

**Kiel, Quartier „Kool Kiel“**  
Werftstraße 240 - 248 – Wulf  
(Baufeld C, Bebauungsplan nr. 1030)

Geotechnisches Gutachten

### **Auftraggeber**

Kap Horn Quartier Verwaltungs GmbH  
Geschwister-Scholl-Allee 66a  
14532 Kleinmachnow

### **Bearbeiter IGB**

[REDACTED]  
[REDACTED]

### **Projektnummer**

19-2108

### **Dateiname**

19-2108 2021-09-29 10 BER GeoGut Bf.docx

### **Datum**

29.09.2021

### **Anschrift**

IGB Ingenieurgesellschaft mbH  
Neufeldtstraße 10  
24118 Kiel

### **Kontakt**

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

[www.igb-ingenieure.de](http://www.igb-ingenieure.de)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>UNTERLAGEN</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE</b> .....	<b>9</b>
	3.1 Örtliche Situation .....	9
	3.2 Bauvorhaben .....	11
	3.3 Geotechnische Kategorie .....	12
<b>4</b>	<b>UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE</b> .....	<b>12</b>
	4.1 Geotechnische Bestandsaufnahme .....	12
	4.2 Untergrunderkundung .....	14
	4.3 Untergrundaufbau .....	16
	4.4 Grundwasserverhältnisse .....	18
	4.4.1 Wasserstände .....	18
	4.4.2 Bemessungswasserstand .....	19
	4.4.3 Chemische Analytik Grundwasser .....	20
<b>5</b>	<b>CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>GRÜNDUNG</b> .....	<b>22</b>
	6.1 Gründungsempfehlungen .....	22
	6.2 Tiefgründung .....	24
	6.2.1 Pfahlsysteme .....	24
	6.2.2 Empfohlene Pfahlsysteme .....	25
	6.2.3 Charakteristische Pfahlwiderstände .....	26
	6.2.4 Setzungsverhalten .....	27
<b>7</b>	<b>BAUGRUBEN UND BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG</b> .....	<b>27</b>
	7.1 Sohlabdichtung .....	28
	7.2 Baugrubensicherung .....	29
	7.3 Trockenhaltung Baugrube und Wasserhaltung .....	32
<b>8</b>	<b>TROCKENHALTUNG DER BAUWERKE</b> .....	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>ERGÄNZENDE ERKUNDUNGEN</b> .....	<b>35</b>
	9.1 Baugrund .....	35
	9.2 Bestandsbauwerke .....	35

<b>10</b>	<b>BAUTECHNISCHE HINWEISE</b> .....	<b>36</b>
10.1	Hindernisse im Baugrund.....	36
10.2	Auftriebssicherheit Neubauten.....	36
10.3	Eignung von Aushubmaterial als Füllboden.....	36
10.4	Entsorgung Aushubböden.....	37
10.5	Füllmaterial.....	37
10.6	Kampfmittel.....	38
10.7	Beweissicherung.....	38
10.8	Hinweise zur Kranaufstellung.....	38
10.9	Herstellung von Arbeitsebenen.....	38
10.10	Versickerungsfähigkeit der Böden.....	39
<b>11</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>39</b>

## ANLAGENVERZEICHNIS

### **Anlage 1**    **Lagepläne**

- 1.1    Übersichtslageplan
- 1.2    Lageplan der Untergrundaufschlüsse

### **Anlage 2**    **Ergebnisse der Untergrunderkundung**

- 2.1    Schnitt West
- 2.2    Schnitt Ost
- 2.3    Schnitt nördliche Mitte
- 2.4    Schnitt südliche Mitte

### **Anlage 3**    **Übersicht Grundwasserstände**

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

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

## 1 VERANLASSUNG

Zwischen Werftbahnstraße und Werftstraße in Kiel ist die Entwicklung des Quartiers „Kool Kiel“ auf drei Baufeldern vorgesehen. Baufeld Wulf (Baufeld C) mit der Anschrift „Werftstraße 240 - 248“ umfasst die Flurstücke 376 und 406. Hier ist nach aktueller Planung der Neubau eines Wohn- und Gewerbehäuses geplant. Für das Baufeld Wulf liegt ein vorhabenbezogener Bebauungsplan mit der Nummer 1030 „Werftstraße Süd-West“ im Entwurf vor. Auch die benachbarten Baufelder W1 (Baufeld A) und W8 (Baufeld B) sollen bebaut werden. Zudem ist auf den südlich angrenzenden Flurstücken 391, 399 und 400 eine Parkanlage geplant.

Für das Baufeld W1 und für das Baufeld W8 liegen unsere Geotechnischen Gutachten vom 29.07.2021 (Rev01) und vom 17.09.2021 vor. Zudem wurden die Ergebnisse unserer orientierenden Altlastenerkundung für das Flurstück 232 auf dem Baufeld W1 in einem Bericht vom 12.09.2021 und für das Baufeld W8 vom 21.09.2021 zusammengestellt.

Für das Baufeld Wulf liegen gemäß unserer Aktenrecherche im Kieler Bauamt am 14.11.2019 die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen aus den Jahren 1976 [26] (Dr. Norbert Pieles, Kiel) und 1986 (Dr. Pieles Engineering GmbH, Kiel) vor, vgl. [27]. Zudem wurde vom Umweltamt auf die altlastenrelevante Vornutzung der Flurstücke 376 und 406 verwiesen, vgl. [8].

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

Die IGB Ingenieurgesellschaft wurde von der Kap Horn Quartiers Verwaltungs GmbH mit der Ausführung von Untergrunderkundungen sowie mit der Ausarbeitung eines Geotechnischen Gutachtens für das Baufeld Wulf (Baufeld C) beauftragt. Zudem wurde eine orientierende Altlastenuntersuchung sowie eine orientierende Schadstoffuntersuchung der Aushubböden durchgeführt, deren Ergebnisse in einem separaten Bericht [6] zusammengefasst werden.

## 2 UNTERLAGEN

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

### **IGB Ingenieurgesellschaft, Kiel**

- [1] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld A – Geotechnisches Gutachten, Projektnr. 19-2106, Datum: 14.10.2019
- [2] Kiel, Werftbahnstraße 1 – W1, Quartier „Kool Kiel“ (Baufeld A, Bebauungsplan nr. 1017V) – Geotechnisches Gutachten (Revision 1), Projektnr. 21-2028, Datum: 29.07.2021

- [3] Kiel, Werftbahnstraße 8 – W8, Quartier „Kool Kiel“ (Baufeld B, Bebauungsplan nr. 1030V) – Geotechnisches Gutachten, Projektnr. 19-2107, Datum: 17.09.2021
- [4] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld A – Orientierende Altlastenerkundung (Flst. 232), Nr. 19-2106, Datum: 12.09.2019
- [5] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld B – Orientierende Altlastengutachten (Flst. 231), Nr. 19-2107, Datum: 21.09.2021
- [6] Kiel, Werftbahnstraße, Quartier „Kool Kiel“, Baufeld C – Orientierende Altlastengutachten, Nr. 19-2108, in Bearbeitung

#### **Landeshauptstadt Kiel**

- [7] Grundkarte von der Stadt Kiel, erhalten am 29.07.2019
- [8] Information über schädliche Bodenveränderungen bzw. Altlasten Werftstraße 240 – 248, Flur 13, Flurstücke 376 und 406, Datum: 04.12.20219

#### **Vermessungsbüro Dipl. Ing. H. Möller, Kiel**

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

#### **GeoC GmbH, Kiel**

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

#### **ALKO Ingenieurgeologisches Büro, Kiel**

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

#### **AGUA GmbH, Kiel**

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

#### **LABELS Projektmanagement GmbH & Co. KG, Berlin**

- [13] Projektinformationen, Quartierentwicklung „Kool Kiel“ vom 18.02.2019

#### **Evers und Partner / Stadtplaner, Hamburg**

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

#### **MVRDV, Rotterdam**

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

**Ministerium für Inneres und Bundesangelegenheiten – Kampfmittelräumdienst, Felde**

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

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

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

**KMB Kampfmittelbergung GmbH, Neumünster**

- [25] Abschlussbericht über die Überprüfung auf Kriegsalllasten Baufeld C, Datum: 14.07.2021

**Dr. Norbert Pieles Baugrunduntersuchung, Kiel**

- [26] Auszug aus dem Geotechnischen Gutachten (Aktenarchiv der Stadt Kiel), Neubau einer KfZ-Werkhalle, Wertstr. 240, Kiel 14, Werftbahnstraße 8, Kiel, Datum: 10.09.1976
- [27] Auszug aus dem Geotechnischen Gutachten (Aktenarchiv der Stadt Kiel), Neubau einer KfZ-Werkhalle, Wertstr. 240, Kiel 14, Werftbahnstraße 8, Kiel, Datum: 22.09.1986

**Volckmann Bohrunternehmen GmbH, Owschlag**

- [28] Lageplan, Aufmaß, Schichtenprofile und Bodenproben der Aufschlüsse KRB 1/21 bis KRB 5/21 mit Ausführung am 20.07.2021



## **Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal**

[29] Lageplan, Aufmaß, Sondierdiagramme der Drucksondierungen CPT 1/21 bis 8/21, Ausführung am 21. und 22.07.2021

### **3 ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE**

#### **3.1 Örtliche Situation**

##### Planungsgebiet

Das Planungsgebiet befindet sich südöstlich der Kieler Hörn, etwa 300 m von der Kieler Förde entfernt. Das Planungsgebiet erstreckt sich zwischen Werftbahnstraße, Gablenzstraße und Werftstraße in einem zentral gelegenen, städtisch bebauten Gebiet. Das Planungsgebiet besteht aus drei Baufeldern und ist gemäß [13] wie folgt aufgeteilt.

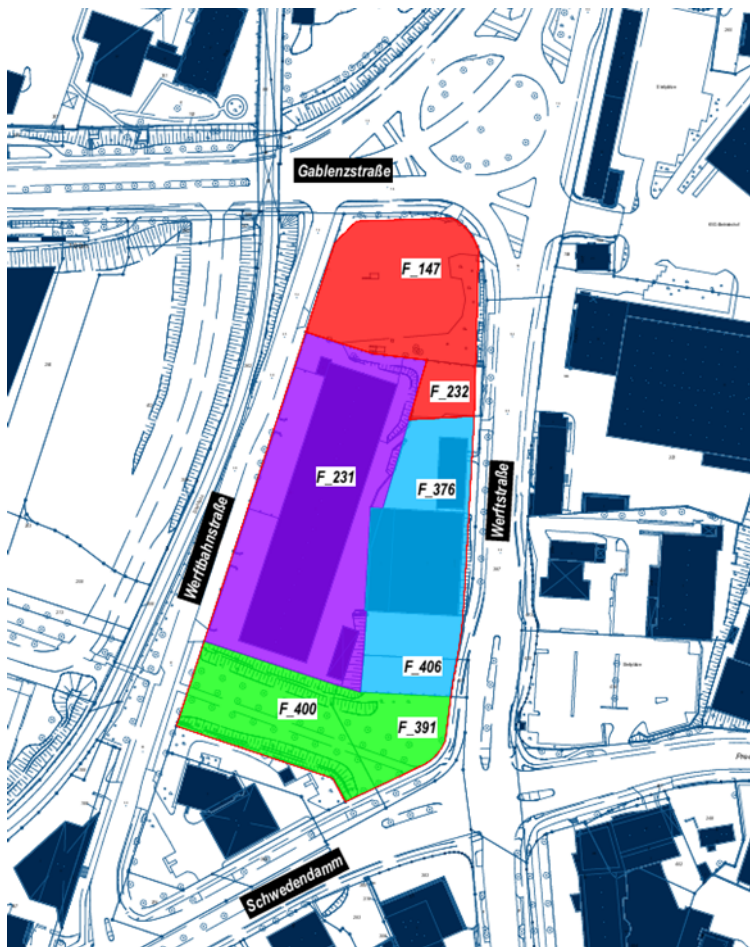
Das im Norden des Planungsgebiets gelegene Baufeld A (Baufeld W1) mit der Adresse „Werftbahnstraße 1“ erstreckt sich über die Flurstücke 147 und 232. Die Grundstücksgröße beträgt rd. 4.360 m<sup>2</sup>.

Das westliche gelegene Baufeld B (Baufeld W8) mit der Adresse „Werftbahnstraße 8“ bildet das Flurstück 231. Die Grundstücksgröße beträgt rd. 8.100 m<sup>2</sup>.

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 m<sup>2</sup>.

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 m<sup>2</sup> über die Flurstücke 391 und 400.

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



**Abbildung 1**    Übersichtsplan des Planungsgebiets „Kool Kiel“ (aus [13])

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 [14] wie folgt bezeichnet werden:

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

In Anlehnung an die aktuellen Planunterlagen [14] 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 12<sup>1</sup> in der Frosteinwirkungszone I.

### Baufeld Wulf

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

Das Grundstück ist aufgrund der gewerblichen Vornutzung, wie Autoreparaturwerkstätten, KFZ-Handel und Tankstelle, als alllastenrelevanter Standort beim Umweltschutzamt der Landeshauptstadt Kiel geführt, vgl. [8]. Weitere Informationen sind aus [6] zu entnehmen.

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

Derzeit ist das Grundstück mit zwei Gebäuden versehen, welche überwiegend gewerblich von einer Autovermietung genutzt werden. Die freiliegenden Flächen sind mit Asphalt versiegelt.

Ein Vermessungsplan mit Geländehöhenangaben lag uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor. Gemäß Erkundungen befindet sich die Geländeoberkante auf einem Niveau zwischen ca. + 8,1 m NHN und + 9,2 m NHN, vgl. Anlage 2.

## **3.2 Bauvorhaben**

Geplant ist ein Wohn- und Gewerbehäuser mit acht aufgehenden Vollgeschossen und einem Staffelgeschoss. Im Erdgeschoss (EG) sind durchgehend Gewerbeflächen geplant. Das als Wohnfläche vorgesehene 1. Obergeschoss (OG) erstreckt sich auf dem durchgehenden Erdgeschoss. Das 2. bis 7. Obergeschoss werden in drei turmartigen Bauteile untergebracht. Der Gebäudekomplex soll mit einem durchgehenden Untergeschoss als Tiefgarage errichtet werden, vgl. [14], die auch mit den Tiefgaragen der benachbarten Baufelder W1 und W8 verbunden ist.

Die Gesamthöhe des Gebäudekomplexes ist in [14] mit rd. 24,5 m angegeben. Die Bauwerksunterkante ist nach [15] in + 0,83 m NHN geplant.

