



ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Ingenieur Consult Geotechnik

Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau,
Hydrogeologie und Altlasten
Baugrundlaboratorium

Düsseldorf, 25.10.2018
Haa-Si-Mü
Projekt-Nr.: 60733
Auftrag-Nr.: 12521

**Düsseldorf, Ernst-Poensgen-Allee 3
Projekt Parkblick – 3. Bericht:**

**Ergänzende Baugrunduntersuchung,
Stellungnahme zum Straßen- und Kanalbau
und zur Versickerungsfähigkeit des Baugrundes**

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Roland Haarer
Dipl.-Ing. Philipp Siebert

(Tel.: -25)
(Tel.: -10)

Borbecker Straße 22
40472 Düsseldorf

Tel.: 0211/ 4 72 01-0
Fax: 0211/ 4 72 01-33

mail@icg-duesseldorf.de
www.icg-duesseldorf.de

Geschäftsführende Gesellschafter:
Dipl.-Ing. Roland Haarer
Dr.-Ing. Patrick Lammertz

Kommanditgesellschaft in Düsseldorf
AG Düsseldorf HRA 14683
Persönlich haftende Gesellschafterin:
ICG Verwaltungsgesellschaft mbH
AG Düsseldorf HRB 40138

Bankverbindungen:
IBAN: DE40 3005 0110 0010 1904 11
BIC: DUSSEDDXXX
Stadtsparkasse Düsseldorf
IBAN: DE50 3602 0030 0000 1449 32
BIC: NBAGDE3E
National-Bank Essen

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Unterlagen	6
3	Baugrundbeschreibung	7
3.1	Geotechnische Kategorie	7
3.2	Untersuchungsumfang	7
3.3	Baugrundaufbau	9
3.4	Sensorische Beurteilung der Bodenproben	12
3.5	Bodenmechanische Kennwerte	13
3.6	Homogenbereiche	14
3.7	Erdbebeneinwirkung	17
4	Grundwasser	17
5	Stellungnahme zum Kanalbau	20
5.1	Beschreibung der geplanten Maßnahme	20
5.2	Bautechnische Empfehlungen	21
5.2.1	Verbau	21
5.2.2	Wasserhaltung	23
5.2.3	Rohraufleger	24
5.2.4	Bemessung der Rohre	25
5.2.5	Grabenverfüllung	26
5.2.6	Dichtriegel	27
5.2.7	Schächte	27
6	Stellungnahme zum Straßenbau	28
6.1	Beschreibung der geplanten Maßnahme	28
6.2	Hinweise zur Straßenplanung	29
6.2.1	Erdplanum, Auftrag und Abtrag	30

6.2.2	Frostschuttschicht	32
7	Stellungnahme zur Versickerungsfähigkeit des Baugrunds	32
8	Hinweise zur Bauausführung	34
9	Schlussbemerkung	35

Anlagenverzeichnis

	Anlage
Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte	1
Bohrprofile, Rammdiagramme, Grundwassermessstellen	2.1
Erkundungskampagne 2018 (KRB/DPH bzw. SCH 101 bis 112)	2.2
Bodenmechanische Laborversuche	
Korngrößenverteilungen	3
Homogenbereiche	4
Erdarbeiten (DIN 18300)	4.1
Bohrarbeiten (DIN 18301)	4.2
Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten (DIN 18304)	4.3
Versickerungsversuch in Schurf SCH 112	5

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Es wird die Realisierung des Projektes Park-blick auf dem teils bewaldeten und bebauten Grundstück Ernst-Poensgen-Allee 3 am westlichen Rand des Grafenberger Waldes in Düsseldorf-Ludenberg geplant.

Im Anschluss an den Rückbau der Bestandsbebauung sollen hier zwei große Gebäudekomplexe und drei kleinere Gebäude mit hochwertigen Wohneinheiten errichtet werden.

Im Rahmen der vorgenannten Baumaßnahme wurde die ICG Düsseldorf mit Schreiben vom 29.11.2016 mit der Untersuchung des Baugrundes und der Ausarbeitung eines geotechnischen Berichts sowie einer orientierenden Altlastenuntersuchung beauftragt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden am 31.03.2017 vorgelegt [3]. Darüber hinaus wurden im 2. Bericht vom 24.01.2018 Grün-

Empfehlungen für den in Baufeld 2 geplanten Hochbau (Zauberberg 2) mitgeteilt [4].

Nunmehr wurde die ICG mit Schreiben vom 06.08.2018 beauftragt, die bisherigen Untersuchungen im Hinblick auf die Planung der erforderlichen Kanal- und Straßenbaumaßnahmen sowie auf die Versickerungsfähigkeit des Bodens – vor dem Hintergrund erforderlicher Regenwasserbehandlungsmaßnahmen und aufgrund von Rückfragen des Umweltamtes der Landeshauptstadt Düsseldorf bezüglich des laufenden Planverfahrens – durch weitere Untersuchungen zu ergänzen und zu diesen Themen/Fragen aus geotechnischer und umwelttechnischer Sicht Stellung zu beziehen.

Im vorliegenden Bericht wird die ergänzende Baugrunduntersuchung beschrieben und basierend auf den insgesamt vorhandenen Erkundungsergebnissen hinsichtlich des Straßen- und Kanalbaus sowie der Versickerungsfähigkeit des Baugrundes Stellung bezogen. Die umwelttechnischen Untersuchungen und Fragestellungen werden in einem separaten Bericht behandelt [5].

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Planunterlagen genutzt:

[1] Lageplan – Ernst-Poensgen-Allee, Grundstücksentwässerung „Park-

[2] Straßenbauschnitte – Vorabzug, CSP_0103-QP-GR_0+010.000 – 0+168.000.pdf (Arbeitsstand).

Des Weiteren wird auf folgende ICG-Berichte zurückgegriffen bzw. verwiesen:

[3] Auftrag-Nr. 12521: Düsseldorf, Ernst-Poensgen-Allee 3, Projekt Parkblick – 1. Bericht: Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und orientierende Altlastenuntersuchung, vom 31.03.2017.

[4] Auftrag-Nr. 12521: Düsseldorf, Ernst-Poensgen-Allee 3, Projekt Parkblick – 2. Bericht: Gründungsempfehlungen Baufeld 2 („Zauberberg 2“), vom 24.01.2018

[5] Auftrag-Nr. 12521: Düsseldorf, Ernst-Poensgen-Allee 3, Projekt Parkblick – 4. Bericht: Ergänzende Altlastenuntersuchung, vom 25.10.2018.

3 Baugrundbeschreibung

3.1 Geotechnische Kategorie

Ausgehend von den zu erwartenden hydrologischen und geologischen Verhältnissen, den vorliegenden Planungsunterlagen sowie den Einstufungsmerkmalen des Anhangs AA des Normenhandbuchs EC 7, Band 1 (Leitungsgräben bis 5 m Tiefe) wurde bei der Planung der geotechnischen Erkundung und Ausarbeitung des geotechnischen Berichts von der Geotechnischen Kategorie GK2 (Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund) ausgegangen.

3.2 Untersuchungsumfang

Im Rahmen der ergänzenden Erkundungen wurden durch die ICG im September 2018 zur Bestimmung des Schichtenaufbaus 10 Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 und zur Untersuchung der Lagerungsdichte der nichtbindigen Böden bzw. der Festigkeit der bindigen Böden 7 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) ausgeführt. Darüber hinaus wurden zwei Handschürfe zur Durchführung eines Versickerungsversuchs (SCH 107) bzw. zur Entnahme von Bodenproben für eine chemische Untersuchung nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (SCH 112, Details s. [5]) angelegt.

Eine Übersicht der jüngst ausgeführten Baugrundaufschlüsse bietet Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Baugrundaufschlüsse

Aufschluss		GOK [mNN]	Bohr-/ Sondier-/ Schurftiefe [m]	Anzahl Boden- proben	Ausführungs- datum
Nr.	Art				
101	KRB DPH	44,43	5,0 5,0	4	18.09.2018 18.09.2018
102	KRB DPH	43,39	3,1 (fest) 3,7 (fest)	4	18.09.2018 18.09.2018
103	KRB DPH	47,14	4,0 4,0	5	18.09.2018 18.09.2018
104	KRB DPH	46,01	4,6 6,0	6	17.09.2018 17.09.2018
105	KRB DPH	52,92	3,0 3,0	5	17.09.2018 17.09.2018
106	KRB DPH	53,05	4,0 4,0	4	17.09.2018 17.09.2018
107	SCH	55,32	0,7	-	17.09.2018 17.09.2018
108	KRB	45,75	2,0	3	17.09.2018
109	KRB	47,30	2,0	3	17.09.2018
110	KRB DPH	51,49	2,0 2,0	4	18.09.2018 18.09.2018
111	KRB	48,80	1,0	4	18.09.2018
112	SCH	53,16	0,35	2 Misch- proben (s. [5])	14.09.2018

Aus den Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 38 Bodenproben entnommen und anschließend fachtechnisch beurteilt.

Die Lage und die Höhe der Ansatzpunkte wurden mittels GPS bzw. Nivellement eingemessen. Im Lageplan in Anlage 1 sind die Ansatzpunkte beider Untersuchungskampagnen sowie die Lage der vormals hergestellten Grundwassermessstellen eingetragen.

In den Anlage 2.1 bis 2.3 sind die Ergebnisse der ergänzend ausgeführten und der für den Kanal- und Straßenbau relevanten alten Kleinrammbohrungen, Sondierungen mit der schweren Rammsonde und Schürfe in Form von Bohrprofilen und Rammdiagrammen aufgetragen.

Zur Klassifizierung der jüngst gewonnenen Böden wurden durch die ICG an 5 ausgewählten Proben zusätzliche bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Die ermittelten Körnungslinien sind Anlage 3 zu entnehmen.

