

Projekt **BV Grupellostraße 36**
41469 Neuss

Bericht **Orientierende Baugrund- und**
Altlastenuntersuchung

Interne Projektnummer 170421

Bearbeitung M. Sc. Angew. Geow. T. Klein
Dipl.-Geografin R. Winkler

Umfang 34 Seiten
zzgl. Anhänge gemäß Verzeichnis

Auftraggeber Ralf Lehnert
Grupellostraße 36
41469 Neuss

Auftragnehmer Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Bredelaerstraße 60
40474 Düsseldorf

Telefon: 0 211 – 416 51 21 0
Telefax: 0 211 – 416 51 21 99
Kontakt: duesseldorf@mullundpartner.de
Internet: <http://www.mullundpartner.de>

Düsseldorf, Juni 2017



ppa. Dipl.-Geol. Matthias von Herz
(Niederlassungsleiter)



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	ALLGEMEINES 6
1.1	Vorgang, Veranlassung 6
1.2	Verwendete Unterlagen 6
2	GEPLANTES BAUVORHABEN 8
3	BAUGRUNDSTÜCK 10
3.1	Lage und Topografie 10
3.2	Grundstücksnutzungen 11
3.3	Allgemeine geologische und hydrogeologische Einordnung 11
3.4	Bisherige Untersuchungsergebnisse 12
3.5	Allgemeine Gefährdungspotentiale des Untergrunds 12
4	BAUGRUNDERKUNDUNG 12
4.1	Felduntersuchungen 12
4.2	Grundwasserstände 14
4.3	Bodenmechanische Laborversuche 14
4.4	Umwelttechnische Laboruntersuchungen 14
5	BAUGRUNDBESCHREIBUNG 15
5.1	Bodenschichten 15
5.2	Bodenmechanische Rechenwerte und bautechnische Klassifizierung 16
5.3	Bemessungs-Grundwasserstände 17
5.4	Zur chemischen Untersuchung ausgewählte Bodenproben 18
6	GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN 19
6.1	Allgemeine Bedeutung der Baugrundsituation für das Bauvorhaben 19
6.2	Chemische Untersuchungsergebnisse 20
6.3	Beurteilung der chemischen Untersuchungsergebnisse 20
6.4	Gründung der Gebäudelasten 21
6.4.1	Gründungsbereich unterkellerte Einzelhäuser 21
6.4.2	Gründungsbereich nicht unterkellerte Reihenhäuser 21
6.4.3	Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten 22
6.4.4	Bemessung von Bodenplatten 23
6.4.5	Gebäudeabdichtung 24

6.5	Verkehrswege	25
6.6	Versickerungsfähigkeit der Böden	26
6.7	Geotechnische Kategorie	27
6.8	Weitergehender Untersuchungsbedarf	27
7	HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG.....	28
7.1	Erdbau, Herrichten der Gründungsebenen	28
7.2	Umwelttechnische Verwertung der Aushubböden	31
7.3	Baugrubensicherung	31
7.3.1	Allgemeines.....	31
7.4	Wasserhaltung	32
7.5	Schutzrechte Dritter.....	32
7.6	Kampfmittel	33
8	ABSCHLIEßENDE HINWEISE, WEITERES VORGEHEN	33



ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage I Abbildungen

- Anlage I.1. Übersichtslageplan
- Anlage I.2. Lageplan der Aufschlusspunkte im Bestand
- Anlage I.3. Lageplan der Aufschlusspunkte in der Planung
- Anlage I.4. Schnitt A-A'
- Anlage I.5. Schnitt B-B'
- Anlage I.6. Schnitt C-C'
- Anlage I.7. Schnitt D-D'

Anlage II Felduntersuchungen

- Anlage II.1. Übersichtstabelle der Bodenaufschlüsse
- Anlage II.2. Bohrprofile und Rammdiagramme
- Anlage II.3. Schichtenverzeichnisse (KRB/OMP)
- Anlage II.4. Versickerungsversuche (VS)

Anlage III Bodenmechanische Laborversuche

- Anlage III.1. Übersichtstabelle
- Anlage III.2. Versuchsprotokolle

Anlage IV Homogenbereichskennwerte

- Anlage IV.1. Schicht 1
- Anlage IV.2. Schicht 2a
- Anlage IV.3. Schicht 2b
- Anlage IV.4. Schicht 3

Anlage V Chemische Laboruntersuchungen

- Anlage V.1. Bodenuntersuchungen

Anlage VI Fremdunterlagen

- Anlage VI.1. Auskunft LANUV vom 24.04.2017 zu Grundwasserständen



TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1: Zusammensetzung der Mischproben und Analysenumfang	18
Tabelle 2: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohldruckwiderstands nach DIN 1054-2010 in kN/m ² für frei stehende Einzel- und Streifenfundamente auf einem Bodenpolster (UK = 1,1 m u. OKFF EG) in der Schicht 2 (RH/DH, nicht unterkellert) bzw. in der Schicht 3 (EH, unterkellert).....	22
Tabelle 3: Durchlässigkeit des Bodens zur Bemessung der Versickerung nach ATV- Arbeitsblatt	26
Tabelle 4: Zuordnung der Bauaufgabe zur Geotechnischen Kategorie (GK) nach DIN 1054	27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1: Lageplan der geplanten Bebauung, Städtebauliches Konzept [2].....	8
Abbildung 2: Exemplarischer Gebäudeschnitt eines Reihenhauses	9
Abbildung 3: Bestandsbebauung im geplanten Baufeld	10

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

GOK	Geländeoberfläche
KRB	Kleinrammbohrung
VS	Versickerungsversuch
DPH	Schwere Rammsondierung (Deep Penetration – heavy)
ET	Endteufe
Kbf	kein Bohrfortschritt
UK	Unterkante
UKF	Unterkante Fundamente / Gründungssohle
EAB	Empfehlungen des Arbeitskreis Baugruben
EAP	Empfehlungen des Arbeitskreis Pfähle



1 ALLGEMEINES

1.1 Vorgang, Veranlassung

Die ca. 20.000 m² teilweise bebaute Liegenschaft an der Gruppellostraße 36 in 41469 Neuss soll veräußert werden. Als Folgenutzung ist eine Neubebauung zu Wohnzwecken vorgesehen. Zur Abschätzung der Kosten für den Rückbau des Bestandsgebäudes (ehem. Betriebshalle), zur Planung der Neubauwerksgründung sowie zur Ermittlung der Altlastensituation wird eine orientierende Gebäude- und Baugrunduntersuchung sowie eine orientierende Bodenuntersuchung im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung notwendig (Vorerkundung).

Die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Düsseldorf erhielt im März 2017 den Auftrag zur Durchführung der Feld-, Gebäude- und Laboruntersuchungen sowie zur Gutachtenerstellung.

Mit dem vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten der orientierenden Baugrund- und Bodenuntersuchung dokumentiert, die bodenmechanischen Rechenwerte und Bemessungswerte festgelegt, die Gründungsempfehlung erläutert (orientierender Geotechnischer Bericht) sowie die Altlastensituation dargestellt.

Die Auswertung der Gebäudeuntersuchung wird in einem gesonderten Bericht (Environmental Due Dilligence Gebäude) dargestellt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung lagen die folgenden Unterlagen vor:

Vorhandene Gutachten / Stellungnahmen

- [1] Prof. Dr. A. Thiemann, Köln (1992): Chemisches Gutachten über die Sanierungsbedürftigkeit des von Ihnen genutzten Grundstücks Gruppellostraße 36 in 4040 Neuss 21 (Norf); Auftraggeber: Stinnes Rohrunion, Düsseldorf



Regelwerke, Literatur mit besonderem Projektbezug

- [2] Bundesgesetzblatt (1998): Teil I, Nr. 16, Ausgabe am 24.03.1998, Seite 502: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17.03.1998.
- [3] Bundesgesetzblatt (1999): Ausgabe Nr. 36 vom 16.07.1999, Seite 1554: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).
- [4] DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 (aktuelle Fassung)
- [5] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitskreis Baugruben (EAB), 5. Auflage
- [6] DIN-Fachbericht 130: Wechselwirkung Boden-Bauwerk bei Flachgründungen
- [7] DIN 4149-2005: Bauen in deutschen Erdbebengebieten
- [8] Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland, Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1:350.000, Karte zu DIN 4149
- [9] DIN 18130-1:1998-05: Baugrund-Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes
- [10] DWA – A 138 (2002): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- [11] uvo.nrw.de: NRW Umweltdaten vor Ort – Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- [12] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: email vom 24.04.2017 zu den Grundwasserständen im Bereich des Grundstücks Gruppellostraße 36, Neuss
- [13] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (Hrsg.) (2003/2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil I: Allgemeiner Teil, Stand 06.11.2003; Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004.



2 GEPLANTES BAUVORHABEN

Geplant ist der Neubau von nicht unterkellerten, zweigeschossigen Doppel- und Reihenhäusern (DH und RH) mit Dachgeschoss im Bereich des heutigen Grundstücks Grupellostraße 36, Neuss. Die im Westen geplanten Einzelhäuser (EH) werden vermutlich unterkellert.



