

Kiel, Quartier „Kool Kiel“
Werftbahnstraße 8 – W8
(Baufeld B, Bebauungsplan nr. 1031V)

Geotechnisches Gutachten

Auftraggeber

Kap Horn W8 GmbH
Geschwister-Scholl-Allee 66a
14532 Kleinmachnow

Bearbeiter IGB

[REDACTED]
[REDACTED]

Projektnummer

19-2107

Dateiname

19-2107 2021-09-17 10 BER GeoGut Bf

Datum

17.09.2021

Anschrift

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Neufeldtstraße 10
24118 Kiel

Kontakt

T. +49 431 260 410-0
kiel@igb-ingenieure.de

www.igb-ingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG	6
2	UNTERLAGEN	6
3	ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE	9
	3.1 Örtliche Situation	9
	3.2 Bauvorhaben	11
	3.3 Geotechnische Kategorie	12
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	12
	4.1 Geotechnische Bestandsaufnahme	12
	4.2 Untergrunderkundung	14
	4.3 Untergrundaufbau	15
	4.4 Grundwasserverhältnisse	18
	4.4.1 Wasserstände	18
	4.4.2 Bemessungswasserstand	19
	4.4.3 Chemische Analytik Grundwasser	19
5	CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE	20
6	GRÜNDUNG	21
	6.1 Gründungsempfehlungen	22
	6.2 Tiefgründung	23
	6.2.1 Pfahlsysteme	23
	6.2.2 Empfohlene Pfahlsysteme	24
	6.2.3 Charakteristische Pfahlwiderstände	25
	6.2.4 Setzungsverhalten	26
7	BAUGRUBEN UND BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG	26
	7.1 Sohlabdichtung	27
	7.2 Baugrubensicherung	28
	7.3 Trockenhaltung Baugrube und Wasserhaltung	30
8	TROCKENHALTUNG DER BAUWERKE	32
9	ERGÄNZENDE ERKUNDUNGEN	33
	9.1 Baugrund	33
	9.2 Bestandsbauwerke	34
10	BAUTECHNISCHE HINWEISE	34

10.1 Hindernisse im Baugrund.....	35
10.2 Auftriebssicherheit Neubauten.....	35
10.3 Eignung von Aushubmaterial als Füllboden	35
10.4 Entsorgung Aushubböden.....	35
10.5 Füllmaterial	36
10.6 Kampfmittel.....	36
10.7 Beweissicherung.....	37
10.8 Hinweise zur Kranaufstellung.....	37
10.9 Herstellung von Arbeitsebenen	37
10.10 Versickerungsfähigkeit der Böden	37
11 ZUSAMMENFASSUNG.....	38

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Lagepläne**

- 1.1 Übersichtslageplan
- 1.2 Lageplan der Untergrundaufschlüsse

Anlage 2 **Ergebnisse der Untergrunderkundung**

- 2.1 Schnitt West
- 2.2 Schnitt Ost

Anlage 3 **Übersicht Grundwasserstände**

Anlage 4 **Ergebnisse der chemischen Analysen (Prüfberichte)**

- 4.1 Probenahmeprotokolle Grundwasser
- 4.2 Prüfbericht Betonaggressivität Grundwasser
- 4.3 Prüfbericht Einleitparameter

1 VERANLASSUNG

Zwischen Werftbahnstraße und Werftstraße in Kiel ist die Entwicklung des Quartiers „Kool Kiel“ auf drei Baufeldern vorgesehen. Baufeld W8 (Baufeld B) mit der Anschrift „Werftbahnstraße 8“ umfasst das Flurstück 231. Hier ist nach aktueller Planung der Neubau eines Wohn- und Gewerbehäuses geplant. Für das Baufeld W8 liegt ein vorhabenbezogener Bebauungsplan mit der Nummer 1031V im Entwurf vor.

Für das Baufeld B liegen die Ergebnisse der historischen Erkundung vom 27.03.2007 vom ALKO Ingenieurgeologisches Büro vor, vgl. [10]. Für das Baufeld W1 liegt unser Geotechnisches Gutachten (Rev01) vom 29.07.2021 vor. Zudem liegt unsere Orientierende Altlastenerkundung vom 12.09.2019 für das südliche Flurstück mit der Nummer 232 des Baufeldes W1 vor.

Nach der aktuell vorliegenden Planung ist die Bebauung des gesamten Quartiers mit einem durchgehenden Untergeschoss vorgesehen.

Die IGB Ingenieurgesellschaft wurde von der Kap Horn W8 GmbH mit der Ausführung von Untergrunderkundungen sowie mit der Ausarbeitung eines Geotechnischen Gutachtens für das Baufeld W8 (Baufeld B) beauftragt. Zudem wurde basierend auf [10] eine orientierende Altlastenuntersuchung sowie eine orientierende Schadstoffuntersuchung der Aushubböden durchgeführt, deren Ergebnisse in einem separaten Bericht [4] zusammengefasst werden.

2 UNTERLAGEN

Zur Ausarbeitung des vorliegenden geotechnischen Gutachtens standen unserer Ingenieurgesellschaft folgende Unterlagen zur Verfügung:

IGB Ingenieurgesellschaft, Kiel

- [1] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld A – Geotechnisches Gutachten, Projektnr. 19-2106, Datum: 14.10.2019
- [2] Kiel, Werftbahnstraße 1 – W1, Quartier „Kool Kiel“ (Baufeld A, Bebauungsplannr. 1017V) – Geotechnisches Gutachten (Revision 1), Projektnr. 21-2028, Datum: 29.07.2021
- [3] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld A – Orientierende Altlastenerkundung (Flst. 232), Nr. 19-2106, Datum: 12.09.2019
- [4] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld B – Orientierende Altlastengutachten (Flst. 231), Nr. 19-2107, in Bearbeitung
- [5] Kiel, Werftstraße – Wulf, Quartier „Kool Kiel“ (Baufeld C, Bebauungsplannr. 1030V) – Geotechnisches Gutachten, Projektnr. 19-2108, in Bearbeitung

Landeshauptstadt Kiel

- [6] Grundkarte von der Stadt Kiel, erhalten am 29.07.2019
- [7] Information über schädliche Bodenveränderungen bzw. Altlasten Werftbahnstraße 8 vom 09.03.2020

Vermessungsbüro Dipl. Ing. H. Möller, Kiel

- [8] Lage- und Höhenplan, Plannr. 195555, Maßstab 1 250, Datum: 01.08.2019

GeoC GmbH, Kiel

- [9] Detailuntersuchung des Altstandortes AS 283, ehemals Tankstelle der Fa. Franz Ritter, Gablenzstraße / Ecke Werftbahnstraße, 24143 Kiel – Altlastengutachten, Nr. 08019, Datum: 25.01.2009

ALKO Ingenieurgeologisches Büro, Kiel

- [10] Ergebnisse der historischen Erkundung im Bereich des Altstandortes AS99, Werftbahnstraße 8 in 24143 Kiel, Datum: 27.03.2007

AGUA GmbH, Kiel

- [11] Sanierungsuntersuchung Ehem. Tankstelle Ritter (AS 283) Werftbahnstraße, Kiel-Gaarden, Sanierungsuntersuchung, 16.09.2010

LABELS Projektmanagement GmbH & Co. KG, Berlin

- [12] Projektinformationen, Quarierentwicklung „Kool Kiel“ vom 18.02.2019

Evers und Partner / Stadtplaner, Hamburg

- [13] Projektunterlagen für das Bauvorhaben Kool Kiel, Baufeld W1, W8 und Wulf, erhalten am 07.06.2021

MVRDV, Rotterdam

- [14] Angaben zur absoluten Höhe Untergeschoss, eMail, Datum: 02.07.2021

Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten – Kampfmittelräumdienst, Felde

- [15] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltlasten, hier: Werftbahnstraße 6 (Fl. 14; Flst. 147) in Kiel, vom 11.07.2016
- [16] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltlasten hier: Werftbahnstraße 6 (Fl. 14; Flst. 147) in Kiel, vom 26.08.2016

Ministerium für Inneres, ländl. Räume, Integration u. Gleichstellung - Kampfmittelräumdienst, Felde

- [17] Gestattung über die Ausführung von Aufschlüssen, hier: Wertbahnstraße 6 (Fl. 14; Flst. 147) in Kiel, vom 26.03.2019
- [18] Gestattung über die Ausführung von Aufschlüssen, hier: Wertbahnstraße 6 (Fl. 13; Flst. 232) in Kiel, vom 06.08.2019
- [19] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltslasten, hier: Wertbahnstraße 6 (Fl. 13; Flst. 232) in Kiel, vom 29.07.2019
- [20] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltslasten, hier: Wertbahnstraße 8 (Fl. 13; Flst. 231) in Kiel, vom 14.12.2019
- [21] Gestattung über die Ausführung von Aufschlüssen, hier: Wertbahnstraße 8 (Fl. 13; Flst. 231) in Kiel, vom 29.06.2021
- [22] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltslasten, hier: Wertstraße 240 (Fl. 13; Flst. 406 und 376) in Kiel, vom 14.12.2020
- [23] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltslasten, hier: Wertstraße 240 (Fl. 13; Flst. 406 und 376) in Kiel, vom 01.07.2021

KMB Kampfmittelbergung GmbH, Neumünster

- [24] Abschlussbericht über die Überprüfung auf Kriegsaltslasten Baufeld B, Datum: 21.07.2021
- [25] Abschlussbericht über die Überprüfung auf Kriegsaltslasten Baufeld C, Datum: 26.07.2021

Dr. Norbert Pieles Baugrunduntersuchung, Kiel

- [26] Auszug aus dem Geotechnischen Gutachten (Aktenarchiv der Stadt Kiel), Neubau einer KfZ-Werkhalle, Werftstr. 240, Kiel 14, Werftbahnstraße 8, Kiel, Datum: 10.09.1976

Volckmann Bohrunternehmen GmbH, Owschlag

- [27] Lageplan, Aufmaß, Schichtenprofile und Bodenproben der Aufschlüsse KRB 1/21 bis KRB 5/21 mit Ausführung am 19.07.2021

Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

- [28] Lageplan, Aufmaß, Sondierdiagramme der Drucksondierungen CPT 1/21 bis 8/21, Ausführung am 20. und 21.07.2021

3 ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE

3.1 Örtliche Situation

Planungsgebiet

Das Planungsgebiet befindet sich südöstlich der Kieler Hörn, etwa 300 m von der Kieler Förde entfernt. Das Planungsgebiet erstreckt sich zwischen Werftbahnstraße, Gablenzstraße und Werftstraße in einem zentral gelegenen, städtisch bebauten Gebiet. Das Planungsgebiet besteht aus drei Baufeldern und ist gemäß [12] wie folgt aufgeteilt.

Das im Norden des Planungsgebiets gelegene Baufeld A (Baufeld W1) mit der Adresse „Werftbahnstraße 1“ erstreckt sich über die Flurstücke 147 und 232. Die Grundstücksgröße beträgt rd. 4.360 m².

Das westliche gelegene Baufeld B (Baufeld W8) mit der Adresse „Werftbahnstraße 8“ bildet das Flurstück 231. Die Grundstücksgröße beträgt rd. 8.100 m².

Das Baufeld C (Baufeld Wulf) im Osten mit der Adresse „Werftstraße 240-248“ erstreckt sich über die Flurstücke 376 und 406. Die Grundstücksgröße beträgt rd. 4.880 m².

Im Süden des Planungsgebiets ist eine öffentliche Grünfläche bzw. eine Parkanlage als Ausgleichsfläche geplant. Diese Grünfläche erstreckt sich mit einer Grundstücksgröße von rd. 4.300 m² über die Flurstücke 391 und 400.

Das gesamte Planungsgebiet sowie die einzelnen Baufelder und Flurstücke sind in Abbildung 1 dargestellt.

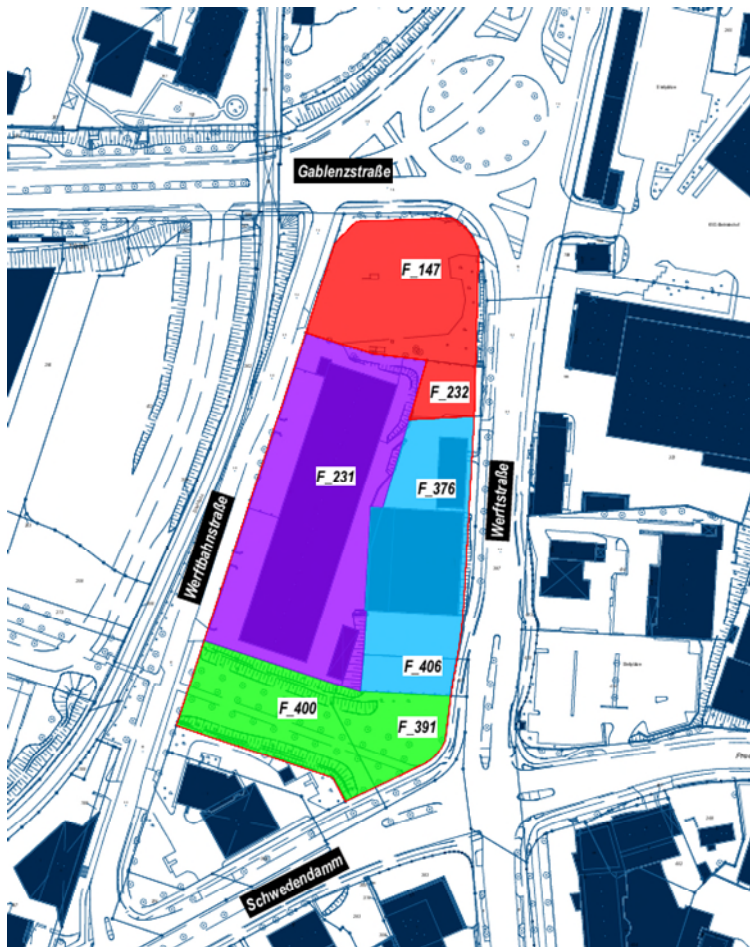


Abbildung 1 Übersichtsplan des Planungsgebiets „Kool Kiel“ (aus [12])

Die einzelnen Baufelder sind zudem lagemäßig auf dem beiliegenden Übersichtslageplan in Anlage 1.1 dargestellt.

An dieser Stelle weisen wir darauf hin, dass die einzelnen Baufelder gemäß aktueller Planung [13] wie folgt bezeichnet werden:

- W1 (ehemals Baufeld A, rot in Abbildung 1, Bebauungsplannummer 1017V)
- W8 (ehemals Baufeld B, lila in Abbildung 1, Bebauungsplannummer 1031V)
- Wulf (ehemals Baufeld C, hellblau in Abbildung 1, Bebauungsplannummer 1030V)

In Anlehnung an die aktuellen Planunterlagen [13] werden nachfolgend die Bezeichnungen Baufeld W1, W8 und Wulf verwendet.

Das Planungsgebiet unterlag in der Vergangenheit einer intensiven Vornutzung. Unter anderem waren eine Druckerei, eine Tankstelle und ein Gebrauchtwagenhandel ansässig. Zurzeit werden die Bestandsgebäude im Planungsgebiet von zahlreichen Start-up-Unternehmen genutzt.

Das Planungsgebiet liegt gemäß RStO-StB 12¹ in der Frosteinwirkungszone I.

Baufeld W8

Das Baufeld W8 befindet sich im westlichen Bereich des Planungsgebietes. Nördlich schließt das Baufeld W1, östlich das Baufeld Wulf, westlich die Werftbahnstraße und südlich die Flurstücke mit öffentlicher Grünfläche an. In der Umgebung sind u. a. mit Wohnhäusern bebaute Grundstücke sowie Firmenstandorte vorhanden. Des Weiteren befindet sich westlich der Werftbahnstraße, und somit des Baufeldes W8, eine tiefergelegene Güterbahnlinie sowie das Sport- und Freizeitbad Kiels.

Das Grundstück ist aufgrund der gewerblichen Vornutzung, wie Autoreparationswerkstätten, KFZ-Handel, Baumaschinenfabrik sowie Druckerei als Altstandort (AS) 99 eingestuft, vgl. [7]. Weitere Informationen sind aus [4] zu entnehmen.

In der Anlage 1.2 ist u. a. die vorhandene Halle, die Lage von ehemaligen Tanks und Bauteile von Autoreparationswerkstätten gekennzeichnet.

Derzeit ist das Grundstück mit einem aus den 1940er Jahren errichteten rd. 3.750 m² großen Hallenbau versehen, welches von der „Kreativschmiede W8“ genutzt wird. Die freiliegenden Flächen sind mit Asphalt versiegelt.

Ein Vermessungsplan mit Geländehöhenangaben lag uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor. Gemäß Erkundungen befinden sich die Geländeoberkante auf einem Niveau zwischen ca. + 4,9 m NHN und + 5,9 m NHN, vgl. Anlage 2.

3.2 Bauvorhaben

Geplant ist ein Wohn- und Gewerbehäuser mit acht aufgehenden Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss. Im Erdgeschoss (EG) sind durchgehend Gewerbeflächen geplant. Der Wohntrakt ist durch eine freie, begrünte Flucht in zwei Gebäudeteile getrennt und liegt auf der Gewerbeetage (EG) auf. Der Gebäudekomplex soll mit einem durchgehenden Untergeschoss als Tiefgarage errichtet werden, vgl. [13], die auch mit den Tiefgaragen der benachbarten Baufelder W1 und Wulf verbunden ist.

Die Gesamthöhe des Gebäudekomplexes ist in [13] mit 31 m angegeben. Die Bauwerksunterkante ist nach [14] in + 0,83 m NHN geplant.

Nach Auskunft vom Auftraggeber wird die vorhandene Halle kurz vor Baubeginn zurückgebaut.

Die Lage der geplanten Neubauten ist in den Lageplänen der Anlage 1 dargestellt.