Im Rahmen einer ergänzenden Altlastenuntersuchung wurden außerdem neun Einzel- und drei Mischproben an Bodenmaterial und eine Grundwasserprobe auf ihren Chemismus hin untersucht. Die Prüfberichte, etc. und eine Beurteilung der Ergebnisse der chemischen Analysen werden in einem separaten Bericht [5] mitgeteilt und hier nicht weiter erörtert.

Darüber hinaus wurden am 14.09.2018 erneut die Grundwasserstände in den 2017 eingerichteten Grundwassermessstellen GWM 2, 10, 12 und 17 eingemessen (s. Anlagen 5.1.1 und 5.1.2).

3.3 Baugrundaufbau

Die Ergebnisse der im September 2018 ergänzend ausgeführten Baugrunderkundungen bestätigen vom Grundsatz her den bereits in [3] beschriebenen, zweischichtigen Baugrundaufbau aus Auffüllungen und gewachsenen, teils schluffigen Feinsanden.

Schicht 1 - Auffüllungen

Unterhalb der Geländeoberfläche, die sich aufgrund der ausgeprägten Hanglage des Untersuchungsgebietes auf Höhen zwischen etwa 43 und 58 mNHN befindet, wurden zunächst jeweils anthropogene Auffüllungen mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis maximal etwa 2 m erkundet.

Die Auffüllungen bestehen in den unbefestigten Flächen des Grundstücks überwiegend aus umgelagerten, schluffigen Sanden, die bereichsweise wechselnde Anteile anthropogener Fremd Beimengungen enthalten (Bauschutt, Aschereste, etc.). Oberflächennah weisen diese Auffüllungen aufgrund von humosen Anteilen und Wurzelresten einen oberbodenartigen Charakter auf. Die oberflächennah aus der KRB 104 entnommene Probe aus umgelagertem, schluffigem Feinsand ist der Körnungslinie nach der Bodengruppe SU* nach DIN 18196, d.h. den Sand-Schluff-Gemischen mit erhöhtem Feinkornanteil, zuzuordnen.

Die vorhandenen Fahrwege sind mit Schwarzdecken befestigt ($d \leq 10$ cm), die unterschiedlichen Tragschichten aus RC-Material, Kalksteinschotter, Schlacke oder Hochofenschlacke mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern aufliegen. In KRB 105, hier verläuft der Bestandsweg in Dammlage, wurde unterhalb des Tragschichtmaterials eine ca. 1,8 m mächtige Schicht konzentriert abgelagerten Bauschutts aus Beton und Ziegelbruch angetroffen.

Im Bereich der oberbodenartigen Auffüllungen bzw. Auffüllungen aus umgelagerten natürlichen Böden deuten oberflächennah niedrige Schlagzahlen $N_{10H} = 0$ bis 3 auf eine sehr lockere bis lockere Lagerung hin.

Im Wegebereich kennzeichnen die oberflächennah höheren Schlagzahlen ($N_{10H} \geq 10$) eine planmäßige Verdichtung beim Einbau des Tragschichtmaterials. Mit zunehmender Tiefe werden in den Auffüllungen maximal Werte bis $N_{10H} = 5$ erreicht, was auf eine vorrangig lockere Lagerung schließen lässt.

Aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung und der meist geringen Lagerungsdichte sind die Auffüllungen als stark zusammendrückbarer und nur bedingt für die Abtragung von Gründungslasten geeigneter Baugrund zu beurteilen.

Das untersuchte Auffüllungsmaterial mit dem Gruppensymbol SU* ist nach Tabelle 3 und Bild 2 der ZTV E-StB als F3-Boden (sehr frostempfindlich) zu beurteilen.

Schicht 2 - Grafenberger Sande (Tertiär)

Im Liegenden der vorhandenen Auffüllungen wurden jeweils bis zum Aufschlusstiefsten die aus dem Tertiär stammenden Grafenberger Schichten erkundet, bei denen es sich im Allgemeinen um schwach bis mäßig schluffige Feinsande handelt.

Entsprechend der Ergebnisse der Siebanalysen (Anlage 3) sind die vier jüngst untersuchten Proben der Bodengruppe der Sand-Schluff-Gemische mit einem Feinkornanteil ($d \leq 0,063$ mm) von weniger als 15% (Gruppensymbol SU) zuzuordnen.

Erfahrungsgemäß variiert der Schluffanteil der Grafenberger Sande etwa zwischen 5 % und 35 %. Entsprechend können die Feinsande teils auch der Bodengruppe SU* (Sand-Schluff-Gemisch mit einem Feinkornanteil $> 15\%$) zugeordnet werden (siehe [1]).

Im gewachsenen Boden steigen die Schlagzahlen meist schnell auf $N_{10H} = 8$ bis 10 an. Variable Schlagzahlen von $N_{10H} \approx 10$ bis 30 kennzeichnen eine mit der Tiefe wechselnde dichte bis sehr dichte Lagerung der Grafenberger Feinsande. Lokal gemessene Spitzenwerte von bis zu $N_{10H} = 100$ deuten, wie schon in [1] erläutert, auf dünne, verfestigte bzw. verkittete Feinsandlagen hin. Die KRB 102 ist in einer Tiefe von 3,1 m unter Flur in einer solchen Lage festgeworden, es konnte kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden. Die nahegelegene schwere Rammsondierung wurde etwa 0,6 m tiefer (3,7 m unter GOK) ebenfalls fest.

Die tertiären Feinsande der Grafenberger Schichten sind generell als tragfähiger und wenig zusammendrückbarer Baugrund zu beurteilen.

Zwei der untersuchten Bodenproben mit dem Gruppensymbol SU können nach ZTV E-StB bei Ungleichförmigkeitszahlen von $C_u < 6$ als nicht frostempfindlich (F1-Boden) klassifiziert werden. Wie die vormaligen Untersuchungen zeigen, weisen die Grafenberger Feinsande aber vereinzelt auch höhere Feinkornanteile auf (siehe [3]). Entsprechend wird für den Straßenbau im Grundstücksbereich im Folgenden von überwiegend gering bis mittel frostempfindlichen Böden ausgegangen (F2-Böden).

3.4 Sensorische Beurteilung der Bodenproben

Bei der sensorischen Beurteilung der gewonnenen Bodenproben wurden innerhalb der angeschütteten/umgelagerten Böden teils Fremdbeimengungen festgestellt. Die Ergebnisse der umwelttechnischen Analysen und die darauf basierende Beurteilung der im Grundstücksbereich beprobten Materialien kann dem Bericht [5] entnommen werden.

Die gewachsenen Böden waren organoleptisch unauffällig.

3.5 Bodenmechanische Kennwerte

Entsprechend der guten Übereinstimmung mit den vorherigen Untersuchungen [3] können weiterhin die in Tabelle 3-2 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte angenommen werden.

Tabelle 3-2: Bodenmechanische Rechenwerte

Schicht-einheit	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ_k (kN/m ³)	Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'_k (kN/m ³)	Reibungs-winkel ϕ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	Steife-modul $E_{s,k}$ (MN/m ²)	Durch-lässig-keits-beiwert k (m/s)
1a	Auffüllung - nichtbindig (Tragschichten, Bauschutt, etc.); sehr locker bis locker	20	11	32,5	0	–	–
1b	- Feinsand, schluffig; sehr locker bis locker	18 – 20	9 – 11	27,5 – 30	0 – 5	–	–
2	Grafenberger Feinsande (Tertiär) - Feinsand, schluffig; dicht bis sehr dicht	20 – 21	10 – 11	35 – 37,5	≈ 0	50 – 120	$5 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-7}$

3.6 Homogenbereiche

Die in Tabelle 3-2 aufgelisteten Schichteneinheiten sind – wie in Tabelle 3-3 dargestellt – entsprechend den Vorgaben der VOB Teil C, 2016 in Homogenbereiche für die Gewerke

- Erdarbeiten (ATV DIN 18300) in Anlage 4.1,
- Bohrarbeiten (ATV DIN 18301) in Anlage 4.2 und
- Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten (ATV DIN 18304) in Anlage 4.3

eingeteilt worden. In den Anlagen 4.1 bis 4.3 sind die nach der jeweiligen ATV DIN anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte aufgeführt. Sofern umweltrelevante Eigenschaften zu beachten sind, wurden diese bei der Bildung der Homogenbereiche berücksichtigt.

Eine Übersicht der gewählten Einteilungen des Baugrundes bzw. der Schichteneinheiten in Homogenbereiche zeigt Tabelle 3-3.

Tabelle 3-3: Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche

Schichteneinheit	DIN 18300 Erdarbeiten	DIN 18301 Bohrarbeiten	DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
1a Tragschichten, Bauschutt, etc.	Erd A	Bohr A	Ramm A
1b Feinsand, schluffig	Erd B	Bohr B	
2 Grafenberger Feinsande (Tertiär)			Ramm B

In Bild 3-1 ist das Körnungsband der Grafenberger Feinsande (Schicht 2) mit fünf repräsentativen Körnungslinien eingetragen.