Abbildung 1: Lageplan der geplanten Bebauung, Städtebauliches Konzept **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Für das Bauvorhaben können die folgenden Projekthöhen abgeschätzt werden:

OKFF EG (DH/RH, ohne Keller)	+/- 0,0 m	39,0 – 40,7 m NHN	(geschätzt)
GOK	- 0,6 m	38,4 – 40,1 m NHN	(geschätzt)
Gründungssohle (ohne Keller)	- 1,1 m	37,9 – 39,6 m NHN	(geschätzt)



OKFF EG (EH, mit Keller)	+/- 0,0 m	39,6 – 40,4 m NHN	(geschätzt)
GOK	- 0,6 m	39,0 – 39,8 m NHN	(geschätzt)
Gründungssohle (mit Keller)	- 3,4 m	36,2 – 37,0 m NHN	(geschätzt)

Als Gründungssohle für die Doppel- und Reihenhäuser wird in diesem Gutachten die Unterkante der Tragschichten nach dem in Kap. 6.4.2 beschriebenen standardisierten Aufbau angesetzt.

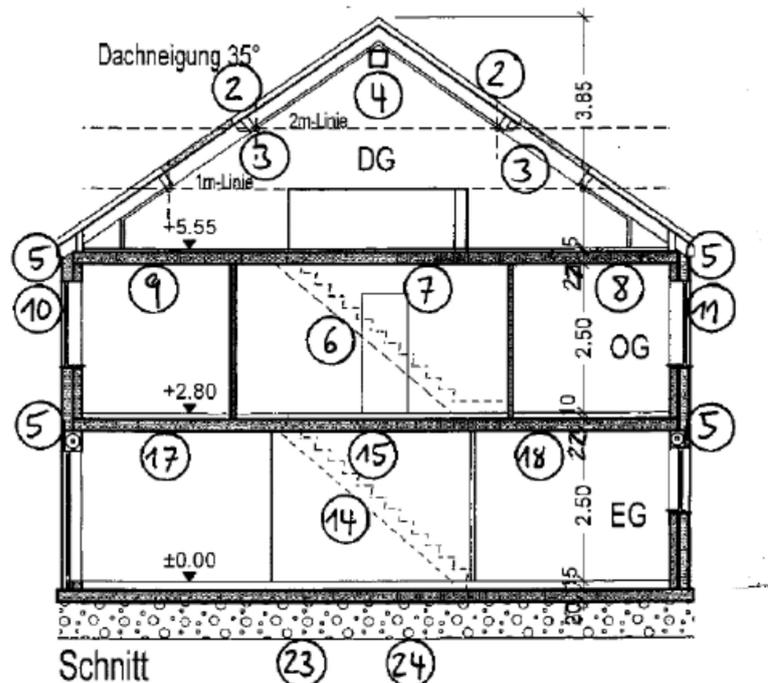


Abbildung 2: Exemplarischer Gebäudeschnitt eines Reihenhauses

Konkrete Lastangaben der Tragwerksplanung zu den verschiedenen Haustypen lagen zur Bearbeitung noch nicht vor. Daher gehen wir daher für unsere Bearbeitung von folgenden mittleren, quasi-ständigen Lasten aus:

2 OGs + DG, nicht unterkellert:	mittlere Flächenlast:	$p_k \sim 50 \text{ kN/m}^2$
	Wandlasten	$V_k = 155 \text{ kN/m}$



2 OGs + DG, mit Keller: mittlere Flächenlast: $p_k \sim 60 \text{ kN/m}^2$
Wandlasten $V_k = 165 \text{ kN/m}$

3 BAUGRUNDSTÜCK

3.1 Lage und Topografie

Das gegenständliche Untersuchungsgebiet liegt im Süden des Stadtgebietes von Neuss, im Stadtteil Norf. Das Liegenschaftsareal wird im Norden durch die Gruppellostraße und im Osten durch die S-Bahnlinie Rhein-Ruhr (S11) begrenzt. Im Süden und Südwesten schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Im Westen befindet sich eine Teichanlage/Baggerteich. Die Gesamtgröße des Untersuchungsgebietes beträgt ca. 20.000 m².

Die Katasterbezeichnung lautet: Gemarkung Norf (3362), Flur 18, Flurstücke 4, 7, 12 - 16, 18.

Die folgende Abbildung zeigt das gegenständliche Liegenschaftsareal an der Gruppellostraße in Neuss mit der Bestandsbebauung.

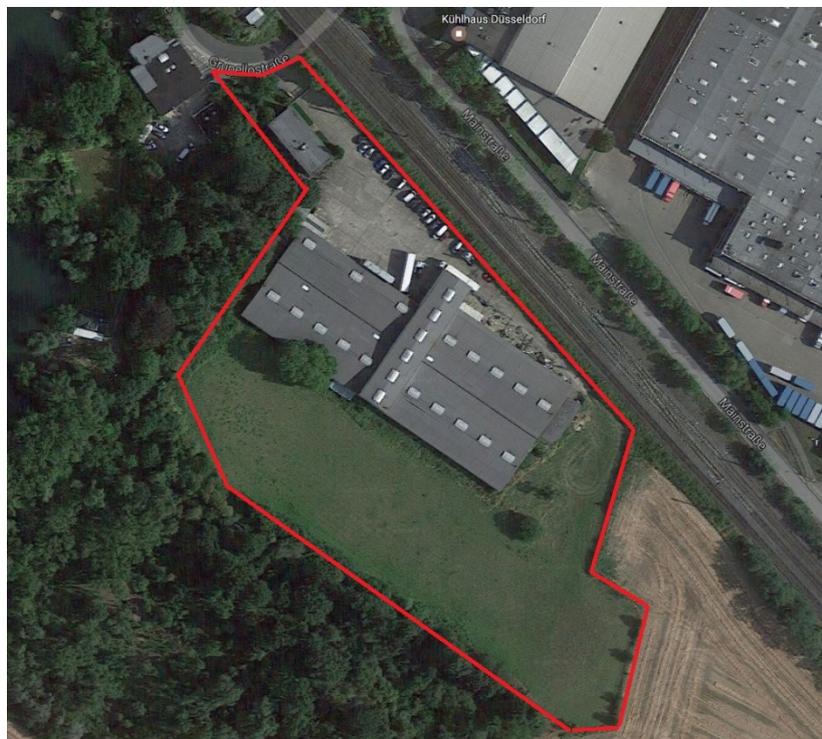


Abbildung 3: Bestandsbebauung im geplanten Baufeld



Das Geländeniveau der Untersuchungsfläche liegt zwischen ca. 38,4 m NHN und 40,1 m NHN.

Die Lage der Untersuchungsfläche im Stadtgebiet von Neuss ist in Abbildung 01 in Anlage I dargestellt.

3.2 Grundstücksnutzungen

Die Bebauung (Lagerhalle, Bürogebäude) des Grundstücks Gruppellostraße 36 erfolgte im Jahr 1960/1961 zur Lagerung von Stahlrohren, davor war das Gelände unbebaut. Derzeit ist die Halle weiterhin für die Lagerung von Gütern vermietet.

Das Grundstück dient außerdem als Speditionsstandort.

3.3 Allgemeine geologische und hydrogeologische Einordnung

Der tiefere Untergrund der paläozoischen Sedimente wird aus wechsellagernden, unterschiedlich mächtigen Feinsanden und Tonen bzw. Schluffen des Tertiärs aufgebaut. Die überlagernden Ablagerungen der quartären Niederterrasse besitzen im Stadtgebiet von Neuss Mächtigkeiten zwischen 10,0 m und 35,0 m. Sie bestehen aus wechsellagernden Kiesen und Sanden.

Die Quartärbasis wurde aktuell nicht erkundet, bis zur Endteufe der Bohrungen (6,0 m u. GOK) wurden die quartären Terrassensedimente (Kiese, Sande) auf einer Höhe von ca. 33,1 m ü.NN aufgeschlossen.

Die Kiese und Sande der Niederterrasse werden in unmittelbarer Nähe des Rheins von bindigen, ca. 1,0 m bis 3,0 m mächtigen Hochflurablagerungen überdeckt.

Innerhalb des Stadtgebietes von Neuss stellen die Ablagerungen der Unteren Mittelterrasse und der Niederterrasse des Rheins den Hauptgrundwasserleiter mit überwiegend freier Grundwasseroberfläche dar. Im Untersuchungsgebiet bilden die kiesigen-sandigen Sedimente mit lokal sandig-schluffigen Einlagerungen einen ergiebigen Grundwasserleiter mit größtenteils sehr guten Durchlässigkeiten. Die Durchlässigkeiten variieren je nach Korngrößenzusammensetzung zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $5 \cdot 10^{-5}$ m/s in Bereichen mit schluffigen Einschaltungen.

Bei hohen Grundwasserständen können sich bei einem Vorkommen von relativ undurchlässigen Hochflutlehmen (1 bis 2 Zehnerpotenzen geringer durchlässig als der Hauptgrundwasserleiter) halbgespannte bis gespannte Grundwasserverhältnisse ausbilden. Aufgrund der deutlich geringeren Durchlässigkeit der Sande und Tone des Ober- und Mitteloligozäns bildet die Tertiäroberkante die Basis des Grundwasserleiters.



Das Untersuchungsgebiet liegt nach dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen außerhalb von Wasserschutz-zonen sowie außerhalb überschwemmungsgefährdeter Bereiche durch Hochwasserereignisse [11].

