

Kiel, Quartier „Kool Kiel“
Werftbahnstraße 1 - W1
(Baufeld A, Bebauungsplan nr. 1017V)

Geotechnisches Gutachten (Revision 1)

Auftraggeber

Kap Horn GmbH
Geschwister-Scholl-Allee 66A
14532 Kleinmachnow

Bearbeiter IGB

[REDACTED]
[REDACTED]

Projektnummer

21-2028

Dateiname

21-2028 2021-07-30 10 BER GeoGut Bf

Datum

29.07.2021

Anschrift

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Neufeldtstraße 10
24118 Kiel

Kontakt

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

Änderungshistorie

Revision	Datum	Änderungen
00	14.10.2019	-
01	29.07.2021	Inhalt auf geänderte Anzahl UG angepasst

www.igb-ingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG	6
2	UNTERLAGEN	6
3	ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE	8
	3.1 Örtliche Situation	8
	3.2 Bauvorhaben	11
	3.3 Geotechnische Kategorie	11
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	11
	4.1 Geotechnische Bestandsaufnahme	11
	4.2 Ergänzende Untergrunderkundung 2019	13
	4.3 Untergrundaufbau	15
	4.4 Grundwasserverhältnisse	17
	4.4.1 Wasserstände	17
	4.4.2 Bemessungswasserstand	18
	4.4.3 Betonaggressivität	18
5	BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE	19
	5.1 Korngrößenverteilung	19
	5.2 Glühverlust	20
	5.3 Wassergehalt	20
6	CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERT	20
7	GRÜNDUNG	21
	7.1 Gründungsempfehlungen	22
	7.2 Tiefgründung	23
	7.2.1 Pfahlsysteme	23
	7.2.2 Empfohlene Pfahlsysteme	25
	7.2.3 Charakteristische Pfahlwiderstände	25
	7.2.4 Setzungsverhalten	26
8	BAUGRUBEN UND BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG	26
	8.1 Sohlabdichtung	27
	8.2 Baugrubensicherung	28
	8.3 Trockenhaltung Baugrube und Wasserhaltung	30
9	TROCKENHALTUNG DER BAUWERKE	32

10	ERGÄNZENDE ERKUNDUNGEN	33
10.1	Baugrund	33
10.2	Bestandsbauwerke	34
11	BAUTECHNISCHE HINWEISE.....	34
11.1	Hindernisse im Baugrund.....	34
11.2	Auftriebssicherheit Neubauten	35
11.3	Eignung von Aushubmaterial als Füllboden	35
11.4	Entsorgung Aushubböden.....	35
11.5	Füllmaterial	36
11.6	Kampfmittel.....	36
11.7	Beweissicherung.....	37
11.8	Hinweise zur Kranaufstellung.....	37
11.9	Herstellung von Arbeitsebenen	37
11.10	Versickerungsfähigkeit der Böden	37
12	ZUSAMMENFASSUNG.....	38

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Lagepläne**

- 1.1 Übersichtslageplan
- 1.2 Lageplan der Untergrundaufschlüsse

Anlage 2 **Ergebnisse der Untergrunderkundung**

- 2.1 Wohnturm
- 2.2 Wohnturm
- 2.3 Büroturm

Anlage 3 **Zusammenstellung der Versuchsergebnisse**

Anlage 4 **Kornverteilungskurven**

Anlage 5 **Übersicht Grundwasserstände**

Anlage 6 **Ergebnisse der chemischen Analysen (Prüfberichte)**

- 6.1 Probenahmeprotokolle Grundwasser
- 6.2 Prüfberichte Betonaggressivität Grundwasser

1 VERANLASSUNG

Zwischen Werftbahnstraße und Werftstraße in Kiel ist die Entwicklung des Quartiers „Kool Kiel“ auf drei Baufeldern vorgesehen. Baufeld W1 (Baufeld A) mit der Anschrift „Werftstraße 1“ umfasst die Flurstücke 232 und 147. Hier ist nach aktueller Planung der Neubau eines Wohn- und ein Podium geplant. Für das Baufeld W1 liegt ein vorhabenbezogener Bebauungsplan mit der Nummer 1017V im Entwurf vor.

Für das Baufeld A liegt unser Geotechnische Gutachten vom 14.10.2019 mit Gründungsvarianten je nach Anzahl der Untergeschosse vor. Zudem liegt unsere Orientierende Altlastenerkundung vom 12.09.2019 für das südliche Flurstück mit der Nummer 232 des Baufeldes A vor.

Nach der aktuell vorliegenden Planung ist die Bebauung des gesamten Quartiers mit einem durchgehenden Untergeschoss vorgesehen. Gegenüber der im Geotechnischen Gutachten vom 14.10.2019 betrachteten beiden Untergeschossvarianten sind die Höhenlagen der Bauwerksunterkanten verändert, so dass eine Aktualisierung der Gründungsempfehlungen, Empfehlungen zur Herstellung von Baugruben und weitere bautechnische Hinweise erforderlich wurde.

Die IGB Ingenieurgesellschaft wurde von der Kap Horn GmbH mit der Aktualisierung des Geotechnischen Gutachtens für das Baufeld A (Baufeld W1) in der vorliegenden Revision 01 beauftragt.

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, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld A – Orientierende Altlastenerkundung (Flst. 232), Nr. 19-2106, Datum: 12.09.2019

GeoC GmbH, Kiel

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

AGUA GmbH, Kiel

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

LABELS Projektmanagement GmbH & Co. KG, Berlin

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

Kap Horn GmbH, Kiel

- [6] Grundkarte, übermittelt am 29.07.2019

BKK-3 NJN, Hamburg

- [7] Notiz zum Telefonat mit Herrn Nieswand – Untergeschosse, Höhen der Sohlunterkante und Fertigfußböden Erdgeschosse, Datum: 12.09.2019

Evers und Partner / Stadtplaner, Hamburg

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

Adora MPP Projektmanagement GmbH, Hamburg

- [9] Bunkeranlage auf dem Flurstück 147, Lagepläne, Grundrisse und Fotos, erhalten am 19.02.2021

MVRDV, Rotterdam

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

Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten – Kampfmittelräumdienst, Felde

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

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

- [13] Gestattung über die Ausführung von Aufschlüssen, hier: Wertbahnstraße 6 (Fl. 14; Flst. 147) in Kiel, vom 26.03.2019
- [14] Gestattung über die Ausführung von Aufschlüssen, hier: Wertbahnstraße 6 (Fl. 13; Flst. 232) in Kiel, vom 06.08.2019
- [15] Bescheid über die Überprüfung auf Kriegsaltlasten, hier: Wertbahnstraße 6 (Fl. 13; Flst. 232) in Kiel, vom 29.07.2019

Volckmann Bohrunternehmen GmbH, Owschlag

[16] Lageplan, Aufmaß, Schichtenprofile und Bodenproben der Aufschlüsse KRB 1/19 bis KRB 6/19 mit Ausführung am 19. und 22.08.2019

Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal

[17] Lageplan, Aufmaß, Sondierdiagramme der Drucksondierungen CPT 1/19 bis 6/19, Ausführung am 29.08.2019

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 [5] 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 Bild 1 dargestellt.

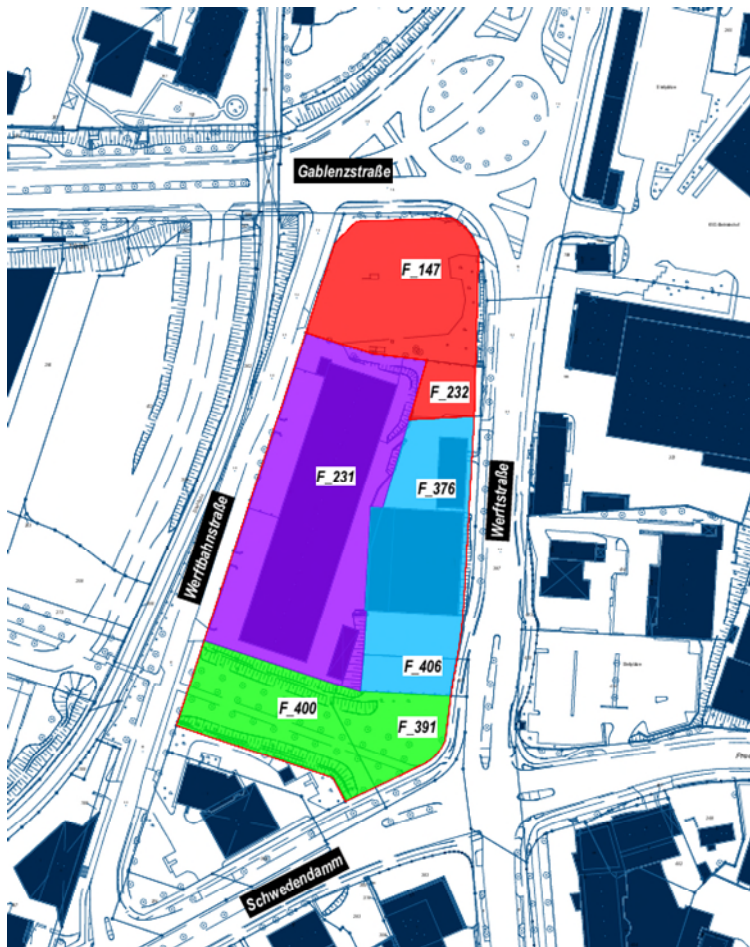


Bild 1 Übersichtsplan des Planungsgebiets „Kool Kiel“ (aus [U4])

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 [8] tlw. wie folgt bezeichnet werden:

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

In Anlehnung an die aktuellen Planunterlagen [8] 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 W1

Das Baufeld W1 befindet sich im nördlichen Bereich des Planungsgebietes. Nördlich schließen die Gablenzstraße, westlich die Werftbahnstraße, östlich die Werftstraße und südlich die Baufelder W8 und Wulf 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 W1, eine tiefergelegene Güterbahnlinie sowie das Sport- und Freizeitbad Kiels.

Das nördliche Flurstück 147 auf dem Baufeld W1 ist aufgrund der Vornutzung als Tankstelle (1935 bis 1988) als Altstandort (AS) 283 eingestuft, vgl. [3] und [4]. Gemäß [4] wurde die Tankstelle einschließlich Nebengebäude und Tanks im Jahr 1988 zurückgebaut. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Teile der ehemaligen Bauwerke und Tanks noch vorhanden sind.

Zudem ist auf dem nördlichen Bereich des Baufeldes W1 (Flst. 147) ein unterirdischer Bunker mit Abmessungen von ca. 28 m x 37 m vorhanden, vgl. [9]. Die Decke der Bunkeranlage befindet sich unmittelbar unter der Geländeoberkante und die Zugänge sowie Lüftungsschächte sind noch zu erkennen. Über die Gründung und die Tiefe des Bunkers liegen uns keine Informationen vor. Zurzeit steht das Wasser gemäß Archivfotos [9] in der Bunkeranlage.

In der Anlage 1.2 ist u. a. die Lage von Tanks und eines Lagergebäudes der ehemaligen Tankstelle sowie des unterirdischen Bunkers gekennzeichnet.

Zum südöstlichen Flurstück 232 liegt unsere orientierende Altlastenerkundung [2] vor, nach der die aufgefüllten Böden analog zum nördlichen Grundstücksteil stark schadstoffbelastet sind.

Das Baufeld ist aktuell überwiegend wild bewachsen. Bereichsweise sind Oberflächenbefestigungen oder oberflächennah die Bunkeranlage vorhanden. Auf dem nördlichen Grundstücksteil ist in Teilbereichen eine Oberflächenabdichtung mit Kunststoffdichtungsbahn aus der temporären Sicherung nach [4] vorhanden.

Ein Vermessungsplan mit Geländehöhenangaben lag uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor. Gemäß Erkundungen befinden sich die Geländeoberkante auf einem Niveau zwischen ca. + 6,0 m NHN und + 8,2 m NHN, vgl. Anlage 2.

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

3.2 Bauvorhaben

Im westlichen Bereich von Baufeld W1 ist der Neubau eines Wohnturms mit 18 aufgehenden Vollgeschossen sowie im südöstlichen Bereich ein Büroturm mit 14 -aufgehenden Vollgeschossen geplant. Zwischen den Wohn- und Bürotürmen ist ein Podium mit 3 aufgehenden Vollgeschossen vorgesehen. Die Gesamthöhe vom Wohnturm ist in [8] mit 67 m, vom Büroturm mit 49,6 m und vom Podium mit 10,4 m angegeben. Der Gebäudekomplex soll mit einem durchgehenden Untergeschoss als Tiefgarage errichtet werden, vgl. [8], die auch mit den Tiefgaragen der benachbarten Baufelder W8 und Wulf verbunden ist.