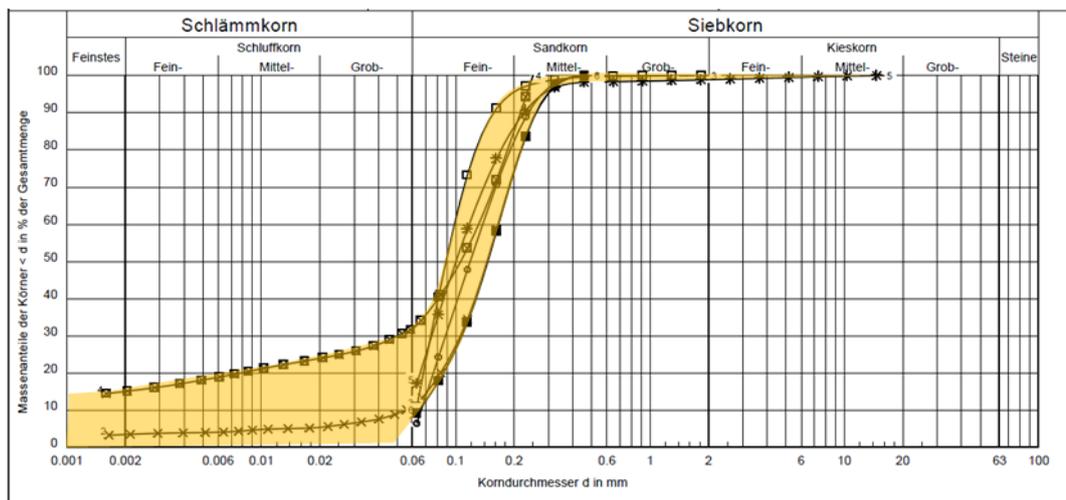


Bild 3-1: Körnungsband Grafenberger Feinsande (Schicht 2)

Die angegebenen Massenanteile an Steinen und Blöcken basieren auf Erfahrungswerten. In den Grafenberger Feinsanden ist das Vorhandensein vereinzelter großer Blöcke – sogenannte Süßwasserquarzite – nicht auszuschließen.

Die Bedeutung der für die bezogene Lagerungsdichte angegebenen Prozente kann der Tabelle 3-4 entnommen werden.

Tabelle 3-4: Bezeichnungen für die bezogene Lagerungsdichte

Bezeichnung	bezogene Lagerungsdichte I_D (%)
sehr locker	0 bis 15
locker	15 bis 35
mitteldicht	35 bis 65
dicht	65 bis 85
sehr dicht	85 bis 100

Die Einstufung in der Anlage 5.2 nach dem LCPC-Abrasivitätskoeffizienten (LAK) kann der Tabelle 3-5 entnommen werden.

Tabelle 3-5: Bezeichnungen für den LCPC-Abrasivitätskoeffizient (LAK)

Abrasivität	LCPC-Abrasivitätskoeffizient (LAK) g/t
nicht abrasiv	0 bis 50
kaum abrasiv	50 bis 100
schwach abrasiv	100 bis 250
abrasiv	250 bis 500
stark abrasiv	500 bis 1250
extrem abrasiv	1250 bis 2000

Hinweis zum anstehenden Oberboden:

Oberboden stellt einen eigenen Homogenbereich dar. Die Oberbodenarbeiten sind in der DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“ geregelt. Der anstehende Oberboden wird wie folgt eingeteilt:

Bodengruppen nach DIN 18196

OU – Schluffe mit organischen Beimengungen

OH – grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art

Bodengruppen nach DIN 18915

2a – nichtbindiger, sandiger Boden

3a – schwach bindiger, sandiger Boden

4a – bindiger, sandiger Boden

Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1

Steine	< 10 %
Blöcke	0 %
große Blöcke	0 %

Die vorgenommene Einteilung der beschriebenen Schichteinheiten in die Homogenbereiche stellt eine Empfehlung dar, die im Zuge der Ausschreibung vom Planer zu prüfen ist. Bei Bedarf sind die vorgeschlagenen Homogenbereiche zu modifizieren.

3.7 Erdbebeneinwirkung

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für NRW 1 : 350.000, Karte zu DIN 4149:2005-04, ist das Untersuchungsgebiet zur Erdbebenzone 0 und zur Untergrundklasse T zuzuordnen.

4 Grundwasser

Die Spiegelschwankungen des Grundwassers im Baubereich werden im Wesentlichen von der Niederschlagsspende bestimmt.

In der innerhalb des Baufeldes höchst gelegenen Grundwassermessstelle GWM 2 reichte der Grundwasserkörper weder während der Erkundungsarbeiten Ende Januar 2017, noch bei wiederholten Messungen bis zum Tiefsten der GWM ($\approx 47,4$ m) hinauf.

In den drei topografisch tiefer und näher an der Ernst-Poensgen-Allee gelegenen Grundwassermessstellen (GWM 10, 12 und 17) wurde der Grundwasserspiegel im Zuge der Erkundungsarbeiten 2017 und 2018 zwischen den Ordinaten 38,5 und 39,2 mNHN eingemessen. Die Grundwasserspiegelhöhe in der nahegelegenen städtischen Messstelle UWB-Ddorf 00247 an der Ernst-Poensgen-Allee wurde jeweils auch eingemessen. Hier wurde der Grundwasserspiegel am 23.01.2017 auf einer Höhe von 38,51 mNHN, am 23.02.2017 auf einer Höhe von 38,54 mNHN und am 14.09.2018 auf einer Höhe von 38,51 mNHN eingemessen. Die genannten Ordinaten besitzen aufgrund der geringen Anzahl an zugrunde liegenden Beobachtungen aber nur eine begrenzte Aussagekraft.

In der Grundwassermessstelle UWB-Ddorf 00247 (Ernst-Poensgen-Allee) wurde der Grundwasserstand im Zeitraum September 1979 bis April 2004 durch 138 Einzelmessungen überwacht. Die entsprechende Ganglinie ist in Anlage 6.1 dargestellt.

Aus den zur Verfügung stehenden Daten wurden folgende Grundwasserstände für den nahe der Ernst-Poensgen-Allee gelegenen Bereich des Baugrundstücks abgeleitet:

niedriger Grundwasserstand: (GW-Absenkung 1980)	NGW =	36,3 mNHN
mittlerer Grundwasserstand:	MGW =	38,7 mNHN
periodisch wiederkehrender hoher Grundwasserstand:	HGW =	39,5 mNHN
außergewöhnlich hoher Grundwasserstand:	HGW' =	39,75 mNHN

Nach dem Grundwassergleichenplan von 1926 kann als höchster bisher gemessener Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet nahe der Ernst-Poensgen-Allee HHGW $\approx 40,0$ mNHN und für den höher gelegenen östlichen Grundstücksrandbereich HHGW $\approx 41,5$ mNHN angenommen werden.

Analog sind die oben genannten Grundwasserstände (NGW bis HGW') für den bergseitigen Rand des Baugrundstückes um 1,5 m zu erhöhen.

Eine Beeinflussung der in den Untergrund einbindenden Bauteile durch einen geschlossenen Grundwasserspiegel ist nur bei hohen GW-Ständen und nur im Bereich nahe der Ernst-Poensgen-Allee (KRB/DPH 101) zu erwarten. Grundsätzlich nicht auszuschließen sind hingegen Einflüsse aus versickernden Niederschlägen. In diesem Zusammenhang wird auf die lokal geringen Wasserdurchlässigkeiten der anstehenden schluffigen, zum Teil verkitteten Sande hingewiesen.

In Verbindung mit (Stark-)Regenereignissen ist mit dem Auftreten von Schichtenwasser auf solchen sehr gering durchlässigen verkitteten Lagen zu rechnen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich außerhalb von Wasserschutzzonen.

Entsprechend der vormals vorgenommenen Untersuchungen (siehe [3]) ist das Grundwasser bezüglich seiner Betonaggressivität nach DIN 4030-1 als schwach angreifend zu beurteilen (Expositionsklasse XA1). Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedrig legierten Stählen im Unterwasserbereich sowie im Wasser/Luft-Bereich ist nach DIN 50929-3 als für die Mulden- und Lochkorrosion mittel und für Flächenkorrosion als gering einzustufen.

5 Stellungnahme zum Kanalbau

5.1 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Zur Entwässerung des Grundstücks ist nach [1] der Bau zweier Abwasserkanalstränge geplant, die jeweils an den öffentlichen Mischwasserkanal DN 600 in der Ernst-Poensgen-Allee anschließen sollen (siehe Anlage 1).

Der **nordwestliche Strang** verläuft vom Objekt Zauberberg 1 zur Ernst-Poensgen-Allee und besteht nach [1] aus 9 Haltungen mit Längen von etwa 9 bis 38 m und einem rund 11 m langen Querschlag zum öffentlichen Kanal. Die in [1] enthaltenen Angaben zur Höhenlage der Kanalsohle (KS) und der Kanaldeckel (KD) sind den Bohrprofilen und Rammdiagrammen in Anlage 2.1 zugeordnet. Wie zu erkennen ist, liegen die geplanten Kanalsohlen nahe der Ernst-Poensgen-Allee bis zu etwa 3,8 m unter der geplanten GOK und bergseitig, oberhalb des Objekts Zauberberg 1, nur etwa 1,2 m unterhalb der geplanten GOK. Es sind Rohre DN 150/200/250 und 300 für den Einbau vorgesehen (vgl. Anlage 1).

Der **südliche Strang** verläuft vom Objekt Zauberberg 2 entlang der südlichen Grundstücksgrenze, vorbei an den geplanten Atelierhäusern und schließt auf Höhe der geplanten südlichen Zufahrt an den öffentlichen Kanal an. Die Planung sieht sechs Haltungen mit Längen von 12 bis 22 m bei Sohl-tiefen von 4 m bis 1 m nahe der Zufahrt beziehungsweise nahe des Objekts Zauberberg 1 vor. Hier sind Rohre DN 150 und vorrangig DN 300 zum Einbau vorgesehen (vgl. Anlage 1).

Unter Berücksichtigung des anstehenden Baugrunds, der hydrologischen Verhältnisse und der vorgesehenen Verlegetiefe können die geplanten Kanalrohre und –schächte in offener Bauweise hergestellt werden.

5.2 Bautechnische Empfehlungen

5.2.1 Verbau

Wie in den Anlagen 2.1 und 2.2 zu erkennen ist, kommen die geplanten Kanalsohlen zumeist in den gewachsenen, mehr oder minder schluffigen Feinsanden ausreichender Tragfähigkeit oder aber, im Bereich der Bestandswege und in den höher gelegenen Bereichen, in den teils locker gelagerten Auffüllungen zum Liegen.