3.4 Bisherige Untersuchungsergebnisse

Im Jahr 1992 wurde der Boden der Lagerhalle sowie der Boden im Außenbereich untersucht (Betonproben), dabei wurden auch 12 Bodenproben (unterhalb des Betons, Sand) analysiert. Die Lage der entnommenen Bodenproben kann aus den vorliegenden Alt-Unterlagen jedoch nicht hergeleitet werden [1].

Aus dem Bericht ist jedoch zu entnehmen, dass im Hallenbereich 10 Proben (Probe 3 – 12) und im Außenbereich 2 Proben (Probe 1 und 2) entnommen wurden. Die Proben wurden auf die Gehalte an Metalle, Öl und Sulfat untersucht [1].

Der Boden zeigte Gehalte an organischer Substanz von 0,07% und 0,19%, erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen (Arsen, Antimon, Kupfer, Blei, Quecksilber, Cadmium) und Sulfat wurden nicht festgestellt. Eine Grundwassergefährdung wurde nicht gesehen [1].

Weitere Bodenuntersuchungen wurden nicht durchgeführt.

3.5 Allgemeine Gefährdungspotentiale des Untergrunds

Erdbeben

Für das Baugrundstück in Norf gilt nach [8] folgende Zuordnung

- Erdbebenzone: 1
- Bodenklasse: T
- Baugrundklasse: C

4 BAUGRUNDERKUNDUNG

4.1 Felduntersuchungen

Im Rahmen der Baugrund-/Bodenuntersuchung wurden am 10.04.2017 und am 10.05.2017 die folgenden Untersuchungen durchgeführt:



- | | |
|----------|---|
| 12 Stck. | Kleinrammbohrungen (KRB), \varnothing 50/60 mm, nach DIN EN ISO 22475 zur Feststellung der Bodenarten und Entnahme von Bodenproben, erreichte Endtiefen von jeweils 6,0 m u. GOK; Bezeichnung KRB 1 bis 12 |
| 12 Stck. | Schwere Rammsondierungen (Dynamic Probing Heavy - DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 zur Feststellung der Bodenfestigkeiten und Ableitung von Lagerungsdichten und Konsistenzen, erreichte Endtiefen von jeweils 6,0 m u. GOK; Bezeichnung DPH 1 bis 12 |
| 2 Stck. | Ausbau von zwei Kleinrammbohrungen zu Versickerungsversuchen in den Rheinterrassen. Bezeichnung VS 1 bei KRB 9 und VS 2 bei KRB 12 |

Die Aufschlüsse KRB 4, KRB 5 und KRB 6 wurden in der Lagerhalle, die übrigen Aufschlüsse in den Freiflächen niedergebracht. Bei den Aufschlüssen KRB 1, KRB 2, KRB 4, KRB 5 und KRB 6 wurde der vorhandene Betonboden durchteuft.

Je laufenden Meter bzw. bei organoleptischer Auffälligkeit sowie bei Schichtwechseln wurden gestörte Bodenproben (98 Stück) in luftdichte Behälter abgefüllt und zur Beweissicherung inventarisiert.

Das mit den Bohrungen erbohrte Bodenmaterial wurde vor Ort durch den bearbeitenden Diplom-Geologen gemäß DIN EN ISO 14688 nach organoleptischen und ingenieurgeologischen Kriterien angesprochen und in den Schichtenverzeichnissen nach DIN 4023 bezeichnet.

Die Untersuchungspunkte wurden nach Lage (relativ) mittels Bandmaß eingemessen.

Die Höhen der Bohransatzpunkte wurden mit einem Nivellement eingemessen und liegen zwischen 38,48 m NHN und 40,07 m NHN. Als Höhenfestpunkt wurde der nordwestlich des Grundstücks in der Gruppellostraße liegende Kanaldeckel KD Nr. 51690084 verwendet, der in den Lageplänen mit einer Bezugshöhe von 37,03 m NHN eingetragen ist.

Die Lage der Bohrungen und Sondierungen ist in Anlage I.2 und Anlage I.3 dargestellt. Die Kenndaten der Bohrungen sind tabellarisch in der Anlage II.1 zusammengestellt. Die Schichtenprofile der Bohrungen und Rammsondierungen sind in der Anlage II.2 und die Versickerungsversuche in der Anlage II.4 zusammengestellt. Eine zusammenfassende höhengerechte Darstellung der Aufschlussergebnisse als Geotechnischer Schnitt ist als Anlage I.4 bis Anlage I.7 beigefügt.



4.2 Grundwasserstände

Im Zusammenhang mit der durchgeführten Baugrunduntersuchung wurden in den Sondierungen KRB 1, 2, 4, 5, 7, 10 und 11 wasserführenden Horizonte bei 5,0 bis 5,8 m unter Gelände angetroffen. Dies entspricht Höhen zwischen 33,1 mNHN und 33,5 mNHN.

Gemäß der schriftlichen Auskunft des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes NRW vom 24.04.2017 [12] wird der höchste bisher gemessene Grundwasserstand auf dem Grundstück auf etwa 35,1 mNHN ermittelt. Dies entspricht einem Flurabstand von ca. 3,4 bis 4,9 m.

4.3 Bodenmechanische Laborversuche

An exemplarischen Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche zur Klassifikation der Böden im hauseigenen Erdbaulabor von Mull und Partner durchgeführt:

2 Stck	Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123
2 Stck	Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Eine Übersicht der Versuchsergebnisse ist als Anlage III.1 beigefügt. Die vollständigen Versuchsprotokolle können der Anlage III.2 entnommen werden.

4.4 Umwelttechnische Laboruntersuchungen

Zur abfalltechnischen Einstufung der relevanten Aushubböden (Auffüllung und gogenes Material) wurden insgesamt 4 Bodenmischproben (MP1 – MP 4) zusammengestellt und gem. LAGA TR Boden (2004) [13] chemisch untersucht.

Zur Beurteilung des Wirkungspfad des Boden-Mensch gem. BBodSchV [3] wurden insgesamt 6 Oberbodenmischproben im Feinboden < 2mm auf die Prüfwerte für Wohn- und Kinderspielflächen (BBodSchV, Anhang 2 Tabelle 1.4) chemisch analysiert.

Die Analysen-Prüfberichte des chemischen Labors Eurofins Umwelt West GmbH, Wesseling sind als Anlage V.1 beigefügt.



5 BAUGRUNDBESCHREIBUNG

5.1 Bodenschichten

Die erkundeten Bodenarten können auf Basis der Erkundungsergebnisse, der allgemeinen Geologie und der in Bezug genommenen Planung mit dem folgenden ingenieurmäßigen Schichtenmodell idealisiert werden:

Schicht 1: Auffüllungen

Die Geländeoberfläche ist im Bereich um die Bestandsbebauung und Zuwegungen örtlich mit Betonplatten befestigt. Darunter sind bis ca. 0,5 m u. GOK nur örtlich Auffüllungen aus feinsandigen, tonigen Schluffen sowie Sanden und Kiesen vorhanden. Anthropogene Beimengungen wurden nicht festgestellt. Die schluffige Auffüllung hatte eine steife Konsistenz. Anthropogene Ablagerungen haben eine oft kleinräumig stark wechselnde Zusammensetzung. Möglicherweise enthalten die Auffüllungen noch weitere mineralische und nichtmineralische Fremdbestandteile. Die Auffüllungen wurden nur in den Kleinrammbohrungen KRB 1 und KRB 6 angetroffen.

Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Auffüllungen kann die Lagerungsdichte anhand der schweren Rammsondierungen nicht abgeleitet werden.

Schicht 2a/b: Hochflutlehm

Im Liegenden der Auffüllungen bzw. unmittelbar ab der GOK wurde in allen Kleinrammbohrungen Hochflutlehm angetroffen. Die Schichtunterkante des Hochflutlehms wurde zwischen 0,3 m und 3,2 m u. GOK erbohrt. Dies entspricht Höhen zwischen ca. 35,8 und 39,8 mNHN.

Der Hochflutlehm besteht in Tiefen > ca. 0,3 - 0,5 m u. GOK aus feinsandigen, tonigen Schluffen (Schicht 2b). Bis ca. 0,3 - 0,5 m u. GOK sind die Schluffe zudem stark humos (Oberboden; Schicht 2a).

Die Konsistenz der Schluffe wurde im Rahmen der Bohrarbeiten als weich bis steif angesprochen. Die Rammsondierungen erreichten Schlagzahlen von ca. $N_{10} \sim 1$ bis 4, was für die festgestellte Konsistenz teilweise zu gering ist und daher einer geringen Verdichtung zugeordnet werden muss. Bei Wassersättigung geht der Hochflutlehm, in eine breiige Konsistenz über.

Die exemplarische Feststellung der Konsistenz der bindigen Böden im Laborversuch hat für einen Wassergehalt von $w_n = 20,1 \%$ ($I_c = 0,87$) eine steife und für den Wassergehalt von $w_n = 27,0 \%$ ($I_c = 0,71$) eine weiche Konsistenz ergeben (s. Anlage III.2). Dies entspricht der Feldansprache.



Schicht 3: Rheinterrasse

Im liegenden des Hochflutlehms wurden bis zur Endteufe von 6,0 m u. GOK Sedimente der Rheinterrasse angetroffen. Die Sedimente bestehen aus einer Wechsellagerung aus überwiegend schwach kiesigen Mittel- bis Grobsanden und sandigen Fein- bis Mittelkiesen. Der Grobkornanteil nimmt generell mit der Tiefe zu. Die Unterkante der Terrassensedimente wurde in den Sondierungen nicht erreicht.

