



Ingenieurgesellschaft
Quadrige mbH
Monnetstraße 24
52146 Würselen
Tel.: 0 24 05 / 8 02 90 - 0
Fax: 0 24 05 / 8 02 90 - 29
e-mail: info@IQ-mbH.de
www.IQ-mbH.de

Ingenieurgesellschaft Quadrige mbH

SCHLUN Real Estate GmbH & Co. KG
Lambert-Schlun-Weg 5

52538 Gangelt-Niederbusch

Monnetstraße 24 • 52146 Würselen

Projekt
2017-07-27
MuGa17-10-23SCHLUN_Vollsortimenter

Ihr(e) Ansprechpartner
Holger Seeberger / Greta Müller

23. November 2017

Baumaßnahme: Erschließung Hülchrather Straße in Grevenbroich-Neukirchen Baugrunderkundung für den Teilbereich Vollsortimenter

1. Vorgang, Aufgabenstellung

Die Firma Schlun Real Estate GmbH & Co. KG beabsichtigt die Erschließung eines Bebauungsgebietes in Grevenbroich an der Hülchrather Straße (Gemarkung Neukirchen, Flur 32, Flurstücke 42, 92, 93, 400, 401 und 404). Die Planung sieht die Errichtung eines EDEKA-Vollsortimenters mit den zugehörigen Parkplatzflächen vor. Auf dem Projektgrundstück ist außerdem die Erschließung eines Wohngebietes geplant. Die Baugrunderkundung für den Teilbereich „Wohnen“ erfolgte bereits in einem separaten Gutachten (MuGa17-09-29SCHLUN).

Die IQ Ingenieurgesellschaft Quadrige mbH, Würselen wurde über die Firma VDH Projektmanagement GmbH aus Erkelenz im Namen des Bauherrn SCHLUN Real Estate GmbH & Co. KG mit der Erkundung des Baugrunds auf Grundlage des Angebots vom 01. August 2017 beauftragt. Folgende Aufgabenstellungen wurden vereinbart:

- Darstellung der Ansatzstellen in einem Lageplan
- Beschreibung des erbohrten Bodens gemäß DIN 4022 in Form von Schichtenverzeichnissen
- Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile nach DIN 4023
- Zeichnerische Darstellung der Bohrungen in Profilschnitten
- Bodenklassifizierung nach DIN 18196, 18300 und DIN 18319.
- Angaben zur Wasser- und Frostopfindlichkeit der erbohrten Böden.
- Angaben zu den angetroffenen und ggf. zu erwartenden Grund- und/oder Schichtwasserverhältnissen.
- Angaben zu der erkundeten Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der erbohrten Böden.
- Angaben zur Tragfähigkeit des Planums.

Planung von Freianlagen, Straßen und Wegen • Planung von Kanalisations-, Entwässerungs- und Versickerungsanlagen • Bauleitung und Bauüberwachung
Begleitung von Bauwerkssanierungen • SiGe-Koordination • Baugrundgutachten • Hydrogeologische Gutachten • Altlastengutachten und Gefährdungsabschätzungen

Geschäftsführung: Dipl.-Ing. Roberto Conego • Dipl.-Ing. Klaus Rosenboom • Dipl.-Geol. Holger Seeberger • Dipl.-Ing. Frank Vitten

Bankverbindungen: Sparkasse Aachen • BIC: AACSD33 • IBAN: DE38 3905 0000 0047 6865 55 • VR-Bank eG • BIC: GENODED1WUR • IBAN: DE59 3916 2980 0714 7820 10

Amtsgericht Aachen HRB 8805 • USt-IdNr. DE813380101

www.IQ-mbH.de



- Angabe von Bodenkennwerten für die angetroffenen einzelnen Schichten.
- Angaben für die Planung und die Bauausführung der geplanten Baumaßnahme im Hinblick auf z. B. Baugrubenböschungen, Ausbildung bzw. Abgleich der Baugrubensohle, Verbau, Wasserhaltung.
- Angaben zur Wiederverwendbarkeit des Bodens aus bautechnischer Sicht hinsichtlich des Wiedereinbaus des Bodens, Verdichtungsfähigkeit etc.
- Angaben zur Entsorgung des Aushubbodens.
- Empfehlungen für die Bauausführung im Hinblick auf den Geräteeinsatz.
- Erarbeitung eines grundsätzlichen Gründungskonzepts für die geplanten Gebäude in unterkellerten und nicht unterkellerten Bauweise
- Erarbeitung eines Gründungskonzepts für den geplanten Vollsortimenter
- Angaben zu erforderlichen Gebäudeabdichtungen

2. Grundlagen der Beurteilung

Um Aufschluss über die im Untergrund befindlichen Böden und ihre Eigenschaften zu erhalten, wurden am 10. Oktober 2017 insgesamt sechs Kleinrammbohrungen abgeteuft. Unter Berücksichtigung der im Untergrund liegenden Leitungen und der Lage des geplanten Gebäudes sowie der geplanten Parkplatzfläche wurden die sechs Ansatzstellen auf dem Gelände festgelegt. Die Aufschlusstiefen der Bohrungen lagen bei 2,50 m (V 2), 3,0 m (V 1) und 6,0 m (B 7 - B 10). Die Bohrungen V 1 und V 2 wurden des Weiteren zur Durchführung jeweils eines Versickerungsversuches genutzt, um Aussagen über Durchlässigkeit der für eine Niederschlagswasser-versickerung geeigneten Bodenschicht zu treffen.

Alle Ansatzstellen der Bohrungen wurden abschließend nach Lage und Höhe eingemessen. Die Ansatzstellen der Bohrungen wurden anschließend in einen Lageplan eingezeichnet (siehe Lageplan der Bohransatzstellen).

Die erbohrten Bohrprofile sind in den Anlagen 1 bis 6 als Profilsäulen im Maßstab 1:30 (B 7 - B 10) bzw. 1:20 (V 1, V 2) nach DIN 4023 dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse der Bohrungen nach DIN 4022 sind in den Anlagen 1.1 bis 6.1 erfasst (Legende siehe Anlage 9).

In der Anlage 7 ist ein Profilschnitt im nördlichen Bereich des geplanten EDEKA-Vollsortimenters dargestellt. Parallel zu diesem Profilschnitt wurde ein weiterer Schnitt im südlichen Bereich des Marktes erstellt und in Anlage 8 wiedergegeben. In diesen Profilschnitten sind anhand von jeweils zwei exemplarischen Profilsäulen potentielle Gründungsvarianten für das Gebäude in Abhängigkeit des vorgefundenen Baugrunds als farbige Linien und Flächen dargestellt.

In einem weiteren Profilschnitt durch den Bereich des Parkplatzes wurde zusätzlich exemplarisch der gemäß RStO 12 Bk1,0, Tafel 1 geforderte Straßenoberbau und -unterbau als farbige Linien eingetragen und beschriftet.