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 4 ist bei den vorgenannten voraussichtlichen Grabentiefen mit einer Ausnahme nicht mit Einflüssen aus dem Grundwasser auf die Kanalbauarbeiten zu rechnen. Allein im Falle hoher Grundwasserstände wird beim nördlichen Strang im Bereich des letzten Schachtes und des auszuführenden Querschlags zum öffentlichen Kanal möglicherweise eine Wasserhaltung erforderlich. Allerdings ist im gesamten Untersuchungsbereich mit dem Auftreten von Schichtwasser auf den oben erwähnten dünnen, verkitteten Lagen innerhalb der gewachsenen Böden zu rechnen. Es müssen daher stets Maßnahmen zur Restwasserhaltung eingeplant werden (siehe Kapitel 5.2)

Bei Tiefen bis 1,75 m können die erforderlichen Gräben außerhalb des Einflussbereichs von Nachbarbebauung, Leitungen, Verkehrswegen etc. nach den Vorgaben der DIN 4124 prinzipiell unverbaut ausgeführt werden. Aufgrund der Empfindlichkeit der gewachsenen und umgelagerten natürlichen Böden gegenüber Witterungseinflüssen, wird aber davon abgeraten unverbaut Grabenwände senkrecht auszuführen. Eine Neigung der unverbauten Wände von 60° gegenüber der Horizontalen sollte nicht überschritten werden. Darüber hinaus sind die Grabenböschungen durch das Abdecken mit einer Folie/Plane vor Niederschlagseinflüssen geschützt werden.

Tiefere Grabenabschnitte bzw. Gräben innerhalb der Auffüllungen können mit Grabenverbauelementen bzw. mit einem waagerechten oder senkrechten Normverbau gesichert werden.

Bei einem Einsatz von Grabenverbaugeräten wird empfohlen, nur solche Grabenverbaugeräte zu verwenden, die nach DIN EN 13331-1 „zugelassen“ sind. Die Randbedingungen und Empfehlungen der DIN 4124 zu der vorgenannten Verbauart sind streng zu beachten.

Im Hinblick auf das Einbringverfahren der Grabenverbaugeräte wird das Absenkverfahren gegenüber dem Einstellverfahren bevorzugt empfohlen. Beim Absenkverfahren werden die Verbauelemente im Wechsel mit dem Bodenaushub in den Boden eingedrückt. Der vorausseilende Bodenaushub unterhalb der Platten darf das Maß von 0,5 m nicht überschreiten. Mittig gestützte Grabenverbaugeräte scheidet somit aus. Sie dürfen nicht im Absenkverfahren eingesetzt werden.

Der Verbau ist so herzustellen, dass ein Ausfließen des Bodens zwischen den Verbauhölzern vermieden wird. Es muss gewährleistet sein, dass in den Boden einsickerndes Niederschlagswasser sowie Schichten oder Grundwasser sicher bis zu Unterkante des Verbaus abgeleitet wird oder aber gefiltert durch die Verbohlung austreten kann.

Die Vorgaben der DIN 4124 hinsichtlich des Einflusses von Lasten (Bauwerkslasten, Verkehrslasten) auf den Verbau sind strengstens zu beachten.

Bei der Planung, Bemessung und Ausführung des Verbaus sind ferner die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) zu berücksichtigen. Im Einflussbereich von Gebäuden und/oder verformungsempfindlichen Leitungen muss der Verbau auf einen erhöhten aktiven Erddruck von $E_h = 0,75 E_{ah} + 0,25 E_{0h}$ bemessen werden.

Bei der Ermittlung des Erddrucks bzw. der Erddruckkräfte sind die in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellten Schichtenprofile sowie die in der Tabelle 3-5 genannten bodenmechanischen Kennwerte zugrunde zu legen.

5.2.2 Wasserhaltung

Entsprechend den Ausführungen im Kapitel 5.1 sind für die Kanalbauarbeiten mit Ausnahme eines kleinen Bereichs lediglich Maßnahmen zur Restwasserhaltung erforderlich.

Zur Fassung des Tagwassers und des Wasserandrangs über die Sohle (Schichtenwasser) reicht in der Regel eine offene Wasserhaltung aus. Für die fachgerechte Verlegung der Kanäle wird in Bereichen in denen an der Sohle ein bindiger Boden angetroffen wird der Einbau eines Flächenfilters (gut durchlässiger sandiger Kies) empfohlen. Das in der Fläche gefasste Wasser muss Pumpensämpfen zugeleitet und dort abgepumpt werden.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass es nicht auszuschließen ist, dass es durch eine Dränwirkung entlang des Bestandskanals (Verfüllung Leitungszone, Baudränagen) zu einem zusätzlichen Wasserandrang kommen kann, der Mehraufwendungen bei der Wasserhaltung erforderlich macht.

Je nach vorhandenem Wasserstand wird im Anschlussbereich des geplanten nördlichen Kanalstrangs an die öffentliche Kanalisation eine Grundwasserabsenkung notwendig. Bei der Wasserhaltung mit verbauten Grabenwänden sollte, um die zu fördernde Wassermenge gering zu halten, in den schluffigen Sanden eine Vakuumabsenkung mittels Punktbrunnen angewendet werden. Die erforderliche Fördermenge ist auf Grundlage der finalen Ausführungsplanung und der hier mitgeteilten Bodenkennwerte durch den AN abzuschätzen. Überschlägig kann die Fördermenge für Ab-

senkmaße von bis zu 1,0 m und unter Annahme einer abschnittsweisen Absenkung auf einer Länge 15 m zu etwa 5 bis 20 m³/h abgeschätzt werden.

Für die Durchführung der (Rest-)Wasserhaltung muss bei der zuständigen Genehmigungsbehörde eine wasserrechtliche Erlaubnis (Entnahme, Einleitung) eingeholt werden.

5.2.3 Rohraufleger

In den Anlagen 2.1 und 2.2 ist die Höhenlage der Kanalsohlen in Zuordnung zu den Bohrprofilen aufgetragen. Die Aushub- bzw. Grabensohle wird im Bereich der Rohre etwa 0,1 m unterhalb der eingetragenen Kanalsohlen liegen.

Insbesondere bei Grabentiefen $t < 1,8$ m kann die Grabensohle bereichs-weise in nur locker gelagerten Auffüllungen oder umgelagerten Böden zum Liegen kommen, die augenscheinlich nicht von den ausreichend tragfähigen, gewachsenen Böden zu unterscheiden sind und deren Mächtigkeit bis zu etwa noch 0,5 m beträgt. In diesen Bereichen sollte daher grundsätzlich eine Nachverdichtung der Grabensohle erfolgen.

Die Anordnung einer Gründungsschicht ist den Erkundungsergebnissen nach dann nicht mehr erforderlich.

Das Rohraufleger soll eine gleichmäßige Druckverteilung im Auflagerbereich sicherstellen. Es wird empfohlen, für das Rohraufleger mindestens die Regelausführung Bettung Typ 1 nach dem Arbeitsblatt DWA-A 139 auszuführen. Demnach ergibt sich die Dicke der unteren Bettungsschicht zu $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$.

Für die Ermittlung der Schichtdicke der oberen Bettungsschicht b wird ein Auflagerwinkel von 120° empfohlen. Sie muss mit den Vorgaben der statischen Berechnungen übereinstimmen.

Als Material für die Leitungszone wird ein stark sandiger Kies mit einem Größtkorn $d \leq 20$ mm und einem Sandanteil > 15 Gew.-% empfohlen. Das Kies-Sand-Gemisch muss gut abgestuft sein. Die Ungleichförmigkeitszahl muss $C_u = d_{60}/d_{10} \geq 3$ sein. Ebenfalls geeignet sind Sande mit $C_u \geq 3$. Prinzipiell ist der Einbau der gewachsenen Feinsande in der Leitungszone möglich. Enthaltene Bruchstücke von verkitteten Lagen können rohrschädigend und sind vor dem Einbau in die Leitungszone entsprechend auszusortieren.

Die Eignung von vorgesehenen Liefermaterialien ist von der ausführenden Firma durch die Vorlage entsprechender Körnungslinien nachzuweisen. Ferner ist die Grundwasserneutralität zu gewährleisten.

5.2.4 Bemessung der Rohre

Für die statische Berechnung der Rohre ist das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127 (Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen) maßgebend. Es ist streng darauf zu achten, dass die bauverfahrenstechnischen Randbedingungen mit den Festlegungen und Lastannahmen der statischen Berechnung übereinstimmen (z. B. die Einflüsse aus einer Gründungsschicht, Verbau).

Die Belastung eines Rohres und die Druckverteilung an dessen Umfang werden entscheidend von den Auflagerungs- und Bettungsbedingungen beeinflusst. Deshalb sind diese bereits im Planungsstadium exakt zu definieren und während der Bauzeit zu überwachen.

5.2.5 Grabenverfüllung

Im Hinblick auf eine weitgehend sackungsfreie Verfüllung des Kanalgrabens und Sicherstellung eines ausreichend tragfähigen Erdplanums für den Straßenaufbau wird zur Verfüllung des Kanalgrabens der Einbau eines nichtbindigen oder gemischtkörnigen Materials empfohlen. Hier muss ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97 \%$ erreicht werden. Zudem muss gemäß ZTV A-StB (siehe Bild 3 DWA-A 139) bis 0,5 m unterhalb des Erdplanums der geplanten Verkehrswege ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ nachgewiesen werden.

Die erreichte Verdichtung ist von der ausführenden Firma im Zuge der Eigenüberwachung nachzuweisen.

Das beim Aushub anfallende natürlich gewachsene Bodenmaterial (Bodengruppen SU bzw. SU* nach DIN 18196) das in die Verdichtungsklassen V1 bzw. V2 nach ZTV A-StB 97 einzustufen ist, darf auch für die Kanalgrabenverfüllung im Bereich der Verkehrsflächen wiederverwendet werden. Entsprechend ist es vorrangig zu verwenden.