Die Bauwerksunterkante für den Büroturm ist nach [10] in + 0,83 m NHN und für den Wohnturm in + 0,38 m NHN geplant.

Wir weisen an dieser Stelle darauf hin, dass zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung gemäß damaliger Planung aus [7] von einem Untergeschoss mit deutlich geringerer Tiefe ausgegangen wurde.

Nach Auskunft vom Auftraggeber wird die Bunkeranlage im Baufeld W1 zurückgebaut.

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

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 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

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.

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

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 inhomogene 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 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.

Vereinzelnd 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 fein-körnige 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 setzungempfindliche organische Weichschichten in Form von Sand- oder Torfmudden sowie Torfe oder bindige Böden mit weicher Konsistenz angetroffen. Diese setzungempfindlichen Bodenarten weisen Mächtigkeiten von rd. 1,7 m auf. Unterlagernd wurden Sande, Geschiebeböden oder Beckenschluffe bzw. Wechsellagerungen der o. g. Bodenarten erkundet.

4.2 Ergänzende Untergrunderkundung 2019

Das nachfolgend beschriebene Untergrunderkundungsprogramm war auftragsgemäß und der damaligen Planung aus [7] entsprechend für Gebäude mit einem Untergeschoss mit deutlich geringerer Tiefe ausgelegt. Entsprechend wurden keine Untergrundaufschlüsse im Bereich des aktuell nach [8] geplanten Podiums ausgeführt. In diesem Bereich werden die Untergrundausschlüsse zunächst extrapoliert.

Aufgrund des bestehenden Kampfmittelverdachts und der Gestattung zur Ausführung von Aufschlüssen mit Durchmesser von ≤ 50 mm wurden auftragsgemäß zur Erkundung zunächst nur Kleinrammbohrungen und Drucksondierungen ausgeführt, vgl. von [11] bis [15].

Im Rahmen von Altlastenerkundungen im Jahr 2008 wurden u. a. zehn Kleinrammbohrungen (KRB 14/08 bis KRB 23/08) geologisch aufgenommen und davon sechs Sondierungen zu Grundwassermessstelle (BS 18/08 bis BS 22/08) ausgebaut, vgl. [3]. Demnach wurde der Untergrund mit den Kleinrammbohrungen überwiegend bis in Tiefen von rd. 6 m unter der damaligen Geländeoberkante (GOK) erkundet; dies entspricht Erkundungstiefen bis maximal rd. -1,2 m NHN.

Gemäß der Kampfmittelverordnung⁵ von Schleswig-Holstein besteht für die Stadt Kiel genereller Kampfmittelverdacht. Die Aufschlussarbeiten mit Durchmessern von ≤ 50 mm konnten gemäß [11] bis [15] ohne Begleitung einer Fachkraft mit Befähigungsschein gemäß § 20 Sprengstoffgesetz ausgeführt werden.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Informationen von den benachbarten Grundstücken sowie aus den Alterkundungen auf dem Baufeld W1, Flst. 232 wurde eine ergänzende Baugrunderkundung durchgeführt. Insbesondere zur Feststellung der Auffüllungsmächtigkeit und -art sowie zur Gewinnung von Bodenproben wurden am 19.08.2019 und 22.08.2019 sechs Kleinrammbohrungen (KRB) bis in Tiefen zwischen rd. 6 m und 11 m unter GOK ausgeführt. Zudem wurden am 29.08.2019 sechs Drucksondierungen (CPT) bis in Tiefen zwischen rd. 30 m und 36 m unter GOK niedergebracht.

Die Kleinrammbohrungen KRB 6a/19 bis KRB 6c/19 wurden aufgrund eines Hindernisses zwischen rd. 1,3 m und 4,5 m Tiefe dreimal abgebrochen und der Ansatzpunkt jeweils versetzt.

Die Drucksondierung CPT 1/19 musste aufgrund des Erreichens der maximalen Auslastung in der Tiefe von rd. 22 m unter GOK abgebrochen und der Ansatzpunkt versetzt werden.

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

Die Altaufschlusspunkte 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, u. a. der Bunker, berücksichtigt.

Die Ansatzhöhen der aktuellen Aufschlusspunkte wurden entsprechend des aktuellen Geländeverlaufs auf Koten zwischen rd. + 6,0 m NHN und + 8,2 m NHN eingemessen. Als Höhenbezugspunkt (HBP) für die höhenmäßige Einmessung diente eine Grundwassermessstelle in der Werftbahnstraße. Gemäß [3] weist die Oberkante des Deckels eine Höhe von + 4,87 m NHN auf. Der HBP ist lagemäßig in der Anlage 1.2 dargestellt.

Wir empfehlen die Höhe des HBP durch einen Vermesser prüfen zu lassen.

⁵ Kampfmittelverordnung SH 2012: 05/2012: Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel

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.

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 W1 relevanten Altaufschlüsse aus [3] mit dargestellt. Die Altaufschlüsse wurden auf Plausibilität geprüft und ansonsten ohne Änderungen übernommen.

Den aktuellen Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [16] zugrunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche überarbeitet und ergänzt wurden.

Demnach stehen im Bereich der Bebauungsflächen des Baufeldes W1 unterhalb der bereichsweise vorhandenen Oberflächenbefestigung (z. T. Asphalt) bzw. der Geländeoberkante zunächst heterogen zusammengesetzte Auffüllungen mit großen Mächtigkeiten an. Die inhomogenen Auffüllungen weisen überwiegend rollige Eigenschaften auf, abschnittsweise sind jedoch bindige Auffüllungshorizonte zwischengelagert. Darunter wurden Torfe erkundet. Unterhalb der Torfschicht stehen überwiegend mitteldicht gelagerte Sande mit eingelagerten Schlufflinsen und -streifen an.

Gemäß den durchgeführten Drucksondierungen ist unterhalb der Sande mit tragfähigen, mitteldicht und dicht gelagerten Beckensande mit unregelmäßigen Einlagerungen und Mächtigkeiten von Beckenschlufflagen bzw. mit einer Wechsellagerung aus Beckenschluff/Beckensand zu rechnen.

Die einzelnen Bodenschichten werden nachfolgend näher beschrieben.

Auffüllungen

Als Auffüllungen sind sowohl Sande als auch gemischtkörnige Böden vorhanden. Die aufgefüllten Sande sind überwiegend locker gelagert. Die aufgefüllten gemischtkörnigen Böden weisen überwiegend 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, Holzreste und Schlacke sowie weitere Fremdbestandteile vorhanden. Zudem sind die Auffüllungen bereichsweise mit Organik durchsetzt.

Die Mächtigkeit der aktuell erkundeten Auffüllungen variiert zwischen rd. 3,3 m und mindestens 7 m (KRB 4/19), demnach liegt die Basis der Auffüllungen bei rd. + 4,5 m NHN bis mindestens - 0,1 m NHN.

In den Auffüllungen ist mit Hindernissen in Form von Bauschuttresten, alten Gründungselementen, ggf. alten Schächte etc. zu rechnen. Im Rahmen der aktuellen Baugrunderkundungen wurden Hindernisse im südöstlichen Bereich des Baufeldes W1 ab einer Tiefe von rd. 1,3 m unter GOK angetroffen, d. h. etwa + 6,9 m NHN, vgl. Anlage 2 (KRB 6a/19 bis KRB 6c/19). Da jedoch Auffüllungen bis in eine Tiefe von rd. 7 m unter GOK, d. h. etwa - 1,2 m NHN angetroffen wurden, können bis in diese Tiefen anthropogene Hindernisse vorhanden sein.

Torf

Bis zur Endteufe der Kleinrammbohrungen wurden unmittelbar unterhalb der Auffüllungen an zwei Untersuchungspunkten holozäne Ablagerungen in Form von Torf erkundet. Hierbei handelt es um mäßig zersetzten bis stark zersetzten Torf.

Im Rahmen der Alterkundungen wurde diese Torfschicht auf dem gesamten Baufeld W1 erkundet, vgl. [3] und [4].

Gemäß der Drucksondierungsergebnisse wurden Torfe, außer mit CPT 6/19, auf dem gesamten Baufeld W1 erkundet. Die Torfschicht mit einer Unterkante zwischen rd. 6,5 m und 7,0 m unter GOK, d. h. ca. + 0,6 m NHN und 0,8 m NHN, ist überwiegend rd. 1 m mächtig.

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. Demnach kann zunächst davon ausgegangen werden, dass die Torfmächtigkeit auf dem Baufeld W1 von Westen nach Osten abnimmt.

Obere Sande

Gemäß aller vorliegender Informationen sowie unserer Erfahrungen aus der Umgebung stehen auf dem Baufeld W1 unterhalb der Torfschicht bzw. bereichsweise unmittelbar unterhalb der Auffüllungen Sande an. Örtlich können organische Einlagerungen in den Sanden vorhanden sein, vgl. KRB 3/19. Die oberen Sande weisen zunächst eine lockere bis mitteldichte, mit zunehmender Tiefe eine überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerung auf.

Ein Übergang von den oberen Sanden zu den darunter folgenden Beckenablagerungen in Form von Beckenschluffen konnte nur in der südwestlichen Hälfte des Wohnturms aus den Drucksondierungsergebnissen abgeleitet werden, vgl. CPT 3/19, CPT 1/19 und CPT 4/19 in Anlage 2. Hierbei variieren die Unterkanten der oberen Sande zwischen rd. 9 m und 14 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. - 2,2 m und - 6,4 m NHN.

In der östlichen 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 5/19 in Anlage 2.3.

Beckenablagerungen

Die Sande bzw. die Torfschicht 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.

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. Die in den Altprofilen angegebenen Wasserstände wurden ohne Änderungen übernommen. Des Weiteren wurden die Grundwasserstände in den vorhandenen Grundwassermessstellen GWM 1/19 und GWM 2/10 aus [4] aktuell gemessen. Die Ergebnisse aller Grundwasserstandsmessungen sind in Anlage 5 zusammengetragen.

Gemäß den Messergebnissen steht Grundwasser in den Auffüllungsschichten oberhalb der gering durchlässigen Torfschicht (oberer Grundwasserleiter) saisonal zwischen rd. 3 m und 6 m unter GOK, entsprechend zwischen ca. + 2 m NHN und + 3 m NHN, an.

Die im November 2008 gemessenen Wasserstände sind überwiegend höher als die im August 2019 gemessenen Werte. Ob dies jahreszeitlich bedingt ist oder es sich um ein generelles Absinken des Grundwassers handelt ist nicht abzuleiten.

Im gesamten Baufeld wurde eine annähernd flächig vorhandene Torfschicht erkundet, die grundwasserstauend wirkt. Örtlich wurde die Torfschicht nicht erkundet, vgl. CPT 6/19. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass es lokal hydraulische Verbindungen der beiden Grundwasserleiter gibt. 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 5, wird für den gesamten Gebäudekomplex auf dem betrachteten Baufeld der nachfolgende Bemessungswasserstand für den oberen Grundwasserleiter angegeben:

Bemessungswasserstand oberer Grundwasserleiter: + 4,0 m NHN

Der angegebene Bemessungswasserstand berücksichtigt, dass unterhalb von Bauteilen und neben Bauteilen (Baugrubenringräume) ausreichend durchlässige Materialien eingebaut werden, vgl. dazu Abschnitt 11. Zu dem Bemessungswasserstand sind zudem unsere Hinweise in Abschnitt 11 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 Betonaggressivität

Am 21.08.2019 wurden von der Firma GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg, aus den beiden bestehenden Grundwassermessstellen, GWM 22/08 und GWM 2/10, vgl. Lageplan in Anlage 1.2, jeweils eine Wasserprobe aus dem oberen Grundwasserleiter entnommen und vor Ort die Feldparameter Färbung, Geruch, Trübung, Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Redoxpotential bestimmt, vgl. beigefügte Probenahmeprotokolle in Anlage 5.1.

Die Wasserprobenahmen erfolgten jeweils als Pumpprobe. Die Wasserproben wurden anschließend im Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH auf betonaggressive Inhaltstoffe nach DIN 4030⁶ analysiert.

Das untersuchte Grundwasser aus dem oberen Grundwasserleiter ist demnach als „nicht betonangreifend“ in die Expositionsklasse XA0 einzustufen. Die zugehörigen Prüfberichte liegen als Anlage 5.2 bei.

Bzgl. der Betonaggressivität des Grundwassers im unteren Grundwasserleiter wird auf Abschnitt 10 verwiesen.