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

---

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

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

### 3.3 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauvorhaben ist gemäß DIN EN 1997-1<sup>2</sup>, DIN EN 1997-2<sup>3</sup> und DIN EN 1997-2/NA<sup>4</sup> in die geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

## 4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSSE

### 4.1 Geotechnische Bestandsaufnahme

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

#### Historie

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

#### Westlich des Planungsgebiets

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

---

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

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

<sup>4</sup> 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

Unterhalb der Auffüllungen folgen nacheiszeitliche Böden in Form von stark zersetzten Torfen, Torfmudden, Mudden und humosen Sanden. Die Mächtigkeit dieses holozänen Schichthorizontes beträgt 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.

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

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

#### Nördlich des Planungsgebiets

Nordwestlich des Plangebiets wurden bei den Referenzprojekten von Kai-City unterhalb der bis zu rd. 7 m mächtigen Auffüllungen nacheiszeitliche Böden in Form von stark zersetzten Torfen, Torfmudden, Mudden und humosen Sanden mit einer Mächtigkeit von bis zu rd. 5 m erkundet, entsprechend liegt die Basis dieser Schichten in der Nähe der Gablenzstraße

in einer Tiefe von rd. - 5 m NHN. Darunter folgen Schmelzwassersande und -kiese mit einigen Metern Mächtigkeit. Diese Bodenschichten werden von mächtigen Beckenablagerungen unterlagert. Bei den Beckenablagerungen handelt es sich um feinkörnige Beckenschluffe und -tone, welche mit steigender Tiefe in nahezu schlufffreie Beckensande übergehen.

#### Südlich des Planungsgebiets

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

## **4.2 Untergrunderkundung**

Das nachfolgend beschriebene Untergrunderkundungsprogramm war auftragsgemäß auf die aktuelle Planung aus [14] ausgelegt und berücksichtigte das vorhandene Bestandsgebäude und die örtlichen Gegebenheiten. Entsprechend wurden Untergrundaufschlüsse nur in zugänglichen Bereichen, wie im südlichen und nördlichen Bereich des geplanten Neubaus, ausgeführt. In dem zurzeit bebauten Bereich werden zunächst Rückschlüsse aus den Ergebnissen der vorhandenen Untergrundausschlüsse aus [26] und [27] abgeleitet.

Gemäß den vorliegenden Kampfmittelbescheiden [23] und [24] und einer Gestattung zur Sondierung [24] handelt es sich bei dem Planungsgebiet bereichsweise um eine Kampfmittelverdachtsfläche. Demnach müssen sämtliche Kampfmittelverdachtsflächen, welche dauerhaft überbaut werden oder auf denen sonstige Eingriffe in den Boden erfolgen sollen, wie z. B. Untergrunderkundungen, auf Kampfmittelfreiheit untersucht werden. Vor Ausführung der aktuellen Baugrundaufschlüsse wurden die geplanten Untersuchungspunkte in den Kampfmittelverdachtsflächen deshalb durch eine Kampfmittelfirma überprüft. Hierfür wurden bis 6 m unter GOK kampfmitteltechnische Sondierungen ausgeführt und so die Ansatzpunkte freigemessen, vgl. [25].

Im Rahmen der Baugrunderkundungen im Jahr 1976 [26] wurden die Untergrundverhältnisse im Bereich des Baufeldes Wulf mit neun Rammbohrsondierungen (RBS 1, RBS 2 und RBS 4 bis RBS 10) bis in eine Tiefe zwischen rd. 8 m und 16 m unter Geländeoberkante (GOK) aufgenommen.

Zur orientierenden Erkundung der Untergrundverhältnisse sowie für die Entnahme von Bodenproben wurden auf dem Baufeld Wulf am 20.07.2021 fünf Kleinrammbohrungen, auftragsgemäß überwiegend im Rahmen der ergänzenden orientierenden Schadstoffuntersuchungen [6], bis in Tiefen von rd. 4 m und 10 m unter GOK abgeteuft, auf Normalhöhennull bezogen entsprechend zwischen rd. + 4,2 m NHN und - 1,5 m NHN.

Im Hinblick auf eine ggf. erforderliche Tiefgründung wurden am 21. und 22.07.2021 zudem acht Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1<sup>5</sup> bis in eine Tiefe zwischen rd. 15 m und 30 m unter GOK niedergebracht. Die Endteufen entsprechen somit Höhenkoten zwischen rd. - 6,7 m NHN und - 29,6 m NHN.

Vor der Ausführung der Aufschlüsse wurden zur Leitungserkundung Handschachtungen bis in eine Tiefe von rd. 1,5 m bis 2,0 m unter GOK ausgeführt.

Die relevanten und uns vorliegenden Altaufschlusspunkte aus [26] sowie die Ansatzpunkte der aktuellen Aufschlüsse sind in Anlage 1.2 lagemäßig dargestellt. Bei der Festlegung der Ansatzpunkte wurden die geplanten Bauflächen sowie die Bestandsbebauung berücksichtigt. In [26] sind die aufgrund von Hindernissen abgebrochenen Erkundungen lagemäßig nicht ersichtlich. Entsprechend wurden in Anlage 1.2 lagemäßig nur die bis zu einer relevanten Tiefe ausgeführten Erkundungen dargestellt. Auf dem Lageplan, Anlage 1.2, wurden die Alterkundungen aus [26] grau und die aktuellen Untergrundaufschlüsse farblich gekennzeichnet.

Die Ansatzhöhen der aktuellen Aufschlusspunkte wurden entsprechend des aktuellen Geländeverlaufs auf Koten zwischen rd. + 8,1 m NHN und + 9,2 m NHN eingemessen. Als Höhenbezugspunkt (HBP) für die höhenmäßige Einmessung dienten zwei Schachtdeckel an den südlichen und nördlichen Gebäudeseiten. Gemäß [9] weisen die Oberkanten der Deckel Höhen von + 8,84 m NHN (HBP 2) sowie + 8,44 m NHN (HBP 3) auf. Die HBP sind lagemäßig in der Anlage 1.2 dargestellt. Wir empfehlen die Höhen der HBP durch einen Vermesser prüfen zu lassen.

Für die Entnahme von Wasserproben sowie für die Beobachtung der Grundwasserstände nach Abschluss der Feldarbeiten wurde die Kleinrammbohrung KRB 1/21 zum Rammfilterbrunnen (RFB) ausgebaut.

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

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

Ferner wurden während der aktuellen Baugrunderkundung mittels der Kleinrammbohrungen durch das Bohrunternehmen insgesamt 63 gestörte Bodenproben entnommen und von uns entsprechend der DIN EN ISO 14688-1<sup>6</sup> angesprochen. Auftragsgemäß erfolgte keine Ausführung von bodenmechanischen Laborversuchen an den Bodenproben, da diese überwiegend in den geplanten Aushub fallen.

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

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

### 4.3 Untergrunderbau

Die Ergebnisse der Untergrunderaufschlüsse sind in der Anlage 2 in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen höhengerecht aufgetragen. Weiterhin wurden die im Baufeld Wulf relevanten Altaufschlüsse aus [26] mit dargestellt. Die Altaufschlüsse wurden auf Plausibilität geprüft und ansonsten ohne Änderungen übernommen.

Den aktuellen Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [28] zugrunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben überarbeitet und ergänzt wurden.

Demnach stehen im Bereich der Bebauungsflächen des Baufeldes Wulf unterhalb der bereichsweise vorhandenen Oberflächenbefestigung, wie Pflastersteine und Betonrecycling, zunächst heterogen zusammengesetzte Auffüllungen mit großen Mächtigkeiten an. Die heterogenen Auffüllungen weisen überwiegend rollige Eigenschaften auf, abschnittsweise sind jedoch tlw. auch mächtige, vgl. z. B. KRB 2/21, bindige Auffüllungshorizonte zwischengelagert.

Gemäß den durchgeführten Aufschlüssen wurden im westlichen Bereich des Baufeldes unterhalb der Auffüllungen Torfe erkundet. Unterhalb der Torfschicht im Westen bzw. den Auffüllungen im Osten ist mit locker bis dicht gelagerten Sanden mit unregelmäßig eingelagerten Beckenschluffe/Beckentone bzw. Wechsellagerungen der o. g. Bodenarten zu rechnen.

Die aktuell angetroffenen Untergrundverhältnisse bestätigen generell die Ergebnisse aus dem Altgutachten [26].

Die einzelnen Bodenschichten werden nachfolgend näher beschrieben.

#### Auffüllungen

Als Auffüllungen sind sowohl Sande als auch bindige sowie gemischtkörnige Böden vorhanden. Die aufgefüllten Sande sind überwiegend locker gelagert. Die aufgefüllten bindigen und gemischtkörnigen Böden weisen eine weiche bis steife, bereichsweise steife, vgl. KRB/RFB 1/21, Konsistenz auf. In den Auffüllungen sind örtlich unterschiedlich hohe Anteile an anthropogenen Beimengungen in Form von Bauschutt(-resten), Ziegel- und Schieferresten, Glasresten, Betonbruch, Wurzelresten und Schlackenresten sowie weitere Fremdbestandteile vorhanden. Zudem sind die Auffüllungen bereichsweise mit Organik durchsetzt.

Die Mächtigkeit der aktuell erkundeten Auffüllungen variiert gemäß den direkten Aufschlüssen zwischen rd. mind. 4,0 m und 8,0 m, demnach liegt die Basis der Auffüllungen bei rd. + 5,0 m NHN bis - 0,3 m NHN. Es ist davon auszugehen, dass die Basis der Auffüllungen tlw. bis etwa - 0,7 m NHN ragt, vgl. die Ergebnisse der Drucksondierungen CPT 8/21 aus Anlage 2.



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

### Organische Ablagerungen

Im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf wurden unmittelbar unterhalb der Auffüllungen holozäne Ablagerungen in Form von Torf erkundet, vgl. KRB 2/21, RBS 9 sowie die westlichen Drucksondierungen. Im mittleren Bereich des Baufeldes Wulf wurden organische Ablagerungen in Form von Torf und bereichsweise von Sandmudde innerhalb der gewachsenen Sande angetroffen, vgl. RBS 2, RBS 5a und RBS 8. Bei dem Torf handelt es um zeretzten Torf.

Entsprechend wurde die Torfschicht vollflächig auf dem gesamten westlichen Bereich des Baufeldes Wulf erkundet. Hierbei nimmt die Mächtigkeit der Torfschicht vom Norden nach Süden zu. Entsprechend weist diese Torfschicht im westlichen Bereich mit einer Unterkante zwischen rd. 7,6 m (im Norden) und 13,1 m unter GOK (im Süden), d. h. ca. + 1,2 m NHN (im Norden) und - 3,9 m NHN (im Süden) überwiegend Mächtigkeiten etwa zwischen 1,7 m und 3,7 m auf. Zudem nimmt die Mächtigkeit der Torfschicht von Westen nach Osten ab, sodass keine organischen Ablagerungen im östlichen Bereich des Baufeldes Wulf angetroffen wurden. Im mittleren Bereich des Baufeldes Wulf steht der Torf mit einer Mächtigkeit zwischen 0,5 m und 0,6 m an. Die Lage der Torfschicht ist exemplarisch aus den von Westen nach Osten gerichteten Schnittführungen der Anlage 2.3 und Anlage 2.4 zu entnehmen.

Ferner wurde bei den Referenzprojekten östlich des Plangebiets ebenso kein Torf angetroffen, vgl. Abschnitt 4.1.

### Obere Sande

Gemäß der vorliegenden Erkundungen stehen auf dem Baufeld Wulf unterhalb der Auffüllungen bzw. Torfschicht Sande an. Die oberen Sande weisen in den oberen etwa 1 m eine lockere und darunter überwiegend eine mitteldichte Lagerung auf.

Im überwiegenden Bereich des Baufeldes Wulf konnte kein eindeutiger Übergang von den oberen Sanden zu den darunterliegenden Beckenablagerungen, überwiegend in Form von Beckensanden und -schluffen/-tonen sowie deren Wechsellagen mit den Untersuchungen erfasst werden. Im überwiegenden Bereich des betrachteten Baufeldes ist es nicht auszuschließen, dass es sich hierbei tlw. um sandige Beckenablagerungen handelt, vgl. CPT 1/21 bis CPT 5/21 sowie CPT 7/21 und CPT 8/21 in Anlage 2.

Ein Übergang von den oberen Sanden zu den darunter folgenden Beckenablagerungen in Form von Beckensanden und -schluffen/-tonen konnte nur bei den Drucksondierungsergebnissen von CPT 6/21 abgeleitet werden. Hierbei liegt die Unterkante der oberen Sande in einer Tiefe von rd. 14 m unter GOK, entsprechend rd. - 5,0 m NHN.

### Beckenablagerungen

Unterhalb der Auffüllungen, bereichsweise Torfe sowie oberen Sande folgen Beckenablagerungen in Form von Beckenschluff/-ton und Beckensand, tlw. in Wechsellagerung.

Nach empirischen Ansätzen kann aus den Drucksondierungen abgeleitet werden, dass der Beckenschluff/-ton 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. Zudem kann eine Abgrenzung zwischen Beckenschluff und Beckenton aus den vorliegenden Drucksondierungen nicht eindeutig abgeleitet werden, vgl. z.B. CPT 4/21. An dieser Stelle weisen wir auf den Abschnitt 9 hin.

### Ergänzende Hinweise

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

## **4.4 Grundwasserverhältnisse**

### **4.4.1 Wasserstände**

Die während der aktuellen Bohrarbeiten angebohrten und nach Abschluss im offenen Bohrloch eingemessenen Wasserstände sind in der Anlage 2 jeweils neben den Bohrprofilen in Meter unter GOK angegeben. Zudem wurden die in [26] angegebenen Wasserstände in der Anlage 2 ohne Änderungen übernommen. Bei den Alterkundungen aus [26] gehen wir zunächst davon aus, dass es sich hierbei um Wasserstände nach Bohrende handelt.

Zur stichprobenartigen Messung der Wasserstände wurden auf dem Baufeld zudem ein Rammfilterbrunnen (KRB/RFB 1/21) errichtet, vgl. auch Abschnitt 4.2. Der Rammfilterbrunnen KRB/RFB 1/21 wurde innerhalb der rolligen Auffüllungen verfiltert.

Gemäß aktuellen und alten Messergebnissen steht Grundwasser im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf in den Auffüllungsschichten oberhalb der gering durchlässigen Torfschicht (oberer Grundwasserleiter) saisonal in Tiefen zwischen rd. + 2,2 m NHN und + 5,2 m NHN an. Dies entspricht etwa Grundwasserflurabständen von 5 m bis 7 m.

