundamentgräben dürfen nicht zur Tag- oder Sickerwasserfassung benutzt werden.

Die Baugrubensohle ist bei Ausführung einer elastisch gebetteten Flächengründung mit einer Unterbetonabdeckung ($d \geq 5$ cm) zur fachgerechten Verlegung der Bewehrungseisen der Sohlplatte zu sichern. Hilfsweise verlegte Folien, Abstandshalter, Klinkersteine o. ä. sind als Bewehrungsträger bei Sohlplattengründungen nicht geeignet!

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass freigelegten Baugruben- oder Gründungssohlen vor Frosteinwirkung zu schützen sind, auf gefrorenem oder durch Frosteinwirkung sowie durch Grund-, Stau- oder Niederschlagswasser aufgeweichtem Boden darf nicht gegründet werden. Eine einwandfreie Ausführung der Erdbauleistungen ist Voraussetzung für die charakteristischen Grundbruchwiderstände sowie die zu erwartenden Bauwerkssetzungen.

8.2 Tiefgründung

Vor Erstellung der Pfähle ist die Befahrbarkeit des Untergrundes zu prüfen, ggf. sind Baggermatratzen o. ä. für die Standsicherheit des Bohrgerätes auszulegen. Weiterhin ist bei den Planungen auf die Höhenlage der Arbeitsebene und auf eine erforderliche Herstellung einer Arbeitsebene für das Pfahlbohrgerät zu achten.

Durch die Bestandsbebauung und ggf. durch eine mögliche Vorbebauung könnten Hindernisse (unbekannte alte Fundamente usw.) an zuvor kaum lokalisierbaren Punkten auftreten und die Pfahlherstellung behindern. Weiterhin ist auf Leitungstrassen zu achten bzw. die Leitungen (insbesondere entlang der östlichen Grundstücksgrenze) sind rechtzeitig im Vorwege umzulegen. Grundsätzlich sollte berücksichtigt werden, dass neue Pfähle infolge von Bohrhindernissen nicht immer exakt am geplanten Achspunkt abgesetzt, sondern ggf. verschoben werden müssen.

Bei der Ausführung von Pfahlgruppen dürfen die erforderlichen Mindestabstände nicht unterschritten werden, ansonsten ist die Tragfähigkeit des Einzelpfahles entsprechend zu reduzieren. Benachbarte Pfähle dürfen in keinem Falle zeitnah hergestellt werden, Nachbarpfähle in Pfahlgruppen sind erst dann herzustellen, wenn der Beton bereits fertiggestellter Pfähle mindestens die Frühfestigkeit erreicht hat. Bei Verdrängungsbohrpfählen wird erfahrungsgemäß der obere Bodenbereich nicht nur verdrängt, sondern beim Ziehen der Mantelrohre ein Bodenhaufwerk aufgeworfen, welches zu verwerten bzw. zu entsorgen ist.

Die Pfähle werden gemäß Vordimensionierung in einem Tiefenbereich abgesetzt, in dem die Sande teils dicht gelagert sind. In Abhängigkeit des zur Ausführung kommenden Pfahlsystems ist davon auszugehen, dass für das Erreichen der rechnerisch erforderlichen Absetztiefe Vorbohrungen erfolgen müssen!

Im Zuge der weiteren Planung sind die ggf. noch erforderlichen Kampfmitteluntersuchungen für die Pfahlherstellung sowie den Erdaushub berücksichtigen!

9. Zusammenfassung

Der vorliegende Geotechnische Hauptbericht beschreibt die Untergrundsituation im Bereich des geplanten Neubaus auf dem Grundstück *Überseering 17* Ecke *Mexikoring* in Hamburg-Winterhude. Das Bestandsgebäude ist zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung bereits rückgebaut. Aktuell wird das Baufeld als Lagerfläche genutzt. Nach den Ergebnissen der aktuell bzw. im Rahmen der Voruntersuchung ausgeführten Untergrundaufschlüsse werden zunächst vollflächig Auffüllungen angetroffen, die teils tiefer reichen als die geplante Aushubtiefe und überwiegend von Sanden sowie bereichsweise von Wechsellagerungen aus Geschiebeböden und Sanden unterlagert werden. Die Auffüllungen weisen zum Teil anthropogene Beimengungen auf, es ist daher mit Mehrkosten bei der Verwertung bzw. Entsorgung zu rechnen.

Mit nahezu allen Aufschlüssen wird Grundwasser angetroffen, das etwa auf Höhe der neuen Sohlplatte ansteht. Niederschlagsabhängige Stau- und Sickerwasserhorizonte können zudem oberhalb der aufgefüllten oder gewachsenen bindigen Böden auftreten. Das Grundwasser ist daher für die Herstellung einer trockenen Baugrube temporär flächig abzusenken.

Der unterkellerte Flachbau kann nach ordnungsgemäßer Ausführung der der vorbereitenden Erdarbeiten auf einer elastisch gebetteten Flächengründung abgestellt werden. Voraussetzung für eine Flachgründung ist eine einwandfreie Durchführung der Erdarbeiten und sorgfältige Vorbereitung der Gründungsebenen. Die Auffüllungen sind im Einflussbereich des Neubaus vollständig gegen fachgerecht eingebauten Füllsand auszutauschen. In den Bereichen, in denen in der Gründungsebene Geschiebeböden anstehen, ist ein Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von 50 cm vorzusehen. Eventuell anzutreffende weichplastische, breiige oder aufgeweichte Geschiebeböden sind vor Herstellung der Gründung ebenfalls zusätzlich auszutauschen.

Für die aus dem unterkellerten Hochhaus sowie dem angrenzenden Büroriegel resultierenden Lasten ist eine Tiefgründung zu konzipieren, um die bei einer konventionellen Flachgründung zu erwartenden Setzungen oder Schiefstellungen auszuschließen. Aufgrund der geringen Pfahlabstände im Bereich des Hochhauskernes sowie von Stützen ist eine Gruppenwirkung zu erwarten, die Pfahltragfähigkeiten des Einzelpfahles sind entsprechend abzumindern. Das derzeitige Gründungskonzept sieht vor, die Pfähle um das Maß ihrer abzumindernden Tragfähigkeit entsprechend zu verlängern.

Aufgrund des anstehenden Grundwassers ist das geplante Untergeschoss als wasserundurchlässige Wannenkonstruktion in Stahlbeton („Weiße Wanne“) zu konzipieren, siehe Abschnitt 5. Auf die Einhaltung der in den Abschnitten 4 bis 8 beschriebenen Empfehlungen zur Herstellung des Baugrubenaushubs und zur Vorbereitung der Gebäudeaufstandsflächen sowie die Gründungstechnischen Emp-

fehlungen wird nochmals hingewiesen, um spätere Schäden infolge von Setzungen oder Durchfeuchtungen sicher zu vermeiden.

[redacted]

A N L A G E N V E R Z E I C H N I S

Anhang A : Ergebnisse der Drucksondierungen, Jörn Thiel Baugrunduntersuchungen

Anhang B : GBA Prüfbericht 2021P500574 (Grundwasser)

Anlage 1 : Lageplan, Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse

Anlage 2.1 bis 2.3 : Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse

Anlage 2.4 : Ergebnisse der Bohrungen und Drucksondierungen (Hochhaus)

Anlage 2.5 und 2.6 : Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (Dezember 2020)

Anlage 2.7 und 2.8 : Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (Altaufschlüsse GLA)

Anlage 2.9 : Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (2023)

Anlage 3 : Grundbruchwiderstände für Streifenfundamente

Anlage 4 : Grundbruchwiderstände für quadratische Einzelfundamente

Anlage 5 : Musterpfahl Hochhaus/Büroriegel

GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

[redacted]
Ingenieurgesellschaft mbH
[redacted]
Fasanenweg 25
[redacted]
22145 Hamburg

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

Prüfbericht-Nr.: 2021P500574 / 1

Auftraggeber	[redacted]
Eingangsdatum	23.12.2020
Projekt	BV: Überseering 17
Material	Grundwasser
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 5,56 L
GBA-Nummer	20525152
Probenahme	[redacted]
Probentransport	durch den Probenehmer
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	23.12.2020 - 06.01.2021
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

[redacted]

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

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

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

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

Geschäftsführer:
[redacted]

30 Jahre 1989–2019

Prüfbericht-Nr.: 2021P500574 / 1

BV: Überseering 17

GBA-Nummer		20525152
Probe-Nummer		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		**KRB1**
Probemenge		ca. 5,56 L
Probenahme		22.12.2020
Probenahme-Uhrzeit		12:40
Probeneingang		23.12.2020
Analysenergebnisse	***Einheit***	
Grundwasserprobenahme		
Beton- und Stahlaggressivität		
pH-Wert		6,4
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	11
Gesamthärte	°dH	13
Härtehydrogencarbonat	°dH	7,5
Nichtcarbonathärte	°dH	5,4
Magnesium	mg/L	8,9
Ammonium	mg/L	<0,20
Sulfat	mg/L	110
Chlorid	mg/L	69
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	95
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	2,68
Calcium	mg/L	78
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mL/L	<0,10
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	4,4
Ammonium-N	mg/L	0,11
Eisen (II)	mg/L	1,0
Eisen, ges.	mg/L	1,0
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	<15
AOX	mg/L	0,010
Arsen	mg/L	0,0025
Cadmium	mg/L	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	<0,0010
Blei	mg/L	<0,0010
Nickel	mg/L	0,0062
Zink	mg/L	0,0094
Kupfer	mg/L	<0,0010
Quecksilber	mg/L	<0,00020