Die erbohrten Rammkerne wurden vor Ort durch einen Dipl.-Geologen aufgenommen (Bodenansprache nach DIN 4022) und beprobt. Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden aus den anstehenden Böden im Zuge der geologischen Aufnahme des Bohrguts insgesamt 26 gestörte Bodenproben entnommen (siehe Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse). Diese Bodenproben wurden sämtlich organoleptisch beurteilt.

Im Vorfeld der Untersuchungen für den Teilbereich „Vollsortimenter“ wurden für den Teilbereich „Wohnen“ des Erschließungsgebietes Hülchrather Straße bereits sechs Kleinrammbohrungen durchgeführt. Die Ergebnisse der chemischen Analysen der im Rahmen dessen erbohrten sandigen Schichten sind auf die im Teilbereich „Vollsortimenter“ übertragbar. Repräsentativ für den anfallenden Aushubboden des anstehenden steifen Lösslehms können ggf. die organoleptisch unauffälligen Rückstellproben V2-01 und 10-01 nachträglich

analysiert werden. Die Bohrungen B 1 - B 6 sind im Vorfeld des Gutachtens zum Teilbereich „Wohnen“ abgeteuft und darin behandelt, sodass diese nicht Bestandteil dieses Gutachtens sind.

Im Bereich der Parkplatzflächen wurden zwei Versickerungsversuche (V 1 und V 2) durchgeführt. Zusätzlich wurden aus zwei Bodenproben der potentiell versickerungsfähigen Schicht Nasssiebungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind den Anlagen A 1.1 und A 2.1 aufgeführt. Die Ergebnisse der Nasssiebung zur Ermittlung der Korngrößenverteilung sind in den Anlagen 1.2 - 1.4 sowie 2.2 - 2.4 wiedergegeben. Tabelle 1 fasst die durchgeführten Analysen zusammen.

Proben	Tiefe	Nasssiebung	Labornummer	Anlagennummer
V1-03	2,4 - 3,0 m	x	1712076-001	A 1
V2-02	1,8 - 2,5 m	x	1712076-002	A 2

Tabelle 1: Untersuchte Proben und Anlagennummern

Im Vorfeld der Geländearbeiten wurden den für das Projektgebiet vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Kartenwerken sowie der einschlägigen Literatur die erforderlichen Basisinformationen entnommen. Zur Bewertung der Baugrundverhältnisse und der Erstellung des Gutachtens wurden u. a. folgende Unterlagen verwendet:

- [1] Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4806, Neuss, Grundrisskarte, Maßstab 1:25.000, Stand: Oktober 1955, Hrsg. Landesamt für Wasser und Abfall NRW
- [2] Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4806, Neuss, Profilkarte, Maßstab 1:25.000, Stand: Oktober 1955, Hrsg. Landesamt für Wasser und Abfall NRW
- [3] Karte der Grundwassergleichen, Blatt L 4906, Neuss, Maßstab 1:50.000, Stand: April 1988, Hrsg. Landesvermessungsamt NRW, 1992
- [4] Online Auskunft „NRW Umweltdaten vor Ort“ vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

3. Ergebnisse

Im Bereich des Vollsortimenters wurden im Rahmen der Baugrunderkundung sowohl die Bereiche der geplanten Parkplatzflächen als auch der betreffende Bereich des Gebäudes untersucht.

3.1 Bohrungen

Durch die am 10. Oktober 2017 durchgeführten Bohrungen wurde ein relativ homogener Bodenaufbau erbohrt. Dieser kann zu folgenden petrographischen Schichten zusammengeführt werden:

In den abgeteufte Bohrungen B 7 bis B 10 sowie V 1 und V 2 wurde zuoberst **humoser Oberboden (Schicht 1, Homogenbereich I)** erbohrt. Dieser setzt sich petrographisch aus feinsandigem Schluff zusammen. Dieser in Mächtigkeiten von 0,4 m (V 1) und 0,5 m (V 2, B 7 - B 10) angetroffene Mutterboden lag zum Zeitpunkt der Erkundung in einer steifen Konsistenz vor.

Unterhalb des Oberbodens folgt in allen Bohrungen eine 0,3 m (B 9) bis 1,3 m (V 2) mächtige Schicht **Lösslehm (Schicht 2, Homogenbereich II)**. Dieser setzt sich aus einem feinsandigen Schluff zusammen und wurde in einer steifen Konsistenz erkundet.

Im Liegenden des Lösslehms folgen **Talsedimente (Schicht 3)**. Diese bauen sich aus einer Wechsellagerung aus **Talsanden (Schicht 3 a, Homogenbereich III)** und **Tallehm (Schicht 3 b, Homogenbereich II)** auf.



Das Top dieser Schicht bilden Grob- und Mittelsande mit zum Teil kiesigen Beimengungen (**Talsand, Schicht 3 a, Homogenbereich III**). Diese nichtbindigen Talsedimente wurden in einer mitteldichten Lagerung erkundet.

Die bindige **Tallehme (Schicht 3 b, Homogenbereich II)**, setzen sich feinsandigem Schluff zusammen. Diese bindigen Talsedimente wurden sowohl in einer steifen als auch in einer weichen bis steifen Konsistenz angetroffen.

Die Schicht 3 wurde in keiner der Bohrungen durchteuft.

3.3 Bodenkennwerte

Gemäß VOB Teil C (Ausgabe 2012 Ergänzungsband 2015) und DIN 18300 (Stand August 2015) erfolgt die Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen. Für die Homogenbereiche sind Eigenschaften und Kennwerte in Bandbreiten anzugeben. Bei Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN 4020, zu denen die geplante Verlegung der Kanäle zählt, sind demnach für die Homogenbereiche Angaben zur Bodengruppen, Korngrößenverteilung, Massenanteilen von Steinen und Blöcken, Dichte sowie je nach Bindigkeit Angaben zur Lagerungsdichte bzw. zu Konsistenz, Plastizität und Scherfestigkeit erforderlich.

Im Projektbereich des Vollsortimenters können drei Homogenbereiche unterschieden werden:

Homogenbereich I: humose Böden (Schicht 1: humoser Oberboden/Mutterboden)

Homogenbereich II: feinkörnige Böden (Schicht 2: Lösslehm und Schicht 3b: Tallehm / bindige Talsedimente)

Homogenbereich III: gemischtkörnige Böden (Schicht 3a:Talsand, Schicht 4:untere Mittelterrasse des Rheins)

Den vorgenannten Homogenbereichen können die in den Tabellen 2 bis 4 folgenden Eigenschaften und Bodenkennwerte zugeordnet werden. Die Bodenkennwerte werden nach den Ergebnissen der anhand der Sondierbohrungen durchgeführten Material- und Konsistenzansprache sowie nach Erfahrungswerten abgeschätzt.

Dem Homogenbereich I (Schicht 1: humoser Oberboden/Ackerboden) werden aufgrund der humosen Bestandteile, die durch Rottungsprozesse Setzungen und Sackungen nach sich ziehen können, keine Bodenkennwerte zugeordnet. Der Boden ist prinzipiell als Lastboden ungeeignet und muss abgetragen werden.