Es ist jedoch anzumerken, dass die Verdichtbarkeit der Feinsande stark vom Wassergehalt abhängig ist. Daher ist dafür Sorge zu tragen, dass das prinzipiell zum Wiedereinbau geeignete Aushubmaterial nicht durch Niederschlagswasser durchnässt wird.

5.2.6 Dichtriegel

Eine Dränwirkung durch die Leitungszone der Kanäle muss vermieden werden. Beim Wiedereinbau der Aushubböden müssen keine gesonderten Maßnahmen getroffen werden. Werden aber gut verdichtbare Austauschböden/Liefermaterialien mit höherer Durchlässigkeit eingebaut sind Maßnahmen zu treffen, damit die Gräben nicht als Drainage wirken und die natürliche Grundwassersituation beeinflussen. Die Vorgaben des Kapitels 6.6 des DWA-A 139 Merkblattes sind zu beachten. Da die Kanäle alle oberhalb des Grundwassers zum Liegen kommen, reicht es hier aus, wenn dies jeweils an den Schachtstandorten erfolgt. Zusätzliche Dichtriegel, z. B. in der Mitte einer Haltung, sind hier nicht erforderlich.

5.2.7 Schächte

Die Schachtbauwerke, deren Gründungssohlen noch unterhalb der Rohrsohlen liegen, werden großteils innerhalb der gewachsenen gut tragfähigen Sande gegründet. In diesen Bereichen ist nach Aushub und Nachverdichtung lediglich eine Sauberkeitsbetonschicht zum Schutz der Gründungssohle aufzubringen.

Stehen in der Aushubsohle die heterogenen Auffüllungen an sind diese durch ein gut verdichtbares Material auszutauschen. Als Austauschmaterial können die gewachsenen, schwach schluffigen Feinsande verwendet werden.

Darüber hinaus wird empfohlen, die Schächte im Bereich der geplanten Fahrwege im Hinblick auf die zu erwartenden Beanspruchungen aus Verkehrslasten auf Stahlbetonplatten zu gründen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Entlastung durch den Aushub größer als die spätere Belastung aus dem Schacht sein wird, so dass nur geringe Setzungen infolge der Wiederbelastung des Baugrundes zu erwarten sind.

Bei einer Berechnung der Gründungsplatten nach dem Konzept der elastischen Bettung kann in einem ersten Berechnungsschritt ein Bettungsmodul $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden.

6 Stellungnahme zum Straßenbau

6.1 Beschreibung der geplanten Maßnahme

Wie aus Anlage 1 und [1] zu entnehmen, umfasst der geplante Straßenbau im Wesentlichen die Zufahrten zu den Tiefgaragen (TG) der Objekte Zauberberg 1 und 2.

Die Zufahrt zur TG des Objekts Zauberberg 1 weist eine Länge von etwa 26 m und eine Breite von etwa 6 m auf. Die Deckenhöhen werden hier aus den Angaben zu den geplanten Kanaldeckeln in der Trasse abgeleitet. In Zuordnung zu den im Lageplan enthaltenen, geplanten Geländehöhen, wird die Zufahrt bis zu etwa 4 m tief im Einschnitt liegen, der beidseitig durch etwa 9 m lange Stützwände gesichert werden soll. Letztere sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

Die Zufahrt zu den beiden höher gelegenen Atelierhäusern und zum Objekt Zauberberg 2 verläuft größtenteils entlang der bisherigen Grundstückszufahrt und ist insgesamt rund 170 m lang. Der geplante Fahrbahnquerschnitt variiert in der Breite zwischen etwa 5 und 6 m. Im Verlauf der alten Zufahrtsstraße werden Auf- und Abträge in Dezimeterhöhe erforderlich. Im Erweiterungsbereich verläuft die geplante Straße maßgeblich in Dammla-

ge mit erforderlichen Bodenaufträgen von bis zu etwa 0,6 m. Die Einfahrt in die Tiefgarage am Zauberberg 2 liegt bis zu etwa 5,5 m tief im Einschnitt. In den anstehenden schluffigen Sanden kann die Böschung erfahrungsgemäß mit einer Neigung $\leq 1 : 1,5$ angelegt werden.

Für beide Straßenabschnitte wird im Folgenden die in der Planunterlage [2] angegebene Belastungsklasse Bk 1,0 angenommen.

Aus den Planunterlagen ist weiter zu entnehmen, dass vom Planer für die Fahrstreifen der südlichen Zufahrt eine Bauweise mit Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht entsprechend RStO, Tafel 1, Zeile 1 gewählt wurde:

4 cm Asphaltdeckschicht
14 cm Asphalttragschicht
37 cm Frostschutzschicht
55 cm des frostsicheren Oberbaus

Zur Erstellung der Gehwege im Grundstücksbereich wird in diesem Bericht nicht gesondert Stellung genommen.

6.2 Hinweise zur Straßenplanung

Die Fahrbahnen sind der Belastungsklasse Bk 1,0 nach RStO 12 zugeordnet. In Abstimmung auf die oberflächennah überwiegend anstehenden, umgelagerten F2-Materialien und die Lage der Baumaßnahme in der Frosteinwirkungszone I kann unter Berücksichtigung von Mehr- und Minderdicken infolge der örtlichen Verhältnisse ($A = B = C = E = 0$, $D = +5\text{cm}$ wegen Lage der Gradienten in Einschnitten und Dämmen) die Mindestdicke

des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12 auf $50 + 5 = 55$ cm festgelegt werden.

Der vom Planer gewählte 55 cm dicke Aufbau erfüllt somit die Anforderung an die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus.

6.2.1 Erdplanum, Auftrag und Abtrag

Grundsätzlich sind die in der Aushubsohle anstehenden Böden nachzuverdichten.

Für den bereichsweise erforderlichen Bodenauftrag/-austausch sind gut verdichtbare, kornabgestufte und frostsichere Böden, wie z. B. Kiessand, zu verwenden. Die Böden sind lagenweise einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 98 \%$ zu verdichten.

Auf dem (aufgebauten) Planum ist in statischen Plattendruckversuchen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Bei der Zufahrt zur Tiefgarage „Zauberberg 1“ wird, nach dem erforderlichen Bodenabtrag bis auf etwa 0,6 m unterhalb der eingetragenen Deckelhöhen, der gewachsene schluffige Feinsand anstehen (siehe Anlage 2.1). Den Eindringwiderständen der DPH 101 nach weist der gewachsene Boden hier eine sehr lockere bis lockere Lagerung aufweisen. Um den im Planum geforderten Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen, wird eine Nachverdichtung hier voraussichtlich nicht ausreichen. Es wird empfohlen, den Aushub um weitere 20 cm zu erhöhen und die anstehenden Böden in entsprechender Stärke auszutauschen.

Die geplante südliche Zufahrt verläuft auf den ersten etwa 30 m entlang der Trasse der Bestandszufahrt. Im Anschluss an die Ernst-Poensgen-Allee stehen im Planum umgelagerte schluffige Feinsande in dichter Lagerung an (vKRB/DPH 102, Anlage 2.2). Hier wird der geforderte Wert $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraussichtlich durch das Nachverdichten der anstehenden Böden erreicht werden können.

Im Bereich der KRB/DPH 103 wird nach dem Ausbau der vorhandenen Schwarzdecke, der Schlackentragschicht und der angeschütteten Feinsande (PAK belastet; siehe [5]) ein Materialauftrag von ca. 1,0 m bis auf Höhe Erdplanum erforderlich. Vor dem Bodenaufbau/-austausch sind die in der Aushubsohle anstehenden Böden nachzuverdichten.

Die vorgenannten Hinweise gelten für die übrigen Bereiche mit erforderlichem Bodenauftrag sinngemäß (siehe KRB/DPH 16 und 19, Anlage 2.1).

Im Bereich der KRB/DPH 105 wird das Planum innerhalb der locker bis allenfalls mitteldicht gelagerten Auffüllung aus Betonresten zum Liegen kommen. Die erfahrungsgemäß heterogen zusammengesetzten und verschieden locker bzw. dicht gelagerten Auffüllungen sind vollständig auszuräumen (siehe dazu auch [5]). Zum Bodenaufbau gelten die obigen Hinweise.

Zur Vorbereitung der hangparallelen Dammschüttungen ist der Oberboden abzutragen und im gewachsenen Boden eine stufenförmige Verzahnung herzustellen. Die Stufen sollten eine Höhe $\geq 0,3 \text{ m}$ aufweisen und aus entwässerungstechnischen Gründen leicht talwärts geneigt sein.

Bei der KRB 106 liegt die Fahrbahnoberkante geringfügig oberhalb der aktuellen Geländeoberkante. Das Planum kommt in Höhe der natürlich gewachsenen schluffigen Fein- bis Mittelsande zum Liegen. Aufgrund der geringen Lagerungsdichte der hier anstehenden Sande ist eine Nachverdichtung auszuführen.

6.2.2 Frostschutzschicht

Für die Frostschutzschicht sollte ein Schotter der Körnung 0/45 verwendet werden, der die Anforderungen der TL SoB-StB 04 erfüllt. Ausgehend von einem Verformungsmodul auf dem Planum von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ müssen auf der OK Frostschutzschicht ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ erreicht werden, was einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 103 \%$ entspricht. Im Übrigen wird auch auf den *Abschnitt 2.2.4.2 Verdichtungsgrad und Verformungsmodul der ZTV SoB-StB 04* verwiesen.

7 Stellungnahme zur Versickerungsfähigkeit des Baugrunds

In Ergänzung zu den bisherigen Untersuchungen wurde für die Bewertung der Realisierbarkeit einer Regenwasserversickerungsanlage auf dem Grundstück, am 14.09.2018 im Schurf 112 (siehe Anlage 2.3) ein Versickerungsversuch durchgeführt.