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

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

Prüfbericht-Nr.: 2021P500574 / 1
BV: Überseering 17

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Grundwasserprobenahme			E DIN 38402-13: 2016-09[a] [5]
Beton- und Stahlaggressivität			
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04[a] [5]
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10[a] [5]
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO4/L	DIN EN ISO 8467: 1995-05[a] [5]
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01[a] [5]
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971[a] [5]
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet [5]
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09[a] [5]
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05[a] [5]
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] [5]
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] [5]
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06[a] [5]
Säurekapazität bis pH 4,3	0,050	mmol/L	DIN 38409-7: 2005-12[a] [5]
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09[a] [5]
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	0,10	mL/L	DIN 38409-9: 1980-07[a] [5]
Abfiltrierbare Stoffe	2,0	mg/L	DIN EN 38409-H2-2/3: 1987-03[a] [5]
Ammonium-N	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05[a] [5]
Eisen (II)	0,25	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05[a] [5]
Eisen, ges.	0,010	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09[a] [5]
Kohlenwasserstoffe	0,10	mg/L	DIN EN ISO 9377-2 (H53): 2001-07[a] [5]
CSB	15	mg/L	DIN ISO 15705 (H45): 2003-09[a] [5]
AOX	0,010	mg/L	DIN EN ISO 9562 (H14): 2005-02[a] [2]
Arsen	0,00050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Cadmium	0,00030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Chrom ges.	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Nickel	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Zink	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Kupfer	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] [5]

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
Untersuchungslabor: [5]GBA Pinneberg [2]GBA Gelsenkirchen

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

Anlage zu Prüfbericht 2021P500574

Probe-Nr.: 20525152 / 001

Probenbezeichnung: KRB1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,4		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	95	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	8,9	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	110	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	69	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	13	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	7,5	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	11	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

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

Anlage zu Prüfbericht 2021P500574

Probe-Nr.: 20525152 / 001

Probenbezeichnung: KRB1

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	unlegierte Eisen	verzinkter Stahl		Bewertungs-ziffer
1	**Wasserart**	**N1**	**M1**		**N1**
	- fließende Gewässer	0	-2		
	- stehende Gewässer	-1	1		-1
	- Küste von Binnenseen	-3	-3		
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5		
2	**Lage des Objektes**	**N2**	**M2**		**N2**
	- Unterwasserbereich	0	0		0
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6		
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2		
3	**c (Cl-) + 2c (SO_4^{2-}) / mol/m³**	**N3**	**M3**		**N3**
	< 1	0	0		
	> 1 bis 5	-2	0	4,2	-2
	> 5 bis 25	-4	-1		
	> 25 bis 100	-6	-2		
	> 100 bis 300	-7	-3		
	> 300	-8	-4		
4	**Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³**	**N4**	**M4**		**N4**
	< 1	1	-1		
	1 bis 2	2	1		
	> 2 bis 4	3	1	2,7	3
	> 4 bis 6	4	0		
	> 6	5	-1		
5	**c (Ca^{2+}) / mol/m³**	**N5**	**M5**		**N5**
	< 0,5	-1	0		
	0,5 bis 2	0	2	1,9	0
	> 2 bis 8	1	3		
	> 8	2	4		
6	**pH-Wert**	**N6**	**M6**		**N6**
	< 5,5	-3	-6		
	5,5 bis 6,5	-2	-4	6,4	-2
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1		
	> 7,0 bis 7,5	0	1		
	> 7,5	1	1		

Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =	**-2,67**
Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: W1 = W0 - N1 + N2 x N3 =	**-1,67**

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen-korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

Probenahmeprotokoll Grundwasser

DIN 38402-A13

Allgemeine Angaben

Auftraggeber (Firma):	Straße:	Hs.-Nr.:
Ing. Geotechnik Pingel		

20525152-001
23.12.2020

Projekt:	BV: Überseering 17				
Anlass der Probenahme:	Überwachung			Probenbezeichnung:	
Probenahmeort:	Überseering 17			KRB 1	
Probenahme-datum:	22.12.2020	Uhrzeit:	1240	GBA Auftragsnummer:	
Eingang im Labor: Datum		Uhrzeit:			

Angaben zur Messstelle

GPS-Koordinaten:	Breite [°] (Nord(+) / Süd(-))		Breite [']		Breite ["]		Länge [°] (Ost(+) / West(-))		Länge [']		Länge ["]	

☒ Überflur	☒ MP Oberkante Sebakappe	Ø Brunnenrohr [" (Zoll)]:	2"	Ruhewasserspiegel [m u. MP]:	5,41
	☐ MP Geländeoberkante				
☐ Unterflur	☐ MP Oberkante Brunnenrohr	Filterstrecke [m]:		Brunnensohle [m u. MP]:	7,05

Angaben zur Fördertechnik

Fördergerät:	☒ Tauchpumpe	☐ Schöpfer	☐ Steigrohr	☒ PVC	Bezeichnung der Pumpe:	Cyclone	
	☐ Saugpumpe	☐	☒ Schlauch (gem. Absprache)	☐ Teflon			

Einbautiefe [m u. MP]:	ca. 6,5	Absenkung [m]:	0,07	Beginn des Abpumpens [Uhr]:	1250
Betriebswasserspiegel [m u. MP]:		5,48		Ende des Abpumpens [Uhr]:	1320

Abflussgeschehen

Abpumpdauer (ohne Probenahme) [min]:	30	zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP]:	5,48
abgepumpte Wassermenge [m³]: ☒ L ☐ m³	45	Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]:	7,05
mittlerer Förderstrom [m³/h]: ☒ L/min ☐ m³/h	1,5	Wiederanstieg Pegel nach [min]:	–

Parameter vor Ort

Witterung:	Regen					Lufttemperatur [°C]:	+13
Farbe:	Intensität: ☒ farblos ☐ schwach ☐ stark	Art: ☐ gelb ☐ gelb-braun ☐	Trübung:	☒ ohne ☐ leicht ☐ mittel ☐ stark	☐ Schwebstoffe ☐ Schwimmstoffe ☐ ☐	Geruch:	Intensität: ☒ ohne ☐ schwach ☐ stark	Art: ☐ faulig ☐ aromatisch ☐

Wasser-temperatur [°C]:	13,6	Leitfähig-keit (µS/cm)	723	pH-Wert	6,1	O_2-Gehalt: [mg/L]	0,17	Redoxpot.: ☒ unkorrigiert [mV] ☐ korrigiert [mV]	+76,9

Die Vor Ort Parameter können alternativ auf Seite 2 in der letzten Zeile des Pumpprotokolls eingetragen werden

H_2S-Test:	☐ positiv ☐ negativ	$K_{S4,3}$ [mL]: (Verbrauch HCl pro 100 mL Probenvolumen)	☐ 0,1M ☐ 0,01M	$K_{B8,2}$ [mL]: (Verbrauch NaOH pro 100 mL Probenvolumen)	☐ 0,1M ☐ 0,01M

Probenahmeprotokoll Grundwasser

DIN 38402-A13

Angaben zu Probengefäßen und Konservierung

☐ AOX	☐ CN/Phenolindex	☐ PAK	☐ Sulfid	☐ 1 L Glas	parameterspez. Konservierung: ☐ ja ☐ nein
☐ MKW	☐ Fe (II)	☐ KS / KB	☐ Exzess-N2	☐ 1 L PE-Flasche	Filtration für Metalle / DOC: ☐ ja ☐ nein
☐ PBSM	☐ sonst. Organik	☐ Anionen	☐ CSB	☐ HS-Vials ☐ CuSO4	sonstige Vorbehandlung:
☐ TOC	☐ Reserve	☐ Metalle	☐ BSB5	☐ Sonstige	Gesamtmenge Probe [L]:
☑ Kühlung während des Transports			☑ Einleitparameter Regenwassersiel		