In den enggestuften Sedimenten der Rheinterrasse wurden im Mittel Rammwiderstände von $N_{10} = 8$ bis 15 erreicht, was eine mitteldichte Lagerung anzeigt.

Die exemplarische Feststellung der Kornverteilung der nicht-bindigen Böden im Laborversuch ergab für zwei Mischproben eine Bodenklassifikation von SE gem. DIN 18196 (s. Anlage III.2).

5.2 Bodenmechanische Rechenwerte und bautechnische Klassifizierung

Zur Durchführung bodenmechanischer Berechnungen nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 können für die idealisierte Schichteneinteilung und die hier behandelte Bauaufgabe die nachfolgenden charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte angesetzt werden. Die für die Ausschreibung der Bauleistung anzunehmenden Kennwerte der Homogenbereiche nach VOB/C 2015 sind in der Anlage IV angegeben.

Schicht 1: Auffüllungen

Auffüllungen sind im Untersuchungsgebiet kaum vorhanden. Es handelt sich um umgelagerte, geogene Böden. Für die bindigen Auffüllungen können dementsprechend die Bodenkennwerte der Schicht 2 und für die rolligen Auffüllungen die Bodenkennwerte der Schicht 3 angesetzt werden.

Schicht 2a: Hochflutlehm (Oberboden)

Bodenarten		$U, fs'-fs^*, t'-t^*, h'-h^*$
Wichte	γ / γ'	16,5 bis 18,5 / 8,5 bis 10 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	25,0 – 27,5° / 8 - 5 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	5,0 - 10,0 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	k_f	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁹ m/s
Bodenklasse	DIN 18196	TL, TM, UL, UM, SU, ST, SU*, ST*
Frostsicherheit	ZTVE-StB	F3
Bodengruppe	DVWK	G3, G4
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A	V3



Schicht 2b: Hochflutlehm

Bodenarten		U, fs'-fs*, t'-t*
Wichte	γ / γ'	16,5 bis 18,5 / 8,5 bis 10 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	25,0 – 27,5° / 8 - 5 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	5,0 - 10,0 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	k_f	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁹ m/s
Bodenklasse	DIN 18196	TL, TM, UL, UM, SU, ST, SU*, ST*
Frostsicherheit	ZTVE-StB	F3
Bodengruppe	DVWK	G3, G4
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A	V3

Schicht 3: Rheinterrasse

Bodenarten:		mS-gS, g'-g, (u') / fG-mG, s'-s
Wichte	γ / γ'	17 bis 20 / 9,5 bis 12 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	32,5 bis 35,0° / 0 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	50 bis 80 MN/m ² (mitteldicht)
Wasserdurchlässigkeit	k_f	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵ m/s
Bodenklasse	DIN 18196	SE, SW, SI, GI, GW, (SU)
Frostsicherheit	ZTVE-StB	F1
Bodengruppe	DVWK	G1
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A	V1

() Angaben in Klammern: mögliche, nicht- dominante Zuordnung

5.3 Bemessungs-Grundwasserstände

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.2 dargestellten Grundwasserverhältnisse (mit einem Sicherheitsaufschlag von 0,5 m aufgrund möglicherweise nicht erfasster Grundwasserhöchststände) werden für die Baumaßnahme die folgenden charakteristischen Wasserstände zur Berücksichtigung in der Planung empfohlen:

max-GW = 35,6 mNHN (keine Überschreitung erwartet)

GW-Bau = 35,0 mNHN (im Jahreszyklus selten überschritten)

Der in den geotechnischen Schnitten A - D (Anlage I) dargestellte Grundwasserstand stellt den höchsten charakteristischen Grundwasserstand (max-GW) dar.



Der höchste charakteristische Grundwasserstand ist für Standsicherheitsnachweise des Endzustands sowie die Abdichtung zugrunde zu legen.

Der höchste regelmäßige Grundwasserstand (Bau-GW) kann vorübergehenden Bauzuständen (z. B. Baugrube) als Bemessungswasserstand zugrunde gelegt werden, wenn durch Überwachungsmaßnahmen und / oder entsprechende konstruktive Sicherheiten (Überlaufkanten) ein höherer Grundwasserstand für die Standsicherheit der Baugrube unkritisch bleibt und hieraus entstehende zeitweise baubetriebliche Erschwernisse toleriert werden.

In Bereichen mit einem höheren bindigen Bodenanteil kann in den Auffüllungen (Schicht 1) niederschlagsabhängig Stauwasser auftreten. Ebenfalls kann im Hochflutlehm (Schicht 2) Stauwasser oberhalb des Grundwassers auftreten.

5.4 Zur chemischen Untersuchung ausgewählte Bodenproben

Im Bereich der Freifläche Gruppellostraße 36 erfolgte eine Oberbodenbeprobung von 3 Teilflächen gemäß BBodSchV [3]. Je Teilfläche wurden jeweils aus den Horizonten 0-10 cm sowie 10-35 cm Oberbodenmischproben (OMP 1 westliches Grundstücksdrittel, OMP 2 mittleres Grundstücksdrittel, OMP 3 östliches Grundstücksdrittel) entnommen und zur chemischen Untersuchung des Feinbodens (< 2 mm) auf die Prüfwerte gem. BBodSchV [3], Wirkungspfad Boden-Mensch, Anhang 2, Tab. 1.4. chemisch untersucht.

Zur abfallrechtlichen Bewertung der flächenhaft vorhandenen Bodenmaterialien nach LAGA [13] wurden aus ausgewählten Einzelproben Bodenmischproben zusammengestellt (vgl. Tab.1). Die Mischproben MP 1, MP 2, MP 3 und MP 4 wurden gem. Parameterkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) für Böden (TR Boden 2004; <10 % Anteil an mineralischen Fremdbestandteilen) im Feststoff und Eluat chemisch untersucht.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Mischproben und Analysenumfang

Ansatzpunkt	Bezeichnung	Einzelproben [m u. GOK]	Relevantes Aushubmaterial	Analytik- umfang
KRB 4, KRB 5, KRB 6	MP 1	4.1 + 5.1 + 6.1 [0,20 – 1,0]	Gewachsener Boden aus Schluff, feinsandig, tonig, braun und Auffüllung (umgelagerter Boden) aus Sand und Kies, braun	LAGA TR Boden (2004)
KRB 1, KRB 2	MP 2	1.1 + 2.1 [0,21 - 1,0]	Auffüllung (umgelagerter Boden) aus Schluff, feinsandig, tonig, organisch, grau-braun	LAGA TR Boden (2004)



Ansatzpunkt	Bezeichnung	Einzelproben [m u. GOK]	Relevantes Aushubmaterial	Analytik- umfang
KRB 4, KRB 9	MP 3	4.2 + 4.4 + 9.1 + 9.2 + 9.3 + 9.4 + 9.5 [0,9 – 4,4]	Gewachsener Boden aus Schluff, feinsandig, tonig, tlw. humos; Kies, sandig; Grobsand, beige-grau, braun	LAGA TR Boden (2004)
KRB 1, KRB 2, KRB 3, KRB 6, KRB 7, KRB 8, KRB 10, KRB 11, KRB 12	MP 4	1.2 + 2.2 + 3.1 + 3.2 + 6.2 + 7.1 + 8.1 + 8.2 + 10.1 + 10.2 + 11.1 + 11.2 + 12.1 + 12.2 [0,0 - 1,7]	Gewachsener Boden aus Schluff, tonig, fein-, mittelsandig; Feinsand, schluffig, tlw. humos; Mittelsand, braun	LAGA TR Boden (2004)

Die chemischen Analysen wurden durch das akkreditierte Labor EUROFINs UMWELT WEST GMBH, Wesseling, im Auftrag der Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH durchgeführt. Die verbleibenden Bodenproben wurden als Rückstellproben inventarisiert.

6 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN

6.1 Allgemeine Bedeutung der Baugrundsituation für das Bauvorhaben

Die Gründungssituation auf dem Grundstück kann in zwei Teilbereiche aufgeteilt werden.

Im Westen des Grundstücks ist vermutlich eine Bebauung durch unterkellerte Einzelhäuser vorgesehen. In dem angenommenen Gründungsniveau der Einzelhäuser (vgl. Kapitel 2) ist durchgehend die Bodenschicht 3 (Rheinterrasse) vorhanden. Die Tragfähigkeit der Schicht 3 wird für das geplante Bauvorhaben als gut tragfähig eingestuft.

Die in den Gründungssohlen anstehende Schicht 3 weist eine hohe Wasserdurchlässigkeit auf.

Der Bemessungswasserstand (max-GW) liegt ca. 0,6 m bis 1,4 m unterhalb der in Kapitel 2 abgeschätzten Gründungssohlen. Es wird davon ausgegangen, dass die endgültigen Gründungssohlen durchgehend mindestens 0,5 m oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen werden. Der höchste regelmäßige Grundwasserstand (Bau-GW, Kap. 5.3) liegt ca. 1,2 m bis 2,0 m unterhalb des in Kapitel 2 angenommenen Gründungsniveaus, so dass die Bauausführung bei niedrigen Grundwasserständen wahrscheinlich nicht durch Grundwasser beeinflusst wird.