Im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf wurde eine flächig vorhandene Torfschicht erkundet, die grundwasserstauend wirkt. Unterhalb der Torfschicht steht der untere Grundwasserleiter an, der in unregelmäßigen Tiefen von gering durchlässigen Schichten (Bekkenablagerungen) durchzogen ist. Das untere Grundwasser steht unterhalb der Torfschicht leicht gespannt an. Die Druckhöhe liegt nach derzeitigem Kenntnisstand etwa in Höhe des Wasserspiegels des oberen Grundwasserleiters.

Unter Beachtung der Grundwasserverhältnisse im östlichen Bereich des Baufeldes Wulf ist davon auszugehen, dass es lokal hydraulische Verbindungen der beiden Grundwasserleiter gibt.

Im östlichen Bereich des Baufeldes stehen unterhalb der Auffüllungsschichten gewachsenen Sande an. Hierbei wurde Grundwasser in Tiefen zwischen rd. + 2,0 m NHN und + 3,5 m NHN gelotet. Bereichsweise wurde im östlichen Bereich des Baufeldes mit den kurzen Aufschlüssen kein Wasser angetroffen., vgl. KRB 3/21 und KRB 5/21. Zurzeit ist davon auszugehen, dass es sich bei den rolligen Auffüllungen und gewachsenen Sande im östlichen Bereich des Baufeldes Wulf um einen Grundwasserleiter handelt.

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

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

#### **4.4.2 Bemessungswasserstand**

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

Bemessungswasserstand oberer Grundwasserleiter: + 4,5 m NHN

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

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

Es ist davon auszugehen, dass das Grundwasser im unteren Grundwasserleiter unterhalb der im westlichen Bereich anstehenden Torfschichten 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 dem oberen Grundwasserleiter (Bemessungswasserstand) ausgegangen werden. Die tatsächliche Druckhöhe sollte im Rahmen weiterer Untersuchungen festgestellt werden, vgl. Abschnitt 10.

#### **4.4.3 Chemische Analytik Grundwasser**

Am 28.07.2021 wurden von der Firma GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg, aus dem Rammfilterbrunnen RFB 1/21, vgl. Lageplan in Anlage 1.2, eine Wasserprobe aus dem oberen Grundwasserleiter entnommen und vor Ort die Feldparameter Färbung, Geruch, Trübung, Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Redoxpotential bestimmt.

Die Wasserprobenahme erfolgte als Pumpprobe. Die Wasserprobe wurde anschließend im Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH auf betonaggressive Inhaltstoffe nach DIN 4030<sup>7</sup> und im Hinblick auf eine mögliche bauzeitliche Ableitung in die öffentlichen Abwasseranlagen/Oberflächengewässer chemisch untersucht. Allgemeine Grenzwerte liegen uns für die Einleitung nicht vor. Deshalb wurde das Wasser auf den Parameterumfang zur Einleitung in ein Regenwassersiel der Freien und Hansestadt Hamburg untersucht.

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

##### Betonaggressivität

Das untersuchte Grundwasser aus den rolligen Auffüllungen ist entsprechend der Analyseergebnisse als „nicht betonangreifend“ einzustufen.

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

##### Einleitparameter für öffentliche Abwasseranlagen/Oberflächengewässer

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

Im Vergleich mit den Richtwerten für eine Einleitung in den Regenwasserkanal Hamburg sind in der Grundwasserprobe aus dem Rammfilterbrunnen RFB 1/21 die Parameter

---

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

abfiltrierbare und absetzbare Stoffe sowie AOX, Arsen und Nickel erhöht. Gemäß unseren Erfahrungswerten aus Kiel ist zusätzlich der Parameter Cadmium erhöht.

Im Vergleich mit den Richtwerten für eine Einleitung in den Schmutzwasserkanal Hamburg ergeben die Analysen lediglich eine Grenzwertüberschreitung für den Parameter absetzbare Stoffe. Gemäß unseren Erfahrungswerten aus Kiel sind keine weiteren Parameter auffällig.

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

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

## 5 CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Auf Grundlage der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1<sup>8</sup> die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen für das Planungsgebiet in Ansatz gebracht werden.

---

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

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul $E_{s,k}$ MN/m <sup>2</sup>	Bodengruppe DIN 18196 <sup>9</sup>
	feucht $\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	unter Auftrieb $\gamma'_k$ kN/m <sup>3</sup>	Reibungs- winkel $\varphi'_k$ °	Kohäsion $c'_k$ kN/m <sup>2</sup>		
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/-ton (steif)	19,5	9,5	25	12,5	60	UL, TL, SU*, ST
Füllboden	19	11	35	0	80	SE, SW, GE, GW

**Tabelle 1** Charakteristische Bodenkennwerte

## 6 GRÜNDUNG

Die Planung sieht für das Wohn- und Gewerbehäuser eine durchgehende, eingeschossige Unterkellerung vor, vgl. [14].

### 6.1 Gründungsempfehlungen

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

<sup>9</sup> DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

Die derzeitige Geländeoberkante liegt gemäß aktuellen Erkundungen auf dem betrachteten Baufeld zwischen rd. + 8,1 m NHN und + 9,2 m NHN. Im Bereich des Bestandsgebäude liegen keine aktuelle Untergrundaufschlüsse vor. Hierbei wird auf die Altaufschlüsse aus [26] zurückgegriffen, vgl. Anlage 2.

Auf dem Baufeld Wulf ist die Bauwerksunterkante des durchgehenden Untergeschosses auf + 0,83 m NHN geplant, vgl. [15].

Die Bauwerksunterkante des geplanten Wohn- und Gewerbehäuses mit einem Untergeschoss liegt überwiegend im westlichen Bereich in den heterogen zusammengesetzten Auffüllungen oberhalb der Torfschicht. Diese Schichten sind von gewachsenen Sanden unterlagert. Im östlichen Bereich liegt die Bauwerksunterkante tlw. in den gewachsenen Sanden. Diese Schichten sind von Beckenablagerungen unterlagert, vgl. Abschnitt 4 sowie Anlage 2.

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

Die Oberen Sande und Beckensande mit einer mindestens mitteldichten Lagerung sowie der Beckenschluff/-ton mit mindestens steifer Konsistenz sind als tragfähig und für die direkte Abtragung der geplanten Gebäudelasten als geeignet zu beurteilen.

Die Tragfähigkeit der in Wechsellagerung anstehenden Beckenschluffe/-tone und Beckensande, vgl. CPT 4/21 und CPT 6/20, kann anhand der vorliegenden tlw. nur indirekten Aufschlüsse nicht abschließend bewertet werden. Hierfür ist die Ausführung von direkten Aufschlüssen und bodenmechanischen Laborversuchen an diesen Böden erforderlich, vgl. Abschnitt 9.

Bei Ausführung einer Flachgründung tlw. 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. [6], voraussichtlich nicht wirtschaftlich. Die Ausführung einer Kombination aus Flachgründung des östlichen Gebäudeteils und Tiefgründung des westlichen Gebäudeteils wird bei der geringen Bauwerksabmessung in Ost-West-Richtung und den dafür erforderlichen Maßnahmen für einen Ausgleich der sich unterschiedlich einstellenden Setzungen ebenfalls als nicht wirtschaftlich eingeschätzt. Entsprechend empfehlen wir für den gesamten Gebäudekomplex auf dem Baufeld Wulf die Ausführung einer Tiefgründung.

## 6.2 Tiefgründung

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

### 6.2.1 Pfahlsysteme

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

Nachfolgend werden mögliche Pfahlsysteme kurz bewertet.

#### Fertigbetonrammpfähle

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

#### Bohrpfähle

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

#### Ortbetonrammpfähle

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

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

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



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

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

#### Teilverdrängungsbohrpfähle

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

Teilverdrängungsbohrpfähle sind bei der Herstellung weitgehend frei von Erschütterungsemissionen.

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

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

#### Vollverdrängungsbohrpfähle

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

Vollverdrängungsbohrpfähle sind bei der Herstellung weitgehend frei von Erschütterungsemissionen.

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

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

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

### **6.2.2 Empfohlene Pfahlsysteme**

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

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

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

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

### 6.2.3 Charakteristische Pfahlwiderstände

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

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

#### Ortbetonrammpfähle mit Innenummung und aufgeweitetem Pfahlfuß

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

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

#### Vollverdrängungsbohrpfähle

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

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

#### Teilverdrängungsbohrpfähle

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

Generell sind die Hinweise zur Bemessung von Pfählen in der DIN EN 1997-1<sup>10</sup> und in den EA-Pfähle<sup>11</sup> u. a. auch zu Pfahlgruppenwirkungen zu beachten.

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

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

#### 6.2.4 Setzungsverhalten

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

## 7 BAUGRUBEN UND BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG

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

Nachfolgend werden Hinweise zur Sicherung und Trockenhaltung der Baugrube vom Baufeld W8 gegeben.

Die Bauwerksunterkante des Wohn- und Gewerbehäuses von Wulf liegt nach [15] bei  $+ 0,83$  m NHN entsprechend zwischen etwa 7,3 m und 8,6 m unter GOK, im Mittel bei etwa 8 m unter GOK.

In diesen Tiefen wurden bereichsweise nichtbindige und bindige Auffüllungen erkundet, vgl. Anlage 2. Es ist nicht auszuschließen, dass organische Ablagerungen (Torf) in diesen Tiefen anstehen, vgl. CPT 3/21. Unter Berücksichtigung der Ausbildung einer Filterschicht von rd. 0,4 m werden die Baugrubensohlen entsprechend in einer mittleren Tiefe von etwa 8,4 m unter GOK, entsprechend bei rd.  $+ 0,4$  m NHN angenommen.

Auf dem Baufeld Wulf wurde Grundwasser im Mittel bei ca.  $+ 2,9$  m NHN erkundet, sodass die Baugrube in das Grundwasser einbinden wird. Unter Berücksichtigung der Grundwasserstandsmessungen, dem in Abschnitt 4.4.2 angegebenen Bemessungswasserstand und einer Absenkung des Grundwassers auf 0,5 m unter die Baugrubensohle ergibt sich ein Absenkziel von rd.  $- 0,1$  m NHN und somit ein Absenkmaß zwischen rd. 2,1 m und 4,6 m.

Zur Herstellung der Baugruben im Schutz einer Grundwasserabsenkung ergeben sich bei den erforderlichen Absenkmaßen und der zu erwartenden ggf. tlw. Trockenlegung von organischen Weichschichten vergleichsweise große Setzungen. Aufgrund des resultierenden großen Absenktrichters ist mit einer nennenswerten Beeinflussung der benachbarten Bestandsgebäude (Setzungen und daraus resultierend Zusatzeinwirkungen für Pfahlgründungen) und Bestandsbauwerken, wie z. B. Leitungen und Verkehrsflächen, zu rechnen. Aufgrund der bekannten Schadstoffbelastung des oberen Grundwasserleiters, vgl. [10] und [12], ist von aufwendigen Wasseraufbereitungen bzw. erhöhten Einleitgebühren auszugehen.

Zudem steht das Grundwasser unterhalb der Torfschicht gespannt an, vgl. Abschnitt 4.4. In Abhängigkeit der Schichtmächtigkeiten und der tatsächlichen Druckhöhe besteht die Gefahr eines Aufbruchs der Baugrubensohle oder eines hydraulischen Grundbruchs, sodass voraussichtlich eine Entspannung der Druckhöhe im unteren Grundwasserleiter erforderlich werden würde. Die Sicherheit gegen Aufbrechen der Baugrubensohle und gegen hydraulischen Grundbruch ist entsprechend nachzuweisen, vgl. Abschnitt 10.2.

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

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

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

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

Wie oben dargelegt, ist die Herstellung der Untergeschosse der drei Baufelder prinzipiell in Teilbaugruben mit unterschiedlichen Arten an Baugrubensicherungen und Wasserhaltungen möglich. Allerdings wird gemäß [2] und [3] auch für die beiden benachbarten Baufelder W1 und W8 die Herstellung einer Trogbaugrube mit künstlicher Dichtsohle empfohlen.

## 7.1 Sohlabdichtung

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

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

Alternativ kann die Herstellung der 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.

## 7.2 Baugrubensicherung

Oberhalb des Grundwassers und dort wo es die Platzverhältnisse zulassen, können die Baugrubenseiten geböscht (Kopfböschung) ausgeführt werden, um die Verbauarbeiten z. B. von einer Zwischenaushubebene auszuführen. Bei den hier erkundeten Auffüllungen sind die Baugrubenseiten voraussichtlich unter max. 45° zu böschen. Hierfür ist die Beschaffenheit der heterogenen Auffüllungen nach deren Anschnitt bei der Baugrubenherstellung abschließend zu bewerten. Darüber hinaus sind die Hinweise der DIN 4124<sup>12</sup> zu beachten bzw. einzuhalten.

Die Ausführung wasserdruckhaltender Verbausysteme ist generell in Form von Spundwänden, Bohrpfahlwänden 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

---

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

Gebäuden wird von einem Rammen und der damit verbundenen Erschütterungen abgeraten. Ob ein Rütteln der Spundbohlen für die umgebende Bebauung verträglich ist, ist zu prüfen.

In den mächtigen Auffüllungen können Hindernisse, vgl. Abschnitt 10.1, vorhanden sein, die ein Einpressen von Spundbohlen erschweren. Beim Einpressen können deshalb zusätzlich Auflockerungsbohrungen und Bohrungen für Hindernisbeseitigungen erforderlich werden. Sofern Auflockerungsbohrungen zur Ausführung kommen, sind deren Wirkung statisch zu berücksichtigen. Bei den hier genannten Bohrungen wird die Wasserwegsamkeit zwischen den oberen und unteren Grundwasserleiter gefördert, vgl. Abschnitt 4.4. Die Ausführung der Auflockerungsbohrungen durch einen Grundwassergeringleiter ist prinzipiell mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

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

Es wird auf die erforderliche Dichtigkeit der Spundwände hingewiesen.

### Bohrpfahlwände

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

Bohrpfahlwände zählen aufgrund der massiven Bauweise zu den verformungsarmen Verbausystemen.

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

### Schlitzwände

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

### Ergänzende Hinweise

Bei der Herstellung von 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 auszusteifen. Die Rückverankerung von Verbauwänden kann mittels Verpressankern nach DIN EN 1537<sup>13</sup> erfolgen.