Pumpprotokoll

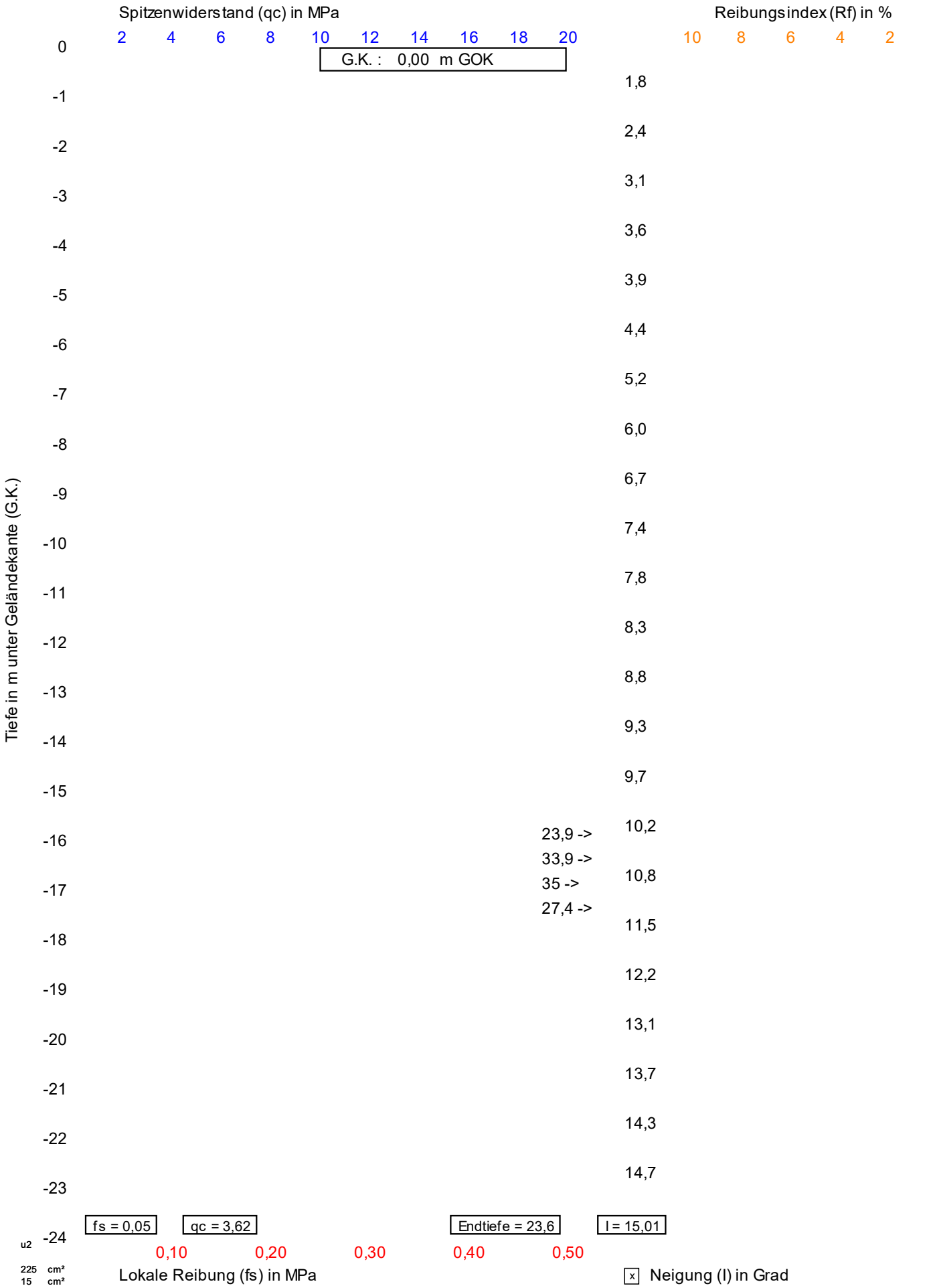
Uhrzeit	Wasserstand [m u. MP]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert	O_2-Gehalt [mg/L]	Redoxpot. [mV] ☒ unkorrigiert ☐ korrigiert	Wasseruhr [m³]	Förderstrom ☒ L/min ☐ m³/h
12⁵⁰	5,48							1,5
12⁵⁵	5,48	13,4	716	6,3	0,41	+43,4		
13⁰⁰	5,48	13,5	716	6,3	0,37	+40,6		
13⁰⁵	5,48	13,5	720	6,2	0,25	+60,1		
13¹⁰	5,48	13,5	722	6,1	0,22	+68,4		
13¹⁵	5,48	13,6	722	6,1	0,19	+74,8		
13²⁰	5,48	13,6	723	6,1	0,17	+76,9		
Konstanz bei:		± 0,1°C	± 1 %	± 0,1	± 0,2 mg/L	(innerhalb von 10 Minuten)		

Sonstige Angaben

Bemerkungen

Zugang ggü von Reifen Quick

Probenehmer:	[redacted]	Unterschrift	[redacted]
anwesende Person:		Unterschrift	



Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094-1

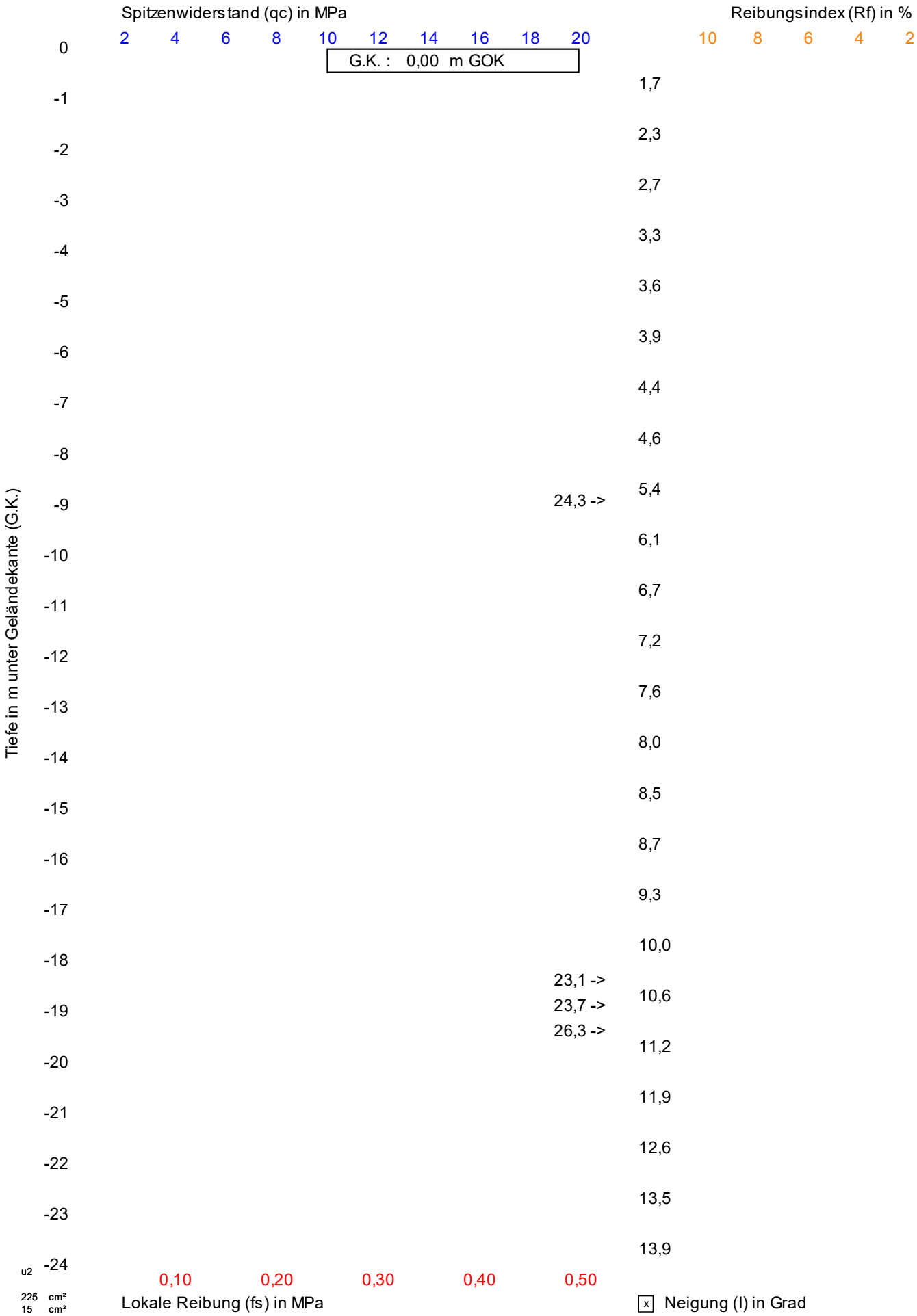
JOERN THIEL
Baugrunduntersuchung GmbH
Georg-Wilhelm-Str. 322 · 21107 Hamburg
T 040 3 07 88 F 040 3 07 88

Projekt : **Überseering 17**

Ort : **Hamburg-City Nord**

Datum : **30.08.2022**
Konus Nr. : **S15CFIIP.S19560**
Projekt Nr. : **22320-017585**
CPT Nr. : **CPT 1** **1/1**