Im den übrigen Grundstücksbereichen ist eine Bebauung durch nicht unterkellerte Reihenhäuser vorgesehen. In dem angenommenen Gründungsniveau der Reihenhäuser (vgl. Kap. 2) ist nahezu durchgehend die Bodenschicht 2 (Hochflutlehm) vorhanden. Nur örtlich wird bereits die Bodenschicht 3 (Rheinterrasse) erreicht (KRB 12), bzw. kann das Gründungsniveau knapp oberhalb des jetzigen Geländes (KRB 8) liegen. Die Tragfähigkeit der Schicht 2 wird aufgrund der Konsistenz und Zusammensetzung des Hochflutlehms als gering für das geplante Bauvorhaben eingestuft, da die Bodenschicht 2 unter Zusatzlasten zu größeren Setzungsmaßen neigt. Die örtlich z.T. stark wechselnden Schichtmächtigkeiten (z.B. Schnitt D) bedingen zudem entsprechende Setzungsdifferenzen (s. Kapitel 6.4.2).

Die in den Gründungssohlen überwiegend anstehende Schicht 2 weist eine geringe Wasserdurchlässigkeit auf. Die lokal anstehende Schicht 3 wird als stark wasserdurchlässig eingestuft.

Der höchste regelmäßige Grundwasserstand (Bau-GW, Kap. 5.3) liegt ca. 3 bis 4,5 m unterhalb des in Kapitel 2 angenommenen Gründungsniveaus.

6.2 Chemische Untersuchungsergebnisse

In den Oberbodenmischproben (OMP 1 – OMP 3) wurden keine erhöhten Gehalte an anthropogenen Schadstoffen nachgewiesen, die Prüfwerte der BBodSchV [3] für das Szenario Kinderspielflächen werden für alle Proben eingehalten.

Die Mischprobe MP 1 (Boden/Auffüllung unterhalb des Betonbodens Lagerhalle) hält die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden Z0 für die Bodenart Lehm/Schluff ein.

Die Mischprobe MP 2 (Auffüllung unterhalb der Betonversiegelung Zufahrt) hält die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden Z0 für die Bodenart Lehm/Schluff ein.

Die Mischproben MP 3 und MP 4, welche die geogenen Schichten Hochflutlehm und Terrassenkiese repräsentieren, entsprechen ebenfalls der Zuordnungsklasse Z0 (Lehm/Schluff) gem. LAGA TR Boden.

Die Analysenergebnisse sind in Tabellenform und als originale Prüfberichte in der Anlage V.1 beigelegt.

6.3 Beurteilung der chemischen Untersuchungsergebnisse

Sämtliche aktuell durchgeführten chemischen Untersuchungen weisen auf keine erhöhten und umweltrelevanten Schadstoffbeaufschlagungen hin. Eine Gefährdung der menschlichen



Gesundheit sowie der Schutzgüter Boden und Grundwasser ist, ausgehend von den aktuell untersuchten Nutzungsbereichen, nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu besorgen.

6.4 Gründung der Gebäudelasten

6.4.1 Gründungsbereich unterkellerte Einzelhäuser

Die Gründungsebene der unterkellerten Einzelhäuser wird vermutlich durchgehend in den Sedimenten der Rheinterrasse liegen. In der angenommenen Gründungsebene kann das Gebäude prinzipiell flach mit Einzel- und Streifenfundamenten oder einer biegesteifen Bodenplatte gegründet werden.

Nach jetzigem Planungsstand wird das Gründungsniveau der unterkellerten Einzelhäuser durchgehend oberhalb des Bemessungswasserstandes (vgl. Kap. 5.3) abgeschätzt. Andernfalls kann eine wasserundurchlässige Betonkonstruktion erforderlich werden („weiße Wanne“-Konstruktion; s. Kapitel 6.4.5)

Im Vorfeld der Herstellung der Gründungselemente sind die anstehenden Terrassensedimente unterhalb der Gründungselemente aufgrund der aushubbedingten Auflockerung dynamisch nachzuverdichten.

6.4.2 Gründungsbereich nicht unterkellerte Reihenhäuser

Wir gehen für die Gründung der geplanten nicht unterkellerten Reihenhäuser davon aus, dass auf dem Erdplanum ein standardisierter tragfähiger und frostfreier Aufbau hergestellt wird (Bodenplatte und Gründungspolster). Folgender Aufbau wird angenommen:

13 cm Estrich (= OKFF)

20 cm Bodenplatte

25 cm Schaumglasschotter

55 cm Schottertragschicht

(wenn erforderlich 10 cm Grobschlag und Trennvlies)

Σ 113 cm Unterbau Häuser



Sollte auf dem Aushubplanum Hochflutlehm (Schicht 2) mit einer weichen Konsistenz anstehen, wird für den Aufbau des Gründungspolsters zunächst das Eindrücken von Grobschlag und der Einbau eines Trennvlieses als Verdichtungswiderlager erforderlich. Das Anlegen eines Probefeldes wird empfohlen. Anschließend wird die Schottertragschicht (Gründungspolster) lagenweise eingebaut und verdichtet. Auf dem so hergerichteten Gründungsplanum (OK Gründungspolster) können die Reihen- und Doppelhäuser prinzipiell mit Einzel- und Streifenfundamenten oder einer biegesteifen Bodenplatte gegründet werden. Aus geotechnischer Sicht ist die Herstellung lastverteilender Bodenplatten zu bevorzugen. Aus der mittleren Flächenlast der Reihenhäuser ist mit zusätzlichen flächigen Setzungen unter den Gesamtflächen der Hausreihen (Setzungsmulde) zu rechnen.

6.4.3 Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten

Für die Vorbemessung von Einzel- und Streifenfundamenten unter zentrischen, lotrechten und ruhenden Lasten können die Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ gemäß der nachfolgenden Tabelle angesetzt werden.

Tabelle 2: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohldruckwiderstands nach DIN 1054-2010 in kN/m² für frei stehende Einzel- und Streifenfundamente auf einem Bodenpolster (UK = 1,1 m u. OKFF EG) in der Schicht 2 (RH/DH, nicht unterkellert) bzw. in der Schicht 3 (EH, unterkellert).

Einbindetiefe t [m]	Fundamentbreite b bzw. b' [m]					
	Einzelfundamente			Streifenfundamente		
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	0,5 m	1,0 m	1,5 m
Reihen- und Doppelhäuser, nicht unterkellert						
0,8	410	415	335	320	250*	190*
1,0	480	470	355*	365	255*	190*
Einzelhäuser, unterkellert						
0,5	315	355	390	255	310	365
0,8	450	490	530	340	395	445
* Setzungen auf 2 cm begrenzt.						



Für konkrete Fundamentgeometrien lassen sich bei Durchführung einzelfallbezogener Grundbruchnachweise i.d.R. auch höhere Sohlwiderstände ausnutzen. Bei geneigten oder außermittigen Laststellungen sind die Regelungen der DIN 1054-2010, Kap. 6.10 zu beachten.

Bei voller Ausnutzung der genannten Widerstände ist in der Schicht 2 (nicht unterkellerte Reihen- und Doppelhäuser) mit Setzungen bis in eine Größe von 0,7 bis 2,0 cm für frei stehende Fundamente zu rechnen, die i.d.R. für Bauwerke als verträglich gelten (vgl. DIN EN 1997-1/Anhang H). In der Schicht 3 (unterkellerte Einzelhäuser) ist mit Setzungen bis in eine Größe von 0,2 bis 1,2 cm zu rechnen. Die Anwendung dieser Kriterien auf das hier behandelte Bauwerk ist vom Tragwerksplaner abschließend zu bewerten.

Zusätzlich zu den vorgenannten Setzungsgrößen entstehen Mitnahmesetzungen der Fundamentgruppe. Diese sind nach Konkretisierung der Gründungsplanung anhand einer Setzungsberechnung zusätzlich zu berücksichtigen.

Für eine Bemessung von Streifenfundamenten als gebettete Balken kann der Bettungsmodul für die erste Abschätzung der Sohldruckverteilung in der Schicht 2 (nicht unterkellerte Reihen- und Doppelhäuser) mit $k_s \text{ [MN/m}^3\text{]} = \sigma_{R,d} \text{ [kN/m}^2\text{]} / (1000 \times 1,4 \times 0,015)$ aus der Tabelle 2 abgeleitet werden. In der Schicht 3 (unterkellerte Einzelhäuser) kann der Bettungsmodul mit $k_s \text{ [MN/m}^3\text{]} = \sigma_{R,d} \text{ [kN/m}^2\text{]} / (1000 \times 1,4 \times 0,005)$ aus der Tabelle 2 abgeleitet werden. Mit der so erhaltenden Sohldruckverteilung sollte die Bettungsmodulverteilung für die Fundamentgruppe anhand einer Setzungsberechnung ermittelt werden.

Die o.g. Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands (DIN 1054-2010) sind nicht gleichzusetzen mit der früher üblichen Angabe zulässiger Bodenpressungen (DIN 1054-1976 und DIN 1054-2005), sondern enthalten nur die Teilsicherheit des Bodenwiderstands.

6.4.4 Bemessung von Bodenplatten

Die Bemessung des Stahlbetonquerschnitts einer tragenden Bodenplatte (Flächengründung) kann das Bettungsmodulverfahren angewendet werden, wobei hierzu die Interaktion zwischen Bauwerk- und Baugrundsteifigkeit (Bettungsmodul) von der Lastverteilung des jeweiligen Tragwerks auf den Baugrund abhängt.