Homogenbereich nach DIN 18 300		I
Schichten		Schicht 1: humoser Oberboden/Ackerboden
Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	d ₁₀	ca. 0,002 - 0,05 mm
	d ₃₀	ca. 0,006 - 0,01 mm
	d ₆₀	ca. 0,03 - 0,1 mm
Massenanteilen von Steinen und Blöcken nach DIN EN		< 5 %
Dichte nach DIN 18 125-2	ρ	ca. 1,6 - 1,8 t/m ³
undrännierte Scherfestigkeit	c _U	ca. 5 kN/m ²
Wassergehalt nach DIN EN 17892-1	w	20 % - 30 %
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1	I _P	5 % - 20 %
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	I _C	0,75 - 1,0 (steif)
bezogene Lagerungsdichte nach DIN 18 126		-
Organischer Anteil nach DIN 18 128		5 - 30 M.-%
Bodengruppe nach DIN 18 196		OH
Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt)		1
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB-09		F3, sehr frostempfindlich

Tabelle 2: Eigenschaften des Homogenbereichs I.

Homogenbereich nach DIN 18 300		II		
Schichten		Schicht 2: Lösslehm Schicht 3b: bindige Talsedimente		
Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	d ₁₀	ca. 0,002 - 0,06 mm		
	d ₃₀	ca. 0,02 - 0,1 mm		
	d ₆₀	ca. 0,06 - 0,2 mm		
Massenanteilen von Steinen und Blöcken nach DIN EN ISC		< 3 %		
Dichte nach DIN 18 125-2	ρ	1,85 - 2,10 t/m ³		
undrännierte Scherfestigkeit	c _U	20 - 50 kN/m ²		
Wassergehalt nach DIN EN 17892-1	w	10 % - 30 %		
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1	I _P	≤ 10 %		
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	I _C	0,5 - 1,0 (weich - steif)		
bezogene Lagerungsdichte nach DIN 18 126	I _D	-		
Organischer Anteil nach DIN 18 128		≤ 2 M.-%		
Bodengruppe nach DIN 18 196		TL, UL		
Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt)		4, (2)		
Bezeichnung der Bodenkörner nach DIN EN 14 688-1		fsaclSi, fsaclgrSi		
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB-09		F3, sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte nach Erfahrungswerten sowie nach DIN 1055-2				
Konsistenz		weich	steif	halbfest
Wichte des feuchten Bodens	γ	20,0 kN/m ³	20,5 kN/m ³	21,0 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	10,0 kN/m ³	10,5 kN/m ³	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	27,5°	27,5°	27,5°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²	2 kN/m ²	5 kN/m ²
Steifemodul	E _S	0 MN/m ²	5 MN/m ²	15 MN/m ²
Tragfähigkeitsbeiwert	E _{V2}	0 MPa	≤ 25 MPa	≤ 45 MPa

Tabelle 3: Eigenschaften und Bodenkenwerte des Homogenbereichs II.

Homogenbereich nach DIN 18 300		III		
Schichten:		Schicht 3a:nichtbindige Talsedimente		
Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	d ₁₀ d ₃₀ d ₆₀	= 0,04 - 0,2 mm = 0,1 - 0,6 mm = 0,4 - 2,5 mm		
Massenanteilen von Steinen und Blöcken nach DIN EI		-		
Dichte nach DIN 18 125-2	ρ	1,8 - 2,10 t/m ³		
undrÄnierte Scherfestigkeit	c _u	0 - 60		
Wassergehalt nach DIN EN 17892-1	w	5 % - 20 %		
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1	I _p	-		
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	I _c	-		
bezogene Lagerungsdichte nach DIN 18 126	I _D	35 % - 65 % (mitteldicht), 65 % - 85% (dicht)		
Organischer Anteil nach DIN 18 128		≤ 5 M.-%		
Bodengruppe nach DIN 18 196		SW, SU, GW		
Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt)		3		
Bezeichnung der Bodenkörner nach DIN EN 14 688-1		grSa		
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB-09		F1, nicht frostempfindlich		
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB97		V1 - V2, gut bis mÄßig verdichtbar		
Bodenkennwerte nach Erfahrungswerten sowie nach DIN 1055-2				
Lagerungsdichte: weitgestuft U = 6 - 15		locker	mitteldicht	dicht
Wichte des feuchten Bodens	γ	18 kN/m ³	19 kN/m ³	20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	10 kN/m ³	11 kN/m ³	12 kN/m ³
Reibungswinkel	φ'	30° - 32,5°	32,5° - 35°	35° - 37,5°
KohÄsion	c'	0 kN/m ²	0, kN/m ²	0 kN/m ²
Steifemodul	E _s	40 MPa	40 - 80 MPa	100 MPa
TragfÄhigkeitsbeiwert	E _{v2}	≤ 45 MPa	≤ 45 MPa	≤ 80 MPa

Tabelle 4: Eigenschaften und Bodenkenwerte des Homogenbereichs III.

Wegen des Korngrößenanteils < 0,06 mm sind die erbohrten bindigen Böden (Schichten 2 und 3 b) wasserempfindlich, d. h. bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Beanspruchung können sie unter Festigkeitsverlust in einen Boden der Klasse 2 (fließende Bodenarten) übergehen.

3.3 Grundwasser

In den am 10. Oktober 2017 abgeteufte Bohrungen wurde keine Grund- oder Schichtwasserföhrung festgestellt. Mit Ausnahme des humosen Oberbodens wurden alle Schichten als „erdfeucht“ angesprochen. Dennoch können insbesondere in Zeiten von erhöhten Niederschlägen und geringer Verdunstung (Hydrologisches Winterhalbjahr von November bis April) am Top und innerhalb der Schicht 2 (Lösslehm) und der Schicht 3b (bindige Talsedimente) StaunÄsse und ggf. eine Schichtwasserföhrung auftreten.

Der höchste gemessene Grundwasserspiegel liegt gemÄß der Grundwassergleichenkarte [3] bei ca. 42 mNN (Stand: April 1988). Grevenbroich liegt im Bereich der Grundwasserabsenkungen der Tagebaue durch Rheinbraun. Mit einem Anstieg des Grundwassers nach Einstellung der Sömpfung ist zu rechnen.

Die der Hydrologischen Karte [1] gibt den Bemessungswasserstand bei rund 43,8 mNN (Stand: Oktober 1955) und somit mindestens 8,8 m unter GOK. Somit ist für das Projektgebiet bei einer angenommenen GelÄndehöhe von mindestens 52,6 m NN mit einem Flurabstand von mindestens 8,8 m auszugehen.

Das Projektgebiet liegt nicht in einem ausgewiesenen oder geplanten Trinkwasserschutzgebiet [4].