1.47



Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094-1

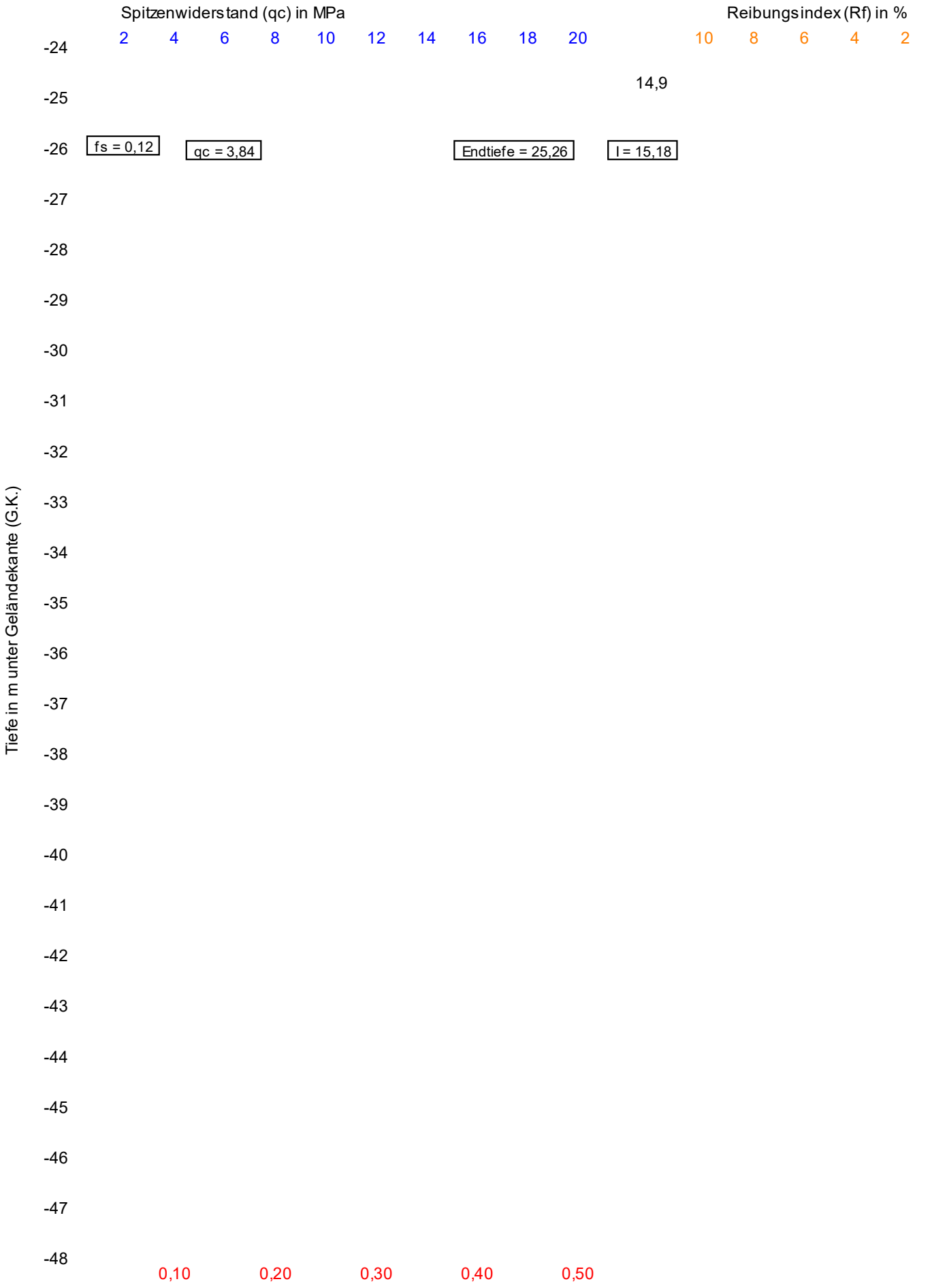
JOERN THIEL
Baugrunduntersuchung GmbH
Georg-Wilhelm-Str. 322 · 21107 Hamburg
T 040 3 07 88 F 040 3 07 88

Projekt : **Überseering 17**

Ort : **Hamburg-City Nord**

Datum : **30.08.2022**
Konus Nr. : **S15CFIIP.S19560**
Projekt Nr. : **22320-017585**
CPT Nr. : **CPT 2** **1/2**

1.47



Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094-1

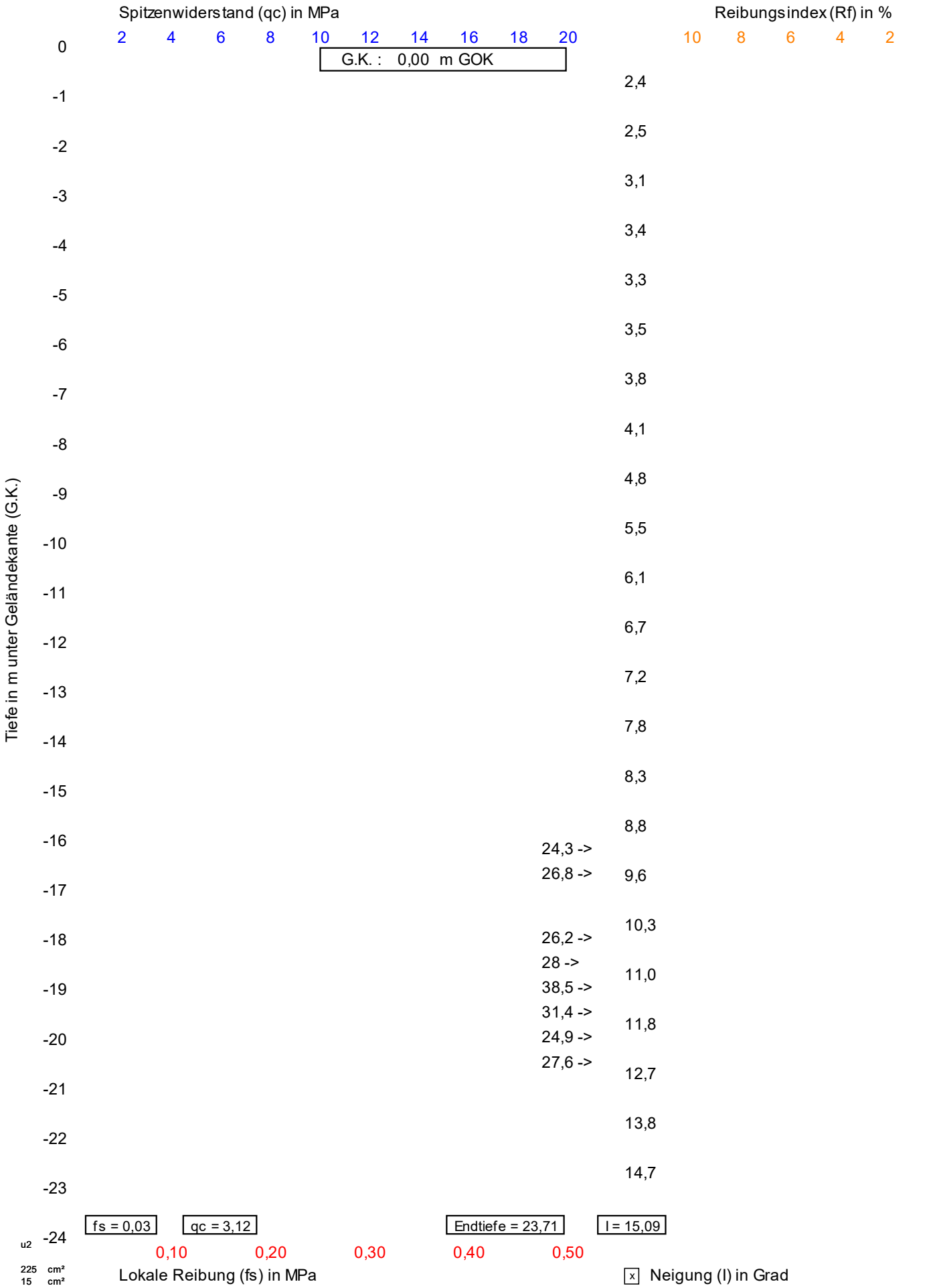
JOERN THIEL
Baugrunduntersuchung GmbH
Georg-Wilhelm-Str. 322 · 21107 Hamburg
T 040 3 07 88 F 040 3 07 88

Projekt : **Überseering 17**

Ort : **Hamburg-City Nord**

Datum : **30.08.2022**
Konus Nr. : **S15CFIIP.S19560**
Projekt Nr. : **22320-017585**
CPT Nr. : **CPT 2** **2/2**

1.47



Elektrische Drucksondierung gemäß DIN 4094-1

JOERN THIEL
Baugrunduntersuchung GmbH
Georg-Wilhelm-Str. 322 · 21107 Hamburg
T 040 3 07 88 F 040 3 07 88