Der Versickerungsversuch wurde in einem Standrohr mit fallender Druckhöhe ausgeführt. Die Versickerung erfolgte nur über die „Aufstandfläche“ (Durchmesser $d = 150 \text{ mm}$). Vor dem Versuch wurde der Untergrund durch die Zugabe von Wasser gesättigt.

In Anlage 5 ist das Protokoll zum Versickerungsversuch enthalten. Die Versuchsauswertung ergibt für den untersuchten Boden einen Durchlässigkeitskoeffizienten von etwa $3 \cdot 10^{-5}$ bis $6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

Aus fachgutachterlicher Sicht wird im Hinblick auf die Vordimensionierung von Versickerungsanlagen empfohlen, aufgrund der örtlich variierenden Schluffanteile des gewachsenen Bodens zunächst von einem auf der sicheren Seite liegenden, mittleren charakteristischen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{\text{mittel,k}} = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s auszugehen.

Gemäß den einschlägigen Regelwerken und Normen setzt eine Versickerung generell eine hinreichende Durchlässigkeit des Bodens voraus. Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist von $k \geq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s gemäß § 51a LWG NRW (bzw. $k \geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138) auszugehen, damit eine ausreichende Sickerleistung erzielt werden kann. Jedoch weist der § 51a LWG NRW daraufhin, dass bei ausreichend groß dimensionierten Versickerungsanlagen auch eine Versickerung bei k-Werten von kleiner $5 \cdot 10^{-6}$ m/s grundsätzlich möglich ist.

Im Hinblick auf die weitere Planung sowie den Bau und Betrieb der Anlage sind grundsätzlich die Anforderungen und Empfehlungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand April 2005) zu berücksichtigen. Zudem müssen ausreichende Abstände von Gebäuden und Grundstücksgrenzen eingehalten werden, um etwaige Vernässungsschäden zu verhindern. Gemäß § 51a LWG NRW ist ein Abstand der Versickerungsanlage zu unterkellerten Gebäuden ohne wasserdichte Ausbildung von > 6 m einzuhalten.

Der Abstand der Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen sollte > 2 m betragen. Weiterhin muss sichergestellt werden, dass das zu versickernde Wasser nicht in möglicherweise vorhandene (Haus)Drainagen gelangt.

Abschließend wird nochmals darauf hingewiesen, dass der Baugrund von dünnen verkitteten Lagen durchzogen ist, deren Durchlässigkeitsbeiwert deutlich geringer ist als der des übrigen gewachsenen Bodens, wodurch die Sickerleistung behindert wird. Entsprechend kann es infolge einer Versickerung zum Wasserstau oder zur Schichtwasserbildung auf solchen Lagen kommen. Je nach Lage der Versickerungsanlage kann dann durch die Hanglage bedingt „talseitig“ versickertes Wasser austreten. Diesbezüglich wird empfohlen, durch technische Zusatzmaßnahmen sicherzustellen, dass solche verkitteten Lagen unterhalb der Versickerungsfläche bis in eine ausreichende Tiefe durchörtert werden (z. B. durch Auflockerungsbohrungen, Kiessäulen, etc.). Bei der Planung solcher Maßnahmen sind die Anforderungen an den Abstand zum Grundwasserspiegel zu berücksichtigen.

8 Hinweise zur Bauausführung

Vor der Bauausführung muss die Lage sämtlicher Kanäle, Leitungen, Kabel etc. zweifelsfrei festgestellt und in Zuordnung zur Bauaufgabe in einem Plan gesamtheitlich dargestellt werden.

Die Erdaushubarbeiten sind so durchzuführen, dass die unterhalb der geplanten Gründungssohle anstehenden Böden nicht gestört oder aufgelockert werden.

Aufgrund der Witterungsempfindlichkeit der tertiären Feinsande sind gegebenenfalls Maßnahmen zum Schutz der Aushubsohlen zu treffen.

Die Aushubböden sind so zu lösen, zu fördern, zu laden und zwischenzulagern, dass sich die erdbautechnischen Eigenschaften nicht verschlechtern und ihre Einbaubarkeit erhalten bleibt. Insbesondere bei der Zwischenlagerung ist zu beachten, dass Bodenmieten so angelegt werden, dass das Eindringen von Niederschlagswasser verhindert und das Austreten von Wasser, das im Aushubboden enthalten ist, möglich ist. Zu diesem Zweck sind die Oberflächen von Bodenmieten in geeigneter Weise zu profilieren und glatt abzuziehen und gegebenenfalls mit Folien für die gesamte Dauer der Zwischenlagerung abzudecken.

Hinsichtlich der möglicherweise erforderlichen Wasserhaltung ist eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der unteren Wasserbehörde, hier dem Umweltamt der Landeshauptstadt Düsseldorf, zu beantragen.

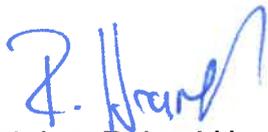
9 Schlussbemerkung

Seitens der ICG wurde auftragsgemäß eine ergänzende Baugrunderkundung durchgeführt und auf der Grundlage der erhaltenen und bereits zur Verfügung stehenden Aufschlüsse und den ausgeführten bodenmechanischen Laborversuchen zum Bodenaufbau Stellung genommen. Darüber hinaus wurden die hydrogeologischen Verhältnisse untersucht und beschrieben. Des Weiteren wurde zu den nach aktuellem Planungsstand vorgesehenen Kanal- und Straßenbaumaßnahmen sowie zur Versickerungsfähigkeit des anstehenden Baugrunds Stellung bezogen.

Aufbauend auf bodenchemischen Untersuchungen wurde eine ergänzende Altlastenuntersuchung durchgeführt, über die in [5] separat berichtet wird.

Sofern im Rahmen der weiteren Planung und Bauausführung Fragen im Hinblick auf baugrund- und erdbautechnische Belange auftreten, wird um Benachrichtigung gebeten.

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG



Dipl.-Ing. Roland Haarer



Dr.-Ing. Philipp Siebert

(Kanal-/Straßenbau)

DPH101 KRB101
18.09.2018 18.09.2018

KRB13
25.01.2017
(projiziert)

DPH10 KRB+GWM10
23.01.2017 25./26.01.2017
(projiziert)

(Kanal-/Straßenbau; Schadstoffeintrag)

DPH103 KRB103
18.09.2018 18.09.2018

DPH16 KRB16
20.01.2017 20.01.2017
(projiziert)

DPH19 KRB19
23.01.2017 23.01.2017
(projiziert)

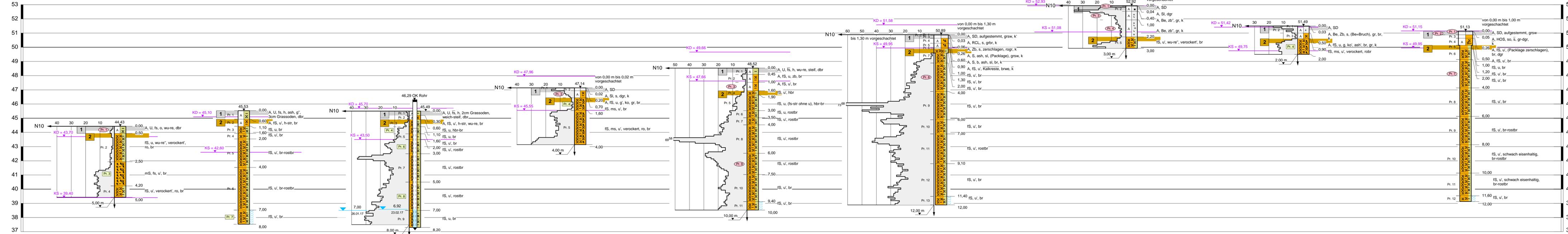
(Kanal-/Straßenbau; Schadstoffeintrag)

DPH105 KRB105
17.09.2018 17.09.2018

(Kanalbau)

DPH110 KRB110
18.09.2018 18.09.2018

KRB18
24.01.2017



mNHN, M.d.H.1:100

Grundwassermessstelle

OK Rohr: 80 cm über OK Gelände
Aufsatzrohr: 2 m
Filterrohr: 7 m (0,3 mm Schlitzzw.)
Rohrverschluss oben: SEBA-Kappe
Rohrverschluss unten: Spitze
Rohrdurchmesser: 2 Zoll
Rohrmaterial: PVC

Zeichenerklärung

A	Anschüttung	k	kalkhaltig
U	Schluff	b	Bauschuttreste
IS	Feinsand	so	Schotterreste
mS	Mittelsand	ash	Aschereste
S	Sand	zl	Ziegelreste
SD	Schwarzdecke	sb	Schlackereste
Be	Beton	ko	Kohlereste
Zb	Ziegelbruch	o	organisch
HOS	Hochfenschlacke	wu-re	Wurzelreste
Sl	Schlacke	hu-str	humusfrei
RCL	Recycling-Material	Pr. 1	Probe
u	schluffig	3.00 02.00	Ruhwasserstand m u. GOK
fs	feinsandig		Vernässungszone
ms	mittelsandig	Pr.1	bodenmechanische Laboruntersuchungen
s	sandig	Pr.1	Probe chemisch untersucht
g	kiesig		stark, schwach, sehr schwach (sandig)
h	torfig, humos		

Baugrundsichtung

- 1 Auffüllungen
- 2 Grafenberger Sande (Tertiär)

Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2

Spitzenquerschnitt 15 cm²
Masse des Rammärens 50 kg
Fallhöhe 0,5 m
N10 = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe

Bodenfarben

we = weiß	sw = schwarz
gr = grau	bu = bunt
ro = rot	bg = beige
ge = gelb	oc = ocker
br = braun	h = hell
gn = grün	d = dunkel

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG
Ingenieur Consult Geotechnik
Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium
Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf
Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33