3.4 Ergebnisse der chemisch-analytischen Laboruntersuchungen von Böden

Aus dem Bohrgut der Bohrungen im Teilbereich „Wohnen“ wurden aus den Auffüllungen und aus den anstehenden Böden im Zuge der geologischen Aufnahme des Bohrguts insgesamt 26 gestörte Bodenproben entnommen (Glasproben, siehe Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse). Diese Bodenproben wurden sämtlich sensorisch beurteilt. Aufgrund der augenscheinlichen Vergleichbarkeit der Bodenschichten im Teilbereich „Wohnen“ und im Teilbereich „Vollsortimenter“ können die Analysen des Teilbereichs Wohnen für den Teilbereich „Vollsortimenter“ übernommen werden. Mit einer zusätzlichen Verunreinigung ist aufgrund der ähnlichen historischen Nutzung nicht zu rechnen. Bei Bedarf können die Proben V1-01 und 10-01 exemplarisch für den wahrscheinlich anfallenden Aushub im Bereich des Lösslehms anhand von Rückstellproben untersucht werden.

In Tabelle 5 sind die Zuordnungen der Analyseergebnisse in die LAGA-Einbauklassen zusammengefasst. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Tabelle 6 zusammengefasst. Die Laborberichte sind als Anlagen A 3 bis A 4 beigefügt.

Die angetroffenen Talsande (Schicht 3a) wurden durch die Probe MP Sand exemplarisch analysiert. Eine Untersuchung gemäß LAGA Boden vom o.g. Labor GEOTAIX Umwelttechnologie ergab eine Zuordnung in die **LAGA-Einbauklasse Z 0**. Die geringfügige Grenzwertüberschreitung für Nickel der Probe befindet sich im tolerierbaren Bereich dieser Einbauklasse.

Exemplarisch für den anstehenden Lösslehm (Schicht 2) wurde die Probe 1-01 ausgewählt. Diese wurde ebenfalls gemäß LAGA Boden vom o.g. Labor GEOTAIX Umwelttechnologie untersucht. Bei diesen Untersuchungen ergab sich für die Lösslehm eine Einstufung in die **Einbauklasse Z 0**.

Proben	Bohrung Tiefe	Art	Analyse	Labornummer	LAGA-Zuordnung
1-01	B 1: 0,4 - 1,2 m	Lösslehm	LAGA Boden	1709868-002	Z 0
MP Sand	B 1: 1,8 - 3,0 m B 2: 1,7 - 3,2 m B 3: 1,6 - 2,0 m B 4: 1,4 - 2,5 m	Anstehender Boden	LAGA Bauschutt + Kornverteilung	1709868-001	Z 0*

Tabelle 5: Zusammenstellung der durchgeführten Analysen mit Angabe der LAGA-Zuordnung * Nickel-Gehalt im Feststoff tolerierbar

Parameter	Talsand	Lösslehm	Zuordnungswert für Feststoffe in Boden gemäß LAGA -Nr. 20 [mg/kg](außer *)				
	Labornummer 1709868-001: MP Sand 1,4 - 3,2 m	Labornummer 1709868-002 Probe 1-01: 0,40 - 1,2 m	Z 0			Z 1	Z 2
Feststoff	Messwert [mg/kg] (außer *)	Messwert [mg/kg] (außer *)	Sand	Schluff	Ton		
EOX	< 0,8	< 0,8	1	1	1	3	10
Kohlenwasserstoffe / GC (C ₁₀ – C ₄₀)	< 100	< 100	100	100	100	600	2000
Kohlenwasserstoffe / GC (C ₁₀ – C ₂₂)	< 100	< 100	100	100	100	300	1000
BTEX	< 0,15	< 0,175	1	1	1	1	1
LHKW	< 0,18	< 0,21	1	1	1	1	1
PAK nach EPA	< 0,24	< 0,24	3	3	3	3 (9)	30
PCB	< 0,015	< 0,015	0,05	0,05	0,05	0,15	0,5
Benzo(a)pyren	< 0,03	< 0,03	0,3	0,3	0,3	0,9	3
TOC* [%]	< 0,5	< 0,5	0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	1,5	5
Arsen	5,88	11,6	10	15	20	45	150
Blei	11,5	15,8	40	70	100	210	700
Cadmium	< 0,4	< 0,4	0,4	1	1,5	3	10
Chrom	14,4	30,3	30	60	100	180	600
Kupfer	8,23	13,7	20	40	60	120	400
Nickel	18,2*	24,6	15	50	70	150	500
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	0,1	0,5	1	1,5	5
Thallium	< 0,4	< 0,4	0,4	0,7	1	2,1	7
Zink	24,3	45,7	60	150	200	450	1500
Cyanide, ges.	< 1	< 1	-	-	-	3	10
Eluat	Labornummer 1709868-001: MP Sand 1,4 - 3,2 m	Labornummer 1709868-002 Probe 1-01: 0,40 - 1,2 m	Zuordnungswert für Eluate in Boden gemäß LAGA - Nr. 20 [µg/l] (außer *)				
	Messwert [µg/l] (außer *)	Messwert [µg/l] (außer *)	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
Leitfähigkeit* [µS/cm]	27	47	250	250	1.500	2.000	
pH-Wert* [1]	5,8	5,9	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	
Chlorid* [mg/l]	< 10	< 10	30	30	50	100	
Sulfat* [mg/l]	< 20	< 20	20	20	50	200	
Phenolindex	< 10	< 10	20	20	40	100	
Cyanide, ges.	< 5	< 5	5	5	10	20	
Arsen	< 10	< 10	14	14	20	60	
Blei	< 7	< 7	40	40	80	200	
Cadmium	< 0,5	< 0,5	1,5	1,5	3	6	
Chrom	< 7	< 7	12,5	12,5	25	60	
Kupfer	< 10	< 10	20	20	60	100	
Nickel	< 10	< 10	15	15	20	70	
Quecksilber	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2	
Thallium	n.b.	n.b.	1	1	3	5	
Zink	< 40	< 40	150	150	200	600	

Tabelle 6: Ergebnisse der Untersuchungen nach LAGA Boden der Mischprobe MP Sand (1,4 - 3,2 m) und der Probe 1-01 (0,40 - 1,2 m). Farbiger unterlegt sind die Messwerte, die den Zuordnungswert Z 0 gemäß LAGA Nr. 20 Boden (Stand Nov. 2004) überschreiten. *Die Grenzwertüberschreitung von Z 0 ist tolerierbar.

3.5 Ergebnisse der Siebanalysen, Versickerungsfähigkeit des Untergrunds

In den Bohrlöchern der Bohrungen V 1 und V 2 wurden in Untersuchungstiefen von 2,5 m (V 1) und 3,0 m (V 2) unter GOK im Bereich der Schicht 3a, den nichtbindigen Talsedimenten, zwei Versickerungsversuche durchgeführt, um das Versickerungspotential des Untergrundes zu erkunden. Die Versickerungsversuche wurden gemäß USBR EARTH MANUAL¹ (Brunnenmethode) im offenen Bohrloch mit konstanter Druckhöhe durchgeführt und ausgewertet (*siehe Anlagen A 1.1 und A 1.2*).