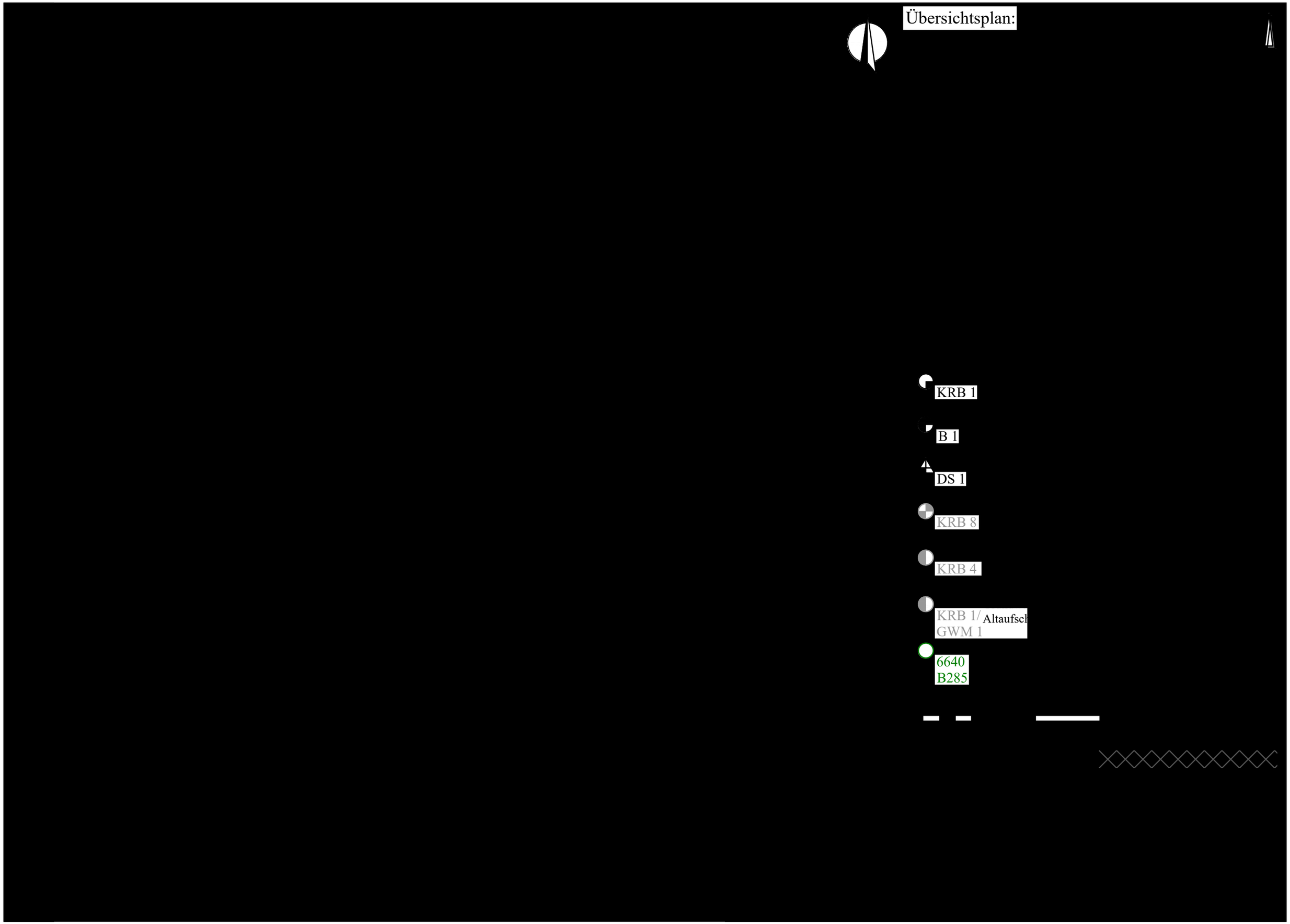
Projekt : **Überseering 17**

Ort : **Hamburg-City Nord**

Datum : **30.08.2022**
Konus Nr. : **S15CFIIP.S19560**
Projekt Nr. : **22320-017585**
CPT Nr. : **CPT 3** **1/1**

1.47

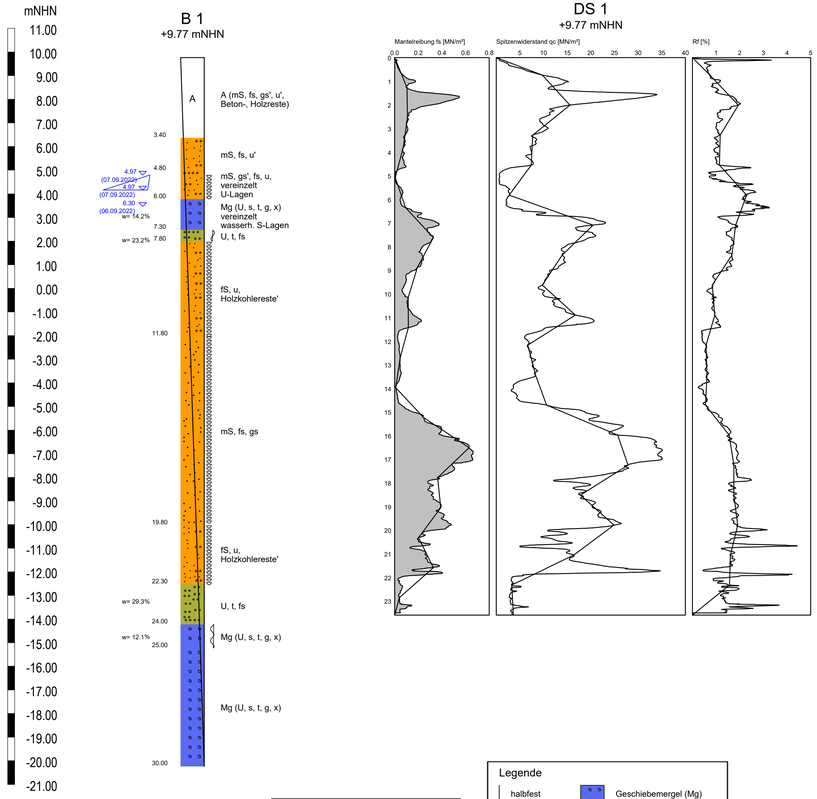
Übersichtsplan:



[redacted]

[redacted]

[redacted]



B 1

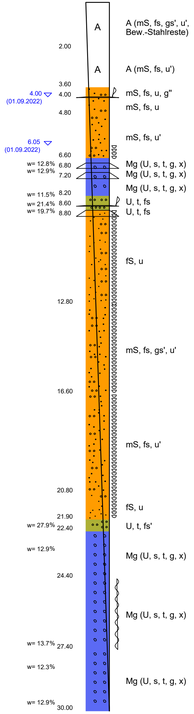
+9.77 mNHN

DS 1

+9.77 mNHN

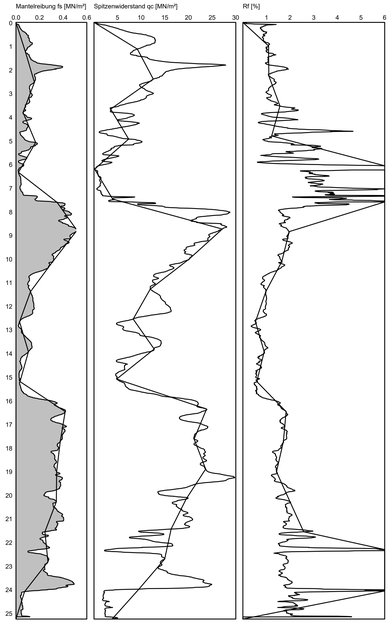
B 2

+9.95 mNHN



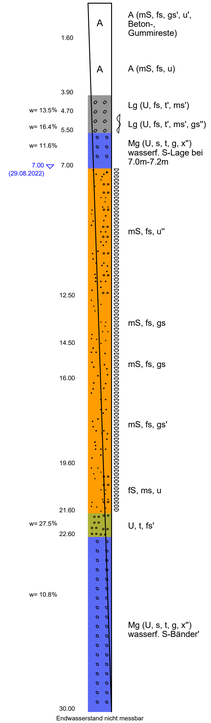
DS 2

+9.95 mNHN



B 3

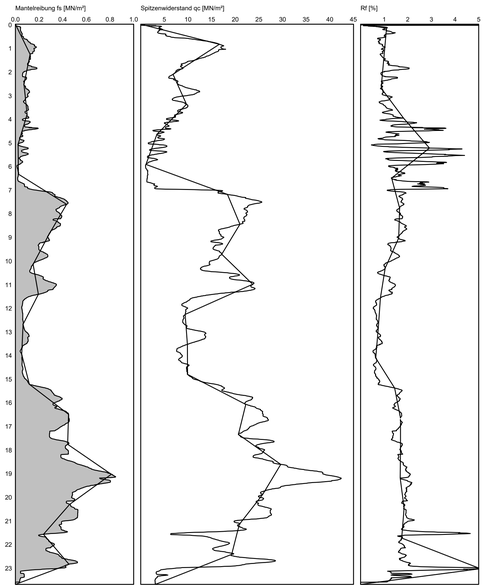
+9.87 mNHN



Endwasserstand nicht messbar

DS 3

+9.87 mNHN



Legende Grundwasser

- 2,45 ▽ Ruhewasserstand nach Beendigung der Bohrarbeiten
- 2,45 ▽ Grundwasser angebohrt
- 2,45 ▽ Ruhewasserstand in einem ausgebauten Brunnen

(jeweils in m unter Ansatzpunkt)

Legende

Abkürzungen der Bodenarten nach DIN 4023

X	- Steine	H	- Torf
G	- Kies	fS	- Feinsand
gS	- Grobsand	U	- Schluff
mS	- Mittelsand	Mg	- Geschiebemergel
Mu	- Mutterboden	Lg	- Geschiebelehm
A	- Auffüllung	BU	- Beckenschluff
T	- Ton	F	- Mudde (Faulschlamm)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben
Anteil der Beimengungen: ' = schwach, = stark
Beispiel: U, t', s = schwach toniger, stark sandiger Schluff

Legende

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

- Geschiebemergel (Mg)
- Geschiebelehm (Lg)
- A — Auffüllung (A)
- Mittelsand (mS)
- Feinsand (fS)
- Schluff (U)

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten

Lageplan siehe Anlage 1

Bauvorhaben: Quartiersentwicklung City Nord

Bauherr: Achte PM Invest GmbH & Co. KG c/o Deutsche Immobilien Entwicklungs GmbH, Rentzelstraße 10a, 20146 Hamburg