Erfahrungsgemäß kann der Bettungsmodul im Rahmen der Vorbemessung für die Lastgröße, Lastfläche und Baugrundsituation in einer Größenordnung von im Mittel ca.

$k_s = 4 \text{ bis } 6 \text{ MN/m}^3$ RH/DH, nicht unterkellert mit Bodenpolster in Schicht 2

$k_s \sim 20 \text{ MN/m}^3$ EH, unterkellert in Schicht 3



angesetzt werden. Die genaue Bettungsmodulverteilung kann für das konkrete Bauwerk nur anhand einer Setzungsberechnung ermittelt werden (DIN Fachbericht 130, Verfahren BM3 und BM4).

Aus der genaueren Setzungsberechnung ergeben sich dann i.d.R. höhere Bettungsmodul im Bereich von Lastkonzentrationen (Plattenrand, Innenstützen) und geringe Bettungsmodul im Feldbereich der Bodenplatte, so dass die Biegebeanspruchung der Fundamentplatte günstiger berechnet wird. Überschlägig kann daher zunächst unter hoch belasteten Stützen sowie unter Wänden am Plattenrand auf einer Grundrissfläche entsprechend einer 45°-Lastausbreitung in der Bodenplatte der o.g. Bettungsmodul verdoppelt angesetzt werden.

Bei Einbau einer Wärmedämmung unterhalb der Bodenplatte werden ggfs. abweichende Bettungsmodul maßgebend. Dieses ist im Einzelfall und nach Festliegen des Dämmproduktes zu überprüfen.

Die mittleren flächigen Setzungsmaße der Bodenplatte werden ca. zwischen

1,0 cm bis 1,5 cm	RH/DH, nicht unterkellert mit Bodenpolster in Schicht 2
0,0 cm bis 0,5 cm	EH, unterkellert in Schicht 3

liegen.

Diese absoluten Größen sind i.d.R. für Stahlbetonbauwerke verträglich (vgl. DIN EN 1997-1/Anhang H). Die genauen Setzungsmaße und Setzungsunterschiede für das hier geplante Gebäude ergeben sich endgültig erst aus der berechneten Verformung der Bettungsmodulberechnung und sind in diesem Zusammenhang abschließend nochmals durch den Tragwerksplaner zu bewerten.

6.4.5 Gebäudeabdichtung

Unterkellerte Einzelhäuser

Bei einer Gründung oberhalb des Bemessungswasserstandes und einer Rückverfüllung der Arbeitsräume mit nichtbindigen Böden einer Durchlässigkeit von $k_f > 10^{-4}$ m/s und Anschluss an die gut durchlässige Bodenschicht 3 kann die Abdichtung der erdberührten Bauteile nach DIN 18195/4 gegen Bodenfeuchte erfolgen. Für Betonkonstruktionen („weiße Wanne“) gilt entsprechend die Beanspruchungsklasse 2.

Wenn Bodenplatten knapp oberhalb des Bemessungswasserstands liegen sollten und im Erdplanum wider Erwarten lokal Böden ohne kapillarbrechende Eigenschaften (zum Beispiel



Schlufflinsen mit $k_f < 10^{-4}$ m/s) anstehen sollten, sind sie gegen entsprechend durchlässige Böden ($k_f > 10^{-4}$ m/s) mit auszutauschen.

Wenn wider Erwarten Bauwerksteile unterhalb des Bemessungswasserstands liegen sollten, wird eine Abdichtung gegen drückendes Wasser nach DIN 18195/6 erforderlich. Für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen („weiße Wanne“) gilt entsprechend die Beanspruchungsklasse 1. Für den maßgebenden Bemessungswasserstand ist die Auftriebssicherheit nach diesseitiger Voreinschätzung im Endzustand gegeben. Dieses ist im Rahmen der Tragwerksplanung endgültig zu prüfen. Bauzeitlich kann jedoch eine Auftriebsgefährdung des teilfertigen Bauwerks (Rohbau Untergeschoss) entstehen. Diese ist durch z.B. Flutöffnungen in den Kellerwänden bis zum Erreichen eines ausreichenden Eigengewichts auszuschließen.

Nicht unterkellerte Reihenhäuser

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der Böden (Schicht 2) im Aushubbereich i.S. der DIN 18195 ($k_f < 10^{-4}$ m/s) wird eine Abdichtung erdeingreifender Bauteile gegen zeitweise aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18195/6 erforderlich. Für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen („weiße Wanne“) gilt entsprechend die Beanspruchungsklasse 1.

Für Bodenplatten / Fußböden oberhalb der GOK auf einer kapillarbrechenden Schicht (DIN 4095) ist eine Abdichtung nach DIN 18195/4 bzw. die Beanspruchungsklasse 2 (Stahlbeton) vorzusehen.

6.5 Verkehrswege

Die Höhenlage der Verkehrsfläche wird in etwa auf der jetzigen Geländehöhe angenommen. Bei einer Regelaufbaustärke von ca. 50 cm wird das Erdplanum in der Schicht 2 liegen.

Die hier anstehenden Böden sind nicht frostsicher und lassen Planumssteifigkeiten $E_{v2} < 45$ MN/m² erwarten.

Zur Herstellung der erforderlichen Planumssteifigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² zum Aufbau der Regelbauweisen nach RSt-O wird daher eine Verstärkung der Tragschicht um ca. 20 bis 30 cm erforderlich. Alternativ können die anstehenden bindigen Böden mit Kalk oder Zement verfestigt werden. Humose Böden im Aushubplanum sind im Vorfeld vollständig zu entfernen.

Bei dem Einbau der Tragschichten auf dem bindigen Erdplanum ist ein Trennvlies einzulegen. Zur Herstellung eines ausreichenden Verdichtungswiderlagers bei weichen Bodenkonsistenzen kann ferner das statische Einwalzen von Grobschlag erforderlich werden.



Die erforderliche Zugabemenge von Kalk oder Zement hängt neben dem Wassergehalt zum Bauzeitpunkt auch von der genauen Mineralogie ab. Die ist daher anhand von Eignungsversuchen im bodenmechanischen Labor oder Probefeldern vor Ort zu bestimmen. I.d.R. ergeben sich dabei Bindemittelzugaben von ca. 2 bis 6 %.

6.6 Versickerungsfähigkeit der Böden

Sofern eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser realisiert werden soll, können für die oberflächennah anstehenden Böden anhand der Bodenansprache und Kornverteilungen folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f angesetzt werden:

Tabelle 3: Durchlässigkeit des Bodens zur Bemessung der Versickerung nach ATV-Arbeitsblatt

Versuchsart / Lage des Versuches	Boden	gemessener k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor ATV A138	cal- k_f [m/s]
Bodenansprachen aus den KRB	Schicht 2 (Hochflutlehm)	$1,0 \cdot 10^{-8} - 1,0 \cdot 10^{-9}$	1,0	$1,0 \cdot 10^{-8} - 1,0 \cdot 10^{-9}$
Kornverteilung (Mischproben aus den KRB, s. Kornverteilungen)	Schicht 3 (Rheinterrasse)	$3,5 \cdot 10^{-4} - 5,3 \cdot 10^{-4}$	0,2	$1,1 \cdot 10^{-4} - 7,0 \cdot 10^{-5}$
Open End Test (VS 1 bei KRB 9)	Schicht 3 (Rheinterrasse)	$2,0 \cdot 10^{-4}$	2	$4,0 \cdot 10^{-4}$
Open End Test (VS 2 bei KRB 12)	Schicht 3 (Rheinterrasse)	$1,2 \cdot 10^{-3}$	2	$2,4 \cdot 10^{-3}$
Empfohlener k_f -Wert zur Bemessung in Schicht 3				10^{-4}

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Schicht 3 wurde anhand der Kornverteilungen (s. Anlage III.2) und zusätzlich durch die Versickerungsversuche VS 1 und VS 2 (Open End Test bei KRB 9 bzw. KRB 12) ermittelt (vgl. Anlage II.4). Für die Schicht 2 wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nur anhand der Bodenansprache ermittelt, da eine Versickerung innerhalb der Schicht 2 aus gutachterlicher Erfahrung nicht möglich ist.

Gemäß Arbeitsblatt DWA – A 138 sind Böden für eine Versickerung von Niederschlagswasser als geeignet anzusehen, die eine Wasserdurchlässigkeit zwischen $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s aufweisen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Sohlen der Versickerungsanlagen grundsätzlich mindestens 1 m über dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) liegen



sollten und ausreichende Abstandsmaße zu Bauwerken und Nachbargrundstücken aufweisen (i.d.R. > 6 m).

Die Voraussetzungen für eine Versickerung im Baufeld sind demnach nur innerhalb der Schicht 3 gegeben.

Die technisch erforderlichen Abstandsmaße zu Kellern sowie die behördlich geforderten Abstandsmaße zur Grundstücksgrenze sind zu beachten.