In der Bohrung V 1 wurde ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_{fV1.1}=9,1 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt. Der in der Bohrung V 2 ausgeführte Versickerungsversuch ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{fV2.1} = 9,6 \times 10^{-6}$ m/s. Gemäß DWA-A 138² ist zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes bei Feldmethoden ein Korrekturfaktor von 2 anzusetzen. Demnach ergeben sich relevante Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_{fV1.1korrr}=1,8 \times 10^{-6}$ m/s und $k_{fV2.1korrr}=1,9 \times 10^{-5}$ m/s.

Zur Prüfung der Durchlässigkeit der potentiell zur Versickerung geeigneten Sande (Schicht 3a) wurde zusätzlich an den Proben V1-03 (Bohrung V 1: 2,4 - 3,0 m) und V2-02 (Bohrung V 2: 1,8 - 2,5 m) die Kornverteilung nach DIN 18123 durch eine Siebanalyse im Labor Geotax ermittelt. Die Ergebnisse der Siebanalyse sind ebenfalls in den Anlagen A 1.1 und A 1.2 und A 2.2 bis A 2.4 dargestellt.

Anhand der Sieblinienauswertung gemäß HAZEN³ kann mit folgender Formel der Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt werden:

$$k_f = 0,0116 \times \{d_{k10}\}^2 \quad [\text{Gl. 1}]$$

mit d_{k10} = Korngröße im Schnittpunkt der 10 %-Linie mit der Summenkurve

Aus den Sieblinien errechnet sich für den in Bohrung V 1 erbohrten Sand ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{fSandV1}=1,75 \times 10^{-4}$ m/s. In der Bohrung V 2 wurde analog dazu ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{fSandV2}=1,20 \times 10^{-4}$ m/s bestimmt.

Gemäß DWA-A 118 ist zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes bei Sieblinienauswertungen ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Demnach ist nach Berücksichtigung des Korrekturfaktors im Bereich der Bohrung V1 von einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{fV1.2korrr}=3,5 \times 10^{-5}$ m/s auszugehen. Im Bereich der Bohrung V 2 kann für die Versickerung in den anstehenden Sanden von $k_{fV2.2korrr}=2,4 \times 10^{-5}$ m/s angesetzt werden.

In der Gesamtbetrachtung variiert der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert innerhalb der Schicht 3a zwischen min. **$1,82 \times 10^{-6}$ m/s** und max. **$3,5 \times 10^{-5}$ m/s**. Für die Bemessung von Versickerungsanlagen sollte ein mittlerer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von **$2,0 \times 10^{-5}$ m/s** zur Anwendung kommen.

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt gemäß DWA-A 138 etwa in einem k_f -Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s. Die Talsande (Schicht 3a) sind somit für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser geeignet.

Bei der Dimensionierung ist zu beachten, dass die gemäß § 44LWG und DWA-A 138 erforderlichen Abstandsflächen zu den Grundstücksgrenzen, zu den Wohngebäuden sowie zum Grundwasser sicher eingehalten werden.

¹ Earth Manual: A Water Resources Technical Publication, US Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1974

² DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hennef 2005

³ HAZEN, A (1892): Some Physical Properties of Sands and Gravels with Special Reference to their Use in Filtration. Twenty-fourth Annual Report of State Board of Health Mass 541–566, 4 Abb., 7 Tab



3.6 Tektonik und Seismizität

Die Stadt Grevenbroich liegt im Bereich verschiedener tektonischer Störungen der Niederrheinischen Bucht. Die Bewegungen im Bereich der tektonischen Störungen können bereichsweise rezent aktiv sein. Ein ruckhafter Abbau aufgestauter Spannungen in Form von episodischen Erdbeben kann nicht ausgeschlossen werden. Im Fall von Erdbeben können insbesondere im Bereich tektonischer Störungen ggf. Versatzbeträge auftreten.

Gemäß der DIN 4149:2003-05 wird Grevenbroich-Neukirchen bei Vorliegen der Untergrundklasse T („Übergangsbereich zwischen den Gebieten der Untergrundklassen R und S sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken“) und der Baugrundklasse C (dominierende Scherwellengeschwindigkeit 150 m/s bis 350 m/s) der Erdbebenzone 2 (Intensitätsintervall: 7,0 bis < 7,5; Bemessungswert der Bodenbeschleunigung: 0,6 m/s²) zugeordnet.

3.7 Kampfmittel

Hinsichtlich des Antreffens von Kampfmitteln aus dem 2. Weltkrieg werden, sofern noch keine Unterlagen vorliegen, eine Anfrage beim zuständigen Kampfmittelräumdienst sowie eine besondere Sorgfalt bei den Ausschachtungsarbeiten empfohlen. Bei einem Verdacht auf Kampfmittelfunde sind die Arbeiten unverzüglich einzustellen und die zuständigen Ordnungsbehörden oder die Polizei zu verständigen.

4 Empfehlungen für die Gründung der Gebäude: Gründungsart, zulässige Bodenpressung, Setzungen

Zum Zeitpunkt der Berichtslegung lagen noch keine Planungsgrundlagen bezüglich der Gebäudehöhe und Unterkante der Bodenplatte vor. Deshalb muss davon ausgegangen werden, dass die Gründungssohle des Gebäudes in Abhängigkeit der Bauweise in unterschiedlichen Lastböden liegt. Im Bereich der möglichen Gründungsebene kommen für die Gründung des Gebäudes sowohl Streifenfundamente als auch eine lastabtragende Bodenplatte in Betracht. Im Folgenden werden die möglichen unterschiedlichen Gründungssituationen beschrieben und Gründungsmöglichkeiten empfohlen. Diese differenzierten Gründungsarten sind in den Anlagen 7 und 9 zusammenfassend dargestellt.

In jedem Fall sind vor Errichtung des Gebäudes ein Abtrag des humosen Oberbodens und dadurch gegebenenfalls eine Auffüllung des Geländes erforderlich. Auch aufgrund der Geländeneigung nach Südwesten ist gegebenenfalls eine Geländeauffüllung erforderlich. Hierfür sollte gut verdichtbares, mineralisches Material verwendet werden.

4.1 Gründung auf Streifenfundamenten - Variante 1

Prinzipiell kann das geplante Gebäude im Projektgebiet auch mittels Streifenfundamenten gegründet werden.

Bei dem nicht unterkellerten Gebäude bildet die Schicht 2 (Lösslehm) den Lastboden für die Gründung auf Streifenfundamenten. Bei einer mindestens steifen Konsistenz ist der Lösslehm ausreichend geeignet für die Abtragung der Bauwerkslasten. Die Streifenfundamente unterhalb der Außenwände müssen bis in eine frostfreie Tiefe von 0,8 m unterhalb der OK Bodenplatte ausgeführt werden. Grundsätzlich ist der Abtrag des humosen Oberbodens erforderlich, so dass ggf. unterhalb der Bodenplatte ein Bodenersatz erfolgen muss. In jedem Fall sind mindestens die obersten 15 cm des Bodens unterhalb der Bodenplatte als kapillarbrechende Schicht aus gut kornabgestuften, mineralischen Baustoffen zu errichten. In dieser Tiefenlage kann gemäß Tab. A.5 der alten DIN 1054 (s.u.) bei Vorliegen einer mindestens steifen Konsistenz des Gründungsbodens eine aufnehmbare Sohldruck von min. 130 kN/m² veranschlagt werden.