Lage: Überseering 17/Mexikoring 22, 22297 Hamburg

Ingenieurbüro für Grotechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25 * 22145 HAMBURG
Tel.:(040) 6037225 * Fax.:(040) 6035829
office @ pgeo.de

Zeichnung Nr.: 22.13506.2.4

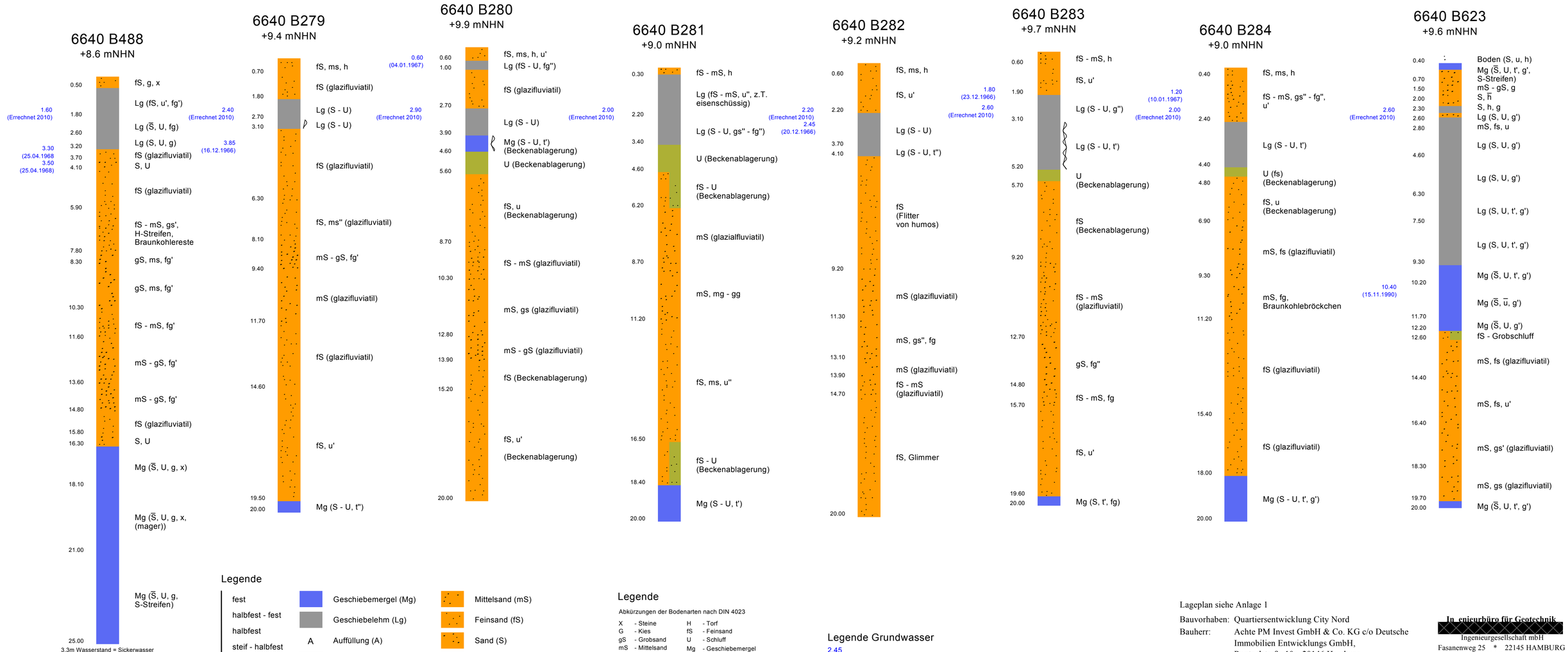
Darstellung:

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse

Format: DIN D0/A2 Maßstab: 1 : 100 Datum: 09.11.2022 Index: - Anlage: 2.4

[redacted]

[redacted]



Legende

fest	Geschiebemergel (Mg)	Mittelsand (mS)	
halbfest - fest	Geschiebelehm (Lg)	Feinsand (fS)	
halbfest	A Auffüllung (A)	Sand (S)	
steif - halbfest	Torf (H)	Schluff (U)	
steif	Grobsand (gS)		
weich - steif			
weich			

Legende

Abkürzungen der Bodenarten nach DIN 4023

X	- Steine	H	- Torf
G	- Kies	fS	- Feinsand
gS	- Grobsand	U	- Schluff
mS	- Mittelsand	Mg	- Geschiebemergel
Mu	- Mutterboden	Lg	- Geschiebelehm
A	- Auffüllung	BU	- Beckenschluff
T	- Ton	F	- Mudde (Faulschlamm)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben
Anteil der Beimengungen: ' = schwach, = stark
Beispiel: U, t', s = schwach toniger, stark sandiger Schluff

Legende Grundwasser

2,45

2,45

Das geschlossene Dreieck links neben der Bohrsäule makiert den mittleren Grundwasserstand, der aus dem Gleichenplan 2010 berechnet worden ist. Das offene Dreieck makiert einen oder mehrere Wasserstände, die bei der Bohrung angetroffen wurden.

Lageplan siehe Anlage 1

Bauvorhaben: Quartiersentwicklung City Nord

Bauherr: Achte PM Invest GmbH & Co. KG c/o Deutsche Immobilien Entwicklungs GmbH, Rentzelstraße 10a, 20146 Hamburg

Lage: Überseering 17/Mexikoring 22, 22297 Hamburg

Darstellung:

Ergebnisse der Altaufschlüsse
Geologisches Landesamt Hamburg-

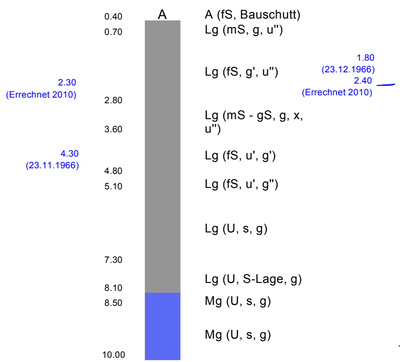
Format: DIN B2/B3 Maßstab: 1 : 100 Datum: 09.11.2022 Index: - Anlage: 2.7

Ingenieurbüro für Geotechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25 * 22145 HAMBURG
Tel.:(040) 6037225 * Fax.:(040) 6035829
office @ pgeo.de

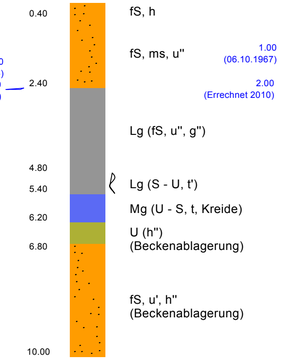
Zeichnung Nr.: 22.13506.2.7

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten

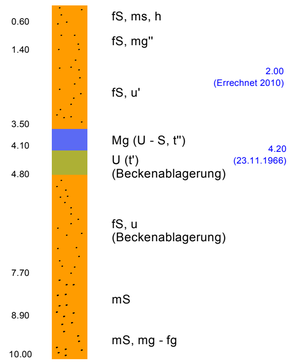
6640 B278
+9.3 mNHN



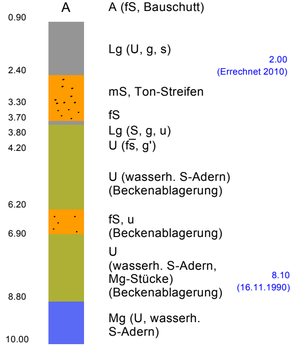
6640 B285
+9.5 mNHN



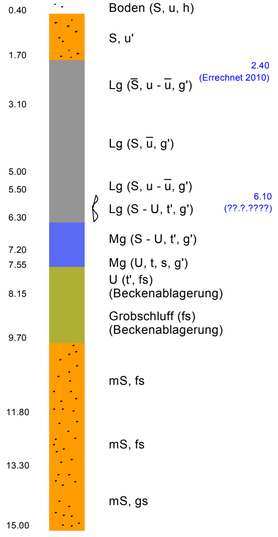
6640 B286
+9.1 mNHN



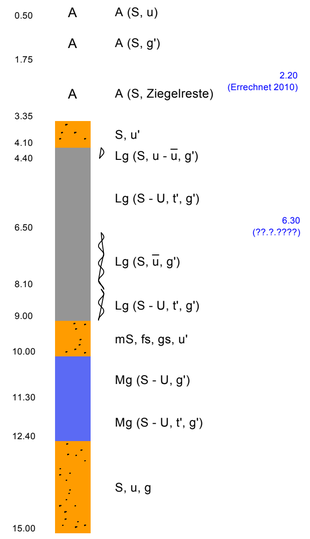
6640 B287
+9.1 mNHN



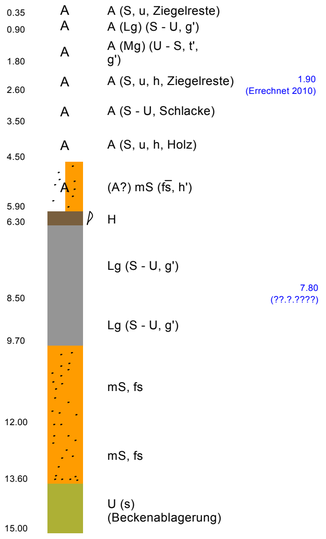
6640 B618
+9.0 mNHN



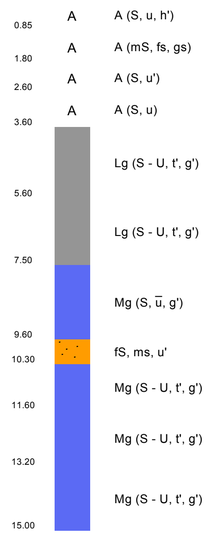
6640 B619
+9.4 mNHN



6640 B620
+9.4 mNHN



6640 B621
+9.0 mNHN



Legende

fest	Geschiebemergel (Mg)		Mittelsand (mS)
halbfest - fest	Geschiebelehm (Lg)		Feinsand (fS)
halbfest	A Auffüllung (A)		Sand (S)
steif - halbfest	Torf (H)		Schluff (U)
steif	Grobsand (gS)		
weich - steif			
weich			