Die Vorbemessung von temporären Verpressankern nach DIN EN 1537 kann auf Grundlage der Tabellen von Ostermayer<sup>14</sup> durchgeführt werden. Die Verpresskörper liegen voraussichtlich in den Auffüllungen und den gewachsenen Sanden bzw. Wechsellagerungen Beckenschluffe/Beckensande. Dementsprechend kann bei einer Verpresskörperlänge von mind. 6 m und einem Verpresskörperdurchmesser von 150 mm zunächst mit nachfolgend angegebenen charakteristischen axialen Herausziehwiderständen gerechnet werden:

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

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

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

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

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

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

### Unterteilung der Baugrube durch Schotts

Gemäß [14] sollen die Untergeschosse der drei Baufelder (W1, W8 und Wulf) miteinander verbunden sein und in einer Baugrube hergestellt werden. Aufgrund der Größe der Baugrube empfehlen wir eine Unterteilung der Baugrube durch Schotts, um das Risiko von Arbeitsunterbrechungen durch Undichtigkeiten im Baugrubentrog zu verringern.

### **7.3 Trockenhaltung Baugrube und Wasserhaltung**

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

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 berücksichtigen, vgl. Abschnitt 4. Wir gehen derzeit davon aus, dass die geringmächtige, gering wasserdurchlässige Torfschicht überwiegend im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf ansteht. Die Entnahmebrunnen sollten deshalb ober- und unterhalb dieser Schicht verfiltert werden, um auch eine ggf. erforderliche Entspannung des Grundwassers unterhalb der Torfschicht (unterer Grundwasserleiter) zu erreichen. Wir weisen darauf hin, dass Grundwasserbrunnen und auch -messstellen, dessen Ausbau nicht vollständig in den Aushub fallen, fachgerecht zurückzubauen sind.

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

Neben dem Restwasser kann auch Tagwasser in den überwiegend durchlässigeren Sanden versickern und den Schwerkraftbrunnen zulaufen. In der endgültigen Baugrubensohle stehen jedoch in Teilen Torf, vgl. CPT 3/21, sowie bindige Böden in oder direkt unterhalb der Aushubsohle an. Eine Fassung des Tag- und Restwassers ist bei Bedarf ergänzend mit Hilfe einer offenen Wasserhaltung möglich.

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



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

#### Aufreinigung des Förderwassers

Eine Aufreinigung des Förderwassers wird erforderlich, wenn die im Wasser enthaltenen Schadstoffe die vorgegebenen Grenzwerte der unteren Wasserbehörde der Stadt Kiel und der Stadtwerke Kiel überschreiten. Die Grenzwerte werden u. a. im Rahmen der Baugenehmigung oder wasserrechtlichen Erlaubnis einzelfallabhängig festgelegt. Die ausgeführten Untersuchungen weisen auf Verunreinigungen des Grundwassers hin, vgl. Abschnitt 4.4.3, sodass mit Aufreinigungsmaßnahmen zu rechnen ist. Für eine höhere Planungssicherheit können erneute Grundwasseranalysen vorgenommen werden. Hierfür kann es sinnvoll sein, Grundwassermessstellen im oberen Grundwasserleiter auszubauen, die aufgrund des größeren Durchmessers und Ringraums einen größeren Grundwasserzufluss ermöglichen, vgl. Abschnitt 4.4.3 und Abschnitt 9.1

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

#### Einleitung von Förderwasser

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

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

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

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

## 8 TROCKENHALTUNG DER BAUWERKE

Es muss damit gerechnet werden, dass der geplante Gebäudekomplex auf dem Bau-  
feld W8 in den Grundwasserhorizont einbindet. Demnach sind die erdberührten Bauteile  
gemäß DIN 18533-1<sup>15</sup> 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.

Nr.	1	2	3	4
	Klasse	Art der Einwirkung	Beschreibung	Abdichtung nach
1	<b>W1-E</b>	<b>Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser</b>	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	<b>W2-E</b>	<b>Drückendes Wasser</b>	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	<b>W3-E</b>	<b>Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken</b>	5.1.4	8.7
8	<b>W4-E</b>	<b>Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden</b>	5.1.5	8.8

**Tabelle 2** Wassereinwirkungsklassen (Quelle: DIN 18533-1)

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

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

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

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

## 9 ERGÄNZENDE ERKUNDUNGEN

### 9.1 Baugrund

Die direkten Aufschlüssen des aktuell durchgeführten Erkundungsprogramms waren auftragsgemäß überwiegend für die orientierenden Schadstoffuntersuchung vorgesehen. Zudem wurde das aktuelle Erkundungsprogramm unter Berücksichtigung der bestehenden Bauwerke ausgelegt. Entsprechend wurden keine aktuellen Erkundungen im Bereich der Bestandsgebäude ausgeführt. Aus den Alterkundungen [26] stehen bereichsweise im Bereich des Bestandsgebäudes die Ergebnisse von direkten Aufschlüssen zur Verfügung.

Für eine genauere Bewertung der Zusammensetzung und Tragfähigkeit von Beckenschluffen bzw. Wechsellagerungen von Beckenschluffen/Beckentonen/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<sup>16</sup> mit Entnahme von durchgehend gekernten sowie ergänzend ungestörten Proben im Bereich der relevanten Beckenschluffe und Wechsellagerungen von Beckenschluffen/Beckentonen/Beckensanden erforderlich. Wir empfehlen die Ausführung von etwa zwei Trockenbohrungen bis in eine Tiefe von rd. 30 m unter GOK. Die tatsächliche Tiefe sollte in Abhängigkeit der Vorbemessung der Pfahlgründung festgelegt werden.

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

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

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

### 9.2 Bestandsbauwerke

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

---

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

## 10 BAUTECHNISCHE HINWEISE

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

### 10.1 Hindernisse im Baugrund

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

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

### 10.2 Auftriebssicherheit Neubauten

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

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

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

### 10.3 Eignung von Aushubmaterial als Füllboden

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

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

#### **10.4 Entsorgung Aushubböden**

Gemäß [6] sind die Aushubböden schadstoffbelastet, tlw. mit Überschreitungen der Zuordnungswerte der Einbauklasse 2.

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

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

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

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

#### **10.5 Füllmaterial**

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

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

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

## 10.6 Kampfmittel

Gemäß [23] und [24] besteht für das betrachtete Grundstück bzw. die Baufeldfläche bereichsweise Kampfmittelverdacht. Auf den Nachbarbaufelder gibt es vollflächig oder tlw. Flächen mit Kampfmittelverdacht, vgl. für das Baufeld W1 [16], [18] bis [20] sowie für das Baufeld W8 [21] und [22]. Zu den unmittelbar angrenzenden Verkehrsflächen liegen uns keine Informationen vor.

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

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

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

## 10.7 Beweissicherung

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

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

## 10.8 Hinweise zur Kranaufstellung

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

## 10.9 Herstellung von Arbeitsebenen

Zur Gewährleistung der Standsicherheit der ausführenden Geräte müssen tragfähige Arbeitsebenen geschaffen werden. Der Aufbau der Arbeitsebenen ist für das zum Einsatz

kommenden Geräte in Abhängigkeit der in der jeweiligen Tiefenlage maßgebenden Bau-  
grundsichtung auszulegen und von der ausführenden Firma nachzuweisen.

### **10.10 Versickerungsfähigkeit der Böden**

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

Voraussetzungen dafür sind ausreichend durchlässige Böden sowie ein Mindestabstand  
zwischen dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) und der Versickerungsan-  
lage 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-Regel-  
werkes, Arbeitsblatt DWA-A 138<sup>17</sup>, durchzuführen. Wir weisen darauf hin, dass bei der Pla-  
nung von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser der Boden- und Gewässer-  
schutz zu beachten ist.

## **11 ZUSAMMENFASSUNG**

Zwischen Werftbahnstraße und Werftstraße in Kiel ist die Entwicklung des Quartiers „Kool  
Kiel“ auf drei Baufeldern vorgesehen. Die Untergeschosse der drei Baufelder sollen in einer  
gemeinsamen Baugrube mit Verbindungen hergestellt werden. Auf dem Baufeld Wulf ist  
der Neubau eines Wohn- und Gewerbehauses mit acht aufgehenden Vollgeschossen und  
einem Staffelgeschoss geplant.

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

Gemäß den Ergebnissen der Untergrunderkundungen stehen auf dem Baufeld Wulf unter-  
halb der Oberflächenbefestigung bzw. der Geländeoberkante zunächst heterogen zusam-  
mengesetzte, überwiegend rollige Auffüllungen mit großer Mächtigkeiten an. Darunter folgt

---

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

im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf eine Torfschicht. Im östlichen Bereich des Baufeldes wurde kein Torf angetroffen. Die Auffüllungen bzw. Torfe werden von Sanden und Beckenschluffen/-tonen bzw. einer Wechsellagerung aus Beckenschluff/Beckenton/Beckensand unterlagert.

Grundwasser wurde im westlichen Bereich des Baufeldes Wulf in den aufgefüllten Böden oberhalb der Torfschicht und im östlichen Bereich überwiegend in den Sanden erkundet. Das Grundwasser in den rolligen Auffüllungen wurde als nicht betonangreifend analysiert.

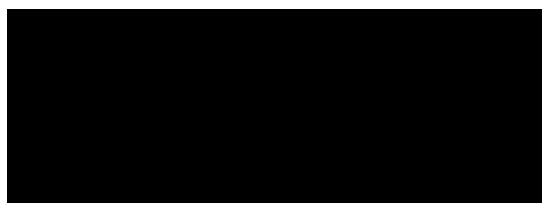
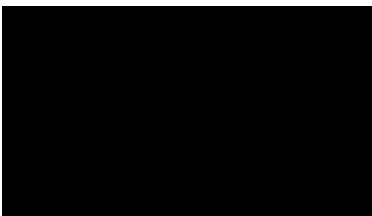
Bei den geplanten Höhen der Bauwerksunterkanten ist der Gebäudekomplex auf dem Bau-  
feld Wulf tief zu gründen. In Abschnitt 6.2 werden allgemeine Angaben für Tiefgründungen mit vorläufigen Pfahlwiderständen und vorläufig zu erwartenden Setzungen gegeben.

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

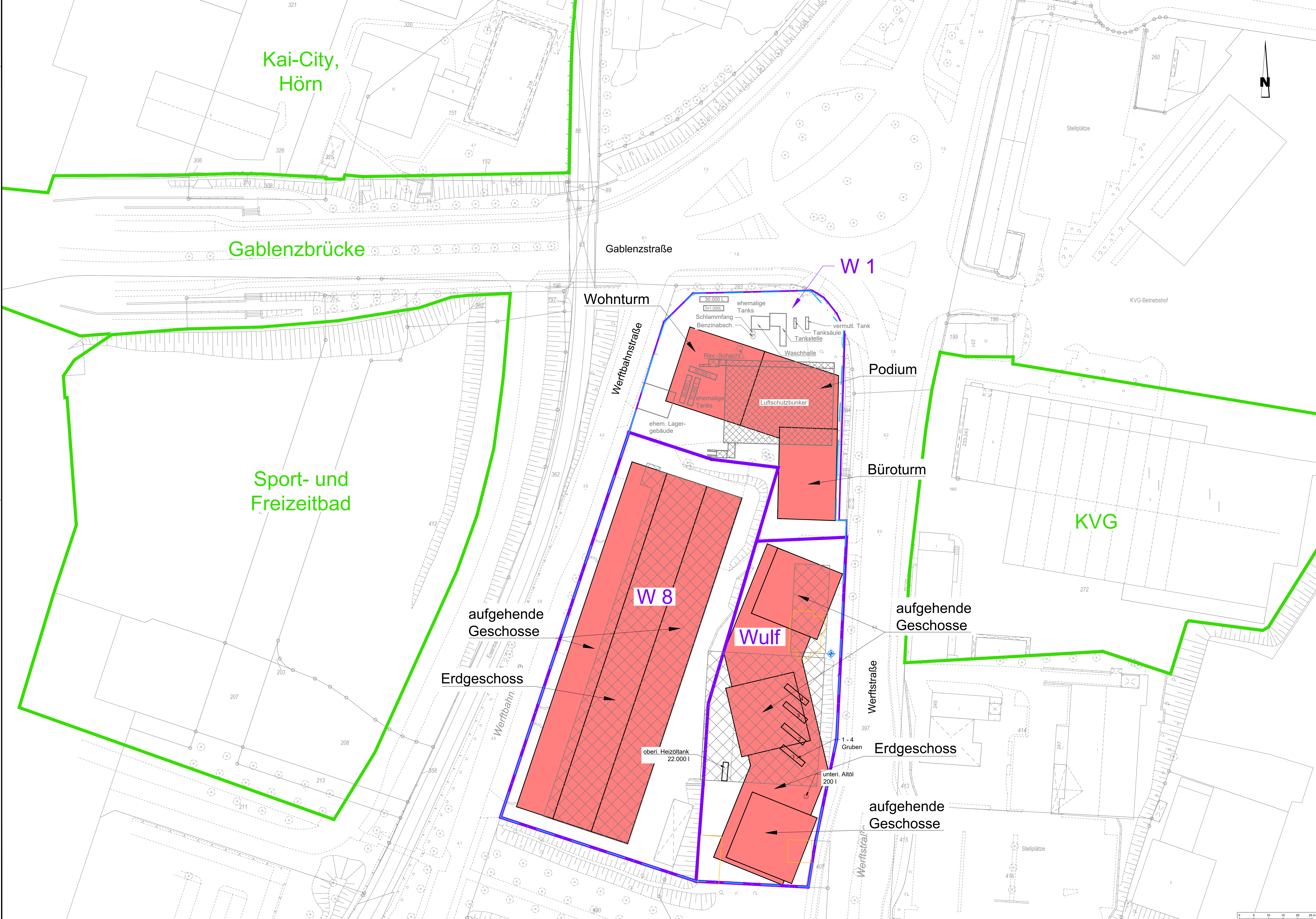
Das Untergeschoss ist gegen drückendes Wasser abzudichten.