Die zulässigen Bodenpressungen können gemäß DIN 1054, Tab. A.5 bzw. nach den im Eurocode 7⁴, Band 1, Tab. A6.7 angegebenen Bemessungswerten des Sohlwiderstands (keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen!) bemessen werden (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8). Die Bodenkennwerte können dem Kapitel 3.3 entnommen werden.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Aufnehmbarer Sohlruck σ_{zul} in [kN/m ²] für Streifenfundamente mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m [kN/m ²]		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	120	170	280
1,0	140	210	320
1,5	160	250	360
2,0	180	280	400
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m ²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

Tabelle 7: höchstzulässige Bodenpressung σ_{zul} für Streifenfundamente auf tonig schluffigem Böden der Bodengruppen UM, TM, TL nach DIN 18196 (Auszug aus der Tabelle A.5 der DIN 1054: 2003-01)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2,0 m [kN/m ²]		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	170	240	390
1,0	200	290	450
1,5	220	350	500
2,0	250	390	560
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m ²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

Tabelle 8: Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für bindigen Boden der Bodengruppen UM, TM, TL nach DIN 18196 nach Tab. A 6.7 Eurocode 7

Vorbehaltlich der o. g. detaillierten Grundbruch- und Setzungsberechnungen sollte für das geplante Gebäude bei einer Gründung auf Streifenfundamenten eine Setzung in einer Größenordnung von 2 - 4 cm angenommen werden.

4.2 Gründung über eine lastabtragende Bodenplatte - Variante 2

Die Gründung mittels lastabtragender Bodenplatte ist für den Bau des Vollsortimenters anwendbar.

Unterhalb der Bodenplatte des nicht unterkellerten Gebäudes ist ein Gründungspolster (Variante 2) aus gut kornabgestuftem, mineralischem Material (z. B. Kiessand) zu erstellen. Hierbei ist vorab der vorhandene organische Oberboden zu entfernen und ggf. eine Auffüllung des Geländes durch gut verdichtbares, mineralisches Material nach Erfordernis zu erstellen. Das Polster ist in einer Mächtigkeit von mindestens 0,8 m in Lagen zu maximal 0,3 m oberhalb eines Vlies aufzufüllen und zu verdichten. Prinzipiell sollte eine über eine lastabtragende Bodenplatte konzipierte Gründung eine Gesamtmächtigkeit der Gründung von 0,8 m inkl. Bodenplatte aufweisen, um eine homogene Lastabtragung und Frostsicherheit zu gewährleisten.

⁴ Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011, Hrsg.: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

Für die Gründung auf einem Gründungspolster, das aus mineralischen Baustoffen entsprechend der Boden-
 gruppe GW hergestellt wird, können die in den Tabelle 9 und Tabelle 10 angegebenen Bodenpressungen ge-
 gemäß DIN 1054:2003-01 bzw. gemäß Tab. A 6.2 des Handbuchs Eurocode⁵ 7, Band 1 (Bemessungswerte des
 Sohlwiderstands, *keine aufnehmbaren Sohlrücke und keine zulässigen Bodenpressungen*) angenommen wer-
 den. Zusätzlich können die in Kapitel 3.2 aufgeführten Bodenkennwerte für den Homogenbereich III herange-
 zogen werden.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ in [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	280	420	460	390	350	310
1,0	380	520	500	430	380	340
1,5	480	620	550	480	410	360
2,0	560	700	590	500	430	390

Tabelle 9: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ auf nicht bindigen Baugrund GW, SW, GE, SE, SU, GU nach DIN für setzungsempfindliche Bauwerke nach Tab. A 6.2 Eurocode 7

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	aufnehmbarer Sohlrücke in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2,0 m und mitteldichter Lagerung [kN/m ²]			
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m
0,5 m	200	300	330	280
1,0 m	270	370	360	310
1,5 m	340	440	390	340
2,0 m	400	500	420	360

Tabelle 10: höchstzulässiger, aufnehmbarer Sohlrücke für nichtbindigen Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen (in Anlehnung an die Tabelle A.2 der DIN 1054 2003-01)

Die Tragfähigkeit des Gründungspolsters sollte mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 geprüft werden. Es sollte ein Tragfähigkeitsbeiwert von mindestens ca. $E_{v2} \geq 120$ MPa erreicht werden. Erfahrungsgemäß kann, vorbehaltlich einer Prüfung durch Plattendruckversuche, bei Erreichen des vorgenannten Tragfähigkeitsbeiwerts für den Bettungsmodul k_s ein Wert von ca. 20 MN/m³ angenommen werde.

Hinweis: Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante. Die Bemessung ist i. W. von der Konstruktion des Bauwerks abhängig und fällt somit in den Verantwortungsbereich des Tragwerksplaners!

Vorbehaltlich detaillierter Grundbruch- und Setzungsberechnungen ist bei einer Gründung des geplanten Gebäudes mittels lastabtragender Bodenplatten oberhalb der Schichten 2 und 3 oder eines Gründungspolsters aus einem entsprechenden Material mit Setzungen unterhalb des Polsters im Bereich von 1 - 3 cm zu rechnen. Innerhalb des Polsters sind lediglich Setzungen im Bereich von 2-4 mm zu erwarten.

⁵Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011, Hrsg.: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

5 Empfehlungen für die Bauausführung

5.1 Aushub, Böschungen, Planum

Der Aushub für die Vorabschachtung (Abtrag des humosen Oberbodens, Schicht 1) und für die Herstellung von Gräben für Streifenfundamente oder für Grundleitungen sollte mittels eines Tieflöffelbaggers mit glatter Schneide erfolgen. Es wird empfohlen für die Arbeiten einen Bagger mit Raupenfahrwerk zu verwenden und die Arbeiten rückschreitend auszuführen.

Bis zu einer Tiefe von 1,25 m dürfen Gräben (z. B. für Hausanschlussleitungen) senkrecht ausgeschachtet werden, ab 1,25 m Tiefe sind Gräben geböschert oder verbaut auszuführen. Böschungen können in den Schichten 2 und 3b (mindestens steife Konsistenz) mit einem Böschungswinkel von 60° angelegt werden. Bei Vorliegen einer nur weichen Konsistenz ist der Böschungswinkel auf 45° zu beschränken. Innerhalb der weichen Bereiche sind Böschungen unter 45° anzulegen.