¹ FGSV – RStO 12: 2012-01: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)

3.3 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauvorhaben ist gemäß DIN EN 1997-1², DIN EN 1997-2³ und DIN EN 1997-2/NA⁴ in die geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSSE

4.1 Geotechnische Bestandsaufnahme

Die geologischen Randbedingungen im Planungsgebiet sind uns durch unsere direkt benachbart liegenden Referenzprojekte, vgl. Anlage 1.1, u. a. des Kieler Sport- und Freizeitbads, der Gablenzbrücke und des Geländes der Kieler Verkehrsgesellschaft mbH (KVG), gut bekannt und es liegen uns eine Vielzahl von Untergrundaufschlüssen vor. Nachfolgend sind die Ergebnisse einer geotechnischen Bestandsaufnahme für das Plangebiet zusammengefasst.

Historie

Das Planungsgebiet befindet sich im Randbereich der Landgewinnung von der offenen Wasserfläche der südlichen Kieler Förde, der Hörn. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurde zur Landgewinnung der Boden aus den damals laufenden Bautätigkeiten in der Stadt entnommen und in den Wasserflächen großflächig verklappt bzw. geschüttet. Entsprechend stehen im Bereich der Landgewinnung oberhalb von nacheiszeitlichen Böden und Ablagerungen eines Eisstausees mehrere Meter mächtige, größtenteils nicht verdichtete heterogene Auffüllungen an.

Westlich des Planungsgebiets

Gemäß den uns vorliegenden Altaufschlüssen für den Bau des Sport- und Freizeitbads befinden sich westlich des Baufeldes W1 Auffüllungen der früheren offenen Wasserflächen der südlichen Kieler Förde. Hierbei wurden überwiegend Auffüllungsmächtigkeiten zwischen rd. 6 m und 8 m unter GOK, entsprechend zwischen ca. - 0,5 m NHN und - 3,0 m NHN erkundet.

Unterhalb der Auffüllungen folgen nacheiszeitliche Böden in Form von stark zersetzten Torfen, Torfmudden, Mudden und humosen Sanden. Die Mächtigkeit dieses holozänen Schichthorizontes ist rd. 5 m bis 10 m, entsprechend befindet sich die Basis dieser Schichten in Tiefen zwischen ca. - 7 m NHN und - 13 m NHN. Darunter folgen im Bereich der

² DIN EN 1997-1: 2014-04: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln

³ DIN EN 1997-2: 2010-10: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

⁴ DIN EN 1997-2/NA: 2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegt Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik– Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

Werftbahnstraße überwiegend pleistozäne Böden in Form von Schmelzwassersanden und -kiesen mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis rd. 2 m. Diese Schichten werden von mächtigen Beckenablagerungen eines Schmelzwasserstausees unterlagert. Bei den Beckenablagerungen handelt es sich in den oberen Bereichen überwiegend um feinkörnige Beckenschluffe und -tone, welche mit steigender Tiefe in nahezu schlufffreie Beckensande übergehen.

Grundwasser wurde während der Alterkundungen in Tiefen von etwa 2,5 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. + 1,0 m NHN und + 2,0 m NHN angebohrt oder gelotet. Davon abweichend kann sich oberhalb der gering durchlässigen Auffüllungen mit bindigem Anteil ein versickerndes Niederschlagswasser höher aufstauen.

Östlich des Planungsgebiets

Bei den unmittelbar benachbarten Referenzprojekten vom KVG-Gelände wurden gemäß der durchgeführten Alterkundungen östlich von Baufeld W1 zunächst rd. 1 m bis 2 m mächtige rollige Auffüllungen mit anthropogenen Beimengungen in Form von Ziegel- und Betonresten angetroffen. Unterhalb der Auffüllungen stehen eiszeitliche Beckenablagerungen an. Hierbei handelt es sich um steifplastische Beckentone, steife sowie vereinzelt auch weiche Beckenschluffe und überwiegend schluffig ausgeprägte Beckensande. Die Unterkante der Beckenablagerungen steigt von der Werftstraße in östliche Richtung an. Etwa 20 m östlich der Werftstraße entfernt wurde keine Beckenablagerungen mehr angetroffen.

Vereinzelt wurden in der Nähe der südlichen Werftstraße im Bereich des Plangebiets unterhalb der Beckenablagerungen steifplastische Geschiebemergel und Ablagerungen von sandigen Kiesen angetroffen. Diese Schichthorizonte nehmen mit zunehmendem Abstand von der Kieler Förde zu.

Grundwasser wurde im Zuge der Alterkundungen im Bereich der Werftstraße in Tiefen zwischen etwa 3 m und 5 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. + 5 m NHN und + 3 m NHN angebohrt und im offenen Bohrloch gelotet. Davon abweichend kann sich oberhalb der anstehenden gering durchlässigen, bindigen Bodenschichten Stauwasser ausbilden. Im gesamten Alterkundungsgebiet wurde ein deutliches Grundwassergefälle in Richtung der Kieler Förde festgestellt.

Nördlich des Planungsgebiets

Nordwestlich des Plangebiets wurden bei den Referenzprojekten von Kai-City unterhalb der bis zu rd. 7 m mächtigen Auffüllungen nacheiszeitliche Böden in Form von stark zersetzten Torfen, Torfmudden, Mudden und humosen Sanden mit einer Mächtigkeit von bis zu rd. 5 m erkundet, entsprechend liegt die Basis dieser Schichten in der Nähe der Gablenzstraße in einer Tiefe von rd. - 5 m NHN. Darunter folgen Schmelzwassersande und -kiese mit einigen Metern Mächtigkeit. Diese Bodenschichten werden von mächtigen Beckenablagerungen unterlagert. Bei den Beckenablagerungen handelt es sich um feinkörnige

Beckenschluffe und -tone, welche mit steigender Tiefe in nahezu schlufffreie Beckensande übergehen.

Südlich des Planungsgebiets

Südlich des Planungsgebiets, im Bereich des AWO-Kinderhauses, wurden im Rahmen der Alterkundungen unterhalb der tlw. mächtigen Auffüllungen setzungsempfindliche organische Weichschichten in Form von Sand- oder Torfmudden sowie Torfe oder bindige Böden mit weicher Konsistenz angetroffen. Diese setzungsempfindlichen Bodenarten weisen Mächtigkeiten von rd. 1,7 m auf. Unterlagernd wurden Sande, Geschiebeböden oder Beckenschluffe bzw. Wechsellagerungen der o. g. Bodenarten erkundet.

4.2 Untergrunderkundung

Das nachfolgend beschriebene Untergrunderkundungsprogramm war auftragsgemäß auf die aktuelle Planung aus [13] ausgelegt und berücksichtigte das vorhandene Bestandsgebäude und die örtlichen Gegebenheiten. Entsprechend wurden Untergrundaufschlüsse nur in zugänglichen Bereichen, wie im westlichen und südöstlichen Randbereiche des geplanten Neubaus, ausgeführt. In dem zurzeit bebauten Bereich werden zunächst Rückschlüsse aus den Ergebnissen der vorhandenen Untergrundausschlüsse abgeleitet.

Gemäß dem vorliegenden Kampfmittelbescheid [20] und einer Gestattung zur Sondierung [21] handelt es sich bei dem Planungsgebiet bereichsweise um eine Kampfmittelverdachtsfläche. Demnach müssen sämtliche Kampfmittelverdachtsflächen, welche dauerhaft überbaut werden oder auf denen sonstige Eingriffe in den Boden erfolgen sollen, wie z. B. Untergrunderkundungen, auf Kampfmittelfreiheit untersucht werden. Vor Ausführung der aktuellen Baugrundaufschlüsse wurden die geplanten Untersuchungspunkte in den Kampfmittelverdachtsflächen deshalb durch eine Kampfmittelfirma überprüft. Hierfür wurden bis 6 m unter GOK kampfmitteltechnische Sondierungen ausgeführt und so die Ansatzpunkte freigemessen, vgl. [24].

Im Rahmen von Altlastenerkundungen im Jahr 2008 [10] wurden im Bereich des Baufeldes W8 vier Kleinrammbohrungen (BS 1, BS 20, BS 21 und BS 25) tlw. geologisch aufgenommen und davon zwei Sondierungen zu Grundwassermessstellen (BS/GWM 20/08 und BS/GWM 21/08) ausgebaut. Die Ergebnisse aus [10] wurden in [9] spezifiziert und daraus u. a. ein Grundwassergleichenplan erstellt. Demnach wurde der Untergrund mit den Kleinrammbohrungen überwiegend bis in Tiefen von rd. 6 m unter der damaligen Geländeoberkante (GOK) erkundet.

Zur orientierenden Erkundung der Untergrundverhältnisse sowie für die Entnahme von Bodenproben wurden auf dem Baufeld W8 am 19.07.2021 fünf Kleinrammbohrungen, auftragsgemäß überwiegend im Rahmen der ergänzenden orientierenden Schadstoffuntersuchungen [4], bis in Tiefen von rd. 4 m und 10 m unter GOK abgeteuft, auf Normalhöhennull bezogen entsprechend zwischen rd. + 1,9 m NHN und - 4,5 m NHN.

Im Hinblick auf eine ggf. erforderliche Tiefgründung wurden am 20. und 21.07.2021 zudem acht Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1⁵ bis in eine Tiefe zwischen rd. 30 m und 35 m unter GOK niedergebracht. Die Endteufen entsprechen somit Höhenkoten zwischen rd. - 24,5 m NHN und - 29,6 m NHN.

Vor der Ausführung der Kleinrammbohrungen wurden zur Leitungserkundung Hand-schachtungen bis in eine Tiefe von rd. 1,5 m bis 2,0 m unter GOK ausgeführt.

Die relevanten und uns vorliegenden Altaufschlusspunkte aus [9] und die Ansatzpunkte der aktuellen Aufschlüsse sind in Anlage 1.2 lagemäßig dargestellt. Bei der Festlegung der Ansatzpunkte wurden die geplanten Bauflächen sowie die Bestandsbebauung berücksichtigt.

Die Ansatzhöhen der aktuellen Aufschlusspunkte wurden entsprechend des aktuellen Geländeverlaufs auf Koten zwischen rd. + 4,9 m NHN und + 5,9 m NHN eingemessen. Als Höhenbezugspunkt (HBP) für die höhenmäßige Einmessung dienten zwei Schachtdeckel an den westlichen und östlichen Gebäudeseiten. Gemäß [8] weisen die Oberkanten der Deckel Höhen von + 5,14 m NHN (HBP 1) sowie + 5,43 m NHN (HBP 2) auf. Die HBP sind lagemäßig in der Anlage 1.2 dargestellt.

Wir empfehlen die Höhen der HBP durch einen Vermesser prüfen zu lassen.

Die Ausführung der Kleinrammbohrungen erfolgte durch die Firma Volckmann Bauunternehmen GmbH, Owschlag, und der Drucksondierungen durch die Firma Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal.

Die Planung, Koordination und stichprobenartige Überwachung der Aufschlussarbeiten erfolgte durch die IGB Ingenieurgesellschaft mbH.

Ferner wurden während der aktuellen Baugrunderkundung mittels der Kleinrammbohrungen durch das Bohrunternehmen insgesamt 64 gestörte Bodenproben entnommen und von uns entsprechend der DIN EN ISO 14688-1⁶ angesprochen. Auftragsgemäß erfolgte keine Ausführung von bodenmechanischen Laborversuchen an den Bodenproben, da diese überwiegend in den geplanten Aushub fallen.

4.3 Untergrundaufbau

Die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse sind in der Anlage 2 in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen höhengerecht aufgetragen. Weiterhin wurden die im Baufeld W8 relevanten Altaufschlüsse aus [9] mit dargestellt. Die Altaufschlüsse wurden auf Plausibilität geprüft und ansonsten ohne Änderungen übernommen.

⁵ DIN EN ISO 22476-1: 2013-10: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck

⁶ DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden (12/2013)

Den aktuellen Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [27] zugrunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben überarbeitet und ergänzt wurden.

Demnach stehen im Bereich der Bebauungsflächen des Baufeldes W8 unterhalb der vorhandenen Oberflächenbefestigung, wie Pflastersteine und Asphalt, zunächst heterogen zusammengesetzte Auffüllungen mit großen Mächtigkeiten an. Die heterogenen Auffüllungen weisen überwiegend rollige Eigenschaften auf, abschnittsweise sind jedoch tlw. auch mächtige, vgl. KRB 1/21, bindige Auffüllungshorizonte zwischengelagert.

Gemäß den durchgeführten Aufschlüssen wurden unterhalb der Auffüllungen Torfe erkundet. Unterhalb der Torfschicht ist mit locker bis dicht gelagerten Sanden mit unregelmäßig eingelagerten Beckenschluffe bzw. Wechsellagerungen der o. g. Bodenarten zu rechnen. Zudem wurde lokal Geschiebemergel innerhalb der Sande angetroffen, vgl. KRB 1/21 der Anlage 2.1.

Die aktuell angetroffenen Untergrundverhältnisse bestätigen generell die Ergebnisse im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf aus [26].

Die einzelnen Bodenschichten werden nachfolgend näher beschrieben.

Auffüllungen

Als Auffüllungen sind sowohl Sande als auch bindige sowie gemischtkörnige Böden vorhanden. Die aufgefüllten Sande sind überwiegend locker gelagert. Die aufgefüllten bindigen und gemischtkörnigen Böden weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf. In den Auffüllungen sind örtlich unterschiedlich hohe Anteile an anthropogenen Beimengungen in Form von Bauschutt(-resten), Ziegel- und Betonbruch, Holz- und Metallresten und Schlacke sowie weitere Fremdbestandteile vorhanden. Zudem sind die Auffüllungen bereichsweise mit Organik durchsetzt.

Die Mächtigkeit der aktuell erkundeten Auffüllungen variiert gemäß der direkten Aufschlüsse zwischen rd. 1,1 m und 5,7 m, demnach liegt die Basis der Auffüllungen bei rd. + 4,8 m NHN bis - 0,2 m NHN. Es ist davon auszugehen, dass der Basis der Auffüllungen tlw. bis etwa - 1,5 m NHN ragt, vgl. die Ergebnisse der Drucksondierungen CPT 5/21 und CPT 6/21 aus Anlage 2.

In den Auffüllungen ist mit Hindernissen in Form von Bauschuttresten, alten Gründungselementen, etc. zu rechnen.

Torf

In der Kleinrammbohrung KRB 1/21 wurden unmittelbar unterhalb der Auffüllungen, wie auch in der BS 20/08, holozäne Ablagerungen in Form von Torf erkundet. Hierbei handelt es um zersetzten Torf. Diese wurden ebenfalls mit allen Drucksondierungen erkundet. Die Alterkundung im nördlichen Bereich des Baufeldes W8 bestätigen das Vorhandensein

dieser Torfschicht, vgl. [9] bis [11]. Entsprechend wurde diese Torfschicht vollflächig auf dem gesamten Baufeld W8 erkundet. Mit einer Unterkante zwischen rd. 6,2 m und 8,8 m unter GOK, d. h. ca. - 0,6 m NHN und - 3,4 m NHN, weist diese Torfschicht überwiegend Mächtigkeiten etwa zwischen 1,0 und 1,5 m auf.

Ferner wurde bei den Referenzprojekten westlich des Planungsgebiets die Basis des Torfes in einer Tiefe von rd. - 8 m NHN erkundet. Östlich des Plangebiets wurde bei den Referenzprojekten kein Torf angetroffen. Zudem wurden im östlichen Randbereich des Baufeldes Wulf keine Torfschichten mehr angetroffen, vgl. [5]. Demnach kann zunächst davon ausgegangen werden, dass die Torfmächtigkeit auf dem Baufeld W8 von Westen nach Osten abnimmt.

Obere Sande

Gemäß aller vorliegender Informationen sowie unserer Erfahrungen aus der Umgebung stehen auf dem Baufeld W8 unterhalb der Torfschicht Sande an. Die oberen Sande weisen eine lockere (vgl. CPT 3/21) bis mitteldichte Lagerung auf.

Ein Übergang von den oberen Sanden zu den darunter folgenden Beckenablagerungen in Form von Beckensanden und -schluffen konnte nur in der westlichen Hälfte des Baufeldes W8 aus den Drucksondierergebnissen abgeleitet werden, vgl. CPT 1/21 bis CPT 4/21 sowie CPT 8/21 in Anlage 2. Hierbei variieren die Unterkanten der oberen Sande zwischen rd. 9 m und 13 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. - 4,9 m NHN und - 7,5 m NHN.

In der südöstlichen Hälfte des Baufeldes konnte kein eindeutiger Übergang von den oberen Sanden zu den darunterliegenden Beckenablagerungen, überwiegend in Form von Wechsellagen von Beckenschluff/Beckensand, mit den Untersuchungen erfasst werden. In diesem Bereich ist es nicht auszuschließen, dass es sich hierbei tlw. um sandige Beckenablagerungen handelt, vgl. CPT 5/21 bis CPT 7/21 in Anlage 2.

Geschiebemergel

Innerhalb der Oberen Sande wurde lokal Geschiebemergel erkundet, vgl. z. B. KRB 1/21. Der Geschiebemergel wurde mit weich bis steifer Konsistenz angesprochen. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich um Wechsellagerung der Oberen Sande und Geschiebemergel handelt, vgl. auch CPT 3/21 in der Tiefe zwischen etwa 9 m und 11 m unter GOK.

Eine genaue Abgrenzung des Geschiebemergels von den darunterliegenden Schichten ist aufgrund der kleinräumigen Änderungen kaum möglich.

Beckenablagerungen

Die oberen Sande unterlagernd folgen Beckenablagerungen in Form von Beckenschluff und Beckensand, tlw. in Wechsellagerung.

Nach empirischen Ansätzen kann aus den Drucksondierungen abgeleitet werden, dass der Beckenschluff im oberen Bereich zunächst eine weiche bis steife Konsistenz aufweist.

Die Lagerung der Sandlagen ist gemäß dem Sondierergebnissen überwiegend mitteldicht, tlw. dicht und sogar sehr dicht.