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

IGB Ingenieurgesellschaft mbH







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

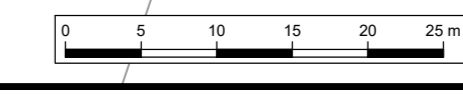
**Plangrundlage:**  
 Grundkarte, "180724\_1030\_Grundkarte"  
 übermittelt von Kap Horn GmbH  
 Landeshauptstadt Kiel, 24103 Kiel  
 Stadtplanungsamt  
 Lageplan W1, W8 und Wulf (Baufeld A - C), Entwurf  
 M. 1:500 vom 07.06.2021

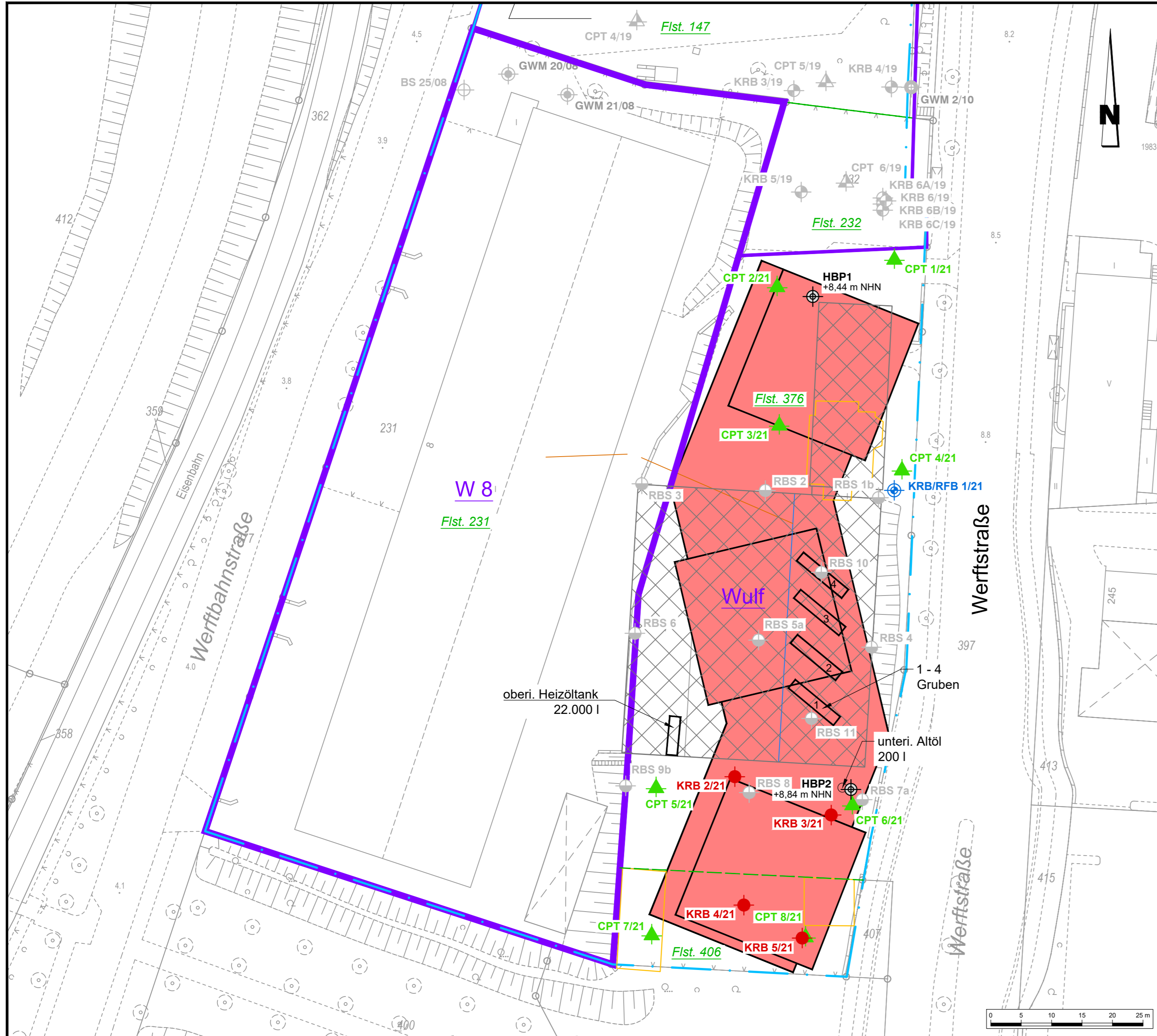
**Koordinatensystem:**  
 ETRS89\_UTM-32N








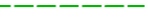






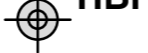






Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", Wulf  
 Geotechnisches Gutachten  
 Übersichtslageplan

Maßstab	1 : 500	Datum	29.09.2021	Anlage 1.1
Blattgröße	1115 mm x 645 mm	gez.		Zeichnungs-Nr.
		gepr.		19-2108 10 LP 111





**Legende:**

-  Baufeldgrenze
  -  geplantes Gebäude mit TG
  -  vorh. Gebäude/Anlagen
  -  geplantes UG/TG (Umriss)
  -  ehem. Gebäude/Anlagen
  -  Flurstücksgrenze
  -  Flst. 232
  -  vorh. Rinne
  -  vorh. SW-Kanal
  -  **KRB** Kleinrammbohrung aus 2021
  -  **KRB/RFB** Kleinrammbohrung aus 2021 Ausbau zum Rammfilterbrunnen
  -  **CPT** Drucksondierung aus 2021
  -  **HBP1+2** Höhenbezugspunkt Schachtdeckel
  -  **RBS** Rammbohrsondierung aus 1976
  -  **BS**
  -  **GWM**
  -  **KRB**
  -  **CPT**
  -  **GWM**
- } Altaufschlüsse auf Nachbarbaufeldern

**Plangrundlage:**

Kap Horn W8 GmbH, 3011 RA Rotterdam  
 1. Planauszug Stadtgrundkarte Kiel, M 1:1.000  
 Datei-Name: 190409\_UTM\_1017VGrundkarte.dwg vom 29.07.2019  
 2. Grundriss UG-Gesamt, M 1:300  
 Plan-Nummer: TP840 - LPH1 - 9002 vom 30.06.2021

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

**Koordinatensystem:**

ETRS89.UTM-32N

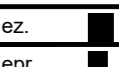
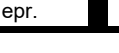


www.igb-ingenieure.de

Kiel, Werftbahnstraße, Quartier "Kool Kiel", Wulf

Geotechnisches Gutachten

Lageplan

Maßstab	Datum	Anlage 1.2
1 : 500	29.09.2021	
Blattgröße	gez.	Zeichnungs-Nr.
780 mm x 350 mm		19-2108 10 LP 112
	gepr.	
		

K:\IGB-1912108 KI Kool.BF C10 GEGU\IGB PLANE\01 CAD-AUSGANG\1912108 LP 11



**LEGENDE**

**Aufschlüsselbezeichnungen**

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

**Bodenarten**

Mu	Mutterboden	T	Ton
S	Schluff	U	ungestörte Probe
G	Gestein	S	gestörte Probe
X	Xest	U	ungestörte Probe
Y	Yest	S	gestörte Probe
H	Humos	U	ungestörte Probe
H	Humos	S	gestörte Probe
F	Faulschlamm	U	ungestörte Probe
F	Faulschlamm	S	gestörte Probe
Ki	Kies	U	ungestörte Probe
Ki	Kies	S	gestörte Probe
Blk	Beckenton	U	ungestörte Probe
Blk	Beckenton	S	gestörte Probe
Lx	Hangschutt	U	ungestörte Probe
Lx	Hangschutt	S	gestörte Probe
Löt	Lösslehm	U	ungestörte Probe
Löt	Lösslehm	S	gestörte Probe
Wk	Wieserikalk, Seekalk-, kreide	U	ungestörte Probe
Wk	Wieserikalk, Seekalk-, kreide	S	gestörte Probe
Bk	Braunkohle	U	ungestörte Probe
Bk	Braunkohle	S	gestörte Probe

**Felsarten**

Z	Fels, unclustert
Tst	Tonstein
Ust	Schieferstein
Mst	Mergelstein
Sst	Sandstein
Ko, Br	Konglomerat, Brekzie
Kst	Kalkstein
Kst	kristallines Gestein

**Grundwasser**

Grundwasser angebohrt  
 Grundwasser nach Bohrende  
 Ruhewasserstand im ausg. Bohrer  
 KGW kein Grundwasser

**Nebenanteile**

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

**Kalkgehalt**

o kaufel (0,00 < L < 0,50)  
 k+ kalkhaltig (0,50 < L < 0,75)  
 k++ stark kalkhaltig (0,75 < L < 1,00)

**Feuchtigkeit**

f feucht (1,00 < L < 1,00)  
 m mass (w < w)

**Zersetzung**

z nicht bis mäßig zersetzt  
 z+ stark bis völlig zersetzt

**Verwitterungsstufen**

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

**Klüftung**

K klüftig  
 K+ stark klüftig

**IGB** www.igb-ingenieure.de

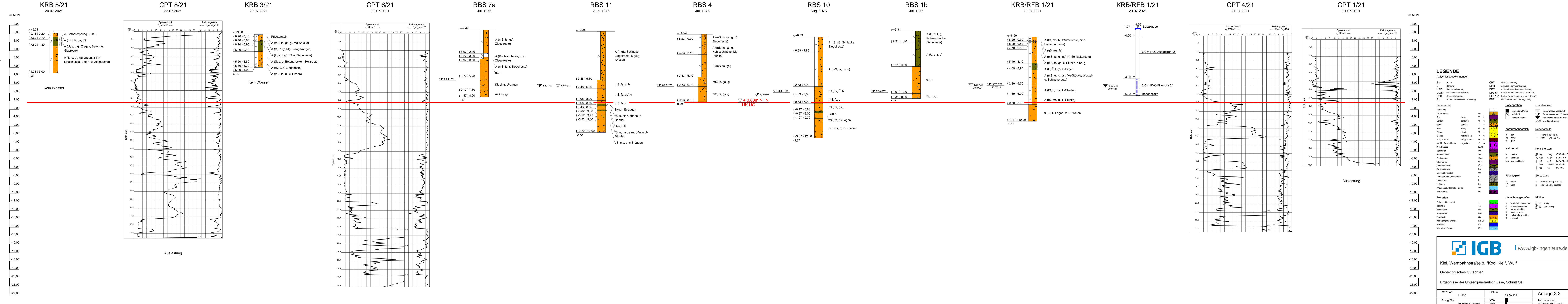
Kiel, Werftbahnstraße 8, "Kool Kiel", Wulf

Geotechnisches Gutachten

Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse, Schnitt West

Maßstab	1 : 100	Datum	29.09.2021	Anlage	2.1
Blattgröße	380 mm x 1740 mm	gez.		Zeichnungs-Nr.	19-2108 10 BP 201
		gepr.			

Auslastung



### LEGENDE

#### Aufschlusssbezeichnungen

Sch	Schurf
B	Bohrung
KRB	Kleinrammbohrung
GW	Grundwasserstandsstelle
RFB	Rammflügelbohrung
BDP	Bodenbohrungsmessstelle / -messung

#### Bodenarten

Mutterboden	Mu
Ton	lorig T t
Schluff	schluffig U u
Sand	sandig S s
Kies	kiebig G g
Steine	steinig X x
Blöcke	mit Blöcken Y y
Torf, Humus	torfig, humos H h
Mulde, Faulschlamm	organisch F o
Kies, Schlack	Ki, Sl
Beckenboden	Bku
Beckenschluff	Bks
Beckensand	Bks
Glimmerton	GLT
Glimmerschluff	GLu
Geschlebeimergel	Mg
Geschlebeimergel	Mg
Verwitterungs-, Hanggeh	L
Hangschut	Lx
Lößleh	Ll
Wiesenkalk, Seekalk, -erde	Wk
Braunkohle	Bk

#### Felsarten

Fels, undifferenziert	Z
Tonstein	Tst
Schiefer	Sl
Mergelstein	Mst
Sandstein	Sst
Konglomerat, Brekzie	Ko, Br
Kalkstein	Kst
kristallines Gestein	Kr

#### Bodenproben

gestörte Probe	☒
gestörte Probe	☐

#### Grundwasser

Grundwasser angebohrt	▽
Grundwasser nach Bohrende	◊
Ruhewasserstand in aug. Bohrung	◊
kein Grundwasser	KGW