6.7 Geotechnische Kategorie

Nach DIN 1054 ist die Bauplanung einer Geotechnischen Kategorie zuzuordnen, aus der sich weitergehende Planungs- und Überwachungsanforderungen gemäß DIN 1054/2.8 und /4 ergeben. Die hier in Bezug genommene Planung ist nach DIN 1054/Anhang AA.1 wie folgt einzuordnen:

Tabelle 4: Zuordnung der Bauaufgabe zur Geotechnischen Kategorie (GK) nach DIN 1054

Bauteil	GK	Maßgebende Eigenschaft
Bodenplatte, Flächengründung	1	Geschossbau bis 2 Etagen bei einfachen Gründungsverhältnissen
Einzel und Streifenfundamente	1	Stützenlasten < 250 kN Linienlasten < 100 kN (im Falle einer anderen Bauplanung)
Bodenplatte, Flächengründung	2	Üblicher Geschossbau > 2 Etagen
Einzel- und Streifenfundamente	2	Stützenlasten > 250 kN Linienlasten > 100 kN
Verbauwände / Baugrube	1	Aushubtiefe < 2 m abseits von Gebäudelasten Einsatz von Schnellverbausystemen, Normverbau oder Regelböschungen nach DIN 4124 oberhalb des Grundwassers Grundwasserdruckhöhe unterhalb der Aushubsohle
Verbauwände / Baugrube	2	Stützhöhe > 2 m Freies Grundwasser kann oberhalb der Aushubsohle anstehen

6.8 Weitergehender Untersuchungsbedarf

Die mit der bisherigen Baugrunduntersuchung festgestellten Bodenschichten geben insgesamt ein plausibles Bild der Baugrundsituation.



Der Untersuchungsumfang wurde im Sinne einer Voruntersuchung ausgedünnt. Nach Vorliegen der konkreten Gebäude- und Höhenplanung ist das Aufschlussraster nach den Vorgaben der DIN EN 1997-2 als Hauptuntersuchung zu verdichten und zwar in Form von zusätzlichen Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen. Somit können zusätzliche Informationen zur Mächtigkeit der vorhandenen Bodenschichten und ggf. auftretende Setzungsunterschiede im gesamten Untersuchungsgebiet ergänzt werden.

Nach dem Freilegen des Erdplanums und vor Herstellung eines Bodenaustausches sind die Oberflächensteifigkeiten des Erdplanums (E_{v2} -Werte) mit Plattendruckversuchen festzustellen und das Erreichen der planerseite angesetzten Basissteifigkeit zu bestätigen.

Die für die Ausschreibung nach VOB/C in Anlage IV angegebenen Parameter beruhen auf Abschätzungen und Korrelationen anhand der erkundeten Bodenklassen (DIN 18196). Eine genauere Eingrenzung der bodenmechanischen Kennwerte kann anhand ergänzender Laborversuche an den gewonnenen Rückstellproben erfolgen.

7 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

7.1 Erdbau, Herrichten der Gründungsebenen

Nach Flächenentsiegelung sind im Bereich der Lagerhalle und der Zufahrt keine Bodenverunreinigungen zu erwarten. Eine Sanierung des Bodenaushubs unter fachgutachterlicher Begleitung ist voraussichtlich nicht erforderlich.

Entsprechend der erforderlichen Gründungstiefen, Bodenaustauschtiefen bzw. der Herrichtung der zukünftigen Hausgärten werden flächendeckend Auffüllungsschichten (umgelagerter Boden) sowie geogene Schichten ausgekoffert. Auf Grundlage sämtlicher vorliegender Untersuchungsergebnisse geht nach Gebäuderückbau und Flächenentsiegelung, von dem Baugrundstück keine Gefährdung der menschlichen Gesundheit sowie der Schutzgüter Boden und Grundwasser aus.

Ein Wiedereinbau des Aushubmaterials (z.B. Herstellung des Erdplanums Gebäude, Arbeitsraumverfüllung, Herrichtung der Gärten) ist grundsätzlich anzustreben. Im Rahmen des Bauablaufs ist die chemische Bodeneignung für eine Verwertung durch Nachbeprobungen zu bestätigen.

Bei dem angetroffenen Oberboden (Mutterboden) handelt es sich um schützenswerten und fruchtbaren Boden. Dieser enthält, im Gegensatz zu den tieferliegenden Bodenhorizonten einen hohen Anteil an Nährstoffen, organisch humoser Substanzen und Bodenlebewesen. Der



Oberboden stellt eine wertvolle Ressource für Tiere, Pflanzen und den Wasserhaushalt dar und ist daher gesetzlich im § 202 des Baugesetzbuches (BauGB) geschützt. Demnach ist der Oberboden nach dem Aushub in einem nutzbaren Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Die Umlagerung des Oberbodens ist nach § 12 der BBodSchV geregelt.

Nach Freilegen des Endaushubplanums (Erdplanum) und vor dem Überbauen mit dem Unterbeton / Gründungspolster ist die Übereinstimmung der flächigen Baugrundverhältnisse mit den aus der Baugrunderkundung vorausgesetzten Eigenschaften zu überprüfen („Sohlabnahme“ s. DIN EN 1997-1/4.3, DIN EN 1997-2/2.5(2)).

Materialien für einen Bodenaustausch (Bodenpolster) bzw. Tragschichten sollten aus frostsicheren und raumbeständigen Materialgemischen aus gebrochenem Hartgestein oder Recyclingmaterial der Körnungslinie 0/45 oder 0/56 (abschlammbare Bestandteile < 5%) bestehen. Der Einbau der Materialien kann nur bei geeignetem Wassergehalt erfolgen. Für den Einbau von Recyclingmaterial ist im Voraus eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen. Die Verdichtung muss eine mindestens mitteldichte Lagerung ($D_{Pr} \geq 98 \%$, bzw. entsprechende E_{V2} -Werte nach Tab. 9, ZTVE-StB), erreichen. Die Schütthöhe ist der Einwirkungstiefe des eingesetzten Verdichtungsgerätes anzupassen; sie sollte jedoch nicht größer als 0,30 m sein.

Der Verdichtungserfolg ist mit Feldversuchen (z.B. Plattendruckversuchen) lagenweise zu überprüfen. Es wird die Durchführung einer Eigen- und Fremdüberwachung empfohlen. Erstere ist i.S. der VOB/C eine Zusatzleistung und explizit zu beauftragen. Eine gutachterliche Abnahme des Bodenpolsters / des Bodenaustauschs wird empfohlen.

Die Böden der Schichten 1 (bindig) und 2 sind stark witterungs- und bewegungsempfindlich. Aushubarbeiten bei Niederschlägen führen dann zu einer schnellen Konsistenzverschlechterung der Böden (breiig-weich), die eine bautechnische Wiederverwendung ausschließen kann. Es wird empfohlen, die Erdarbeiten bei starken Niederschlägen zu unterbrechen, die Böden nur auf befestigten Baustraßen zu überfahren und Aushubflächen stauwasserfrei zu halten. Der Aushub ist vorzugsweise rückschreitend und mit glatter Schneide durchzuführen. Oberhalb der Endaushubsohle ist zunächst eine Schutzschicht von ca. 30 bis 50 cm zu belassen und erst unmittelbar vor Herstellung des Unterbetons / Gründungspolsters rückschreitend freizulegen.

Aushubmassen der Schichten 1 (bindig) und 2 sind bei einer Zwischenlagerung auf der Baustelle geordnet aufzuhalden und vor der Witterung durch planieren der Oberfläche mit geeigneten Gefällen zu schützen. Einmal aufgeweichte Böden können nicht mehr verdichtet eingebaut werden, bzw. können dann nur noch nach einer Konditionierung mit Kalk oder Zement verwertbar sein.



Das Aushubplanum in den Schichten 1 (bindig) und 2 kann mit einer weichen Konsistenz anstehen. Für den Aufbau des Gründungspolsters wird dann zunächst das Eindrücken von Grobschlag und der Einbau eines Trennvlieses als Verdichtungswiderlager erforderlich. Das Anlegen von Probefeldern wird empfohlen.

Die Aushubböden der Schicht 2 mit *steifer Konsistenz* sind für einen Wiedereinbau in Bereichen mit Verdichtungsanforderungen voraussichtlich bedingt geeignet. Die Verdichtungsfähigkeit hängt vom Wassergehalt zum Einbauzeitpunkt ab und die erreichbaren Steifigkeiten bleiben auch bei guter Verdichtung gering. Aus bodenmechanischer Sicht sollten diese daher bevorzugt abseits von lastabtragenden Bereichen eingebaut werden.

Die Aushubböden der Schichten 1 (bindig) und 2 sind bei *weichen Konsistenzen* für einen Wiedereinbau in Bereichen mit Verdichtungsanforderungen ungeeignet. Aus bodenmechanischer Sicht können diese daher nur abseits von Bauwerkslasten für die Geländegestaltung und ohne besondere Verdichtungsanforderungen genutzt werden. Für einen Wiedereinbau ist die umweltrechtliche Einstufung der Böden zu beachten (s. o.).

Zur Rückstellung aushubbedingter Auflockerungen ist die Aushubsohle in der Schicht 3 mit mindestens 4 Übergängen dynamisch nachzuverdichten. Das Erdplanum muss mindestens 0,5 m oberhalb des Grundwassers liegen.

Die Böschungsflanken des Baugrubenaushubs in der Schicht 3 sind gegen Niederschläge, Austrocknung und konzentrierten Wasserabläufen zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Baufolien und / oder einer kleinen Umwallung / Kontergefälle am Böschungskopf.