Eine genaue Abgrenzung der Bereiche, in denen überwiegend Beckenschluffe, Beckensanden oder Wechsellagerungen von Beckenschluff/Beckensand anstehen, ist aufgrund der kleinräumigen Änderungen nicht möglich.

Ergänzende Hinweise

Generell kann das geogenbedingte Vorhandensein von Steinen und Blöcken in Geschiebeböden bzw. den aufgefüllten Böden nicht ausgeschlossen werden.

Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass bei der Ausführung von Kleinformbohrungen der Boden einem dynamischen Einfluss unterliegt. Insbesondere gemischtkörnige Böden, hier die bindigen Auffüllungen und Geschiebemergel sowie auch bindige Böden wie Beckenschluffe neigen bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung dazu aufzuweichen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Böden in situ eine bessere Konsistenz aufweisen.

4.4 Grundwasserverhältnisse

4.4.1 Wasserstände

Die während der Bohrarbeiten angebohrten und nach Abschluss im offenen Bohrloch eingemessenen Wasserstände sind in der Anlage 2 jeweils neben den Bohrprofilen in Meter unter GOK angegeben. Des Weiteren wurden die Grundwasserstände in den vorhandenen Grundwassermessstellen GWM 20/08 und GWM 21/08 aus [9] ohne Änderungen übernommen. Die Ergebnisse aller Grundwasserstandsmessungen sind in Anlage 3 zusammengetragen.

Gemäß den Messergebnissen steht Grundwasser in den Auffüllungsschichten oberhalb der gering durchlässigen Torfschicht (oberer Grundwasserleiter) saisonal zwischen rd. 2,4 m und 3,5 m unter GOK, entsprechend zwischen ca. + 2,3 m NHN und + 3,3 m NHN, an.

Im gesamten Baufeld wurde eine flächig vorhandene Torfschicht erkundet, die grundwasserstauend wirkt. Es ist nicht auszuschließen, dass es lokal hydraulische Verbindungen der beiden Grundwasserleiter gibt. Unterhalb der Torfschicht steht der untere Grundwasserleiter an, der in unregelmäßigen Tiefen von gering durchlässigen Schichten (Beckenablagerungen) durchzogen ist. Das untere Grundwasser steht unterhalb der Torfschicht leicht gespannt an. Die Druckhöhe liegt nach derzeitigem Kenntnisstand etwa in Höhe des Wasserspiegels des oberen Grundwasserleiters.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Stichtagsmessungen, die weder den höchsten Stand noch den Schwankungsbereich des Grundwassers wiedergeben. Jahreszeitlich bedingte und vom Niederschlag abhängige Schwankungen des Grundwasserspiegels sind zu berücksichtigen.

Es muss zudem davon ausgegangen werden, dass sich versickerndes Niederschlagswasser temporär auf den lokal vorhandenen gering durchlässigen bindigen Auffüllungslagen unregelmäßig und in unterschiedlichen Tiefen aufstauen kann. In Abhängigkeit der Tiefenlage der bindigen Schichten können lokal auch Wasserstände bis nah an die Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden.

4.4.2 Bemessungswasserstand

Da die gemessenen maximalen Wasserstände des oberen Grundwasserleiters in vergleichbaren Größenordnungen liegen, vgl. Anlage 3, wird für den gesamten Gebäudekomplex auf dem betrachteten Baufeld der nachfolgende Bemessungswasserstand für den oberen Grundwasserleiter angegeben:

Bemessungswasserstand oberer Grundwasserleiter: + 4,5 m NHN

Der angegebene Bemessungswasserstand berücksichtigt, dass unterhalb von Bauteilen und neben Bauteilen (Baugrubenringräume) ausreichend durchlässige Materialien eingebaut werden, vgl. dazu Abschnitt 10. Zu dem Bemessungswasserstand sind zudem unsere Hinweise in Abschnitt 10 hinsichtlich möglicher Wasserstände innerhalb von wasserdruckhaltenden Verbauwänden zu beachten.

Für die Dimensionierung von bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen können in Abhängigkeit der Ausführungszeiträume und in Abhängigkeit von weiteren Wasserstandsmessungen ggf. geringere maßgebende Wasserstände angegeben werden.

Es ist davon auszugehen, dass das Grundwasser im unteren Grundwasserleiter gespannt ansteht, vgl. Abschnitt 4.4.1. Aufgrund der geringen Datenbasis kann zum jetzigen Zeitpunkt jedoch kein gesicherter Bemessungswasserstand angegeben werden. Bei der weiteren Planung kann zunächst von einem Wasserstand entsprechend des oberen Grundwasserleiters (Bemessungswasserstand) ausgegangen werden. Die tatsächliche Druckhöhe sollte im Rahmen weiterer Untersuchungen festgestellt werden, vgl. Abschnitt 10.

4.4.3 Chemische Analytik Grundwasser

Am 28.07.2021 wurden von der Firma GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg, aus dem Rammfilterbrunnen RFB 5/21, vgl. Lageplan in Anlage 1.2, eine Wasserprobe aus dem oberen Grundwasserleiter entnommen und vor Ort die Feldparameter Färbung, Geruch, Trübung, Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Redoxpotential bestimmt.

Die Wasserprobenahme erfolgte als Pumpprobe. Die Wasserprobe wurde anschließend im Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH auf betonaggressive Inhaltstoffe nach DIN 4030⁷ und im Hinblick auf eine mögliche bauzeitliche Ableitung in die öffentlichen Abwasseranlagen/Oberflächengewässer chemisch untersucht. Allgemeine Grenzwerte liegen uns für die Einleitung nicht vor. Deshalb wurde das Wasser auf den Parameterumfang zur Einleitung in ein Regenwassersiel der Freien und Hansestadt Hamburg untersucht.

Das Probenahmeprotokoll und die Analyseergebnisse (Prüfberichte) sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Betonaggressivität

Das untersuchte Grundwasser aus dem oberen Grundwasserleiter ist entsprechend der Analyseergebnisse als „nicht betonangreifend“ einzustufen.

Bzgl. der Betonaggressivität des Grundwassers im unteren Grundwasserleiter wird auf die noch erforderliche Untersuchung gemäß Abschnitt 9 verwiesen.

Einleitparameter für öffentliche Abwasseranlagen/Oberflächengewässer

Für die Einschätzung der Analysewerte wird hilfsweise auf die Einleitrichtwerte der Freien und Hansestadt Hamburg sowie Erfahrungswerte aus Kiel zurückgegriffen.

Im Vergleich mit den Richtwerten für eine Einleitung in den Regenwasserkanal Hamburg sind in der Grundwasserprobe aus dem Rammfilterbrunnen RFB 5/21 die Parameter abfiltrierbare und absetzbare Stoffe sowie Arsen und Nickel erhöht. Gemäß unseren Erfahrungswerten aus Kiel sind zusätzlich die Parameter Cadmium und Quecksilber erhöht.

Im Vergleich mit den Richtwerten für eine Einleitung in den Schmutzwasserkanal ergeben die Analysen lediglich eine Grenzwertüberschreitung für den Parameter absetzbare Stoffe.

Durch den geringen Wasserzufluss während der Probenahme war das geförderte Wasser sehr trüb. Aus diesem Grund sind die abfiltrierbaren sowie absetzbaren Stoffe stark erhöht. Diese Eigenschaft kann zudem auch die chemischen Ergebnisse stark beeinträchtigen.

Die endgültigen Grenzwerte werden einzelfallabhängig von der zuständigen Behörde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens festgelegt.

5 CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Auf Grundlage der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische

⁷ DIN 4030: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase, Stand 2008/06

Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1⁸ die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen für das Planungsgebiet in Ansatz gebracht werden.

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul $E_{s,k}$ MN/m ²	Bodengruppe DIN 18196 ⁹
	feucht γ_k kN/m ³	unter Auftrieb γ'_k kN/m ³	Reibungs- winkel φ'_k °	Kohäsion c'_k kN/m ²		
Auffüllungen (rollig), locker	18	10	30	0	20	[SE], [SW], [SU], [SU*]
Auffüllungen (bindig)	19	9	25	5	10	[UL], [TL], [SU*], [ST]
Torf	12	2	12,5	2,5	0,5	HZ, HN
Oberer Sand (locker)	18	10	30	0	30	SE, SW, SU
Oberer Sand (mitteldicht)	19	11	32,5	0	70	SE, SW, SU
Beckensand (mitteldicht)	18,5	10,5	32,5	0	60	SE, SW, SU, SU*
Beckensand (dicht)	19	11	35	0	80	SE, SW, SU, SU*
Beckenschluff (weich)	19	9	25	7,5	20	UL, TL, SU*, ST
Beckenschluff (steif)	19,5	9,5	25	12,5	60	UL, TL, SU*, ST
Füllboden	19	11	35	0	80	SE, SW, GE, GW

Tabelle 1 Charakteristische Bodenkennwerte

6 GRÜNDUNG

Die Planung sieht für das Wohn- und Gewerbehaus eine durchgehende, eingeschossige Unterkellerung vor, vgl. [13].

⁸ DIN EN 1997-1: 2009-09, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

⁹ DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

6.1 Gründungsempfehlungen

Die nachfolgende Gründungsempfehlung setzt voraus, dass die Bestandshalle und andere im Untergrund verbliebene Bauteile im Gründungsbereich zurückgebaut wurden/werden, vgl. Anlage 1.2.

Die derzeitige Geländeoberkante liegt gemäß aktuellen Erkundungen auf dem betrachteten Baufeld zwischen rd. + 4,9 m NHN und + 5,9 m NHN. Im Bereich der Bestandshalle liegen keine Untergrundaufschlüsse vor.

Auf dem Baufeld W8 ist die Bauwerksunterkante des durchgehenden Untergeschosses auf + 0,83 m NHN geplant, vgl. [14].

Die Bauwerksunterkante des geplanten Wohn- und Gewerbehäuses mit einem Untergeschoss liegt in den heterogen zusammengesetzten Auffüllungen oberhalb der Torfschicht. Diese Schichten sind von gewachsenen Sande und darunter folgend von Geschiebemergel sowie einer Wechsellagerung von Beckenschluffen und Sanden unterlagert, vgl. Abschnitt 4 sowie Anlage 2.

Die Auffüllungen und der Torf sind als gering bzw. nicht tragfähig einzustufen und eignen sich nicht für die direkte Abtragung der Gebäudelasten.

Die Oberen Sande und Beckensande mit einer mindestens mitteldichten Lagerungen sowie die Geschiebemergel mit mindestens steifer Konsistenz sind als tragfähig und für die direkte Abtragung der geplanten Gebäudelasten als geeignet zu beurteilen.

Die Tragfähigkeit der Geschiebemergel sowie der in Wechsellagerung anstehenden Beckenschluffe und Beckensande, vgl. CPT 3/21 und CPT 4/19, kann anhand der vorliegenden tlw. nur indirekten Aufschlüsse nicht abschließend bewertet werden. Hierfür ist die Ausführung von direkten Aufschlüssen und bodenmechanischen Laborversuchen an diesen Böden erforderlich.

An dieser Stelle weisen wir darauf hin, dass im Bereich des Bestandshalle noch keine Baugrundaufschlüsse ausgeführt wurden. Daher ist die nachfolgende Gründungsempfehlung im Gesamtbereich des geplanten Wohn- und Gewerbehäus mit Vorbehalt zu betrachten und ist durch ergänzende Erkundungen zu überprüfen.

Bei Ausführung einer Flachgründung in bzw. oberhalb dieser gering bzw. nicht tragfähigen Schichten ist unter Berücksichtigung der sehr hohen Gebäudelasten und der über den Grundriss heterogenen Baugrundsichtung mit nicht verträglichen Setzungen und Setzungsdifferenzen zu rechnen. Die Ausführung eines Austauschs der gering bzw. nicht tragfähigen Schichten gegen einen Füllboden in diesen Tiefen und unterhalb des Grundwasserspiegels ist, insbesondere bei der erkundeten Schadstoffbelastung, vgl. [3], [4], [9] bis [11], voraussichtlich nicht wirtschaftlich. Entsprechend empfehlen wir für den Gebäudekomplex auf dem Baufeld W8 die Ausführung einer Tiefgründung.

6.2 Tiefgründung

Eine Tiefgründung ist in Kombination mit einer freitragenden Sohlplatte und Fundamentbalkenrost sowie alternativ mit einer dickeren Sohlplatte, die die Funktion des Balkenrosts übernimmt, möglich.

6.2.1 Pfahlsysteme

Nach Auswertung der vorliegenden Erkundungsergebnisse und aufgrund der regionalen Erfahrungen können für die Gründung der Neubauten generell sowohl Bohrpfähle als auch Verdrängungspfähle wie Fertigbetonrammpfähle, Ortbetonrammpfähle, Teilverdrängungsbohrpfähle und Verdrängungsbohrpfähle zur Ausführung kommen.

Nachfolgend werden mögliche Pfahlsysteme kurz bewertet.

Fertigbetonrammpfähle

Aufgrund der entstehenden Erschütterungsemissionen infolge der Rammarbeiten wird bei der Innenstadtlage mit benachbarter Bestandsbebauung von Fertigbetonrammpfählen abgeraten.

Bohrpfähle

Die Ausführung von Bohrpfählen ist erfahrungsgemäß im Vergleich zu anderen Ortbetonpfählen aufgrund der hohen Gerätekosten und der erhöhten Bohrgutmengen mit einhergehenden höheren Entsorgungskosten meist nicht wirtschaftlich.

Ortbetonrammpfähle

Ortbetonrammpfähle mit Innenrohrrammung und ausgerammtem Fuß stellen erfahrungsgemäß eine wirtschaftliche Gründungsart dar. Wesentliche Vorteile sind hier, dass die erreichbaren Pfahlwiderstände durch entsprechende Ausrammung des Fußvolumens, auch in wechselnden Baugrundverhältnissen wie z. B. in mitteldicht gelagerten Sanden und Bereichen mit bindigen Schichten, kontrolliert hergestellt und zudem hohe Pfahllasten abgetragen werden können.

Mit Ortbetonrammpfählen können kleinere Hindernisse verdrängt werden. Größere Hindernisse erfordern häufig aber ein Versetzen des Pfahles.

Im Vergleich zu kopfgerammten Systemen sind die innenrohrgerammten Ortbetonpfähle emissionsärmer. Die Verträglichkeit der entstehenden Emissionen infolge der Rammarbeiten mit der benachbarten Bestandsbebauung ist zu prüfen. In jedem Fall sind bei Einsatz dieses Pfahlsystems ein Beweissicherungsverfahren des baulichen Umfeldes sowie baubegleitende Erschütterungsmessungen zu empfehlen.

Wir empfehlen bei Wahl dieses Pfahlsystems frühzeitig eine Proberammung mit begleitenden Erschütterungsmessungen durchzuführen.

Mit dem Pfahlsystem wurden gute Erfahrungen bei den bestehenden Bauwerken im Areal Kai-City, Kiel, gemacht.

Teilverdrängungsbohrpfähle

Bei der Herstellung von Teilverdrängungsbohrpfählen wird ein Teil des Bodenvolumens verdrängt und der andere Teil des Bodens wird über eine durchlaufende Schnecke gefördert. Der geförderte Boden muss entsorgt werden.

Teilverdrängungsbohrpfähle sind bei der Herstellung weitgehend frei von Erschütterungsemissionen.

Hindernisse können mit dem Pfahlsystem nicht durchbohrt werden. Ein Antreffen von Hindernissen führt in der Regel zum Bohrabbruch und Umsetzen des Pfahls.

Für das Pfahlsystem liegen gute Erfahrungen im Bereich der Kieler Hörn (u. a. Gablenzbrücke) vor.

Vollverdrängungsbohrpfähle

Bei Vollverdrängungsbohrpfählen, auch Schraubpfähle genannt, wird ein Bohrohr mit einem Bohrkopf an der Spitze in den Boden eingebracht. Dabei wird das Bodenvolumen, das später durch den Pfahlbeton ersetzt wird, nahezu vollständig verdrängt. Eine Förderung von Boden, der entsprechend entsorgt werden muss, findet somit nicht oder kaum statt.

Vollverdrängungsbohrpfähle sind bei der Herstellung weitgehend frei von Erschütterungsemissionen.

Der wesentliche Vorteil dieses Pfahlsystems ist, dass der Anpressdruck und das Drehmoment beim Bohren gemessen und somit eine Kontrollmöglichkeit zur Absetzung des Pfahls in tragfähigem Baugrund gegeben sind. Dies ist bei den im Planungsgebiet vorliegenden Schwankungen der Lagerungsdichte der tragfähigen Sande sowie der darin eingelagerten bindigen Schichten von Vorteil.

Hindernisse können mit dem Pfahlsystem nicht durchbohrt werden. Ein Antreffen von Hindernissen führt in der Regel zum Bohrabbruch und Umsetzen des Pfahls.

Auch für dieses Pfahlsystem liegen bereits gute Erfahrungen im Bereich der Kieler Hörn, u. a. Sport- und Freizeitbad, vor.

6.2.2 Empfohlene Pfahlsysteme

Aufgrund der guten Erfahrungen und insbesondere der Kontrollmöglichkeit der erreichten Pfahltragfähigkeiten während der Herstellung, empfehlen wir bei den vorliegenden

Baugrundverhältnissen die Ausführung von Ortbetonrammpfählen mit Innenrohrummung und Fußausummung sowie Vollverdrängungsbohrpfählen. Diese Empfehlung ist vorbehaltlich der Verträglichkeit der Bestandsbebauung gegenüber der Rummung (Ortbetonrammpfähle) sowie der Ergebnisse der ergänzenden Baugrunderkundung, vgl. Abschnitt 9.