#### Korngrößenbereich

fein	f
mittel	m
groß	g

#### Kalkgehalt

brg	brg
wch	wch
stf	stf
stf	stf
stf	stf
stf	stf

#### Feuchtigkeit

feucht	f
nass	n

#### Konsistenzen

0,00 < L < 0,50	0
0,50 < L < 0,75	1
0,75 < L < 1,00	2
1,00 < L < 1,50	3
1,50 < L < 2,00	4
2,00 < L < 3,00	5

#### Zersetzung

nicht bis mäßig zersetzt	z
stark bis völlig zersetzt	z

#### Verwitterungsstufen

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

#### Klüftung

klü	klüftig
klü	stark klüftig

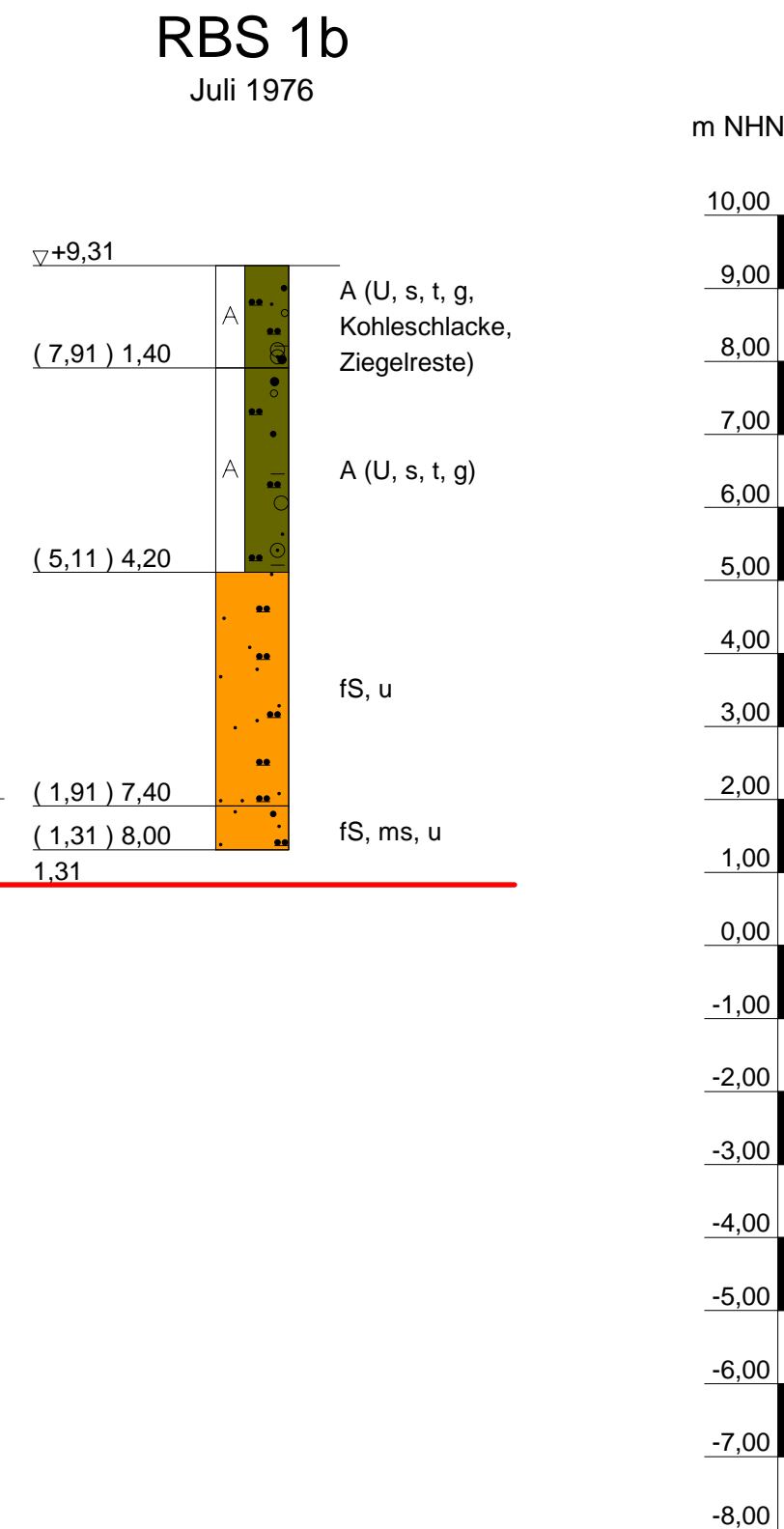
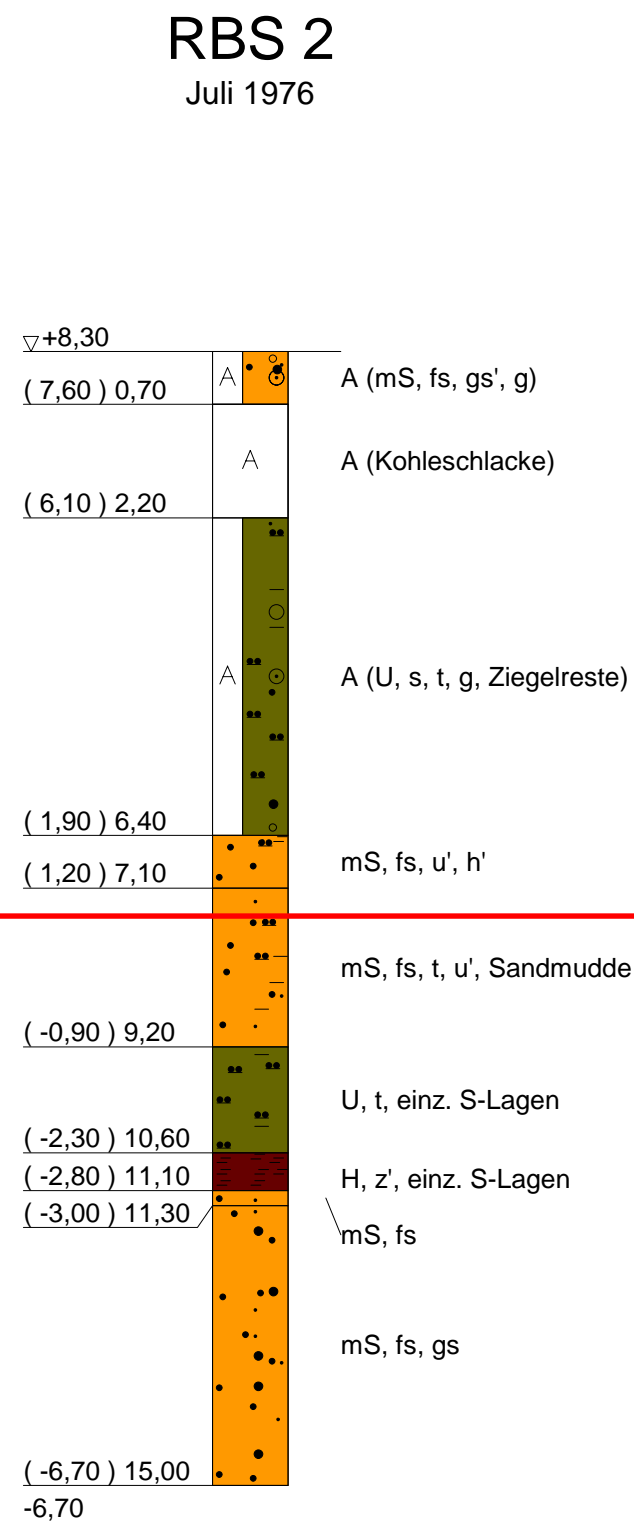
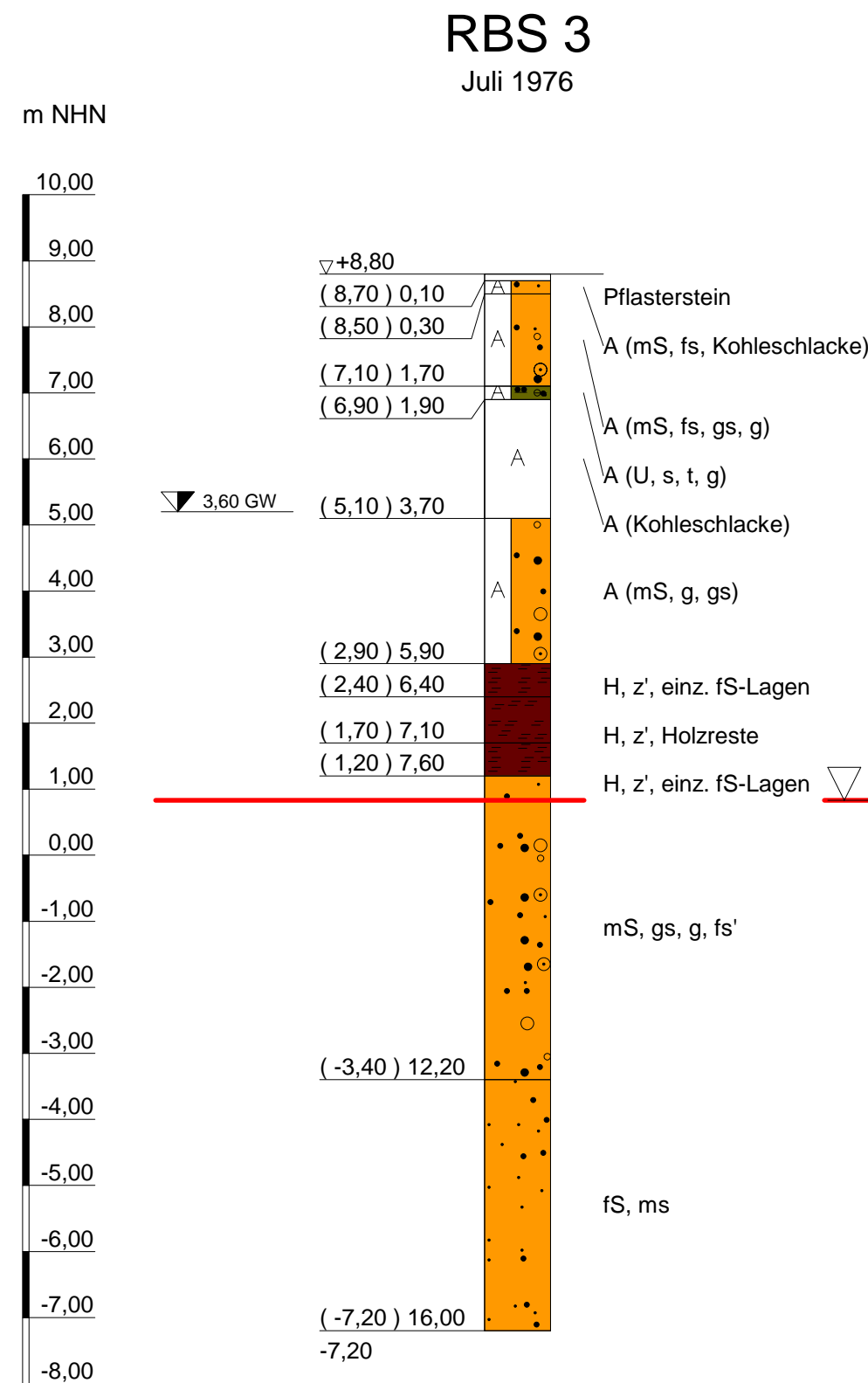
**IGB** [www.igb-ingenieure.de](http://www.igb-ingenieure.de)

Kiel, Wertbahnstraße 8, "Kool Kiel", Wulf

Geotechnisches Gutachten

Ergebnisse der Unteregrundaufschlüsse, Schnitt Ost

Maßstab	1 : 100	Datum	29.09.2021	Anlage	2.2
Blattgröße	1900mm x 380mm	gez.	gez.	Zeichnungs-Nr.	19-2108 10 BP 202



## LEGENDE

### Aufschlussbezeichnungen

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

CPT	Drucksondierung
DPH	schwere Rammsondierung
DPM	mittelschwere Rammsondierung
DPL 5/	leichte Rammsondierung (A = 5 cm <sup>2</sup> )
DPL 10/	leichte Rammsondierung (A = 10 cm <sup>2</sup> )
BDP	Bohrlochrammsondierung (SPT)

### Bodenarten

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

### Bodenproben

	ungestörte Probe
	Bohrkern
	gestörte Probe

### Korngrößenbereich

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

### Kalkgehalt

o	kalkfrei	brg	breiig (0,00 < I <sub>c</sub> < 0,50)
k+	kalkhaltig	wch	weich (0,50 < I <sub>c</sub> < 0,75)
k++	stark kalkhaltig	stf	steif (0,75 < I <sub>c</sub> < 1,00)
		hfst	halbfest (1,00 < I <sub>c</sub> )
		fst	fest (w <sub>n</sub> < w <sub>s</sub> )

### Feuchtigkeit

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

### Verwitterungsstufen

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

### Klüftung

	klü	klüftig
	klü	stark klüftig



www.igb-ingenieure.de

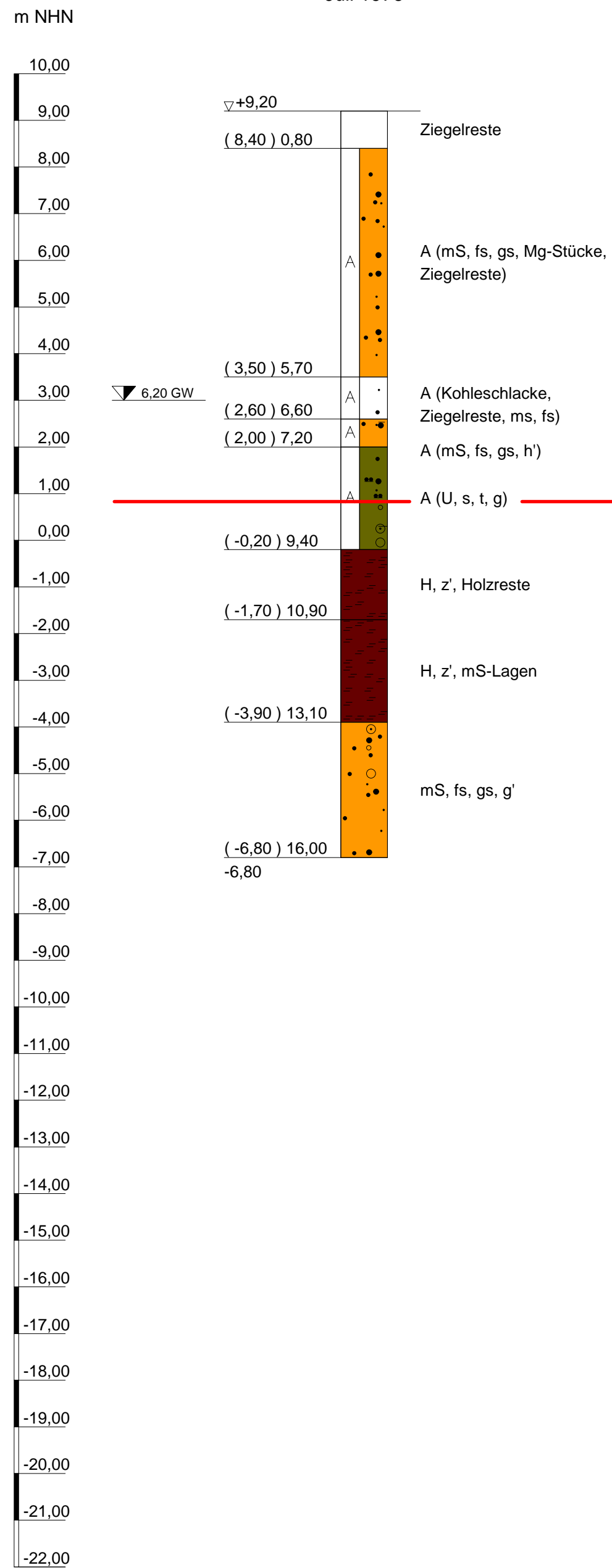
19-Kiel, Werftbahnstraße 8, "Kool Kiel", Wulf

Geotechnisches Gutachten

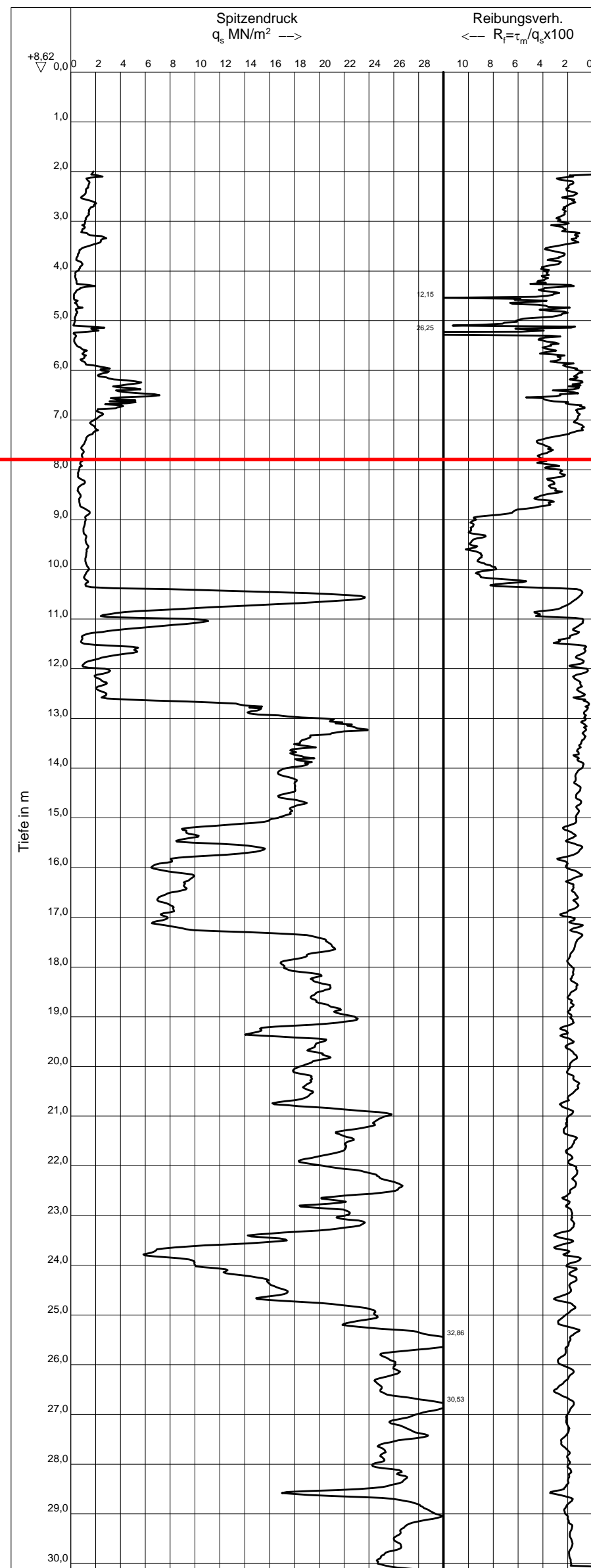
Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse, Schnitt nördl. Mitte (exemplarisch)