Auftraggeber: **60733**
Projekt: **Projekt Parkblick Ernst-Poensgen-Allee 3**
Anlage-Nr.: **2.1**
Maßstab: 1:100
Datum: 23.10.2018
gez.: bp/Co
Bearb.: Haa/Si
Stand: 25.10.2018
Plan-Nr.: 1 2 5 2 1 - B G R - B P - 0 7

P:\1\2521-Düsseldorf-Ernst-Poensgen-Allee-3-Parkblick-60733\CAD\Bearbeitung\1\2521-BGR-BP-07.wbtx

(Kanal-/Straßenbau; Entsorgung)

(Kanalbau; Eingrenzung Aschelage)

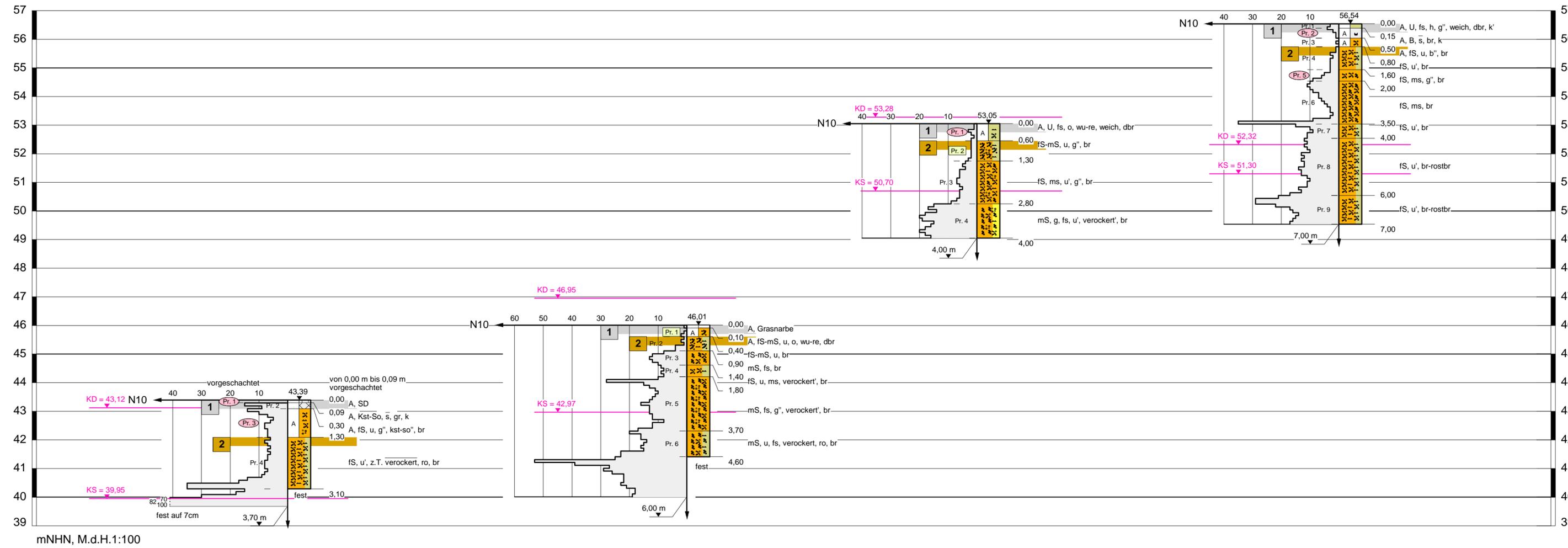
(Kanal-/Straßenbau)

DPH102 KRB102
18.09.2018 18.09.2018

DPH104 KRB104
17.09.2018 17.09.2018

DPH106 KRB106
17.09.2018 17.09.2018

DPH5 KRB5
20.01.2017 17.01.2017
(projiziert)



mNHN, M.d.H.1:100

Zeichenerklärung

- | | | | |
|--------|-------------------|--------------|---------------------------------------|
| A | Anschüttung | g | kiesig |
| U | Schluff | h | torfig, humos |
| fs | Feinsand | k | kalkhaltig |
| fs-mS | Fein-Mittelsand | b | Bauschuttreste |
| mS | Mittelsand | kst-so | Kalksteinschotter |
| SD | Schwarzdecke | o | organisch |
| B | Bauschutt | wu-re | Wurzelreste |
| Kst-So | Kalksteinschotter | Pr. 1 | Probe |
| u | schluffig | Pr. 1 | bodenmechanische Laboruntersuchungen |
| fs | feinsandig | Pr. 1 | Probe chemisch untersucht |
| ms | mittelsandig | s / s' / s'' | stark, schwach, sehr schwach (sandig) |
| s | sandig | | |

Baugrundsichtung

- 1 Auffüllungen
- 2 Grafenberger Sande (Tertiär)

Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2

Spitzenquerschnitt 15 cm²
 Masse des Rammbaren 50 kg
 Fallhöhe 0,5 m
 N10 = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe

Bodenfarben	
we = weiß	sw = schwarz
gr = grau	bu = bunt
ro = rot	bg = beige
ge = gelb	oc = ocker
br = braun	h = hell
gn = grün	d = dunkel

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG Ingenieur Consult Geotechnik		
Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium		
Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33		
Auftraggeber:	Projekt-Nr.: 60733	
Projekt: Projekt Parkblick Ernst-Poensgen-Allee 3	Auftrag-Nr.: 12521	
	Anlage-Nr.: 2.2	
Planinhalt: Bohrprofile und Rammdiagramme	Maßstab: 1:100	
	Datum: 23.10.2018	
	gez.: bp/Co	
	Bearb.: Haa/Si	
Plan-Nr.: 1 2 5 2 1 - B G R - B P - 0 8	Stand: 25.10.2018	

(Eingrenzung Aschelage)

(Eingrenzung Aschelage)

(Schadstoffeintrag)

(Versickerung)

-Spielbereich-
(Oberbodenbeprobung)

KRB108

17.09.2018

KRB109

17.09.2018

KRB111

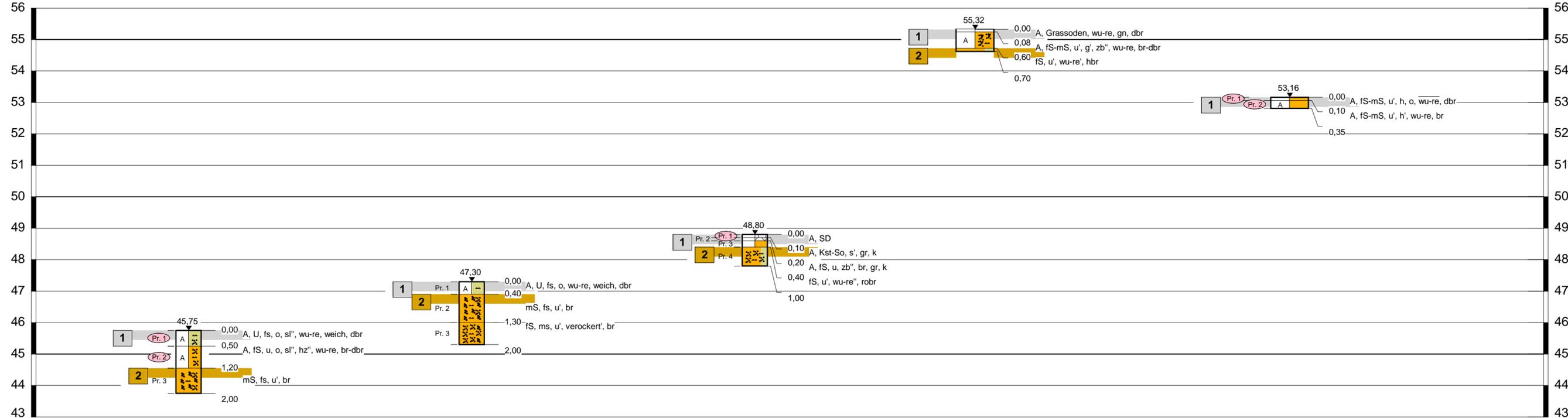
18.09.2018

SCH107

17.09.2018

SCH112

14.09.2018



mNHN, M.d.H.1:100

Zeichenerklärung

A	Anschüttung	h	torfig, humos
U	Schluff	k	kalkhaltig
fS	Feinsand	zb	Ziegelreste
fS-mS	Fein-Mittelsand	sl	Schlackereste
mS	Mittelsand	hz	Holzreste
SD	Schwarzdecke	o	organisch
Kst-So	Kalksteinschotter	wu-re	Wurzelreste
u	schluffig	Pr. 1	Probe
fs	feinsandig	Pr.1	bodenmechanische Laboruntersuchungen
ms	mittelsandig	Pr.1	Probe chemisch untersucht
s	sandig	s / s' / s''	stark, schwach, sehr schwach (sandig)
g	kiesig		

Baugrundsichtung

- 1 Auffüllungen
- 2 Grafenberger Sande (Tertiär)

Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2

Spitzenquerschnitt 15 cm²
 Masse des Rammbarrens 50 kg
 Fallhöhe 0,5 m
 N10 = Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe



Bodenfarben	
we = weiß	sw = schwarz
gr = grau	bu = bunt
ro = rot	bg = beige
ge = gelb	oc = ocker
br = braun	h = hell
gn = grün	d = dunkel

ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG Ingenieur Consult Geotechnik Beratende Ingenieure für Baugrund, Grundbau, Hydrogeologie und Altlasten, Baugrundlaboratorium		Borbecker Straße 22, 40472 Düsseldorf Telefon 0211/47201-0, Telefax 0211/47201-33			
Auftraggeber:			Projekt-Nr.: 60733		
Projekt: Projekt Parkblick Ernst-Poensgen-Allee 3			Auftrag-Nr.: 12521		
Planinhalt: Bohrprofile und Rammdiagramme			Anlage-Nr.: 2.3		
Plan-Nr.: 1 2 5 2 1 - B G R - B P - 0 9			Maßstab: 1:100 Datum: 23.10.2018 gez.: bp/Co Bearb.: Haa/Si Stand: 25.10.2018		