Auch für Teilverdrängungsbohrpfähle liegen im Hörn-Bereich gute Erfahrungen vor, allerdings besteht für dieses Pfahlsystem nicht die Möglichkeit, aus den Herstelldaten auf die Pfahltragfähigkeit zu schließen. Daher ist dieses Pfahlsystem bei den vorherrschenden, bereichsweise heterogenen Baugrundverhältnissen nur bedingt zu empfehlen.

In Abhängigkeit der gewählten Pfahlherstellebene ist mit örtlich erforderlichen Räumungsmaßnahmen (Hindernisse) für die Herstellung der Pfähle zu rechnen.

6.2.3 Charakteristische Pfahlwiderstände

Nach Vorliegen von Ergebnissen ggf. weiterer Aufschlüsse, vgl. Abschnitt 9, können die anzusetzenden charakteristische Werte für Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand der einzelnen empfohlenen Pfahlsysteme angegeben werden.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Drucksondierungen sowie unseren Erfahrungen aus der Umgebung werden nachfolgend charakteristische Gesamtpfahlwiderstände der empfohlenen Pfahlsysteme angegeben, die zunächst für Kostenschätzungen und Vorplanungen genutzt werden können.

Ortbetonrammpfähle mit Innenummung und aufgeweitetem Pfahlfuß

$$\varnothing 51 \text{ cm:} \quad R_{c,k} = 3.700 \text{ kN bis } 4.100 \text{ kN}$$

$$\varnothing 56 \text{ cm:} \quad R_{c,k} = 4.200 \text{ kN bis } 4.600 \text{ kN}$$

Vollverdrängungsbohrpfähle

$$\text{Fundex (44/56 cm):} \quad R_{c,k} = 1.900 \text{ kN bis } 2.600 \text{ kN}$$

$$\text{Atlas (46/56 cm):} \quad R_{c,k} = 2.000 \text{ kN bis } 2.700 \text{ kN}$$

Teilverdrängungsbohrpfähle

$$\varnothing 62 \text{ cm:} \quad R_{c,k} = 2.000 \text{ kN bis } 2.800 \text{ kN}$$

Generell sind die Hinweise zur Bemessung von Pfählen in der DIN EN 1997-1¹⁰ und in den EA-Pfähle¹¹ u. a. auch zu Pfahlgruppenwirkungen zu beachten.

¹⁰ DIN EN 1997-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik (03/2014)

¹¹ EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage (2012)

6.2.4 Setzungsverhalten

Auf der Basis regionaler Erfahrungen mit den oben beschriebenen Pfahlsystemen werden die zu erwartenden Setzungen unter Berücksichtigung der oben genannten Angaben bei voller Ausnutzung der Pfahlwiderstände und bei fachgerechter Ausführung auf eine Größenordnung von ~ 1,0 cm beziffert. Diese Setzungsangabe sollte nach Vorliegen der endgültigen Lasten und Pfahlbemessung noch einmal überprüft werden.

7 BAUGRUBEN UND BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG

Für die Herstellung des Untergeschosses ist die Ausführung einer Baugrube erforderlich. Gemäß aktuellem Planungsstand sollen die Untergeschosse der drei Baufelder W1, W8 und Wulf in einer gemeinsamen Baugrube hergestellt werden. Prinzipiell ist die Ausführung von unterschiedlichen Baugrubensicherungen und Wasserhaltungen in Teilbaugruben möglich.

Nachfolgend werden Hinweise zur Sicherung und Trockenhaltung der Baugrube vom Bau-
feld W8 gegeben.

Die Bauwerksunterkante des Wohn- und Gewerbehäuses von W8 liegt nach [14] bei + 0,83 m NHN entsprechend im Mittel bei etwa 4,6 m unter GOK.

In diesen Tiefen wurden bereichsweise nichtbindige und bindige Auffüllungen sowie, Torfschichten erkundet, vgl. Anlage 2. Unter Berücksichtigung der Ausbildung einer Filterschicht von rd. 0,4 m werden die Baugrubensohlen entsprechend in einer mittleren Tiefe von etwa 5,1 m unter GOK, entsprechend bei rd. + 0,4 m NHN angenommen.

Auf dem Bau-
feld W8 wurde Grundwasser im Mittel bei ca. + 2,8 m NHN erkundet, sodass die Baugrube in das Grundwasser einbinden wird. Unter Berücksichtigung der Grundwasserstandsmessungen, dem in Abschnitt 4.4.2 angegebenen Bemessungswasserstand und einer Absenkung des Grundwassers auf 0,5 m unter die Baugrubensohle ergibt sich ein Absenkziel von rd. - 0,1 m NHN und somit ein Absenkmaß zwischen rd. 2,4 m und 4,6 m.

Zur Herstellung der Baugruben im Schutz einer Grundwasserabsenkung ergeben sich bei den erforderlichen Absenkmaßen und der zu erwartenden tlw. Trockenlegung von organischen Weichschichten vergleichsweise große Setzungen. Aufgrund des resultierenden großen Absenktrichters ist mit einer nennenswerten Beeinflussung der benachbarten Bestandsgebäude (Setzungen und daraus resultierend Zusatzeinwirkungen für Pfahlgründungen) und Bestandsbauwerken, wie z. B. Leitungen und Verkehrsflächen, zu rechnen. Aufgrund der bekannten Schadstoffbelastung des oberen Grundwasserleiters, vgl. [9] und [11], ist von aufwendigen Wasseraufbereitungen bzw. erhöhten Einleitgebühren auszugehen.

Zudem steht das Grundwasser unterhalb der Torfschicht gespannt an, vgl. Abschnitt 4.4. In Abhängigkeit der Schichtmächtigkeiten und der tatsächlichen Druckhöhe besteht die

Gefahr eines Aufbruchs der Baugrubensohle oder eines hydraulischen Grundbruchs, so dass voraussichtlich eine Entspannung der Druckhöhe im unteren Grundwasserleiter erforderlich werden würde. Die Sicherheit gegen Aufbrechen der Baugrubensohle und gegen hydraulischen Grundbruch ist entsprechend nachzuweisen, vgl. Abschnitt 10.2.

Wir empfehlen die bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen mit den benachbarten Baufeldern des Quartiers Kool Kiel abzustimmen. Unter Berücksichtigung der auch in den benachbarten Baufeldern zu erwartenden Wassermengen ist die Genehmigungsfähigkeit von Grundwasserabsenkungsmaßnahmen in einer solchen Größenordnung unwahrscheinlich. Zudem haben die öffentlichen Kanäle oft keine ausreichende Aufnahmekapazität.

Auch bei Ausführung eines wasserdruckhaltenden Verbaus zur Reduzierung des horizontalen Grundwasserzustroms ist mit den genannten Nachteilen, zwar in reduzierter Form, zu rechnen, sodass auch diese Variante als nicht genehmigungsfähig bzw. nicht wirtschaftlich eingeschätzt wird.

Alternativ kann das Untergeschoss im Schutz einer Trogbaugrube mit wasserdruckhaltenden Verbauwänden und einer horizontalen Abdichtung gegen von unten zuströmendem Grundwasser hergestellt werden.

Unterhalb der geplanten Baugrubensohle ist zwar mit der Torfschicht ein durchgängiges gering durchlässiges Schichtenpaket erkundet worden. Allerdings ist aufgrund der Nähe zur Baugrubensohle dieser Schicht sowie dessen tlw. geringen Mächtigkeit und der ggf. vorhandenen hydraulischen Verbindungen zwischen oberem und unterem Grundwasserleiter nicht davon auszugehen, dass diese Torfschicht als natürliche Dichtsohle genutzt werden kann. Entsprechend ist eine hoch- oder tiefliegende künstliche Dichtsohle herzustellen.

Wie oben dargelegt, ist die Herstellung der Untergeschosse der drei Baufelder prinzipiell in Teilbaugruben mit unterschiedlichen Arten an Baugrubensicherungen und Wasserhaltungen möglich. Allerdings wird gemäß [2] und [5] auch für die beiden benachbarten Baufelder W1 und Wulf die Herstellung einer Trogbaugrube mit künstlicher Dichtsohle empfohlen.

7.1 Sohlabdichtung

Eine **hochliegende künstliche Dichtsohle** kann z. B. in Form einer rückverankerten Unterwasserbetonsohle ausgeführt werden. Die Herstellung einer Unterwasserbetonsohle erfolgt nach Aushub der Baugrube im Schutz der vorab hergestellten Baugrubenwände. Der Aushub wird mittels Greifschaufel „im Nassen“ durchgeführt, die Rückverankerung der Sohle, z. B. mittels Kleinbohrverpresspfählen, wird mit schwimmendem Gerät nach Fertigstellung des Aushubes und vor Einbau der Unterwasserbetonsohle hergestellt.

Bei einem Unterwasseraushub werden größere Mengen an wassergesättigten Böden gefördert. Des Weiteren fallen erhebliche Mengen von mit Feinststoffen angereichertem Grundwasser an. Für die Installation sowie den Betrieb entsprechender Aufbereitungsanlagen besteht ein entsprechender Platzbedarf.

Alternativ kann die Herstellung der Trograugrube auch mittels **tiefliegender künstlicher Dichtsohle** erfolgen. Bei dieser Variante wird in definierter Höhenlage im Boden unterhalb der Baugrubensohle eine künstliche Dichtschicht eingebracht. Dem auf diese Dichtung einwirkenden Wasserdruck wirkt das Eigengewicht der überlagernden Bodenschichten entgegen.

Bei der Planung muss berücksichtigt werden, dass das geplante Verbausystem evtl. tiefer als statisch erforderlich geführt werden muss, um einen dichten Anschluss mit der Dichtsohle zu gewährleisten.

Für die Ausführung der Dichtsohle eignet sich bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen das Düsenstrahlverfahren. Dies ist durch direkte Aufschlüsse bis in die Tiefe einer solchen Düsenstrahlsohle hinsichtlich des Vorhandenseins von organischen Anteilen/Einlagerungen zu verifizieren.

7.2 Baugrubensicherung

Oberhalb des Grundwassers und dort wo es die Platzverhältnisse zulassen, können die Baugrubenseiten geböscht (Kopfböschung) ausgeführt werden, um die Verbauarbeiten z. B. von einer Zwischenaushubebene auszuführen. Bei den hier erkundeten Auffüllungen sind die Baugrubenseiten voraussichtlich unter max. 45° zu böschen. Hierfür ist die Beschaffenheit der heterogenen Auffüllungen nach deren Anschnitt bei der Baugrubenherstellung abschließend zu bewerten. Darüber hinaus sind die Hinweise der DIN 4124¹² zu beachten bzw. einzuhalten.

Die Ausführung wasserdruckhaltender Verbausysteme ist generell in Form von Spundwänden, Bohrpfehlwänden oder auch Schlitzwänden möglich.

Spundwände

Bei der Ausführung von **Spundwänden** ist bei der erforderlichen Baugrubentiefe mit erhöhten Verformungen sowie Hilfsmaßnahmen zur Hindernisbeseitigung zu rechnen. Die Verträglichkeit dieser Verformungen für benachbarte bauliche Anlagen ist zu prüfen. Bei Bedarf ist der erhöhte aktive Erddruck anzusetzen.

Die Spundbohlen können generell durch Rammen, Rütteln oder Pressen in den Baugrund eingebracht werden. Aufgrund der benachbarten Verkehrsflächen, Leitungen und Gebäuden wird von einem Rammen und der damit verbundenen Erschütterungen abgeraten. Ob ein Rütteln der Spundbohlen für die umgebende Bebauung verträglich ist, ist zu prüfen.

In den mächtigen Auffüllungen können Hindernisse, vgl. Abschnitt 10.1, vorhanden sein, die ein Einpressen von Spundbohlen erschweren. Beim Einpressen können deshalb zusätzlich Auflockerungsbohrungen und Bohrungen für Hindernisbeseitigungen erforderlich werden. Sofern Auflockerungsbohrungen zur Ausführung kommen, sind deren Wirkung

¹² DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten (01/2012)

statisch zu berücksichtigen. Bei den hier genannten Bohrungen wird die Wasserwegsamkeit zwischen den oberen und unteren Grundwasserleiter gefördert, vgl. Abschnitt 4.4. Die Ausführung der Auflockerungsbohrungen durch einen Grundwassergeringleiter ist prinzipiell mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Spundwände können generell im Untergrund verbleiben. Aus Kostengründen werden die Spundwände nach Fertigstellung des Untergeschosses in aller Regel jedoch gezogen. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Spundwände im Untergrund „anwachsen“ und ein Ziehen nur vibrierend erfolgen kann. Es ist zudem zu beachten, dass beim Ziehen der Spundwände keine empfindlichen Gründungselemente oder Bauteile, wie z. B. Pfähle oder benachbarte Bauwerke, beschädigt werden. Es muss damit gerechnet werden, dass zumindest der Rückbau der Spundwand aufgrund der beengten Platzverhältnisse voraussichtlich nicht oder nur von der Untergeschossdecke bzw. von der öffentlichen Straßenseite aus möglich ist.

Es wird auf die erforderliche Dichtigkeit der Spundwände hingewiesen.

Bohrpfahlwände

Alternativ zu den verformungsanfälligeren und gegenüber Hindernissen empfindlicheren Spundwänden ist die Ausführung von **Bohrpfahlwänden** möglich. Bei Herstellung einer Bohrpfahlwand würde aufgrund der Anforderungen an die Dichtigkeit eine überschnittene Bohrpfahlwand zur Ausführung kommen. Je nach endgültiger Länge der Bohrpfahlwände, der Ausführungsgenauigkeit (Lotabweichung), der Überschneidung etc. ist ggf. mit einem höheren Restwasseranfall zu rechnen. Dieser ist jedoch auf ein Maß zu beschränken, dass die Auswirkungen auf den äußeren Grundwasserstand hinnehmbar sind.

Bohrpfahlwände zählen aufgrund der massiven Bauweise zu den verformungsarmen Verbausystemen.

Bei der Herstellung von Bohrpfehlen ist die Beseitigung von Hindernissen verfahrensbedingt nicht erforderlich bzw. im Vergleich zu Spundwänden weniger aufwändig, da sie im Regelfall mit Hilfe des gleichen Bohrgeräts geräumt werden können.

Schlitzwände

Anstelle von Bohrpfahlwänden können auch **Schlitzwände** zur Ausführung kommen. Auch dieses System zählt zu den verformungsarmen Verbausystemen. Die Schlitzwand kann alternativ auch als Dichtwand mit eingestellten Fertigbetonteilen o. ä. ausgeführt werden.

Ergänzende Hinweise

Bei der Herstellung von Bohrpfehl- und Schlitzwänden ist eine Entsorgung des anfallenden Aushubs, im Falle der Schlitzwand mit Bentonit-Zement-Suspension vermischt, zu berücksichtigen.

Sowohl bei Bohrpfahl- als auch Schlitzwänden können die oberen rd. 2 m des Verbaus oberhalb des Grundwassers als Steckträgerverbau ausgeführt werden, um den oberflächennahen Rückbau zu vereinfachen. Die tieferen Teile der Verbauwände verbleiben im Baugrund.

Die Verbauwände sind ggf. mehrfach rückzuverankern oder nach innen auszusteißen. Die Rückverankerung von Verbauwänden kann mittels Verpressankern nach DIN EN 1537¹³ erfolgen.

Die Vorbemessung von temporären Verpressankern nach DIN EN 1537 kann auf Grundlage der Tabellen von Ostermayer¹⁴ durchgeführt werden. Die Verpresskörper liegen voraussichtlich in den Auffüllungen und den gewachsenen Sanden bzw. Wechsellagerungen Beckenschluffe/Beckensande. Dementsprechend kann bei einer Verpresskörperlänge von mind. 6 m und einem Verpresskörperdurchmesser von 150 mm zunächst mit nachfolgend angegebenen charakteristischen axialen Herausziehwiderständen gerechnet werden:

- | | |
|---|-------------------|
| ■ rollige Auffüllungen (locker bis mitteldicht) | 300 kN bis 400 kN |
| ■ gewachsene, mitteldichte Sande/Beckensande | 600 kN |
| ■ Wechsellagerung Beckenschluffe/Beckensande | 500 kN |

Die Verpressstrecken dürfen nicht im Torf angeordnet und sollten möglichst nicht schichtübergreifend ausgeführt werden.

Sollte eine Rückverankerung in Teilbereichen nicht möglich sein, müssen die Baugrubenwände nach innen ausgesteift werden. Bei Ausführung einer Aussteifung in die Baugrube ist generell mit einem behinderten Bauablauf zu rechnen.

Setzungen an der Oberfläche infolge der Ankerherstellung sind nicht gänzlich auszuschließen.

Unterteilung der Baugrube durch Schotts

Gemäß [13] sollen die Untergeschosse der drei Baufelder (W1, W8 und Wulf) miteinander verbunden sein und in einer Baugrube hergestellt werden. Aufgrund der Größe der Baugrube empfehlen wir eine Unterteilung der Baugrube durch Schotts, um das Risiko von Arbeitsunterbrechungen durch Undichtigkeiten im Baugrubentrog zu verringern.

7.3 Trockenhaltung Baugrube und Wasserhaltung

Nachfolgend gehen wir davon aus, dass eine Trogbaugrube, bestehend aus wasserdruckhaltenden Verbauwänden in Kombination mit einer tiefliegenden künstlichen Dichtsohle, zur Ausführung kommt.

¹³ DIN EN 1537: Ausführung von geotechnischen Arbeiten im Spezialtiefbau – Verpressanker, (07/2014)

¹⁴ Ostermayer, H: Verpressanker, Grundbau Taschenbuch Teil 2, Vierte Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

Vor und während der Erdarbeiten muss das Grundwasser innerhalb der Trograugruben abgesenkt werden (Lenzen der Baugrube). Anschließend muss dann baubegleitend Rest- und Tagwasser gefasst werden.