Maßstab	Datum	Anlage 2.3
1 : 100	29.09.2021	
Blattgröße	gez.	Zeichnungs-Nr.
	620mm x 297mm	

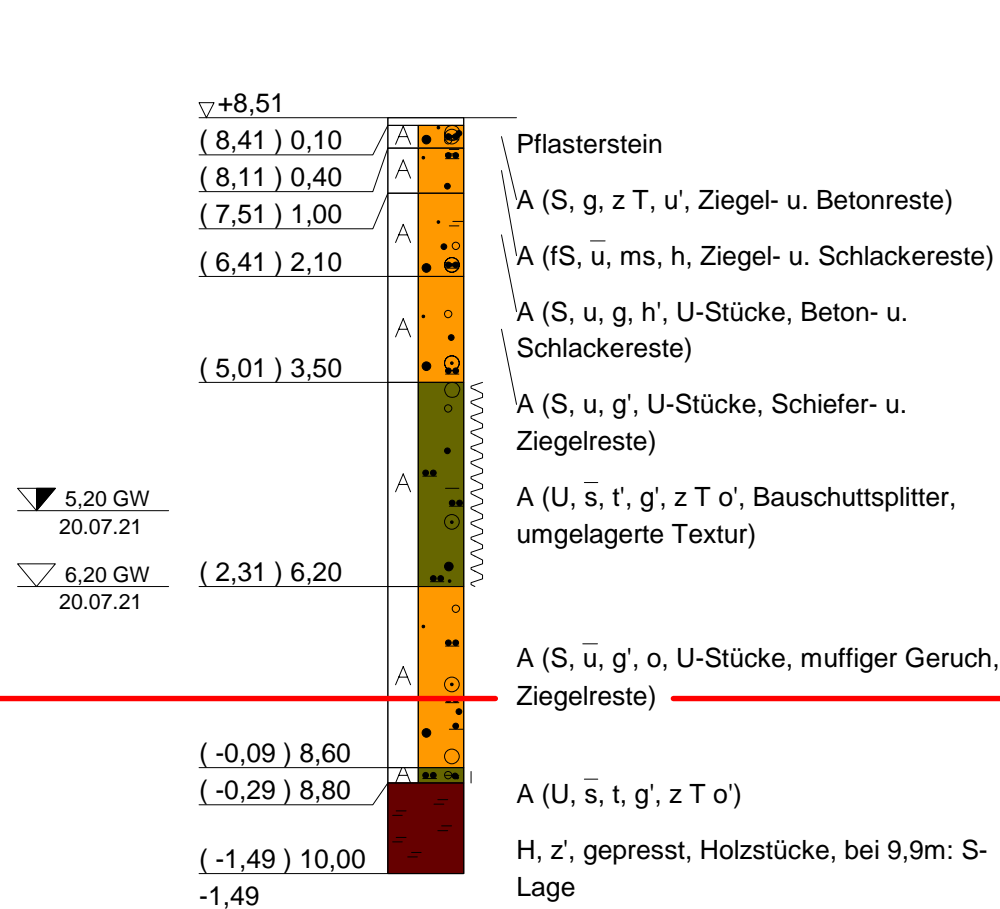
**RBS 9b**  
Juli 1976



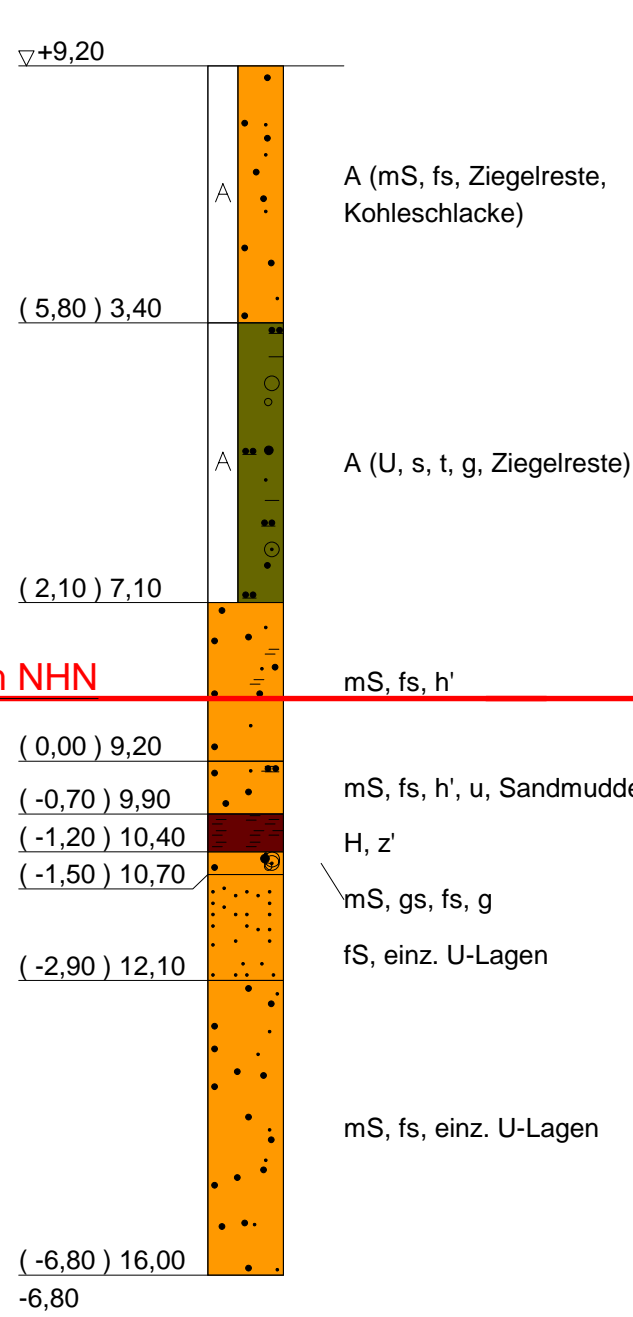
**CPT 5/21**  
22.07.2021



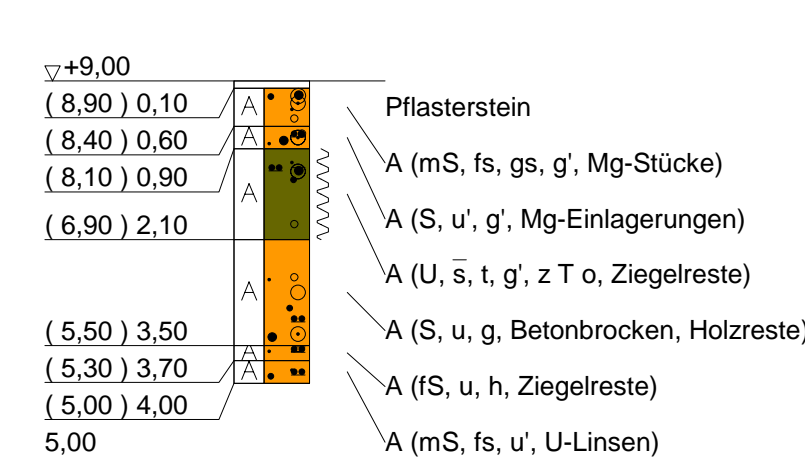
**KRB 2/21**  
20.07.2021



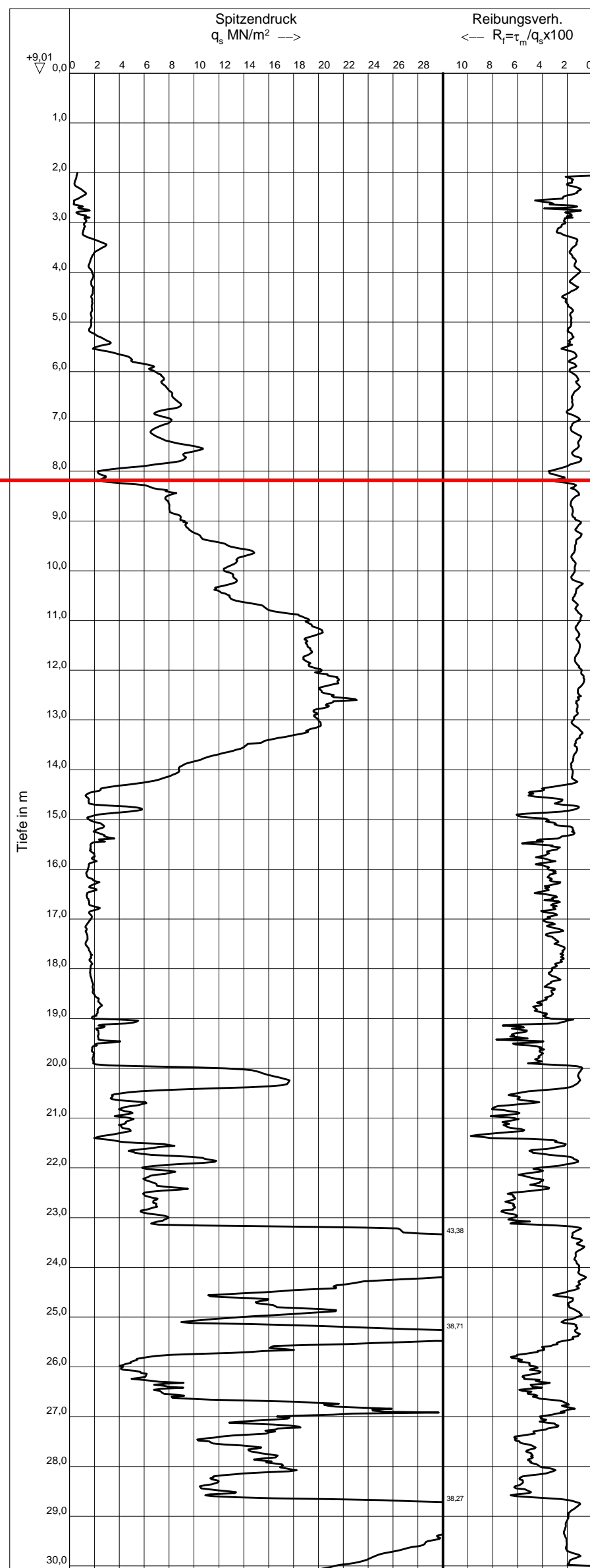
**RBS 8**  
Juli 1976



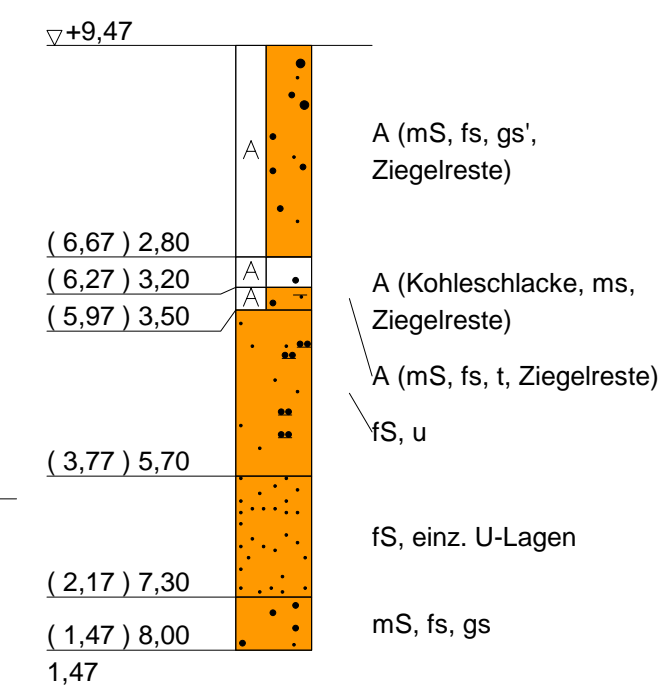
**KRB 3/21**  
20.07.2021



**CPT 6/21**  
22.07.2021



**RBS 7a**  
Juli 1976



**LEGENDE**

**Aufschlüsselbezeichnungen**

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

**Bodenarten**

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

**Bodenproben**

■	ungestörte Probe
⊗	Bohrkern
□	gestörte Probe

**Grundwasser**

▽	Grundwasser angebohrt
◊	Grundwasser nach Bohrung
◃	Ruhwasserstand im ausg. Bohrloch
KGW	kein Grundwasser

**Korngrößenbereich**

f	fein
m	mittel
g	groß

**Nebenteile**

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

**Kalkgehalt**

o	kalkfrei
k+	kalkhaltig
k++	stark kalkhaltig

**Konsistenzen**

brg	breig (0.00 < L < 0.50)
wch	weich (0.50 < L < 0.75)
stf	stif (0.75 < L < 1.00)
hst	halfst (1.00 < L)
fst	fest (w <sub>c</sub> < w <sub>L</sub> )

**Feuchtigkeit**

f	feucht
n	nass

**Zersetzung**

z'	nicht bis mäßig zersetzt
z	stark bis völlig zersetzt

**Felsarten**

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

**Verwitterungsstufen**

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

**Klüftung**

klü	klüftig
stklü	stark klüftig



www.igb-ingenieure.de

Kiel, Werftbahnstraße 8, "Kool Kiel", Wulf

Geotechnisches Gutachten

Ergebnisse der Untergundaufschlüsse, Schnitt südl. Mitte (exemplarisch)

Maßstab	1 : 100	Datum	29.09.2021	Anlage 2.4
Blattgröße	1130mm x 380mm	gez.	■	Zeichnungs-Nr.
		gepr.	■	19-2108 10 BP 204