5 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Während der aktuellen Baugrunderkundung wurden mittels der Kleinrammbohrungen durch das Bohrunternehmen insgesamt 46 gestörte Bodenproben entnommen. Zur Klassifikation der Böden wurden an ausgewählten Proben nach erfolgter Bodenansprache entsprechend der DIN EN ISO 14688-1⁷ in unserem Labor bodenmechanischen Versuche durchgeführt.

Im Einzelnen wurden an sieben Proben aus den Auffüllungen die Kornverteilung und an einer Probe der Glühverlust ermittelt. Des Weiteren wurden aus der Torfschicht an einer Probe der Wassergehalt und an einer weiteren Probe der Glühverlust bestimmt. Eine Übersicht der durchgeführten Laborversuche kann der Anlage 3 entnommen werden.

5.1 Korngrößenverteilung

Zur Klassifizierung der aufgefüllten Böden wurden diese kornanalytisch nach DIN EN ISO 17892-4⁸ untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Korngrößenanalysen sind mit Angabe der jeweiligen Probeentnahmetiefe in der Anlage 4 in Form von Kornverteilungskurven grafisch dargestellt.

Bei den untersuchten sieben Proben aus rolligen Auffüllungen handelt es sich um Sande, bereichsweise mit schluffigen und kiesigen Anteilen. Der Schlämmkornanteil (Korn- $\emptyset \leq 0,063$ mm) der untersuchten Proben liegt zwischen rd. 11,7 % und 31,9 %.

⁶ DIN 4030: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase, Stand 2008/06

⁷ DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden (12/2013)

⁸ DIN EN ISO 17892-4:2017-04 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben, Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

5.2 Glühverlust

Zur Ermittlung organischer Bodenbestandteile der rolligen Auffüllungen sowie der Torfschicht wurde der Glühverlust gemäß DIN 18128⁹ bestimmt. Die Ergebnisse können auch der Anlage 3 entnommen werden.

Dabei wurden folgende Glühverluste ermittelt:

Auffüllung	(1 Versuch)	$V_{GI} = 3,5 \%$
Torf	(1 Versuch)	$V_{GI} = 42,0 \%$

Nach Tabelle 3 der DIN EN ISO 14688-2¹⁰ sind die untersuchte Auffüllungsprobe als schwach organisch und die Torfprobe als stark organisch zu bezeichnen

5.3 Wassergehalt

An einer repräsentativen Probe des Torfs wurde der Wassergehalt durch Ofentrocknung bei 105°C nach DIN EN ISO 17892-1¹¹ bestimmt. Das Ergebnis und die Entnahmetiefe sind zusätzlich tabellarisch in der Anlage 3 hinterlegt.

Folgender Wassergehalt wurde ermittelt:

Torf	$w = 153,8 \%$	(1 Versuch)
------	----------------	-------------

Der ermittelte Wassergehalt ist typisch für den Torf unterhalb des Grundwasserspiegels.

6 CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERT

Auf Grundlage der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1¹² die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen für das Planungsgebiet in Ansatz gebracht werden.

⁹ DIN 18128:2002-02 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes

¹⁰ DIN 14688-2:2018-05 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Untersuchung – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierung

¹¹ DIN EN ISO 17892-1:2015-03 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben, Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts

¹² DIN EN 1997-1: 2009-09, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul $E_{s,k}$ MN/m ²	Bodengruppe DIN 18196 ¹³
	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

7 GRÜNDUNG

Die Planung sieht für den Wohn- und den Büroturm sowie das Podium eine durchgehende Unterkellerung vor. Gemäß aktueller Planung soll die durchgehende Unterkellerung mit einem Geschoss ausgeführt werden, vgl. [8].

¹³ DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

7.1 Gründungsempfehlungen

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

Die derzeitige Geländeoberkante liegt gemäß aktuellen Erkundungen im Bereich des geplanten Wohnturms zwischen rd. + 6,0 m NHN und + 7,6 m NHN sowie im Bereich des Büroturms zwischen rd. + 6,9 m NHN und + 8,2 m NHN. Im Bereich des Podiums liegen keine Untergrundaufschlüsse vor.

Auf dem Baufeld W1 ist die Bauwerksunterkante des durchgehenden Untergeschosses im Bereich des Büroturms auf + 0,83 m NHN und im Bereich des Wohnturms auf + 0,38 m NHN geplant, vgl. [10].

Die Bauwerksunterkante des geplanten Wohnturms mit einem Untergeschoss liegt überwiegend in den heterogen zusammengesetzten Auffüllungen, vgl. Abschnitt 4 sowie Anlagen 2.1 und 2.2.

Die Bauwerksunterkante des geplanten Büroturms mit einem Untergeschoss liegt im nördlichen Bereich in den heterogen zusammengesetzten Auffüllungen und tlw. in der Torfschicht. Im südlichen Bereich des Büroturms liegt die Bauwerksunterkante in den Schichten der gewachsenen Sande. Diese Schichten sind von einer Wechsellagerung von Beckenschluffen und Sanden unterlagert, vgl. Abschnitt 4 sowie Anlagen 2.3.

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

Die Sande weisen eine mindestens mitteldichte Lagerungen auf und sind somit als tragfähig und für die direkte Abtragung der geplanten Gebäudelasten als geeignet zu beurteilen.

Unterlagernde Beckensande mit mindestens mitteldichter Lagerung sind ebenfalls gut für einen Lastabtrag geeignet.

Die Tragfähigkeit der in Wechsellagerung anstehenden Beckenschluffe und Beckensande, vgl. CPT 5/19 und CPT 6/19, kann anhand der vorliegenden indirekten Aufschlüsse nicht abschließend bewertet werden. Hierfür wäre die Ausführung von direkten Aufschlüssen und bodenmechanischen Laborversuchen an diesen Böden erforderlich.

An dieser Stelle weisen wir darauf hin, dass im Bereich des geplanten Podiums noch keine Baugrundaufschlüsse ausgeführt wurden. Daher ist die nachfolgende Gründungsempfehlung im Bereich des Podiums 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. [7] und [4], voraussichtlich nicht wirtschaftlich. Entsprechend empfehlen wir für den Gebäudekomplex auf dem Baufeld W1 die Ausführung einer Tiefgründung.

7.2 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.

7.2.1 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 Innenrohrummung 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 kopfgeramnten Systemen sind die innenrohrgeramnten 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.

Größere 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.

7.2.2 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 Fußausrammung sowie Vollverdrängungsbohrpfählen. Diese Empfehlung ist vorbehaltlich der Verträglichkeit der Bestandsbebauung gegenüber der Rammung (Ortbetonrammpfähle) sowie der Ergebnisse der ergänzenden Baugrunderkundung, vgl. Abschnitt 10.

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.

7.2.3 Charakteristische Pfahlwiderstände

Nach Vorliegen von Ergebnissen ggf. weiterer Aufschlüsse, vgl. Abschnitt 10, 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 Innenrammung 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 1997-1¹⁴ und in den EA-Pfähle¹⁵ u. a. auch zu Pfahlgruppenwirkungen zu beachten.

7.2.4 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.

8 BAUGRUBEN UND BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG

Für die Herstellung der Untergeschosse ist die Ausführung einer Baugrube erforderlich. In Nachfolgend werden Hinweise zur Sicherung und Trockenhaltung dieser Baugrube gegeben.

Die Bauwerksunterkanten des Wohnturms sowie des Büroturms liegen bei Ausführung eines Untergeschosses nach [10] bei etwa 7 m unter GOK, entsprechend + 0,38 m NHN (Wohnturm) und bei etwa 6-m unter GOK, entsprechend + 0,83 m NHN (/Büroturm)

Bei beiden Gebäuden wurden in diesen Tiefen bereichsweise nichtbindige und bindige Auffüllungen, Torfschichten sowie gewachsene Sande erkundet, vgl. Anlage 2. Unter Berücksichtigung der Ausbildung einer Filterschicht von rd. 0,4 m werden die Baugrubensohlen entsprechend in Tiefen von rd. 7,4 m unter GOK, entsprechend rd. ± 0,0 m NHN (Wohnturm) und bei rd. 6,4 m unter GOK, entsprechend rd.+ 0,4 m NHN (Büroturm) angenommen.

Im Bereich des Wohnturms wurde Grundwasser im Mittel bei ca. + 2,5 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. - 0,5 m NHN und somit ein Absenkmaß zwischen rd. 3,0 m und 4,5 m.

Im Bereich des Büroturms wurde Grundwasser im Mittel bei ca. + 2,3 m NHN erkundet, sodass die Baugrube in das Grundwasser einbinden wird. Unter Berücksichtigung der Grundwasserstandsmessungen und dem in Abschnitt 4.4.2 angegebenen Bemessungswasserstand Es ergibt sich ein Absenkziel (0,5 m unter Baugrubensohle) von - 0,1 m NHN und somit ein maximales Absenkmaß zwischen rd. 2,4 m und 4,1 m.

¹⁴ DIN EN 1997-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik (03/2014)

¹⁵ EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage (2012)

Für den Bereich des geplanten Podiums liegen uns keine Höhenangaben zur Bauwerkunterkante vor. Näherungsweise kann hier das Grundwasserabsenkmaß aus den Bereichen von den benachbarten Gebäudeteilen angenommen werden.

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 des angeschnittenen unteren Grundwasserleiters (vgl. CPT 2/19 im Bereich des Wohnturms sowie CPT 6/19 im Bereich des Büroturms) ist zudem mit großen Wassermengen zu rechnen, die gefördert und in ein Oberflächengewässer oder die Kanalisation eingeleitet werden müssen. Zudem ist aufgrund der bekannten Schadstoffbelastung des oberen Grundwasserleiters, vgl. [3] und [4], von aufwendigen Wasseraufbereitungen bzw. erhöhten Einleitgebühren auszugehen.

Generell ist die Genehmigungsfähigkeit von Grundwasserabsenkungsmaßnahmen in solcher Größenordnung unwahrscheinlich. Zudem haben die öffentlichen Kanäle oft keine ausreichende Aufnahmekapazität.

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 Baugrubensohlen ist kein durchgängiges gering durchlässiges Schichtenpaket erkundet worden, welches als natürliche Dichtsohle genutzt werden könnte. Entsprechend ist eine hoch- oder tiefliegende künstliche Dichtsohle herzustellen.

8.1 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 Trogbaugrube 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.

8.2 Baugrubensicherung

Oberhalb des Grundwassers und dort wo es die Platzverhältnisse zulassen, können die Baugrubenseiten gebösch (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 4124 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 11.1, 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 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 Bohrpfählen ist die Beseitigung von Hindernissen verfahrensbedingt nicht erforderlich bzw. im Vergleich zu Spundwänden weniger aufwändig, da sie im Regelfall mit Hilfe des gleichen Bohrergeräts 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 Bohrpfahl- 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 auszusteiern. Die Rückverankerung von Verbauwänden kann mittels Verpressankern nach DIN EN 1537¹⁶ erfolgen.

Die Vorbemessung von temporären Verpressankern nach DIN EN 1537 kann auf Grundlage der Tabellen von Ostermayer¹⁷ 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 Herauszieh Widerständen 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.

8.3 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.

Vor und während der Erdarbeiten muss das Grundwasser innerhalb der Trogbaugruben 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 Trogbaugrube mittels Schwerkraftbrunnen gefasst und abgeleitet werden. Bei der Anordnung der Schwerkraftbrunnen und der Filterstrecken sind die eingelagerten bindigen Bodenschichtungen zu

¹⁶ DIN EN 1537: Ausführung von geotechnischen Arbeiten im Spezialtiefbau – Verpressanker, (07/2014)

¹⁷ Ostermayer, H: Verpressanker, Grundbau Taschenbuch Teil 2, Vierte Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

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.

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 bindige Böden, u. a. Beckenschluff, 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 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. Im Rahmen der weiteren Untersuchungen sollte das Grundwasser im Hinblick auf eine Ableitung chemisch untersucht werden.

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.

9 TROCKENHALTUNG DER BAUWERKE

Es muss damit gerechnet werden, dass der geplante Gebäudekomplex auf dem Bau-
feld W1 in den Grundwasserhorizont einbindet. Demnach sind die erdberührten Bauteile
gemäß DIN 18533-1¹⁸ in die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drü-
ckendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe) einzustufen, vgl. Tabelle 2.

Es kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass das Grundwasser innerhalb der ehe-
maligen Baugruben temporär bis zur Oberkante des nach Herstellung des Untergeschos-
ses verbleibenden Baugrubenverbau ansteigt, sofern keine geeigneten Maßnahmen zur
Begrenzung ergriffen werden. Dies kann z. B. mittels Entlastungsbohrungen/-öffnungen in
den Verbauwänden erfolgen.