Fassung von Grund-, Rest- und Tagwasser

Vor dem Aushub der Baugrube sollte das Grundwasser innerhalb der Trograugrube mittels Schwerkraftbrunnen gefasst und abgeleitet werden. Bei der Anordnung der Schwerkraftbrunnen und der Filterstrecken sind die eingelagerten bindigen Bodenschichtungen zu berücksichtigen, vgl. Abschnitt 4. Wir gehen derzeit davon aus, dass die geringmächtige, gering wasserdurchlässige Torfschicht überwiegend im Baufeld ansteht. Die Entnahmebrunnen sollten deshalb ober- und unterhalb dieser Schicht verfiltert werden, um auch eine ggf. erforderliche Entspannung des Grundwassers unterhalb der Torfschicht (unterer Grundwasserleiter) zu erreichen. Wir weisen darauf hin, dass Grundwasserbrunnen und auch -messstellen, dessen Ausbau nicht vollständig in den Aushub fallen, fachgerecht zurückzubauen sind.

Je nach Restwasseranfall müssen die Schwerkraftbrunnen ggf. bis zur Auftriebssicherheit des Neubaus betrieben werden.

Neben dem Restwasser kann auch Tagwasser in den überwiegend durchlässigeren Sanden versickern und den Schwerkraftbrunnen zulaufen. In der endgültigen Baugrubensohle stehen jedoch in Teilen Torf, vgl. CPT 8/21, sowie bindige Böden in oder direkt unterhalb der Aushubsohle an. Eine Fassung des Tag- und Restwassers ist bei Bedarf ergänzend mit Hilfe einer offenen Wasserhaltung möglich.

Je nach Dichtigkeit der Verbauwände und Dichtsohle (Restwassermenge) können die Schwerkraftbrunnen ggf. nach der Fertigstellung der Baugrube und vor dem Aufbringen der Sauberkeitsschicht bereits zurückgebaut werden. Der Vorteil besteht darin, dass in der Bodenplatte keine Brunnentöpfe angeordnet werden müssen. Es ist dabei aber sicherzustellen, dass das ggf. in der Baugrube ansteigende Wasser bis zur Auftriebssicherheit des Neubaus gefasst wird.

In Bereichen, in denen die nicht ausreichend durchlässigen Böden in/unter der Baugrubensohle anstehen, sind diese um ca. 0,4 m auszuheben und durch geeigneten Füllsand (Dränageschicht) zu ersetzen. Die in der Aushubebene anstehenden durchlässigen Sande können voraussichtlich die Funktion einer Flächendränage übernehmen. Bei Bedarf sollten in der Dränageschicht zusätzlich und ggf. tieferliegende Dränagestränge vorgesehen werden. Das so gefasste Wasser ist dann über Pumpensümpfe aus der Baugrube abzuführen.

Aufreinigung des Förderwassers

Eine Aufreinigung des Förderwassers wird erforderlich, wenn die im Wasser enthaltenen Schadstoffe die vorgegebenen Grenzwerte der unteren Wasserbehörde der Stadt Kiel und der Stadtwerke Kiel überschreiten. Die Grenzwerte werden u. a. im Rahmen der

Baugenehmigung oder wasserrechtlichen Erlaubnis einzelfallabhängig festgelegt. Die ausgeführten Untersuchungen weisen auf Verunreinigungen des Grundwassers hin, vgl. Abschnitt 4.4.3, sodass mit Aufreinigungsmaßnahmen zu rechnen ist. Für eine höhere Planungssicherheit können erneute Grundwasseranalysen vorgenommen werden. Hierfür kann es sinnvoll sein, Grundwassermessstellen im oberen Grundwasserleiter auszubauen, die aufgrund des größeren Durchmessers und Ringraums einen größeren Grundwasserzufluss ermöglichen, vgl. Abschnitt 4.4.3 und Abschnitt 9.1

Unabhängig von einer möglichen Schadstoffbelastung der geförderten Wässer (Baugrubenwasser) ist grundsätzlich ein Sandfang/Absetzbecken zur Reduzierung der Schwebstoffe (absetzbare Stoffe und abfiltrierbare Stoffe) anzuordnen.

Einleitung von Förderwasser

Wir gehen derzeit davon aus, dass das gefasste Baugrubenwasser in die öffentlichen Abwasseranlagen/-kanäle eingeleitet werden muss. Alternativ sollte geprüft werden, ob das Baugrubenwasser in eine natürliche Vorflut eingeleitet werden kann. Im zweiten Fall ist mit einem höheren Aufwand für die Aufreinigung zu rechnen.

Sowohl die Entnahme von Grundwasser als auch die Einleitung von Baugrubenwasser in die öffentlichen Abwasserkanäle sind genehmigungspflichtig. Hierfür ist bei der zuständigen Behörde rechtzeitig vor dem Beginn der Baumaßnahme ein Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis/Genehmigung zu stellen.

Die Einleitung von Baugrubenwasser in das öffentliche Kanalnetz ist gebührenpflichtig. Darüber hinaus sind maximale Einleitmengen zu beachten.

Die Einleitmengen sind grundsätzlich mittels geeichter Wasseruhren zu erfassen und zu dokumentieren. Darüber hinaus sind weitere Auflagen der wasserrechtlichen Erlaubnis/Genehmigung, wie z. B. die Messung der Grundwasserstände außerhalb der Baugrube, baubegleitende Wasseranalysen etc. zu erfüllen.

8 TROCKENHALTUNG DER BAUWERKE

Es muss damit gerechnet werden, dass der geplante Gebäudekomplex auf dem Bau-
feld W8 in den Grundwasserhorizont einbindet. Demnach sind die erdberührten Bauteile gemäß DIN 18533-1¹⁵ in die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe) einzustufen, vgl. Tabelle 2.

Es kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass das Grundwasser innerhalb der ehemaligen Baugruben temporär bis zur Oberkante des nach Herstellung des Untergeschosses verbleibenden Baugrubenverbau ansteigt, sofern keine geeigneten Maßnahmen zur

¹⁵ DIN 18533-1: Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze (07/2017)

Begrenzung ergriffen werden. Dies kann z. B. mittels Entlastungsbohrungen/-öffnungen in den Verbauwänden erfolgen.

Nr.	1	2	3	4
	Klasse	Art der Einwirkung	Beschreibung	Abdichtung nach
1	W1-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser	5.1.2.1	8.5
2	W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	5.1.2.3	8.5.1
4	W2-E	Drückendes Wasser	5.1.3.1	8.6
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	W3-E	Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	5.1.4	8.7
8	W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	5.1.5	8.8

Tabelle 2 Wassereinwirkungsklassen (Quelle: DIN 18533-1)

Weitere Hinweise und Anforderungen an die Abdichtung von erdberührten Bauteilen gibt die DIN 18533-1.

Die Ausführung des Untergeschosses kann z. B. als „Weiße Wanne“ mittels einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion erfolgen. Bei Ausführung einer „Weißen Wanne“ kann infolge des Wassereinstaus eine Wasserdampfdiffusion im Untergeschoss auftreten.

Bei einer Nutzung der Untergeschosse als Tiefgarage ist erfahrungsgemäß durch fachgerechte Ausführung von Be- und Entlüftungseinrichtungen eine hinreichende Reduzierung der Luftfeuchtigkeit gegeben. Bei einer höherwertigen Nutzung, z. B. als Technik- oder Archivräume, sind zur Gewährleistung der Diffusionsdichtigkeit ggf. ergänzende Maßnahmen zu ergreifen und/oder die entsprechenden Räume innenliegend anzuordnen.

9 ERGÄNZENDE ERKUNDUNGEN

9.1 Baugrund

Die direkten Aufschlüssen des durchgeführten Erkundungsprogramms waren auftragsgemäß überwiegend für die orientierenden Schadstoffuntersuchung vorgesehen. Zudem wurde das Erkundungsprogram unter Berücksichtigung der bestehenden Bauwerke ausgelegt. Entsprechend wurden keine Erkundungen im Bereich der Bestandshalle ausgeführt.

Für eine genauere Bewertung der Zusammensetzung und Tragfähigkeit von Beckenschluffen bzw. Wechsellagerungen von Beckenschluffen/Beckensanden sowie zur Validierung der Drucksondierungen in tieferen Bereichen empfehlen wir die Ausführung von Trockenbohrungen.

Hierfür ist die Ausführung von Trockenbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1¹⁶ mit Entnahme von durchgehend gekernten sowie ergänzend ungestörten Proben im Bereich der relevanten Beckenschluffe und Wechsellagerungen von Beckenschluffen/Beckensanden erforderlich, um daran Kompressionsversuche ausführen zu können. Wir empfehlen die Ausführung von etwa zwei Trockenbohrungen bis in eine Tiefe von rd. 30 m unter GOK. Die tatsächliche Tiefe sollte in Abhängigkeit der Vorbemessung der Pfahlgründung festgelegt werden.

Mindestens eine der Trockenbohrungen sollte zu einer Grundwassermessstelle für den unteren Grundwasserleiter ausgebaut werden, um damit dessen Druckhöhe bestimmen zu können. Des Weiteren können aus dieser Grundwassermessstelle Wasserproben entnommen werden, um diese auf Betonaggressivität und auf Einleitparameter im Hinblick auf eine Einleitung von Baugrubenwasser in das öffentliche Kanalnetz/eine natürliche Vorflut zu untersuchen.

Im Hinblick auf eine optimierte Pfahl-/Verbaubemessung empfehlen wir zudem weitere Drucksondierungen über die gesamte Grundrissfläche zur Verdichtung des Rasters und in der Verbauachse auszuführen.

Nach erfolgtem Rückbau des Hallengebäudes empfehlen wir zudem eine Nacherkundung in den bisher nicht zugänglichen Grundrissflächen der Neubauten, um die bisherigen Annahmen bzgl. des Baugrundes zu verifizieren.

9.2 Bestandsbauwerke

Sofern Bauwerke im Untergrund, insbesondere Tanks, verbleiben, sollten der Ausdehnung und Gründung erkundet werden.

10 BAUTECHNISCHE HINWEISE

Je nach Bauausführung und deren zeitlichen Abfolge ist generell eine mögliche gegenseitige Beeinflussung, z. B. Verbau, BE-Fläche, Wasserhaltung etc., der benachbarten Baumaßnahmen auf den beiden weiteren Baufeldern des Quartiers Kool Kiel zu berücksichtigen. Nach aktuellem Planungsstand ist die Ausführung einer gemeinsamen Baugrube vorgesehen.

¹⁶ DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probeentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (01/2007)

10.1 Hindernisse im Baugrund

Im Hinblick auf das Herstellen / Einbringen von Gründungspfählen und Verbauwänden wird darauf hingewiesen, dass insbesondere in den Auffüllungen mit Hindernissen in Form von Gründungsresten, Bauschutt, Beton- und Holzresten usw. zu rechnen ist. Des Weiteren können unterhalb der Auffüllungen geogenbedingte Einlagerungen wie Steine und Blöcke vorhanden sein.

Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Bauwerke (z. B. Tanks) nicht oder nicht vollständig zurückgebaut worden sind.

10.2 Auftriebssicherheit Neubauten

Die bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen sind solange zu betreiben, bis die Auftriebssicherheit der Neubauten gewährleistet ist. Durch den Tragwerkplaner ist anzugeben, ab welcher Bauphase die Neubauten durch ihr Eigengewicht nicht mehr auftriebsgefährdet sind.

Dabei ist der Bemessungswasserstand gemäß Abschnitt 4.4.2 anzusetzen. Es ist darüber hinaus zu beachten, dass sich im Endzustand Wasser innerhalb einer Trogbaugrube bis zur Oberkante der wasserdruckhaltenden Verbauwände aufstauen kann, sofern keine ergänzenden Maßnahmen, z. B. Ausführung von Entlastungsbohrungen, ergriffen werden.

Sollte eine Pfahlgründung zur Ausführung kommen, ist der Nachweis erfahrungsgemäß unproblematisch, da die Gründungspfähle in diesem Fall die Zugkräfte aus dem Auftrieb aufnehmen können.

10.3 Eignung von Aushubmaterial als Füllboden

Aushubmaterial in Form von bindigen Auffüllungen und rolligen Auffüllungen mit anthropogenen Beimengungen und organischen Anteilen sowie weichem Beckenschluff und Torf sind zum Wiedereinbau als Füllmaterial größtenteils nicht geeignet. Die Eignung der rolligen Auffüllungen ohne organische Anteile und der gewachsenen Sande als Füllmaterial, z. B. zur Verfüllung von Baugrubenringräumen oder für Bodenaustauschmaßnahmen, sollte vor Ort durch den Baugrundsachverständigen geprüft werden. Dabei sind auch eventuelle Schadstoffgehalte zu berücksichtigen.

Es ist zu beachten, dass insbesondere der Torf wassergesättigt ist. Dies ist bei der Planung der Erdarbeiten und beim Transport zu berücksichtigen.

10.4 Entsorgung Aushubböden

Gemäß [3], [4] und [9] bis [11] sind die Aushubböden schadstoffbelastet, tlw. mit Überschreitungen der Zuordnungswerte der Einbauklasse 2.

Vollständigkeitshalber weisen wir darauf hin, dass die Schadstoffverteilung in den Aushubböden in zeitlich ausreichendem Abstand vor Beginn der Erdarbeiten im Rahmen einer Haupterkundung (Deklarationsanalytik Aushubmaterial) und unter Berücksichtigung der tatsächlichen Aushubmengen gemäß den Vorgaben der LAGA zu untersuchen ist. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die Entsorgung der Aushubböden und ermöglichen eine wirtschaftliche Durchführung der Erd- und Entsorgungsarbeiten.

Es ist zu beachten, dass die für die Abfuhr gültigen Analyseergebnisse üblicherweise nicht älter als ein halbes Jahr sein dürfen.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die annehmende Stelle und/oder zuständige Behörde die Aufhaltung des Aushubmaterials und die anschließende Beprobung des Haufwerks nach LAGA PN 98 fordert. Dies sollte frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Behörde abgestimmt werden. Ggf. ist auch eine Probenahme mittels Baggerschürfe möglich.

Wir weisen zudem darauf hin, dass derzeit kaum Einbaustellen zur Verwertung von Böden der Einbauklasse 1.2 und 2 zur Verfügung stehen. Es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass das Aushubmaterial auf einer Deponie beseitigt werden muss. Auch hier ist eine frühzeitige Abstimmung mit dem Erdbauer/Entsorger zu empfehlen, da dies zu enormen Mehrkosten führen kann.

10.5 Füllmaterial

Die Baugrubenringräume müssen nach Herstellung des Rohbaus (Untergeschoss) verfüllt und in der Baugrubensohle ggf. eine Filterschicht eingebaut werden. Zudem werden ggf. Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich.

Als Füllboden/Bodenaustauschmaterial ist ein schluffarmer Sand mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $> 2,5$ und einem Feinkornanteil ≤ 5 Gew.-% zu verwenden. Der Füllboden ist lagenweise einzubauen ($d \leq 0,30$ m) und zu verdichten, so dass eine mindestens mitteldichte Lagerung erzielt wird.

Rollige Auffüllungen mit geringen Feinkorn- und Organikanteilen sowie wenigen anthropogenen Beimengungen können hierfür ggf. auch genutzt werden. Wir empfehlen potentielle Böden seitlich zu lagern und die Eignung durch den Baugrundgutachter vor Ort bestätigen zu lassen. Auch hier ist die Schadstoffbelastung zu beachten.

10.6 Kampfmittel

Gemäß [20], [21] und [24] besteht für das betrachtete Grundstück bzw. die Baufeldfläche bereichsweise Kampfmittelverdacht. Auf den Nachbarbaufelder gibt es vollflächig oder tlw. Flächen mit Kampfmittelverdacht, vgl. für das Baufeld W1 [17] bis [19] sowie für das Baufeld Wulf [22], [23] und [25]. Zu den unmittelbar angrenzenden Verkehrsflächen liegen uns keine Informationen vor.

Für die Durchführung des Erdaushubs sowie die Einbringung der Baugrubenumschließung und Rückverankerungen sind daher im Vorwege der Baumaßnahmen Sondierungen der Verdachtsflächen gemäß Kampfmittelverordnung durchzuführen und bei Erfordernis eventuell erkundete Kampfmittel zu bergen.

In Abhängigkeit des Einbringverfahrens der Verbauwände ist ggf. die Kampfmittelerkundung über die Baufeldgrenzen hinaus erforderlich. Vor Herstellung der Rückverankerungen sind im Bereich nicht kampfmittelfreier Flächen ebenfalls Kampfmittelsondierungen auszuführen. Alternativ können ggf. auch Geräte mit einer entsprechenden Sicherheitseinrichtung (Tastschalter) zum Einsatz kommen.

Die Arbeiten sind durch qualifizierte Unternehmen, die gemäß § 6 Kampfmittel VO registriert sind, durchzuführen.

10.7 Beweissicherung

Im Rahmen der Bautätigkeiten sind u. a. Verbau-, Pfahlherstellungs-, Erd- und Verdichtungsarbeiten sowie Baustellenverkehr in bauwerksnahen Bereichen zu erwarten. Daher empfehlen wir vor Beginn der Baumaßnahmen den Zustand der benachbarten Gebäude und Verkehrsflächen im Rahmen einer Beweissicherung zu dokumentieren. Hierzu zählt auch ein Neubau, sofern die Bauwerke beispielsweise nacheinander ausgeführt werden.

Es kann zudem sinnvoll sein, insbesondere dynamische Arbeiten mittels Erschütterungsmessungen in den Nachbargebäude zu überwachen.

10.8 Hinweise zur Kranaufstellung

Zum Zeitpunkt der Berichtsbearbeitung lagen uns keine Unterlagen bzgl. der Baukrane vor. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Krane tiefgegründet werden müssen. Hierfür können ggf. Bauwerkspfähle genutzt werden.

10.9 Herstellung von Arbeitsebenen

Zur Gewährleistung der Standsicherheit der ausführenden Geräte müssen tragfähige Arbeitsebenen geschaffen werden. Der Aufbau der Arbeitsebenen ist für das zum Einsatz kommenden Geräte in Abhängigkeit der in der jeweiligen Tiefenlage maßgebenden Baugrundschichtung auszulegen und von der ausführenden Firma nachzuweisen.