Legende

Abkürzungen der Bodenarten nach DIN 4023

X	- Steine	H	- Torf
G	- Kies	fS	- Feinsand
gS	- Grobsand	U	- Schluff
mS	- Mittelsand	Mg	- Geschiebemergel
Mu	- Mutterboden	Lg	- Geschiebelehm
A	- Auffüllung	BU	- Beckenschluff
T	- Ton	F	- Mudde (Faulschlamm)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben
Anteil der Beimengungen: ' = schwach, = stark
Beispiel: U, t', s = schwach toniger, stark sandiger Schluff

Legende Grundwasser

2,45

2,45

Das geschlossene Dreieck links neben der Bohrsäule makiert den mittleren Grundwasserstand, der aus dem Gleichenplan 2010 berechnet worden ist. Das offene Dreieck makiert einen oder mehrere Wasserstände, die bei der Bohrung angetroffen wurden.

Lageplan siehe Anlage 1

Bauvorhaben: Quartiersentwicklung City Nord

Bauherr: Achte PM Invest GmbH & Co. KG c/o Deutsche Immobilien Entwicklungs GmbH, Rentzelstraße 10a, 20146 Hamburg

Lage: Überseering 17/Mexikoring 22, 22297 Hamburg

Darstellung:

Ergebnisse der Altaufschlüsse
Geologisches Landesamt Hamburg-

Format: DIN B2/A3 Maßstab: 1 : 100 Datum: 09.11.2022 Index: - Anlage: 2.8

Ingenieurbüro für Geotechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25 * 22145 HAMBURG
Tel.:(040) 6037225 * Fax.:(040) 6035829
office @ pgeo.de

Zeichnung Nr.: 22.13506.2.8

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten

Legende

Abkürzungen der Bodenarten nach DIN 4023

X	- Steine	H	- Torf
G	- Kies	fS	- Feinsand
gS	- Grobsand	U	- Schluff
mS	- Mittelsand	Mg	- Geschiebemergel
Mu	- Mutterboden	Lg	- Geschiebelehm
A	- Auffüllung	BU	- Beckenschluff
T	- Ton	F	- Mudde (Faulschlamm)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben
Anteil der Beimengungen: ' = schwach, = stark
Beispiel: U, t', s = schwach toniger, stark sandiger Schluff

Legende

steif
nass

Geschiebelehm (Lg)
A Auffüllung (A)
Mittelsand (mS)
Feinsand (fS)
Sand (S)
Schluff (U)

KRB 3/22

+6.78 mNHN

0.90 (21.03.2023)
1.20 (21.03.2023)')
w = 14,5% 2.60
w = 18,4% 3.70 (21.03.2023)

0.80	A	A (Recycling)
2.10	A	A (Recycling, mS, gs, fs, u)
		Lg (U, s, t, g)
3.70		U / S (U, fs) / (fS, U)
6.10		fS, ms', h-Lage
11.10		mS, fs, Holzkohlereste, Glimmer
14.30		fS, ms', Holzkohlereste, Glimmer
15.00		fS, ms, Glimmer, U-Lagen

KRB 4/22

+6.97 mNHN

1.30 (21.03.2023)
1.30 (21.03.2023)
w = 22,0% 2.90 (21.03.2023)

0.80	A	A (Recycling)
2.20	A	A (mS, gs, fs, x')
2.90		U / S (U, fs) / (fS, u)
6.10		fS, u'
10.40		mS, gs', fs', Holzkohlereste, Glimmer
14.60		fS, Holzkohlereste, Glimmer
15.00		fS, u', Glimmer, U-Lagen

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten

Legende Grundwasser

2,45 Ruhewasserstand nach Beendigung der Bohrarbeiten
2,45 Grundwasser angebohrt
2,45 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Brunnen
(jeweils in m unter Ansatzpunkt)

Lageplan siehe Anlage 1

Bauvorhaben: Quartiersentwicklung City Nord
Bauherr: Achte PM Invest GmbH & Co. KG c/o Deutsche Immobilien Entwicklungs GmbH, Rentzelstraße 10a, 20146 Hamburg
Lage: Überseering 17, 22297 Hamburg

Darstellung:

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse

Ingenieurbüro für Geotechnik
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25 * 22145 HAMBURG
Tel.:(040) 6037225 * Fax.:(040) 6035829
office @ pgeo.de

Zeichnung Nr.: 22.13506.2.9

Format: DIN A3 Maßstab: 1 : 100 Datum: 04.05.2023 Index: - Anlage: 2.9

BERECHNUNG DES GRUNDBRUCHWIDERSTANDES (DIN 4017)
LOTRECHT MITTIG BELASTETE STREIFENFUNDAMENTE

b =	0,50	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
d								
0,50	218	201	218	234	267	300	334	367
0,40	191	174	191	207	240	273	307	340
0,50	218	201	218	234	267	300	334	367
0,60	245	228	245	261	294	328	361	394
0,70	272	255	272	288	322	355	388	421
0,80	299	282	299	316	349	382	415	448
0,90	326	309	326	343	376	409	442	475
1,00	353	337	353	370	403	436	469	500

Tabelle 1: Charakteristischer Sohldruck $\sigma_{0,k}$ (Bruchzustand) in [kN/m^2]

b =	0,50	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
d								
0,50	78	58	78	100	153	215	286	367
0,40	68	50	68	89	137	195	263	340
0,50	78	58	78	100	153	215	286	367
0,60	87	65	87	112	168	234	309	394
0,70	97	73	97	124	184	253	332	421
0,80	107	81	107	135	199	273	355	448
0,90	116	88	116	147	215	292	379	475
1,00	126	96	126	158	230	311	402	500

Tabelle 2: Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes $R_{n,d}$ in [kN/m]

LEGENDE:

d = Gründungstiefe in [m]
b = Fundamentbreite in [m]

γ_{Gr} = 1,4 (Teilsicherheitsbeiw.)

BODENKENNWERTE:

Wichte über Gründungssohle (γ_1) = 11 kN/m^3
Wichte unter Gründungssohle (γ_2) = 11 kN/m^3
Reibungswinkel (φ) = 32,5°
Kohäsion (c) = 0 kN/m^2

Tabellenwerte einschl. Fundamentgewicht und Erdauflast
Zwischenwerte können linear interpoliert werden

BERECHNUNG DES GRUNDBRUCHWIDERSTANDES (DIN 4017)
LOTRECHT MITTIG BELASTETE QUADRATISCHE EINZELFUNDAMENTE

b =	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
d								
0,30	240	298	356	414	472	500	500	500
0,40	282	340	398	456	500	500	500	500
0,50	324	381	439	497	500	500	500	500
0,60	365	423	481	500	500	500	500	500
0,70	407	465	500	500	500	500	500	500
0,80	448	500	500	500	500	500	500	500
0,90	490	500	500	500	500	500	500	500
1,00	500	500	500	500	500	500	500	500

Tabelle 1: Charakteristischer Sohldruck $\sigma_{0,k}$ (Bruchzustand) in [kN/m^2]

b =	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
d								
0,30	172	479	1017	1848	3033	4375	5714	8929
0,40	201	546	1136	2034	3214	4375	5714	8929
0,50	231	613	1255	2219	3214	4375	5714	8929
0,60	261	680	1374	2232	3214	4375	5714	8929
0,70	291	747	1429	2232	3214	4375	5714	8929
0,80	320	804	1429	2232	3214	4375	5714	8929
0,90	350	804	1429	2232	3214	4375	5714	8929
1,00	357	804	1429	2232	3214	4375	5714	8929

Tabelle 2: Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes $R_{n,d}$ in [kN]

LEGENDE:

d = Gründungstiefe in [m]
b = Fundamentbreite in [m]

γ_{Gr} = 1,4 (Teilsicherheitsbeiw.)