Körnungslinie

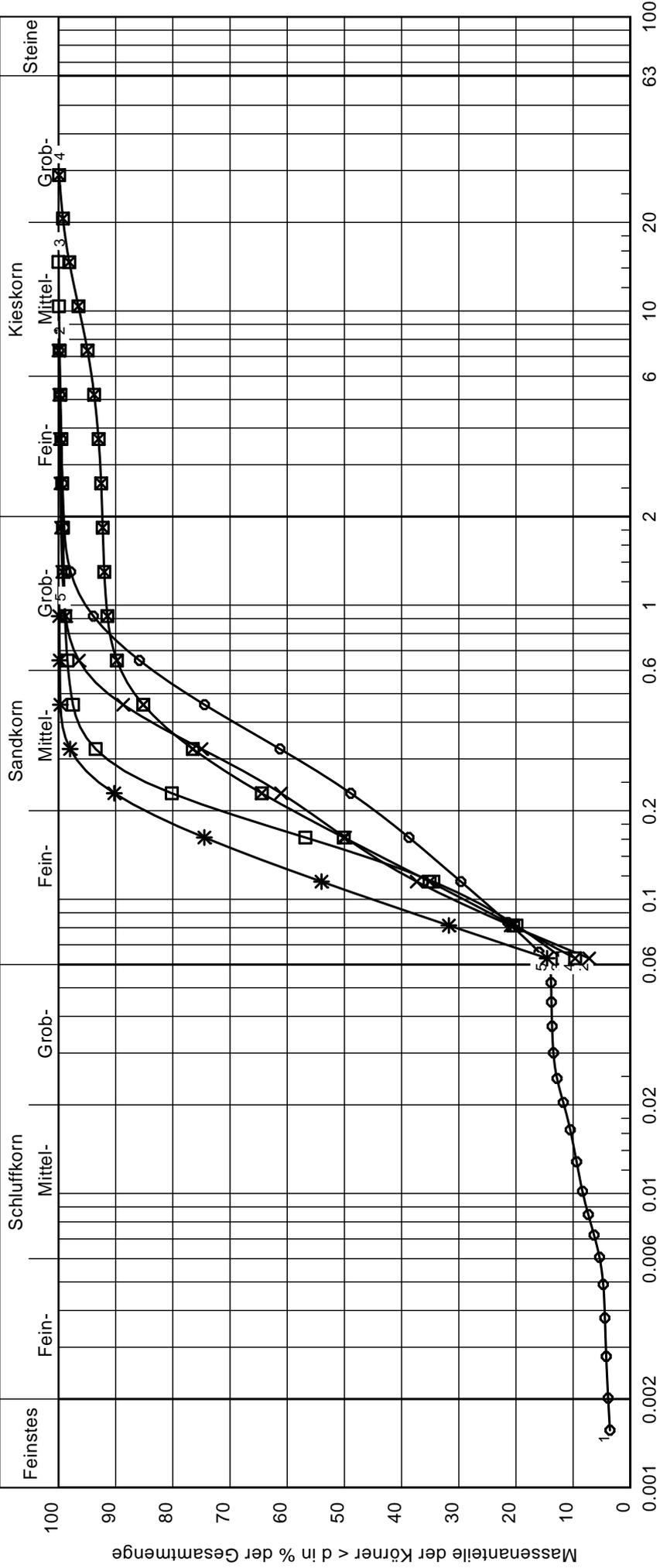
DIN EN ISO 17892-4

Bearbeiter: WM

Datum: 16.10.2018

Schluffkorn

Siebkorn



Korndurchmesser d in mm

Signatur :	○ — ○	× — ×	□ — □	⊠ — ⊠	* — *	Bemerkungen
Labornummer :	83551	83540	83549	83563	83575	
Entnahmestelle :	KRB 104	KRB 101	KRB 103	KRB 106	KRB 110	
Tiefe [m] :	0,10 - 0,40	2,50 - 4,20	0,70 - 1,60	0,60 - 1,30	0,90 - 2,00	
Bodenart :	A, fS-mS, u	fS-mS, u'	fS, ms, u	fS, ms, u', g'	fS, ms, u	
Bodengruppe :	SU*	SU	SU	SU	SU	
T/U/S/G [%] :	3.9/11.2/84.0/0.9	- /7.2/92.3/0.4	- /11.9/87.4/0.8	- /9.7/82.6/7.7	- /14.6/85.4/ -	
Wassergehalt [%] :	7.2	-	-	-	-	

Auftrag-Nr.:
12521
Anlage:
3

Homogenbereiche für Erdarbeiten (GK 2) - DIN 18300

Homogenbereich →			Erd A		Erd B			
Kenngößen ↓	Schichteinheit →		1a Bauschutt, RCL-Material, Aschen mit Fremdbeimengungen (nichtbindig)		1b Auffüllung aus schluffigem Feinsand (schwachbindig/ nichtbindig)		2 schluffiger Feinsand (schwachbindig/ nichtbindig)	
			Boden	ortsübliche Bezeichnung	-	Anschüttung		Grafenberger Feinsande (Tertiär)
Bodengruppe nach DIN 18196	-	A		[SU/SU*]	SU/SU*			
Korngrößenverteilung	-	-		s. Bild 3-1 und Anlagen 3.1 bis 3.3				
Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken	[%]	≤ 30 / ≤ 30 / 0		≤ 30 / ≤ 30 / 0	≤ 30 / ≤ 30 / ≤ 3 ³⁾			
Dichte	[g/cm ³]	1,7 - 2,0		1,7 - 2,0	1,9 - 2,1			
undrainede Scherfestigkeit	[kN/m ²]	n.b.		n.b.	n.b.			
Wassergehalt	[%]	≤ 30		8 - 30	8 - 30			
Konsistenzzahl	[-]	n.b.		n.b.	n.b.			
Plastizitätszahl	[%]	n.b.		n.b.	n.b.			
bezogene Lagerungsdichte I _D	[%]	0 - 15		15 - 35	35 - 100			
organischer Anteil	[%]	≤ 10		≤ 3	≤ 3			
LAGA-/Deponie-Klasse ²⁾	-	TR Bauschutt - Z2, DK II		Z0	Z0			

n.b.: nicht bestimmbar

²⁾ s. Anlage 4.2 und Kapitel 3.7³⁾ s. Kapitel 3.9



Homogenbereiche für Bohrarbeiten - DIN 18301

Homogenbereich →			Bohr A	Bohr B	
Kenngroößen ↓	Schichteinheit →		1a	1b	2
			Bauschutt, RCL-Material, Aschen mit Fremdbeimengungen (nichtbindig)	Auffüllung aus schluffigem Feinsand (schwachbindig/ nichtbindig)	schluffiger Feinsand (schwachbindig/ nichtbindig)
Boden	ortsübliche Bezeichnung	-	Anschüttung	Grafenberger Feinsande (Tertiär)	
	Bodengruppe nach DIN 18196	-	A	[SU/SU*]	SU/SU*
	Korngrößenverteilung	-	-	s. Bild 3-1 und Anlagen 3.1 bis 3.3	
	Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken	[%]	≤ 30 / ≤ 30 / 0	≤ 30 / ≤ 30 / 0	≤ 30 / ≤ 30 / ≤ 3 ³⁾
	Kohäsion	[kN/m ²]	n.b.	n.b.	n.b.
	undrained Scherfestigkeit	[kN/m ²]	n.b.	n.b.	n.b.
	Wassergehalt	[%]	≤ 30	8 - 30	8 - 30
	Konsistenzzahl	[-]	n.b.	n.b.	n.b.
	Plastizitätszahl	[%]	n.b.	n.b.	n.b.
	bezogene Lagerungsdichte I _D	[%]	0 - 15	15 - 35	35 - 100
	Abrasivität	[g/t]	250 - 500	250 - 1250	250 - 1250
	LAGA-/Deponie-Klasse ²⁾	-	TR Bauschutt - Z2, DK II	Z0	Z0

n.b.: nicht bestimmbar

²⁾ s. Anlage 4.2 und Kapitel 3.7³⁾ s. Kapitel 3.9



Homogenbereiche für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten - DIN 18304

Homogenbereich →			Ramm A		Ramm B
Kenngrößen ↓	Schichteinheit →		1a	1b	2
			Bauschutt, RCL-Material, Aschen mit Fremdbeimengungen (nichtbindig)	Auffüllung aus schluffigem Feinsand (schwachbindig/ nichtbindig)	schluffiger Feinsand (schwachbindig/ nichtbindig)
Boden	ortsübliche Bezeichnung	-	Anschüttung	Grafenberger Feinsande (Tertiär)	Grafenberger Feinsande (Tertiär)
	Bodengruppe nach DIN 18196	-	A	[SU/SU*]	SU/SU*
	Korngrößenverteilung	-	-	s. Bild 3-1 und Anlagen 3.1 bis 3.3	s. Bild 3-1 und Anlagen 3.1 bis 3.3
	Massenanteil an Steinen / Blöcken / großen Blöcken	[%]	≤ 30 / ≤ 30 / 0	≤ 30 / ≤ 30 / 0	≤ 30 / ≤ 30 / ≤ 3 ³⁾
	Wassergehalt	[%]	≤ 30	8 - 30	8 - 30
	Konsistenzzahl	[-]	n.b.	n.b.	n.b.
	Plastizitätszahl	[%]	n.b.	n.b.	n.b.
	bezogene Lagerungsdichte I _D	[%]	0 - 15	15 - 35	35 - 100
	LAGA-/Deponie-Klasse ²⁾	-	TR Bauschutt - Z2, DK II	Z0	Z0

n.b.: nicht bestimmbar

²⁾ s. Anlage 4.2 und Kapitel 3.7

³⁾ s. Kapitel 3.9