10.10 Versickerungsfähigkeit der Böden

Eine Versickerung von auf den versiegelten Oberflächen (u. a. Dachflächen) anfallenden Niederschlagswasser wird zunehmend von den Behörden gefordert. Unter Berücksichtigung der erkundeten Untergrundverhältnisse ist eine Versickerung auf dem Baufeld W8 grundsätzlich möglich.

Voraussetzungen dafür sind ausreichend durchlässige Böden sowie ein Mindestabstand zwischen dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) und der Versickerungsanlage von in der Regel mindestens 1 m.

Der Grundwasserleiter wurde im Hinblick auf eine Versickerung von Niederschlagswasser in einer ausreichenden Tiefe erkundet. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass gering durchlässige Schichten eine freie Versickerung behindern. Deshalb sollte bei der Planung von Versickerungsanlagen die Lage genau geprüft werden.

Die Versickerung kann generell über Mulden, Rigolen und Versickerungsschächte erfolgen.

Die Planung und Bemessung der Versickerungsanlage ist auf Grundlage des DWA-Regelwerkes, Arbeitsblatt DWA-A 138¹⁷, durchzuführen. Wir weisen darauf hin, dass bei der Planung von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser der Boden- und Gewässerschutz zu beachten ist.

11 ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen Werftbahnstraße und Werftstraße in Kiel ist die Entwicklung des Quartiers „Kool Kiel“ auf drei Baufeldern vorgesehen. Die Untergeschosse der drei Baufelder sollen in einer gemeinsamen Baugrube mit Verbindungen hergestellt werden. Auf dem Baufeld W8 ist der Neubau eines Wohn- und Gewerbehäuses mit acht aufgehenden Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss geplant. Das Wohn- und Gewerbehäuser ist durch eine freie, begrünte Flucht in zwei Gebäudeteile getrennt und wird durch ein durchgehendes Erdgeschoss verbunden.

Die IGB Ingenieurgesellschaft mbH wurde von der Kap Horn GmbH im Jahr 2019 mit der Durchführung einer Untergrunderkundung und der Ausarbeitung eines geotechnischen Gutachtens für das Baufeld W8 beauftragt.

Gemäß den Ergebnissen der Untergrunderkundungen stehen auf dem Baufeld W8 unterhalb der Oberflächenbefestigung bzw. der Geländeoberkante zunächst heterogen zusammengesetzte, überwiegend rollige Auffüllungen mit großer Mächtigkeiten an. Darunter folgt eine Torfschicht, die von Sanden, Geschiebemergel und Beckenschluffen bzw. einer Wechsellagerung aus Beckenschluff/Beckensand unterlagert wird.

Grundwasser wurde in den aufgefüllten Böden oberhalb der Torfschicht und in den Sanden unterhalb der Torfschicht erkundet. Das Grundwasser des oberen Grundwasserleiters wurde als nicht betonangreifend analysiert.

¹⁷ DWA-A 138 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (04/2005)

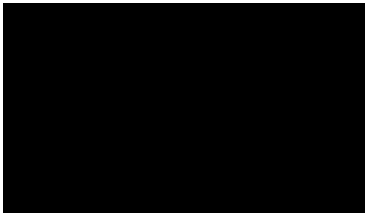
Bei den geplanten Höhen der Bauwerksunterkanten ist der Gebäudekomplex auf dem Bau-
feld W8 tief zu gründen. In Abschnitt 6.2 werden allgemeine Angaben für Tiefgründungen
mit vorläufigen Pfahlwiderständen und vorläufig zu erwartenden Setzungen gegeben.

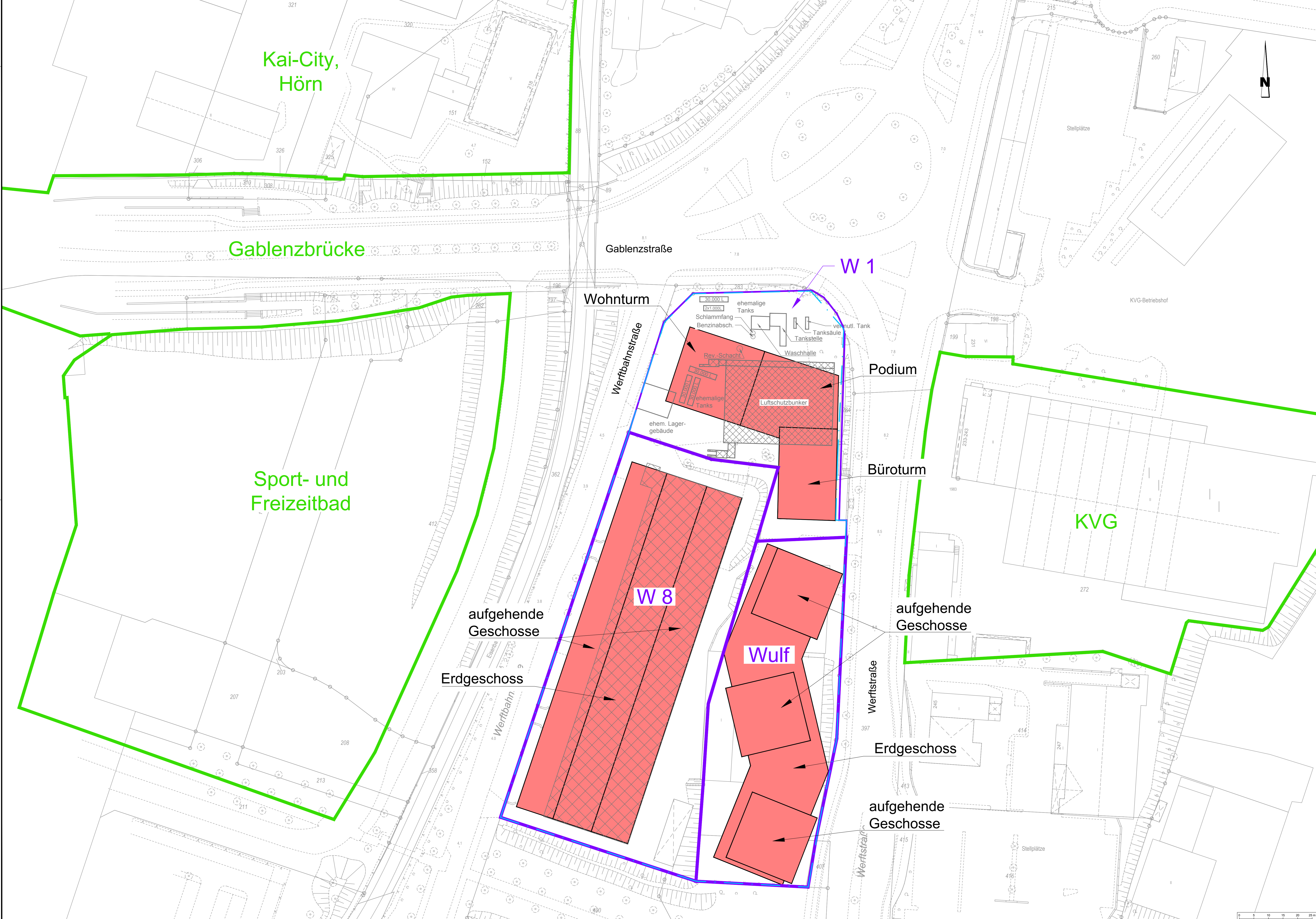
Für die bauzeitliche Trockenhaltung wird die Ausführung einer Trogbaugrube mit wasser-
druckhaltendem Verbau und künstlicher Dichtsohle empfohlen.

Das Untergeschoss ist gegen drückendes Wasser abzudichten.

Es wird eine ergänzende Baugrunderkundung im Bereich des bestehenden Hallengebäude
sowie zur Verdichtung der bisherigen Erkundungsergebnisse und eine Erkundung der im
Baugrund vorhandenen Bauwerke, insbesondere Tanks, empfohlen.

IGB Ingenieurgesellschaft mbH





- Legende:**
- Baufeldgrenze
 - vorh. Gebäude/Anlagen
 - voraussichtlich zurückgebaute Gebäude/Anlagen
 - geplante Gebäude
 - geplantes Untergeschoss (Umriss)
 - Referenzprojekte

Plangrundlage:
 Grundkarte, "180724_1030_Grundkarte"
 übermittelt von Kap Horn GmbH

Landeshauptstadt Kiel, 24103 Kiel
 Stadtplanungsamt
 Lageplan W1, W8 und Wulf (Baufeld A - C), Entwurf
 M. 1:500 vom 07.06.2021

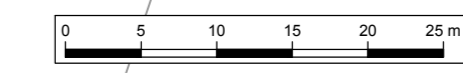
Koordinatensystem:
 ETRS89_UTM-32N

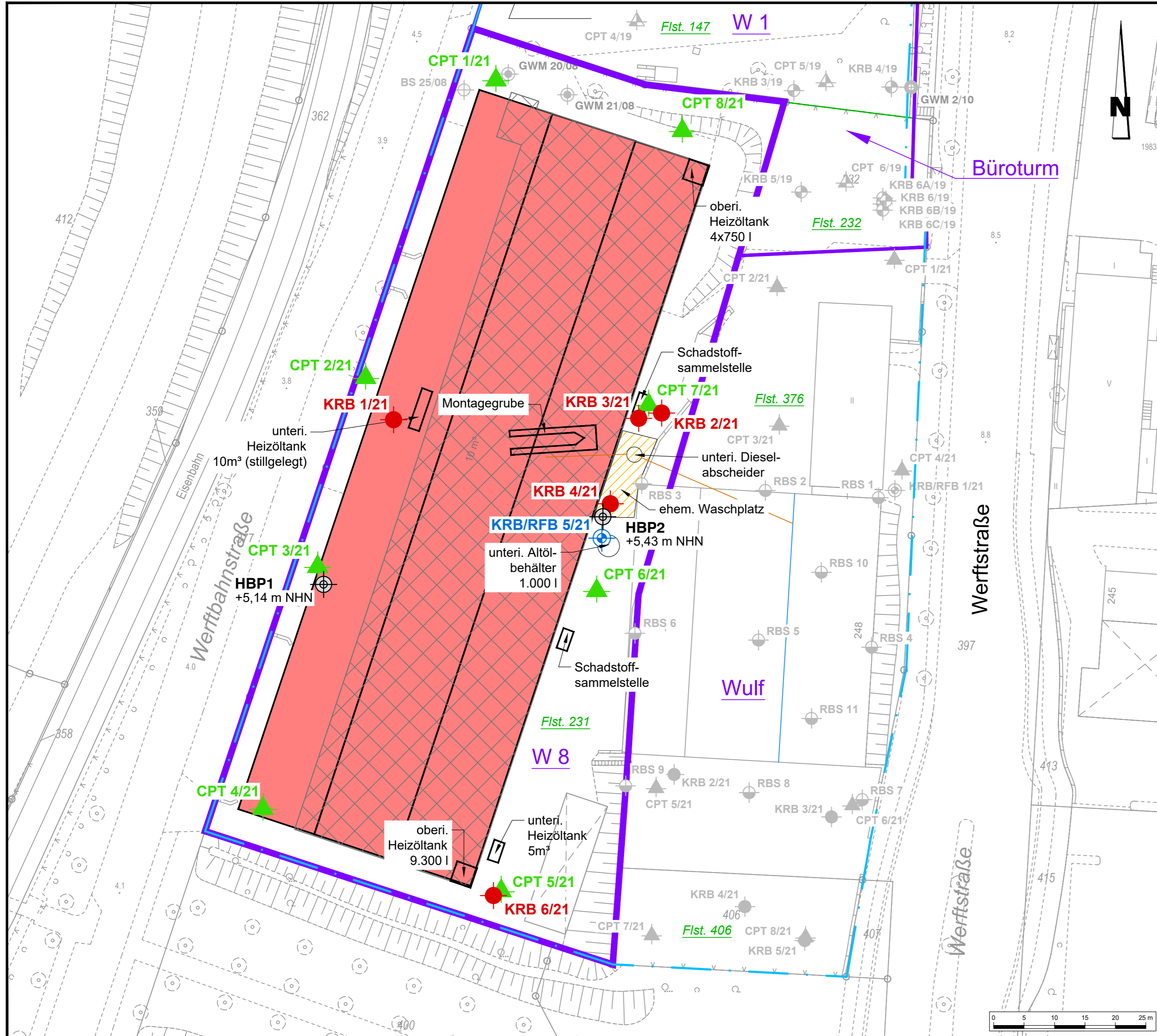


Kiel, Wertbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 8

Geotechnisches Gutachten
 Übersichtslageplan

Maßstab	1 : 500	Datum	17.09.2021	Anlage 1.1
Blattgröße	1115 mm x 645 mm	gez.		Zeichnungs-Nr.
		gepr.		19-2107 10 LP 111





Legende:

- Baufeldgrenze
 - geplantes Gebäude mit TG
 - vorh. Gebäude/Anlagen
 - ehem. Gebäude/Anlagen
 - geplantes UG/TG (Umriss)
 - Flurstücksgrenze
 - Flurstücksnummer
 - vorh. Rinne
 - vorh. SW-Kanal
 - KRB Kleinrammbohrung aus 2021
 - KRB/RFB Kleinrammbohrung aus 2021 Ausbau zum Rammfilterbrunnen
 - CPT Drucksondierung aus 2021
 - HBP1+2 Höhenbezugspunkt Schachtdeckel
 - BS Bohrsondierung aus 2008
 - GWM Grundwassermessstelle aus 2008
 - RBS Rammbohrsondierung aus 1976
 - KRB
 - KRB/RFB
 - CPT
 - KRB
 - CPT
 - GWM
- Altaufschlüsse auf Nachbarbaufeldern

Plangrundlage:

Kap Horn W8 GmbH, 3011 RA Rotterdam
 1. Planauszug Stadtgrundkarte Kiel, M 1:1.000
 Datei-Name: 190409_UTM_1017VGrundkarte.dwg vom 29.07.2019
 2. Grundriss UG-Gesamt, M 1:300
 Plan-Nummer: TP840 - LPH1 - 9002 vom 30.06.2021

Landeshauptstadt Kiel, 24103 Kiel
 Stadtplanungsamt
 Lageplan W1, W8 und Wulf (Baufeld A - C), Entwurf M. 1:500 vom 07.06.2021

Koordinatensystem:

ETRS89.UTM-32N

www.igb-ingenieure.de

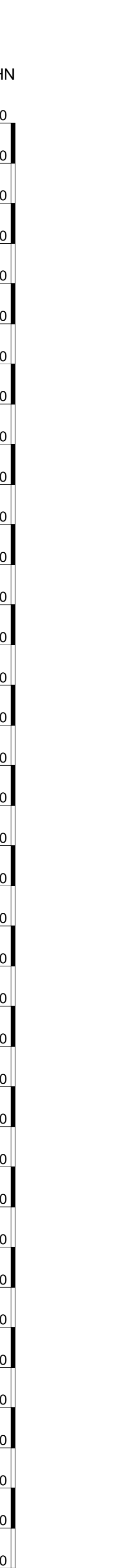
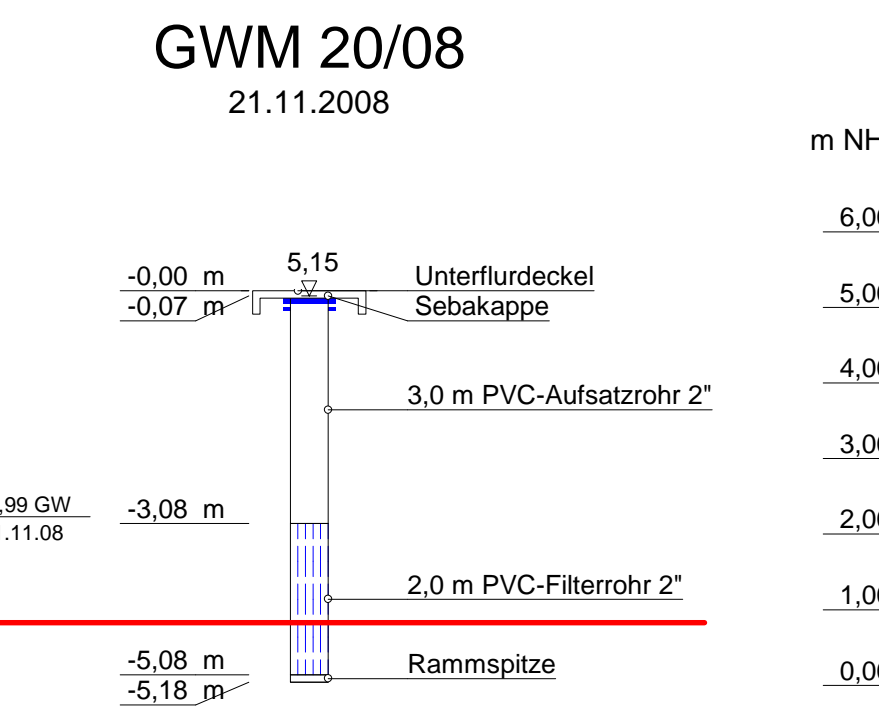
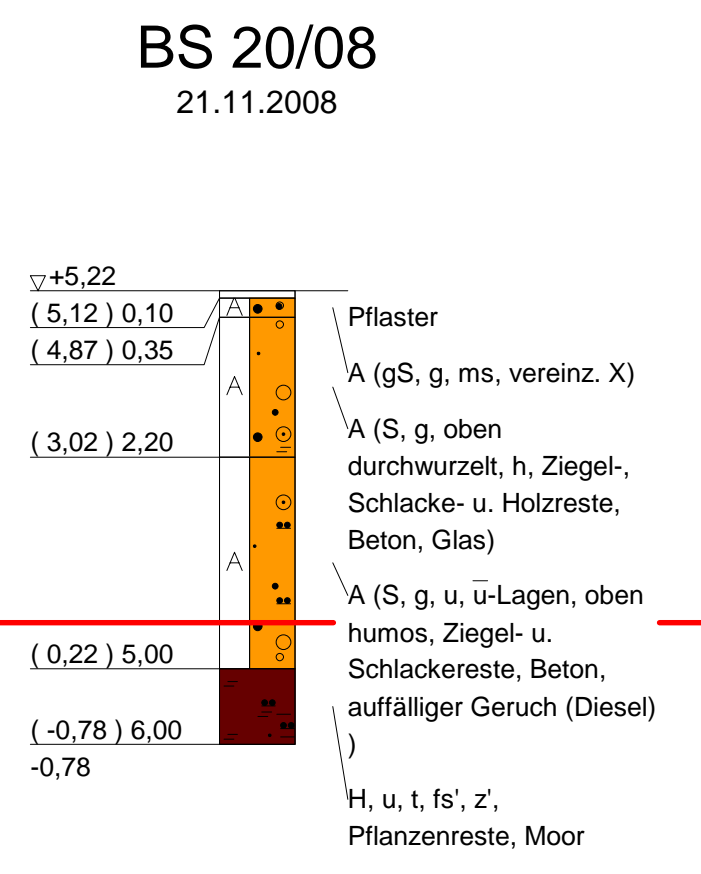
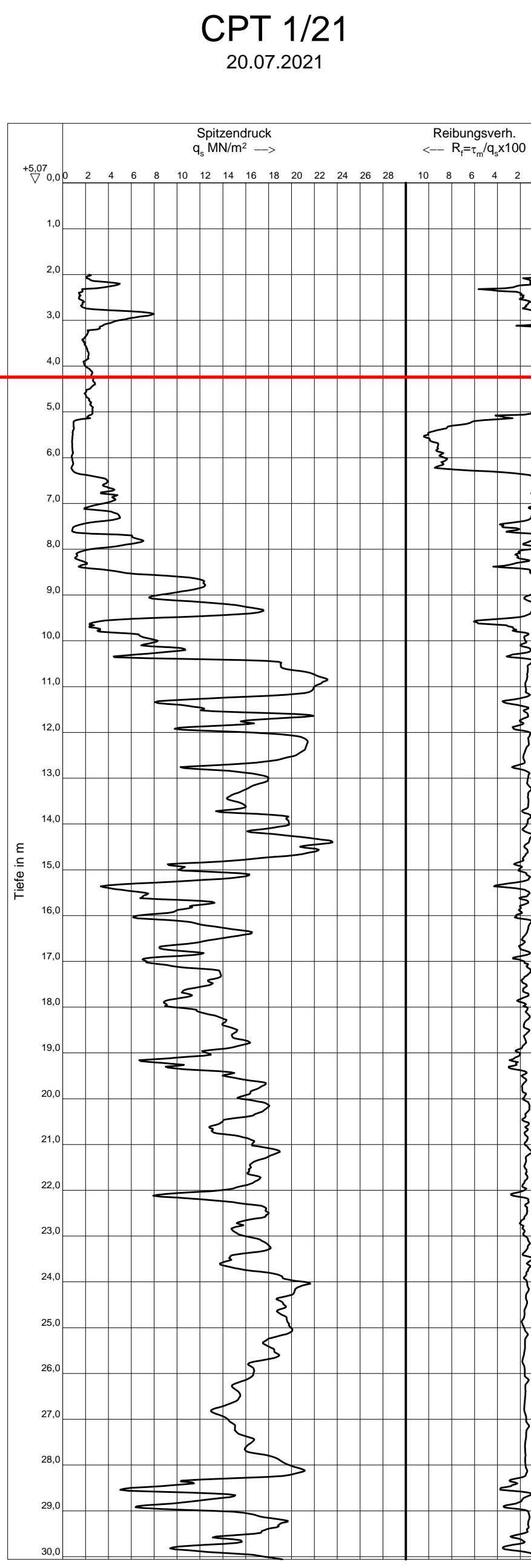
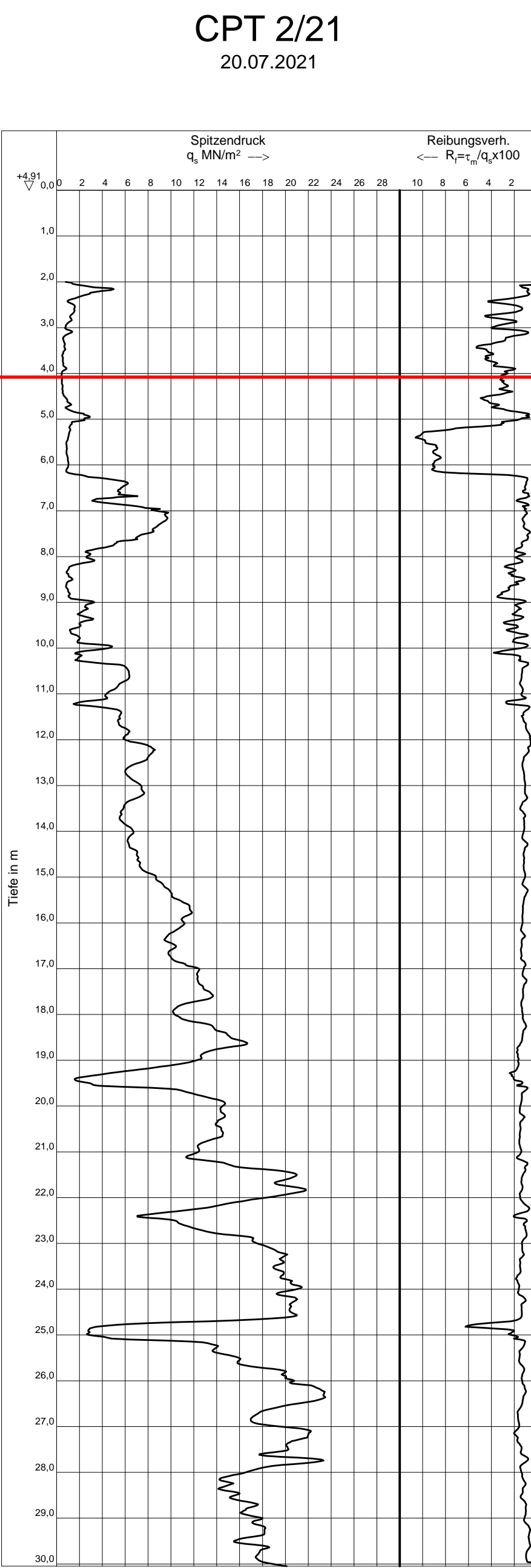
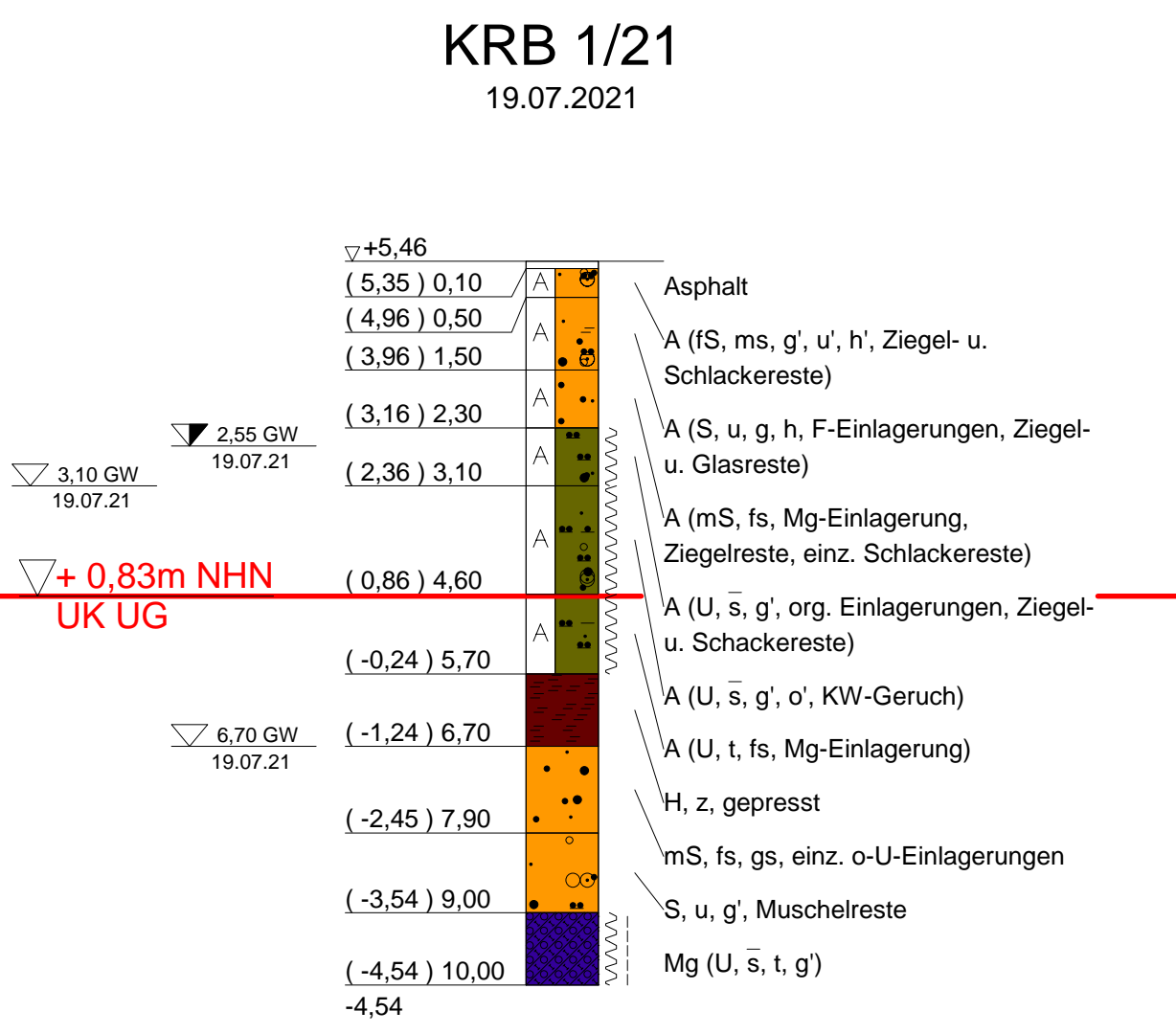
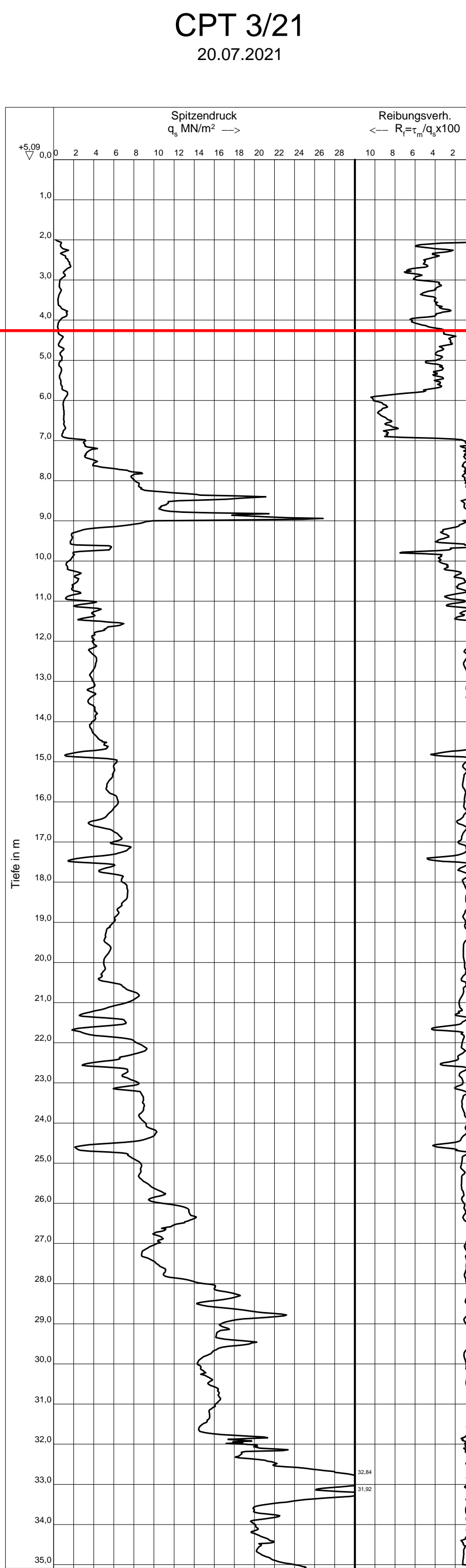
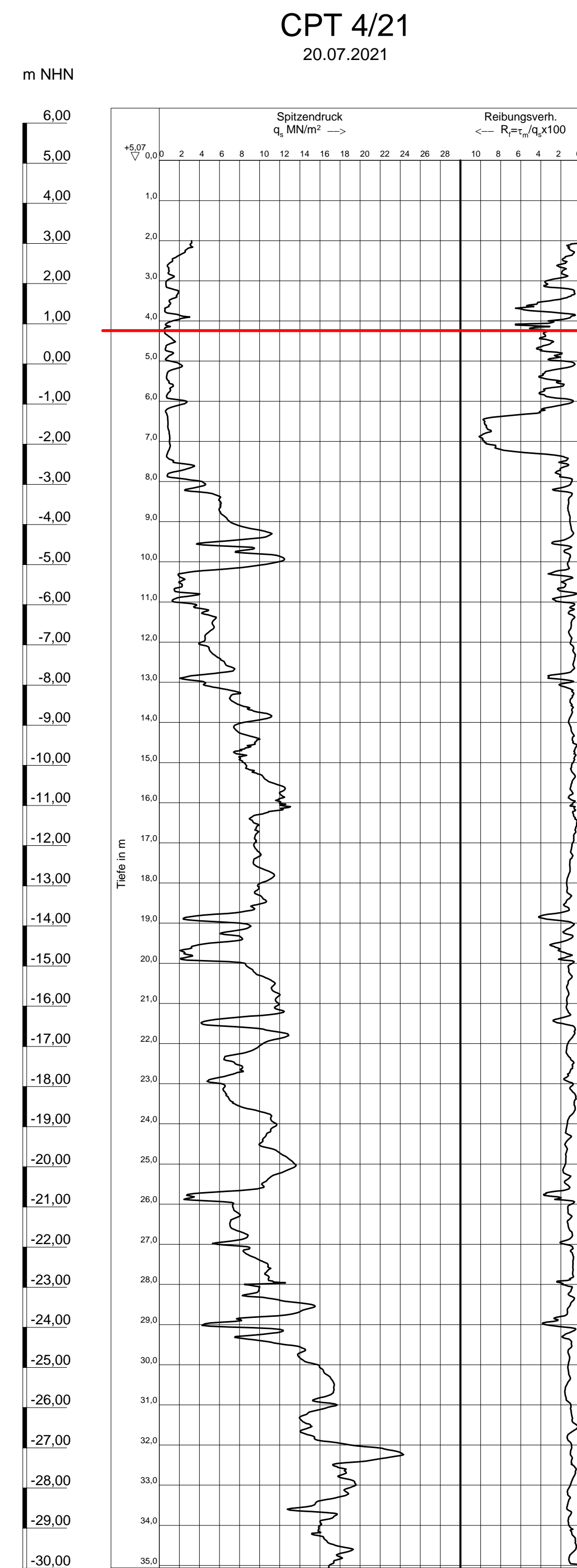
Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 8

Geotechnisches Gutachten

Lageplan

Maßstab	Datum	Anlage 1.2
1 : 500	17.09.2021	
Blattgröße	gez.	Zeichnungs-Nr.
780 mm x 350 mm	gepr.	19-2107 10 LP 112

KIIGB-1912107_KI_KOOL_BF10_GEGOT003_PLANE01_CAD-AUSGANG1912107_LP11



LEGENDE

Aufschlusssbezeichnungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DPM	mittelschwere Rammsondierung
GWM	Grundwassermessstelle	DPL 5'	leichte Rammsondierung (A = 5 cm²)
RFB	Rammfilterbrunnen	DPL 10'	leichte Rammsondierung (A = 10 cm²)
BL	Bodenluftmessstelle / -messung	BDP	Bohrlochrammsondierung (SPT)

Bodenarten

Auffüllung		Mu	A
Mutterboden			
Ton	tonig	T t	
Schluff	schluffig	U u	
Sand	sandig	S s	
Kies	kiesig	G g	
Steine	steinig	X x	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Torf, Humos	torfig, humos	H h	
Mudde, Faulschlamm	organisch	F o	
Klei, Schlack		Kl, Sl	
Beckenton		Bkt	
Beckenschluff		Bku	
Beckensand		Bks	
Glimmertone		GLT	
Glimmerschluff		GLu	
Geschiebelehm		Lg	
Geschiebemergel		Mg	
Verwitterungs-, Hanglehm		L	
Hangschutt		Lx	
Loßlehm		Ll	
Wiesenkalk, Seekalk, -kreide		Wk	
Braunkohle		Bk	

Felsarten

Fels, undifferenziert	Z
Tonstein	Tst
Schluffstein	Ust
Mergelstein	Mst
Sandstein	Sst
Konglomerat, Breckzie	Ko, Br
Kalkstein	Kst
kristallines Gestein	Krst

Bodenproben

ungestörte Probe	☐
Bohrkern	▣
gestörte Probe	☐

Grundwasser

Grundwasser angebort	▽
Grundwasser nach Bohrende	▽
Ruhwasserstand im aug. Bohrloch	▽
kein Grundwasser	kgw

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenteile

schwach (5 - 15 %)	~
stark (30 - 40 %)	~

Kalkgehalt

o	kalkfrei
k+	kalkhaltig
k++	stark kalkhaltig

Konsistenzen

brg	breilig (0,00 < I_p < 0,50)
wch	weich (0,50 < I_p < 0,75)
stf	steif (0,75 < I_p < 1,00)
hnst	hartfest (1,00 < I_p)
fst	fest (w_u < w_L)