Bei Auftreten von Schichtwasserhorizonten wird empfohlen, die Gräben zu verbauen. Gräben für Hausanschlussleitungen sowie für den Kanalbau sind unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN EN 1610 und nach DIN 4124 zu bemessen. Der Verbau kann als senkrechter Grabenverbau (z. B. Tafelverbau, Kanaldielen oder Dielen-Kammer-Verbau) ausgeführt werden. Empfohlen wird ein Tafelverbau, der in den als vorübergehend standfest zu beurteilenden Böden der Schicht 2 und 3b (nur bei Vorliegen steifer Konsistenz) im Einstellverfahren ausgeführt werden kann. Um Ausbrüche aus den Kanalgrabenwänden zu vermeiden, ist zwischen Verbau und den Grabenwänden unmittelbar nach Einstellen des Verbaus ein Kraftschluss herzustellen.

Im Bereich gering standfester Böden (Schichten 2 und 3b bei weicher- steifer Konsistenz sowie Schicht 3a) sollte ein Tafelverbau im Absenkverfahren erstellt werden, wobei das höchstzulässige Maß des vorausseilenden Bodenaushubs 0,5 m beträgt.

Beim Einsatz der Verbaugeräte sind die Vorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaften zu beachten. Alle Grabenwände müssen vollständig verbaut werden. Ggf. entstehende Ausbrüche in den Grabenwänden sind kraftschlüssig zu hinterfüllen. Für die Berechnung und Bemessung des Verbaus sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben "EAB" maßgebend. Der statische Nachweis sollte vom Auftragnehmer vor Beginn der Baumaßnahme vorgelegt werden. Der Verbau ist für einen aktiven Erddruck zu bemessen.

Falls - z. B. im Anschlussbereich an Kanäle in bestehenden Straßen - Straßenverkehrslasten oder Lasten durch Baustellenverkehr auf den Verbau einwirken können, sind auch diese zu berücksichtigen. Für die Bemessung können die in Kap. 3.2 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden.

Die Baugruben für die Bauwerke (Schächte) können ebenfalls durch eine Baugrubensicherung mittels Verbau und nach Erfordernis mit einem zusätzlichen Verbau der Stirnseiten hergestellt werden.

Prinzipiell sind auch die Stirnseiten des Kanalgrabens zu verbauen, wenn durch die eingesetzten Geräte Lasten in den vor Kopf des Kanalgrabens anstehenden Boden eingetragen werden. Hierbei ist die Reichweite der eingesetzten Geräte - hier insbesondere beim Einheben der Kanalrohre - zu berücksichtigen.

Im Baustellenbereich im freien Gelände ist darauf zu achten, dass der lastfreie Schutzstreifen an den Grabenrändern bzw. neben dem Verbau eingehalten wird.



Eine Befahrung des Planums im Bereich der Schichten 2 und 3b mit Radfahrzeugen sollte möglichst unterbleiben, um eine Konsistenzverschlechterung infolge einer dynamischen Beanspruchung des Bodens zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund sollte auf diesen Böden auch keine Bearbeitung mit vibrierenden Geräten (z. B. Rüttelplatte) erfolgen.

Da die anstehenden Böden der Schichten 2 und 3b wasserempfindlich sind, sollten freigelegte Bereiche je nach Jahreszeit und Witterungsbedingungen gegen Wasserzutritt geschützt werden. Das Planum sollte je nach Erfordernis und Dauer der ungeschützten Freilage durch ein ausreichendes Quergefälle (= 6 %) oder durch eine Folienabdeckung geschützt werden. Aufgeweichte Partien müssen entfernt und durch verdichtungsfähiges Material (Kiessand 0/63 mm bzw. bevorzugt Magerbeton) ersetzt werden.

5.2 Herstellung eines Gründungspolsters

Gründungspolster ($D \geq \text{ca. } 0,60 \text{ m}$) sollten oberhalb von Böden der Schicht 2 und 3 in 2 Lagen je 30 cm hergestellt werden. Der hierzu verwendete mineralische Baustoff (z. B. Kies 0/32, 0/63, 0/100, ggf. RC-Baustoffe) sollte bevorzugt oberhalb eines Geotextils („Vlies“, GRK 2) lagenweise eingebaut und verdichtet werden. Die unterste Lage sollte nicht mit vibrierenden Geräten verdichtet werden, um die Konsistenz der Schichten 2 oder 3b nicht nachteilig zu beeinflussen. In der zweiten Lage dürfen vibrierende Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Für nicht bindige, mineralische Baustoffe sind mit einer Glattmantelwalze ohne Vibration 4 - 8 Übergänge vorzusehen. Bei einem Einsatz einer vibrierenden Walze oder einer schweren Rüttelplatte sind 4 - 6 Übergänge erforderlich.

An der Basis des Gründungspolsters sollten für eine Minderung seiner Mächtigkeit an Top des ansehenden Lösslehms bodenverbessernde Maßnahmen durchgeführt werden. Diese können, wie auch im Bereich der Parkplatzflächen außerhalb von Leitungsräben, in Form eines Geogitter-Vlies-Produkts erfolgen. Alternativ kann, bei geringer Bodenfeuchte, ein hydraulisches Bindemittel (z.B. Weißfeinkalk) in den Lösslehm eingefräst werden oder eine Steinskelettierung durch Einwalzen von gebrochenem Überkorn (z. B. 56/100) erfolgen.

5.3 Wasserhaltung

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde in keiner der Bohrungen Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Gemäß der Grundwassergleichenkarte [3] ist der Grundwasserhöchststand mit ca. 42,1 m NN anzugeben. Grundwasser ist für die geplanten Bauvorhaben im gesamten Projektgebiet nicht von Bedeutung. Am Top der Schichten 2 und 3b kann jedoch eine episodische Schichtwasserführung oder Staunässe auftreten.

Eventuell auftretendes Schichtwasser bzw. Staunässe im Bereich der bindigen Böden können durch eine offene Wasserhaltung beherrscht werden bzw. in die durchlässigen Talsande abgeleitet werden. Um Schäden durch Erosion vorzubeugen, ist im Zuge der Bauausführung darauf zu achten, dass bei Niederschlagsereignissen kein Oberflächenwasser in die Gruben oder Gräben fließen kann.

Offenliegende Grabenbereiche sollten möglichst werktätlich fertiggestellt und verfüllt werden.

5.4 Abdichtung, Frostsicherheit

Die erdberührten Teile des nicht unterkellerten Gebäudes können gemäß DIN 18195 Teil 4 abgedichtet werden.

Eine kapillarbrechende Schicht unterhalb der Bodenplatten ist im Bereich bindiger Böden in jedem Fall vorzusehen. Diese ist bei einer Ausführung des Gründungspolsters aus frostsicherem Material bereits gegeben.



Der über einem frostempfindlichen Untergrund (Schicht 2 und Schicht 3b) zur Gewährleistung der Frostsicherheit der Gebäudegründung erforderliche frostsichere Aufbau in einer Mindeststärke von 0,8 m ist im Falle der Herstellung eines 0,6 m mächtigen Kiessand- oder RC-Polsters und einer inkl. Dämmung ca. 0,3 m mächtigen Bodenplatte der Gebäude ebenfalls gegeben. Streifenfundamente sollten - inkl. Bodenplatte - mindestens 0,8 m in den Untergrund einbinden. Die vollständige Andeckung der Bodenplatte mit Boden wird vorausgesetzt.