¹⁸ DIN 18533-1: Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze (07/2017)

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 der Kellergeschosse kann z. B. als „Weiße Wanne“ mittels einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion erfolgen. Bei Ausführung einer „Weißen Wanne“ kann infolge des Wassereinstaus eine Wasserdampfdiffusion im Kellergeschoss 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.

10 ERGÄNZENDE ERKUNDUNGEN

10.1 Baugrund

Das durchgeführte Erkundungsprogramm war auftragsgemäß für die zwei Gebäude (Wohnturm und Büroturm) mit jeweils einem Untergeschoss sowie unter Berücksichtigung der Kampfmittelgestattung zur Ausführung von Aufschlüssen mit Durchmessern von ≤ 50 mm und bestehenden Bauwerke, u. a. der Bunker, ausgelegt. Entsprechend wurden keine Erkundungen im Bereich des Podiums gemäß aktueller Planung aus [8] 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 22475-1 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 Pfahlbemessung empfehlen wir zudem weitere Drucksondierungen über die gesamte Grundrissfläche zur Verdichtung des Rasters auszuführen.

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

10.2 Bestandsbauwerke

Im Untergrund verbliebene Bauwerke und deren Gründung sollten erkundet werden. Insbesondere der ehemalige Luftschutzbunker sollte hinsichtlich der Höhenlagen, Ausdehnung und Gründungselemente untersucht werden.

11 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.

11.1 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.

11.2 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.

11.3 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.

11.4 Entsorgung Aushubböden

Gemäß [2] bis [4] 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.

11.5 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.

11.6 Kampfmittel

Gemäß [11] bis [15] besteht für das betrachtete Grundstück bzw. die Baufeldfläche Kampfmittelverdacht. Zu den unmittelbar angrenzenden Verkehrsflächen liegen uns keine Informationen vor. Auf den Nachbargrundstücken gibt es tlw. Flächen mit Kampfmittelverdacht.

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 Kampfmittelondierungen 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.

11.7 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.

11.8 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.

11.9 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.

11.10 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 W1 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 138¹⁹, durchzuführen. Wir weisen darauf hin, dass bei der Planung von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser der Boden- und Gewässerschutz zu beachten ist.

12 ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen Werftbahnstraße und Werftstraße in Kiel ist die Entwicklung des Quartiers „Kool Kiel“ auf drei Baufeldern vorgesehen. Auf dem Baufeld W1 ist der Neubau eines Wohnturm mit 18 aufgehenden Vollgeschossen, eines Büro- und Gewerbeturms mit 14 aufgehenden Vollgeschossen sowie ein Podium mit 3 aufgehenden Vollgeschossen und mit einem durchgehenden Untergeschoss geplant.

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 W1 beauftragt. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde das Geotechnische Gutachten vom 14.10.2019 [1] für den aktuellen Planungsstand aus [8] überarbeitet.

In Ergänzung zu den vorher vorliegenden Aufschlüssen wurden 2019 Kleinrammbohrungen und Drucksondierungen abgeteuft. Demnach stehen im Bereich der beiden Bebauungsflächen auf dem Baufeld W1 unterhalb der bereichsweise vorhandenen Oberflächenbefestigung bzw. der Geländeoberkante zunächst heterogen zusammengesetzte, überwiegend rollige Auffüllungen mit großer Mächtigkeiten an. Darunter folgt eine Torfschicht, die von Sanden 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.

Bei den geplanten Höhen der Bauwerksunterkanten ist der Gebäudekomplex auf dem Baufeld W1 tief zu gründen. In Abschnitt 7.2 werden allgemeine Angaben für Tiefgründungen mit vorläufigen Pfahlwiderständen und vorläufig zu erwartenden Setzungen gegeben.

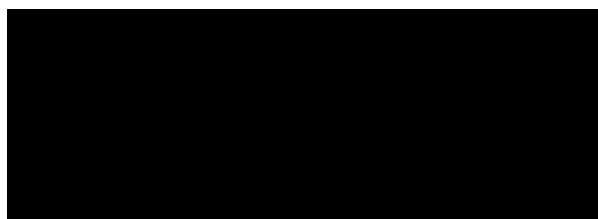
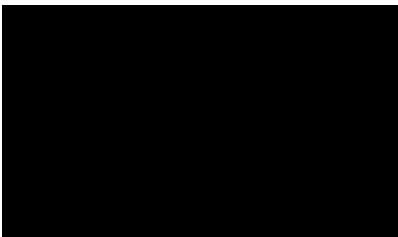
¹⁹ DWA-A 138 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (04/2005)

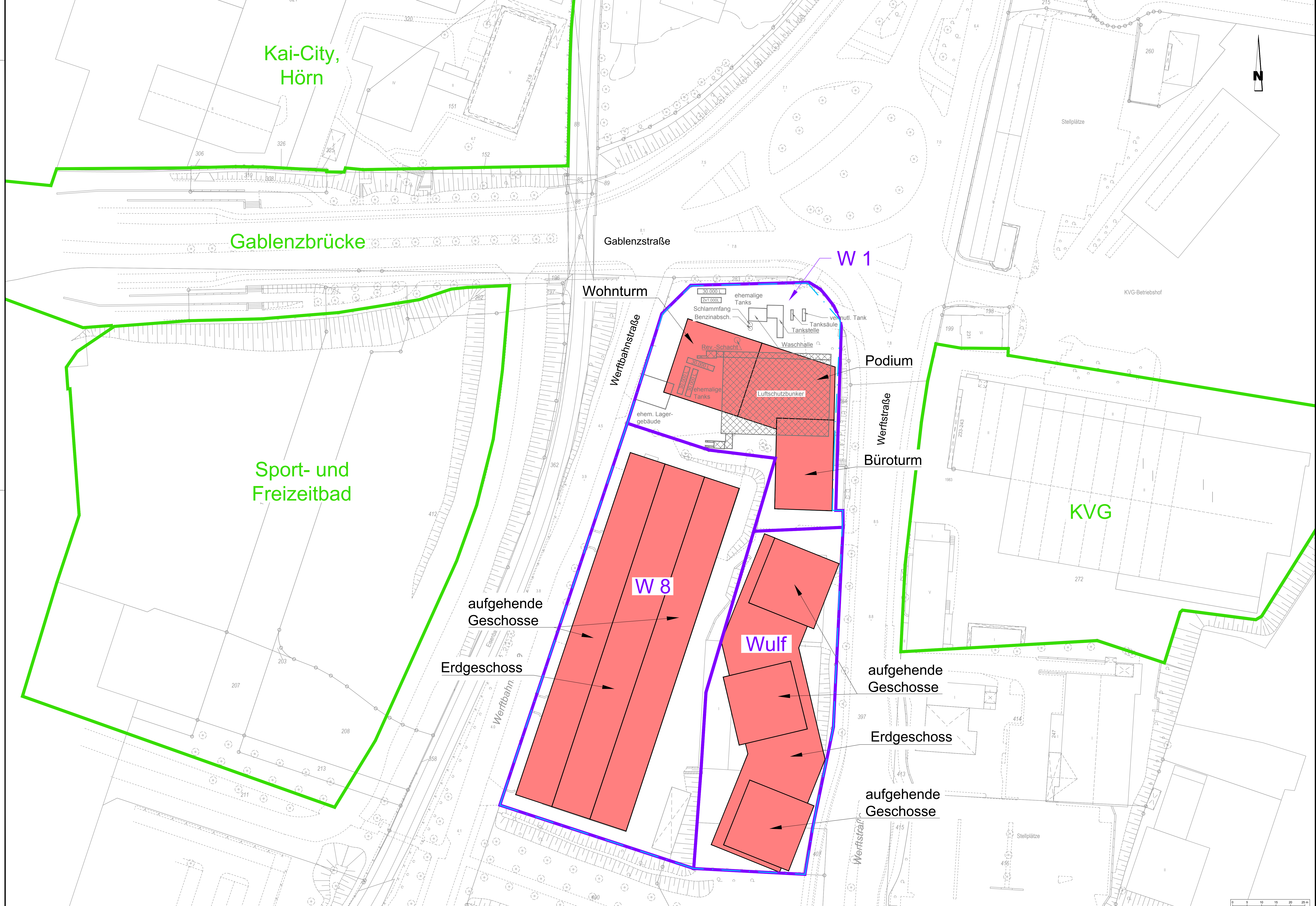
Für die bauzeitliche Trockenhaltung wird die Ausführung einer Trogbaugrube mit wasserdruckhaltendem Verbau und künstlicher Dichtsohle empfohlen.

Das Untergeschosse ist ~~sind~~ größtenteils gegen drückendes Wasser abzudichten.

Es wird eine ergänzende Baugrunderkundung und eine Erkundung der im Baugrund vorhandenen Bauwerke, insbesondere des Luftschutzbunkers, 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

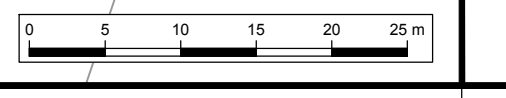


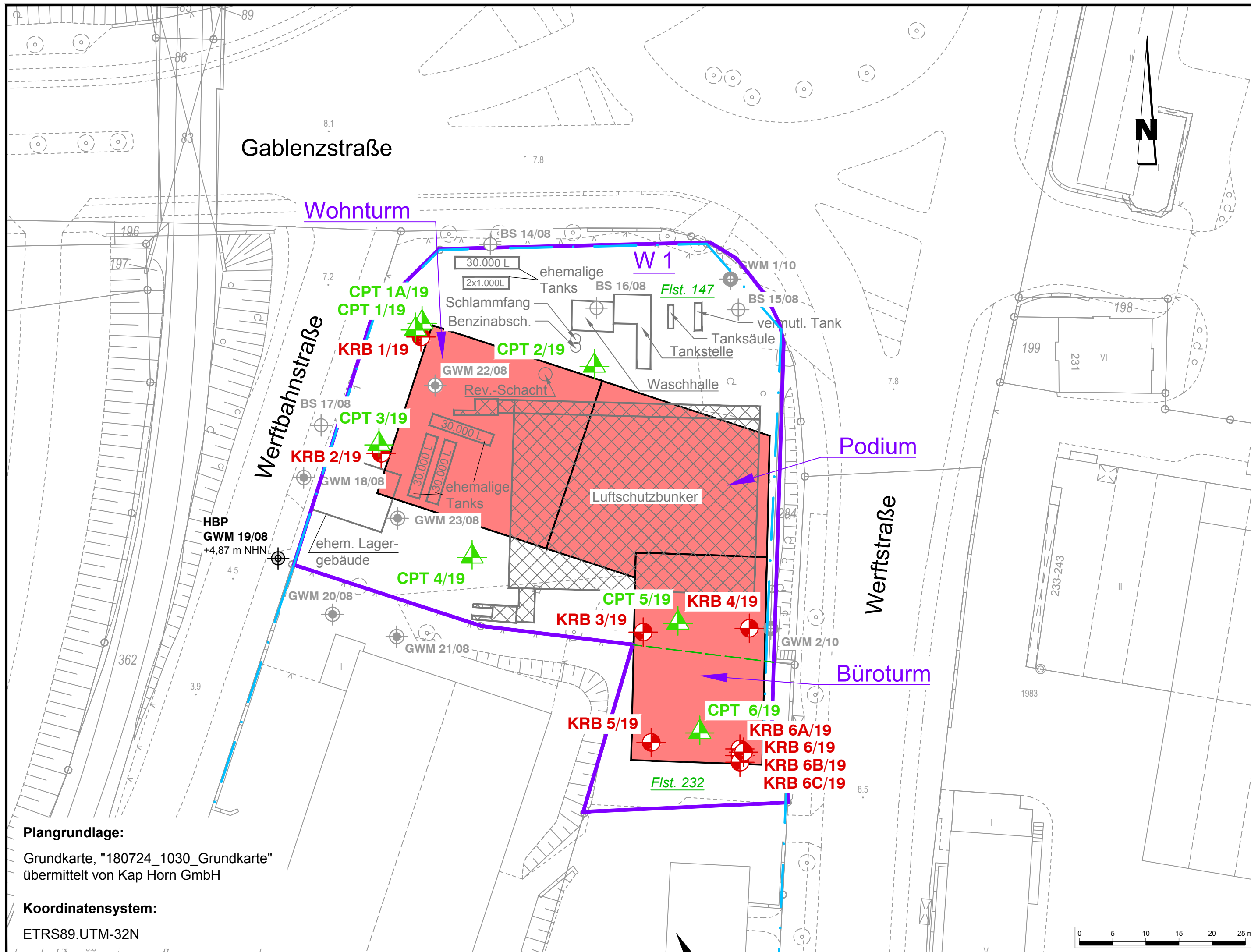
Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 1, W 8, Wulf