Feuchtigkeit

f	feucht
nass	nass

Zersetzung

z'	nicht bis mäßig zersetzt
z	stark bis völlig zersetzt

Verwitterungsstufen

0	frisch / nicht verwittert
1	schwach verwittert
2	mäßig verwittert
3	stark verwittert
4	vollständig verwittert
5	zersetzt

Klüftung

klü	klüftig
stark klüftig	stark klüftig

IGB www.igb-ingenieure.de

Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 8

Geotechnisches Gutachten

Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse, Schnitt West

Maßstab	1 : 100	Datum	17.09.2021	Anlage 2.1
Blattgröße	1160mm x 420mm	gez.		Zeichnungs-Nr.
		gepr.		19-2107 10 BP 201

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2021 - K:\IGB-19-19-2107-10 BP 201\IGB-19-2107 10 BP 201.bsp



LEGENDE

Aufschlusssymbolisierungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DPM	mittelschwere Rammsondierung
GW	Grundwassermessstelle	DPL 5'	leichte Rammsondierung (A = 5 cm²)
RFB	Rammfilterbrunnen	DPL 10'	leichte Rammsondierung (A = 10 cm²)
BL	Bodenfiltermessstelle / -messung	BDP	Bodenfilterrammsondierung (SPT)

Bodenarten

Auflüftung	Au	ungestörte Probe	Grundwasser angebohrt
Mutterboden	Mu	Bulkern	Grundwasser nach Bohrende
Ton	t	gestörte Probe	Ruhewasserstand im aug. Bohrloch
Schluff	U u		KGW kein Grundwasser
Sand	s		
Kies	G g		
Steine	X x		
Blöcke	Y y		
Torf, Humus	H h		
Muscle, Fäulschlamm	F o		
Kl. Schlack	Kl, S		
Beckenton	Bkt		
Beckenschluff	Bku		
Beckensand	Bks		
Glimmerton	GLt		
Glimmerschluff	GLu		
Geschlebelem	Lg		
Geschlebelemergel	Lg		
Versickerungs-, Hangblehm	L		
Hangschluff	Lx		
Lößlehm	Ll		
Wesensalk, Seekalk, -kreide	Wk		
Braunkohle	Bk		

Felsarten

Fels, unendifferenziert	Z	0	frisch / nicht verwittert
Tonstein	Tst	1	schwach verwittert
Schuffstein	Lst	2	mäßig verwittert
Mergelstein	Mst	3	stark verwittert
Sandstein	Sst	4	vollständig verwittert
Konglomerat, Brekzie	Ko, Br	5	zersetzt
Kalkstein	Kst		
kristallines Gestein	Krst		

Bodenproben

☐	ungestörte Probe
☐	gestörte Probe

Grundwasser

▽	Grundwasser angebohrt
▼	Grundwasser nach Bohrende
◀	Ruhewasserstand im aug. Bohrloch
KGW	kein Grundwasser

Korngrößenbereich

f	fein	schwach (5 - 15 %)
m	mittel	stark (30 - 40 %)
g	grob	

Kalkgehalt

o	kalkfrei	brg	breig (0,00 < L < 0,50)
+	kalkhaltig	wch	weich (0,50 < L < 0,75)
++	stark kalkhaltig	stf	stief (0,75 < L < 1,00)
		hft	halbfest (1,00 < L)
		ft	fest (w < w _l)

Konsistenzen

z'	nicht bis mäßig zersetzt
z	stark bis völlig zersetzt

Feuchtigkeit

f	feucht
n	nass

Verwitterungsstufen

0	frisch / nicht verwittert	klü	klüftig
1	schwach verwittert	klü	klüftig
2	mäßig verwittert	klü	klüftig
3	stark verwittert	klü	klüftig
4	vollständig verwittert	klü	klüftig
5	zersetzt	klü	klüftig

Klüftung

klü	klüftig
st	stark klüftig



Kiel, Wertstraße, Quartier "Kool Kiel", W 8
 Geotechnisches Gutachten
 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Schnitt Ost

Maßstab	1 : 100	Datum	17.09.2021	Anlage	2.2
Blattgröße	1600mm x 380mm	gez.		Zeichnungs-Nr.	
		gepr.		19-2107 10 BP 202	

Copyright © By: DANY GmbH 1994 - 2021 - K:\OBJ\19-2107-10 BP 202\19-2107 10 BP 202.dwg

19-2107

Kiel, Werftbahnstraße 8, Quartier "Kool Kiel", Baufeld W8 (Baufeld B)

Geotechnisches Gutachten

hier: Übersicht Grundwasserstände

Aufschl. Nr.	Ausbau	Ansatzpunkt	UK Aufschluss	Wasserstände								
				angebohrt (oberster)			nach Bohrende im offenen bzw. ausgebauten Bohrloch			Ruhewasserstand		
				+ m NHN	m u. GOK	Datum	m u. GOK	+ m NHN	Datum	m u. GOK	+ m NHN	Datum
KRB 1/21	-	5,46	10,0	19.07.2021	3,10	2,36	19.07.2021	2,55	2,91	-	-	-
KRB 2/21	-	5,77	4,0	19.07.2021	3,50	2,27	19.07.2021	2,80	2,97	-	-	-
KRB 3/21	-	5,78	4,0	19.07.2021	2,70	3,08	19.07.2021	2,75	3,03	-	-	-
KRB 4/21	-	5,85	4,0	19.07.2021	2,90	2,95	19.07.2021	2,80	3,05	-	-	-
KRB/RFB 5/21	RFB: oberer GW-Leiter	5,80	4,0	19.07.2021	2,90	2,90	19.07.2021	2,75	3,05	19.07.2021	3,50	2,30
KRB 6/21	-	5,87	4,0	19.07.2021	3,10	2,77	19.07.2021	2,61	3,26	-	-	-
GWM 20/08	RFB: oberer GW-Leiter	5,22	6,0	26.11.2008	2,42	2,80	26.11.2008	2,64	2,58	-	-	-
GWM 21/08	RFB: oberer GW-Leiter	5,31	6,0	26.11.2008	2,48	2,83	26.11.2008	2,50	2,81	-	-	-

Standort: Excel
 Ausdruck am 20.02.2017
 Excel: G:\1000 Allgemein\Probenahme\Probenahmeprotokolle\
 MF 507-03 V3 PN-Grundwasser

Probenahmeprotokoll Grundwasser
 DIN 38402-A13

Anlage 4.1

21517032-001
 29.07.2021



Allgemeine Angaben									
Auftraggeber (Firma):		Straße:		Hs.-Nr.:	PLZ:	Ort:			
Projekt:		19-2107 Kool Kiel, Bafeld B							
Anlass der Probenahme:		Überwachung BV			Probenbezeichnung:				
Probenahmeort:		Werftbahnstraße 8, 24143 Kiel			KRBS/21				
Probenahmedatum:		28.07.21	Uhrzeit:	12:40	GBA Auftragsnummer:				
Eingang im Labor: Datum			Uhrzeit:						
Angaben zur Messstelle									
GPS-Koordinaten:	Breite [°] (Nord(+) / Süd(-))	Breite [']	Breite ["]	Länge [°] (Ost(+) / West(-))	Länge [']	Länge ["]			
<input checked="" type="checkbox"/> Überflur	<input checked="" type="checkbox"/> MP Oberkante Sebakappe	Ø Brunnenrohr ["] (Zoll):	2	Ruhewasserspiegel [m u. MP]:	3,79				
	<input type="checkbox"/> MP Geländeoberkante	Filterstrecke [m]:		Brunnensohle [m u. MP]:	4,58				
<input type="checkbox"/> Unterflur	<input type="checkbox"/> MP Oberkante Brunnenrohr								
Angaben zur Fördertechnik									
Fördergerät:	<input checked="" type="checkbox"/> Tauchpumpe	<input type="checkbox"/> Schöpfer	<input type="checkbox"/> Steigrohr	<input checked="" type="checkbox"/> PVC	Bezeichnung der Pumpe:	Gigant			
	<input type="checkbox"/> Saugpumpe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Schlauch	<input type="checkbox"/> Teflon	(gem. Absprache)				
Einbautiefe [m u. MP]:	4,50	Absenkung [m]:	0,68	Beginn des Abpumpens [Uhr]:	15:00				
Betriebswasserspiegel [m u. MP]:		4,47	Ende des Abpumpens [Uhr]:	15:30					
Abflussgeschehen									
Abpumpdauer (ohne Probenahme) [min]:	30	zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP]:	4,47						
abgepumpte Wassermenge [m³]:	<input checked="" type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> m³	0,26	Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]:	/					
mittlerer Förderstrom [m³/h]:	<input checked="" type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m³/h	0,2	Wiederanstieg Pegel nach [min]:	/					
Parameter vor Ort									
Witterung:	wolkig	Lufttemperatur [°C]:	22						
Farbe:	Intensität: <input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> stark	Art: <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> gelb-braun <input checked="" type="checkbox"/> dunkelgrau	Trübung:	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> Schwebstoffe <input type="checkbox"/> Schwimmstoffe	Geruch:	Intensität: <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark	Art: <input checked="" type="checkbox"/> faulig <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/>	
Wassertemperatur [°C]:	22,0	Leitfähigkeit (µS/cm):	1121	pH-Wert:	6,34	O ₂ -Gehalt [mg/L]:	0,00	Redoxpot.: <input checked="" type="checkbox"/> unkorrigiert [mV] <input type="checkbox"/> korrigiert [mV]	125,8
Die Vor Ort Parameter können alternativ auf Seite 2 in der letzten Zeile des Pumpprotokolls eingetragen werden									
H ₂ S-Test:	<input type="checkbox"/> positiv <input type="checkbox"/> negativ	K _{S4,3} [mL]: (Verbrauch HCl pro 100 mL Probenvolumen)	<input type="checkbox"/> 0,1M <input type="checkbox"/> 0,01M	K _{B8,2} [mL]: (Verbrauch NaOH pro 100 mL Probenvolumen)	<input type="checkbox"/> 0,1M <input type="checkbox"/> 0,01M				

Standort: Excel
 Ausdruck am 20.02.2017
 Excel: G:\000 Allgemein\Probenahme\Probenahmeprotokolle\
 MF 507-03 V3 PN-Grundwasser

Probenahmeprotokoll Grundwasser
 DIN 38402-A13

Code: MF 507-03
 Version 4
 Datum 29.07.2016
 Seite 2 von 2

Angaben zu Probengefäßen und Konservierung

<input type="checkbox"/> AOX	<input type="checkbox"/> CN/Phenolindex	<input type="checkbox"/> PAK	<input type="checkbox"/> Sulfid	<input type="checkbox"/> 1 L Glas	parameterspez. Konservierung: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> MKW	<input type="checkbox"/> Fe (II)	<input checked="" type="checkbox"/> KS / KB	<input type="checkbox"/> Exzess-N2	<input checked="" type="checkbox"/> 1 L PE-Flasche 2x	
<input type="checkbox"/> PBSM	<input type="checkbox"/> sonst. Organik	<input type="checkbox"/> Anionen	<input type="checkbox"/> CSB	<input type="checkbox"/> HS-Vials <input type="checkbox"/> CuSO4	sonstige Vorbehandlung:
<input type="checkbox"/> TOC	<input type="checkbox"/> Reserve	<input type="checkbox"/> Metalle	<input type="checkbox"/> BSB5	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstige <i>0,5 L PE 0,25 L PE</i>	Gesamtmenge Probe [L]: <i>ca. 5</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung während des Transports				<input type="checkbox"/> Einleitparameter Regenwasserziel	


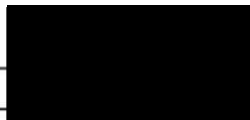


Pumpprotokoll

Uhrzeit	Wasserstand [m u. MP]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert	O ₂ -Gehalt [mg/L]	Redoxpot. [mV] <input checked="" type="checkbox"/> unkorrigiert <input type="checkbox"/> korrigiert	Wasseruhr [m³]	Förderstrom <input checked="" type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m³/h
13:00	4,15	19,5	1108	6,79	0,00	-55,3		0,2
13:05	4,41	19,7	1118	6,88	0,00	-66,5		0,2
13:10	4,42	20,8	1148	6,90	0,00	-88,7		0,2
13:15	4,40	22,5	1146	6,90	0,06	-112,3		0,2
13:20	4,40	24,1	1144	6,90	0,00	-125,5		0,2
13:25	4,45	22,7	1127	6,94	0,00	-133,0		0,2
13:30	4,47	22,0	1127	6,94	0,00	-125,8		0,2
Konstanz bei:		± 0,1°C	± 1 %	± 0,1	± 0,2 mg/L	(innerhalb von 10 Minuten)		

Sonstige Angaben

Bemerkungen

- Wasser sehr früh daher nur unkonservierte Flaschen abgefüllt

Probenehmer:		Unterschrift	
anwesende Person:		Unterschrift	

Anlage zu Prüfbericht 2021P523050

Probe-Nr.: 21517032 / 001

Probenbezeichnung: KRB 5/21

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	7,3		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,79	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	14	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	7,8	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	24	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	29	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	33	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	13	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

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

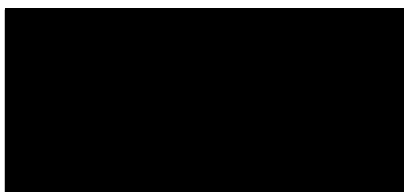
IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Kiel
[Redacted]
Neufeldtstraße 10



24118 Kiel

Prüfbericht-Nr.: 2021P523050 / 1

Auftraggeber	IGB Ingenieurgesellschaft mbH Kiel
Eingangsdatum	28.07.2021
Projekt	19-2107 Kool Kiel, Baufeld B
Material	Grundwasser
Auftrag	19-2107
Verpackung	Glas-, PE-Flaschen, HS-Vial
Probenmenge	ca. 4,7 l
GBA-Nummer	21517032
Probenahme	GBA, [Redacted]
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	28.07.2021 - 04.08.2021
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.



Projektbearbeitung

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.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P523050 / 1

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 COBADEHXXX

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

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer



Prüfbericht-Nr.: 2021P523050 / 1

19-2107 Kool Kiel, Baufeld B

GBA-Nummer		21517032
Probe-Nummer		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		KRB 5/21
Probemenge		ca. 4,7 l
Probenahme		28.07.2021
Probenahme-Uhrzeit		12:40
Probeneingang		28.07.2021
Analysenergebnisse	Einheit	
Grundwasserprobenahme		
pH-Wert		7,3
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mL/L	20
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	1550
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0
Magnesium	mg/L	14
Sulfat	mg/L	7,8
Ammonium	mg/L	0,79
Ammonium-N	mg/L	0,61
Eisen (II)	mg/L	<0,25
Eisen, ges.	mg/L	0,075
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	<15
AOX	mg/L	<0,010
Arsen	mg/L	0,0018
Cadmium	mg/L	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	<0,0010
Blei	mg/L	<0,0010
Nickel	mg/L	0,0062
Zink	mg/L	0,0060
Kupfer	mg/L	<0,0010
Quecksilber	mg/L	<0,00020
TOC	mg/L	1300
Betonaggressivität		
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO ₄ /L	13
Gesamthärte	°dH	29
Härtehydrogencarbonat	°dH	33
Nichtcarbonathärte	°dH	0,0
Chlorid	mg/L	24
Summe BTEX	µg/L	n.n.
Benzol	µg/L	<1,0
Toluol	µg/L	<1,0
Ethylbenzol	µg/L	<1,0
m-/p-Xylol	µg/L	<1,0
o-Xylol	µg/L	<1,0
Summe LCKW	µg/L	0,470
1,1-Dichlorethen	µg/L	<1,0
Dichlormethan	µg/L	<1,0
trans-1,2-Dichlorethen	µg/L	<1,0
1,1-Dichlorethan	µg/L	<1,0

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.: 2021P523050 / 1

19-2107 Kool Kiel, Baufeld B

GBA-Nummer		21517032
Probe-Nummer		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		KRB 5/21
Probemenge		ca. 4,7 l
Probenahme		28.07.2021
Probenahme-Uhrzeit		12:40
cis-1,2-Dichlorethen	µg/L	<1,0
Trichlormethan	µg/L	<0,20
1,1,1-Trichlorethan	µg/L	<0,20
Tetrachlormethan	µg/L	<0,20
1,2-Dichlorethan	µg/L	<1,0
Trichlorethen	µg/L	0,23
1,1,2-Trichlorethan	µg/L	<0,50
Tetrachlorethen	µg/L	0,24
1,1,1,2-Tetrachlorethan	µg/L	<0,10
Vinylchlorid	µg/L	<0,50

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

Prüfbericht-Nr.: 2021P523050 / 1
19-2107 Kool Kiel, Baufeld B
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Grundwasserprobenahme			E DIN 38402-13: 2016-09 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^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
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Ammonium	0,025	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^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
TOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 2019-04 ^a 5
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^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
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Summe BTEX		µg/L	berechnet 5
Benzol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 ^a 5
Toluol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 ^a 5
Ethylbenzol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 ^a 5
m-/p-Xylol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 ^a 5
o-Xylol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 ^a 5
Summe LCKW		µg/L	berechnet 5
1,1-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Dichlormethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5

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.: 2021P523050 / 1
19-2107 Kool Kiel, Baufeld B

Parameter	BG	Einheit	Methode
trans-1,2-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1-Dichlorethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
cis-1,2-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Trichlormethan	0,20	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1,1-Trichlorethan	0,20	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Tetrachlormethan	0,20	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,2-Dichlorethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Trichlorethen	0,10	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1,2-Trichlorethan	0,50	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Tetrachlorethen	0,10	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1,1,2-Tetrachlorethan	0,10	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Vinylchlorid	0,50	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg 2GBA Gelsenkirchen