BODENKENNWERTE:

Wichte über Gründungssohle (γ_1)	=	11	kN/m^3
Wichte unter Gründungssohle (γ_2)	=	11	kN/m^3
Reibungswinkel (φ)	=	32,5°	
Kohäsion (c)	=	0	kN/m^2

Tabellenwerte einschl. Fundamentgewicht und Erdauflast
Zwischenwerte können linear interpoliert werden

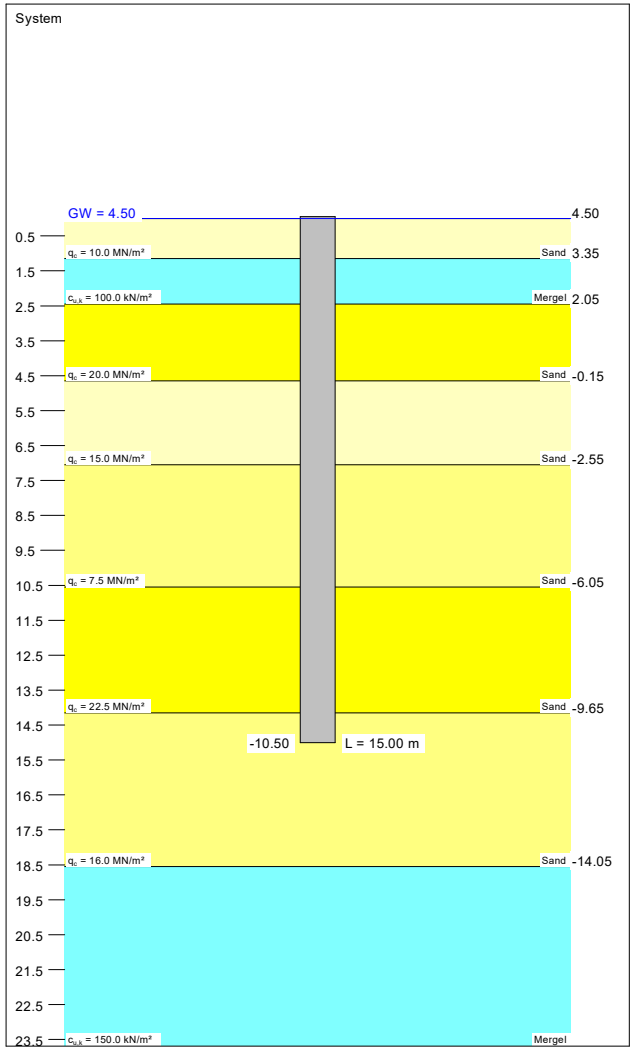
[redacted]
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25 * 22145 HAMBURG
Tel.: 040 60372[redacted] * Fax.: 60358[redacted]

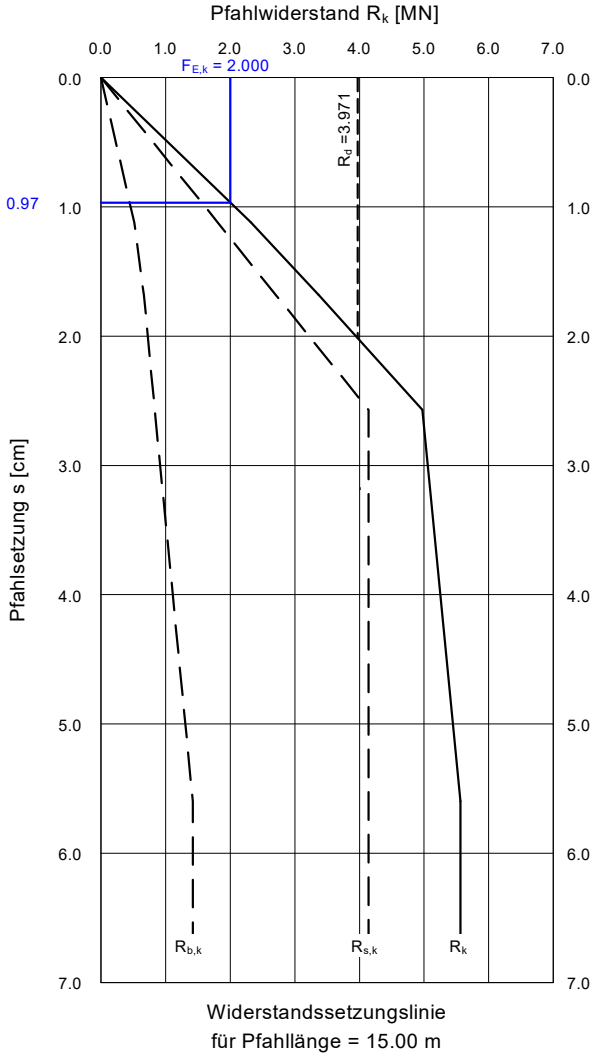
P 22.13506 BV. Überseering 17

Berechnungsgrundlagen	Pfahllänge = 15.00 m
BV. Überseering 17, Musterpfahl	Grundwasser = 4.50 mNHN
Norm: EC 7	γ_P = 1.40
Atlaspfahl	γ_G = 1.35
Verhältniswert (min, max) = 0.50	γ_Q = 1.50
Interpolation Mantelreibung:	Datei: Anla_5.phl
bei q_c < 7.5 MN/m² aktiviert	Datum: 07.08.2024
bei $c_{u,k}$ < 60 kN/m² aktiviert	Uhrzeit: 17:14:34

Boden	Tiefe [mNHN]	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$q_{b,k02}$ [MN/m²]	$q_{b,k03}$ [MN/m²]	$q_{b,k10}$ [MN/m²]	$q_{s,k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
	3.35	10.0	0.0	1.442	1.867	4.125	0.1233	Sand
	2.05	0.0	100.0	0.700	0.850	1.550	0.0656	Mergel
	-0.15	20.0	0.0	2.512	3.225	6.313	0.2012	Sand
	-2.55	15.0	0.0	1.975	2.550	5.625	0.1800	Sand
	-6.05	7.5	0.0	1.175	1.525	3.375	0.0950	Sand
	-9.65	22.5	0.0	2.781	3.563	6.656	0.2119	Sand
	-14.05	16.0	0.0	2.083	2.685	5.763	0.1842	Sand
	<-14.05	0.0	150.0	1.075	1.275	2.150	0.0850	Mergel

OK Gelände = 4.50 mNHN





Ergebnisse
Pfahldurchmesser = 0.560 m
Pfahllänge = 15.00 m
Pfahlspitzenwiderstand:
q_{cm} = 16.000 MN/m²
gemittelt von -9.94 bis -12.74 m
σ_{02} = 2.083 MN/m²
σ_{03} = 2.685 MN/m²
σ_{10} = 5.763 MN/m²
Fläche A_b = 0.246 m²
Mantelfläche A_s = 1.759 m²/m
---
s_{020} = 1.120 cm:
$R_{s,k(s)}$ = 1.804 MN
$R_{b,k(s)}$ = 0.513 MN
$R_{k(s)}$ = 2.317 MN
s_{030} = 1.680 cm:
$R_{s,k(s)}$ = 2.706 MN
$R_{b,k(s)}$ = 0.661 MN
$R_{k(s)}$ = 3.368 MN

s_{sg} = 2.570 cm:
$R_{s,k(s)}$ = 4.141 MN
$R_{b,k(s)}$ = 0.833 MN
$R_{k(s)}$ = 4.974 MN
s_{10} = 5.600 cm:
$R_{s,k(s)}$ = 4.141 MN
$R_{b,k(s)}$ = 1.419 MN
$R_{k(s)}$ = 5.560 MN

$F_{G,k}$ = 1.600 MN
$F_{Q,k}$ = 0.400 MN
F_d = 1.350 · 1.600 + 1.500 · 0.400
F_d = 2.760 MN
$R_d = R_k / \gamma_P$ = 5.560 / 1.400
R_d = 3.971 MN
Ausnutzungsgrad $\mu = F_d / R_d$ = 0.695
Nachweis erbracht
$F_{E,k}$ = 2.000 MN
Setzung s = 0.97 cm

Erfahrungswerte für: Atlaspfahl			
s/D_s	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m²]		
	q_c = 7,5 MN/m²	q_c = 15 MN/m²	q_c = 25 MN/m²
0,02	0,950 - 1,400	1,650 - 2,300	2,650 - 3,450
0,03	1,200 - 1,850	2,150 - 2,950	3,350 - 4,450
0,10	2,750 - 4,000	4,750 - 6,500	6,000 - 8,000
	$c_{u,k}$ = 100 kN/m²	$c_{u,k}$ = 150 kN/m²	$c_{u,k}$ = 250 kN/m²
0,02	0,600 - 0,800	0,900 - 1,250	1,300 - 1,950
0,03	0,750 - 0,950	1,050 - 1,500	1,650 - 2,350
0,10	1,350 - 1,750	1,800 - 2,500	2,200 - 3,250

Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m²]		
q_c = 7,5 MN/m²	q_c = 15 MN/m²	q_c = 25 MN/m²
0,085 - 0,105	0,160 - 0,200	0,200 - 0,245
$c_{u,k}$ = 60 kN/m²	$c_{u,k}$ = 150 kN/m²	$c_{u,k}$ = 250 kN/m²
0,040 - 0,060	0,075 - 0,095	0,095 - 0,120

Dipl.-Ing. Rainer J. Pingel
Ingenieurgesellschaft mbH
Fasanenweg 25, 22145 HAMBURG
Tel.: (040) 6037225 - Fax.: 6035829

Muster-Druckpfahl B 2, DS 2 (Atlaspfahl 46/56)

Projekt-Nr. 22.13506

Anlage 5