Copyright © By D:\DAT\GmbH 1994 - 2021 - K:\IGB\19-09-2108 KI Kool BF C10\Gesamt\4 Profil\01 Profil-Ansicht\19-2108 10 BP 204.bsp

19-2108

Kiel, Werftstraße 240 - 248, Quartier "Kool Kiel", Baufeld Wulf (Baufeld C)

Geotechnisches Gutachten

hier: Übersicht Grundwasserstände

Aufschl. Nr.	Ausbau	Ansatzpunkt	UK Aufschluss	Wasserstände								
				angebohrt (oberster)			nach Bohrende im offenen bzw. ausgebauten Bohrloch			Ruhewasserstand		
				+ m NHN	m u. GOK	Datum	m u. GOK	+ m NHN	Datum	m u. GOK	+ m NHN	Datum
Bereich West												
KRB 4/21	-	9,21	5,0	20.07.2021	-	-	-	-	-	-	-	-
RBS 9b	-	9,20	16,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,20	3,00	-	-	-
KRB 2/21	-	8,51	10,0	20.07.2021	6,20	2,31	20.07.2021	5,20	3,31	-	-	-
RBS 8	-	9,20	16,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,20	3,00	-	-	-
RBS 6	-	8,55	15,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,00	2,55	-	-	-
RBS 5a	-	8,57	15,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,20	2,37	-	-	-
RBS 3	-	8,80	16,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	3,60	5,20	-	-	-
RBS 2	-	8,30	15,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,10	2,20	-	-	-
Bereich Ost												
KRB 5/21	-	9,31	5,0	20.07.2021	-	-	-	-	-	-	-	-
KRB 3/21	-	9,00	4,0	20.07.2021	-	-	-	-	-	-	-	-
RBS 7a	-	9,47	8,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,00	3,47	-	-	-
RBS 11	-	9,28	12,0	Aug. 1976	6,60	2,68	Aug. 1976	6,60	2,68	-	-	-
RBS 4	-	8,93	8,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	6,20	2,73	-	-	-
RBS 10	-	8,63	12,0	Juli 1976	6,60	2,03	Juli 1976	7,00	1,63	-	-	-
RBS 1b	-	9,31	8,0	Juli 1976	-	-	Juli 1976	7,30	2,01	-	-	-
KRB/RFB 1/21	RFB: oberer GW-Leiter	8,59	10,0	20.07.2021	5,80	2,79	20.07.2021	5,75	2,84	20.07.2021	5,92	2,67



21517031-001

29.07.2021



Standort: Excel

Probenahmeprotokoll Grundwasser

Ausdruck am 20.02.2017

DIN 38402-A13

Excel: G:\000 Allgemein\Probenahme\Probenahmeprotokolle\

MF 507-03 V3 PN-Grundwasser

Allgemeine Angaben									
Auftraggeber (Firma):		Straße:		Hs.-Nr.:		PLZ:		Ort:	
Projekt:		19-2108 Kool Kiel, Duffeld C							
Anlass der Probenahme:		Überwachung BV				Probenbezeichnung:			
Probenahmeort:		Werftstraße 268, 24143 Kiel				KRB 1/21			
Probenahmedatum:		28.07.21		Uhrzeit:		10:20		GBA Auftragsnummer:	
Eingang im Labor: Datum				Uhrzeit:					
Angaben zur Messstelle									
GPS-Koordinaten:		Breite [°] (Nord(+) / Süd(-))		Breite [']		Breite ["]		Länge [°] (Ost(+) / West(-))	
Länge [']		Länge ["]							
<input checked="" type="checkbox"/> Überflur		<input checked="" type="checkbox"/> MP Oberkante Sebakappe		Ø Brunnenrohr ["] (Zoll):		2		Ruhewasserspiegel [m u. MP]:	
		<input type="checkbox"/> MP Geländeoberkante						6,76	
<input type="checkbox"/> Unterflur		<input type="checkbox"/> MP Oberkante Brunnenrohr		Filterstrecke [m]:				Brunnensohle [m u. MP]:	
								8,08	
Angaben zur Fördertechnik									
Fördergerät:		<input checked="" type="checkbox"/> Tauchpumpe <input type="checkbox"/> Schöpfer		<input type="checkbox"/> Steigrohr <input checked="" type="checkbox"/> PVC		Bezeichnung der Pumpe:		Gigant	
		<input type="checkbox"/> Saugpumpe <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Schlauch <input type="checkbox"/> Teflon (gem. Absprache)					
Einbautiefe [m u. MP]:		7,30-7,50		Absenkung [m]:		1,32		Beginn des Abpumpens [Uhr]:	
								10:40	
Betriebswasserspiegel [m u. MP]:				8,08				Ende des Abpumpens [Uhr]:	
Abflussgeschehen									
Abpumpdauer (ohne Probenahme) [min]:		/		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 checked="" type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m³/h		0,4		Wiederanstieg Pegel nach [min]:		/	
Parameter vor Ort									
Witterung:		Wdlig				Lufttemperatur [°C]:		20	
Farbe:		Intensität: Art:		Trübung:		Geruch:		Intensität: Art:	
		<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> gelb		<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> Schwebstoffe		<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> faulig		<input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach	
		<input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb-braun		<input type="checkbox"/> leicht <input checked="" type="checkbox"/> Schwimmstoffe		<input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> aromatisch		<input type="checkbox"/> stark <input checked="" type="checkbox"/> erdig	
		<input checked="" type="checkbox"/> stark <input checked="" type="checkbox"/> braun		<input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/>			
Wassertemperatur [°C]:		Leitfähigkeit (µS/cm)		pH-Wert		O <sub>2</sub> -Gehalt [mg/L]		Redoxpot.: <input checked="" type="checkbox"/> unkorrigiert [mV] <input type="checkbox"/> korrigiert [mV]	
17,9		1603		7,86		3,77		170,3	
Die Vor Ort Parameter können alternativ auf Seite 2 in der letzten Zeile des Pumpprotokolls eingetragen werden									
H <sub>2</sub> S-Test:		<input type="checkbox"/> positiv <input type="checkbox"/> negativ		K <sub>S4,3</sub> [mL]: (Verbrauch HCl pro 100 mL Probenvolumen)		<input type="checkbox"/> 0,1M <input type="checkbox"/> 0,01M		K <sub>B8,2</sub> [mL]: (Verbrauch NaOH pro 100 mL Probenvolumen)	
								<input type="checkbox"/> 0,1M <input type="checkbox"/> 0,01M	



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

**Probenahmeprotokoll Grundwasser**  
 DIN 38402-A13

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

Angaben zu Probengefäßen und Konservierung					
<input type="checkbox"/> AOX	<input type="checkbox"/> CN/Phenolindex	<input type="checkbox"/> PAK	<input type="checkbox"/> Sulfid	<input type="checkbox"/> 1 L Glas	parameterspez. Konservierung: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> MKW	<input type="checkbox"/> Fe (II)	<input type="checkbox"/> KS / KB	<input type="checkbox"/> Exzess-N2	<input checked="" type="checkbox"/> 1 L PE-Flasche 2x	Filtration für Metalle / DOC: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> PBSM	<input type="checkbox"/> sonst. Organik	<input type="checkbox"/> Anionen	<input type="checkbox"/> CSB	<input type="checkbox"/> HS-Vials <input type="checkbox"/> CuSO4	sonstige Vorbehandlung:
<input type="checkbox"/> TOC	<input type="checkbox"/> Reserve	<input type="checkbox"/> Metalle	<input type="checkbox"/> BSB5	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstige <i>0,5 L PE 0,25 L PE</i>	Gesamtmenge Probe [L]: <i>2,75</i>
<input checked="" type="checkbox"/> Kühlung während des Transports				<input type="checkbox"/> Einleitparameter Regenwasserziel	

Pumpprotokoll								
Uhrzeit	Wasserstand [m u. MP]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert	O <sub>2</sub> -Gehalt [mg/L]	Redoxpot. [mV]	Wasseruhr [m <sup>3</sup> ]	Förder- strom
						<input checked="" type="checkbox"/> unkorrigiert <input type="checkbox"/> korrigiert		<input checked="" type="checkbox"/> L/min <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> /h
10:40	7,10	17,9	1606	7,69	4,47	168,0		0,4
10:45	7,50	17,9	1603	7,86	3,77	170,3		0,4
10:50	*							
Konstanz bei:		± 0,1°C	± 1 %	± 0,1	± 0,2 mg/L	(innerhalb von 10 Minuten)		

**Sonstige Angaben**

Bemerkungen

*\* Nach 5 Minuten Pumpen Brunnen leer, zeitproportionale Messung nicht mehr möglich, da so gut wie kein Nachlauf von Wasser*

*- Wasser sehr trüb/schlammig, daher nur unkonservierte Flaschen befüllt*

*- Abbruch der mühsamen Probenahme nach etwa 1 Std*

Probenehmer:		Unterschrift	
anwesende Person:		Unterschrift	

**Anlage zu Prüfbericht 2021P523049**

Probe-Nr.: 21517031 / 001

Probenbezeichnung: KRB 1/21

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

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,4		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,41	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	12	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	114	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	230	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	26	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	24	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	11	mg KMnO4/L	---	---	---

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

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

IGB Ingenieurgesellschaft mbH  
Kiel  
[REDACTED]  
Neufeldtstraße 10



24118 Kiel

**Prüfbericht-Nr.: 2021P523049 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	IGB Ingenieurgesellschaft mbH Kiel
<b>Eingangsdatum</b>	28.07.2021
<b>Projekt</b>	19-2108 Kool Kiel, Baufeld C
<b>Material</b>	Grundwasser
<b>Auftrag</b>	19-2108
<b>Verpackung</b>	Glas- und PE-Flaschen
<b>Probenmenge</b>	ca. 2,75 l
<b>GBA-Nummer</b>	21517031
<b>Probenahme</b>	GBA, [REDACTED]
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	28.07.2021 - 04.08.2021
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 04.08.2021

[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 veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P523049 / 1

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

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

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

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

Prüfbericht-Nr.: 2021P523049 / 1

19-2108 Kool Kiel, Baufeld C

GBA-Nummer		21517031
Probe-Nummer		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		<b>KRB 1/21</b>
Probemenge		ca. 2,75 l
Probenahme		28.07.2021
Probenahme-Uhrzeit		10:20
Probeneingang		28.07.2021
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
Grundwasserprobenahme		
pH-Wert		7,4
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mL/L	60
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	103500
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0
Magnesium	mg/L	12
Sulfat	mg/L	114
Ammonium	mg/L	0,41
Ammonium-N	mg/L	0,31
Eisen (II)	mg/L	<0,25
Eisen, ges.	mg/L	0,25
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	<15
AOX	mg/L	0,090
Arsen	mg/L	0,0011
Cadmium	mg/L	0,00035
Chrom ges.	mg/L	<0,0010
Blei	mg/L	<0,0010
Nickel	mg/L	0,018
Zink	mg/L	0,0089
Kupfer	mg/L	0,0038
Quecksilber	mg/L	<0,00020
TOC	mg/L	1800
Betonaggressivität		
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO <sub>4</sub> /L	11
Gesamthärte	°dH	26
Härtehydrogencarbonat	°dH	24
Nichtcarbonathärte	°dH	1,9
Chlorid	mg/L	230
Summe BTEX	µg/L	n.n.
Benzol	µg/L	<1,0
Toluol	µg/L	<1,0
Ethylbenzol	µg/L	<1,0
m-/p-Xylol	µg/L	<1,0
o-Xylol	µg/L	<1,0
Summe LCKW	µg/L	0,250
1,1-Dichlorethen	µg/L	<1,0
Dichlormethan	µg/L	<1,0
trans-1,2-Dichlorethen	µg/L	<1,0
1,1-Dichlorethan	µg/L	<1,0

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

Prüfbericht-Nr.: 2021P523049 / 1

19-2108 Kool Kiel, Baufeld C

GBA-Nummer		21517031
Probe-Nummer		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		<b>KRB 1/21</b>
Probemenge		ca. 2,75 l
Probenahme		28.07.2021
Probenahme-Uhrzeit		10:20
cis-1,2-Dichlorethen	µg/L	<1,0
Trichlormethan	µg/L	<0,20
1,1,1-Trichlorethan	µg/L	<0,20
Tetrachlormethan	µg/L	<0,20
1,2-Dichlorethan	µg/L	<1,0
Trichlorethen	µg/L	0,25
1,1,2-Trichlorethan	µg/L	<0,50
Tetrachlorethen	µg/L	<0,10
1,1,1,2-Tetrachlorethan	µg/L	<0,10
Vinylchlorid	µg/L	<0,50

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

**Prüfbericht-Nr.: 2021P523049 / 1**  
**19-2108 Kool Kiel, Baufeld C**
**Angewandte Verfahren**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Grundwasserprobenahme			E DIN 38402-13: 2016-09 <sup>a</sup> 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 5
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	0,10	mL/L	DIN 38409-9: 1980-07 <sup>a</sup> 5
Abfiltrierbare Stoffe	2,0	mg/L	DIN EN 38409-H2-2/3: 1987-03 <sup>a</sup> 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Ammonium	0,025	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 <sup>a</sup> 5
Ammonium-N	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 <sup>a</sup> 5
Eisen (II)	0,25	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05 <sup>a</sup> 5
Eisen, ges.	0,010	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> 5
Kohlenwasserstoffe	0,10	mg/L	DIN EN ISO 9377-2 (H53): 2001-07 <sup>a</sup> 5
CSB	15	mg/L	DIN ISO 15705 (H45): 2003-09 <sup>a</sup> 5
AOX	0,010	mg/L	DIN EN ISO 9562 (H14): 2005-02 <sup>a</sup> 2
Arsen	0,00050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,00030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
TOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 2019-04 <sup>a</sup> 5
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> 5
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 <sup>a</sup> 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO <sub>4</sub> /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 <sup>a</sup> 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 <sup>a</sup> 5
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 <sup>a</sup> 5
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Summe BTEX		µg/L	berechnet 5
Benzol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 <sup>a</sup> 5
Toluol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 <sup>a</sup> 5
Ethylbenzol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 <sup>a</sup> 5
m-/p-Xylol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 <sup>a</sup> 5
o-Xylol	1,0	µg/L	DIN 38407-9 (F9): 1991-05 <sup>a</sup> 5
Summe LCKW		µg/L	berechnet 5
1,1-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 <sup>a</sup> 5
Dichlormethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 <sup>a</sup> 5

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

**Prüfbericht-Nr.: 2021P523049 / 1**
**19-2108 Kool Kiel, Baufeld C**

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

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