Geotechnisches Gutachten (Rev.01)

Übersichtslageplan

Maßstab	1 : 500	Datum	28.07.2021	Anlage 1.1
Blattgröße	1115 mm x 645 mm	gez.		Zeichnungs-Nr.
		gepr.		21-2028 10 LP 111





Legende:

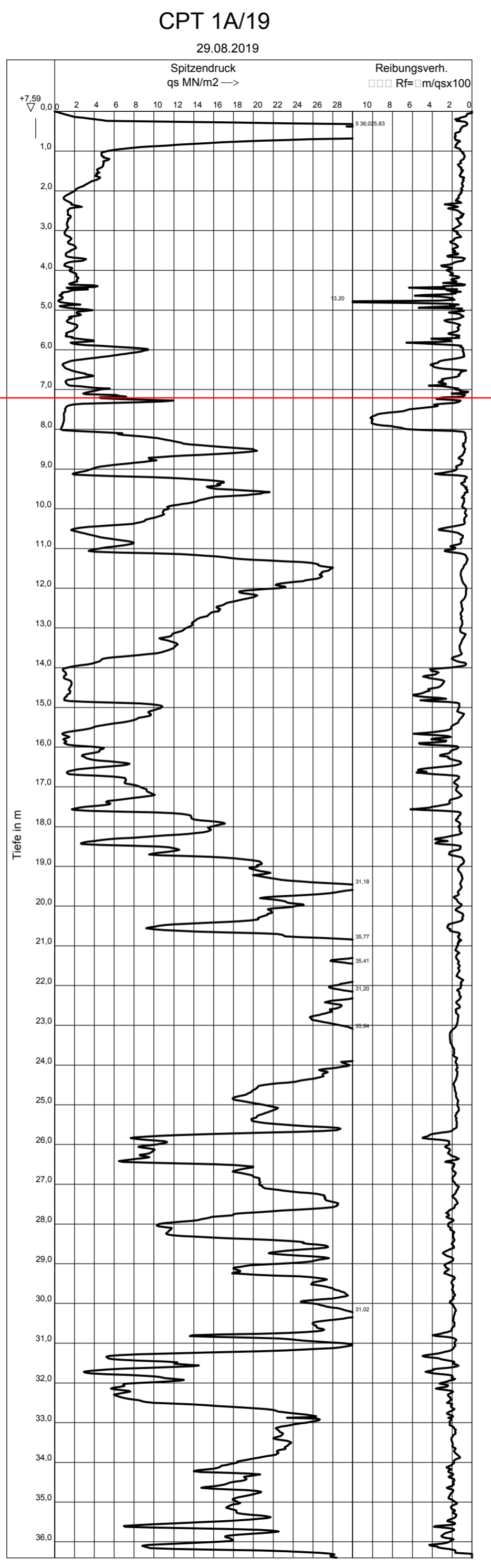
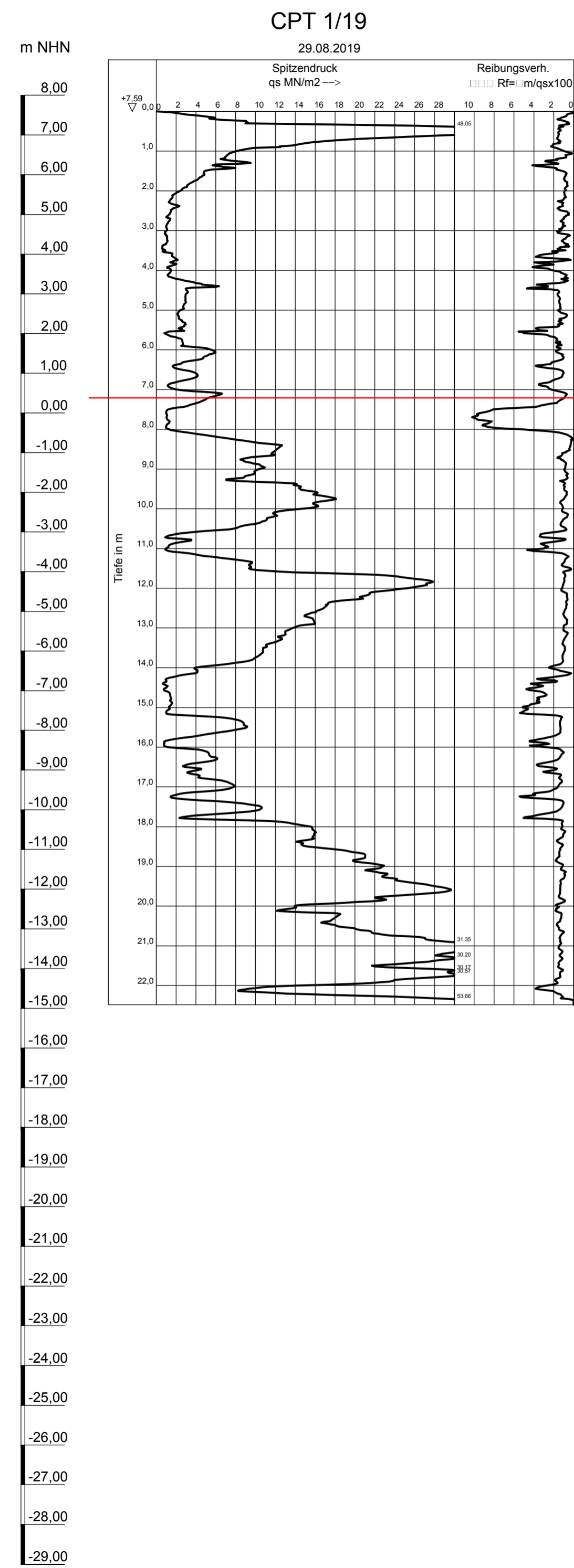
- Baufeldgrenze
- geplante Gebäude
- vorh. Gebäude/Anlagen
- voraussichtlich zurückgebaute Gebäude/Anlagen
- geplantes Untergeschoss (Umriss)
- Flurstücksgrenze
- Flst. 232 Flurstücksnummer
- HBP** Höhenbezugspunkt (Grundwassermessstelle aus 2008)
- KRB** Kleinrammbohrung aus 2019
- CPT** Drucksondierung aus 2019
- GWM** Grundwassermessstelle aus 2008
- GWM** Grundwassermessstelle aus 2010 (Bohrprofil und Ausbau unbekannt)
- BS** Kleinrammbohrung aus 2008

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

Koordinatensystem:
 ETRS89.UTM-32N



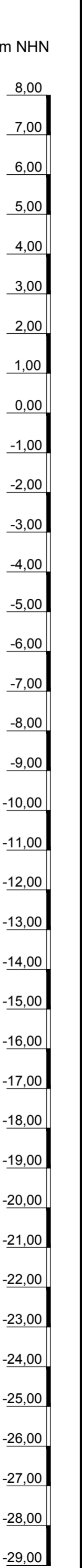
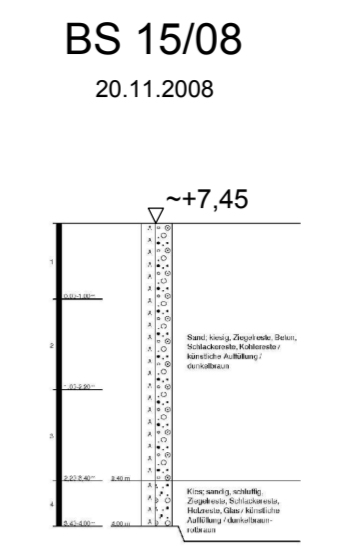
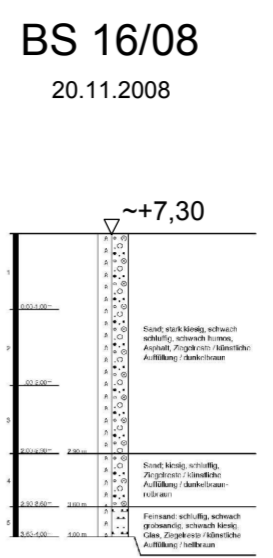
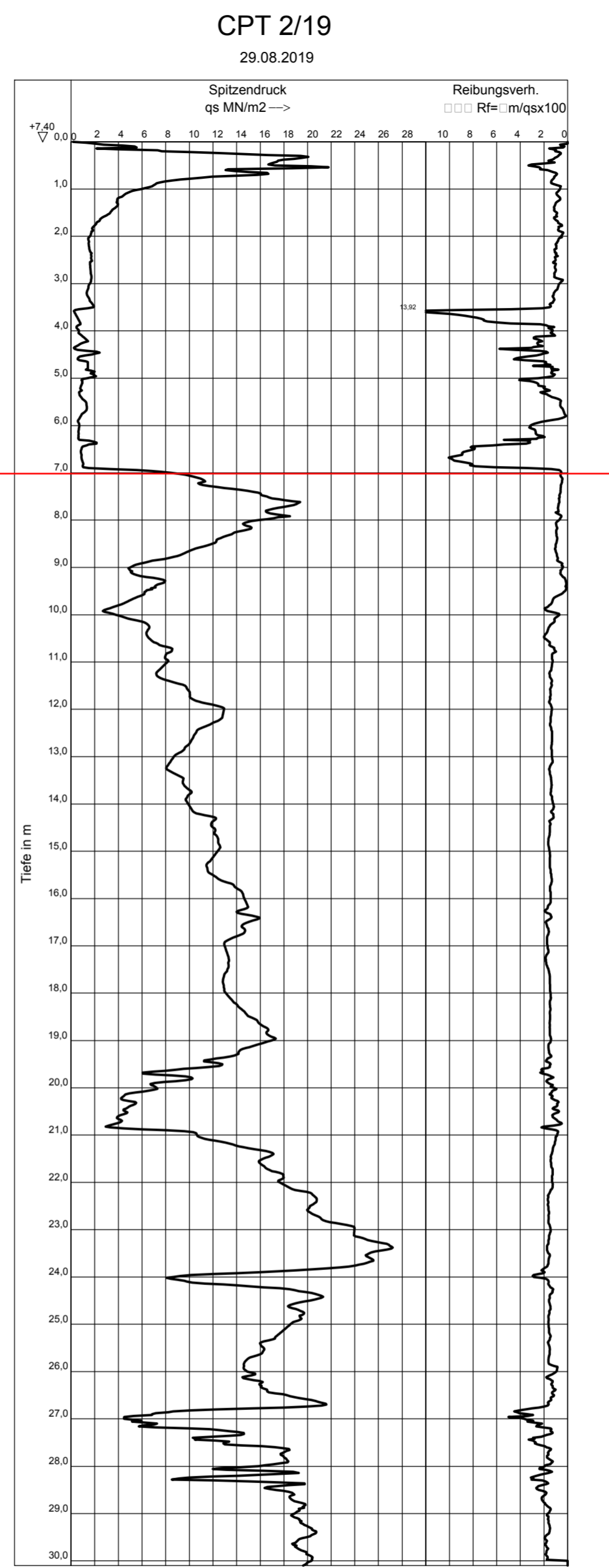
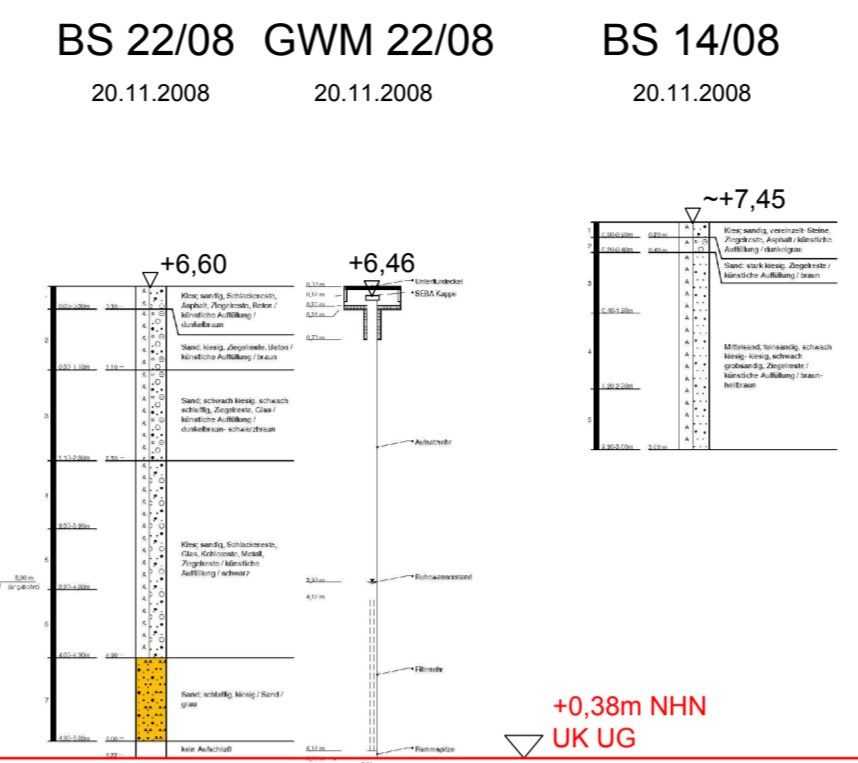
Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 1		
Geotechnisches Gutachten (Rev.01)		
Lageplan		
Maßstab	Datum	Anlage 1.2
1 : 500	28.07.2021	
Blattgröße	gez.	Zeichnungs-Nr.
590 mm x 297 mm		21-2028 10 LP 112
	gepr.	