Die Aushubböden der Schicht 3 sind aus bodenmechanischer Sicht für einen verdichteten Wiedereinbau wegen der engen Kornabstufung nur mit erhöhtem Verdichtungsaufwand geeignet. Die erreichbaren Verdichtungsgrade bzw. der Verdichtungsaufwand sollte für den zum Einbauzeitpunkt vorhandenen Wassergehalt des Bodens anhand von Proctorversuchen ermittelt werden. Es gelten die Einbauhinweise wie für die Gründungspolster. Für einen Wiedereinbau ist die umweltrechtliche Einstufung der Böden zu beachten (s. o.).

Das Grundstück ist im Norden mit einer Halle bebaut. Außerdem befinden sich im Norden versiegelte Verkehrsflächen. Bei Antreffen alter Bauwerksstrukturen in der Gründungssohle sind diese zu entfernen oder tief liegend abzutrennen. Es wird empfohlen, die Entfernung bzw. Abtrenntiefe mit dem zuständigen Statiker und geotechnischen Fachplaner abzustimmen. Für die Auffüllung dieser Ausbau- bzw. Abtrennbereiche ist verdichtungsfähiges, frostsicheres Material entsprechend einem Gründungspolster zu verwenden.



Beim Antreffen von Leitungen ist zu prüfen, ob diese überbaut oder verfüllt bzw. verpresst werden können. Verbleibende Altfundamente bzw. Leitungen sollten i.d.R. mit einer mindestens 0,5 m mächtigen Tragschicht überbaut werden, um eine „Schneidenlagerung“ des neuen Bauwerks zu vermeiden. Verbleibende Bodenplatten sind zur Vermeidung einer unplanmäßigen Stauebene rasterförmig aufzubohren.

Im nicht bebauten südlichen Grundstücksbereich wurde eine Elektroleitung vermutet. Nach Auskunft des Grundstückseigentümers und zusätzlicher Recherche bei den zuständigen Versorgungsbetrieben haben sich dafür jedoch bisher keine konkreten Anhaltspunkte ergeben.

7.2 Umwelttechnische Verwertung der Aushubböden

Bei der chemischen Untersuchung wurden keine erhöhten Gehalte an umweltgefährdenden Stoffen nachgewiesen. Die Bodenproben können in die LAGA-Klasse Z0 (Lehm/Schluff) eingestuft werden. Sollten im Zuge einer Umnutzung des Grundstücks Aushubböden anfallen, kann dieses Material aus gutachterlicher Sicht und in Abstimmung mit der zuständigen Behörde, vor Ort oder extern wiederverwertet werden.

7.3 Baugrubensicherung

7.3.1 Allgemeines

Zur Herstellung der Untergeschosse werden Aushubtiefen von ca. 3,5 m u. GOK erforderlich. Gemäß BGB haftet bei einer Geländevertiefung der Bauherr für die ausreichende Abstützung des Umfeldes. Zulässige Aushubvertiefungen ohne weiteren statischen Nachweis regeln die DIN 4124 (Böschungen) und 4123 (Ausschachtung im Bereich von Gebäuden).

Gräben können bis 1,25 m Tiefe senkrecht ausgehoben werden. Bei ausreichenden Platzverhältnissen können temporäre Böschungen bis 5 m Höhe ohne Grundwassereinfluss und abseits von Gebäudeeinflüssen nach den Maßgaben der DIN 4124 ohne weiteren statischen Nachweis hergestellt werden. Für die hier anstehenden Böden können dabei die folgenden Böschungswinkel realisiert werden:

Bodenschicht 3 $\beta \leq 45^\circ$

Bodenschichten 1 und 2 $\beta \leq 60^\circ$

Bei unzureichenden Platzverhältnissen für Böschungen wird ansonsten die Herstellung von Verbauwänden erforderlich. Für die Herstellung der Verbauwände ist der Platzbedarf im Grundriss zu beachten. Die Bauwerkswände sind daher von der Grundstücksgrenze hinreichend abzurücken oder es wird die Inanspruchnahme fremder Grundstücke für die Verbauwand erforderlich.



Böschungsfüße in der Bodenschicht 3 können bei tief liegenden Gründungsebenen durch hohe Grundwasserstände beeinflusst werden. Sie sind daher konstruktiv gegen Erosion durch eine filterstabile Vorschüttung oder Filtervlies / Auflastschüttung mit einem Winkel von ca. 1:2 zu sichern.

7.4 Wasserhaltung

In den anstehenden Böden der Schichten 1 und 2 ist niederschlagsabhängig mit dem Zulauf von Schichtenwasser bzw. Staunässe nach Niederschlägen auf Zwischenaushubebenen zu rechnen. Auf eine geordnete Tagwasserhaltung ist zu achten.

Es wird davon ausgegangen, dass die Gründungssohlen der unterkellerten Einzelhäuser in der Endplanung knapp oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen werden. Andernfalls kann bei hohen Wasserständen für die Herstellung der Bodenplatten und bis zur Sicherstellung der Auftriebssicherheit durch Eigengewicht eine Grundwasserabsenkung auf 0,5 m unterhalb der Gründungsebene erforderlich werden. Die Absenkung des Grundwassers kann in den nicht-bindigen Bodenschichten (Schicht 3) durch Gravitationsbrunnen erfolgen.

Im Hinblick auf die nur zeitweise Grundwasserbeeinflussung und geringen Absenkmaße sollte zur Minimierung der Grundwasserinteraktion eine Ausführung der Gründungsarbeiten in Zeiträumen jahreszeitlicher Niedrigwasserstände (i.A. Spätsommer/Frühherbst) angestrebt werden. Zur bessere Einschätzung der im Jahreszyklus schwankenden Grundwasserstände empfehlen wir die Grundwasserstände fortlaufend (Datenlogger oder Stichtagsmessung) über einen vollen Jahreszeitraum zu beobachten.

7.5 Schutzrechte Dritter

Durch die Herstellung der Baugrube und die Vorbereitung der Gründungssohlen (können) entstehen Beeinflussungen des Umfeldes durch:

- Erschütterungen beim Verdichten von Böden
- Erschütterungen beim Einbringen und Ziehen von Verbauträgern
- das Einbringen von Baustoffen in den Grundwasserleiter

Zur Abwehr ungerechtfertigter Regress- und Unterlassungsforderungen bzw. objektiven Bewertung entstandener Schäden kann eine Beweissicherung als

- regelmäßiges geodätisches Höhennivellement

erfolgen.



Für das auf der Baustelle anfallende Tagwasser wird eine Ableitung in den Kanal erforderlich. Hierfür ist eine Genehmigung des Stadtentwässerungsamtes einzuholen.

Das Fördern und Absenken von Grundwasser stellt einen Genehmigungstatbestand nach dem Wasserhaushaltsgesetz des Bundes und der Länder dar. Hierzu ist eine Genehmigung durch die Untere Wasserbehörde des Rhein-Kreis Neuss einzuholen („Wasserrechtsantrag“).

Das Einbringen von Baustoffen in den Grundwasserleiter stellt einen Genehmigungstatbestand nach dem Wasserhaushaltsgesetz des Bundes und der Länder dar. Hierzu ist eine Genehmigung durch die Untere Wasserbehörde des Rhein-Kreis Neuss einzuholen („wasserrechtliche Erlaubnis“).

7.6 Kampfmittel

Das unterzeichnende Büro besitzt keine Kenntnis, ob auf dem Grundstück eine Kampfmittelgefährdung besteht.

8 ABSCHLIEßENDE HINWEISE, WEITERES VORGEHEN

Der vorliegende Bericht gibt eine Voreinschätzung der Gründungssituation auf Basis eines groben, orientierenden Aufschlussrasters. Die Schlussfolgerungen sind im Rahmen einer Haupterkundung nach DIN EN 1997-2 zu verifizieren und abschließend in einem Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 festzustellen.

Baugrundaufschlussuntersuchungen basieren zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen nicht völlig ausgeschlossen werden können. Bei Abweichungen von den beschriebenen Verhältnissen behält sich die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH gegebenenfalls eine Anpassung der Ausführungshinweise vor.

Der Baugrundbericht gilt für das benannte Objekt im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH nicht zulässig.

Im Zuge der Bauausführung ist die Übereinstimmung der flächigen Baugrundverhältnisse mit den aus der Baugrunderkundung vorausgesetzten Eigenschaften zu überprüfen („Sohlabnahme“ s. DIN EN 1997-1/4.3, DIN EN 1997-2/2.5(2)). Das Ergebnis der Überprüfung ist fachtechnisch zu bewerten und als Bestandteil der Geotechnischen Erkundung zu den Bauakten zu nehmen (DIN EN 1997-2/2.5(4)).



Sämtliche im Bericht genannten Höhen und Höhenbezüge sind im Zuge der Baumaßnahme in der Örtlichkeit zu prüfen. Bei Unstimmigkeiten mit dem Baugrundbericht bittet die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Düsseldorf, um unverzügliche Benachrichtigung.

Die gewonnenen Bodenproben werden routinemäßig für 3 Monate eingelagert und hiernach ohne weitere Rücksprache entsorgt.

Die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH übernimmt keine Haftung gegenüber Dritten, die Kenntnisse aus diesem Bericht für eigene Zwecke weiterverwenden.

Düsseldorf, im Juni 2017

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Düsseldorf



ppa. Dipl.-Geol. M. von Herz
- Niederlassungsleiter -



i.A. Dipl.-Geol. R. Winkler
- Gutachterin -



i.A. M. Sc. T. Klein
- Gutachter -