5.5 Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens

Der humose Oberboden ist gemäß § 202 BauGB bei der Errichtung baulicher Anlagen in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen. Demzufolge und da der humose Oberboden nicht für die Abtragung von Bauwerkslasten geeignet ist, muss der Oberboden im Bereich der Baumaßnahme abgetragen und einer dem Sinn des § 202 BauGB entsprechenden Wiederverwertung zugeführt werden.

Die anfallenden Aushubkubaturen aus den Schichten 2 und 3b sind prinzipiell nicht für eine setzungs- und sackungsfreie Rückverfüllung in Arbeitsräume oder Gräben geeignet. Dieser bindige Boden kann ggf. als geringdurchlässiges Verfüllmaterial für die Verfüllung der Arbeitsräume verwendet werden, sofern eine mindestens steife Konsistenz vorliegt. Der anfallende Aushubboden aus dem Bereich der Schichten 2 und 3b kann zudem zur Profilierung des Geländes verwendet werden, anderenfalls ist er abzufahren.

Aushubboden aus dem Bereich der Schicht 3a kann für die Verfüllung von Baugruben oder Gräben verwendet werden.

Gemäß der im Vorfeld zur Gutachtenerstellung zum Teilbereich „Wohnen“ durchgeführten Analysen ist eine Abfuhr der anstehenden Böden (Schicht 2 und Schicht 3) als Boden der LAGA-Einbauklasse Z 0 möglich.

6. Verkehrsflächen

Der Deckenaufbau der Parkplatzfläche wird mit einer Belastungsklasse von BK1,0 gemäß RStO 12 angenommen. Der Gesamtaufbau oberhalb des Planums wird mit einer Gesamtmächtigkeit von 0,55 m veranschlagt. Hierbei wird auf der ungebundenen Tragschicht ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 120 \text{ MPa}$ gefordert.

Gemäß den Vorgaben der RStO 12 ist unabhängig von der Belastungsklasse der Verkehrsfläche in Höhe des Planums ein Tragwert $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ erforderlich. Die in Höhe des voraussichtlichen Planums anstehenden bindigen Böden im Projektgebiet erfüllen erfahrungsgemäß diese Anforderung nicht, sodass ein zusätzlicher Straßenunterbau von ca. 30 cm notwendig wird. Die dabei herzustellende Auffüllung durch mineralischen Baustoff hat unter Einhaltung der Anforderungen der RStO 12⁶ zu erfolgen, sodass der o. g. Tragwert erzielt wird.

Der für den Straßenunterbau verwendete mineralische Baustoff (z. B. Kiessand 0/32, 0/63, 0/100, ggf. RC-Baustoffe) sollte eine Mächtigkeit von 30 cm nicht unterschreiten. Bei einer möglichen Geländeprofilierung ist die Auffüllung lagenweise (je 30 cm) bis zum Erreichen des erforderlichen Niveaus herzustellen. Der Einbau sollte bevorzugt oberhalb eines Geotextils/Vlies (GRK 2) erfolgen. Dabei sollte die unterste Lage nicht mit vibrierenden Geräten verdichtet werden, um die Konsistenz der Schicht 2 nicht nachteilig zu beeinflussen. In der zweiten Lage dürfen vibrierende Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Für nicht bindige, mineralische Baustoffe sind mit einer Glattmantelwalze ohne Vibration 4 - 8 Übergänge vorzusehen. Bei einem Einsatz einer vibrierenden Walze oder einer schweren Rüttelplatte sind 4 - 6 Übergänge erforderlich. Der auf dem Planum geforderte Tragwert sollte mit Plattendruckversuchen nach DIN 18134 nachgewiesen werden.

⁶ RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Tragfähigkeit des anstehenden Bodens besteht im Einfräsen eines hydraulischen Bindemittels (z. B. Weißfeinkalk). Mit dem Einfräsen von ca. 5M.-% Weißfeinkalk wurden im Bereich von Lößlehm Böden gute Ergebnisse erzielt. Wesentlich ist es hierbei, dass der Boden keine zu große Erdfeuchte aufweist. Eine weitere Variante zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums stellt das Auslegen eines Geogitter-Vlies-Produktes dar. Diese Alternative kann jedoch lediglich außerhalb der Bereiche von Kanalgräben angewendet werden.

Die ungebundene Frostschutz- und Tragschicht ist ebenfalls lagenweise aus frostfreiem mineralischem Baustoff (z. B. Kies 0/32, 0/63, 0/100, ggf. RC-Baustoffe) in Mächtigkeiten von jeweils ca. 25 cm bis 30 cm einzubauen und zu verdichten. Hinsichtlich des Verdichtungsgrades wird auf die Vorgaben der ZTVE-StB 09 verwiesen.

Für die Prüfung der Verformungsmoduln auf der ungebundenen Frostschutz- und Tragschicht wird ebenfalls die Durchführung von Plattendruckversuchen nach DIN 18134 empfohlen.

Oberhalb des Planums bzw. zusätzlichen Straßenunterbaus (Tragwert $E_{v2} \geq 45$ MPa) sind unabhängig von der Frostsicherheit mindestens folgende Einbaustärken (Material der Bodengruppen GW/GI nach DIN 18196) zu kalkulieren, um die geforderten Tragwerte der Tragschicht zu erzielen:

Stärke der Kiestragschicht [cm]	Verformungsmodul E_{v2} auf der Tragschicht [MPa]
30	80
40	100
50	120/150 (150 MPa nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar)

Tabelle 11: Verformungsmodul E_{v2} in Abhängigkeit von der Stärke der Tragschicht nach Tab. 8 der RStO 12 (siehe Anhang).

Im Falle von Rückfragen und eine weitergehende Beratung stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Holger Seeberger
 Dipl.-Geol. BDG
 Durchwahl: -25
 H.Seeberger@IQ-mbH.de



Greta Müller
 M.Sc. (RWTH)
 Durchwahl: -23
 G.Mueller@IQ-mbH.de

Anlagen:

- 1 - 6
- 1.1 - 6.1
- 7 und 8

- 9
- 10
- A 1.1 und A 2.1
- A 1.2 - A 1.4, A 2.2 - A 2.4
- A 3 und A 4

- Lageplan der Ansatzstellen der Bohrungen
- Profilsäulen der Erkundungsbohrungen (B 7 - B 10, V 1, V 2)
- Schichtenverzeichnisse der Bohrungen (B 7 - B 10, V 1, V 2)
- Schematischer Profilschnitt mit Gründungsempfehlungen im Bereich verschiedener Lastböden im nördl. und süd. Teil des Gebäudes
- Profilschnitt im Bereich der Parkplatzfläche
- Legende zu den Bohrprofilen
- Ergebnisse der Versickerungsversuche
- Körnungslinien der Talsande
- Laborberichte der chemischen Analysen