KRB 1/19
22.08.2019

▽+7,33	A	A (mS, gs, g', fs')
(6,63) 0,70	A	A (fS, ms, einz. h' Einlagerungen)
(5,63) 1,70	A	A (mS, gs, g, h, Schlacke- u. Bauschuttreste, KW-Geruch)
(4,53) 2,80	A	A (S, u', fg', h, Bauschuttreste)
(2,53) 4,80	A	A (S, u', fg', mg', Verunreinigung (Diesel), Schlackereste, h-Einlagen, KW-Geruch)
(1,33) 6,00		
1,33		

▽ 4,80 GW 22.08.19
▽ 4,80 GW 22.08.19



LEGENDE

- Aufschlussbezeichnungen**
- Sch Schurf
 - B Bohrung
 - KRB Kleinrammbohrung
 - GWM Grundwassermessstelle
 - RFB Rammfilterbrunnen
 - BL Bodenluftmessstelle / -messung

- Bodenarten**
- | | | |
|------------------------------|---------------|--------|
| Auffüllung | | |
| 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 |
| Kiel, Schlick | | Kl, Sl |
| Beckenton | | Bkt |
| Beckenschluff | | Bku |
| Beckensand | | Bks |
| Glimmerton | | GLT |
| Glimmerschluff | | GLu |
| Geschiebelehm | | Lg |
| Geschiebemergel | | Mg |
| Verwitterungs-, Hanglehm | | L |
| Hangschutt | | Lx |
| Loßlehm | | Lol |
| Wiesenkaik, Seekaik, -kreide | | Wk |
| Braunkohle | | Bk |
- Felsarten**
- | | |
|-----------------------|--------|
| Fels, undifferenziert | Z |
| Tonstein | Tst |
| Schluffstein | Ust |
| Mergelstein | Mst |
| Sandstein | Sst |
| Konglomerat, Breckzie | Ko, Br |
| Kalkstein | Kst |
| kristallines Gestein | Krat |

- CPT**
- Drucksondierung
 - DPH schwere Rammsondierung
 - DPM mittelschwere Rammsondierung
 - DPL 5/ leichte Rammsondierung (A = 5 cm²)
 - DPL 10/ leichte Rammsondierung (A = 10 cm²)
 - BDP Bohrlochrammsondierung (SPT)

- Bodenproben**
- ungestörte Probe
 - Bohrkern
 - gestörte Probe

- Korngrößenbereich**
- f feinst
 - m mittel
 - g grob

- Kalkgehalt**
- o kalkfrei
 - k+ kalkhaltig
 - k++ stark kalkhaltig

- Feuchtigkeit**
- f feucht
 - nass

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

- Grundwasser**
- Grundwasser angebohrt
 - Grundwasser nach Bohrende
 - Ruhewasserstand im ausg. Bohrloch
 - kgw kein Grundwasser

- Nebenanteile**
- schwach (5 - 15 %)
 - stark (30 - 40 %)

- Konsistenzen**
- brg breig (0,00 < L_v < 0,50)
 - wch weich (0,50 < L_v < 0,75)
 - stf steif (0,75 < L_v < 1,00)
 - hfst halbfest (1,00 < L_v)
 - fst fest (w_v < w_s)

- Zersetzung**
- z' nicht bis mäßig zersetzt
 - z stark bis völlig zersetzt

- Klüftung**
- klü klüftig
 - stark klüftig

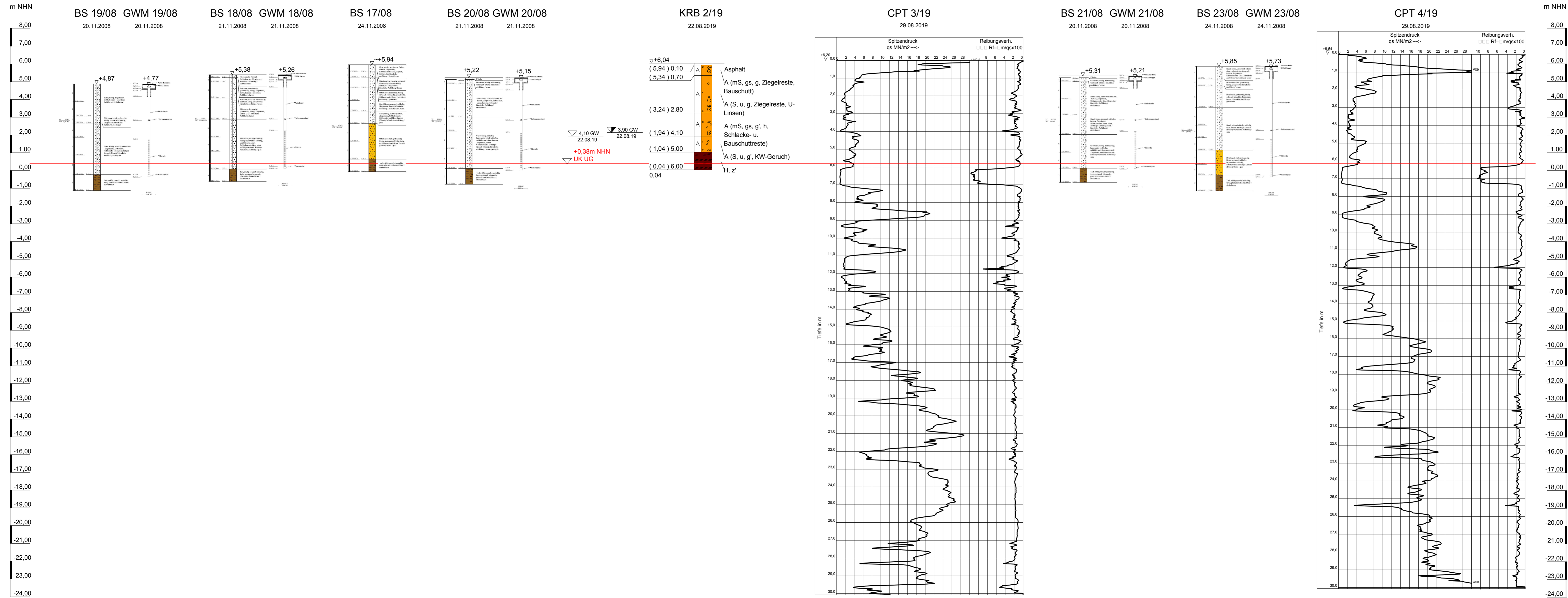


Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 1

Geotechnisches Gutachten (Rev.01)

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Wohnturm

Maßstab 1 : 500	Datum 28.07.2021	Anlage 2.1
Blattgröße 1030 mm x 420 mm	gez. gepr.	Zeichnungs-Nr. 21-2028 10 LP 211



LEGENDE

Aufschlusssbezeichnungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DPM	mittelschwere Rammsondierung
GWM	Grundwassermessstelle	DPL 5/	leichte Rammsondierung (A = 5 cm ²)
RFB	Rammfilterbrunnen	DPL 10/	leichte Rammsondierung (A = 10 cm ²)
BL	Bodenluftmessstelle / -messung	BDP	Bohrchrammsondierung (SPT)

Bodenarten

Auffüllung		Mu	ungestörte Probe
Mutterboden		MU	Bohrkern
Ton	tonig	T t	gestörte Probe
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, Schllick		Kl, Si	
Beckenton		Bkt	
Beckenschluff		Bku	
Beckensand		Bks	
Glimmerton		GLt	
Glimmerschluff		GLu	
Geschiebelehm		Lg	
Geschiebemergel		Mg	
L		L	
Verwitterungs-, Hanglehm		Lx	
Hangschutt		Lö	
Loßlehm		Lö	
Wiesenkaik, Seekalk, -kreide		Wk	
Braunkohle		Bk	

Felsarten

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

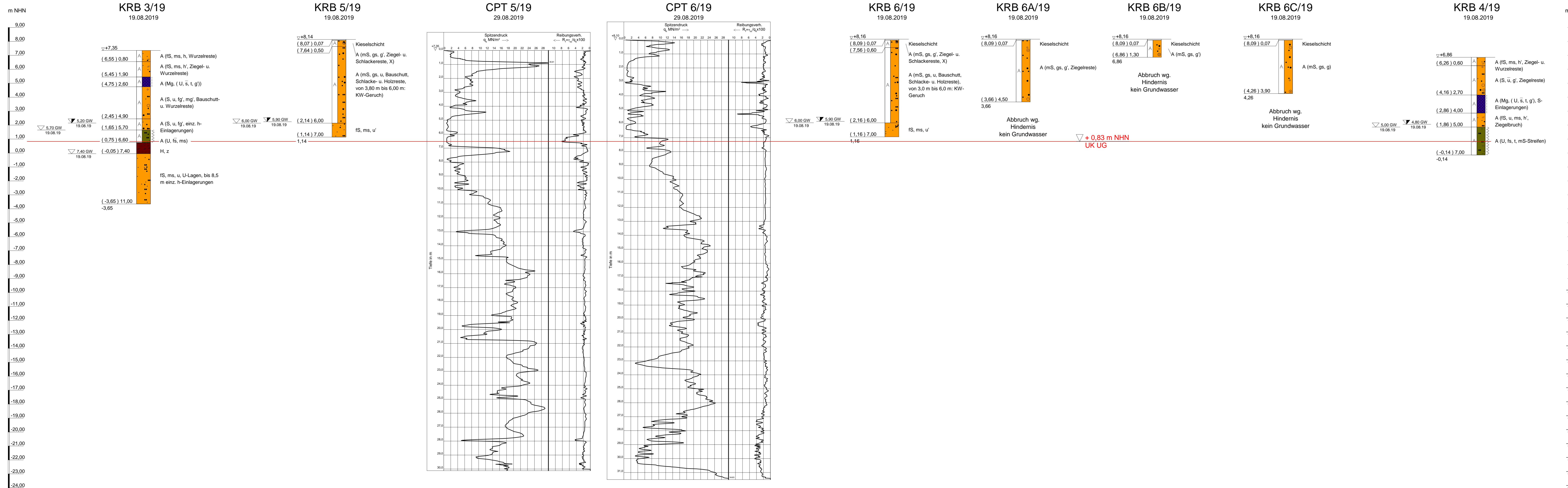


Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 1

Geotechnisches Gutachten (Rev.01)

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Wohnturm

Maßstab	1 : 500	Datum	28.07.2021	Anlage 2.2
Blattgröße	1160 mm x 380 mm	gez.		Zeichnungs-Nr.
		gepr.		21-2028 10 LP 212



LEGENDE

Aufschlusssbezeichnungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DRM	mittelschwere Rammsondierung
GW	Grundwassermessstelle	DPL 5'	leichte Rammsondierung (A = 5 cm ²)
RFB	Ramenfilterbrunnen	DPL 10'	leichte Rammsondierung (A = 10 cm ²)
BL	Bodenluftmessstelle / -messung	BDP	Bohrlochrammsondierung (SPT)

Bodenarten

A	Auffüllung
Mu	Mutterboden
T t	Ton
U u	Schluff
S s	Sand
G g	Kies
X x	Steine
Y y	Blöcke
H h	Torf, Humos
F o	Mulde, Faulschlamm
Ki, Si	Kiel, Schlack
Bst	Beckenton
Bku	Beckenschluff
Bks	Beckensand
GLT	Glimmerton
GLu	Glimmerschluff
Lg	Geschlebelem
Mg	Geschlebelem
L	Verwitterungs-, Hanglehm
Lx	Hangschutt
LöL	Lößlehm
Wk	Wiesenkaik, Seekalk, -kreide
Bk	Braunkohle

Bodenproben

	ungestörte Probe
	Bohrkern
	gestörte Probe

Grundwasser

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand im ausg. Bohrlloch
	kein Grundwasser

Korngrößenbereich

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

Nebenteile

o	kalkfrei	brg	breig	(0,00 < L < 0,50)
k+	kalkhaltig	wch	weich	(0,50 < L < 0,75)
k**	stark kalkhaltig	stf	stief	(0,75 < L < 1,00)
		hfst	halbfest	(1,00 < L)
		fst	fest	(w < w _L)

Kalkgehalt

Konsistenzen

Feuchtigkeit

f	feucht	z'	nicht bis mäßig zersetzt
n	nass	z	stark bis völlig zersetzt

Zersetzung

Verwitterungsstufen

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

Klüftung

Felsarten

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

IGB www.igb-ingenieure.de

Kiel, Wertbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", W 1

Geotechnisches Gutachten (Rev.01)

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Büroturm

Maßstab	1 : 100	Datum	28.07.2021	Anlage	2.3
Blattgröße	1350 mm x 380 mm	gez.		Zeichnungs-Nr.	21-2028 10 BP 213
		gepr.			

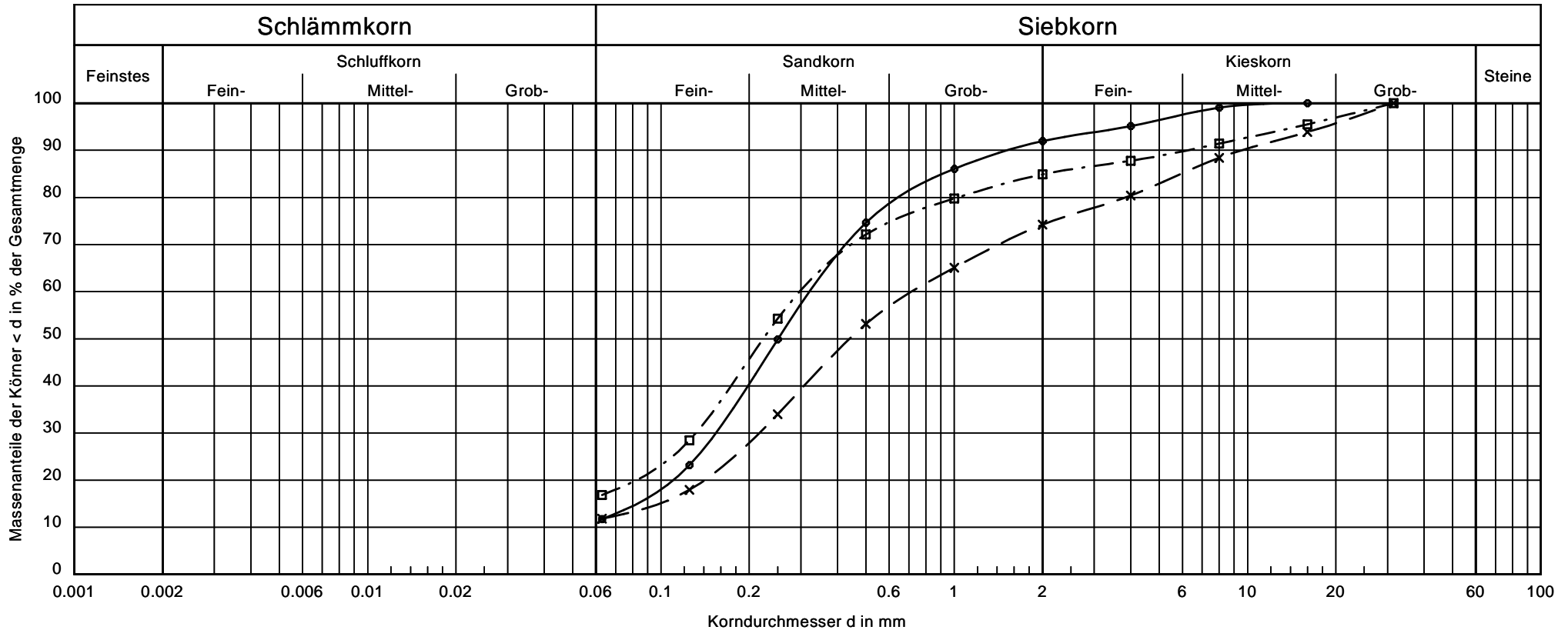
Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2021 - K:\IGB\21-21-2028 KI Kom BP A 10 Geotechnik\Profile\01 Profil-Ausgang\21-2028 10 BP 213.bsp

Entnahmestelle		Kp B 1/19	Kp B 1/19	Kp B 2/19	Kp B 2/19	Kp B 3/19	Kp B 3/19	Kp B 3/19	Kp B 4/19		
Entnahmetiefe	zm ö	2,8 m - 4,8	4,8 - 6,0	0,7 - 2,8	5,0-6,0	2,6 - 4,9	4,9 - 5,7	7,4 - 11,0	0,6 - 2,7		
Entnahmeart		GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP		
Bodenart		A, sandig	A, sandig	A, sandig	Torf	A, sandig	A, sandig	A, sandig	A, sandig		
Wassergehalt	w z0 ö				153,8						
cließgrenze	w _L z0 ö										
Ausrollgrenze	w _p z0 ö										
Plastizitätszahl	I _p z0 ö										
Konsistenzzahl	I _c z- ö										
ceuchtwichte	γ zN/m ³ ö										
Trockenwichte	γ _d zN/m ³ ö										
Proctorversuch	s. Anlage										
Kornverteilung	s. Anlage	4.1	4.1	4.1		4.2	4.2	4.2	4.2		
Trockenrohdichte	ρ _s g/cm ³ ö										
Glühverlust	V _{gl} z0 ö	3,5			42,0						
dometer-Steifemodul / yeitsetzung	s. Anlage										
Einaxialversuch	σ _u s. Anlage										
Wasseraufnahmevermögen	w _a z0 ö										
Kalkgehalt	V _{Ca} z0 ö										

19 - 2106 Kiel, Werftbahnstraße 1, o uarter
 „Kool Kiel“, Baufeld A
 Geotechnisches Gutachten

Kornverteilungskurven

Anlage 4.1



Signatur	● — ●	x - - x	□ - · - · □
Entnahmestelle:	KRB 1/19	KRB 1/19	KRB 2/19
Tiefe [m]:	2,8 - 4,8	4,8 - 6,0	0,7 - 2,8
Bodenart:	A (S, u', fg')	A (S, u', fg', mg')	A (S, u, g)
U/Cc	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen)	-	-	-
T/U/S/G [%]:	- /11.7/80.2/8.0	- /11.8/62.4/25.8	- /16.8/68.1/15.1

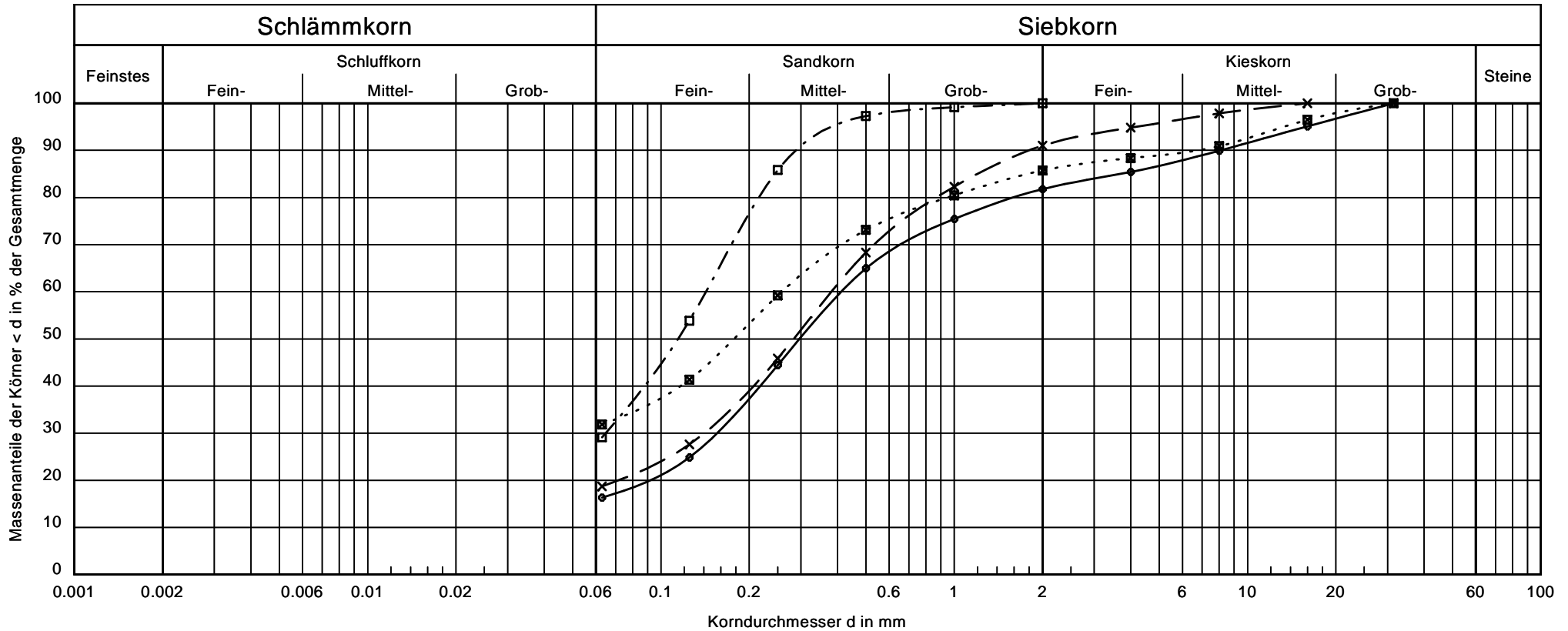
19 - 2106 Kiel, Werftbahnstraße 1, Quartier
 „Kool Kiel“, Baufeld A
 Geotechnisches Gutachten

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
 Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
 Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg www.igb-ingenieure.de

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

Kornverteilungskurven

Anlage 4.2



Signatur	○ — ○	× — ×	□ - - - □	■ ····· ■
Entnahmestelle:	KRB 3/19	KRB 3/19	KRB 3/19	KRB 4/19
Tiefe [m]:	2,6 - 4,9	4,9 - 5,7	7,4 - 11,0	0,6 - 2,7
Bodenart:	A (S, u, fg', mg')	A (S, u, fg')	A (fS, u, ms)	A (S, ū, g')
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen)	-	-	-	-
T/U/S/G [%]:	- /16.3/65.5/18.2	- /18.7/72.3/9.0	- /29.1/70.9/ -	- /31.9/53.9/14.3

19 - 2106 Kiel, Werftbahnstraße 1, Quartier
„Kool Kiel“, Baufeld A
Geotechnisches Gutachten

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Ludwigshafen • Oldenburg www.igb-ingenieure.de

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

19X210k

KielT₁ erftbahnstra₁e 1T₁uartier 3Kool Kiel3Tü aufel₁ A
 geotechnisches Gutachten



Anlage 5


hier: Übersicht Brunnenwasserstände

Gebäude	Aufschl. Nr.	Ausbau	Ansatzpunkt	TK Anschluss	Wasserstände					
					angebohrt oberster K			nachühren in offenen bzw. ausgebauten Bohrloch		
					Datum	Wasserhöhe K	Wasserhöhe	Datum	Wasserhöhe K	Wasserhöhe
-	GWM 18/08	p cB: oberer GW-Leiter	5,38	6,0	26.11.2008	2,70	2,68	26.11.2008	2,72	2,66
-	GWM 19/08	p cB: oberer GW-Leiter	4,87	6,0	26.11.2008	2,92	1,95	26.11.2008	2,94	1,93
-	GWM 20/08	p cB: oberer GW-Leiter	5,22	6,0	26.11.2008	2,42	2,80	26.11.2008	2,64	2,58
-	GWM 21/08	p cB: oberer GW-Leiter	5,31	6,0	26.11.2008	2,48	2,83	26.11.2008	2,50	2,81
Hotelturm	GWM 22/08	p cB: oberer GW-Leiter	6,60	6,0	26.11.2008	3,80	2,80	26.11.2008	3,82	2,78
	GWM 23/08	p cB: oberer GW-Leiter	5,85	8,0	26.11.2008	3,05	2,80	26.11.2008	3,19	2,66
	Kp B 1/19	-	7,33	6,0	22.08.2019	4,80	2,53	22.08.2019	4,80	2,53
	Kp B 2/19	-	6,04	6,0	22.08.2019	4,10	1,94	22.08.2019	3,90	2,14
Büro- und Gewerbeturm	GWM 2/10	Ausbau unbekannt	7,09	5,9	-	-	-	19.08.2019	4,30	2,79
	Kp B 3/19	-	7,35	11,0	19.08.2019	5,70	1,65	19.08.2019	5,20	2,15
	Kp B 4/19	-	6,86	7,0	19.08.2019	5,00	1,86	19.08.2019	4,80	2,06
	Kp B 5/19	-	8,14	7,0	19.08.2019	6,00	2,14	19.08.2019	5,90	2,24
	Kp B 6/19	-	8,16	7,0	19.08.2019	6,00	2,16	19.08.2019	5,90	2,26
-	GWM 1/10	Ausbau unbekannt	8,03	5,8	-	-	-	19.08.2019	5,40	2,63

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 1 von 2

Allgemeine Angaben										
Auftraggeber (Firma):			Straße:			Hs.-Nr.:		 19514026-001 22.08.2019		
16B										
Projekt:		Kool Kiel Banfeld A								
Anlass der Probenahme:		Überwacht					Probenbezeichnung:			
Probenahmeort:		Kiel Werftbahnstraße 1								
Probenahmedatum:		21.8.19		Uhrzeit:		GBA Auftragsnummer:		GWM 22		
Eingang im Labor: Datum				Uhrzeit:						
Angaben zur Messstelle										
GPS-Koordinaten:		Breite [°] (Nord+ / Süd-)		Breite [']		Breite ["]		Länge [°] (Ost+ / West-)		
<input type="checkbox"/> Überflur		<input checked="" type="checkbox"/> MP Oberkante Sebakappe		Ø Brunnenrohr ["] (Zoll):		2"		Ruhewasserspiegel [m u. MP]:		
		<input type="checkbox"/> MP Geländeoberkante						4,19		
<input checked="" type="checkbox"/> Unterflur		<input type="checkbox"/> MP Oberkante Brunnenrohr		Filterstrecke [m]:				Brunnensohle [m u. MP]:		
								5,85		
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:		RV Carl		
		<input type="checkbox"/> Saugpumpe <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Schlauch (gem. Absprache) <input type="checkbox"/> Teflon						
Einbautiefe [m u. MP]:		ca 5,2		Absenkung [m]:		0,51		Beginn des Abpumpens [Uhr]:		
								13:15		
Betriebswasserspiegel [m u. MP]:						4,20		Ende des Abpumpens [Uhr]:		
								13:55		
Abflussgeschehen										
Abpumpdauer (ohne Probenahme) [min]:		40		zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP]:						
abgepumpte Wassermenge [m³]:		<input checked="" type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> m³		80		Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]:				
mittlerer Förderstrom [m³/h]:		<input checked="" type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m³/h		2,0		Wiederanstieg Pegel nach [min]:				
Parameter vor Ort										
Witterung:		Regen					Lufttemperatur [°C]:		17,0	
Farbe:		Intensität: <input type="checkbox"/> farblos <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark		Art: <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> gelb-braun <input type="checkbox"/>		Trübung: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> leicht <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark		Geruch: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> stark		
								Intensität: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> stark		
								Art: <input type="checkbox"/> faulig <input checked="" type="checkbox"/> aromatisch (Mencolol)		
Wassertemperatur [°C]:		Leitfähigkeit (µS/cm)		pH-Wert		O ₂ -Gehalt [mg/L]		Redoxpot.: <input type="checkbox"/> unkorrigiert [mV] <input type="checkbox"/> korrigiert [mV]		
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 checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> MKW	<input type="checkbox"/> Fe (II)	<input 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 ^{CaCO3}	Gesamtmenge Probe [L]:
<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]	Wasseruhr [m³]	Förderstrom
						<input checked="" type="checkbox"/> unkorrigiert <input type="checkbox"/> korrigiert		<input type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m³/h
13 ²⁰	4,86	13,4	1792	7,1	0,28	-22,7		
13 ²⁵	4,80	13,6	1770	7,1	0,26	-39,5		
13 ³⁰	4,70	13,7	1757	7,1	0,29	-61,2		
13 ³⁵	4,70	13,7	1753	7,1	0,27	-66,8		
13 ⁴⁵	4,70	13,7	1750	7,1	0,26	-68,5		
13 ⁵⁵	4,70	13,7	1749	7,1	0,29	-69,8		
								2,0

Konstanz bei: ± 0,1°C ± 1 % ± 0,1 ± 0,2 mg/L (innerhalb von 10 Minuten)

Sonstige Angaben

Bemerkungen


ab Pumpbeginn => 10' sehr stark braun

Probennehmer:		Unterschrift	
anwesende Person:		Unterschrift	

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 1 von 2

Allgemeine Angaben										
Auftraggeber (Firma):			Straße:			Hs.-Nr.:			 19514026-002 22.08.2019	
1GB										
Projekt:		Kool Kiel Banfeld A								
Anlass der Probenahme:							Probenbezeichnung:			
Überwachung										
Probenahmeort:							Kiel Werftbohrstraße 1			
Probenahmedatum:		Uhrzeit:		GBA Auftragsnummer:		GWM2110				
21.8.19										
Eingang im Labor: Datum		Uhrzeit:								
Angaben zur Messstelle										
GPS-Koordinaten:	Breite [°] <small>(Nord(+) / Süd(-))</small>		Breite [']		Breite ["]		Länge [°] <small>(Ost(+) / West(-))</small>		Länge [']	Länge ["]
<input checked="" type="checkbox"/> Überflur	<input type="checkbox"/> MP Oberkante Sebakappe		Ø Brunnenrohr ["] (Zoll):		2"		Ruhewasserspiegel [m u. MP]:		4,25	
	<input type="checkbox"/> MP Geländeoberkante									
<input type="checkbox"/> Unterflur	<input checked="" type="checkbox"/> MP Oberkante Brunnenrohr		Filterstrecke [m]:				Brunnensohle [m u. MP]:		6,11	
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:	12V Carl				
	<input type="checkbox"/> Saugpumpe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Schlauch	<input type="checkbox"/> Teflon						
Einbautiefe [m u. MP]:	ca 5,8		Absenkung [m]:		/		Beginn des Abpumpens [Uhr]:		14:49	
Betriebswasserspiegel [m u. MP]:							Ende des Abpumpens [Uhr]:		14:52	
Abflussgeschehen										
Abpumpdauer (ohne Probenahme) [min]:	2,0		zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP]:		/					
abgepumpte Wassermenge [m³]:	<input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> m³		Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]:		/					
mittlerer Förderstrom [m³/h]:	<input type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m³/h		Wiederanstieg Pegel nach [min]:		/					
Parameter vor Ort										
Witterung:	Regen						Lufttemperatur [°C]:		17,0	
Farbe:	Intensität: <input type="checkbox"/> farblos <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark		Art: <input checked="" type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> gelb-braun <input type="checkbox"/>		Trübung: <input checked="" type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark		Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> stark		Intensität: <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> stark	
									Art: <input type="checkbox"/> faulig <input checked="" type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> (Mittelöl)	
Wasser-temperatur [°C]:	Leitfähig-keit (µS/cm)		pH-Wert		O ₂ -Gehalt: [mg/L]		Redoxpot.: <input type="checkbox"/> unkorrigiert [mV] <input type="checkbox"/> korrigiert [mV]			
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]: <small>(Verbrauch HCl pro 100 mL Probenvolumen)</small>		<input type="checkbox"/> 0,1M <input type="checkbox"/> 0,01M		K _{B8,2} [mL]: <small>(Verbrauch NaOH pro 100 mL Probenvolumen)</small>		<input type="checkbox"/> 0,1M <input type="checkbox"/> 0,01M		

Standort: Excel
Ausdruck am 20.02.2017

Probenahmeprotokoll Grundwasser
DIN 38402-A13

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

Excel: G:\000 Allgemein\Probenahme\Probenahmeprotokolle\
MF 507-03 V3 PN-Grundwasser

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 checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> MKW	<input type="checkbox"/> Fe (II)	<input type="checkbox"/> KS / KB	<input type="checkbox"/> Exzess-N2	<input checked="" type="checkbox"/> 1 L PE-Flasche	
<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>Colo³</i>	Gesamtmenge Probe [L]:
<input type="checkbox"/> Kühlung während des Transports			<input type="checkbox"/> Einleitparameter Regenwasserziel		

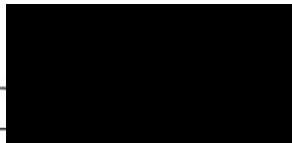
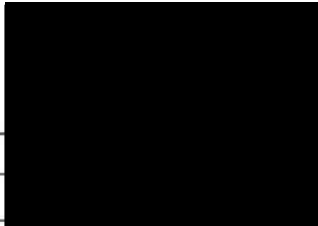
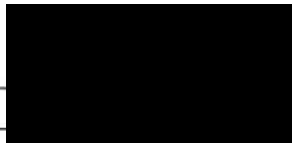
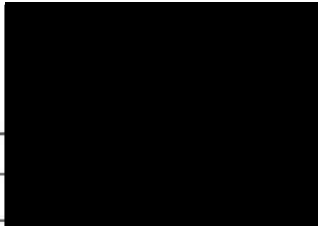
Pumpprotokoll

Uhrzeit	Wasserstand [m u. MP]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert	O ₂ -Gehalt [mg/L]	Redoxpot. [mV] <input type="checkbox"/> unkorrigiert <input type="checkbox"/> korrigiert	Wasseruhr [m ³]	Förderstrom <input type="checkbox"/> l/min <input type="checkbox"/> m ³ /h
14:50	4,25	13,9	1834	7,20	0,45	-4517		
	↕							
14:51	5,72							
	↕							
		Brunn leert leer.						
		Kein Wasser						
		PN vorgezogen						
Konstanz bei:		± 0,1°C	± 1 %	± 0,1	± 0,2 mg/L	(innerhalb von 10 Minuten)		

Sonstige Angaben

Bemerkungen

Brunn leert leer. keine Förderleistung einstellbar
PN direkt vorgezogen.

Probennehmer:		Unterschrift	
anwesende Person:		Unterschrift	

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

 IGB Ingenieurgesellschaft mbH
 Kiel

 Neufeldtstraße 10
 2h11n Kiel

Prüfbericht Xra 2019P521170 b1

Auftraggeber	IGB Ingenieurgesellschaft mbH Kiel
Eingangsdatum	21.08.2019
Projekt	19-2106 Kool Kiel, Werfbahnstr. 1
Material	Grundwasser
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	19-2106
Verpackung	Glas- und PE-claschen
Probenmenge	siehe Tabelle
Auftragsnummer	19514026
Probenahme	GBA, [REDACTED]
Probentransport	durch den Probennehmer
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn bis Ende	21.08.2019 - 29.08.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Interaufträge	
Überprüfung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Peststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 29.08.2019

 [REDACTED]
 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 auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 2 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P521170 / 1

Prüfbericht Nr. 2019P521170 b1
19x210k Kool Kiel erfbahnstra1

Auftrag		19514026	19514026
Probe Nr.		001	002
Material		Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		□ □ M 22	□ □ M 210
Probe menge		ca. 2,5 L	ca. 1,25 L
Probenahme		21.08.2019	21.08.2019
Probenahmezeit		13:55	14:52
Probeneingang		21.08.2019	21.08.2019
Analysenergebnisse	Einheit		
Grundwasserprobenahme			
Betonaggressivität			
pH-Wert		7,0	7,4
Geruch		unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	□ g KMn □ hb □	18	24
Gesamthärte	□ □ □	31	27
Härtehydrogencarbonat	□ □ □	28	23
Nichtcarbonathärte	□ □ □	3,5	3,5
Magnesium	□ gb □	17	11
Ammonium	□ gb □	3,7	8,4
Sulfat	□ gb □	0,83	70
Chlorid	□ gb □	250	270
Kohlendioxid, kalklösend	□ gb □	<5,0	<5,0

Angewandte erfahrungen und estimierte Grenzwerte

Parameter	Ü	Einheit	Methode
Grundwasserprobenahme			E DIN 38402-13: 2016-09 ^a 5
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Geruch			DEV-B1/2: 1971 ^a 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 ^a 5
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

Anlage zu Prüfbericht 2019P521170

Probe-Nr.: 19514026 / 001

Probenbezeichnung: GWM 22

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	7,0		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	3,7	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	17	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	0,83	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	250	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	31	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	28	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	18	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.

Anlage zu Prüfbericht 2019P521170

Probe-Nr.: 19514026 / 002

Probenbezeichnung: GWM 2/10

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	7,4		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	8,4	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	70	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	270	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	27	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	23	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	24	mg KMnO ₄ /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.